

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



TESIS

**Energía fotovoltaica para mitigar huella de carbono - eléctrico residencial,
ciudad de Chiclayo**

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales

Investigador:
Mg. Frank Richard Rodríguez Chirinos

Asesor:
Dr. Ernesto Karlo Celi Arévalo

Lambayeque, 2024

Energía fotovoltaica para mitigar huella de carbono - eléctrico residencial, ciudad de Chiclayo



Mg. Frank Richard Rodríguez Chirinos
Autor



Dr. Ernesto Karlo Celi Arévalo
Asesor

Tesis presentada a la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales.

Aprobado por:



Dr. Segundo Abelardo Horna Torres
Presidente del jurado



Dr. Amado Aguinaga Paz
Secretario del jurado



Dr. Daniel Carranza Montenegro
Vocal del jurado

Lambayeque, 2022

Acta de sustentación

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

117

Siendo las 12:30 horas del día DOCE de MARZO del año Dos Mil VEINTICUATRO

, en la Sala de Sustentación de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, se reunieron los miembros del Jurado, designados mediante Resolución N° 800-2022-EPG de fecha 27 julio 2022, conformado por:

Dr. SEGUNDO ABELARDO HORN TORRES PRESIDENTE (A)
Dr. AMADO AGUINASA PAZ SECRETARIO (A)
Dr. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO VOCAL
Dr. ERNESTO KARLO CELI AREVALO ASESOR (A)

Con la finalidad de evaluar la tesis titulada ENERGIA FOTOVOLTAICA PARA MITIGAR HUELLA DE CARBONO - ELECTRICO RESIDENCIAL, CIUDAD DE CHICLAYO

presentado por el (la) Tesista FRANK RICHARD RODRIGUEZ CHIRINOS, sustentación que es autorizada mediante Resolución N° 158-2024-EPG de fecha 04 DE MARZO DE 2024



El Presidente del jurado autorizó del acto académico y después de la sustentación, los señores miembros del jurado formularon las observaciones y preguntas correspondientes, las mismas que fueron absueltas por el (la) sustentante, quien obtuvo 18 puntos que equivale al calificativo de MUY BUENO

En consecuencia el (la) sustentante queda apto (a) para obtener el Grado Académico de: DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES

Siendo las 13:09 horas del mismo día, se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta.


 PRESIDENTE

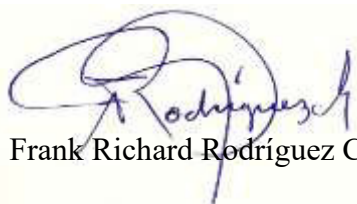
 VOCAL


 SECRETARIO

 ASESOR

Declaración jurada de originalidad

Yo, Frank Richard Rodríguez Chirinos, investigador principal, y Ernesto Karlo Celi Arévalo, asesor del trabajo de investigación “Energía fotovoltaica para mitigar huella de carbono - eléctrico residencial, ciudad de Chiclayo”, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiere lugar. Que puede conducir a la anulación del título o grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, enero del 2024



Mg. Frank Richard Rodríguez Chirinos



Dr. Ernesto Karlo Celi Arévalo

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Dr. Ernesto Karlo Celi Arévalo, usuario revisor del documento titulado **“Energía fotovoltaica para mitigar huella de carbono - eléctrico residencial, ciudad de Chiclayo”**, cuya autor es Frank Richard Rodríguez Chirinos, identificado con documento de identidad 18068078; declaro que la evaluación realizada por el Programa Informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **18%**, verificable en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituye plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 24 de enero de 2024



Dr. Ernesto Karlo Celi Arévalo
DNI 18068078
Asesor

Se adjunta:

- Resumen del Reporte automatizado de similitudes
- Recibo Digital



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:	Frank Richard Rodriguez Chirinos
Título del ejercicio:	Quick Submit
Título de la entrega:	Informe de tesis de doctorado
Nombre del archivo:	1_Informe_de_tesis_Frank_Rodr_guez_22.01.24.pdf
Tamaño del archivo:	3.69M
Total páginas:	116
Total de palabras:	17,305
Total de caracteres:	91,411
Fecha de entrega:	24-ene.-2024 10:19p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2277917280

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
INSTITUTO VICE-RECTORAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



TESIS

"Trabajo presentado para obtener título de ingeniero en ciencias ambientales, modalidad de 12 semestres"

Investigador: **Ing. Frank Richard Rodríguez Chirinos**

Autor: **Dr. Ernesto Celi Arévalo**

Lugar y fecha: Lima, Perú 2024


Dr. Ernesto Celi Arévalo

Informe de tesis de doctorado

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Dr. Ernesto Celi Arévalo

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4%

2

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Pontificia Universidad Catolica
del Peru

Trabajo del estudiante

1%

5

purl.org

Fuente de Internet

1%

6

1library.co

Fuente de Internet

1%

7

www.minem.gob.pe

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz
Gallo

Trabajo del estudiante

<1%

9	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
10	revistas.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
12	e-spacio.uned.es Fuente de Internet	<1 %
13	Balarezo Valdez, Joaquin. "Planeamiento Estrategico del Sector de Generacion de Energia Electrica del Peru.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2020 Publicación	<1 % 
14	www.sinceo2.com Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %

19	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositoriodspace.unipamplona.edu.co Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to espam Trabajo del estudiante	<1 %
25	sistema.atenaeditora.com.br Fuente de Internet	<1 %
26	eprints.ucm.es Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to UNIBA Trabajo del estudiante	<1 %
28	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	pmcarbono.org Fuente de Internet	<1 %
30	lasopaglo415.weebly.com	

Fuente de Internet

<1 %

31

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32

www.sfe-solar.com

Fuente de Internet

<1 %

33

Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD
AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA

Trabajo del estudiante

<1 %

34

Submitted to Universidad de Piura

Trabajo del estudiante

<1 %

35

documentop.com

Fuente de Internet

<1 %

36

dspace.casagrande.edu.ec:8080

Fuente de Internet

<1 %

37

efs.efeservicios.com

Fuente de Internet

<1 %

38

tesis.pucp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

cia.uagraria.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

40

dokumen.pub

Fuente de Internet

<1 %

41

es.slideshare.net

Fuente de Internet



<1 %

42

oscarperpinan.github.io

Fuente de Internet

<1 %

43

repositorio.puce.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

44

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

45

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

Submitted to Infile

Trabajo del estudiante

<1 %

47

repositorio.utesup.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

48

www.polodelconocimiento.com

Fuente de Internet

<1 %

49

documents.mx

Fuente de Internet

<1 %

50

repositorio.unprg.edu.pe:8080

Fuente de Internet

<1 %

51

riull.ull.es

Fuente de Internet

<1 %

52

vdocumento.com

Fuente de Internet

<1 %



Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía en cada momento de mi vida, por permitirme tener la oportunidad de avanzar en el cumplimiento de mis sueños, el tener un Doctorado, el cual estará al servicio de nuestra sociedad.

A mis hijos Frank, Francesca y mi esposa Milagros, quienes me apoyan día a día con su compañía y palabras de aliento para avanzar personal y profesionalmente.

A mis padres Richard y Judith, hermanos, abuelo, tíos y primos, con quienes siempre permanecemos unidos, demostrando que la familia es lo más importante en la vida.

Agradecimiento

A Dios Todopoderoso, por darme la salud y perseverancia para llevar a cabo este trabajo de investigación, el cual trata de contribuir a la mejora medioambiental de nuestro planeta.

A mi asesor, Dr. Ernesto Karlo Celi Arévalo, por ser una persona extraordinaria y un guía para el desarrollo del presente trabajo de investigación

A mis docentes, que contribuyeron con sus grandes conocimientos y experiencias al desarrollo del Doctorado en Ciencias Ambientales de la Escuela de Posgrado “Francis Villena Rodríguez” de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Índice general

Acta de sustentación	3
Declaración jurada de originalidad.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimiento	6
Índice general	7
Índice de tablas	10
Índice de figuras	12
Índice de anexos	13
Resumen	14
Abstrac.....	15
Introducción.....	16
Capítulo I. Diseño teórico.....	18
1.1 Antecedentes de la investigación	18
1.2 Bases teóricas.....	20
1.2.1 Energía solar	20
1.2.2 Energía fotovoltaica	21
1.2.3 Sistema fotovoltaico autónomo	21
1.2.3.1 Paneles fotovoltaicos	21
1.2.3.2 Baterías	22
1.2.3.3 Controlador de carga.....	22
1.2.3.4 Conversor.....	22
1.2.4 Huella de carbono	23
1.2.5 Horas solar pico	25

1.2.6	Consumo eléctrico	26
1.2.6.1	Evolución histórica del consumo eléctrico residencial.....	26
1.2.6.2	Caracterización del consumo energético residencial en estado actual.....	28
1.2.6.3	Tendencias del consumo energético residencial.	29
1.2.6.4	Cálculo del consumo eléctrico.	30
1.2.7	Metodología de medición de huella de carbono	31
1.3	Bases conceptuales	32
1.3.1	Huella de carbono	32
1.3.2	Energía fotovoltaica.....	32
1.3.3	CO ₂ eq	32
1.4	Operacionalización de variables	32
1.5	Hipótesis	34
Capítulo II. Diseño metodológico		35
2.1	Tipo de investigación.....	35
2.2	Método de investigación.....	35
2.3	Diseño de contrastación	35
2.4	Población, muestra y muestreo	36
2.4.1	Población	36
2.4.2	Muestra	37
2.4.3	Muestreo	37
2.5	Técnicas, instrumentos, equipos y materiales de recolección de datos	37
2.6	Procesamiento y análisis de datos.....	38
Capítulo III. Resultados.....		39
3.1	Estimación del consumo eléctrico residencial	39
3.2	Determinación de componentes del sistema fotovoltaico.....	42

3.3	Estimación de costos de instalación y rentabilidad	48
3.3.1	Estimación de costo de instalación de residencia tipo 1	48
3.3.2	Estimación de costo de instalación de residencia tipo 2	49
3.3.3	Estimación de costo de instalación de residencia tipo 3	49
3.3.4	Estimación de costo de instalación de residencia tipo 4	50
3.3.5	Estimación de rentabilidad de residencia tipo 1	51
3.3.6	Estimación de rentabilidad de residencia tipo 2	53
3.3.7	Estimación de rentabilidad de residencia tipo 3	55
3.3.8	Estimación de rentabilidad de residencia tipo 4	57
3.4	Estimación de huella de carbono mitigado	59
Capítulo IV. Discusión de resultados		62
Conclusiones.....		67
Recomendaciones		69
Referencias bibliográficas		70
Anexos.....		73

Índice de tablas

Tabla 1: Cantidad de CO ₂ eq/kWh según fuente de generación de energía	24
Tabla 2: Factores de emisión de GEI en Perú	25
Tabla 3: Cuadro de equivalencias de consumo energético	30
Tabla 4: Operacionalización de variables	33
Tabla 5: Denominación a utilizar en investigación según monto pagado.....	40
Tabla 6: Cálculo de consumo de kWh/día según tipo de residencia	41
Tabla 7: Resumen de consumo eléctrico en kWh/día según tipo de residencia.....	41
Tabla 8: Valores de irradiación de Chiclayo.....	42
Tabla 9: Valores de HSP en la ciudad de Chiclayo.....	43
Tabla 10: Cálculo de número de paneles solares	44
Tabla 11: Cálculo de corriente de entrada de regulador	45
Tabla 12: Cálculo de sistema de acumulación	46
Tabla 13: Cálculo de potencia de inversor.....	47
Tabla 14: Componentes del sistema fotovoltaico	48
Tabla 15: Componentes del sistema fotovoltaico tipo 1	48
Tabla 16: Componentes del sistema fotovoltaico tipo 2	49
Tabla 17: Componentes del sistema fotovoltaico tipo 3	50
Tabla 18: Componentes del sistema fotovoltaico tipo 4	50
Tabla 19: Rentabilidad anual de residencia tipo 1	51
Tabla 20: Rentabilidad anual de residencia tipo 2.....	53
Tabla 21: Rentabilidad anual de residencia tipo 3.....	55
Tabla 22: Rentabilidad anual de residencia tipo 4.....	57
Tabla 23: Consumo eléctrico diario, mensual y anual según tipo de residencia	59
Tabla 24: Huella de carbono diario mitigado según tipo de residencia	59

Tabla 25: <i>Huella de carbono mensual mitigado según tipo de residencia</i>	60
Tabla 26: <i>Huella de carbono anual mitigado según tipo de residencia</i>	60
Tabla 27: <i>Huella de carbono en 20 años mitigado según tipo de residencia</i>	61
Tabla 28: <i>Cantidad de CO2 producido según ruta de Chiclayo</i>	66

Índice de figuras

<i>Figura 1: Elementos de un sistema fotovoltaico autónomo</i> -----	23
<i>Figura 2: Irradiación de un día soleado normal</i> -----	26
<i>Figura 3: Consumo de energía eléctrica per cápita 1995 - 2016</i> -----	27
<i>Figura 4: Precio medio de la energía eléctrica por sectores económicos 1995-2016</i> ----	28
<i>Figura 5: Diseño de contrastación</i> -----	36
<i>Figura 6: Distribución de % de residencias según monto de último recibo cancelado</i> ----	39
<i>Figura 7: Rentabilidad de residencia tipo 1</i> -----	52
<i>Figura 8: Rentabilidad de residencia tipo 2</i> -----	54
<i>Figura 9: Rentabilidad de residencia tipo 3</i> -----	56
<i>Figura 10: Rentabilidad de residencia tipo 4</i> -----	58

Índice de anexos

<i>Anexo 1: Instrumento de recolección de datos</i>	<i>73</i>
<i>Anexo 2: Consentimiento para participar de un estudio de investigación</i>	<i>77</i>
<i>Anexo 3: Reporte de software antiplagio Turnitin</i>	<i>78</i>
<i>Anexo 4: Tabla de Fisher-Arkin-Colton.</i>	<i>79</i>
<i>Anexo 5: Análisis de rentabilidad mensual de residencia tipo 1</i>	<i>80</i>
<i>Anexo 6: Análisis de rentabilidad mensual de residencia tipo 2</i>	<i>86</i>
<i>Anexo 7: Análisis de rentabilidad mensual de residencia tipo 3</i>	<i>92</i>
<i>Anexo 8: Análisis de rentabilidad mensual de residencia tipo 4</i>	<i>98</i>
<i>Anexo 9: Pdf de panel solar EOS POLY 330-350W</i>	<i>103</i>
<i>Anexo 10: Pdf de batería Ultracell UCG230-12</i>	<i>105</i>
<i>Anexo 11: Pdf de batería Ultracell UZS600-6</i>	<i>107</i>
<i>Anexo 12: Pdf de regulador de carga MPPT SR-MC</i>	<i>109</i>
<i>Anexo 13: Pdf de inversor Victron Energy 250VA-1200VA</i>	<i>110</i>
<i>Anexo 14: Pdf de inversor Victron Energy 800VA-5KVA</i>	<i>112</i>

Resumen

Este estudio tuvo como propósito principal estimar la huella de carbono mitigado en unidades de CO₂eq por el uso de sistema fotovoltaico aislados (off grid) en residencias tipo 1, tipo 2, tipo 3 y tipo 4 de la ciudad de Chiclayo. El tipo y alcance de la investigación es descriptiva no experimental, bajo un enfoque cuantitativo, aplicándose un cuestionario de 30 preguntas para conocer el dimensionamiento del consumo eléctrico de cada hogar y la situación socioeconómica de los residentes; así como el análisis de recibos para conocer el consumo mensual de energía eléctrica en una muestra de 100 hogares, seleccionados bajo la técnica no probabilística por conveniencia de la siguiente manera: distrito de La Victoria con 17 hogares, distrito de José Leonardo Ortiz con 30 hogares y distrito de Chiclayo con 53 hogares. Para el análisis descriptivo se tomó como referencia bases teóricas sobre la huella de carbono que se genera según la fuente de generación de energía y su impacto en el ambiente. El cálculo del consumo eléctrico y la medición de la huella de carbono generada se realizó con tablas de equivalencias según el tipo de artefacto utilizado y la calculadora pública de huella de carbón del Ministerio del Ambiente de Perú.

Los resultados del estudio nos indican que el consumo eléctrico diario promedio según el tipo de residencia es de 2.64 kWh/día para las residencias del Tipo 1, 3.52 kWh/día para las residencias del Tipo 2, 4.40 kWh/día para las residencias del Tipo 3 y de 5.28 kWh/día para las residencias del Tipo 4. Así mismo, se logró determinar los componentes del sistema fotovoltaico propuesto para cubrir el consumo mensual, estimándose la cantidad de huella de carbono mitigado por día, mes, año y 20 años. Por último, se estimó el costo de implementación y sostenibilidad de los sistemas fotovoltaicos propuestos, según el tipo de residencia.

Palabras claves: Energía fotovoltaica, Huella de carbono

Abstrac

The main purpose of this research was to estimate the carbon footprint mitigated in CO₂eq units by the use of isolated photovoltaic systems (off grid) in type 1, type 2, type 3 and type 4 residences in the city of Chiclayo. The type and scope of the research is descriptive, non-experimental, under a quantitative approach, applying a 30-question questionnaire to know the dimensioning of the electrical consumption of each home and the socioeconomic situation of the residents; as well as the analysis of receipts to know the monthly consumption of electrical energy in a sample of 100 homes, selected under the non-probabilistic technique for convenience as follows: district of La Victoria with 17 homes, district of José Leonardo Ortiz whit 30 homes and district of Chiclayo with 53 homes. For the descriptive analysis, theoretical bases on the carbon footprint that is generated according to the source of energy generation and its impact on the environment were taken as reference; and the calculation of electrical consumption and the measurement of the carbon footprint generated was carried out with equivalence tables according to the type of device used and the public carbon footprint calculator of the Ministry of the Environment of Peru.

The results of the study indicate that the average daily electricity consumption according to the type of residence is 2.64 kWh/day for Type 1 residences, 3.52 kWh/day for Type 2 residences, 4.40 kWh/day for Type 2 residences. 3 and 5.28 kWh/day for Type 4 residences. Likewise, it was possible to determine the components of the proposed photovoltaic system to cover monthly consumption, estimating the amount of carbon footprint mitigated per day, month, year and 20 years. Finally, the cost of implementation and sustainability of the proposed photovoltaic systems was estimated, depending on the type of residence.

Keywords: Photovoltaic energy, Carbon footprint.

Introducción

La contaminación ambiental en nuestro planeta está agudizándose, siendo una fuente la contaminación por generación eléctrica. Es indudable que la autogeneración de energía eléctrica con tecnología fotovoltaica es una oportunidad y una herramienta imprescindible para lograr los objetivos relacionados con el cambio climático a los que España está comprometido, mitigar el impacto medioambiental de la generación de energía eléctrica y democratizar su uso y gestión de energía, ubicando en el centro del sistema al ciudadano; muchos países, a nivel mundial, así lo han entendido (Ayala, 2019).

Según lo descrito en una investigación, la energía total que se podría obtener de depósitos reconocidos en nuestro planeta de petróleo, carbón y gas, equivale a la energía que se recibe del Sol en solo 56 días (Malinkiewicz, 2017).

La producción de la energía que consume el Perú se genera de diversas fuentes. Como referencia, al mes de febrero del 2021, predomina la energía hidráulica con 68%, seguido de la energía térmica con 28 %, en tercer lugar encontramos la energía eólica con 3% y en cuarto lugar la energía solar con solo el 1% (Ministerio de Energía y Minas, 2021).

La ciudad de Lambayeque tiene una irradiación global solar de 5.38 kWh/m²/día en promedio anual, entregando un total de energía anual de 1.96 MWh/m², por lo que posee un potencial solar muy rentable según clasificación de la Organización Latinoamericana de Energía – OLADE. Teniendo en cuenta que radiaciones anuales promedio mayores de 4,0 kWh/m²/día son rentables y de 5,0 kWh/m²/día son muy rentables. Los valores de irradiación más altos corresponden a los meses de Diciembre – Febrero (Gastelo et al, 2022).

Los costos de electricidad a gran escala proveniente de fuentes fotovoltaicas en el año 2019 cayeron en 13%, llegando a 6.8 centavos de dólar por kilovatio/hora (kWh) (Energías renovables, 2020).

En este marco se plantea el uso de sistemas fotovoltaicos aislados para generar energía eléctrica limpia para consumo en los hogares de la ciudad de Chiclayo, considerando la poca inversión que se realiza en nuestro país en energías renovables, las condiciones climáticas con altos niveles de irradiancia solar en Lambayeque y la tendencia de baja de costos de la energía solar fotovoltaica. Por las consideraciones antes descritas, el reemplazo de la energía eléctrica producida por centrales térmicas del sistema interconectado, podrá reemplazarse por generación de energía fotovoltaica domiciliaria, lo cual contribuiría a mitigar en alto porcentaje la huella de carbono producida por combustibles fósiles en nuestro país.

El problema que se plantea en esta investigación es ¿En qué medida se mitigará la huella de carbono eléctrico residencial con el uso de la energía fotovoltaica en la ciudad de Chiclayo?

En respuesta al problema de investigación planteado es que el uso de la energía fotovoltaica se mitiga la cantidad de huella de carbono eléctrico residencial generado por el consumo eléctrico; además, considerando la baja de los costos de los componentes del sistema fotovoltaico se logra su implementación y rentabilidad en las residencias de la ciudad de Chiclayo.

El objetivo general de esta investigación consiste en estimar la huella de carbono mitigado en unidades de CO₂eq por el uso de sistema fotovoltaico en las residencias de la ciudad de Chiclayo. Los objetivos específicos de este trabajo son cuatro: el primero, estimar el consumo eléctrico de las residencias en la ciudad de Chiclayo; el segundo, determinar los componentes del sistema fotovoltaico, en función del consumo eléctrico residencial de la ciudad de Chiclayo; tercero, estimar costos de instalación y rentabilidad del sistema fotovoltaico residencial de la ciudad de Chiclayo; cuarto, estimar la huella de carbono mitigado en unidades de CO₂eq de las residencias de la ciudad de Chiclayo.

Capítulo I. Diseño teórico

1.1 Antecedentes de la investigación

La disponibilidad de energía solar es alta en casi todas las localidades del Perú, con uniformidad durante el año, comparado con otros países, esto hace atractivo el uso de esta energía en el Perú. El promedio anual en costa y selva es entre 4 y 5 kWh/m²/día; de norte a sur va aumentando entre 5-6 kWh/m²/día. En conclusión, en el Perú la energía solar incidente es suficiente para satisfacer la necesidad energética de una familia con unos pocos metros cuadrados (Astócondor, 2018).

En una investigación realizada, el objetivo fue determinar la precisión que las RNA (redes neuronales artificiales) predicen la generación de energía en colectores solares y módulos fotovoltaicos. Como conclusión se obtuvo que la mejor predicción es con el modelo NARX, con precisión entre 97% y 98% (Arellanos, 2018).

El trabajo de investigación de Kehuarucho (2018), donde realizó la fabricación de celdas solares de bajo costo, de eficiencia baja, para lo cual se usó el silicio amorfo hidrogenado de lámina delgada y equipo del laboratorio de semiconductores de la Universidad Nacional de Ingeniería. En las conclusiones del trabajo de tesis se obtuvo una película delgada o celda solar de silicio amorfo hidrogenado, con un espesor entre 2,3973 um a 2,4356 um, con tiempo de deposición entre 100 a 150 horas, dando como resultado el tipo “p” y tipo “n”.

Lo descrito por Hurtado (2017), en su investigación, indica que el uso de fuentes de energía no convencionales es ahora de gran interés mundial, debido a la diversificación de la matriz energética y por la mayor conciencia de los países respecto al cuidado del medio ambiente. Por ello se han suscrito varios compromisos internacionales dentro de los que mencionamos el protocolo de Kyoto (1997), el acuerdo de Copenhague (2009) y la plataforma de Durban (2011), cuyo fin principal es el de mitigar los efectos del cambio

climático. El Perú está experimentando un crecimiento económico sostenido, que genera mayor demanda energética eléctrica, y la oferta de generación a futuro debe adecuarse a la demanda, considerando la preservación del medio ambiente, por ello se debe promover que parte importante de la oferta energética provenga de energías renovables no convencionales, siendo una opción limpia y beneficiosa ambientalmente.

Asimismo, Ayala (2019) indica que debido a las deficiencias y desequilibrios del sistema energético, la Comisión Europea se vio motivada a tomar acciones para lograr la disminución del consumo de energía, esto se manifiesta en el informe 2018 de la International Energy Agency, que indica que en el 2017 se instaló la cantidad de 99 GW fotovoltaicos en el mundo, incrementando a la potencia del año anterior en 30%, llegando a la cifra total acumulada de 400 GW, lo que muestra una evolución positiva en los últimos años, esto debido a factores como: madurez tecnológica de los sistemas, baja de precios de los paneles fotovoltaicos y las políticas implementadas. En sus conclusiones indica que los sistemas de autoconsumo sin baterías presentan porcentajes de ahorro energético entre 30 y 40 %, porcentajes que son mejorados con condiciones climáticas favorables.

En la investigación de Ponce (2019), manifiesta que los países de Sudamérica muestran un lento crecimiento en lo que respecta a la cantidad de energía solar fotovoltaica instalada, atribuyendo parte de la causa al bajo desarrollo de políticas o instrumentos regulatorios orientados a impulsar la energía solar fotovoltaica en el continente. Chile y Perú han aprobado leyes específicas, Brasil y Uruguay han aprobado solo mandatos específicos para la energía solar fotovoltaica, el resto de países de Sudamérica muestran un bajo desarrollo de políticas enfocadas a impulsar las energías renovables no convencionales. En sus conclusiones respecto al país vecino del Ecuador, menciona que las principales limitantes para el uso de la tecnología solar fotovoltaica a gran escala son la

falta de financiamiento y las políticas dadas, que están dirigidas hacia la energía hidroeléctrica y los subsidios a los combustibles fósiles.

En la investigación realizado en España por Moralejo (2018), indica que existe una gran variedad de módulos fotovoltaicos y soluciones constructivas orientadas a integrar la energía solar fotovoltaica en edificios. Las condiciones de trabajo que experimentan las plantas fotovoltaicas son diferentes a las condiciones de módulos fotovoltaicos en aplicaciones arquitectónicas. En su conclusión indica que las normas están concebidas para módulos de plantas fotovoltaicas y no se considera el uso de módulos fotovoltaicos en edificios.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 Energía solar

Es la energía emitida por el sol debido a las reacciones nucleares de fusión y llegan a la tierra en forma de partículas de energía (fotones) y de radiación. La potencia de la radiación solar que se recibe en un punto del planeta depende de factores como la latitud, de la hora del día y de las condiciones atmosféricas (Gobierno de Navarra, 2023).

La radiación solar atraviesa el espacio vacío en todas direcciones, sin sufrir pérdidas apreciables por interacción con medios materiales. Pero la irradiancia solar, que es la densidad de flujo radiante solar, se atenuada de acuerdo con el cuadrado de la distancia. Una parte de la irradiancia solar es llega a nuestro planeta Tierra. Considerando la distancia entre el Sol y la Tierra, así como el tamaño de nuestro planeta, se puede asumir que presenta un valor constante en toda la superficie exterior de la atmósfera terrestre. Se define la constante solar, B_0 , como el valor de irradiancia solar incidente en un plano normal al vector Sol-Tierra en el límite superior de la atmósfera terrestre. Según la Organización Meteorológica Mundial el valor promedio de $B_0=1367 \text{ W/m}^2$. La irradiancia

solar es la potencia de radiación solar por unidad de área incidente en una superficie (Lamigueiro, 2018).

1.2.2 Energía fotovoltaica

Consiste en la generación de electricidad directamente de la radiación solar, usando un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica. (Osinergmin, 2017, p. 34)

También podemos encontrar que la definen como la energía eléctrica obtenida directamente de los rayos del sol gracias a la foto-detección cuántica de un dispositivo, que permite producir electricidad para redes de distribución, abastecimiento de viviendas aisladas y alimentar todo tipo de aparatos (Salamanca-Ávila, 2017).

1.2.3 Sistema fotovoltaico autónomo

Son sistemas fotovoltaicos no conectados a la red de energía eléctrica, que utiliza células fotoeléctricas interconectadas que forman un módulo fotovoltaico. Se pueden conectar varios módulos con el objetivo de sumar sus potencias individuales (Osinergmin, 2019, p. 69).

Los Sistemas Fotovoltaicos Autónomos - SFA está conformada por varios elementos (se muestra en la **Figura 1**), los que describimos a continuación:

1.2.3.1 Paneles fotovoltaicos

Son dispositivos de forma plana, conformada por células fotovoltaicas que se montan mecánicamente y se conectan, lo que origina una mayor conversión de la luz solar en electricidad. Se presentan de diferentes tipos teniendo en cuenta el número de células o de arreglo. El panel fotovoltaico más común es el de células de silicio, gracias a la eficiencia que presenta. El ciclo de vida que garantizan los fabricantes es de 25 años

aproximadamente. La unidad de medida de potencia de un panel fotovoltaico es en watt peak-Wp (Osinermin, 2019).

1.2.3.2 Baterías

Elementos utilizados para almacenar la energía eléctrica generada, asegurando autonomía eléctrica en periodos de ausencia de luz solar. Existen las de ciclo profundo, que presentan un ciclo de vida alto y son capaces de soportar profundas descargas. También se pueden usar las de ion-litio, ya que presenta una carga rápida y su capacidad de almacenamiento es mayor en comparación con otros tipos de batería. En algunos casos los sistemas fotovoltaicos autónomos pueden no hacer uso de baterías (Osinermin, 2019).

1.2.3.3 Controlador de carga

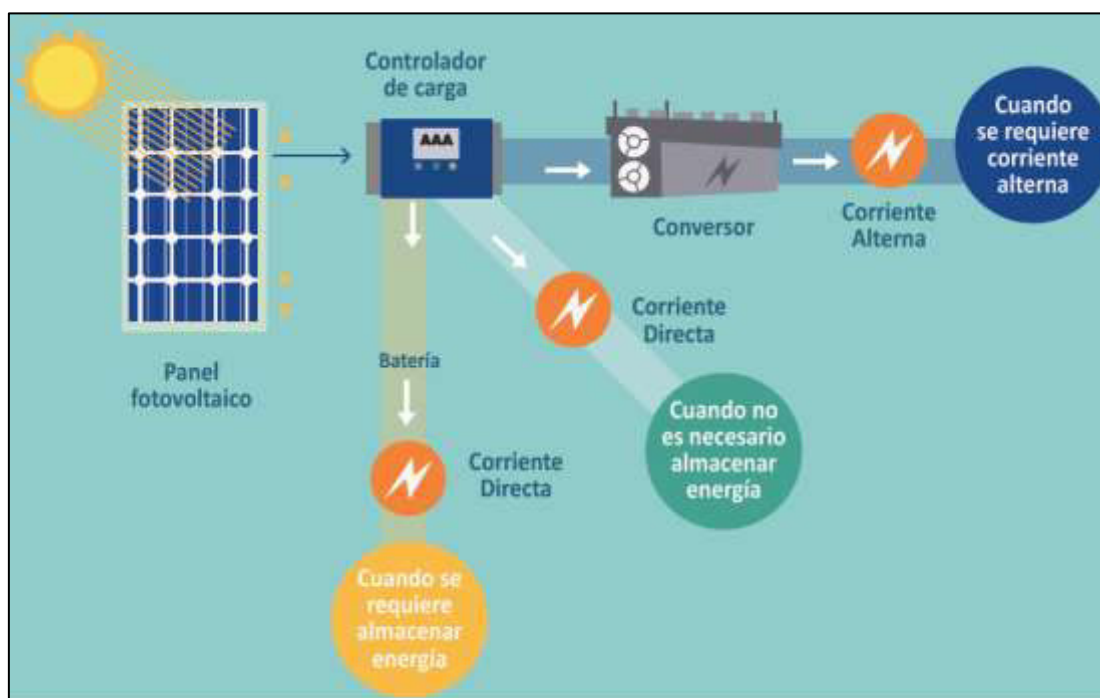
Su función es regular la carga de la batería, evitando problemas como sobrecargas, reducción del ciclo de vida del sistema y perjuicios a los usuarios. Se utiliza el controlador de carga solo si el sistema presenta baterías, de no ser así, los paneles pueden conectarse al convertidor directamente (Osinermin, 2019).

1.2.3.4 Convertidor

Su función es transformar la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna, permitiendo que esta energía generada se utilice de la manera similar a la proveniente de la red eléctrica. Su ciclo de vida del convertidor es de aproximadamente 10 años (Osinermin, 2019).

Figura 1

Elementos de un sistema fotovoltaico autónomo



Nota. Tomado de *Energías renovables: experiencias y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética*. Osinergmin (2019), Gráfica Biblos S.A

1.2.4 Huella de carbono

La huella de carbono de un producto, proceso o servicio es la sumatoria de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero, cuyos valores se expresan en CO₂ equivalente (CO₂eq) y con base en un ACV, utilizando la categoría de impacto de cambio climático (Pérez, 2018).

En el informe “Mirada global sobre las transiciones energéticas 2022” presentado en la conferencia Berlín Energy Transition Dialogue, se mostraron valores de huella de carbono equivalente (CO₂eq) que produce cada kWh(kilovatio-hora) según fuente de generación de energía, la que se muestra en la **Tabla 1** (National Geographic, 2022).

Tabla 1

Cantidad de CO₂eq/kWh según fuente de generación de energía

Fuente de generación de energía	gCO ₂ eq/kWh
Eólica	4
Nuclear	4
Energía solar	6
Gas natural	78
Energía hidráulica	97
Bioenergía	98
Carbón	109

Nota. Adaptada de nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/04/la-energia-solar-y-su-potencial-para-ayudar-a-reducir-el-calentamiento-global, de National Geographic, 2022.

El factor de emisión por consumo de electricidad, instrumento que cuantifica las emisiones de GEI por un determinado consumo de electricidad. Es una relación de masa de GEI y energía eléctrica (tCO₂eq/MWh). El factor de emisión GEI se calcula anualmente, dividiendo las emisiones de GEI generadas producto de la generación de electricidad entre la generación total anual de electricidad del SEIN, siguiendo indicaciones del Protocolo de GEI (GHG Protocol), que es el estándar internacional más reconocido internacionalmente y el más usado a nivel mundial. La **Tabla 2** muestra los factores de emisión de GEI entre los años 2010 al 2018 (Córdova Rau, 2019).

Tabla 2*Factores de emisión de GEI en Perú*

Año	tCO ₂ eq/MWh
2010	0.240
2011	0.230
2012	0.224
2013	0.209
2014	0.207
2015	0.203
2016	0.222
2017	0.184
2018	0.151

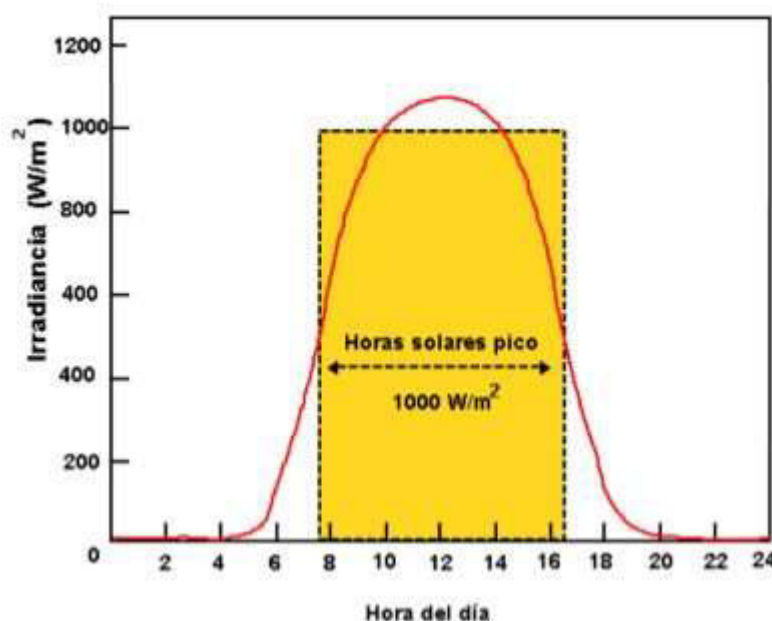
Nota. Adaptada de *Factores de emisión nacionales asociadas con el consumo de electricidad del sistema eléctrico interconectado nacional*, de Córdova Rau, 2019.

1.2.5 Horas solar pico

Es una unidad de medición de irradiación solar (HSP), definida como la cantidad de energía por unidad de superficie que se podría recibir hipotéticamente una irradiancia solar constante de 1000 Watts por cada metro cuadrado, dicho de otro modo es equivalente a 1 kWh/m². Este concepto se utiliza por comodidad en generación fotovoltaica, ya que como es lógico, los paneles solares durante todas las horas del día no generan la misma energía. En las horas centrales del día, considerando al sol en el punto más alto de su trayectoria, se genera mucha más energía que las primeras o últimas horas de luz solar (Alvarado, 2018). En la **Figura 2** se muestra las horas solares pico de un día soleado, en la que se toma las horas del día y la irradiancia en W/m².

Figura 2

Irradiación de un día soleado normal



Nota. Tomado de “La hora solar pico equivalente, definición e interpretación” (p. 124 – 131), por M. Pérez et al, 2017, *Revista de ingeniería energética*, 38(2)

1.2.6 Consumo eléctrico

1.2.6.1 Evolución histórica del consumo eléctrico residencial

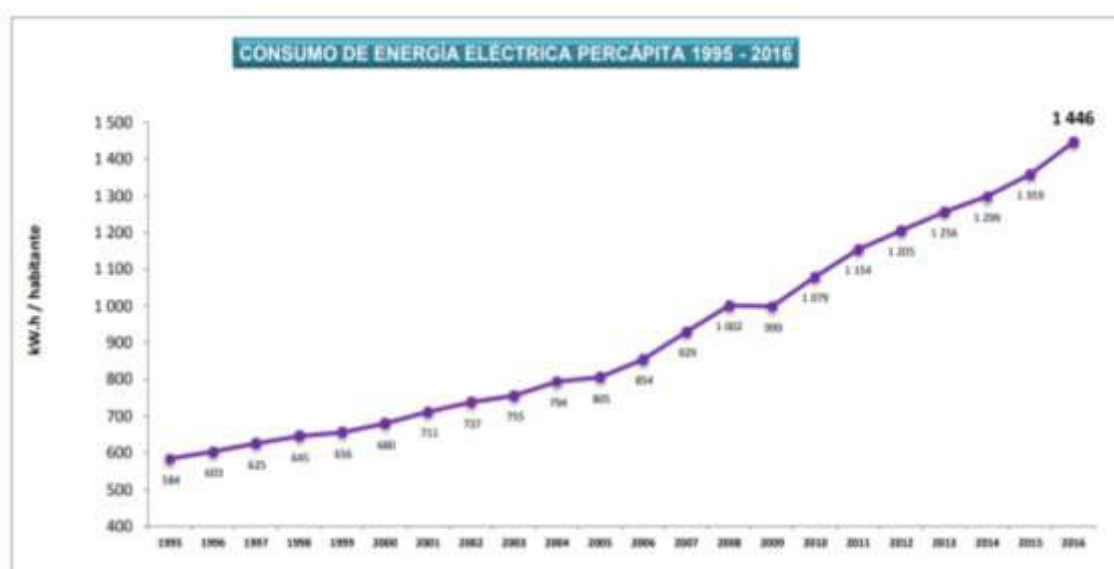
La producción de energía eléctrica en el Perú, tuvo sus inicios en el distrito de Yungas (Huaraz), donde se asentó la empresa minera Tarijas, que para uso productivo construyó la primera central hidroeléctrica que entró en operación en 1884. Más adelante, el 15 de mayo de 1886, siendo presidente del Perú el general Andrés A. Cáceres, la empresa Peruvian Electric Construction and Supply Company (PECSC) inauguró el alumbrado de la Plaza de Armas y de algunas calles del Centro de Lima, que luego se extendió a los pocos domicilios adyacentes. La electricidad era generada desde una planta a vapor con un único motor de 500 caballos de fuerza ubicada frente al Parque Neptuno que es la primera cuadra del actual Paseo de la República (Osinermin, 2016).

Acerca de la proyección del consumo energético residencial, indica que el consumo nacional de energía final del año 2007 por sectores económicos fue de 518,982 TJ, el sector que consumió más energía es el sector residencial, comercial y público con 169,349 TJ con una participación del 32,6%. El crecimiento económico del país en especial durante los años 2006 al 2008 han generado el crecimiento del consumo de energía en diversos sectores, en el presente año (2009) a pesar de la crisis económica internacional la tasa de crecimiento del consumo eléctrico es del 5%. Los usos energéticos en el sector residencial, según categoría de uso final y formas de energía disponibles en el sector residencial son: calefacción, calentamiento de agua, aire acondicionado y equipos domésticos secundarios (refrigeradoras, luminarias, lavadoras, etc.). En el sector residencial al aplicar la metodología MAED_D, considerando una tasa de crecimiento demográfico anual de 0.942% proyecta que la demanda nacional de energía final se incremente desde 4.536 GW en el 2005 hasta 7.845 GW en el 2030 (Rojas y Rojas, 2009).

En la **Figura 3** se muestra la evolución del consumo eléctrico per cápita en el Perú durante los años 1995 al 2016.

Figura 3

Consumo de energía eléctrica per cápita 1995 - 2016

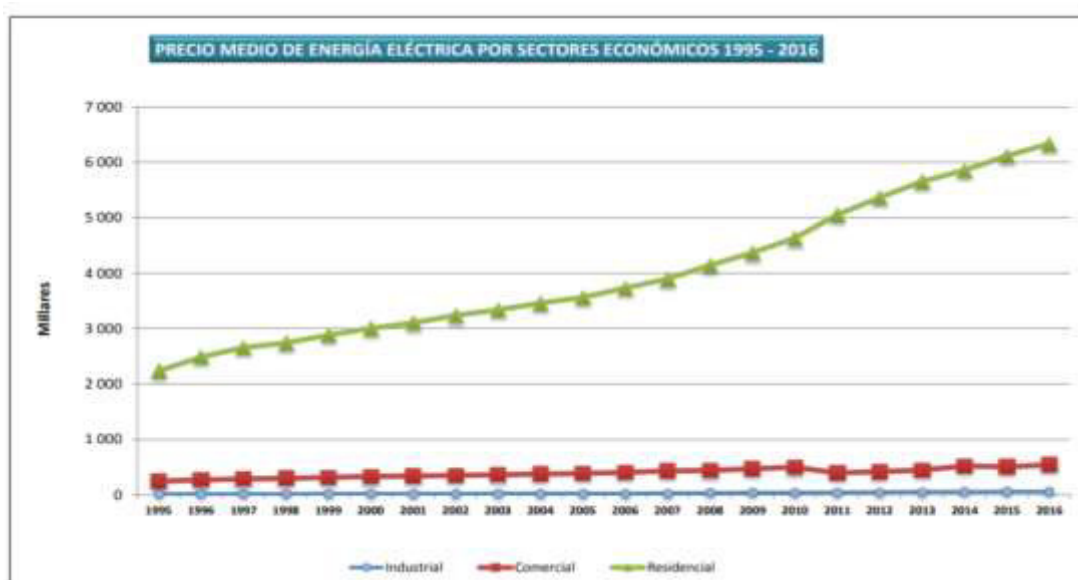


Nota. Tomado de *Evolución de indicadores del sector eléctrico 1995 – 2016* (p. 5), por Ministerio de Energía y Minas, 2016.

En la **Figura 4** se muestra la evolución del incremento del precio medio de la energía eléctrica en el Perú, tomando en cuenta los sectores económicos, en el periodo 1995 - 2016.

Figura 4

Precio medio de la energía eléctrica por sectores económicos 1995 - 2016



Nota. Tomado de *Evolución de indicadores del sector eléctrico 1995 – 2016* (p. 53), por Ministerio de Energía y Minas, 2016.

1.2.6.2 Caracterización del consumo energético residencial en estado actual

Según el informe de una encuesta residencial de consumo y usos de energía, manifiesta que los departamentos con mayor acceso al servicio eléctrico se ubican en la costa del Perú, entre los cuales se encuentran: Lima y Callao con valores que superan el 99%; Lambayeque, La Libertad y Tumbes, con más del 98% y Ancash, Ica y Tacna que se encuentran por encima del 97% de electrificación. Mientras que, las regiones de Loreto y

Amazonas registraron el indicador más bajo de acceso a la electricidad con un 85% y 87%, respectivamente. En una tabla de este trabajo de Osinergmin, se muestra el uso final de la electricidad, en hogares pobres, el 29% es destinado a refrigeración, el 33% a iluminación, el 13% a televisores y equipos electrónicos relacionados, el 6% a computadoras y equipos afines, el 1% a cocina, el 6% Stand by y el 13% a otros. Como conclusión, A nivel nacional, el gasto y consumo mensual del servicio eléctrico en el hogar fue de S/58.00 y 93 kWh, respectivamente, registrándose diferencias significativas entre las regiones y ámbitos geográficos. En Lima Metropolitana, el gasto mensual alcanzó los S/ 100.00 con un consumo referente de 172 kWh, mientras que en las zonas rurales el gasto mensual de S/13.00 con un consumo de 20 kWh (Osinergmin, 2021).

1.2.6.3 Tendencias del consumo energético residencial.

En el trabajo denominado la industria de la electricidad en el Perú, indica que se estima que para 2025, el crecimiento de la demanda de electricidad se base en el desarrollo de proyectos mineros e industriales, así como en una mayor facilidad para la realización de inversiones. Así, la demanda de potencia se ubicará entre 9500 MW y 12 300 MW, según un escenario de crecimiento del PBI entre 4.5% y 6.5%, respectivamente. La producción de energía se verá incrementada debido a la entrada de mayores centrales hidroeléctricas, así como la generación termoeléctrica a base de gas natural, y la participación de los proyectos de Recursos Energéticos Renovables (RER), que se pretende alcancen el 5% de la producción nacional. Como conclusión en este trabajo menciona que, en los próximos años, los principales desafíos que enfrenta el sector eléctrico giran en torno a la difícil tarea de suministrar energía de manera segura, sostenible y asequible (Osinergmin, 2016).

Según boletín del Ministerio de Energía y Minas del Perú, el 54% de la energía que se genera en el país es renovable (convencional y no convencional), la meta del sector es

lograr que en los próximos tres años el 5% de la matriz energética esté compuesta por sistemas renovables no convencionales, entre estos el eólico, solar, la biomasa y el biogás. El porcentaje de sistemas renovables no convencionales llega actualmente al 3.5%, la meta será alcanzar el 5% en los próximos tres años. Esas fuentes de generación de energía podrán incrementarse en función a los costos y competitividad que obtengan (Ministerio de Energía y Minas, 2014).

1.2.6.4 Cálculo del consumo eléctrico.

Para calcular el consumo eléctrico o potencia eléctrica consumida por cada electrodoméstico (también lo aplicamos a cualquier carga) se debe tener en cuenta la potencia del artefacto eléctrico (Potencia nominal) con el tiempo de encendido (Horas/día) (MINEM, 2017).

Energía consumida (kWh) = Potencia artefacto (kW) x Tiempo encendido (horas).

En la **Tabla 3** se muestra los consumos promedios de potencia (en watts) de los principales equipos eléctricos de uso domiciliario (Ministerio de Energía y Minas, 2017).

Tabla 3

Cuadro de equivalencias de consumo energético

Artefacto eléctrico	Potencia (Watts)
Cocina eléctrica	7000
Ducha eléctrica	4500
Horno microondas	1100
Plancha	1000
Aspiradora	600
Olla arrocera	1000
Aire acondicionado	850
Lavadora	500
Licuadora	300
Refrigeradora	350
Computadora	600
Televisor	100
Equipo de sonido	80

Nota. Adaptada de *Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético*, de Ministerio de Energía y Minas, 2017.

1.2.7 Metodología de medición de huella de carbono

Existen variados estándares, directrices y normas para medir las emisiones de gases de efecto invernadero-GEI de empresas, productos y servicios. No existe un método universalmente aceptado para medir las emisiones, pero se recomienda por su comprobada efectividad y reconocimiento mundial, que los cálculos y reporte se basen en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero, la Norma ISO 14064 y las Directrices del IPCC para Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. (Ministerio del Ambiente, 2015)

La “Calculadora pública de huella de carbono organizacional” (HC Perú), se emplea hoy en día mediante su página web por el Ministerio del Ambiente, para que empresas privadas, instituciones gubernamentales, etc, realicen la medición de la huella de carbono, con lo que recibirán certificaciones por cada nivel de avance.

En el marco del evento internacional de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático - COP20, realizado en la ciudad de Lima, en el año 2015, se aplicó esta metodología, para calcular y neutralizar los gases de efecto invernadero generados por el evento, la cual fue un éxito.

Para el presente trabajo, esta metodología se va a acondicionar, ya que la investigación propuesta, se realizará solo la medición de la huella de carbono producida por el consumo eléctrico de las residencias, que es una de las múltiples aristas de medición que ofrece la metodología.

1.3 Bases conceptuales

1.3.1 Huella de carbono

“La Huella de Carbono, es una medida de la cantidad total exclusiva de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que es directa o indirectamente causados por una actividad o es acumulado a lo largo de las etapas de vida de un producto” (Wiedmann & Minx, 2007).

1.3.2 Energía fotovoltaica

“Consiste en la conversión directa de la energía solar a electricidad mediante el uso de la célula solar, basado en el fenómeno físico del efecto fotovoltaico que es la conversión de energía lumínica a energía eléctrica” (Rodríguez et al., 2022).

1.3.3 CO₂eq

“El dióxido de carbono equivalente es una medida universal utilizada para indicar en términos de CO₂, el equivalente de cada uno de los gases de efecto invernadero con respecto a su potencial de calentamiento global” (Ministerio del Ambiente, 2019).

1.4 Operacionalización de variables

Variable dependiente: Huella de carbono eléctrico residencial

Variable independiente: Energía fotovoltaica

Tabla 4

Operacionalización de las variables huella de carbono eléctrico residencial y energía solar fotovoltaica

Variables	Definición de la variable	Dimensión	Indicador	Instrumento
Huella de carbono - eléctrico residencial	“Medida de la cantidad total exclusiva de las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) que es directa o indirectamente causados por una actividad o es acumulado a lo largo de las etapas de vida de un producto” (Wiedmann, como se citó en Nuñez, 2012, p. 2)	✓ Consumo eléctrico	✓ Equipos eléctricos de uso en residencia	Cuestionario
			✓ Horas de consumo eléctrico en la residencia	
			✓ Potencia de consumo de equipos en la residencia	
			✓ Forma de uso de equipos eléctricos en la residencia	
			✓ Número de personas que viven en la residencia	
			✓ Consumo de energía mensual en la residencia	
			✓ Pago mensual por consumo de energía en la residencia	
Energía fotovoltaica	"Conversión directa de la energía solar a electricidad mediante el uso de la célula solar" (Rodríguez et al., 2022)	✓ Evaluación técnica	✓ Factor de conversión de huella de carbono a energía eléctrica	Investigación documental
			✓ Selección de elementos del sistema fotovoltaicos	
			✓ Huella de carbono mitigado en unidades de CO ₂ eq en residencia	
		✓ Evaluación económica	✓ Rentabilidad del sistema fotovoltaico	
			✓ Costo de instalación de sistema fotovoltaico	

1.5 Hipótesis

El uso de la energía fotovoltaica mitiga la cantidad de huella de carbono eléctrico residencial generado por el consumo eléctrico.

Capítulo II. Diseño metodológico

2.1 Tipo de investigación

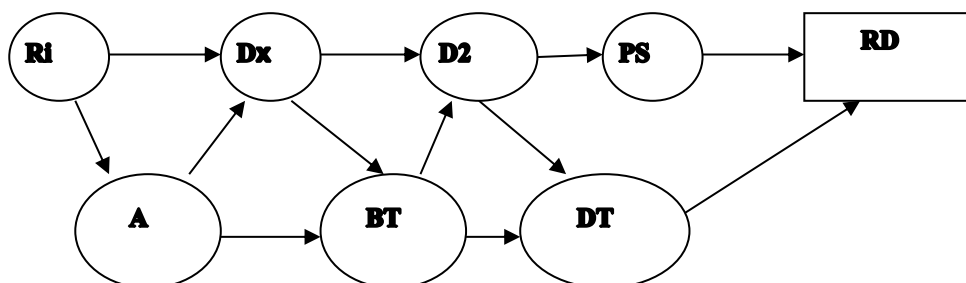
El tipo de investigación es no experimental, descriptiva propositiva, transversal. Es no experimental porque se realizan observaciones del problema tal y conforme se presentan en la realidad, sin cambiarlas o generar un efecto o cambio, para luego interpretarlas o discutir las. Es descriptiva porque se describen las características del problema y de la propuesta, respondiendo a la pregunta qué. Además, es transversal porque la recogida de la información corresponde a un periodo específico.

2.2 Método de investigación

Es una investigación descriptiva, bajo un enfoque cuantitativo, basada en la recopilación de datos del consumo eléctrico residencial y el dimensionamiento de los equipos fotovoltaicos necesarios, para así cubrir el consumo y su mitigación de su huella de carbono en las residencias.

2.3 Diseño de contrastación

El estudio será de nivel descriptivo propositivo, pues busca observar y describir una realidad para luego proponer estrategias o metodologías que brinden solución o mejoras al fenómeno que se está estudiando. Dado el carácter propositivo de la investigación, el diseño que se adoptará para la presente investigación se detalla en la siguiente figura:

Figura 5*Diseño de contrastación**Nota.* Elaboración propia.

Donde:

Ri = Realidad inicial observada y descrita.

A = Estudios de investigación relacionados con Ri.

Dx = Problema analizado y explicado a partir de A.

BT= Modelos o teorías que se seleccionaron para resolver DX

D2 = Deducción obtenida a partir de Dx y BT.

DT = Diseño de la metodología propuesta a partir de D2 y BT

PS = Propuesta de Solución.

RD = Realidad Deseada

2.4 Población, muestra y muestreo

2.4.1 Población

La población está constituida por 120,384 hogares de las zonas de La Victoria, José Leonardo Ortiz y Chiclayo de la ciudad de Chiclayo - Perú. Según datos obtenidos del último censo de nuestro país, La Victoria tiene 20,211 hogares (16.79%), José Leonardo

Ortiz presenta 35,679 hogares (29.64%) y Chiclayo habitan 64494 hogares (53.57%) (INEI, 2018).

2.4.2 Muestra

La muestra ha sido obtenida por conveniencia, en un total de 100 hogares, distribuida en proporción a la cantidad de hogares de cada zona, lo que significa que en La Victoria serán 17 muestras, en José Leonardo Ortiz 30 muestras y Chiclayo 53 muestras.

El tamaño de la muestra se obtuvo a través de la Tabla de Fisher-Arkin-Colton (Ver anexo 4), con valores de error de $\pm 10\%$, con una confiabilidad del 95%.

2.4.3 Muestreo

Muestreo estratificado proporcionado según zonas de Chiclayo.

2.5 Técnicas, instrumentos, equipos y materiales de recolección de datos

Para la presente investigación, se solicitó una carta de presentación a la Dirección de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, la cual se presenta a las residencias del ámbito de la ciudad de Chiclayo, donde se aplicó el instrumento.

Para el trabajo de investigación se emplearon dos técnicas de recolección de datos: la encuesta y el análisis documental. Para la encuesta, el instrumento utilizado fue el cuestionario, que constó de 30 preguntas, conformada por dos partes. La primera parte (preguntas 1 hasta 5) son para indagar acerca del aspecto socioeconómico del hogar; la segunda parte (preguntas 6 hasta 30) son para indagar acerca de la dimensión del consumo eléctrico de cada hogar. (ver Anexo 1). Para la construcción y aplicación del instrumento se hizo uso de una aplicación de Google denominada “Formularios”. La aplicación del instrumento fue vía web, debido a la pandemia del Covid-19 en el Perú y el mundo. La

técnica del análisis documental se utilizó para adquirir la información del monto facturado por consumo eléctrico domiciliario, se tiene como elemento de información el recibo de consumo de energía eléctrica que nos proporciona cada mes la empresa de energía eléctrica de la ciudad de Chiclayo, cuyo monto está en función del registro de kWh (kilowatts-hora) del medidor de energía instalado en cada domicilio.

2.6 Procesamiento y análisis de datos

Para la contrastación de la hipótesis se realizó la siguiente secuencia: Primero, se aplicó el instrumento de recolección de datos, utilizando un formulario de Google form (vía web), se descargó en formato de Microsoft Excel, se complementó y transformó en una base de datos. El análisis de la base de datos se realizó también con el uso del software Microsoft Excel.

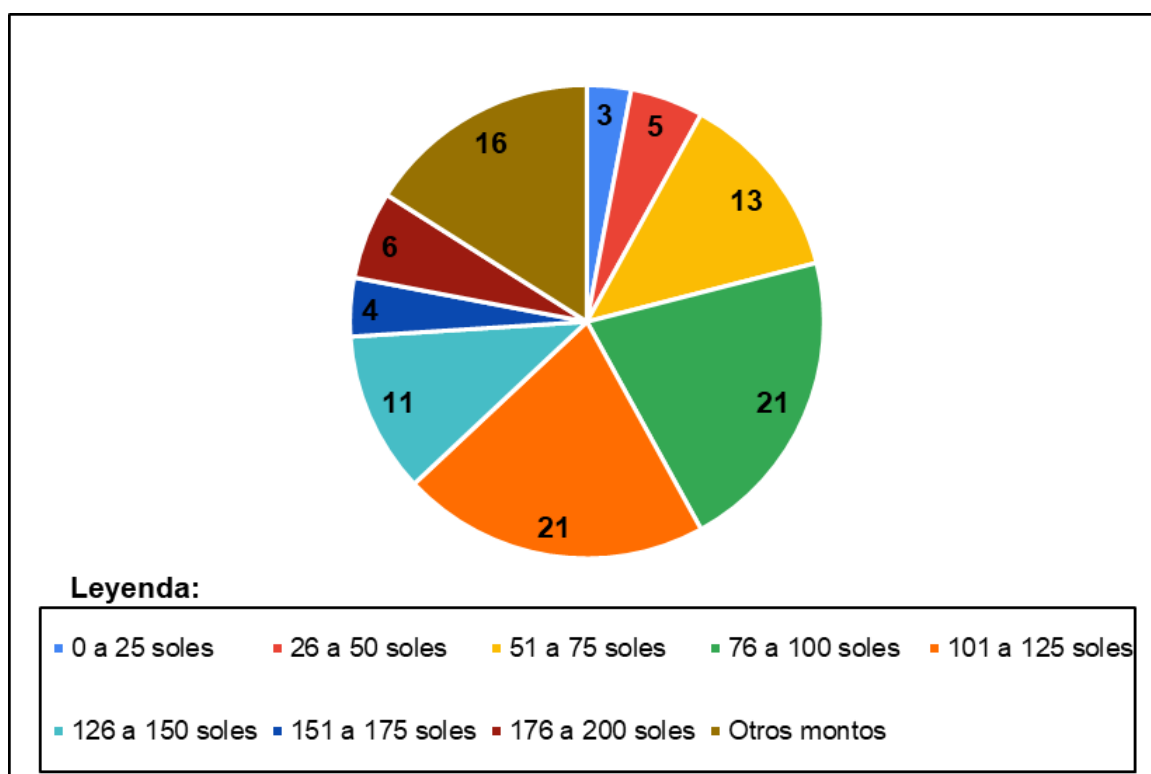
Capítulo III. Resultados

3.1 Estimación del consumo eléctrico residencial

De la aplicación del instrumento de recolección de datos, se obtuvo los porcentajes según la cantidad en soles que pagan las residencias de Chiclayo a la empresa de energía eléctrica. El 21% pagan por su recibo de consumo de energía eléctrica dentro del rango de S/. 76.00 a S/. 100.00 soles; El 21% pagan por su recibo de consumo de energía eléctrica entre S/. 101.00 a S/. 125.00 soles; el 13% pagan por su recibo de energía eléctrica entre S/. 51.00 a S/. 75.00 soles; el 11% pagan por su recibo de consumo de energía eléctrica entre S/. 126.00 a S/. 150.00 soles; el 11% pagan por su recibo de consumo de energía eléctrica entre S/. 126.00 a S/. 150.00 soles. La **Figura 6** muestra los porcentajes según los rangos de montos en soles pagados por las residencias de Chiclayo.

Figura 6

Distribución de % de residencias según monto de último recibo cancelado



Nota. Elaboración propia.

Del recibo de energía facturado por la empresa, aproximadamente el 75% corresponde a la energía consumida, el 25% del monto corresponde a cargos fijos, alumbrado público, impuesto general a las ventas y otros aportes por parte de los usuarios de la energía eléctrica.

Los 4 rangos con mayor porcentaje obtenido según los montos de consumo pagado de energía eléctrica por residencia, las que denominamos residencia tipo1, tipo 2, tipo 3 y tipo 4. El detalle lo mostramos en la **Tabla 5**.

Tabla 5

Denominación a utilizar en la investigación según monto pagado

Denominación residencia	Monto pagado (soles)
Residencia Tipo 1	S/. 51.00 a S/. 75.00
Residencia Tipo 2	S/. 76.00 a S/. 100.00
Residencia Tipo 3	S/. 101.00 a S/. 125.00
Residencia Tipo 4	S/. 126.00 a S/. 150.00

Nota. Rangos de residencias de acuerdo a monto de pago por energía eléctrica. Elaboración propia.

Para calcular los kWh/mes, se consideró el 75% del monto pagado dividido entre el costo que cobra la empresa de energía eléctrica por cada kWh consumido (0.71 soles a abril del 2022). Por lo tanto, para el cálculo de kWh/día, se divide el kWh/mes entre los 30 días del mes. El detalle se muestra en la **Tabla 6**:

Tabla 6*Cálculo de consumo de kWh/día según tipo de residencia*

Denominación	Monto pagado(S/.)		Monto por energía(S/.) (75% de monto)		kWh/mes		kWh/día	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Residencia tipo 1	51.00	75.00	38.25	56.25	53.87	79.23	1.80	2.64
Residencia tipo 2	76.00	100.00	57.00	75.00	80.28	105.63	2.68	3.52
Residencia tipo 3	101.00	125.00	75.75	93.75	106.69	132.04	3.56	4.40
Residencia tipo 4	126.00	150.00	94.50	112.50	133.10	158.45	4.44	5.28

Nota. Los valores de kWh/mes resulta dividiendo el monto por energía entre el valor de 0.71 soles. Elaboración propia.

De la **Tabla 6** podemos apreciar rangos máximo y mínimo, pero para el desarrollo del presente trabajo se utilizó los valores máximos para los cálculos de los sistemas fotovoltaicos, por lo que trabajaremos con los valores de la **Tabla 7**.

Tabla 7*Resumen de consumo eléctrico en kWh/día según tipos de residencia*

Denominación	Monto (S/.)	kWh/día
Residencia tipo 1	75.00	2.64
Residencia tipo 2	100.00	3.52
Residencia tipo 3	125.00	4.40
Residencia tipo 4	150.00	5.28

Nota. Elaboración propia.

Para los cálculos siguientes, el valor de los kWh/día se le denominara E o consumo energético real.

3.2 Determinación de componentes del sistema fotovoltaico

3.2.1 Cálculo del número de paneles solares

Para el cálculo del número de paneles solares, primero debemos tener el valor de las HSP (Horas Solar Pico), en la ciudad de Chiclayo. Haciendo uso del Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica (European Commission) que utiliza herramientas del software PVGIS – Versión 5.2, aplicado en la siguiente coordenada geográfica decimal: Latitud: -6.772; Longitud: -79.838 (correspondiente a un punto de la zona centro de la ciudad de Chiclayo) se pudo obtener los valores mensuales correspondientes al año 2015 (último año seleccionable del software PVGIS)

Los datos mostrados en la **Tabla 8** corresponde a los valores de irradiación en la ciudad de Chiclayo durante todos los meses del año (European Commission , 2022).

Tabla 8

Valores de irradiación de Chiclayo

Mes	Irradiación (kWh/m ² /mes)	Irradiación (kWh/m ² /día)
Enero	202.53	6.53
Febrero	169.69	6.06
Marzo	196.62	6.34
Abril	177.37	5.91
Mayo	156.14	5.04
Junio	124.98	4.17
Julio	156.60	5.05
Agosto	164.42	5.30
Setiembre	187.82	6.26
Octubre	193.29	6.24
Noviembre	177.40	5.91
Diciembre	193.82	6.25

Nota. Tomada de enlace https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP, de Photovoltaic Geographical Information System, 2023.

Las horas de pico de sol, es el número de horas que disponemos de una irradiación solar constante de 1000 W/m². Para hallar las HSP dividimos la Irradiación entre 1000. En la **Tabla 9** se visualiza valores calculados.

Tabla 9

Valores de HSP en la ciudad de Chiclayo

Mes	Irradiación (Wh/m ² /día)	HSP
Enero	6530.00	6.53
Febrero	6060.00	6.06
Marzo	6340.00	6.34
Abril	5910.00	5.91
Mayo	5040.00	5.04
Junio	4170.00	4.17
Julio	5050.00	5.05
Agosto	5300.00	5.30
Setiembre	6260.00	6.26
Octubre	6240.00	6.24
Noviembre	5910.00	5.91
Diciembre	6250.00	6.25

Nota. Adaptada de enlace https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP, de Photovoltaic Geographical Information System, 2023.

Para nuestro cálculo, se utilizó el valor HSP=4.17, correspondiente al mes que presenta el valor más bajo, que es el mes de junio.

Con el valor de HSP de la ciudad de Chiclayo, se calcula el número de paneles solares. La ecuación utilizada es la que a continuación se detalla. Ejarque et al. (2013)

$$\text{Nº Paneles} = E / (W_p * \text{HSP}) \dots\dots\dots \text{Ecuación 1}$$

Para aplicar esta ecuación, se debe tener en cuenta las variables E: Consumo energético real (en kWh/día), Wp: Potencia del panel (en watts) y HSP: Horas Solar Pico. En la **Tabla**

10 se visualiza los valores obtenidos del número de paneles solares, en la que para la residencia tipo 1 se necesita 2 paneles solares de 350 Wp, residencia tipo 2 se necesita 3 paneles solares de 350 Wp, para la residencia tipo 3 se necesita 3 paneles solares de 350 Wp y para la residencia tipo 4 se necesita 4 paneles solares de 350 Wp. En el **Anexo 9** del presente informe se detalla los datos técnicos del panel solar de 350 Wp.

Tabla 10

Cálculo de número de paneles solares

Tipo	E (Wh/día)	Wp	HSP	Nº Paneles calculado	Nº Paneles real
Residencia tipo 1	2640.00	350.00	4.17	1.81	2.00
Residencia tipo 2	3520.00	350.00		2.41	3.00
Residencia tipo 3	4400.00	350.00		3.01	3.00
Residencia tipo 4	5280.00	350.00		3.62	4.00

Nota. Elaboración propia.

3.2.2 Dimensionamiento del regulador

Es el encargado de regular la corriente desde los módulos fotovoltaicos hasta las baterías, proporcionando el voltaje y la corriente adecuada según la carga que presente. Se recomienda tener una tolerancia de corriente (factor de seguridad Fseg_reg) entre el 15% y 25% superior a la corriente de cortocircuito de los paneles.

El cálculo del regulador se realiza mediante la ecuación que a continuación se detalla. Ejarque et al. (2013)

$$I_{\text{entrada}} = F_{\text{seg_reg}} * I_{\text{sc}} * N^{\circ} \text{ paneles solares} \dots\dots \text{Ecuación 2}$$

Para aplicar la ecuación anterior, se debe considerar: I_{entrada} : corriente de entrada del regulador (en amperios), $F_{\text{seg_reg}}$: Factor de seguridad (con valores entre 1.15 y 1.25 que es el 15% adicional a 25 % adicional) y I_{sc} : Corriente en cortocircuito del panel solar (en Amperios). En la **Tabla 11** se muestra el resultado del cálculo de la corriente de entrada del regulador, la cual para la residencia tipo 1 necesita soportar 23 o más amperios, la residencia del tipo 2 y 3 necesita soportar 35 o más amperios, la residencia tipo 4 debe soportar 47 o más amperios. En el **Anexo 12** se detalla el regulador de corriente recomendado por el presente trabajo de investigación.

Tabla 11

Cálculo de corriente de entrada de regulador

Tipo	Fseg	Isc Panel solar (Amperios)	Nº Paneles	I entrada (Amperios)
Residencia tipo 1	1.25	9.38	2	23
Residencia tipo 2			3	35
Residencia tipo 3			3	35
Residencia tipo 4			4	47

Nota. Elaboración propia

3.2.3 Cálculo del sistema de acumulación

El sistema de acumulación es el encargado del almacenamiento de la energía eléctrica que proporcionan los paneles solares. En horas de ausencia de energía eléctrica proveniente de los paneles solares, los acumuladores entregan la energía que fue almacenada en ellas.

El cálculo del sistema de acumulación se debe realizar con la ecuación que se detalla a continuación. Ejarque et al. (2013)

$$C_{\text{bat}} = E * N / (P_d * V_{\text{bat}}) \dots\dots\dots \text{Ecuación 3}$$

Para aplicar esta ecuación, se debe tener en cuenta las siguientes incógnitas: C bat: Consumo de baterías (en Amperios-hora), E: Consumo energético real (en kWh/día), N: Número de días de autonomía, Pd: Profundidad de descarga de batería y V bat: Voltaje de baterías.

El cálculo de la capacidad de las baterías lo mostramos en la **Tabla 12** donde se determina que la residencia del tipo 1 necesita una batería con almacenamiento de 314 amperios-hora, la residencia del tipo 2 necesita un almacenamiento de 419 amperios-hora, la residencia del tipo 3 necesita un almacenamiento de 524 amperios-hora y la residencia del tipo 4 necesita una capacidad de almacenamiento de 629 amperios-hora. En el Anexo 10 y Anexo 11 del presente trabajo de investigación se detalla los datos técnicos de las baterías recomendadas a utilizar.

Tabla 12

Cálculo de sistema de acumulación

Tipo	N	V bat (Voltios)	Pd	E	C bat (Ah)
Residencia tipo 1	2.00	24.00	0.70	2640.00	314
Residencia tipo 2				3520.00	419
Residencia tipo 3				4400.00	524
Residencia tipo 4				5280.00	629

Nota. Elaboración propia

3.2.4 Cálculo del inversor de corriente

El inversor es el encargado de tomar la energía eléctrica en forma de voltaje de corriente continua y convertirla en voltaje de corriente alterna, con un nivel de voltaje adecuado para los equipos eléctricos de las residencias.

Para calcular la potencia del inversor de corriente que deberá soportar el inversor, se necesita la ecuación que a continuación se detalla. Ejarque et al. (2013)

$$P_{inv} = P_{ac} * F_{seg_inv} \dots\dots\dots \text{Ecuación 4}$$

Los elementos de la ecuación a tener en cuenta son: P_{inv} : Potencia del inversor (en watts), P_{ac} : Potencia de cargas de corriente alterna (en watts) y F_{seg_inv} : Factor de seguridad de inversor del 20% adicional.

El valor de P_{ac} corresponde al valor del consumo energético real E en kWh/día dividido entre 5 (El 20% del valor). En la **Tabla 13** se muestra el cálculo de la potencia del inversor, la residencia del tipo 1 necesita inversor de 634 o más watts de potencia, la del tipo 2 una potencia de 845 a más watts de potencia, la del tipo 3 necesita de 1056 o más watts de potencia y la del tipo 4 necesita una potencia de 1267 a más watts de potencia. En el **Anexo 13** y **Anexo 14** se detalla pdf de los inversores de corriente recomendados para el presente trabajo.

Tabla 13

Cálculo de potencia del inversor

Tipo	E (Wh/día)	Pac (Watts)	Fseg_inv	P inv (Watts)
Residencia tipo 1	2640.00	528.00	1.20	634
Residencia tipo 2	3520.00	704.00		845
Residencia tipo 3	4400.00	880.00		1056
Residencia tipo 4	5280.00	1056.00		1267

Nota. Elaboración propia.

A manera de resumen presentamos en la **Tabla 14** los componentes del sistema fotovoltaico para los 4 tipos de residencia.

Tabla 14*Componentes del sistema fotovoltaico*

Tipo	Nº paneles (Unidades)	Regulador (Amperios)	Capacidad de baterías (Ah)	Inversor (Watts)
Residencia tipo 1	2	23	314	634
Residencia tipo 2	3	35	419	845
Residencia tipo 3	4	35	524	1056
Residencia tipo 4	4	47	629	1267

Nota. Elaboración propia.**3.3 Estimación de costos de instalación y rentabilidad****3.3.1 Estimación de costo de instalación de residencia tipo 1**

En las residencias tipo 1, el monto que se ha tomado para efectos de cálculo es de S/. 75.00, con un consumo de 2.64 kWh/día. En la **Tabla 15** se detalla los componentes a usar en la residencia tipo 1 y su precio total de implementación (AutoSolar, 2022).

Tabla 15*Componentes del sistema fotovoltaico tipo 1*

Item	Descripción	Unidad	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Total precio (S/.)
1	Panel solar policristalino 350W/24V	Und	704.00	2	1408.00
2	Controlador MPPT SRNE 100V 30A	Und	486.00	1	486.00
3	Batería 320Ah 12V Ultracell UCG230-12	Und	1997.00	2	3994.00
4	Inversor Solar 24V 800VA Victron Energy	Und	1500.00	1	1500.00
5	Materiales adicionales	Varios	500.00	1	500.00
6	Estructura de soporte	Und	300.00	1	300.00
7	Mano de obra de instalación	Und	300.00	1	300.00
Total (S/.)					8488.00

Nota. Elaboración propia.

3.3.2 Estimación de costo de instalación de residencia tipo 2

En las residencias tipo 2, el monto que se ha tomado para efectos de cálculo es de S/. 100.00, con un consumo de 3.52 kWh/día. En la **Tabla 16** se detalla los componentes a usar en la residencia tipo 2 y su precio total de implementación (AutoSolar, 2022).

Tabla 16

Componentes del sistema fotovoltaico tipo 2

Item	Descripción	Unidad	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Total precio (S/.)
1	Panel solar policristalino 350W/24V	Und	704.00	3	2112.00
2	Controlador MPPT SRNE 100V 40A	Und	552.00	1	552.00
3	Batería GEL 12V 230Ah Ultracell UCG-230-12	Und	1620.00	4	6480.00
4	Inversor Solar 24V 1200VA Victron Energy	Und	1890.00	1	1890.00
5	Materiales adicionales	Varios	500.00	1	500.00
6	Estructura de soporte	Und	400.00	1	400.00
7	Mano de obra de instalación	Und	400.00	1	400.00
Total (S/.)					12334.00

Nota. Elaboración propia.

3.3.3 Estimación de costo de instalación de residencia tipo 3

En las residencias tipo 3, el monto que se ha tomado para efectos de cálculo es de S/. 125.00, con un consumo de 4.40 kWh/día. En la **Tabla 17** se detalla los componentes a usar en la residencia tipo 3 y su precio total de implementación (AutoSolar, 2022).

Tabla 17*Componentes del sistema fotovoltaico tipo 3*

Item	Descripción	Unidad	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Total precio (S/.)
1	Panel solar policristalino 350W/24V	Und	704.00	3	2112.00
2	Controlador MPPT SRNE 100V 40A	Und	552.00	1	552.00
3	Batería Estacionaria 600Ah 24V Ultracell UZS600	Und	7665.00	1	7665.00
4	Inversor Solar 24V 1200VA Victron Energy	Und	1890.00	1	1890.00
5	Materiales adicionales	Varios	600.00	1	600.00
6	Estructura de soporte	Und	500.00	1	500.00
7	Mano de obra de instalación	Und	500.00	1	500.00
Total (S/.)					13819.00

Nota. Elaboración propia.**3.3.4 Estimación de costo de instalación de residencia tipo 4**

En las residencias tipo 4, el monto que se ha tomado para efectos de cálculo es de S/. 150.00, con un consumo de 5.28 kWh/día. En la **Tabla 18** se detalla los componentes a usar en la residencia tipo 4 y su precio total de implementación (AutoSolar, 2022).

Tabla 18*Componentes del sistema fotovoltaico tipo 4*

Item	Descripción	Unidad	Precio unit (S/.)	Cant.	Total precio (S/.)
1	Panel solar policristalino 350W/24V	Und	704.00	4	2816.00
2	Controlador MPPT SRNE 100V 50A	Und	601.00	1	601.00
3	Batería Estacionaria 600Ah 24V Ultracell UZS600	Und	7665.00	1	7665.00
4	Inversor Solar 24V 1600VA Victron Energy	Und	3908.00	1	3908.00
5	Materiales adicionales	Varios	700.00	1	700.00
6	Estructura de soporte	Und	600.00	1	600.00
7	Mano de obra de instalación	Und	600.00	1	600.00
Total (S/.)					16890.00

Nota. Elaboración propia.

3.3.5 Estimación de rentabilidad de residencia tipo 1

Según los elementos empleados en una residencia de tipo 1, con un pago mensual de S/. 75.00 que hace un pago anual (12 meses) de S/. 900.00. Según los datos de la **Tabla 15**, se obtuvo un costo total de S/. 8,488.00. En la **Tabla 19** se muestra el análisis anual de rentabilidad:

Tabla 19

Rentabilidad anual de residencia tipo 1

Año	Pago sin sistema FV (S/.)	Pago con sistema FV (S/.)	Ahorro (S/.)	Ahorro acumulado (S/.)	Gasto Acumulado (S/.)
0	900.00	8488.00	-7588.00	-7588.00	900.00
1	900.00	0.00	900.00	-6688.00	1800.00
2	900.00	0.00	900.00	-5788.00	2700.00
3	900.00	0.00	900.00	-4888.00	3600.00
4	900.00	0.00	900.00	-3988.00	4500.00
5	900.00	0.00	900.00	-3088.00	5400.00
6	900.00	0.00	900.00	-2188.00	6300.00
7	900.00	0.00	900.00	-1288.00	7200.00
8	900.00	0.00	900.00	-388.00	8100.00
9	900.00	0.00	900.00	512.00	9000.00
10	900.00	3994.00	-3094.00	-2582.00	9900.00
11	900.00	0.00	900.00	-1682.00	10800.00
12	900.00	0.00	900.00	-782.00	11700.00
13	900.00	0.00	900.00	118.00	12600.00
14	900.00	0.00	900.00	1018.00	13500.00
15	900.00	0.00	900.00	1918.00	14400.00
16	900.00	0.00	900.00	2818.00	15300.00
17	900.00	0.00	900.00	3718.00	16200.00
18	900.00	0.00	900.00	4618.00	17100.00
19	900.00	0.00	900.00	5518.00	18000.00

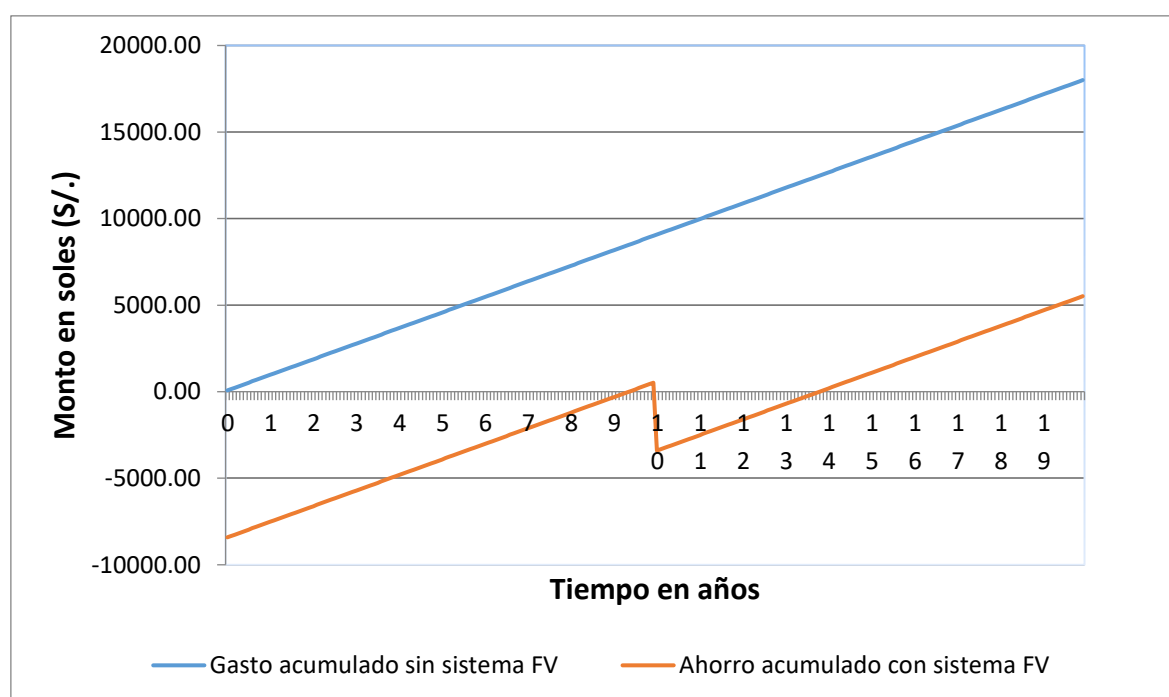
Nota. Elaboración propia.

De los datos de la **Tabla 19** realizamos la **Figura 7**, donde se muestra que en el año 9 con 5 meses se terminaría de pagar el costo de la implementación del sistema fotovoltaico para la residencia del tipo 1, lo que nos da 7 meses energía gratis hasta el fin

del año 9. En el año 10 se debe invertir S/. 3,994.00 en cambio de baterías del sistema fotovoltaico, las que se terminan de pagar en el año 13 y 10 meses. Entre el año 14 y año 19 se tendría 6 años y 2 meses de energía gratis. Considerando los 20 años de vida útil del sistema fotovoltaico, podríamos indicar que se tendría en un primer tramo (año 0 al 9) 7 meses de energía gratis y en el segundo tramo (año 10 al 19) 6 años y 2 meses de energía gratis, lo que hace un total de 6 años y 9 meses de energía gratis total con el sistema fotovoltaico tipo 1. Considerando un gasto acumulado de S/. 18,000.00 y un ahorro acumulado de S/. 5,518.00, la rentabilidad del sistema fotovoltaico tipo 1 es del 44.2 % (Ver detalle de meses en **Anexo 5**).

Figura 7

Rentabilidad de residencia tipo 1



Nota. El cambio de pendiente de la línea de tendencia del Ahorro acumulado del sistema FV en el año 10, se debe a la necesidad de inyección de dinero para la compra de nuevas baterías para el sistema fotovoltaico. Elaboración propia.

3.3.6 Estimación de rentabilidad de residencia tipo 2

Según los elementos empleados en una residencia de tipo 2, con un pago mensual de S/. 100.00 que hace un pago anual (12 meses) de S/. 1,200.00. Según los datos de la **Tabla 16**, se obtuvo un costo total de S/. 12,334.00. En la **Tabla 20** se muestra los valores de rentabilidad.

Tabla 20

Rentabilidad anual de residencia tipo 2

Año	Pago sin sistema FV (S/.)	Pago con sistema FV (S/.)	Ahorro (S/.)	Ahorro acumulado (S/.)	Gasto Acumulado (S/.)
0	1200.00	12334.00	-11134.00	-11134.00	1200.00
1	1200.00	0.00	1200.00	-9934.00	2400.00
2	1200.00	0.00	1200.00	-8734.00	3600.00
3	1200.00	0.00	1200.00	-7534.00	4800.00
4	1200.00	0.00	1200.00	-6334.00	6000.00
5	1200.00	0.00	1200.00	-5134.00	7200.00
6	1200.00	0.00	1200.00	-3934.00	8400.00
7	1200.00	0.00	1200.00	-2734.00	9600.00
8	1200.00	0.00	1200.00	-1534.00	10800.00
9	1200.00	0.00	1200.00	-334.00	12000.00
10	1200.00	6480.00	-5280.00	-5614.00	13200.00
11	1200.00	0.00	1200.00	-4414.00	14400.00
12	1200.00	0.00	1200.00	-3214.00	15600.00
13	1200.00	0.00	1200.00	-2014.00	16800.00
14	1200.00	0.00	1200.00	-814.00	18000.00
15	1200.00	0.00	1200.00	386.00	19200.00
16	1200.00	0.00	1200.00	1586.00	20400.00
17	1200.00	0.00	1200.00	2786.00	21600.00
18	1200.00	0.00	1200.00	3986.00	22800.00
19	1200.00	0.00	1200.00	5186.00	24000.00

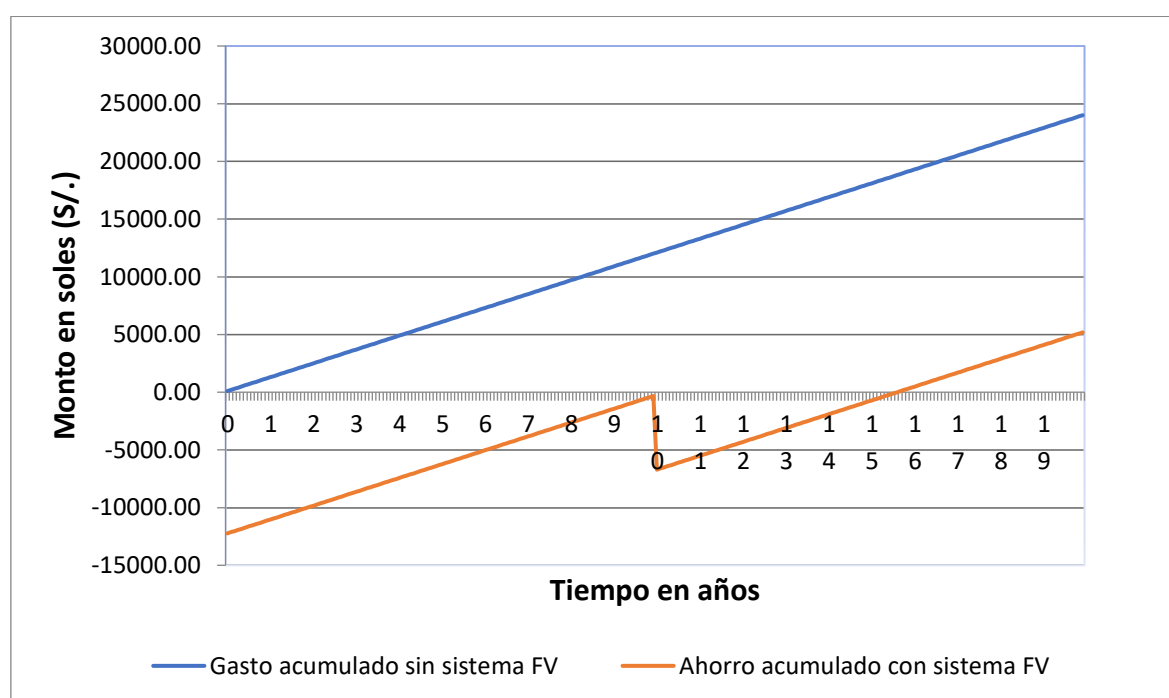
Nota. Elaboración propia.

De los datos de la **Tabla 20** realizamos la **Figura 8**, donde se muestra que en el año 10 se terminaría de pagar el costo de la implementación del sistema fotovoltaico para la residencia del tipo 2. En el año 10 se debe invertir S/. 6,480.00 en cambio de baterías del sistema fotovoltaico, las que se terminan de pagar en el año 15 con 8 meses. Entre el año

15 y año 19 se tendría 4 años y 4 meses de energía gratis. Considerando los 20 años de vida útil del sistema fotovoltaico, podríamos indicar que se tendría un total de 4 años y 4 meses de energía gratis total con el sistema fotovoltaico tipo 2. Considerando un gasto acumulado de S/. 24,000.00 y un ahorro acumulado de S/. 5,186.00, la rentabilidad del sistema fotovoltaico tipo 2 es del 27.6 % (Ver detalle de meses en **Anexo 6**).

Figura 8

Rentabilidad de residencia tipo 2



Nota. El cambio de pendiente de la línea de tendencia del Ahorro acumulado del sistema FV en el año 10, se debe a la necesidad de inyección de dinero para la compra de nuevas baterías para el sistema fotovoltaico. Elaboración propia.

3.3.7 Estimación de rentabilidad de residencia tipo 3

Según los elementos empleados en una residencia de tipo 3, con un pago mensual de S/.

125.00 que hace un pago anual (12 meses) de S/. 1,500.00. Según los datos de la **Tabla 17**, se obtuvo un costo total de S/. 13,819.00. En la **Tabla 21** se presenta el análisis de rentabilidad:

Tabla 21

Rentabilidad anual de residencia tipo 3

Año	Pago sin sistema FV (S/.)	Pago con sistema FV (S/.)	Ahorro (S/.)	Ahorro acumulado (S/.)	Gasto Acumulado (S/.)
0	1500.00	13819.00	-12319.00	-12319.00	1500.00
1	1500.00	0.00	1500.00	-10819.00	3000.00
2	1500.00	0.00	1500.00	-9319.00	4500.00
3	1500.00	0.00	1500.00	-7819.00	6000.00
4	1500.00	0.00	1500.00	-6319.00	7500.00
5	1500.00	0.00	1500.00	-4819.00	9000.00
6	1500.00	0.00	1500.00	-3319.00	10500.00
7	1500.00	0.00	1500.00	-1819.00	12000.00
8	1500.00	0.00	1500.00	-319.00	13500.00
9	1500.00	0.00	1500.00	1181.00	15000.00
10	1500.00	7665.00	-6165.00	-4984.00	16500.00
11	1500.00	0.00	1500.00	-3484.00	18000.00
12	1500.00	0.00	1500.00	-1984.00	19500.00
13	1500.00	0.00	1500.00	-484.00	21000.00
14	1500.00	0.00	1500.00	1016.00	22500.00
15	1500.00	0.00	1500.00	2516.00	24000.00
16	1500.00	0.00	1500.00	4016.00	25500.00
17	1500.00	0.00	1500.00	5516.00	27000.00
18	1500.00	0.00	1500.00	7016.00	28500.00
19	1500.00	0.00	1500.00	8516.00	30000.00

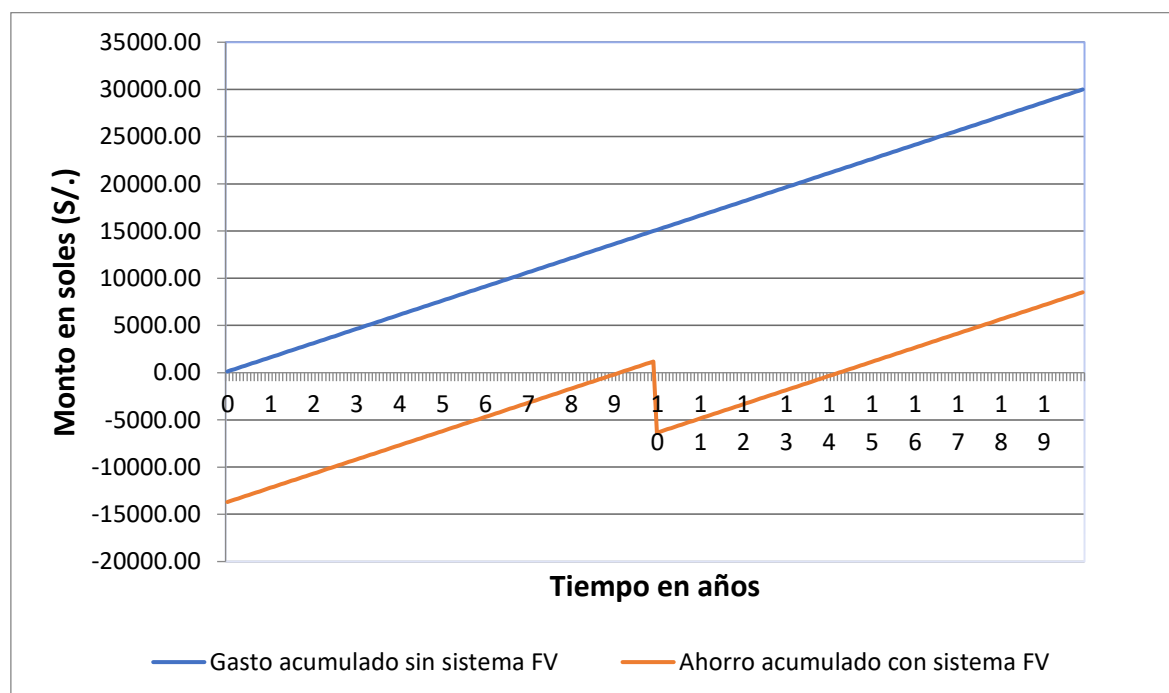
Nota. Elaboración propia.

De los datos de la **Tabla 21** realizamos la **Figura 9**, donde se muestra que en el año 9 y 2 meses se terminaría de pagar el costo de la implementación del sistema fotovoltaico para la residencia del tipo 3, lo que nos da 10 meses de energía gratis hasta el fin del año 9.

En el año 10 se debe invertir S/. 7,665.00 en cambio de baterías del sistema fotovoltaico, las que se terminan de pagar en el año 14 y 3 meses. Entre el año 14 y año 19 se tendría 5 años y 9 meses de energía gratis. Considerando los 20 años de vida útil del sistema fotovoltaico, podríamos indicar que se tendría un total de 6 años y 7 meses de energía gratis total con el sistema fotovoltaico tipo 3. Considerando un gasto acumulado de S/. 30,000.00 y un ahorro acumulado de S/. 8,516.00, la rentabilidad del sistema fotovoltaico tipo 3 es del 39.6 % (Ver detalle de meses en **Anexo 7**).

Figura 9

Rentabilidad de residencia tipo 3



Nota. El cambio de pendiente de la línea de tendencia del Ahorro acumulado del sistema FV en el año 10, se debe a la necesidad de inyección de dinero para la compra de nuevas baterías para el sistema fotovoltaico. Elaboración propia.

3.3.8 Estimación de rentabilidad de residencia tipo 4

Según los elementos empleados en una residencia de tipo 4, con un pago mensual de S/. 150.00 que hace un pago anual (12 meses) de S/. 1800.00. Según los datos de la **Tabla 18**, se obtuvo un costo total de S/. 16890.00. En la **Tabla 22** se presenta el análisis de rentabilidad.

Tabla 22

Rentabilidad anual de residencia tipo 4

Año	Pago sin sistema FV (S/.)	Pago con sistema FV (S/.)	Ahorro (S/.)	Ahorro acumulado (S/.)	Gasto Acumulado (S/.)
0	1800.00	16890.00	-15090.00	-15090.00	1800.00
1	1800.00	0.00	1800.00	-13290.00	3600.00
2	1800.00	0.00	1800.00	-11490.00	5400.00
3	1800.00	0.00	1800.00	-9690.00	7200.00
4	1800.00	0.00	1800.00	-7890.00	9000.00
5	1800.00	0.00	1800.00	-6090.00	10800.00
6	1800.00	0.00	1800.00	-4290.00	12600.00
7	1800.00	0.00	1800.00	-2490.00	14400.00
8	1800.00	0.00	1800.00	-690.00	16200.00
9	1800.00	0.00	1800.00	1110.00	18000.00
10	1800.00	7665.00	-5865.00	-4755.00	19800.00
11	1800.00	0.00	1800.00	-2955.00	21600.00
12	1800.00	0.00	1800.00	-1155.00	23400.00
13	1800.00	0.00	1800.00	645.00	25200.00
14	1800.00	0.00	1800.00	2445.00	27000.00
15	1800.00	0.00	1800.00	4245.00	28800.00
16	1800.00	0.00	1800.00	6045.00	30600.00
17	1800.00	0.00	1800.00	7845.00	32400.00
18	1800.00	0.00	1800.00	9645.00	34200.00
19	1800.00	0.00	1800.00	11445.00	36000.00

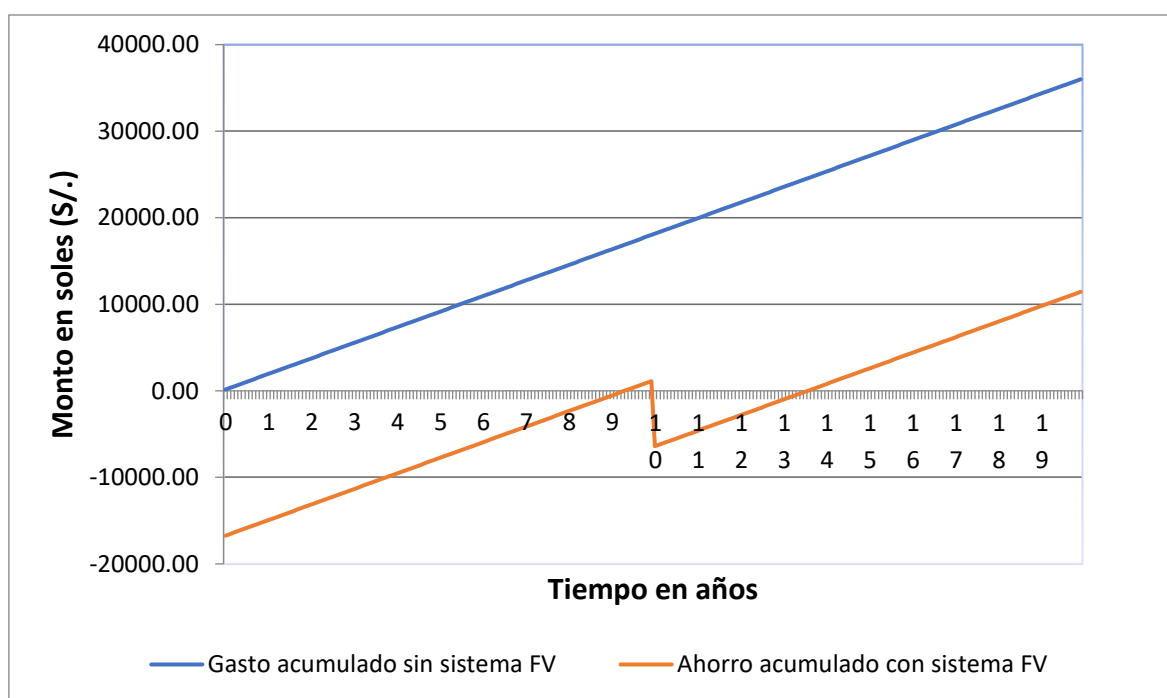
Nota. Elaboración propia.

De los datos de la **Tabla 22** realizamos la Figura 10, donde se muestra que en el año 9 y 4 meses se terminaría de pagar el costo de la implementación del sistema fotovoltaico para la residencia del tipo 4, lo que nos da 8 meses de energía gratis hasta el fin del año 9. En el año 10 se debe invertir S/. 7,665.00 en cambio de baterías del sistema

fotovoltaico, las que se terminan de pagar en el año 13 y 7 meses. Entre el año 13 y año 19 se tendría 6 años y 5 meses de energía gratis. Considerando los 20 años de vida útil del sistema fotovoltaico, podríamos indicar que se tendría un total de 7 años y 1 mes de energía gratis total con el sistema fotovoltaico tipo 4. Considerando un gasto acumulado de S/. 36,000.00 y un ahorro acumulado de S/. 11445.00, la rentabilidad del sistema fotovoltaico tipo 4 es del 46.6 % (Ver detalle de meses en Anexo 8).

Figura 10

Rentabilidad de residencia tipo 4



Nota. El cambio de pendiente de la línea de tendencia del Ahorro acumulado del sistema FV en el año 10, se debe a la necesidad de inyección de dinero para la compra de nuevas baterías para el sistema fotovoltaico. Elaboración propia.

3.4 Estimación de huella de carbono mitigado

Se utilizó el factor nacional utilizado en el evento mundial realizado en el Perú denominado COP20/CMP10 (Ministerio del Ambiente, 2015). Este factor tiene un valor de 0.2611 tCO₂eq/MWh.

Haciendo la conversión, 0.2611 tCO₂eq/MWh equivale a 0.2611 kgCO₂eq/kWh, es decir producimos 0.2611 kg de CO₂eq por cada kWh de energía eléctrica consumido.

Los consumos de CO₂eq según el tipo de residencia de nuestra investigación lo tenemos en la **Tabla 23**.

Tabla 23

Consumo eléctrico diario, mensual y anual según tipo de residencia

Denominación	kWh/día	kWh/mes	kWh/año
Residencia tipo 1	2.64	79.20	950.40
Residencia tipo 2	3.52	105.60	1267.20
Residencia tipo 3	4.40	132.00	1584.00
Residencia tipo 4	5.28	158.40	1900.80

Nota. Elaboración propia.

Para el cálculo de la huella de carbono diario, mensual y anual, se utilizó los datos de la **Tabla 23**. El cálculo de la huella de carbono diario mitigado se muestra en la **Tabla 24**, en la que se detalla la cantidad de kgCO₂ producido diariamente.

Tabla 24

Huella de carbono diario mitigado según tipo de residencia

Denominación	Factor (kgCO ₂ eq/kWh)	Consumo residencial (kWh/día)	Huella de carbono diario mitigado (kgCO ₂ eq/día)
Residencia tipo 1	0.2611	2.64	0.69
Residencia tipo 2		3.52	0.92
Residencia tipo 3		4.40	1.15
Residencia tipo 4		5.28	1.38

Nota. Elaboración propia

La huella de carbono mensual mitigado se muestra en la **Tabla 25**, en la que se detalla la cantidad kgCO₂eq producido mensualmente según el tipo de residencia.

Tabla 25

Huella de carbono mensual mitigado según tipo de residencia

Denominación	Factor (kgCO ₂ eq/kWh)	Consumo residencial mensual (kWh/mes)	Huella de carbono mensual mitigado (kgCO ₂ eq/mes)
Residencia tipo 1	0.2611	79.20	20.68
Residencia tipo 2		105.60	27.57
Residencia tipo 3		132.00	34.47
Residencia tipo 4		158.40	41.36

Nota. Elaboración propia.

La huella de carbono anual mitigado se muestra en la **Tabla 26**, en la que se detalla la cantidad kgCO₂eq producido anualmente según el tipo de residencia.

Tabla 26

Huella de carbono anual mitigado según tipo de residencia

Denominación	Factor (kgCO ₂ eq/kWh)	Consumo residencial anual (kWh/año)	Huella de carbono anual mitigado (kgCO ₂ eq/año)
Residencia tipo 1	0.2611	950.40	248.15
Residencia tipo 2		1267.20	330.87
Residencia tipo 3		1584.00	413.58
Residencia tipo 4		1900.80	496.30

Nota. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que los sistemas fotovoltaicos tienen un horizonte de vida de 20 años, en la **Tabla 27** se calcula la cantidad de huella de carbono que se podría mitigar haciendo uso de los sistemas fotovoltaicos, teniendo en cuenta el tipo de residencia donde se aplica el sistema.

Tabla 27*Huella de carbono en 20 años mitigado según tipo de residencia*

Denominación	Factor (kgCO₂eq/kWh)	Consumo residencial anual (kWh/año)	Huella de carbono mitigado en 20 años (tCO₂eq/20años)
Residencia tipo 1	0.2611	950.40	4.96
Residencia tipo 2		1267.20	6.62
Residencia tipo 3		1584.00	8.27
Residencia tipo 4		1900.80	9.93

Nota. Elaboración propia.

Capítulo IV. Discusión de resultados

Para la estimación del consumo eléctrico de las residencias de la ciudad de Chiclayo, se utilizó una pregunta de la encuesta, donde se consulta por el monto pagado en su residencia en el último mes, teniendo en cuenta que el monto está en función de lo que registra mensualmente el medidor de energía eléctrica residencial según su consumo. De los datos obtenidos de la encuesta, se puede observar que los mayores porcentajes de residencias (el 21%) tiene un pago por energía eléctrica mensual entre S/. 76.00 a S/.100.00 soles y de S/. 101.00 a S/. 125.00 soles; las residencias con montos de pago entre S/. 51.00 a S/. 75.00 soles representa el 13%, el 11% de las residencias tienen pagos mensuales entre S/. 126.00 a S/.150.00 soles. Los montos considerados, se transformaron a consumos diarios, El mayor consumo son las residencias tipo 2 con consumo de 3.52 kWh/día o 105.60 kWh/mes, la cual comparada con el valor de 93 kWh/mes que es la mediana del consumo eléctrico nacional según Osinergmin, la ciudad de Chiclayo supera esta mediana de consumo, la que es superada por el valor de 172 kWh/mes que es la mediana del consumo eléctrico de Lima Metropolitana. En el mismo instrumento de recolección de datos se realizó preguntas para obtener el consumo eléctrico domiciliario, teniendo en cuenta el número de horas usadas por cada equipo eléctrico y sus potencias de consumo, pero solo en algunas residencias consultadas se obtuvo la información cercana a lo contrastado con el recibo de energía, se asume que es debido a que se utiliza información técnica de los equipos y las horas precisas de uso, lo cual es un poco difícil determinar. Se concluye que las residencias de tipo 1 consumen aproximadamente 2.64 kWh/día, las residencias tipo 2 consumen aproximadamente 3.52 kWh/día, las residencias tipo 3 consumen aproximadamente 4.40 kWh/día y las residencias tipo 4 consumen aproximadamente 5.28 kWh/día.

Se determina los componentes del sistema fotovoltaico, la cual como insumo de cálculo se necesitó el valor de la irradiación (en unidades de kWh/m²/día), la cual fue proporcionada por el software PVGIS – Versión 5.2. Para la ciudad de Chiclayo, se utilizó un punto de la zona centro de la ciudad de Chiclayo (coordenada geográfica decimal: Latitud: -6.772; Longitud: -79.838). En base al Atlas Solar del Perú del Ministerio de Energía y Minas, donde se indica que los valores de la irradiancia solar entre latitudes de 6° a 8° oscilan entre 5 y 6.5 kWh/m²/día, es coherente con los valores obtenidos con PVGIS en diferentes meses del año. Para el cálculo del presente trabajo, tomamos el valor de 4.17 kWh/m²/día, que corresponde al valor más bajo del año, con lo que aseguramos el funcionamiento en condiciones de irradiación baja del año. Con este dato de irradiancia, y las ecuaciones respectivas se determinaron los componentes del sistema fotovoltaico, la que para la residencia de tipo 1 es necesario hacer uso de 2 paneles solares de 350 Wp, regulador de corriente de 23 amperios a más, baterías con capacidad de 314 Ah a más e inversor de 634 watts a más. Para la residencia de tipo 2 es necesario hacer uso de 3 paneles solares de 350 Wp, regulador de corriente de 35 amperios a más, baterías con capacidad de 419 Ah a más e inversor de 845 watts a más. Para la residencia de tipo 3 es necesario hacer uso de 4 paneles solares de 350 Wp, regulador de corriente de 35 amperios a más, baterías con capacidad de 524 Ah a más e inversor de 1,056 watts a más. Para la residencia de tipo 4 es necesario hacer uso de 4 paneles solares de 350 Wp, regulador de corriente de 47 amperios a más, baterías con capacidad de 629 Ah a más e inversor de 1,267 watts a más.

Para estimación de los costos para la instalación de un sistema fotovoltaico en la ciudad de Chiclayo, en la que se considera precios de mercado actual de paneles solares, controlador, baterías, inversor, estructura, mano de obra de instalación y materiales adicionales de instalación. Para una residencia tipo 1 con un consumo de 2.64 kWh/día se

necesita una inversión inicial de S/. 8,488.00. Asimismo, para una residencia de tipo 2, con un consumo de 3.52 kWh/día, se necesita una inversión inicial de S/. 12,334.00. La residencia tipo 3, con un consumo de 4.40 kWh/día se necesita una inversión inicial de S/. 13,819.00. Para lograr instalar un sistema fotovoltaico para una residencia tipo 4, se necesita una inversión inicial de S/. 16,890.00 para atender un consumo de 5.28 kWh/día. La tecnología de paneles solares ha mejorado significativamente en lo referente a eficiencia, reducción de tamaño y precio, esto ha contribuido a su uso masivo hoy en día. Del costo total de la instalación del sistema fotovoltaico, aproximadamente el 50% de la inversión es para la adquisición de las baterías de almacenamiento con una duración (tiempo de vida) proyectada de 10 años, la cual sin ellas, no se tendría energía durante la noche en este tipo de sistema planteado (también llamado Off-Grid).

Para determinar la rentabilidad del sistema fotovoltaico, se considera una vida útil de 20 años del sistema fotovoltaico; teniendo en cuenta que la vida útil de la batería escogida es de 10 años, se debe de realizar el cambio de estas baterías al término del noveno año. Para la residencia tipo 1, con una inversión inicial de S/. 8,488.00, considerando un pago mensual de S/. 75.00 (S/. 900.00 anual) se culmina de pagar en el año 9 y 5 meses, pero al inicio del décimo año se cambia de baterías por un monto de S/. 3,994.00, las cuales se culminan de pagar en el año 13 y 10 meses, por lo que finalmente se tiene 6 años y 9 meses de energía limpia gratis. Con un gasto acumulado de S/. 18,000.00 (sin sistema fotovoltaico), se logra un ahorro acumulado de S/. 5,518.00, lo cual indica una rentabilidad del 44.2%. Para la residencia tipo 2, con una inversión inicial de S/. 12,334.00, considerando un pago mensual de S/. 100.00 (S/. 1,200.00 anual), y una segunda inversión al inicio del décimo año donde se cambia de baterías por un monto de S/. 6,480.00, las cuales se culminan de pagar en el año 15 y 8 meses, por lo que finalmente se tiene 4 años y 4 meses de energía limpia gratis. Con un gasto acumulado de S/. 24,000.00 (sin sistema

fotovoltaico), se logra un ahorro acumulado de S/. 5,186.00, lo cual indica una rentabilidad del 27.6%. Para la residencia tipo 3, con una inversión inicial de S/. 13,819.00, considerando un pago mensual de S/. 125.00 (S/. 1,500.00 anual) se culmina de pagar en el año 9 y 2 meses, pero al inicio del décimo año se cambia de baterías por un monto de S/. 7,665.00, las cuales se culminan de pagar en el año 14 y 3 meses, por lo que finalmente se tiene 6 años y 7 meses de energía limpia gratis. Con un gasto acumulado de S/. 30,000.00 (sin sistema fotovoltaico), se logra un ahorro acumulado de S/. 8,516.00, lo cual indica una rentabilidad del 39.6%. Para la residencia tipo 4, con una inversión inicial de S/. 16,890.00, considerando un pago mensual de S/. 150.00 (S/. 1,800.00 anual) se culmina de pagar en el año 9 y 4 meses, pero al inicio del décimo año se cambia de baterías por un monto de S/. 7,665.00, las cuales se culminan de pagar en el año 13 y 7 meses, por lo que finalmente se tiene 7 años y 1 mes de energía limpia gratis. Con un gasto acumulado de S/. 36,000.00 (sin sistema fotovoltaico), se logra un ahorro acumulado de S/. 11,445.00, lo cual indica una rentabilidad del 46.6%. En conclusión, para residencia tipo 1, 2, 3 y 4, la rentabilidad promedio de los sistemas fotovoltaicos es del 39.5%, en un horizonte de plazo de 20 años, que es el tiempo de vida del sistema fotovoltaico propuesto.

Para el cálculo de la huella de carbono mitigado, se utiliza el factor de 0.2611 tCO₂eq/MWh, que para un periodo de 20 años, la residencia tipo 1 mitigará 4.96 tCO₂eq, la residencia tipo 2 mitigará 6.62 tCO₂eq, la residencia tipo 3 mitigará 8.27 tCO₂eq y la residencia tipo 4 mitigará 9.93 tCO₂eq. Según el último censo, la ciudad de Chiclayo presenta 120,384 residencias, de las cuales 15,288 (12.7%) son del tipo 1 y podrían mitigar 75,828 tCO₂eq en 20 años; 26,002 residencias (21.6%) son del tipo 2 y mitigarán 172,133 tCO₂eq en 20 años; 24,799 residencias (20.6%) son del tipo 3 mitigarán 205,087 tCO₂eq en 20 años; y 13,001 residencias (10.8%) son del tipo 4 y mitigarán 129,100 tCO₂eq en 20 años.

La emisión de CO₂eq promedio para el mercado automotriz de vehículos livianos-medianos nuevos para el año 2012 es de 190,5 g/km. (Ministerio del Ambiente, 2014). En la ciudad de Chiclayo, el uso del transporte público es muy común, donde destacamos tres rutas principales en la ciudad. La cantidad de CO₂ que se produce en estas rutas se detallan a continuación en la **Tabla 28**.

Tabla 28

Cantidad de CO₂ producido según ruta de Chiclayo

Rutas	Factor emisión de vehículo (gCO ₂ /km)	Distancia de ruta (km)	Cantidad de emisión producido (gCO ₂)
José Leonardo Ortiz - Centro de Chiclayo	190.50	3.00	571.50
La Victoria - Centro de Chiclayo		4.00	762.00
Hospital AAA - Urb. Satélite		6.00	1143.00

Nota. Elaboración propia.

De la **Tabla 24** se puede obtener que diariamente la residencia tipo 1 mitiga 690 gCO₂eq, la residencia tipo 2 mitiga 920 gCO₂eq, la residencia tipo 3 mitiga 1,150 gCO₂eq y la residencia tipo 4 mitiga 1,380 gCO₂eq. Relacionando la cantidad de CO₂eq mitigado con los sistemas fotovoltaicos para residencias tipo 1, 2, 3 y 4 y la cantidad de CO₂ producido por los vehículos, la residencia tipo 1 podría compensar el CO₂ producido por un viaje en vehículo de desde José Leonardo Ortiz hasta el centro de Chiclayo; asimismo, la residencia tipo 2 podría compensar el CO₂ producido por un viaje en vehículo desde La Victoria hasta el centro de Chiclayo; la residencia tipo 3 podría compensar el CO₂ producido por un viaje en vehículo desde el Hospital Almanzor Aguinaga Asenjo hasta la Urbanización Satélite de Chiclayo. La residencia tipo 4 casi podría compensar el CO₂ producido por un viaje de ida y vuelta en vehículo desde La Victoria hasta el centro de Chiclayo.

Conclusiones

El consumo eléctrico en las residencias de Chiclayo es: El 13% corresponde a residencias tipo 1, con un consumo diario promedio de 2.64 kWh/día; el 21% corresponde a residencias tipo 2, con un consumo diario promedio de 3.52 kWh/día; el 21% corresponde a residencias tipo 3, con un consumo diario promedio de 4.40 kWh/día; el 11% corresponde a residencias tipo 4, con un consumo diario promedio de 5.28 kWh/día. El 34% de las residencias corresponde a otros tipos de residencia que presentan consumos mensuales inferiores a S/. 51.00 soles y mayores a S/151.00.

Los componentes del sistema fotovoltaico según tipo de residencia calculados son: Para residencia tipo 1, con consumo diario promedio de 2.64 kWh/día, se necesita 2 paneles solares de 350Wp/24 voltios, regulador de carga MPPT de 30 amperios, banco de 2 baterías con una capacidad de 320 amperios-hora, inversor de 24V/800 VA de potencia y accesorios; Para residencia tipo 2, con consumo diario promedio de 3.52 kWh/día, se necesita 3 paneles solares de 350Wp/24 voltios, regulador de carga MPPT de 40 amperios, banco de 4 baterías con una capacidad de 230 amperios-hora, inversor de 24V/1,200 VA de potencia y accesorios. Para residencia tipo 3, con consumo diario promedio de 4.40 kWh/día, se necesita 3 paneles solares de 350Wp/24 voltios, regulador de carga de 40 amperios, banco de baterías con una capacidad de 600 amperios-hora, inversor de 24V/1,200 VA de potencia y accesorios. Para residencia tipo 4, con consumo diario promedio de 5.28 kWh/día, se necesita 4 paneles solares de 350Wp/24 voltios, regulador de carga de 50 amperios, banco de baterías con una capacidad de 600 amperios-hora, inversor de 24V/1,600 VA de potencia y accesorios.

Los costos de la implementación del sistema fotovoltaico para una residencia tipo 1 es inicialmente de S/. 8,488.00, y al décimo año de S/. 3,994.00, se pagaría S/. 75.00 mensuales, produciendo energía limpia gratuita total durante 6 años y 9 meses, obteniendo

un ahorro acumulado de S/. 5,518.00 y una rentabilidad del 44.2 %; para la residencia tipo 2, el costo de implementación es inicialmente de S/. 12,334.00 y al décimo año de S/. 6,480.00, se pagaría S/. 100.00 mensuales, produciendo energía limpia gratuita total de 4 años y 4 meses, obteniendo un ahorro acumulado de S/. 5,186.00 y una rentabilidad del 27.6%; para la residencia tipo 3, el costo de implementación es inicialmente de S/. 13,819.00 y al décimo año de S/. 7,665.00, se pagaría S/. 125.00 mensuales, produciendo energía limpia gratuita total de 6 años y 7 meses, obteniendo un ahorro acumulado de S/. 8,516.00 y una rentabilidad del 39.6%; para la residencia tipo 4, el costo de implementación es inicialmente de S/. 16,890.00 y al décimo año de S/. 7,665.00, se pagaría S/. 150.00 mensuales, produciendo energía limpia gratuita total durante 7 años y 1 mes, obteniendo un ahorro acumulado de S/. 11,445.00 y una rentabilidad del 46.6%.

La huella de carbono mitigado por el sistema fotovoltaico para la residencia tipo 1 es de 248.15 kgCO₂eq/año, en el horizonte de 20 años la mitigación es de 4.96 tCO₂eq; para la residencia tipo 2 es de 330.87 kgCO₂eq/año, en el horizonte de 20 años la mitigación es de 6.62 tCO₂eq; para la residencia tipo 3 es de 413.58 kgCO₂eq/año, en el horizonte de 20 años la mitigación es de 8.27 tCO₂eq; para la residencia tipo 4 es de 496.30 kgCO₂eq/año, en el horizonte de 20 años la mitigación es de 9.93 tCO₂eq.

Recomendaciones

El sistema propuesto es cálculo teórico, se debería realizar la implementación de los sistemas fotovoltaicos tipo 1, tipo 2, tipo 3 y tipo 4 propuestos, para corroborar experimentalmente los rendimientos del sistema calculado.

Como la rentabilidad es a largo plazo, se debería buscar fuentes de financiamiento como ONG o Gobierno Central para la implementación de estos sistemas fotovoltaicos, en las que vean que el aporte principal de estos sistemas, más que económico es medioambiental.

Referencias bibliográficas

- Alvarado Ladrón de Guevara, J. (2018). *Diseño y cálculo de una instalación fotovoltaica aislada*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Arellanos Tafur, E. H. (2018). *Redes neuronales para la predicción de la generación de energía de colectores solares y paneles fotovoltaicos*. Callao, Perú: UNC. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3900>
- Astócondor Villar, J. (2018). *Modelado y control de sistema fotovoltaico con seguimiento del punto de máxima potencia para electrobombas solares en agricultura*. Callao, Perú: UNC. Obtenido de <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/UNAC/3830>
- AutoSolar. (09 de Setiembre de 2022). *AutoSolar*. Obtenido de <https://autosolar.pe/paneles-solares>
- Ayala Gilardón, A. C. (2019). *Modelos para la evaluación y optimización de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo*. Málaga, España: Universidad de Málaga. Obtenido de <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/19038>
- Córdova Rau, A. (2019). *Factores de emisión nacionales asociados con el consumo de electricidad del sistema eléctrico interconectado nacional*. Lima: Ministerio de Energía y Minas.
- Ejarque Llopis, R., Marco Pastor, J., Jiménez Luque, A., & Escorihuela Sales, C. (2013). *Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una explotación avícola*. Castellón de la Plana: Universitat Jaume I.
- Energías renovables. (2020). Ni el carbón mas barato del mundo puede competir con las renovables. *Energías Renovables*, 6.
- European Commission . (03 de Setiembre de 2022). *Sistema de Información Geográfica Fovoltaica*. Obtenido de https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#PVP
- Gastelo Roque, J. A., Morales Acevedo, A., & Tineo Soto, J. E. (2022). Estimación de la radiación solar diaria y ángulos de inclinación óptimos para Lambayeque (Perú) utilizando el modelo de Hargreaves-Samani. *Revista Científica: Ciencia, Tecnología y Humanidades*.
- Gobierno de Navarra. (07 de Noviembre de 2023). *Metereología y climatología de Navarra*. Obtenido de <http://meteo.navarra.es/energiasrenovables/energiasolar.cfm>

- Hurtado Zamora, O. (2017). *Evaluación de un modelo para las decisiones de inversión en proyectos de energías renovables y optimizar su rentabilidad – caso peruano energía eólica*. Trujillo, Perú: UNT. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12814>
- INEI. (2018). *Perú: Características de las viviendas particulares y los hogares*. Lima: INEI.
- Kehuarucho Cardenas, D. W. (2018). *Elaboración de celdas solares de silicio amorfo hidrogenado, para el aprovechamiento de la energía solar*. Arequipa, Perú: UNSA. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8045>
- Lamigueiro Perpiñan, O. (2018). *Energía solar fotovoltaica*. España. Obtenido de <https://github.com/oscarperpinan/esf>
- Malinkiewicz, O. (2017). *Low cost, efficient hybrid solar cells*. Valencia: Universidad de Valencia.
- Ministerio de Energía y Minas. (2014). *Boletín MINEM Edición N°04*. Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y Diagnostico Energético*. Lima, Perú: MINEM. Obtenido de <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Guia%20Sector%20Residencial.pdf>
- Ministerio de Energía y Minas. (2021). *Principales indicadores del sector eléctrico a nivel nacional- Marzo 2021*. Lima: MINEM.
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Seguimiento ambiental del mercado automotriz peruano*. Lima: Ministerio del Ambiente.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *De la COP/CMP10 al mundo: Manual de Cálculo y Neutralización de GEI para las COP/CMP*. Lima: A2G Climate Partners.
- Ministerio del Ambiente. (13 de Junio de 2019). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/indicadores/emisiones-dioxido-carbono-equivalente>
- Moralejo Vásquez, F. J. (2018). *Contribución a la mejora de la integración de la energía solar fotovoltaica en edificios*. Madrid, España: UCM. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/47660/1/T39927.pdf>
- National Geographic. (20 de Abril de 2022). *National Geographic*. Obtenido de nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/04/la-energia-solar-y-su-potencial-para-ayudar-a-reducir-el-calentamiento-global
- Osinergmin. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú*. Lima: Grafica BIBLOS S.A.

- Osinermin. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático*. Lima, Perú: Gráfica Biblos S.A. Obtenido de https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinermin-Energia-Renovable-Peru-10anios.pdf
- Osinermin. (2019). *Energías renovables: experiencias y perspectivas en la ruta del Perú hacia la transición energética*. Lima, Perú: Gráfica Biblos S.A. Obtenido de https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinermin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf
- Osinermin. (2021). *Informe de resultados Consumo y usos de la electricidad - Encuesta residencial de consumo y usos de energía 2019 2020*. Lima.
- Pérez Martínez, M., Morales Rodríguez, I. C., & Castro, E. (2017). La hora solar pico equivalente. Definición e interpretación. *Energética*.
- Pérez Rodríguez, J. (2018). *Evaluación ambiental de la gestión de los residuos municipales a través del análisis de la huella de carbono: aplicación a la ciudad de Madrid*. Madrid, España: UPM. doi:<https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.53990>
- Ponce Jara, M. A. (2019). *La energía solar fotovoltaica distribuida y las smart grid como modelo para diversificar la matriz energética de Ecuador*. Madrid, España: UNED. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=230692>
- Rodríguez Mas, F., Ruiz Gómez, A., & Valiente García, D. (2022). *Apuntes sobre la energía fotovoltaica*. Alicante: Universidad Miguel Hernández de Elche.
- Rojas Lazo, O., & Rojas Rojas, J. L. (2009). Proyección del consumo de energía residencial en el Perú (2005-2030) mediante el software MAED-D. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial UNMSM*, 50-60.
- Salamanca-Ávila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 263-277.
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2007). A definition of carbon footprint. *USA UK RESEARCH & CONSULTING*, 4. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/247152314_A_Definition_of_Carbon_Footprint

Anexos

Anexo 1: Instrumento de recolección de datos



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

CUESTIONARIO

Este documento es parte de una investigación denominada “Energía fotovoltaica para mitigar huella de carbono - eléctrico residencial, ciudad de Chiclayo”, para ello necesitamos conocer el consumo de energía eléctrica en su domicilio, por lo que solicitamos a Usted contestar las preguntas de acuerdo a la realidad de su hogar.

Se le agradece a Usted por el aporte prestado a esta investigación, que está orientada a la mejora ambiental de nuestra casa común... el planeta Tierra.

Instrucciones 1: Marque Usted la respuesta que considera lo más cercano a la realidad de su hogar, en las preguntas que se detallan a continuación:

1.- ¿Cuál es la zona de ubicación de su residencia?

- a) La Victoria b) José Leonardo Ortiz c) Chiclayo

2.- ¿Cuál es el número de personas que viven en su domicilio?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4 e) 5 f) 6 g) 7 h) 8 i) 9 j) 10 o más

3.- La suma de los ingresos económicos (S/.) de todos los integrantes del hogar están entre:

- a) 0-1000 b) 1001-2000 c) 2001-3000 d) 3001-5000 e) 5000-9000 f) 9000 a más

4.- El último recibo de consumo de energía eléctrica que Usted canceló (S/.) fue entre:

- | | | | |
|------------|------------|------------|--------------|
| a) 00-25 | b) 26-50 | c) 51-75 | d) 76-100 |
| e) 101-125 | f) 126-150 | g) 151-175 | h) 176-200 |
| i) 201-225 | j) 226-250 | k) 251-275 | l) 276-300 |
| m) 301-325 | n) 326-350 | o) 351-375 | p) 376 a mas |

5.- ¿Los montos de los recibos de consumo de energía eléctrica de los meses anteriores fueron similares al último cancelado?

- a) Si b) No



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Instrucciones 2: En cada pregunta del cuadro siguiente, marque Usted el número de equipos, marque el número de horas de uso diario del equipo y marque el parámetro a tener en cuenta del equipo (cuando presenta parámetro).

Ejemplo: Si en casa tengo 2 televisores de 20 pulgadas, cada uno se enciende de 9 am a 1 pm, tendría que marcar así: ¿Número de equipos? =2; ¿Número de horas de uso diario? =4; ¿Otro parámetro a tener en cuenta? =20.

6.- ¿Cuántos televisores hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

7.- ¿Cuántas horas usa diariamente su televisor?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

8.- ¿Cuántos equipos de sonido hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

9.- ¿Cuántas horas usa diariamente su equipo de sonido?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

10.- ¿Cuántos equipos de cómputo hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

11.- ¿Cuántas horas usa diariamente su equipo de cómputo?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

12.- ¿Cuántas impresoras hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

13.- ¿Cuántas horas usa diariamente su impresora?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

14.- ¿Cuántos celulares hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

15.- ¿Cuántas planchas hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

16.- ¿Cuántas horas usa diariamente su impresora?



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

17.- ¿Cuántas ollas arroceras hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

18.- ¿Cuántas horas usa diariamente su olla arroceras?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

19.- ¿Cuántas cocinas eléctricas hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

20.- ¿Cuántas horas usa diariamente su cocina eléctrica?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

21.- ¿Cuántos hervidores eléctricos hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

22.- ¿Cuántas horas usa diariamente su hervidor eléctrico?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

23.- ¿Cuántas lavadoras hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

24.- ¿Cuántas horas usa diariamente su lavadora?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

25.- ¿Cuántas duchas eléctricas hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 o más

26.- ¿Cuántas horas usa diariamente su ducha eléctrica?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más

27.- ¿Cuántas luminarias hay en casa?

a) No tiene b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 a más

28.- ¿Cuántas horas usa diariamente sus luminarias?

a) No usa b) 1 c) 2 d) 3 e) 4 f) 5 g) 6 h) 7 i) 8 j) 9 o más



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

29.- ¿Qué tipo de luminarias son?

- a) Fluorescentes b) Focos ahorradores c) Focos LED d) Bombillas

30.- ¿Marque qué otros equipos eléctricos hay en casa?

- a) Consola de juego
b) Licuadora
c) Horno microondas
d) Refrigeradora
e) Aspiradora
f) Ventilador
g) Aire acondicionado
h) Bomba de agua

Anexo 2: Consentimiento para participar de un estudio de investigación



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES

Consentimiento para participar de estudio de investigación

Instituciones : UNPRG, Hogares de la ciudad de Chiclayo

Investigador :

Título :Energía fotovoltaica para mitigar huella de carbono - eléctrico residencial, ciudad de Chiclayo.

Fines del Estudio:

Calcular la cantidad de energía consumida en hogares, para su futura mitigación con el empleo de sistemas fotovoltaicos.

Procedimiento:

De aceptar la participación en el estudio, deberá responder a las declaraciones dadas en el cuestionario, con una duración aproximada de 15 a 20 minutos.

Riesgo:

No existe riesgos en las declaraciones del cuestionario.

Beneficios:

Se espera poder tener a futuro una energía de consumo domiciliario limpia, renovable, la cual mitigue la generación de gases de efecto invernadero (en unidades de CO₂eq) en la producción de dicha energía, beneficiando nuestro planeta y nuestra salud.

Costos e incentivos:

Usted no realizará pago alguno por participar del llenado del cuestionario. Tampoco existe incentivo económico para Usted por el llenado del cuestionario de la investigación.

Confidencialidad:

La información emitida en el cuestionario será confidencial, no se usará fuera de la investigación para algún otro propósito, para el procesamiento las respuestas serán codificadas según número de identificación. De ser publicado los resultados del cuestionario, no se mostrará información alguna que revele la identificación del hogar participante.

Uso de la información:

La información una vez procesada, se eliminará.

Derechos del participante:

De no estar conforme durante la participación en el estudio, puede retirarse cuando Usted lo decida, sin perjuicio alguno. Alguna duda puede consultar al personal del estudio.

Consentimiento:

Acepto voluntariamente participar en el presente estudio, entiendo en que consiste mi participación en el proyecto, del mismo modo comprendo que puedo decidir no participar y que puedo retirarme del estudio cuando yo lo decida.

Firma de Participante

Nombre:

DNI:

Dirección:

Fecha:

Firma de Investigador

Nombre:

DNI:

Dirección:

Fecha:

Anexo 3: Reporte de software antiplagio Turnitin

Se acepta hasta 20 % de índice de similitud.

Informe de tesis de doctorado

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Dr. Ernesto Celi Arévalo

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4%

2

cdn.www.gob.pe

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru

Trabajo del estudiante

1%

5

purl.org

Fuente de Internet

1%

6

1library.co

Fuente de Internet

1%

7

www.minem.gob.pe

Fuente de Internet

1%

8

Submitted to Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

Trabajo del estudiante

<1%

Anexo 4: Tabla de Fisher-Arkin-Colton.

Tabla para determinar el tamaño de la muestra representativa de poblaciones finitas con márgenes de error desde $\pm 1\%$ a $\pm 10\%$ con una confiabilidad de 95%(optima)

% de error Pop. Total	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 3\%$	$\pm 4\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$
N	n(1)	N(2)	n(3)	n(4)	n(5)	n(10)
500	-	-	-	-	222	83
1,000	-	-	-	385	286	91
1,500	-	-	638	441	316	94
2,000	-	-	714	746	333	95
2,500	-	1,250	769	500	345	96
3,000	-	1,364	811	520	353	97
3,500	-	1,458	843	530	359	98
4,000	-	1,538	870	841	364	98
4,500	-	1,607	891	546	367	98
5,000	-	1,667	909	556	370	98
6,000	-	1,765	938	666	375	99
7,000	-	1,842	959	574	378	99
8,000	-	1,905	976	580	381	99
9,000	-	1,957	989	584	383	99
10,000	5,000	2,000	1,000	588	385	99
15,000	6,000	2,143	1,034	600	390	100
20,000	6,667	2,222	1,053	606	392	100
25,000	7,143	2,273	1,064	610	394	100
50,000	8,333	2,381	1,087	617	397	100
100,000	9,091	2,439	1,099	621	398	100
+ de 100,000	10,000	2,500	1,111	625	400	100

Anexo 5: Análisis de rentabilidad mensual de residencia tipo 1

Año	Mes	Pago sin sistema FV (S/.)	Pago con sistema FV (S/.)	Ahorro (S/.)	Ahorro acumulado (S/.)	Gasto Acumulado (S/.)
0	1	75.00	8488.00	-8413.00	-8413.00	75.00
	2	75.00	0.00	75.00	-8338.00	150.00
	3	75.00	0.00	75.00	-8263.00	225.00
	4	75.00	0.00	75.00	-8188.00	300.00
	5	75.00	0.00	75.00	-8113.00	375.00
	6	75.00	0.00	75.00	-8038.00	450.00
	7	75.00	0.00	75.00	-7963.00	525.00
	8	75.00	0.00	75.00	-7888.00	600.00
	9	75.00	0.00	75.00	-7813.00	675.00
	10	75.00	0.00	75.00	-7738.00	750.00
	11	75.00	0.00	75.00	-7663.00	825.00
	12	75.00	0.00	75.00	-7588.00	900.00
1	1	75.00	0.00	75.00	-7513.00	975.00
	2	75.00	0.00	75.00	-7438.00	1050.00
	3	75.00	0.00	75.00	-7363.00	1125.00
	4	75.00	0.00	75.00	-7288.00	1200.00
	5	75.00	0.00	75.00	-7213.00	1275.00
	6	75.00	0.00	75.00	-7138.00	1350.00
	7	75.00	0.00	75.00	-7063.00	1425.00
	8	75.00	0.00	75.00	-6988.00	1500.00
	9	75.00	0.00	75.00	-6913.00	1575.00
	10	75.00	0.00	75.00	-6838.00	1650.00
	11	75.00	0.00	75.00	-6763.00	1725.00
	12	75.00	0.00	75.00	-6688.00	1800.00
2	1	75.00	0.00	75.00	-6613.00	1875.00
	2	75.00	0.00	75.00	-6538.00	1950.00
	3	75.00	0.00	75.00	-6463.00	2025.00
	4	75.00	0.00	75.00	-6388.00	2100.00
	5	75.00	0.00	75.00	-6313.00	2175.00
	6	75.00	0.00	75.00	-6238.00	2250.00
	7	75.00	0.00	75.00	-6163.00	2325.00
	8	75.00	0.00	75.00	-6088.00	2400.00
	9	75.00	0.00	75.00	-6013.00	2475.00
	10	75.00	0.00	75.00	-5938.00	2550.00
	11	75.00	0.00	75.00	-5863.00	2625.00
	12	75.00	0.00	75.00	-5788.00	2700.00
3	1	75.00	0.00	75.00	-5713.00	2775.00
	2	75.00	0.00	75.00	-5638.00	2850.00
	3	75.00	0.00	75.00	-5563.00	2925.00
	4	75.00	0.00	75.00	-5488.00	3000.00
	5	75.00	0.00	75.00	-5413.00	3075.00
	6	75.00	0.00	75.00	-5338.00	3150.00
	7	75.00	0.00	75.00	-5263.00	3225.00

	8	75.00	0.00	75.00	-5188.00	3300.00
	9	75.00	0.00	75.00	-5113.00	3375.00
	10	75.00	0.00	75.00	-5038.00	3450.00
	11	75.00	0.00	75.00	-4963.00	3525.00
	12	75.00	0.00	75.00	-4888.00	3600.00
4	1	75.00	0.00	75.00	-4813.00	3675.00
	2	75.00	0.00	75.00	-4738.00	3750.00
	3	75.00	0.00	75.00	-4663.00	3825.00
	4	75.00	0.00	75.00	-4588.00	3900.00
	5	75.00	0.00	75.00	-4513.00	3975.00
	6	75.00	0.00	75.00	-4438.00	4050.00
	7	75.00	0.00	75.00	-4363.00	4125.00
	8	75.00	0.00	75.00	-4288.00	4200.00
	9	75.00	0.00	75.00	-4213.00	4275.00
	10	75.00	0.00	75.00	-4138.00	4350.00
	11	75.00	0.00	75.00	-4063.00	4425.00
	12	75.00	0.00	75.00	-3988.00	4500.00
5	1	75.00	0.00	75.00	-3913.00	4575.00
	2	75.00	0.00	75.00	-3838.00	4650.00
	3	75.00	0.00	75.00	-3763.00	4725.00
	4	75.00	0.00	75.00	-3688.00	4800.00
	5	75.00	0.00	75.00	-3613.00	4875.00
	6	75.00	0.00	75.00	-3538.00	4950.00
	7	75.00	0.00	75.00	-3463.00	5025.00
	8	75.00	0.00	75.00	-3388.00	5100.00
	9	75.00	0.00	75.00	-3313.00	5175.00
	10	75.00	0.00	75.00	-3238.00	5250.00
	11	75.00	0.00	75.00	-3163.00	5325.00
	12	75.00	0.00	75.00	-3088.00	5400.00
6	1	75.00	0.00	75.00	-3013.00	5475.00
	2	75.00	0.00	75.00	-2938.00	5550.00
	3	75.00	0.00	75.00	-2863.00	5625.00
	4	75.00	0.00	75.00	-2788.00	5700.00
	5	75.00	0.00	75.00	-2713.00	5775.00
	6	75.00	0.00	75.00	-2638.00	5850.00
	7	75.00	0.00	75.00	-2563.00	5925.00
	8	75.00	0.00	75.00	-2488.00	6000.00
	9	75.00	0.00	75.00	-2413.00	6075.00
	10	75.00	0.00	75.00	-2338.00	6150.00
	11	75.00	0.00	75.00	-2263.00	6225.00
	12	75.00	0.00	75.00	-2188.00	6300.00
	1	75.00	0.00	75.00	-2113.00	6375.00
	2	75.00	0.00	75.00	-2038.00	6450.00
	3	75.00	0.00	75.00	-1963.00	6525.00
	4	75.00	0.00	75.00	-1888.00	6600.00
	5	75.00	0.00	75.00	-1813.00	6675.00

7	6	75.00	0.00	75.00	-1738.00	6750.00
	7	75.00	0.00	75.00	-1663.00	6825.00
	8	75.00	0.00	75.00	-1588.00	6900.00
	9	75.00	0.00	75.00	-1513.00	6975.00
	10	75.00	0.00	75.00	-1438.00	7050.00
	11	75.00	0.00	75.00	-1363.00	7125.00
	12	75.00	0.00	75.00	-1288.00	7200.00
8	1	75.00	0.00	75.00	-1213.00	7275.00
	2	75.00	0.00	75.00	-1138.00	7350.00
	3	75.00	0.00	75.00	-1063.00	7425.00
	4	75.00	0.00	75.00	-988.00	7500.00
	5	75.00	0.00	75.00	-913.00	7575.00
	6	75.00	0.00	75.00	-838.00	7650.00
	7	75.00	0.00	75.00	-763.00	7725.00
	8	75.00	0.00	75.00	-688.00	7800.00
	9	75.00	0.00	75.00	-613.00	7875.00
	10	75.00	0.00	75.00	-538.00	7950.00
	11	75.00	0.00	75.00	-463.00	8025.00
	12	75.00	0.00	75.00	-388.00	8100.00
9	1	75.00	0.00	75.00	-313.00	8175.00
	2	75.00	0.00	75.00	-238.00	8250.00
	3	75.00	0.00	75.00	-163.00	8325.00
	4	75.00	0.00	75.00	-88.00	8400.00
	5	75.00	0.00	75.00	-13.00	8475.00
	6	75.00	0.00	75.00	62.00	8550.00
	7	75.00	0.00	75.00	137.00	8625.00
	8	75.00	0.00	75.00	212.00	8700.00
	9	75.00	0.00	75.00	287.00	8775.00
	10	75.00	0.00	75.00	362.00	8850.00
	11	75.00	0.00	75.00	437.00	8925.00
	12	75.00	0.00	75.00	512.00	9000.00
10	1	75.00	3994.00	-3919.00	-3407.00	9075.00
	2	75.00	0.00	75.00	-3332.00	9150.00
	3	75.00	0.00	75.00	-3257.00	9225.00
	4	75.00	0.00	75.00	-3182.00	9300.00
	5	75.00	0.00	75.00	-3107.00	9375.00
	6	75.00	0.00	75.00	-3032.00	9450.00
	7	75.00	0.00	75.00	-2957.00	9525.00
	8	75.00	0.00	75.00	-2882.00	9600.00
	9	75.00	0.00	75.00	-2807.00	9675.00
	10	75.00	0.00	75.00	-2732.00	9750.00
	11	75.00	0.00	75.00	-2657.00	9825.00
	12	75.00	0.00	75.00	-2582.00	9900.00
	1	75.00	0.00	75.00	-2507.00	9975.00
	2	75.00	0.00	75.00	-2432.00	10050.00
	3	75.00	0.00	75.00	-2357.00	10125.00

11	4	75.00	0.00	75.00	-2282.00	10200.00
	5	75.00	0.00	75.00	-2207.00	10275.00
	6	75.00	0.00	75.00	-2132.00	10350.00
	7	75.00	0.00	75.00	-2057.00	10425.00
	8	75.00	0.00	75.00	-1982.00	10500.00
	9	75.00	0.00	75.00	-1907.00	10575.00
	10	75.00	0.00	75.00	-1832.00	10650.00
	11	75.00	0.00	75.00	-1757.00	10725.00
	12	75.00	0.00	75.00	-1682.00	10800.00
	1	75.00	0.00	75.00	-1607.00	10875.00
	2	75.00	0.00	75.00	-1532.00	10950.00
	3	75.00	0.00	75.00	-1457.00	11025.00
12	4	75.00	0.00	75.00	-1382.00	11100.00
	5	75.00	0.00	75.00	-1307.00	11175.00
	6	75.00	0.00	75.00	-1232.00	11250.00
	7	75.00	0.00	75.00	-1157.00	11325.00
	8	75.00	0.00	75.00	-1082.00	11400.00
	9	75.00	0.00	75.00	-1007.00	11475.00
	10	75.00	0.00	75.00	-932.00	11550.00
	11	75.00	0.00	75.00	-857.00	11625.00
	12	75.00	0.00	75.00	-782.00	11700.00
	1	75.00	0.00	75.00	-707.00	11775.00
	2	75.00	0.00	75.00	-632.00	11850.00
	3	75.00	0.00	75.00	-557.00	11925.00
13	4	75.00	0.00	75.00	-482.00	12000.00
	5	75.00	0.00	75.00	-407.00	12075.00
	6	75.00	0.00	75.00	-332.00	12150.00
	7	75.00	0.00	75.00	-257.00	12225.00
	8	75.00	0.00	75.00	-182.00	12300.00
	9	75.00	0.00	75.00	-107.00	12375.00
	10	75.00	0.00	75.00	-32.00	12450.00
	11	75.00	0.00	75.00	43.00	12525.00
	12	75.00	0.00	75.00	118.00	12600.00
	1	75.00	0.00	75.00	193.00	12675.00
	2	75.00	0.00	75.00	268.00	12750.00
	3	75.00	0.00	75.00	343.00	12825.00
14	4	75.00	0.00	75.00	418.00	12900.00
	5	75.00	0.00	75.00	493.00	12975.00
	6	75.00	0.00	75.00	568.00	13050.00
	7	75.00	0.00	75.00	643.00	13125.00
	8	75.00	0.00	75.00	718.00	13200.00
	9	75.00	0.00	75.00	793.00	13275.00
	10	75.00	0.00	75.00	868.00	13350.00
	11	75.00	0.00	75.00	943.00	13425.00
	12	75.00	0.00	75.00	1018.00	13500.00
	1	75.00	0.00	75.00	1093.00	13575.00

15	2	75.00	0.00	75.00	1168.00	13650.00
	3	75.00	0.00	75.00	1243.00	13725.00
	4	75.00	0.00	75.00	1318.00	13800.00
	5	75.00	0.00	75.00	1393.00	13875.00
	6	75.00	0.00	75.00	1468.00	13950.00
	7	75.00	0.00	75.00	1543.00	14025.00
	8	75.00	0.00	75.00	1618.00	14100.00
	9	75.00	0.00	75.00	1693.00	14175.00
	10	75.00	0.00	75.00	1768.00	14250.00
	11	75.00	0.00	75.00	1843.00	14325.00
	12	75.00	0.00	75.00	1918.00	14400.00
	<hr/>					
16	1	75.00	0.00	75.00	1993.00	14475.00
	2	75.00	0.00	75.00	2068.00	14550.00
	3	75.00	0.00	75.00	2143.00	14625.00
	4	75.00	0.00	75.00	2218.00	14700.00
	5	75.00	0.00	75.00	2293.00	14775.00
	6	75.00	0.00	75.00	2368.00	14850.00
	7	75.00	0.00	75.00	2443.00	14925.00
	8	75.00	0.00	75.00	2518.00	15000.00
	9	75.00	0.00	75.00	2593.00	15075.00
	10	75.00	0.00	75.00	2668.00	15150.00
	11	75.00	0.00	75.00	2743.00	15225.00
	12	75.00	0.00	75.00	2818.00	15300.00
	<hr/>					
17	1	75.00	0.00	75.00	2893.00	15375.00
	2	75.00	0.00	75.00	2968.00	15450.00
	3	75.00	0.00	75.00	3043.00	15525.00
	4	75.00	0.00	75.00	3118.00	15600.00
	5	75.00	0.00	75.00	3193.00	15675.00
	6	75.00	0.00	75.00	3268.00	15750.00
	7	75.00	0.00	75.00	3343.00	15825.00
	8	75.00	0.00	75.00	3418.00	15900.00
	9	75.00	0.00	75.00	3493.00	15975.00
	10	75.00	0.00	75.00	3568.00	16050.00
	11	75.00	0.00	75.00	3643.00	16125.00
	12	75.00	0.00	75.00	3718.00	16200.00
	<hr/>					
18	1	75.00	0.00	75.00	3793.00	16275.00
	2	75.00	0.00	75.00	3868.00	16350.00
	3	75.00	0.00	75.00	3943.00	16425.00
	4	75.00	0.00	75.00	4018.00	16500.00
	5	75.00	0.00	75.00	4093.00	16575.00
	6	75.00	0.00	75.00	4168.00	16650.00
	7	75.00	0.00	75.00	4243.00	16725.00
	8	75.00	0.00	75.00	4318.00	16800.00
	9	75.00	0.00	75.00	4393.00	16875.00
	10	75.00	0.00	75.00	4468.00	16950.00
	11	75.00	0.00	75.00	4543.00	17025.00
	<hr/>					

	12	75.00	0.00	75.00	4618.00	17100.00
	1	75.00	0.00	75.00	4693.00	17175.00
	2	75.00	0.00	75.00	4768.00	17250.00
	3	75.00	0.00	75.00	4843.00	17325.00
	4	75.00	0.00	75.00	4918.00	17400.00
	5	75.00	0.00	75.00	4993.00	17475.00
19	6	75.00	0.00	75.00	5068.00	17550.00
	7	75.00	0.00	75.00	5143.00	17625.00
	8	75.00	0.00	75.00	5218.00	17700.00
	9	75.00	0.00	75.00	5293.00	17775.00
	10	75.00	0.00	75.00	5368.00	17850.00
	11	75.00	0.00	75.00	5443.00	17925.00
	12	75.00	0.00	75.00	5518.00	18000.00

Anexo 6: Análisis de rentabilidad mensual de residencia tipo 2

Año	Mes	Pago sin sistema FV (S/.)	Pago con sistema FV (S/.)	Ahorro (S/.)	Ahorro acumulado (S/.)	Gasto Acumulado (S/.)
0	1	100.00	12334.00	-12234.00	-12234.00	100.00
	2	100.00	0.00	100.00	-12134.00	200.00
	3	100.00	0.00	100.00	-12034.00	300.00
	4	100.00	0.00	100.00	-11934.00	400.00
	5	100.00	0.00	100.00	-11834.00	500.00
	6	100.00	0.00	100.00	-11734.00	600.00
	7	100.00	0.00	100.00	-11634.00	700.00
	8	100.00	0.00	100.00	-11534.00	800.00
	9	100.00	0.00	100.00	-11434.00	900.00
	10	100.00	0.00	100.00	-11334.00	1000.00
	11	100.00	0.00	100.00	-11234.00	1100.00
	12	100.00	0.00	100.00	-11134.00	1200.00
1	1	100.00	0.00	100.00	-11034.00	1300.00
	2	100.00	0.00	100.00	-10934.00	1400.00
	3	100.00	0.00	100.00	-10834.00	1500.00
	4	100.00	0.00	100.00	-10734.00	1600.00
	5	100.00	0.00	100.00	-10634.00	1700.00
	6	100.00	0.00	100.00	-10534.00	1800.00
	7	100.00	0.00	100.00	-10434.00	1900.00
	8	100.00	0.00	100.00	-10334.00	2000.00
	9	100.00	0.00	100.00	-10234.00	2100.00
	10	100.00	0.00	100.00	-10134.00	2200.00
	11	100.00	0.00	100.00	-10034.00	2300.00
	12	100.00	0.00	100.00	-9934.00	2400.00
2	1	100.00	0.00	100.00	-9834.00	2500.00
	2	100.00	0.00	100.00	-9734.00	2600.00
	3	100.00	0.00	100.00	-9634.00	2700.00
	4	100.00	0.00	100.00	-9534.00	2800.00
	5	100.00	0.00	100.00	-9434.00	2900.00
	6	100.00	0.00	100.00	-9334.00	3000.00
	7	100.00	0.00	100.00	-9234.00	3100.00
	8	100.00	0.00	100.00	-9134.00	3200.00
	9	100.00	0.00	100.00	-9034.00	3300.00
	10	100.00	0.00	100.00	-8934.00	3400.00
	11	100.00	0.00	100.00	-8834.00	3500.00
	12	100.00	0.00	100.00	-8734.00	3600.00
3	1	100.00	0.00	100.00	-8634.00	3700.00
	2	100.00	0.00	100.00	-8534.00	3800.00
	3	100.00	0.00	100.00	-8434.00	3900.00
	4	100.00	0.00	100.00	-8334.00	4000.00
	5	100.00	0.00	100.00	-8234.00	4100.00
	6	100.00	0.00	100.00	-8134.00	4200.00
	7	100.00	0.00	100.00	-8034.00	4300.00

	8	100.00	0.00	100.00	-7934.00	4400.00
	9	100.00	0.00	100.00	-7834.00	4500.00
	10	100.00	0.00	100.00	-7734.00	4600.00
	11	100.00	0.00	100.00	-7634.00	4700.00
	12	100.00	0.00	100.00	-7534.00	4800.00
4	1	100.00	0.00	100.00	-7434.00	4900.00
	2	100.00	0.00	100.00	-7334.00	5000.00
	3	100.00	0.00	100.00	-7234.00	5100.00
	4	100.00	0.00	100.00	-7134.00	5200.00
	5	100.00	0.00	100.00	-7034.00	5300.00
	6	100.00	0.00	100.00	-6934.00	5400.00
	7	100.00	0.00	100.00	-6834.00	5500.00
	8	100.00	0.00	100.00	-6734.00	5600.00
	9	100.00	0.00	100.00	-6634.00	5700.00
	10	100.00	0.00	100.00	-6534.00	5800.00
	11	100.00	0.00	100.00	-6434.00	5900.00
	12	100.00	0.00	100.00	-6334.00	6000.00
5	1	100.00	0.00	100.00	-6234.00	6100.00
	2	100.00	0.00	100.00	-6134.00	6200.00
	3	100.00	0.00	100.00	-6034.00	6300.00
	4	100.00	0.00	100.00	-5934.00	6400.00
	5	100.00	0.00	100.00	-5834.00	6500.00
	6	100.00	0.00	100.00	-5734.00	6600.00
	7	100.00	0.00	100.00	-5634.00	6700.00
	8	100.00	0.00	100.00	-5534.00	6800.00
	9	100.00	0.00	100.00	-5434.00	6900.00
	10	100.00	0.00	100.00	-5334.00	7000.00
	11	100.00	0.00	100.00	-5234.00	7100.00
	12	100.00	0.00	100.00	-5134.00	7200.00
6	1	100.00	0.00	100.00	-5034.00	7300.00
	2	100.00	0.00	100.00	-4934.00	7400.00
	3	100.00	0.00	100.00	-4834.00	7500.00
	4	100.00	0.00	100.00	-4734.00	7600.00
	5	100.00	0.00	100.00	-4634.00	7700.00
	6	100.00	0.00	100.00	-4534.00	7800.00
	7	100.00	0.00	100.00	-4434.00	7900.00
	8	100.00	0.00	100.00	-4334.00	8000.00
	9	100.00	0.00	100.00	-4234.00	8100.00
	10	100.00	0.00	100.00	-4134.00	8200.00
	11	100.00	0.00	100.00	-4034.00	8300.00
	12	100.00	0.00	100.00	-3934.00	8400.00
	1	100.00	0.00	100.00	-3834.00	8500.00
	2	100.00	0.00	100.00	-3734.00	8600.00
	3	100.00	0.00	100.00	-3634.00	8700.00
	4	100.00	0.00	100.00	-3534.00	8800.00
	5	100.00	0.00	100.00	-3434.00	8900.00

7	6	100.00	0.00	100.00	-3334.00	9000.00
	7	100.00	0.00	100.00	-3234.00	9100.00
	8	100.00	0.00	100.00	-3134.00	9200.00
	9	100.00	0.00	100.00	-3034.00	9300.00
	10	100.00	0.00	100.00	-2934.00	9400.00
	11	100.00	0.00	100.00	-2834.00	9500.00
	12	100.00	0.00	100.00	-2734.00	9600.00
8	1	100.00	0.00	100.00	-2634.00	9700.00
	2	100.00	0.00	100.00	-2534.00	9800.00
	3	100.00	0.00	100.00	-2434.00	9900.00
	4	100.00	0.00	100.00	-2334.00	10000.00
	5	100.00	0.00	100.00	-2234.00	10100.00
	6	100.00	0.00	100.00	-2134.00	10200.00
	7	100.00	0.00	100.00	-2034.00	10300.00
	8	100.00	0.00	100.00	-1934.00	10400.00
	9	100.00	0.00	100.00	-1834.00	10500.00
	10	100.00	0.00	100.00	-1734.00	10600.00
	11	100.00	0.00	100.00	-1634.00	10700.00
	12	100.00	0.00	100.00	-1534.00	10800.00
9	1	100.00	0.00	100.00	-1434.00	10900.00
	2	100.00	0.00	100.00	-1334.00	11000.00
	3	100.00	0.00	100.00	-1234.00	11100.00
	4	100.00	0.00	100.00	-1134.00	11200.00
	5	100.00	0.00	100.00	-1034.00	11300.00
	6	100.00	0.00	100.00	-934.00	11400.00
	7	100.00	0.00	100.00	-834.00	11500.00
	8	100.00	0.00	100.00	-734.00	11600.00
	9	100.00	0.00	100.00	-634.00	11700.00
	10	100.00	0.00	100.00	-534.00	11800.00
	11	100.00	0.00	100.00	-434.00	11900.00
	12	100.00	0.00	100.00	-334.00	12000.00
10	1	100.00	6480.00	-6380.00	-6714.00	12100.00
	2	100.00	0.00	100.00	-6614.00	12200.00
	3	100.00	0.00	100.00	-6514.00	12300.00
	4	100.00	0.00	100.00	-6414.00	12400.00
	5	100.00	0.00	100.00	-6314.00	12500.00
	6	100.00	0.00	100.00	-6214.00	12600.00
	7	100.00	0.00	100.00	-6114.00	12700.00
	8	100.00	0.00	100.00	-6014.00	12800.00
	9	100.00	0.00	100.00	-5914.00	12900.00
	10	100.00	0.00	100.00	-5814.00	13000.00
	11	100.00	0.00	100.00	-5714.00	13100.00
	12	100.00	0.00	100.00	-5614.00	13200.00
	1	100.00	0.00	100.00	-5514.00	13300.00
	2	100.00	0.00	100.00	-5414.00	13400.00
	3	100.00	0.00	100.00	-5314.00	13500.00

11	4	100.00	0.00	100.00	-5214.00	13600.00
	5	100.00	0.00	100.00	-5114.00	13700.00
	6	100.00	0.00	100.00	-5014.00	13800.00
	7	100.00	0.00	100.00	-4914.00	13900.00
	8	100.00	0.00	100.00	-4814.00	14000.00
	9	100.00	0.00	100.00	-4714.00	14100.00
	10	100.00	0.00	100.00	-4614.00	14200.00
	11	100.00	0.00	100.00	-4514.00	14300.00
	12	100.00	0.00	100.00	-4414.00	14400.00
12	1	100.00	0.00	100.00	-4314.00	14500.00
	2	100.00	0.00	100.00	-4214.00	14600.00
	3	100.00	0.00	100.00	-4114.00	14700.00
	4	100.00	0.00	100.00	-4014.00	14800.00
	5	100.00	0.00	100.00	-3914.00	14900.00
	6	100.00	0.00	100.00	-3814.00	15000.00
	7	100.00	0.00	100.00	-3714.00	15100.00
	8	100.00	0.00	100.00	-3614.00	15200.00
	9	100.00	0.00	100.00	-3514.00	15300.00
	10	100.00	0.00	100.00	-3414.00	15400.00
	11	100.00	0.00	100.00	-3314.00	15500.00
	12	100.00	0.00	100.00	-3214.00	15600.00
13	1	100.00	0.00	100.00	-3114.00	15700.00
	2	100.00	0.00	100.00	-3014.00	15800.00
	3	100.00	0.00	100.00	-2914.00	15900.00
	4	100.00	0.00	100.00	-2814.00	16000.00
	5	100.00	0.00	100.00	-2714.00	16100.00
	6	100.00	0.00	100.00	-2614.00	16200.00
	7	100.00	0.00	100.00	-2514.00	16300.00
	8	100.00	0.00	100.00	-2414.00	16400.00
	9	100.00	0.00	100.00	-2314.00	16500.00
	10	100.00	0.00	100.00	-2214.00	16600.00
	11	100.00	0.00	100.00	-2114.00	16700.00
	12	100.00	0.00	100.00	-2014.00	16800.00
14	1	100.00	0.00	100.00	-1914.00	16900.00
	2	100.00	0.00	100.00	-1814.00	17000.00
	3	100.00	0.00	100.00	-1714.00	17100.00
	4	100.00	0.00	100.00	-1614.00	17200.00
	5	100.00	0.00	100.00	-1514.00	17300.00
	6	100.00	0.00	100.00	-1414.00	17400.00
	7	100.00	0.00	100.00	-1314.00	17500.00
	8	100.00	0.00	100.00	-1214.00	17600.00
	9	100.00	0.00	100.00	-1114.00	17700.00
	10	100.00	0.00	100.00	-1014.00	17800.00
	11	100.00	0.00	100.00	-914.00	17900.00
	12	100.00	0.00	100.00	-814.00	18000.00
	1	100.00	0.00	100.00	-714.00	18100.00

15	2	100.00	0.00	100.00	-614.00	18200.00
	3	100.00	0.00	100.00	-514.00	18300.00
	4	100.00	0.00	100.00	-414.00	18400.00
	5	100.00	0.00	100.00	-314.00	18500.00
	6	100.00	0.00	100.00	-214.00	18600.00
	7	100.00	0.00	100.00	-114.00	18700.00
	8	100.00	0.00	100.00	-14.00	18800.00
	9	100.00	0.00	100.00	86.00	18900.00
	10	100.00	0.00	100.00	186.00	19000.00
	11	100.00	0.00	100.00	286.00	19100.00
	12	100.00	0.00	100.00	386.00	19200.00
	<hr/>					
16	1	100.00	0.00	100.00	486.00	19300.00
	2	100.00	0.00	100.00	586.00	19400.00
	3	100.00	0.00	100.00	686.00	19500.00
	4	100.00	0.00	100.00	786.00	19600.00
	5	100.00	0.00	100.00	886.00	19700.00
	6	100.00	0.00	100.00	986.00	19800.00
	7	100.00	0.00	100.00	1086.00	19900.00
	8	100.00	0.00	100.00	1186.00	20000.00
	9	100.00	0.00	100.00	1286.00	20100.00
	10	100.00	0.00	100.00	1386.00	20200.00
	11	100.00	0.00	100.00	1486.00	20300.00
	12	100.00	0.00	100.00	1586.00	20400.00
	<hr/>					
17	1	100.00	0.00	100.00	1686.00	20500.00
	2	100.00	0.00	100.00	1786.00	20600.00
	3	100.00	0.00	100.00	1886.00	20700.00
	4	100.00	0.00	100.00	1986.00	20800.00
	5	100.00	0.00	100.00	2086.00	20900.00
	6	100.00	0.00	100.00	2186.00	21000.00
	7	100.00	0.00	100.00	2286.00	21100.00
	8	100.00	0.00	100.00	2386.00	21200.00
	9	100.00	0.00	100.00	2486.00	21300.00
	10	100.00	0.00	100.00	2586.00	21400.00
	11	100.00	0.00	100.00	2686.00	21500.00
	12	100.00	0.00	100.00	2786.00	21600.00
	<hr/>					
18	1	100.00	0.00	100.00	2886.00	21700.00
	2	100.00	0.00	100.00	2986.00	21800.00
	3	100.00	0.00	100.00	3086.00	21900.00
	4	100.00	0.00	100.00	3186.00	22000.00
	5	100.00	0.00	100.00	3286.00	22100.00
	6	100.00	0.00	100.00	3386.00	22200.00
	7	100.00	0.00	100.00	3486.00	22300.00
	8	100.00	0.00	100.00	3586.00	22400.00
	9	100.00	0.00	100.00	3686.00	22500.00
	10	100.00	0.00	100.00	3786.00	22600.00
	11	100.00	0.00	100.00	3886.00	22700.00

	12	100.00	0.00	100.00	3986.00	22800.00
	1	100.00	0.00	100.00	4086.00	22900.00
	2	100.00	0.00	100.00	4186.00	23000.00
	3	100.00	0.00	100.00	4286.00	23100.00
	4	100.00	0.00	100.00	4386.00	23200.00
	5	100.00	0.00	100.00	4486.00	23300.00
19	6	100.00	0.00	100.00	4586.00	23400.00
	7	100.00	0.00	100.00	4686.00	23500.00
	8	100.00	0.00	100.00	4786.00	23600.00
	9	100.00	0.00	100.00	4886.00	23700.00
	10	100.00	0.00	100.00	4986.00	23800.00
	11	100.00	0.00	100.00	5086.00	23900.00
	12	100.00	0.00	100.00	5186.00	24000.00

Anexo 7: Análisis de rentabilidad mensual de residencia tipo 3

Año	Mes	Pago sin sistema FV (S/.)	Pago con sistema FV (S/.)	Ahorro (S/.)	Ahorro acumulado (S/.)	Gasto Acumulado (S/.)
0	1	125.00	13819.00	-13694.00	-13694.00	125.00
	2	125.00	0.00	125.00	-13569.00	250.00
	3	125.00	0.00	125.00	-13444.00	375.00
	4	125.00	0.00	125.00	-13319.00	500.00
	5	125.00	0.00	125.00	-13194.00	625.00
	6	125.00	0.00	125.00	-13069.00	750.00
	7	125.00	0.00	125.00	-12944.00	875.00
	8	125.00	0.00	125.00	-12819.00	1000.00
	9	125.00	0.00	125.00	-12694.00	1125.00
	10	125.00	0.00	125.00	-12569.00	1250.00
	11	125.00	0.00	125.00	-12444.00	1375.00
	12	125.00	0.00	125.00	-12319.00	1500.00
1	1	125.00	0.00	125.00	-12194.00	1625.00
	2	125.00	0.00	125.00	-12069.00	1750.00
	3	125.00	0.00	125.00	-11944.00	1875.00
	4	125.00	0.00	125.00	-11819.00	2000.00
	5	125.00	0.00	125.00	-11694.00	2125.00
	6	125.00	0.00	125.00	-11569.00	2250.00
	7	125.00	0.00	125.00	-11444.00	2375.00
	8	125.00	0.00	125.00	-11319.00	2500.00
	9	125.00	0.00	125.00	-11194.00	2625.00
	10	125.00	0.00	125.00	-11069.00	2750.00
	11	125.00	0.00	125.00	-10944.00	2875.00
	12	125.00	0.00	125.00	-10819.00	3000.00
2	1	125.00	0.00	125.00	-10694.00	3125.00
	2	125.00	0.00	125.00	-10569.00	3250.00
	3	125.00	0.00	125.00	-10444.00	3375.00
	4	125.00	0.00	125.00	-10319.00	3500.00
	5	125.00	0.00	125.00	-10194.00	3625.00
	6	125.00	0.00	125.00	-10069.00	3750.00
	7	125.00	0.00	125.00	-9944.00	3875.00
	8	125.00	0.00	125.00	-9819.00	4000.00
	9	125.00	0.00	125.00	-9694.00	4125.00
	10	125.00	0.00	125.00	-9569.00	4250.00
	11	125.00	0.00	125.00	-9444.00	4375.00
	12	125.00	0.00	125.00	-9319.00	4500.00
3	1	125.00	0.00	125.00	-9194.00	4625.00
	2	125.00	0.00	125.00	-9069.00	4750.00
	3	125.00	0.00	125.00	-8944.00	4875.00
	4	125.00	0.00	125.00	-8819.00	5000.00
	5	125.00	0.00	125.00	-8694.00	5125.00
	6	125.00	0.00	125.00	-8569.00	5250.00
	7	125.00	0.00	125.00	-8444.00	5375.00

	8	125.00	0.00	125.00	-8319.00	5500.00
	9	125.00	0.00	125.00	-8194.00	5625.00
	10	125.00	0.00	125.00	-8069.00	5750.00
	11	125.00	0.00	125.00	-7944.00	5875.00
	12	125.00	0.00	125.00	-7819.00	6000.00
4	1	125.00	0.00	125.00	-7694.00	6125.00
	2	125.00	0.00	125.00	-7569.00	6250.00
	3	125.00	0.00	125.00	-7444.00	6375.00
	4	125.00	0.00	125.00	-7319.00	6500.00
	5	125.00	0.00	125.00	-7194.00	6625.00
	6	125.00	0.00	125.00	-7069.00	6750.00
	7	125.00	0.00	125.00	-6944.00	6875.00
	8	125.00	0.00	125.00	-6819.00	7000.00
	9	125.00	0.00	125.00	-6694.00	7125.00
	10	125.00	0.00	125.00	-6569.00	7250.00
	11	125.00	0.00	125.00	-6444.00	7375.00
	12	125.00	0.00	125.00	-6319.00	7500.00
5	1	125.00	0.00	125.00	-6194.00	7625.00
	2	125.00	0.00	125.00	-6069.00	7750.00
	3	125.00	0.00	125.00	-5944.00	7875.00
	4	125.00	0.00	125.00	-5819.00	8000.00
	5	125.00	0.00	125.00	-5694.00	8125.00
	6	125.00	0.00	125.00	-5569.00	8250.00
	7	125.00	0.00	125.00	-5444.00	8375.00
	8	125.00	0.00	125.00	-5319.00	8500.00
	9	125.00	0.00	125.00	-5194.00	8625.00
	10	125.00	0.00	125.00	-5069.00	8750.00
	11	125.00	0.00	125.00	-4944.00	8875.00
	12	125.00	0.00	125.00	-4819.00	9000.00
6	1	125.00	0.00	125.00	-4694.00	9125.00
	2	125.00	0.00	125.00	-4569.00	9250.00
	3	125.00	0.00	125.00	-4444.00	9375.00
	4	125.00	0.00	125.00	-4319.00	9500.00
	5	125.00	0.00	125.00	-4194.00	9625.00
	6	125.00	0.00	125.00	-4069.00	9750.00
	7	125.00	0.00	125.00	-3944.00	9875.00
	8	125.00	0.00	125.00	-3819.00	10000.00
	9	125.00	0.00	125.00	-3694.00	10125.00
	10	125.00	0.00	125.00	-3569.00	10250.00
	11	125.00	0.00	125.00	-3444.00	10375.00
	12	125.00	0.00	125.00	-3319.00	10500.00
	1	125.00	0.00	125.00	-3194.00	10625.00
	2	125.00	0.00	125.00	-3069.00	10750.00
	3	125.00	0.00	125.00	-2944.00	10875.00
	4	125.00	0.00	125.00	-2819.00	11000.00
	5	125.00	0.00	125.00	-2694.00	11125.00

7	6	125.00	0.00	125.00	-2569.00	11250.00
	7	125.00	0.00	125.00	-2444.00	11375.00
	8	125.00	0.00	125.00	-2319.00	11500.00
	9	125.00	0.00	125.00	-2194.00	11625.00
	10	125.00	0.00	125.00	-2069.00	11750.00
	11	125.00	0.00	125.00	-1944.00	11875.00
	12	125.00	0.00	125.00	-1819.00	12000.00
8	1	125.00	0.00	125.00	-1694.00	12125.00
	2	125.00	0.00	125.00	-1569.00	12250.00
	3	125.00	0.00	125.00	-1444.00	12375.00
	4	125.00	0.00	125.00	-1319.00	12500.00
	5	125.00	0.00	125.00	-1194.00	12625.00
	6	125.00	0.00	125.00	-1069.00	12750.00
	7	125.00	0.00	125.00	-944.00	12875.00
	8	125.00	0.00	125.00	-819.00	13000.00
	9	125.00	0.00	125.00	-694.00	13125.00
	10	125.00	0.00	125.00	-569.00	13250.00
	11	125.00	0.00	125.00	-444.00	13375.00
	12	125.00	0.00	125.00	-319.00	13500.00
9	1	125.00	0.00	125.00	-194.00	13625.00
	2	125.00	0.00	125.00	-69.00	13750.00
	3	125.00	0.00	125.00	56.00	13875.00
	4	125.00	0.00	125.00	181.00	14000.00
	5	125.00	0.00	125.00	306.00	14125.00
	6	125.00	0.00	125.00	431.00	14250.00
	7	125.00	0.00	125.00	556.00	14375.00
	8	125.00	0.00	125.00	681.00	14500.00
	9	125.00	0.00	125.00	806.00	14625.00
	10	125.00	0.00	125.00	931.00	14750.00
	11	125.00	0.00	125.00	1056.00	14875.00
	12	125.00	0.00	125.00	1181.00	15000.00
10	1	125.00	7665.00	-7540.00	-6359.00	15125.00
	2	125.00	0.00	125.00	-6234.00	15250.00
	3	125.00	0.00	125.00	-6109.00	15375.00
	4	125.00	0.00	125.00	-5984.00	15500.00
	5	125.00	0.00	125.00	-5859.00	15625.00
	6	125.00	0.00	125.00	-5734.00	15750.00
	7	125.00	0.00	125.00	-5609.00	15875.00
	8	125.00	0.00	125.00	-5484.00	16000.00
	9	125.00	0.00	125.00	-5359.00	16125.00
	10	125.00	0.00	125.00	-5234.00	16250.00
	11	125.00	0.00	125.00	-5109.00	16375.00
	12	125.00	0.00	125.00	-4984.00	16500.00
	1	125.00	0.00	125.00	-4859.00	16625.00
	2	125.00	0.00	125.00	-4734.00	16750.00
	3	125.00	0.00	125.00	-4609.00	16875.00

11	4	125.00	0.00	125.00	-4484.00	17000.00
	5	125.00	0.00	125.00	-4359.00	17125.00
	6	125.00	0.00	125.00	-4234.00	17250.00
	7	125.00	0.00	125.00	-4109.00	17375.00
	8	125.00	0.00	125.00	-3984.00	17500.00
	9	125.00	0.00	125.00	-3859.00	17625.00
	10	125.00	0.00	125.00	-3734.00	17750.00
	11	125.00	0.00	125.00	-3609.00	17875.00
	12	125.00	0.00	125.00	-3484.00	18000.00
12	1	125.00	0.00	125.00	-3359.00	18125.00
	2	125.00	0.00	125.00	-3234.00	18250.00
	3	125.00	0.00	125.00	-3109.00	18375.00
	4	125.00	0.00	125.00	-2984.00	18500.00
	5	125.00	0.00	125.00	-2859.00	18625.00
	6	125.00	0.00	125.00	-2734.00	18750.00
	7	125.00	0.00	125.00	-2609.00	18875.00
	8	125.00	0.00	125.00	-2484.00	19000.00
	9	125.00	0.00	125.00	-2359.00	19125.00
	10	125.00	0.00	125.00	-2234.00	19250.00
	11	125.00	0.00	125.00	-2109.00	19375.00
	12	125.00	0.00	125.00	-1984.00	19500.00
13	1	125.00	0.00	125.00	-1859.00	19625.00
	2	125.00	0.00	125.00	-1734.00	19750.00
	3	125.00	0.00	125.00	-1609.00	19875.00
	4	125.00	0.00	125.00	-1484.00	20000.00
	5	125.00	0.00	125.00	-1359.00	20125.00
	6	125.00	0.00	125.00	-1234.00	20250.00
	7	125.00	0.00	125.00	-1109.00	20375.00
	8	125.00	0.00	125.00	-984.00	20500.00
	9	125.00	0.00	125.00	-859.00	20625.00
	10	125.00	0.00	125.00	-734.00	20750.00
	11	125.00	0.00	125.00	-609.00	20875.00
	12	125.00	0.00	125.00	-484.00	21000.00
14	1	125.00	0.00	125.00	-359.00	21125.00
	2	125.00	0.00	125.00	-234.00	21250.00
	3	125.00	0.00	125.00	-109.00	21375.00
	4	125.00	0.00	125.00	16.00	21500.00
	5	125.00	0.00	125.00	141.00	21625.00
	6	125.00	0.00	125.00	266.00	21750.00
	7	125.00	0.00	125.00	391.00	21875.00
	8	125.00	0.00	125.00	516.00	22000.00
	9	125.00	0.00	125.00	641.00	22125.00
	10	125.00	0.00	125.00	766.00	22250.00
	11	125.00	0.00	125.00	891.00	22375.00
	12	125.00	0.00	125.00	1016.00	22500.00
	1	125.00	0.00	125.00	1141.00	22625.00

15	2	125.00	0.00	125.00	1266.00	22750.00
	3	125.00	0.00	125.00	1391.00	22875.00
	4	125.00	0.00	125.00	1516.00	23000.00
	5	125.00	0.00	125.00	1641.00	23125.00
	6	125.00	0.00	125.00	1766.00	23250.00
	7	125.00	0.00	125.00	1891.00	23375.00
	8	125.00	0.00	125.00	2016.00	23500.00
	9	125.00	0.00	125.00	2141.00	23625.00
	10	125.00	0.00	125.00	2266.00	23750.00
	11	125.00	0.00	125.00	2391.00	23875.00
	12	125.00	0.00	125.00	2516.00	24000.00
	<hr/>					
16	1	125.00	0.00	125.00	2641.00	24125.00
	2	125.00	0.00	125.00	2766.00	24250.00
	3	125.00	0.00	125.00	2891.00	24375.00
	4	125.00	0.00	125.00	3016.00	24500.00
	5	125.00	0.00	125.00	3141.00	24625.00
	6	125.00	0.00	125.00	3266.00	24750.00
	7	125.00	0.00	125.00	3391.00	24875.00
	8	125.00	0.00	125.00	3516.00	25000.00
	9	125.00	0.00	125.00	3641.00	25125.00
	10	125.00	0.00	125.00	3766.00	25250.00
	11	125.00	0.00	125.00	3891.00	25375.00
	12	125.00	0.00	125.00	4016.00	25500.00
	<hr/>					
17	1	125.00	0.00	125.00	4141.00	25625.00
	2	125.00	0.00	125.00	4266.00	25750.00
	3	125.00	0.00	125.00	4391.00	25875.00
	4	125.00	0.00	125.00	4516.00	26000.00
	5	125.00	0.00	125.00	4641.00	26125.00
	6	125.00	0.00	125.00	4766.00	26250.00
	7	125.00	0.00	125.00	4891.00	26375.00
	8	125.00	0.00	125.00	5016.00	26500.00
	9	125.00	0.00	125.00	5141.00	26625.00
	10	125.00	0.00	125.00	5266.00	26750.00
	11	125.00	0.00	125.00	5391.00	26875.00
	12	125.00	0.00	125.00	5516.00	27000.00
	<hr/>					
18	1	125.00	0.00	125.00	5641.00	27125.00
	2	125.00	0.00	125.00	5766.00	27250.00
	3	125.00	0.00	125.00	5891.00	27375.00
	4	125.00	0.00	125.00	6016.00	27500.00
	5	125.00	0.00	125.00	6141.00	27625.00
	6	125.00	0.00	125.00	6266.00	27750.00
	7	125.00	0.00	125.00	6391.00	27875.00
	8	125.00	0.00	125.00	6516.00	28000.00
	9	125.00	0.00	125.00	6641.00	28125.00
	10	125.00	0.00	125.00	6766.00	28250.00
	11	125.00	0.00	125.00	6891.00	28375.00

	12	125.00	0.00	125.00	7016.00	28500.00
	1	125.00	0.00	125.00	7141.00	28625.00
	2	125.00	0.00	125.00	7266.00	28750.00
	3	125.00	0.00	125.00	7391.00	28875.00
	4	125.00	0.00	125.00	7516.00	29000.00
	5	125.00	0.00	125.00	7641.00	29125.00
19	6	125.00	0.00	125.00	7766.00	29250.00
	7	125.00	0.00	125.00	7891.00	29375.00
	8	125.00	0.00	125.00	8016.00	29500.00
	9	125.00	0.00	125.00	8141.00	29625.00
	10	125.00	0.00	125.00	8266.00	29750.00
	11	125.00	0.00	125.00	8391.00	29875.00
	12	125.00	0.00	125.00	8516.00	30000.00

Anexo 8: Análisis de rentabilidad mensual de residencia tipo 4

Año	Mes	Pago sin sistema FV (S/.)	Pago con sistema FV (S/.)	Ahorro (S/.)	Ahorro acumulado (S/.)	Gasto Acumulado (S/.)
0	1	150.00	16890.00	-16740.00	-16740.00	150.00
	2	150.00	0.00	150.00	-16590.00	300.00
	3	150.00	0.00	150.00	-16440.00	450.00
	4	150.00	0.00	150.00	-16290.00	600.00
	5	150.00	0.00	150.00	-16140.00	750.00
	6	150.00	0.00	150.00	-15990.00	900.00
	7	150.00	0.00	150.00	-15840.00	1050.00
	8	150.00	0.00	150.00	-15690.00	1200.00
	9	150.00	0.00	150.00	-15540.00	1350.00
	10	150.00	0.00	150.00	-15390.00	1500.00
	11	150.00	0.00	150.00	-15240.00	1650.00
	12	150.00	0.00	150.00	-15090.00	1800.00
1	1	150.00	0.00	150.00	-14940.00	1950.00
	2	150.00	0.00	150.00	-14790.00	2100.00
	3	150.00	0.00	150.00	-14640.00	2250.00
	4	150.00	0.00	150.00	-14490.00	2400.00
	5	150.00	0.00	150.00	-14340.00	2550.00
	6	150.00	0.00	150.00	-14190.00	2700.00
	7	150.00	0.00	150.00	-14040.00	2850.00
	8	150.00	0.00	150.00	-13890.00	3000.00
	9	150.00	0.00	150.00	-13740.00	3150.00
	10	150.00	0.00	150.00	-13590.00	3300.00
	11	150.00	0.00	150.00	-13440.00	3450.00
	12	150.00	0.00	150.00	-13290.00	3600.00
2	1	150.00	0.00	150.00	-13140.00	3750.00
	2	150.00	0.00	150.00	-12990.00	3900.00
	3	150.00	0.00	150.00	-12840.00	4050.00
	4	150.00	0.00	150.00	-12690.00	4200.00
	5	150.00	0.00	150.00	-12540.00	4350.00
	6	150.00	0.00	150.00	-12390.00	4500.00
	7	150.00	0.00	150.00	-12240.00	4650.00
	8	150.00	0.00	150.00	-12090.00	4800.00
	9	150.00	0.00	150.00	-11940.00	4950.00
	10	150.00	0.00	150.00	-11790.00	5100.00
	11	150.00	0.00	150.00	-11640.00	5250.00
	12	150.00	0.00	150.00	-11490.00	5400.00
3	1	150.00	0.00	150.00	-11340.00	5550.00
	2	150.00	0.00	150.00	-11190.00	5700.00
	3	150.00	0.00	150.00	-11040.00	5850.00
	4	150.00	0.00	150.00	-10890.00	6000.00
	5	150.00	0.00	150.00	-10740.00	6150.00
	6	150.00	0.00	150.00	-10590.00	6300.00
	7	150.00	0.00	150.00	-10440.00	6450.00
	8	150.00	0.00	150.00	-10290.00	6600.00
	9	150.00	0.00	150.00	-10140.00	6750.00
	10	150.00	0.00	150.00	-9990.00	6900.00

	11	150.00	0.00	150.00	-9840.00	7050.00
	12	150.00	0.00	150.00	-9690.00	7200.00
4	1	150.00	0.00	150.00	-9540.00	7350.00
	2	150.00	0.00	150.00	-9390.00	7500.00
	3	150.00	0.00	150.00	-9240.00	7650.00
	4	150.00	0.00	150.00	-9090.00	7800.00
	5	150.00	0.00	150.00	-8940.00	7950.00
	6	150.00	0.00	150.00	-8790.00	8100.00
	7	150.00	0.00	150.00	-8640.00	8250.00
	8	150.00	0.00	150.00	-8490.00	8400.00
	9	150.00	0.00	150.00	-8340.00	8550.00
	10	150.00	0.00	150.00	-8190.00	8700.00
	11	150.00	0.00	150.00	-8040.00	8850.00
	12	150.00	0.00	150.00	-7890.00	9000.00
5	1	150.00	0.00	150.00	-7740.00	9150.00
	2	150.00	0.00	150.00	-7590.00	9300.00
	3	150.00	0.00	150.00	-7440.00	9450.00
	4	150.00	0.00	150.00	-7290.00	9600.00
	5	150.00	0.00	150.00	-7140.00	9750.00
	6	150.00	0.00	150.00	-6990.00	9900.00
	7	150.00	0.00	150.00	-6840.00	10050.00
	8	150.00	0.00	150.00	-6690.00	10200.00
	9	150.00	0.00	150.00	-6540.00	10350.00
	10	150.00	0.00	150.00	-6390.00	10500.00
	11	150.00	0.00	150.00	-6240.00	10650.00
	12	150.00	0.00	150.00	-6090.00	10800.00
6	1	150.00	0.00	150.00	-5940.00	10950.00
	2	150.00	0.00	150.00	-5790.00	11100.00
	3	150.00	0.00	150.00	-5640.00	11250.00
	4	150.00	0.00	150.00	-5490.00	11400.00
	5	150.00	0.00	150.00	-5340.00	11550.00
	6	150.00	0.00	150.00	-5190.00	11700.00
	7	150.00	0.00	150.00	-5040.00	11850.00
	8	150.00	0.00	150.00	-4890.00	12000.00
	9	150.00	0.00	150.00	-4740.00	12150.00
	10	150.00	0.00	150.00	-4590.00	12300.00
	11	150.00	0.00	150.00	-4440.00	12450.00
	12	150.00	0.00	150.00	-4290.00	12600.00
7	1	150.00	0.00	150.00	-4140.00	12750.00
	2	150.00	0.00	150.00	-3990.00	12900.00
	3	150.00	0.00	150.00	-3840.00	13050.00
	4	150.00	0.00	150.00	-3690.00	13200.00
	5	150.00	0.00	150.00	-3540.00	13350.00
	6	150.00	0.00	150.00	-3390.00	13500.00
	7	150.00	0.00	150.00	-3240.00	13650.00
	8	150.00	0.00	150.00	-3090.00	13800.00
	9	150.00	0.00	150.00	-2940.00	13950.00
	10	150.00	0.00	150.00	-2790.00	14100.00
	11	150.00	0.00	150.00	-2640.00	14250.00

	12	150.00	0.00	150.00	-2490.00	14400.00
8	1	150.00	0.00	150.00	-2340.00	14550.00
	2	150.00	0.00	150.00	-2190.00	14700.00
	3	150.00	0.00	150.00	-2040.00	14850.00
	4	150.00	0.00	150.00	-1890.00	15000.00
	5	150.00	0.00	150.00	-1740.00	15150.00
	6	150.00	0.00	150.00	-1590.00	15300.00
	7	150.00	0.00	150.00	-1440.00	15450.00
	8	150.00	0.00	150.00	-1290.00	15600.00
	9	150.00	0.00	150.00	-1140.00	15750.00
	10	150.00	0.00	150.00	-990.00	15900.00
	11	150.00	0.00	150.00	-840.00	16050.00
	12	150.00	0.00	150.00	-690.00	16200.00
9	1	150.00	0.00	150.00	-540.00	16350.00
	2	150.00	0.00	150.00	-390.00	16500.00
	3	150.00	0.00	150.00	-240.00	16650.00
	4	150.00	0.00	150.00	-90.00	16800.00
	5	150.00	0.00	150.00	60.00	16950.00
	6	150.00	0.00	150.00	210.00	17100.00
	7	150.00	0.00	150.00	360.00	17250.00
	8	150.00	0.00	150.00	510.00	17400.00
	9	150.00	0.00	150.00	660.00	17550.00
	10	150.00	0.00	150.00	810.00	17700.00
	11	150.00	0.00	150.00	960.00	17850.00
	12	150.00	0.00	150.00	1110.00	18000.00
10	1	150.00	7665.00	-7515.00	-6405.00	18150.00
	2	150.00	0.00	150.00	-6255.00	18300.00
	3	150.00	0.00	150.00	-6105.00	18450.00
	4	150.00	0.00	150.00	-5955.00	18600.00
	5	150.00	0.00	150.00	-5805.00	18750.00
	6	150.00	0.00	150.00	-5655.00	18900.00
	7	150.00	0.00	150.00	-5505.00	19050.00
	8	150.00	0.00	150.00	-5355.00	19200.00
	9	150.00	0.00	150.00	-5205.00	19350.00
	10	150.00	0.00	150.00	-5055.00	19500.00
	11	150.00	0.00	150.00	-4905.00	19650.00
	12	150.00	0.00	150.00	-4755.00	19800.00
11	1	150.00	0.00	150.00	-4605.00	19950.00
	2	150.00	0.00	150.00	-4455.00	20100.00
	3	150.00	0.00	150.00	-4305.00	20250.00
	4	150.00	0.00	150.00	-4155.00	20400.00
	5	150.00	0.00	150.00	-4005.00	20550.00
	6	150.00	0.00	150.00	-3855.00	20700.00
	7	150.00	0.00	150.00	-3705.00	20850.00
	8	150.00	0.00	150.00	-3555.00	21000.00
	9	150.00	0.00	150.00	-3405.00	21150.00
	10	150.00	0.00	150.00	-3255.00	21300.00
	11	150.00	0.00	150.00	-3105.00	21450.00
	12	150.00	0.00	150.00	-2955.00	21600.00

12	1	150.00	0.00	150.00	-2805.00	21750.00
	2	150.00	0.00	150.00	-2655.00	21900.00
	3	150.00	0.00	150.00	-2505.00	22050.00
	4	150.00	0.00	150.00	-2355.00	22200.00
	5	150.00	0.00	150.00	-2205.00	22350.00
	6	150.00	0.00	150.00	-2055.00	22500.00
	7	150.00	0.00	150.00	-1905.00	22650.00
	8	150.00	0.00	150.00	-1755.00	22800.00
	9	150.00	0.00	150.00	-1605.00	22950.00
	10	150.00	0.00	150.00	-1455.00	23100.00
	11	150.00	0.00	150.00	-1305.00	23250.00
	12	150.00	0.00	150.00	-1155.00	23400.00
13	1	150.00	0.00	150.00	-1005.00	23550.00
	2	150.00	0.00	150.00	-855.00	23700.00
	3	150.00	0.00	150.00	-705.00	23850.00
	4	150.00	0.00	150.00	-555.00	24000.00
	5	150.00	0.00	150.00	-405.00	24150.00
	6	150.00	0.00	150.00	-255.00	24300.00
	7	150.00	0.00	150.00	-105.00	24450.00
	8	150.00	0.00	150.00	45.00	24600.00
	9	150.00	0.00	150.00	195.00	24750.00
	10	150.00	0.00	150.00	345.00	24900.00
	11	150.00	0.00	150.00	495.00	25050.00
	12	150.00	0.00	150.00	645.00	25200.00
14	1	150.00	0.00	150.00	795.00	25350.00
	2	150.00	0.00	150.00	945.00	25500.00
	3	150.00	0.00	150.00	1095.00	25650.00
	4	150.00	0.00	150.00	1245.00	25800.00
	5	150.00	0.00	150.00	1395.00	25950.00
	6	150.00	0.00	150.00	1545.00	26100.00
	7	150.00	0.00	150.00	1695.00	26250.00
	8	150.00	0.00	150.00	1845.00	26400.00
	9	150.00	0.00	150.00	1995.00	26550.00
	10	150.00	0.00	150.00	2145.00	26700.00
	11	150.00	0.00	150.00	2295.00	26850.00
	12	150.00	0.00	150.00	2445.00	27000.00
15	1	150.00	0.00	150.00	2595.00	27150.00
	2	150.00	0.00	150.00	2745.00	27300.00
	3	150.00	0.00	150.00	2895.00	27450.00
	4	150.00	0.00	150.00	3045.00	27600.00
	5	150.00	0.00	150.00	3195.00	27750.00
	6	150.00	0.00	150.00	3345.00	27900.00
	7	150.00	0.00	150.00	3495.00	28050.00
	8	150.00	0.00	150.00	3645.00	28200.00
	9	150.00	0.00	150.00	3795.00	28350.00
	10	150.00	0.00	150.00	3945.00	28500.00
	11	150.00	0.00	150.00	4095.00	28650.00
	12	150.00	0.00	150.00	4245.00	28800.00
	1	150.00	0.00	150.00	4395.00	28950.00

16	2	150.00	0.00	150.00	4545.00	29100.00
	3	150.00	0.00	150.00	4695.00	29250.00
	4	150.00	0.00	150.00	4845.00	29400.00
	5	150.00	0.00	150.00	4995.00	29550.00
	6	150.00	0.00	150.00	5145.00	29700.00
	7	150.00	0.00	150.00	5295.00	29850.00
	8	150.00	0.00	150.00	5445.00	30000.00
	9	150.00	0.00	150.00	5595.00	30150.00
	10	150.00	0.00	150.00	5745.00	30300.00
	11	150.00	0.00	150.00	5895.00	30450.00
	12	150.00	0.00	150.00	6045.00	30600.00
	<hr/>					
17	1	150.00	0.00	150.00	6195.00	30750.00
	2	150.00	0.00	150.00	6345.00	30900.00
	3	150.00	0.00	150.00	6495.00	31050.00
	4	150.00	0.00	150.00	6645.00	31200.00
	5	150.00	0.00	150.00	6795.00	31350.00
	6	150.00	0.00	150.00	6945.00	31500.00
	7	150.00	0.00	150.00	7095.00	31650.00
	8	150.00	0.00	150.00	7245.00	31800.00
	9	150.00	0.00	150.00	7395.00	31950.00
	10	150.00	0.00	150.00	7545.00	32100.00
	11	150.00	0.00	150.00	7695.00	32250.00
	12	150.00	0.00	150.00	7845.00	32400.00
	<hr/>					
18	1	150.00	0.00	150.00	7995.00	32550.00
	2	150.00	0.00	150.00	8145.00	32700.00
	3	150.00	0.00	150.00	8295.00	32850.00
	4	150.00	0.00	150.00	8445.00	33000.00
	5	150.00	0.00	150.00	8595.00	33150.00
	6	150.00	0.00	150.00	8745.00	33300.00
	7	150.00	0.00	150.00	8895.00	33450.00
	8	150.00	0.00	150.00	9045.00	33600.00
	9	150.00	0.00	150.00	9195.00	33750.00
	10	150.00	0.00	150.00	9345.00	33900.00
	11	150.00	0.00	150.00	9495.00	34050.00
	12	150.00	0.00	150.00	9645.00	34200.00
	<hr/>					
19	1	150.00	0.00	150.00	9795.00	34350.00
	2	150.00	0.00	150.00	9945.00	34500.00
	3	150.00	0.00	150.00	10095.00	34650.00
	4	150.00	0.00	150.00	10245.00	34800.00
	5	150.00	0.00	150.00	10395.00	34950.00
	6	150.00	0.00	150.00	10545.00	35100.00
	7	150.00	0.00	150.00	10695.00	35250.00
	8	150.00	0.00	150.00	10845.00	35400.00
	9	150.00	0.00	150.00	10995.00	35550.00
	10	150.00	0.00	150.00	11145.00	35700.00
	11	150.00	0.00	150.00	11295.00	35850.00
	12	150.00	0.00	150.00	11445.00	36000.00
	<hr/>					

Anexo 9: Pdf de panel solar EOS POLY 330-350W



EOS POLY by Eco Green Energy 330-350W

156.75 mm Cell - 72 cells

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

KEY FEATURES



PERC Cells Technology



Lower LCOE and BOS



Anti PID/ Low LID protection



Less Hot Spot Shading effects



Lower temperature coefficient

72-Cell

POLYCRYSTALLINE MODULE

18.04%

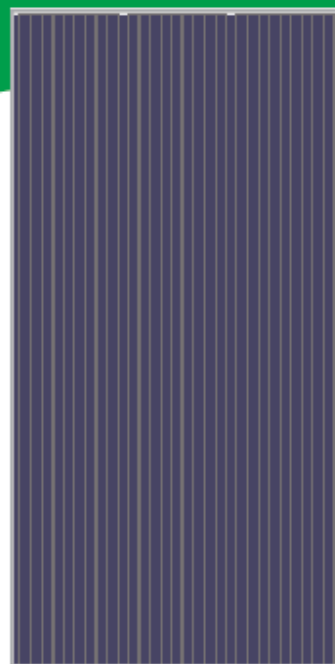
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

GRADE A

CELLS GUARANTEED

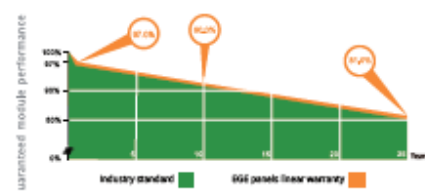


French Quality Module



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

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



Eco Green Energy Group Ltd. 2018. All rights reserved.
Add: 299 Xing Cheng Road, Chang Chuan District, Nantong, Jiangsu, China
Tel: +86 513 66690388 / E-mail: info@eco-greenenergy.com

COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/ IEC 61730 / IEC 62804 / UL 61730
ISO 9001 : Quality Management Systems



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



EOS POLY by Eco Green Energy

EGE-330/350W-72M

ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	330 W	335 W	340 W	345 W	350 W
Power tolerance	0→+5 W	0→+5 W	0→+5 W	0→+5 W	0→+5 W
Module efficiency	17.01 %	17.27 %	17.52 %	17.78 %	18.04 %
Maximum power voltage (Vmp)	37.93 V	38.15 V	38.42 V	38.68 V	38.93 V
Maximum power current (Imp)	8.70 A	8.78 A	8.85 A	8.92 A	8.99 A
Open circuit voltage (Voc)	46.11 V	46.32 V	46.58 V	46.85 V	47.12 V
Short circuit current (Isc)	9.10 A	9.16 A	9.23 A	9.31 A	9.38 A

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

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	244.13 W	247.83 W	251.53 W	255.23 W	258.92 W
Maximum power voltage (Vmp)	35.03 V	35.23 V	35.48 V	35.72 V	35.96 V
Maximum power current (Imp)	6.96 A	7.02 A	7.08 A	7.14 A	7.19 A
Open circuit voltage (Voc)	42.80 V	43.00 V	43.24 V	43.49 V	43.74 V
Short circuit current (Isc)	7.39 A	7.44 A	7.49 A	7.56 A	7.61 A

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

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Polycrystalline (156.75x156.75mm)
Number of cells	72
Dimensions	1956x992x40mm
Weight	22.8 kg
Glass	3.2 mm tempered glass, High transmission (>94%), Anti-Reflective Coating
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4mm ² , 900mm (+) 900mm (-); Length can be customized
Connector	MC4 or MC4 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45 °C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.396%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.31%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.06%/°C

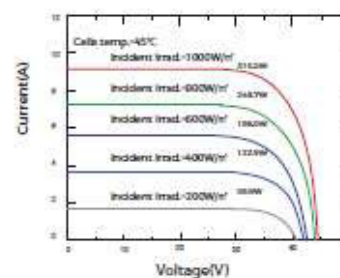
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-45 °C → +85 °C
Maximum system voltage	1500V/DC(IEC) 1500V/DC(UL)
Max series fuse rating	25 A

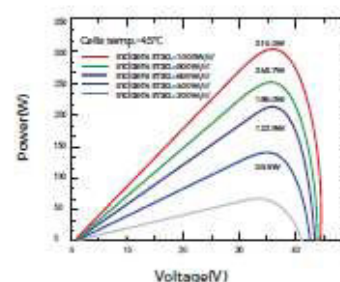
PACKAGING (1956x992x40mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	27 pcs	650 kg
40ft HQ Container	720 pcs	17.3 t

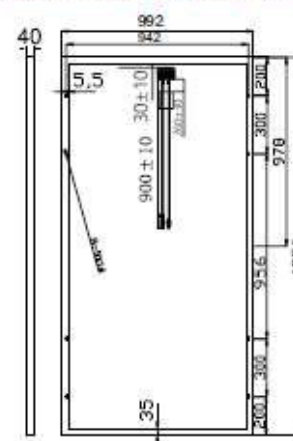
PV MODULE : EGE-350W-72M



PV MODULE : EGE-350W-72M




Dimension of PV Module (mm)




Anexo 10: Pdf de batería Ultracell UCG230-12

UCG230-12
 12V 230AH
 Deep Cycle



UCG230-12



Physical Specification

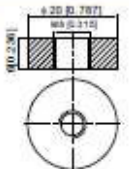
Part Number	UCG230-12
Length	522 ± 2 mm
Width	240 ± 2 mm
Container Height	218 ± 2 mm
Total Height (with terminal)	224 ± 2 mm
Approx Weight	61 kg

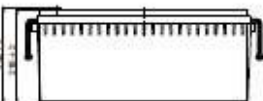
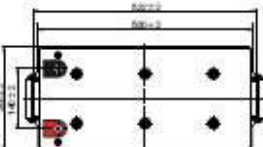

Specifications

	Nominal Voltage	12V
	Nominal Capacity 100HR)	230.0AH
Terminal Type	Standard Terminal	F11
	Optional Terminal	-
Container Material	Standard Option	ABS
	Flame Retardant Option (FR)	ABS(UL94:VO)
Rated Capacity	20hr, 1.80V/cell, 25°C	208.0 AH/10.0A
	10hr, 1.75V/cell, 25°C	200.0 AH/18.6A
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	160.0 AH/32.0A
	1hr, 1.70V/cell, 25°C	110.0 AH/110.0A
Max Discharge Current	1800A (5s)	
Internal Resistance	3.24mΩ	
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -20 ~ 60°C Charge: 0 ~ 50°C Storage: -20 ~ 50°C
	Nominal Operating Temp. Range	25 ± 3°C
	Cycle Use	Initial Charging Current less than -A.Voltage 14.4V ~ 15.0V Temp. Coefficient -30mV/°C
	Standby Use	No limit on Initial Charging Current Voltage 13.5V ~ 13.8V Temp. Coefficient -20mV/°C
	Capacity affect by Temperature	40°C 103%
		25°C 100%
		0°C 86%
Design Floating Life at 20°C	15 Years	
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 9 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

Dimensions

F11 Terminal



UCG230-12

12V 230AH

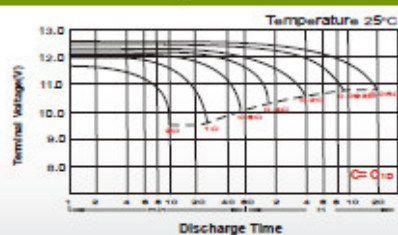
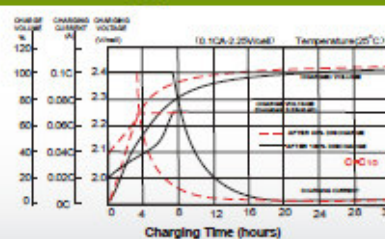
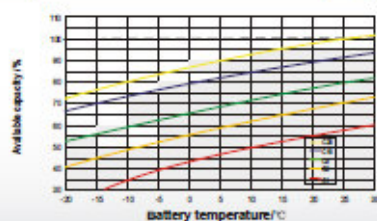
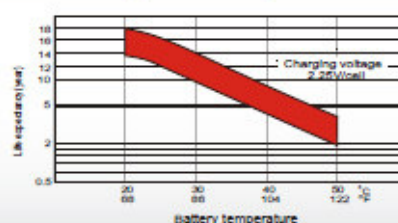
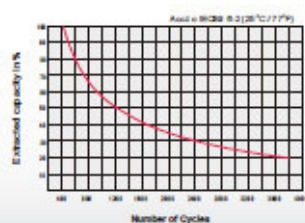
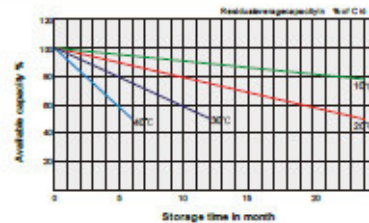
Deep Cycle

Ultracell®
 Quality in Every Language
Constant Current Discharge (Amperes) at 20°C

F.V/Time	20 min	30 min	45 min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	20h
1.85V/cell	169.2	132.8	101.3	84.8	53.8	41.0	34.0	29.3	25.3	22.4	20.2	18.5	17.5	9.60
1.80V/cell	193.8	148.4	111.7	93.6	58.2	43.9	36.0	30.8	26.6	23.5	21.2	19.4	18.2	10.0
1.75V/cell	217.8	163.2	120.8	100.2	61.7	46.4	37.7	32.0	27.5	24.3	21.9	20.0	18.6	10.2
1.70V/cell	234.6	174.8	128.3	106.0	65.4	48.3	39.0	33.0	28.5	25.1	22.5	20.5	19.0	10.3
1.67V/cell	244.2	181.6	132.8	110.0	67.1	49.9	39.9	33.7	28.9	25.5	22.9	20.8	19.3	10.4
1.60V/cell	264.6	194.4	142.7	116.8	69.8	51.9	41.4	34.7	29.6	26.0	23.3	21.2	19.6	10.6

Constant Power Discharge (Watts) at 20°C

F.V/Time	20 min	30 min	45 min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	20h
1.85V/cell	323.8	255.9	196.5	165.1	105.1	80.3	66.8	57.9	50.1	44.5	40.2	36.8	34.8	19.2
1.80V/cell	366.1	283.3	215.1	181.3	113.3	85.8	70.5	60.6	52.4	46.4	42.0	38.6	36.3	19.9
1.75V/cell	406.9	308.7	230.8	193.1	119.6	90.4	73.6	62.7	54.1	47.9	43.3	39.7	37.0	20.3
1.70V/cell	433.5	327.8	243.3	203.1	126.2	93.9	75.9	64.5	55.9	49.4	44.5	40.7	37.8	20.5
1.67V/cell	446.2	337.0	250.2	209.6	128.8	96.4	77.5	65.7	56.7	50.0	45.1	41.1	38.2	20.7
1.60V/cell	478.1	357.3	266.8	221.3	133.4	99.8	80.2	67.5	57.8	51.0	45.8	42.0	38.9	21.0

Discharge Characteristics**Charging Characteristics****Temperature Effects in Relation to Battery Capacity****Effect of Temperature on Long Term Float Life****Cycle Life in Relation to Depth of Discharge****General Relation of Capacity VS. Storage Time**

Anexo 11: Pdf de batería Ultracell UZS600-6


UZS600-6

6V 600AH

Ultracell®

'Quality in Every Language'

UZS600-6



Physical Specification


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

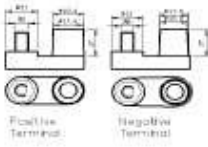
Specifications

	Nominal Voltage	6V
	Nominal Capacity (120HR)	600AH
Terminal Type	Standard Terminal	F22
Container Material	Standard Option	ABS
Rated Capacity	120hr, 1.80V/cell, 25°C	600.0 AH/ 5.00A
	100hr, 1.80V/cell, 25°C	550.0 AH/ 5.50A
	10hr, 1.80V/cell, 25°C	360.0 AH/ 36.0A
	5hr, 1.75V/cell, 25°C	324.0 AH/ 64.8A
	1hr, 1.60V/cell, 25°C	202.0 AH/ 202A
Max Discharge Current	1300A (5s)	
Internal Resistance	Approx 2.5mΩ	
Discharge Characteristics	Operating Temp. Range	Discharge: -15°C~50°C(5°F~122°F)
		Charge: -10°C~50°C(14°F~122°F)
		Storage: -20°C~50°C(-4°F~122°F)
	Nominal Operating Temp. Range	25±3°C
	Float Charging Voltage (25°C)	6.60 ~ 6.72V at 25°C Temp. Coefficient -18mV/°C
	Cycle Charging Voltage (25°C)	7.05 ~ 7.20V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C
	Capacity affect by Temperature (10HR)	40°C 102%
		25°C 100%
		0°C 85%
		-15°C 65%
Design Floating Life at 20°C	20 Years	
Self Discharge	Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.	

Dimensions

■ F22 Terminal





Positive Terminal Negative Terminal

UZH600-6

6V 600AH

Ultracell®

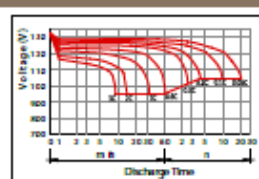
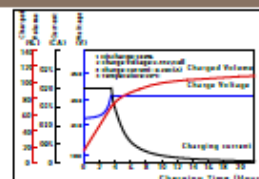
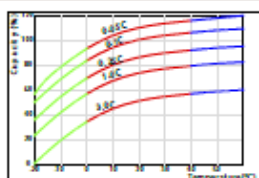
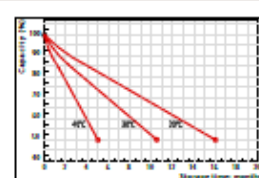
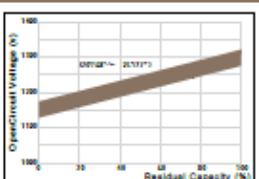
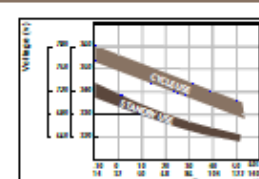
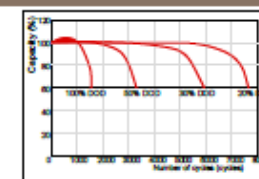
"Quality in Every Language"

Constant Current Discharge (Amperes) at 25°C

F.V/TIME	30min	60min	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h	24h	48h	100h	120h
1.60V	328	202	128	94.7	79.1	66.6	56.6	43.3	36.6	19.8	17.2	9.12	5.64	5.11
1.65V	321	199	127	94.1	78.7	66.2	56.2	43.0	36.6	19.8	17.2	9.10	5.61	5.10
1.70V	311	194	126	92.8	77.6	65.3	55.5	42.4	36.5	19.7	17.1	9.06	5.60	5.07
1.75V	304	190	124	92.2	77.0	64.8	55.1	42.1	36.3	19.6	17.0	9.03	5.56	5.04
1.80V	293	184	121	89.4	74.7	62.9	53.4	40.9	36.0	19.4	16.9	8.86	5.50	5.00

Constant Power Discharge (Watts) at 25°C

F.V/TIME	30min	60min	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h	24h	48h	100h	120h
1.60V	647	404	247	186	155	131	111	85.7	72.9	39.6	247	18.4	11.6	10.5
1.65V	634	398	245	184	154	130	111	85.2	72.8	39.5	245	18.4	11.5	10.5
1.70V	614	388	243	182	152	129	109	84.0	72.6	39.4	243	18.3	11.5	10.4
1.75V	599	380	240	181	151	128	109	83.4	72.1	39.2	240	18.2	11.4	10.3
1.80V	577	369	233	175	146	124	105	80.9	71.6	38.9	233	17.8	11.1	10.0

Discharge Characteristics**Float Charging Characteristics****Effect of Temperature on Capacity****Self Discharge Characteristics****Relationship for Open Circuit Voltage & Residual Capacity****Relationship for Charging Voltage & Temperature****Floating Life on Temperature****Cycle Life on D.O.D**

Anexo 12: Pdf de regulador de carga MPPT SR-MC

REGULADOR DE CARGA MPPT SR-MC

12/24V
20/30/40/50A

Características



Un algoritmo integrado de seguimiento de máxima potencia (MPPT) conduce a una mejora significativa de la eficiencia de utilización de la energía del sistema y una eficiencia de carga un 30% superior a la del método PWM. Una variedad de algoritmos de seguimiento se combinan para localizar rápidamente el mejor punto de operación de la curva I-V.



Protección electrónica integral: protección de polaridad inversa de la batería, protección de polaridad inversa de paneles, protección de cortocircuito de paneles, protección de sobrecarga de carga.



Admite el protocolo estándar Modbus para satisfacer las necesidades de comunicación en una variedad de entornos y ocasiones.



La eficiencia de seguimiento MPPT es del 99.9% y la eficiencia de conversión de energía del circuito es del 98%. La máxima eficiencia garantiza que no se desperdicia energía.



El módulo de monitorización de temperatura incorporado permite la carga a través de la reducción sin necesidad de un ventilador, lo que garantiza un funcionamiento estable en ambientes de temperaturas extremas.



Admite una variedad de baterías de plomo-ácido y baterías de litio, y los usuarios pueden especificar los parámetros de carga según sus necesidades.



Accesorios

Pantalla LCD, BT-2 módulo Bluetooth, cable para PC, sensor de temperatura BTS.



Especificaciones técnicas

Parámetro	Valor			
Modelo	SR-MC2420	SR-MC2430	SR-MC2440	SR-MC2450
Voltaje del sistema	12V/24V			
Corriente de carga máx.	20A	30A	40A	50A
Potencia paneles solares (batería 12V)	260W	400W	520W	660W
Potencia paneles solares (batería 24V)	520W	800W	1040W	1320W
Voltaje panel en circuito abierto	100V			
Consumo en reposo	10mA			
Tipos de baterías admitidas	AGM/Sellada, GEL, Plomo-ácido abierta, Litio, Definido por el usuario			
Carga de ecualización	14.6V/29.2V (Ajustable)			
Carga boost	14.4V/28.8V (Ajustable)			
Carga en flotación	13.8V/27.6V (Ajustable)			
Compensación de temperatura	-3mV/°C/2V			
Rango de temperatura de operación	-35°C ~ 60°C			
Eficiencia de conversión	95%, sin condensación			
Diámetro del cable de paneles	5mm ² /10AWG	8mm ² /8AWG	10mm ² /7AWG	12mm ² /6AWG
Diámetro del cable de la batería	5mm ² /10AWG	8mm ² /8AWG	10mm ² /7AWG	12mm ² /6AWG

Anexo 13: Pdf de inversor Victron Energy 250VA-1200VA



Inversores Phoenix

250VA – 1200VA 230V y 120V, 50Hz o 60Hz

www.victronenergy.com



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct



Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, macbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

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

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del 'Filax' es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

Disponible con tres tomas de corriente distintas



Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont. a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		https://www.victronenergy.com/literature-direct-phoenix-inverters-dynamic-cutoff				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficacia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reinicios: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95%				
CARCASA						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10mm² / AWG8	10mm² / AWG8	10mm² / AWG8	25/10/10mm² / AWGA/B/B	35/25/25 mm² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4,1 x 8,5 x 12,1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		SI				
Conmutador de transferencia automático		Flux				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						



Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un rilo de señalización remota



Monitor de baterías BMV

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

Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart
(Debe pedirse por separado)

Anexo 14: Pdf de inversor Victron Energy 800VA-5KVA



Inversor/cargador MultiPlus

800VA - 5kVA compatibles con baterías de Lítio-Ion

www.victronenergy.com



MultiPlus
24/3000/70



MultiPlus Compact
12/2000/80

Dos salidas CA
La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El MultiPlus se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida solo está activa cuando una de las entradas del MultiPlus tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo (segunda salida disponible en modelos con una capacidad nominal de 3kVA o más).

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo
Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000/120, por ejemplo, darán una potencia de salida de 25 kW/30 kVA y una capacidad de carga de 720 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico
Además de la conexión en paralelo, se pueden configurar tres unidades del mismo modelo para una salida trifásica. Pero eso no es todo: se pueden conectar en paralelo hasta 6 juegos de tres unidades que proporcionarán una potencia de salida de 75 kW / 90 kVA y más de 2000 amperios de capacidad de carga.

PowerControl – Potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red
El MultiPlus es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (casi 10 A por cada Multi de 5kVA a 230 VCA). En el Panel Multi Control puede establecerse una corriente máxima proveniente del generador o del pantalán. El MultiPlus tendrá se hará cargo de otras cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga, evitando así sobrecargar el generador o la toma de puerto.

PowerAssist – Aumento de la capacidad eléctrica de la toma de puerto o del generador
Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión. Permite que el MultiPlus complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el MultiPlus compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón
El MultiPlus puede utilizarse en sistemas PV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.
Hay disponible software de detección de falta de suministro.

Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

Seguimiento y control in situ
Hay varias opciones disponibles: Battery Monitor, Multi Control Panel, Ve.Net Blue Power panel, Color Control panel, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

Seguimiento y control a distancia
Victron Ethernet Remote, Venus GX y el Color Control Panel.
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

Configuración a distancia
Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con un panel Color Control si está conectado a Ethernet.



Panel Color Control con una aplicación FV

MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/ 800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/35	24/5000/120 48/5000/70
PowerControl		SI	SI	SI	SI	SI	SI
PowerAssist		SI	SI	SI	SI	SI	SI
Conmutador de transferencia (A)		16	16	16	30	16 ó 50	100
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V						
Salida	Tensión de salida: 230 VAC ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)						
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (2)	800	1200	1600	2000	3000	5000	
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	700	1000	1300	1600	2400	4000	
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	650	900	1200	1400	2200	3700	
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	400	600	800	1000	1700	3000	
Pico de potencia (W)	1600	2400	3000	4000	6000	10.000	
Eficiencia máxima (%)	92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	94 / 95	
Consumo en vacío (W)	8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35	
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30	
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15	
CARGADOR							
Entrada CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1						
Tensión de carga de "absorción" (V CC)	14,4 / 28,8 / 57,6						
Tensión de carga de "flotación" (V CC)	13,8 / 27,6 / 55,2						
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4 / 52,8						
Corriente de carga batería auxiliar (A) (4)	35 / 16	50 / 25	70 / 40	80 / 50	120 / 70 / 35	120 / 70	
Corriente de carga de la batería de arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)						
Sensor de temperatura de la batería	SI						
GENERAL							
Salida auxiliar (5)	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	SI (16A)	SI (25A)	
Relé programable (6)	SI						
Protección (3)	a – g						
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema						
Puerto de comunicaciones de uso general	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	SI	SI	
On/Off remoto	SI						
Características comunes	Rango de temp. de trabajo: -40 a + 65°C (refrigerado por aire) Humedad (sin condensación): máx 95%						
CARCASA							
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Categoría de protección: IP 21						
Conexión de la batería	Cables de batería de 1,5 metros			Pernos M8	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)		
Conexión 230 V CA	Conector G-ST18			Abrazadera de resorte	Bornes de tornillo de 13 mm ⁶ (6 AWG)		
Peso (kg)	10	10	10	12	18	30	
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110			570x255x125	362x258x218	444x328x240	
ESTÁNDARES							
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, IEC 62109-1						
Emissiones / Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3						
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4						
Anti-Isa	Visita nuestra página web						

1) Puede ajustarse a 60 Hz/120 V 60 Hz si se solicita

2) Clases de protección

a) cortocircuito de salida

b) sobrecarga

c) tensión de la batería demasiado alta

d) tensión de la batería demasiado baja

e) temperatura demasiado alta

f) 230 VCA en la salida del inversor

g) regulación de la tensión de entrada demasiado alta

3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1

4) A 25 °C de temperatura ambiente

5) Se desmonta si no hay fuente CA externa disponible

6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, en alarma general, subtensión CC o señal de arranque/parada del generador

Capacidad nominal CA 230V/4A

Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC

1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita

2) Clases de protección

a) cortocircuito de salida

b) sobrecarga

c) tensión de la batería demasiado alta

d) tensión de la batería demasiado baja

e) temperatura demasiado alta

f) temperatura demasiado alta

g) 230 VCA en la salida del inversor

h) oscilación de la tensión de entrada demasiado alta

3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1

4) A 25 °C de temperatura ambiente

5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible

6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, en alarma general,

subtensión CC o señal de arranque/parada del generador

Capacidad nominal CA 230V/1A

Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC



Panel Digital Multi Control
Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Panel Blue Power
Se conecta a un Multi o a un Quattro y a todos los dispositivos VE.Net, en particular al controlador de baterías VE.Net. Representación gráfica de corrientes y tensiones.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador
Hay varias interfaces disponibles:



Color Control GX
Proporciona monitorización o control, de forma local o remota, en [Panel VSM](#).



Interfaz MKS-USB VE.Bus a USB
Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VE.Configura2](#))



Interfaz VE.Bus a NMEA 2000
Liga o dispositivos a una red electrónica marina NMEA2000. Consulte a [guía de integración NMEA2000 a VE31](#)



Monitor de baterías BMV-700

El monitor de baterías BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar con exactitud el estado de la carga de la batería. El BMV-700 muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

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