



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **TESIS** cuyo título es:

"MEJORA DE LA EFICIENCIA EN LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO APLICADO A VIVIENDAS RURALES DE LA LOCALIDAD DE YURACCANCHA ANEXO DE HUACCUAS"

Presentado por:

LARA JAYO FERNANDO COSME

De la **MAESTRÍA EN INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA** mención **ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE**.

Que, se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Escuela de Posgrado de la UNICA, el informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 2%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate. En Ica 15 de marzo de 2025.

Atentamente

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
ESCUELA DE POSGRADO



Dr. MARIO GUSTAVO REYES MEJÍA
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
MENCION: ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE



TESIS:

Mejora de la eficiencia en la generación de energía eléctrica de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas

Línea de Investigación:

Sociedad, Desarrollo Sostenible, Políticas Públicas y Ambientales.

PRESENTADO POR:

Bach. FERNANDO COSME LARA JAYO

GRADO ACADEMICO A OBTENER: MAESTRO

ASESOR:

Dr. LUIS ALBERTO MAGALLANES RONCEROS

Ica - Perú

2026

“UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
MAESTRIA ENERGIA Y MEDIO AMBIENTE

"Mejora de la eficiencia en la generación de energía eléctrica de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas"

Autor:

ING. FERNANDO COSME LARA JAYO

Asesor:

Dr. LUIS ALBERTO MAGALLANES RONCEROS

Lugar e institución donde se desarrolla la investigación:

Yuraccancha anexo de Huaccuas.

Duración de la investigación:

Marzo 2024- Junio 2024

DEDICATORIA

Esta dedicatoria va dirigida a Dios y a mi familia por acompañarme durante mi formación profesional.

AGRADECIMINETOS

Gracias a mi familia por creer en mí, por apoyarme en cada paso, decisión y proyecto.

ÍNDICE.

I	INTRODUCCIÓN.....	14
1.1	Descripción de la realidad problemática (generales y específicos)	14
1.2	Formulación del problema.....	14
1.3	Objetivos (específicos y generales).....	15
1.4	Antecedente.....	15
1.4.1	Antecedentes Internacionales.	15
1.4.2	Antecedentes Nacionales.....	18
1.5	Bases Teórica	24
1.5.1	Sistemas Fotovoltaicos	24
1.6	Diseño e Implementación Experimental	27
1.6.1	MODULO I: Sistema Fotovoltaico.....	27
1.6.2	MODULO II: Vivienda.....	31
1.6.3	MODULO III: Cargas Eléctricas.....	34
1.6.4	MODULO IV: Sistema de Monitoreo y Control de cargas	36
1.6.5	Procedimiento Experimental.....	38
II	ESTRATEGIA METODOLÓGICA	43
2.1	Hipótesis (general y específica).....	43
2.2	Operacionalización de variables (Definición Conceptual, operacionalización, Dimensiones, indicadores, índices/items, método y técnica).....	43
2.3	Tipo, nivel y diseño de la investigación.....	43
2.3.1	Tipo de Investigación	43
2.4	Diseño Metodológico.....	44
2.5	Nivel de investigación.....	44
2.6	Población y muestra.....	44
2.7	Lugar de Estudio.....	44

2.8	Técnicas e instrumentación para la recolección de la indagación	44
III	RESULTADOS	45
3.1	Producción y consumo energético por mes	45
3.1.1	Mes de marzo	45
3.1.2	Mes de abril	50
3.1.3	Mes de mayo	58
6.2	Evaluación Económica.....	66
6.3	Mejora técnica	72
6.3.1	Almacenamiento de energía	72
6.4	Análisis de la inversión	72
6.4.1	Análisis económico sin batería	74
6.4.2	Análisis económico con batería	77
IV	CONCLUSIONES	81
V	RECOMENDACIONES.....	82
VI	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS	83
VII	ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Especificaciones técnicas de los paneles solares según el fabricante.....	28
Tabla 2. Especificaciones técnicas del temporizador digital.....	36
Tabla 3. Cálculo de la producción mensual	73
Tabla 4. Cálculo del VAN y TIR caso 1 (eficiencia constante).....	76
Tabla 5. Cálculo del VAN y TIR caso 1 (reducción de eficiencia).....	77
Tabla 6. Cálculo del VAN y TIR caso 2 (eficiencia constante).....	79
Tabla 7. Cálculo del VAN y TIR caso 2 (reducción de eficiencia).....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema general del modelo experimental	27
Figura 3. Fotografía de la ubicación de los paneles fotovoltaicos.....	28
Figura 4. Especificaciones técnicas del inversor según el fabricante	29
Figura 5. Fotografía del inversor Fronius.....	30
Figura 6. Fotografía del tablero de control.....	30
Figura 7. Vista frontal de la vivienda.....	31
Figura 8. Vista en isométrico de la vivienda.....	31
Figura 9. Vista superior de la vivienda.....	32
Figura 10. Vista frontal de la vivienda.....	33
Figura 11. Vista superior de la vivienda.....	33
Figura 12. Vista lateral de la vivienda	33
Figura 13. Vista superior de la vivienda amoblada.....	34
Figura 14. Lista de artefactos	34
Figura 15. Población de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas que posee artefactos eléctricos.	35
Figura 16. Población de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas que no tienen artefactos	36
Figura 17. Temporizador Digital	37
Figura 18. Software SOLAR WEB	37
Figura 19. Programación de encendido/apagado de la tv y blu-ray.....	38
Figura 20. Programación de encendido/apagado del Ventilador y Radio	38
Figura 21. Programación de encendido/apagado de la Lavadora y Plancha.....	39
Figura 22. Programación de encendido/apagado de la Refrigeradora y Calefactor.....	39
Figura 23. Programación de encendido/apagado de la Licuadora	40
Figura 24. Incertezas de medición.....	42
Figura 25. Variación de la producción el 15 de marzo del 2024.....	46

Figura 26. Variación del consumo el 15 de marzo del 2024.....	46
Figura 27. Variación de la producción el 16 de marzo del 2024.....	47
Figura 28. Figura 1. Variación del consumo el 16 de marzo del 2024.....	48
Figura 29. Figura 1. Variación de la producción en el mes de marzo.....	48
Figura 30. Producción total de energía solar en el mes de marzo	49
Figura 31. Variación del consumo en el mes de marzo	49
Figura 32. Consumo total de energía en el mes de marzo.....	50
Figura 33. Variación de la producción el 3 de abril del 2024.....	50
Figura 34. Variación del consumo el 3 de abril del 2024.....	51
Figura 35. Variación de la producción el 4 de abril del 2024.....	52
Figura 36. Variación del consumo el 4 de abril del 2024.....	52
Figura 37. Variación de la producción el 17 de abril del 2024.....	53
Figura 38. Variación del consumo el 17 de abril del 2024.....	54
Figura 39. Variación de la producción el 18 de abril del 2024.....	55
Figura 40. Variación del consumo el 18 de abril del 2024.....	55
Figura 41. Variación de la producción en el mes de abril.....	56
Figura 42. Producción total de energía solar en el mes de abril.....	56
Figura 43. Variación del consumo en el mes de abril.....	57
Figura 44. Consumo total de energía en el mes de abril.....	58
Figura 45. Variación de la producción el 3 de mayo del 2024	59
Figura 46. Variación del consumo el 3 de mayo del 2020.....	59
Figura 47. Variación de la producción el 4 de mayo del 2024.....	60
Figura 48. Variación del consumo el 4 de mayo del 2024.....	61
Figura 49. Variación de la producción el 26 de mayo del 2024.....	61
Figura 50. Variación del consumo el 26 de mayo del 2024.....	62
Figura 51. Variación de la producción el 30 de mayo del 2024.....	63
Figura 52. Variación del consumo el 30 de mayo del 2024.....	63
Figura 53. Variación de la producción en el mes de mayo.....	64

Figura 54. Producción total de energía solar en el mes de mayo.....	64
Figura 55. Variación del consumo en el mes de mayo.....	65
Figura 56. Consumo total de energía en el mes de mayo.....	65
Figura 57. Rendimiento del mes de marzo	66
Figura 58. Gastos del mes de marzo.....	67
Figura 59. Análisis económico del mes de marzo.....	68
Figura 60. Rendimiento del mes de abril	68
Figura 61. Gastos del mes de abril.....	69
Figura 62. Análisis económico del mes de abril.....	70
Figura 63. Rendimiento del mes de mayo	70
Figura 64. Gastos del mes de mayo.....	71
Figura 65. Análisis económico del mes de mayo.....	72
Figura 66. Costo de producción anual.....	74
Figura 67. Cálculo de la eficiencia de paneles solares.....	74
Figura 68. Precios de los componentes del sistema del caso 1.....	75
Figura 69. Flujo de caja para el caso 1 con eficiencia constante.....	75
Figura 70. Flujo de caja para el caso 1 con reducción de eficiencia.....	76
Figura 71. Precios de los componentes del sistema caso 2.....	78
Figura 72. Flujo de caja para el caso 2 con eficiencia constante.....	78
Figura 73. Flujo de caja para el caso 2 con reducción de eficiencia.....	79

RESUMEN

En el presente estudio, se llevaron a cabo pruebas experimentales y se analizaron los resultados con el objetivo de optimizar la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo diseñado para su implementación en viviendas rurales ubicadas en la localidad de Yuraccancha, anexo de Huaccuas. Se realizaron pruebas experimentales en una vivienda piloto equipada con temporizadores digitales y dispositivos comunes en áreas rurales con la finalidad de mejorar la eficiencia de estos sistemas. La metodología consistió en programar el funcionamiento de los artefactos eléctricos durante un periodo de tres meses y analizar los datos obtenidos sobre la energía generada. Los hallazgos demostraron que, incluso en zonas rurales, la energía solar fotovoltaica es una fuente confiable y constante de energía. Sin embargo, se identificó la necesidad de una inversión adicional para implementar un sistema de almacenamiento, lo cual permitiría mejorar significativamente el rendimiento del sistema, especialmente durante las horas nocturnas. En resumen, el estudio demuestra que optimizar los sistemas fotovoltaicos en casas rurales es técnica y económicamente viable. La eficiencia energética se puede maximizar y reducir la dependencia de combustibles fósiles mediante el uso de temporizadores digitales y sistemas de almacenamiento. Esta investigación puede servir como base para intervenciones futuras en otras comunidades rurales que promuevan el acceso a energía limpia y sostenible.

ABSTRACT.

In the present study, experimental tests were carried out and the results were analyzed with the aim of optimizing the efficiency of an autonomous solar photovoltaic system designed for implementation in rural homes located in the town of Yuraccancha, annex of Huaccuas. Experimental tests were carried out in a pilot home equipped with digital timers and devices common in rural areas with the aim of improving the efficiency of these systems. The methodology consisted of programming the operation of electrical appliances for a period of three months and analyzing the data obtained on the energy generated. The findings showed that, even in rural areas, solar photovoltaic energy is a reliable and constant source of energy. However, the need for additional investment to implement a storage system was identified, which would significantly improve the performance of the system, especially during night hours. In summary, the study demonstrates that optimizing photovoltaic systems in rural homes is technically and economically feasible. Energy efficiency can be maximized and dependence on fossil fuels reduced through the use of digital timers and storage systems. This research can serve as a basis for future interventions in other rural communities that promote access to clean and sustainable energy.

I INTRODUCCIÓN.

1.1 Descripción de la realidad problemática (generales y específicos)

En las viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas se han instalado sistemas solares autónomos y dado el incremento del consumo energético, se requiere optimizar la eficacia de la reproducción de energía eléctrica [1].

Las comunidades rurales de la comunidad mencionada enfrentan dificultades importantes para acceder a energía eléctrica confiable y sostenible. La dependencia de fuentes energéticas tradicionales, como combustibles fósiles, resulta en costos elevados, contaminación ambiental y una limitada disponibilidad de energía, especialmente en áreas remotas.

En un contexto de creciente demanda energética y conciencia ambiental, los sistemas solares fotovoltaicos se presentan como una alternativa prometedora para electrificar zonas rurales. Sin embargo, su implementación y optimización en viviendas rurales plantea una serie de retos. Entre ellos destaca la necesidad de garantizar la eficacia de estos procedimientos para maximizar la generación de energía y satisfacer las necesidades energéticas de los hogares. Además, la falta de infraestructura de almacenamiento limita la disponibilidad de energía durante las horas nocturnas y en días nublados, lo que afecta la disposición de vida de los habitantes.

La investigación realizada ha evidenciado que, si bien los sistemas solares fotovoltaicos pueden ser una solución viable para estas comunidades, es necesario abordar ciertas limitaciones. Para optimizar estos sistemas, se requiere la implementación de tecnologías complementarias, como sistemas de almacenamiento, para garantizar un suministro energético continuo y confiable. Además, se requiere un análisis detallado de los factores que influyen en su rendimiento.

1.2 Formulación del problema

Problema General

¿Cómo mejorar la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas?

Problemas Específicos

P.E. 1 ¿Cómo realizar pruebas experimentales para mejorar la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas?

P.E. 2 ¿Cómo analizar los resultados para proponer la mejora de la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas?

1.3 Objetivos (específicos y generales)

Objetivo general

Mejorar la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas.

Objetivos específicos

O.E. 1: Realizar pruebas experimentales y análisis de resultados para mejorar la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas.

O.E. 2: Analizar los resultados para proponer la mejora de la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas

1.4 Antecedente

1.4.1 Antecedentes Internacionales.

Gunsha, Carchi y Castelo (2018), “en su tesis: MODELAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA Y OPTIMIZACIÓN DE LA ENERGÍA EN EL BLOQUE B DE INGENIERÍA de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO – ECUADOR [2]”, concluye que: La energía fotovoltaica posibilita un ahorro energético y económico significativo en relación a otros

sistemas de generación energética convencionales, como los combustibles fósiles. Además, su naturaleza pura e inagotable la convierte en una opción respetuosa al medio ambiente, al disminuir las emisiones de gases y reducir nuestra desolación de recursos no renovables.

Mediante un exhaustivo proceso de comparación y análisis, se ha demostrado de manera concluyente que los seguidores solares son recurso ideal para extender la captación de energía solar durante el día. Su capacidad para ajustar automáticamente la orientación de los paneles garantiza un rendimiento óptimo, lo que se traduce en beneficios tanto económicos como energéticos. Además, estos sistemas son altamente confiables y su mantenimiento es accesible y sencillo, lo que los convierte en una inversión rentable a largo plazo.

Para cumplir con los requisitos y parámetros establecidos, hemos diseñado un sistema mecánico simple pero eficiente. Este sistema incluye un mecanismo de seguimiento solar controlado por un reloj y un contador programados, lo que permite que el panel solar se mueva de manera precisa y sincronizada con la posición del sol. De esta manera, aseguramos una captación óptima de la radiación solar durante todo el día, maximizando así la producción de energía.

En vista de la falta de acceso a la tarjeta SWDM-US-10 requerida por la institución, hemos desarrollado una solución alternativa para la obtención y registro de datos. Para ello, hemos utilizado sensores de voltaje y corriente que se conectan a una placa Arduino, la cual actúa como un dispositivo confiable para recolectar y almacenar información relevante. Además, hemos implementado una interfaz en Labview, lo que nos permite visualizar y supervisar en tiempo real las magnitudes registradas por los sensores, facilitando así un control efectivo del sistema y una toma de decisiones informada.

Pantaleon (2023), "en su investigación: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO OFF GRID EN LA ZONA RURAL DE GUAYAQUIL de la UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA DE ECUADOR [3]", indica que: Se examinaron minuciosamente los parámetros recopilados en la localidad "La Masa 1" para aplicarlos de manera efectiva en el diseño del sistema fotovoltaico, garantizando así una configuración óptima y personalizada que se ajustara a las necesidades específicas de la comunidad.

Se realizó un detallado análisis para determinar la carga energética requerida por la vivienda, empleando cálculos precisos que fueron introducidos en el software especializado. Esto permitió obtener un plan estratégico que aseguró una

distribución eficiente de la energía y un uso responsable de los recursos disponibles.

La instalación completa de la infraestructura eléctrica en la vivienda designada incluyó la instalación de una estructura sólida y segura para el panel solar, así como la iluminación y los enchufes. Este proceso fue realizado por profesionales capacitados, asegurando altos estándares de calidad y seguridad.

Se emplearon equipos de medición de alta precisión para verificar minuciosamente la correcta instalación de la iluminación y los enchufes en la vivienda asignada. Esto garantizó que todos los componentes estuvieran funcionando adecuadamente y cumpliendo con los estándares establecidos.

Se brindará a los habitantes de la vivienda una capacitación breve pero informativa sobre el mantenimiento adecuado de los equipos. El objetivo es concienciarlos sobre la importancia de evitar sobrecargar el sistema, lo que contribuirá a prolongar la vida útil y el rendimiento eficiente del sistema.

Es de vital importancia realizar un sostenimiento regular de los equipos del sistema fotovoltaico. Se proporcionarán instrucciones detalladas a los miembros de la comunidad sobre la limpieza periódica de los paneles solares para garantizar su funcionamiento óptimo. Además, se les informará sobre la importancia de cuidar y mantener los diversos controladores del sistema, incluyendo la necesidad de una adecuada ventilación en el área de instalación para prevenir sobrecalentamientos y daños.

Dado el clima tropical presente en la región, que tiende a generar humedad y puede causar la oxidación de los terminales de las baterías, se recomienda encarecidamente aplicar un recubrimiento antioxidante en dichos terminales. Esta medida preventiva ayudará a evitar el deterioro prematuro, alargando así la garantía de durabilidad del equipo y previniendo posibles problemas como contactos defectuosos y puntos calientes en el sistema eléctrico. Asimismo, se insta a los residentes a evitar desmontar los equipos y a no añadir conexiones externas al sistema, ya que esto podría invalidar la garantía y comprometer el rendimiento del sistema.

Se aconseja realizar visitas regulares a la colectividad "La Masa 1", a fin de comprobar la correcta marcha del sistema instalado, capacitar a los residentes y sensibilizarlos sobre la importancia de reservar y prolongar la duración útil de sus equipos. Estas visitas permitirán establecer una comunicación sólida con la

comunidad, fomentando un ambiente de colaboración y resolviendo cualquier problema o inquietud

1.4.2 Antecedentes Nacionales

Perez (2019), “en su investigación: FACTIBILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y SOCIAL DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS SOLAR FOTOVOLTAICAS PARA EL CONSUMO DOMÉSTICO DE LA LOCALIDAD DE “EL VALLECITO”, CUSCO de la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU [4]”, indica que que:

En esta tesis, se caracterizaron exhaustivamente la medida fotovoltaica, el examinador de carga, el inversor CC/CA y el convertidor CC/CC son los componentes que componen un sistema fotovoltaico aislado. Sin embargo, cabe destacar que las baterías solares no fueron incluidas en esta caracterización, lo cual representa una oportunidad para futuras investigaciones y una posible línea de estudio adicional.

En caso de que la localidad decida implementar un sistema fotovoltaico para satisfacer sus requerimientos de suministro eléctrico domiciliario, es altamente recomendable realizar mediciones de campo utilizando piranómetros, sensores de temperatura y sensores de humedad relativa. Estos datos medidos podrían luego ser comparados y contrastados con los resultados que se obtuvieron mediante las simulaciones en Matlab, lo que permitiría validar y optimizar la precisión de los modelos de simulación.

Además, es pertinente expandir esta investigación hacia el desarrollo de la posibilidad de la conexión de microrredes fotovoltaicos en las zonas remotas que se centren en actividades de producción de diversa índole. Para lograr una combinación más efectiva y óptima de principios de reproducción de energía, sería fascinante examinar la integración de orígenes alternas de energía reversible, como la biomasa y la energía eólica.

Por último, se plantea el desarrollo de 01 algoritmo que facilite el cálculo del Sistema de Protección Contra Rayos utilizando el método de las Esferas Rodantes. Esta herramienta permitiría evaluar y diseñar de manera precisa las seguridades de protección requeridas para avalar la integridad del sistema fotovoltaico frente a descargas atmosféricas.

El diseño de estrategias de gestión y operación efectivas, la evaluación de los efectos en la estabilidad del sistema y la unificación de energía eléctrica gracias a

las placas solares (fotovoltaicos) a gran nivel en la red eléctrica también pueden ser considerados. Esto contribuiría al desarrollo de soluciones energéticas más sostenibles a nivel nacional y global, fomentando su cambio hacia 01 matriz energética más limpia y renovable.

En resumen, este trabajo de investigación proporciona una sólida base para la comprensión y aplicación de sistemas fotovoltaicos aislados. Para seguir avanzando en la adaptación de la intensidad solar como una fuente de electricidad confiable y accesible, no obstante, existen áreas adicionales que requieren estudio y atención [5]. El futuro de la energía fotovoltaica es prometedor y ofrece muchas oportunidades para fomentar el progreso sostenible al optimizar la eficacia de vida en zonas rurales difíciles de acceder [6].

Reyes (2019), “en su investigación: PROPUESTA DE USO DE ENERGÍA SOLAR PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA UNIVERSIDAD ESAN de la UNIVERSIDAD ESAN [7]”, concluye que:

Luego de llevar a cabo exhaustivas inspecciones de eficiencia energética en los tres niveles del inmueble D de la ESAN, se recopiló información detallada sobre los dispositivos eléctricos presentes en cada área. Se identificaron 22 proyectores y computadoras, 22 teléfonos y 504 luminarias en las aulas. En los pasadizos se encontraron 42 luminarias, 06 luces de emergencia y 03 máquinas exSolesdedoras. Además, se registraron 06 secadoras de manos y 42 luminarias en los baños. Asimismo, se identificaron 24 lámparas en las escaleras de emergencia y 30 luminarias en las entradas. Estos dispositivos en conjunto consumen un total de 435,698 kilovatios-hora al día, lo cual representa una considerable demanda energética.

La elección del sistema fotovoltaico se basó en el espacio disponible en el techo del edificio D, el cual abarca aproximadamente 300 metros cuadrados. Sin embargo, al considerar la necesidad de cubrir la demanda energética total, se determinó que se requeriría un espacio sustancialmente mayor. De acuerdo con esta premisa, se determinó que serían necesarios 155 paneles solares Jinko, 374 baterías UPOWER, 2 reguladores Steca y 70 inversores Must solar. Estos componentes tienen la capacidad de satisfacer aproximadamente el 18.6% de la demanda total de energía. La implementación de este sistema requeriría una inversión inicial de 564,386,923 Soles.

Se llevó a cabo el cálculo de las emisiones causadas por el consumo diario de 435,698 kilovatios-hora en los tres niveles del edificio D. Los resultados revelaron que se producen aproximadamente 486 kilogramos de CO₂eq al día, lo cual equivale a 175.32 toneladas de CO₂eq anuales. Estas emisiones podrían convertirse en bonos de carbono. Al realizar el sistema fotovoltaico, se lograría evitar la emisión de 60.30 kilogramos de CO₂eq/día, o 21.71 toneladas de CO₂eq/año. Esta cifra representa aproximadamente el 12% del total emitido.

Los resultados obtenidos de las encuestas revelaron que los trabajadores, profesores y estudiantes de la ESAN no han adoptado hábitos que promuevan la eficiencia energética. A pesar de esto, demuestran preferencia por las energías renovables para disminuir el impacto ambiental y están abiertos a realizar cambios en sus comportamientos para reducir el uso de electricidad. Se sugiere reemplazar las luminarias por luces LED y actualizar los aires acondicionados por modelos más óptimos. Además, se recomienda la instalación de sensores de movimiento para la iluminación automática en servicios higiénicos y escaleras de emergencia. Estas recomendaciones y la implementación de sistemas fotovoltaicos aumentarían significativamente la validez energética de ESAN.

Finalmente, observación económica reveló, aunque la universidad logra generar ahorros económicos mediante la utilización de sistemas fotovoltaicos y las mejoras en eficiencia de energía, así como ingresos por la comercialización de bonos de carbono, estos beneficios no son suficientemente significativos como para obtener según un VAN (Valor Actual Neto) positivo, de acuerdo con las suposiciones utilizadas en el cálculo, se espera gran expectativa que el proyecto genere más capital del que costó y que justifique la inversión en este proyecto.

Clemente (2014), "en su investigación: OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDAS AISLADAS ALTOANDINAS de la UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERU [8]", concluye que:

El estudio realizado, en lugares denominado San José de Quera y Yanacancha, que se encuentran en zonas altiplánicas, reveló que la radiación solar en estas áreas es casi constante, con un promedio de 5.8 a 5.9 horas pico al día. Esta radiación solar es adecuada para producir energía eléctrica de manera eficiente.

Para el diseño del sistema, se tuvieron en cuenta los requisitos de iluminación necesarios. Se seleccionaron componentes específicos, incluyendo un panel

fotovoltaico de 85 Wp, 01 regulador de voltaje de 10 A, una batería de 60 Ah y cables eléctricos de calibre AWG 12 y 10. Estos dispositivos fueron elegidos para satisfacer las necesidades de energía y garantizar un funcionamiento óptimo del sistema.

Se instalaron dos módulos solares en el sitio San José de Quera y Yanacancha, y se llevaron a cabo diversas configuraciones para evaluar su rendimiento. Estas configuraciones incluyeron variaciones en ángulo de altitud (30° - 45°), el acimut (0° - 355°) y la posición de la instalación fotovoltaica autónoma (1 m y 1.5 m con respecto al panel). Estas combinaciones resultaron en ocho tratamientos diferentes, denominados EAP (elevación, acimut y posición).

Los resultados del estudio demuestran que es de suma importancia considerar diferentes configuraciones y variables al diseñar sistemas fotovoltaicos en áreas específicas, además con el propósito de perfeccionar la obtención de energía eléctrica y garantizar un rendimiento eficiente del sistema.

En términos de importancia, se determinó que el ángulo de elevación es el factor más significativo, seguido por el ángulo y por último, la posición del controlador de la carga. Esto implica que ajustar de manera adecuada la medida del ángulo de inclinación positiva para el panel solar, tiene el mayor impacto en la producción de energía.

Además, se identificaron interacciones significativas entre las variables. El efecto doble EP tuvo el mayor impacto, seguido por el efecto doble AP. También se encontró que el efecto triple EAP es relevante.

Entre todas las combinaciones evaluadas, se determinó que el tratamiento más eficiente es aquel que tiene la cantidad girada hacia arriba desde la horizontal a una altitud de 45° , un ángulo de 355° y una disposición del regulador de carga ubicada a 01 metro del panel solar. Para determinar que estos parámetros eran óptimos, se llevó a cabo una observación estadística con el ensayo T, que tenía un nivel de significancia de 0.000. Esto indica una fuerte evidencia de que estos valores son significativamente mejores que otras opciones evaluadas y se encuentran por debajo del umbral de significancia del 5%.

En recapitulación, el estudio destaca la importancia de considerar y optimizar las configuraciones y variables de los sistemas fotovoltaicos para lograr un rendimiento eficiente y maximizar la reproducción de energía. Los resultados proporcionan recomendaciones específicas sobre los parámetros ideales en las áreas estudiadas.

A. Parraga, J. Mamani, A. Chavez, N. Raymundo y J. Gallegos (2021), “en su tesis: ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN UNA VIVIENDA RURAL EN CUSCO de la PONTIFICI UNIVERSIDAD NACIONAL CATOLICA DEL PERU [9]”, concluye que:

En Cusco, la transformación de fuerza eléctrica diaria es de 0.75 Kwh. Esta estimación se basa en la alta irradiancia presente en todas las zonas del departamento, lo cual garantiza la generación suficiente de energía para los aparatos básicos de una casa rural. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la validez de los paneles solares logra verse afectada por la acumulación de polvo de arcilla. Se ha determinado que una concentración máxima de 15 gramos por metro cuadrado de polvo de arcilla permite un buen desempeño y el suministro mínimo de 0.43 KWh. Por lo tanto, el empleo de paneles solares es factible en todo el Cusco, siempre y cuando se realice una limpieza regular de las celdas para garantizar un funcionamiento adecuado, especialmente durante las épocas de invierno u otoño cuando la radiación solar es menor. Si bien es cierto que la comparación económica entre el uso de un panel solar y el sistema propio de repartición de energía eléctrica mostró un coste relativamente menor para el panel solar, es importante tener en cuenta algunos factores adicionales. Se estima que los paneles durarán un ciclo de 20 años. Además, se añadió un costo adicional del 50% para cubrir instalación y mantenimiento. Es importante destacar que la adquisición de un panel solar implica un pago total, a diferencia de los pagos mensuales asociados al procedimiento de repartición típica de energía eléctrica. Si bien se proyectó un tiempo de operación de 20 años para el sistema fotovoltaico, un mantenimiento preventivo regular puede extender vida útil de componentes, lo que beneficia a los usuarios al permitirles generar energía eléctrica durante años adicionales.

Al momento de seleccionar un sistema fotovoltaico, es fundamental tener en cuenta las potencias que el panel puede generar. Aunque las empresas suelen ofrecer productos con una potencia promedio, es significativo tener en cuenta que la luminiscencia solar puede variar según el lugar y el momento del año. En situaciones de menor radiación solar, el panel tendrá una menor capacidad para cargar y generar energía, lo que podría afectar su capacidad para satisfacer el consumo diario necesario. La potencia mínima del panel debe ser mayor que el consumo diario requerido, y para certificar un abastecimiento constante de energía eléctrica. De esta manera, se asegura una generación suficiente inclusive en

situaciones de menor radiación solar. Asimismo, es importante realizar un mantenimiento regular del sistema, prestando especial atención durante las temporadas de baja exposición solar. Esto implica llevar a cabo tareas de limpieza de las superficies de los paneles solares y realizar revisiones de las diferentes piezas que componen el sistema. La acumulación de polvo o el mal estado de alguna pieza pueden reducir la potencia producida por el panel, por lo que mantener un adecuado mantenimiento contribuirá a maximizar su rendimiento. En resumen, al seleccionar un sistema fotovoltaico, se deben considerar las potencias máximas y mínimas del panel, garantizando que la potencia mínima sea superior al consumo diario requerido. Además, es esencial realizar un mantenimiento constante para certificar un funcionamiento óptimo del sistema, especialmente en épocas de menor exposición solar. De esta manera, se podrá rendir al máximo la fuerza solar disponible y asegurar un suministro confiable de corriente.

Al realizar una comparación económica entre dos fuentes de energía diferentes, como se ha hecho en esta investigación, es fundamental tener en cuenta diversos costos adicionales además del costo inicial de adquisición. Es trascendental tener en cuenta los precios de sostenimiento y manipulación a lo extenso de la vida ventajoso de los paneles solares. Estos costos adicionales desempeñan un papel importante en obtener resultados comparativos más precisos y cercanos a la realidad, permitiendo una evaluación exhaustiva de las dos opciones. Además, al comparar células fotovoltaico y la tarifa de energía dieléctrica del procedimiento convencional, es esencial usar 01 tarifa que sea apropiada para el contexto de la investigación [10]. En este escrito en particular, se ha utilizado una tarifa correspondiente a las zonas rurales del Perú. Esto permite una comparación más precisa y relevante porque refleja las condiciones y los costos específicos asociados al suministro de energía en áreas rurales [11]. En resumen, al realizar una comparación económica entre distintas fuentes de energía, es crucial considerar los costos adicionales, como el mantenimiento y la operación, para obtener resultados comparativos más precisos. Asimismo, es importante utilizar una tarifa de energía eléctrica acorde al contexto de la investigación, lo que facilita una evaluación más realista y significativa de las opciones disponibles.

Por último, es importante mencionar que, a pesar de que una revisión bibliográfica exhaustiva indique que el uso de paneles solares en sistemas fotovoltaicos tiene un impacto ambiental mínimo, se recomienda realizar análisis más detallados en futuras investigaciones sobre la implementación de estos sistemas en zonas rurales. Estos análisis deben enfocarse en examinar de manera más precisa el

posible impacto ambiental que podría surgir de la interacción de los paneles solares con el medio ambiente de la zona.

Es crucial considerar los efectos secundarios o las repercusiones inesperadas en el medio ambiente cercano, a pesar de que los compartimientos solares son un comienzo de energía limpia y permutable. Esto incluye aspectos como la oscuridad planeada por los paneles, los cambios en el flujo de agua, la alteración del hábitat y la posible interacción con especies locales. Además, la última etapa útil y ventajosa de los paneles solares, que el tratamiento debe realizarse correctamente. A medida que estos sistemas se vuelven más comunes, se debe garantizar que los paneles retirados se reciclen de manera adecuada y se gestionen de forma ambientalmente responsable. Esto requiere la implementación de programas apropiados de reciclaje y disposición final para disminuir el impacto climático y promover la economía circular en el sector fotovoltaico. En conclusión, aunque se reconoce que el uso de paneles solares en sistemas fotovoltaicos tiene un impacto ambiental mínimo según la evidencia actual, es importante continuar investigando y analizando de manera más detallada el impacto potencial en el entorno natural y garantizar el adecuado tratamiento de la utilidad de los paneles solares. Esto contribuirá a una implementación más sostenible de estos sistemas en zonas rurales y a una gestión responsable de los recursos naturales.

1.5 Bases Teórica

1.5.1 Sistemas Fotovoltaicos

Para minimizar la luminiscencia solar en energía eléctrica, las reglas de energía solar fotovoltaica se conforman por diversos elementos. Se divide en dos grupos fundamentales: las celdas que están conectados a la malla eléctrica y los que están aislados.

Las celdas solares conectados a la carga eléctrica, se utilizan cuando hay una energía eléctrica disponible Gobierno [12]. Estos sistemas permiten la importación y exportación de energía y suministran energía solar a la carga eléctrica. Los paneles solares pueden producir aumento de electricidad de lo que se consume en el área, que se logra remitir a la red eléctrica y recibir un crédito o prestación por la energía generada. En suma, los compartimientos solares no producen suficiente electricidad, se puede consumir energía de la red eléctrica. Estos sistemas son adecuados para las viviendas, construcciones comerciales y sistemas de energía a gran escala.

Las celdas solares aislados acumulan la energía solar originada por las celdas solares en baterías para su usanza ulterior [13]. Las cargas se alimentan con energía acumulada en instantes, la reproducción solar es escaso, durante la noche o en días nublados. Estos sistemas se encuentran en cabañas, casas rurales, procedimientos de bombeo de agua y aplicaciones en zonas remotos.

Los sistemas fotovoltaicos se componen de células solares, que acumulan la radiación del sol y la convierten en corriente directa (CD); y un inversor de onda senoidal convierte a la corriente directa en corriente alterna (CA) para su utilización en dispositivos y artefactos eléctricos; y 01 sistema de provisión de energía, como baterías, si los sistemas son aislados. Otros componentes también se incluyen, como controladores de carga para vigilar la carga de las baterías y dispositivos de seguridad y monitoreo para certificar un funcionamiento seguro y eficiente del sistema.

Es primordial la ubicación geográfica y las circunstancias atmosféricas juegan un papel transcendental en el diseño y la eficacia de las celdas solares. Para maximizar la captación de fuerza solar, se debe establecer la capacidad, el número y la inclinación ideales [14].

1.5.1.1 Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red Eléctrica.

Estos sistemas de energía solar fotovoltaica, también denominados sistemas acoplados a la generación eléctrica, usan la radiación solar para generar energía y reducen el consumo de energía. Ambos métodos tienen como objetivo maximizar la atracción de emisión solar por parte de los paneles; su configuración puede realizarse mediante montajes en estructuras elevadas o en el suelo.

En el caso de los montajes en suelo, los paneles solares se instalan directamente sobre la superficie del suelo, utilizando estructuras de soporte para mantenerlos en posición. Esta configuración permite una fácil instalación y mantenimiento de los paneles, así como la posibilidad de ajustar su inclinación y orientación para optimizar la atracción de la radiación solar [15].

Sin embargo, los compartimientos solares se instalan en estructuras elevadas como postes o estructuras de seguimiento solar [16]. Estas estructuras permiten que los paneles persigan el movimiento del sol en el día, lo que maximiza la atracción de radiación solar en diferentes instantes del día y optimiza la obtención de energía. Este tipo de configuración es especialmente beneficioso en áreas donde el espacio en el suelo es limitado.

Los componentes principales de estos sistemas, tanto en montajes en suelo como en estructuras elevadas, son los generadores fotoeléctricos, que rectifican la intensidad producida por el sol en electricidad; el convertidor, la convierte en corriente directa formada por las células solares en corriente alterna para su uso en la red eléctrica; y suficiente seguridad para garantizar que el sistema esté bien conectado a la red [17].

Además de beneficiar a la reproducción de energía limpia y sostenible, la instalación de celdas fotovoltaicas reduce el consumo eléctrico [18].

1.5.1.2 Sistemas Fotovoltaicos aislados

Los paneles solares fotovoltaicos autónomos, también conocidos como sistemas aislados a la red eléctrica, son configuraciones que se caracterizan por su capacidad para cubrir completamente el consumo energético de una estación o ubicación [19]. Estos sistemas se utilizan principalmente en áreas rurales o remotas que carecen de infraestructura de distribución eléctrica.

La principal diferencia de estos sistemas radica en su capacidad de almacenamiento de energía en grupos de acumuladores, así como en el uso de controladores que garantizan un suministro constante de energía. Esto permite que los sistemas autónomos no dependan de la red eléctrica y puedan producir energía de manera continua, incluso cuando no hay radiación solar directa.

Al diseñar un sistema fotovoltaico autónomo, hay muchas cosas importantes que se debe tener en cuenta. Una de ellas es la potencia instantánea, que determinará el cálculo adecuado para los inversores y el banco de baterías. Es fundamental considerar la demanda máxima de energía y tener en cuenta los dispositivos que requieren una corriente de arranque elevada, como los motores, para asegurar que los equipos puedan manejar esta carga sin problemas.

Otro aspecto crucial es la capacidad de autonomía del sistema, es decir, su capacidad para suministrar energía durante períodos en los que las condiciones climáticas no permitan una absorción adecuada de la radiación solar. En estos casos, los bancos de baterías desempeñan un papel fundamental, ya que serán responsables de suministrar energía durante esos días sin sol.

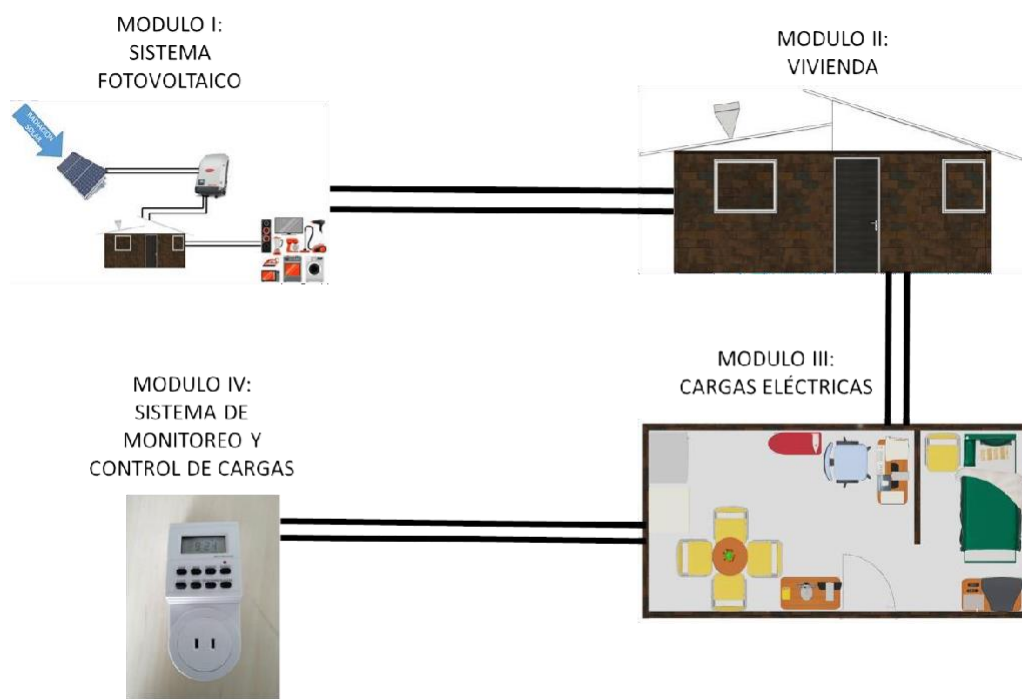
Además, es necesario evaluar la cantidad de terreno disponible para la instalación del sistema. Es importante diseñar de manera eficiente y optimizada para minimizar el área requerida y optimizar el espacio disponible.

En resumen, al diseñar un sistema fotovoltaico autónomo, se deben considerar aspectos como la potencia instantánea, la autonomía y el terreno disponible. Esto garantizará un funcionamiento eficiente del sistema y permitirá satisfacer la demanda de energía adecuadamente, incluso en áreas remotas sin acceso a la red eléctrica.

1.6 Diseño e Implementación Experimental

Este capítulo proporciona una descripción del diseño y el perfeccionamiento de la investigación. El dispositivo que absorbe la luz solar, el bloque de habitación, el bloque de carga eléctrica y, posteriormente, el bloque de monitoreo e inspección componen el esquema experimental [20].

Figura 1. Esquema general del modelo experimental.



1.6.1 MODULO I: Sistema Fotovoltaico

1.6.1.1 Paneles fotovoltaicos

Según la tabla siguiente, esta celda fotovoltaica incluye tres celdas solares monocristalinos de la propia fabricación [21].

Tabla 1. Especificaciones técnicas de los paneles solares según el fabricante

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	MERISOLAR
Potencia unitaria (Pm)	275 W
Voltaje de circuito abierto (Voc)	38.5 V
Corriente de corto circuito (Isc)	9.15 A
Voltaje de máxima potencia (Vmp)	31.3 V
Corriente de máxima potencia (Imp)	8.79 A
Área	0.648 m ²
L x A x H	1640 mm x 9922 mm x 40 mm
Tensión máxima	1000 V
Garantía de rendimiento 30 años.	80 %
Peso	18.5 Kg

Figura 2. Fotografía de la ubicación de los paneles fotovoltaicos



1.6.1.2 Inversor

La Tabla contiene las especificaciones del inversor Fronius Primo que se utiliza en este sistema:

Figura 3. Especificaciones técnicas del inversor según el fabricante

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	FRONIUS
Potencia (Pm)	3000 W
Temperatura ambiente admisible	- 40 °C a 55 °C
Máxima corriente entrada	18 A
Máxima eficiencia	96.9 %
Frecuencia nominal	60 Hz
L x A x H	42.9 cm x 62.7 cm x 20.6 cm
Peso	21.5 kg

El inversor Fronius, que se localiza situado en el interior de la casa, de manera que nos indica que los paneles fotovoltaicos emiten energía en constante funcionamiento.

Figura 4. Fotografía del inversor Fronius.



1.6.1.3 Tablero de control AC/DC

El tablero de control de potencia del sistema está instalado en el dentro de la casa, al lado del inversor. Por lo tanto, este tablero supervisa el suministro de energía a la habitación de panel solar y/o de generador. En este caso, igualmente se consigue limitar la introducción de energía solar sobrante. Está compuesto por un medidor inteligente y dos interruptores termo magnéticos.

Figura 5. Fotografía del tablero de control.



1.6.2 MODULO II: Vivienda

1.6.2.1 Características técnicas de la vivienda

La habitación modelo manejada para el progreso del plan que se exhiben en las siguientes figuras:

Figura 6. Vista frontal de la vivienda.



Figura 7. Vista en isométrico de la vivienda.



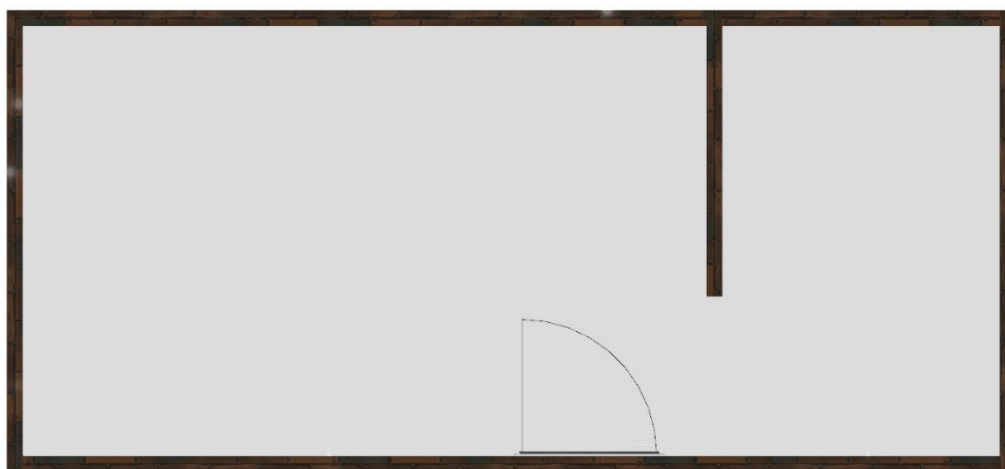
1.6.2.2 Especificaciones técnicas de la vivienda

La casa es construida con ladrillos que contienen el 60 % de plástico (PET reciclado), el 30 % de componentes antillama y el 10 % de otros materiales (residuos de caucho, envases multicapa, etc.).

1.6.2.3 Distribución de la vivienda

Para valorar las distribuciones internas, se muestra en la vista superior de la vivienda.

Figura 8. Vista superior de la vivienda



1.6.2.4 Dimensiones

A constancia, se muestra el croque de la casa con las diversas particiones y por concernientes superficies en metros.

Figura 9. Vista frontal de la vivienda.

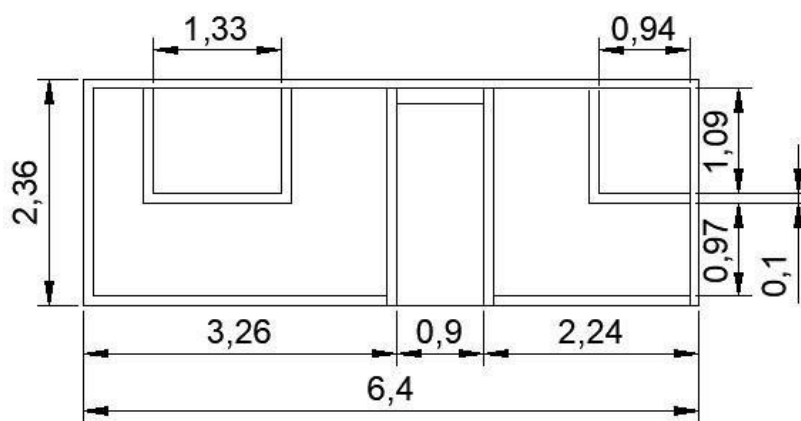


Figura 10. Vista superior de la vivienda.

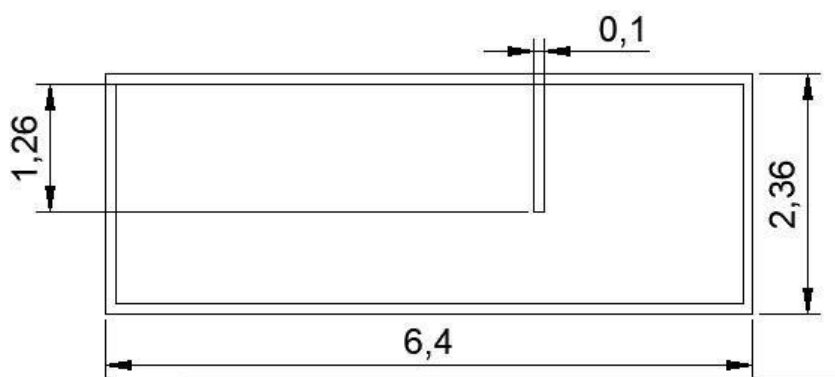
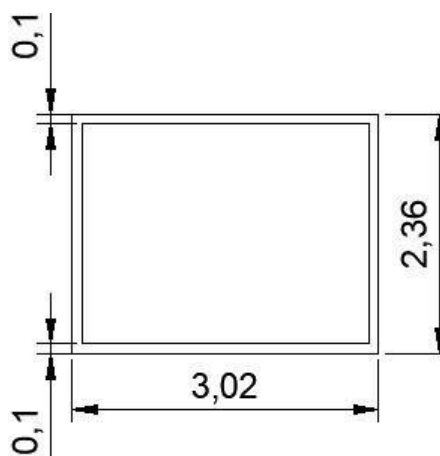


Figura 11. Vista lateral de la vivienda



1.6.3 MODULO III: Cargas Eléctricas

1.6.3.1 Mapa de distribución de artefactos

La distribución de dispositivos en la habitación amoblada se muestra en el siguiente mapa.

Figura 12. Vista superior de la vivienda amoblada.



1.6.3.2 Descripción de Artefactos

Se adjunta en una tabla el inventario de artefactos eléctricos que se emplearon en el proyecto siguiente.

Figura 13. Lista de artefactos .

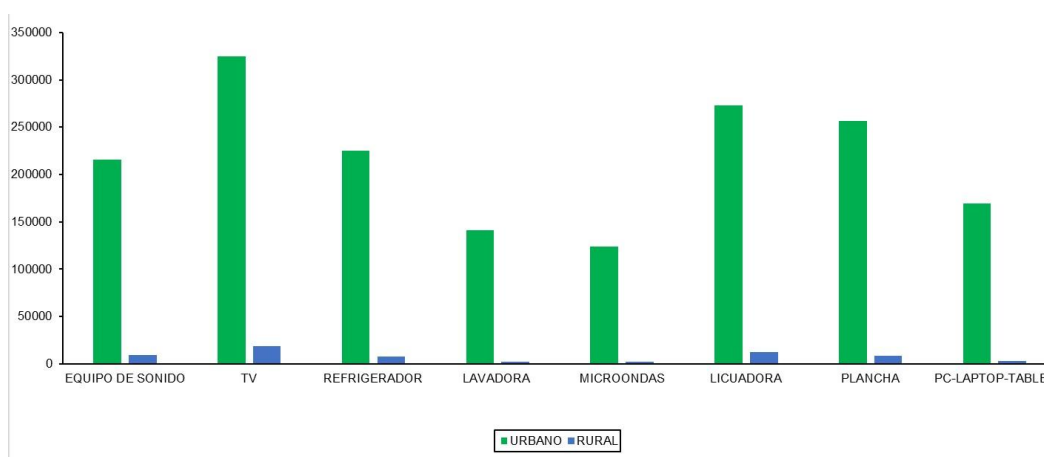
LISTA DE ARTEFACTOS CUADRO DE POTENCIAS		
CARGA	NOMBRE	POTENCIA W
1	TV	56
2	VENTILADOR	50
3	LICUADORA	450
4	BLU RAY	12
5	RADIO	100
6	REFRIGERADOR	180
7	PLANCHA	1200
8	LAVADORA	1000
9	CALEFACTOR	600

1.6.3.3 Criterios de posesión

a) Sí tienen artefactos

La figura 12, demuestra el estudio realizado por el INEI sobre la población de Yuraccancha, anexo de Huaccuas, la cual cuenta con los dispositivos elementos (aparato de resonancia, televisión, congelador, lavadora, microondas, licuadora, plancha, computadora, tableta o portátil).

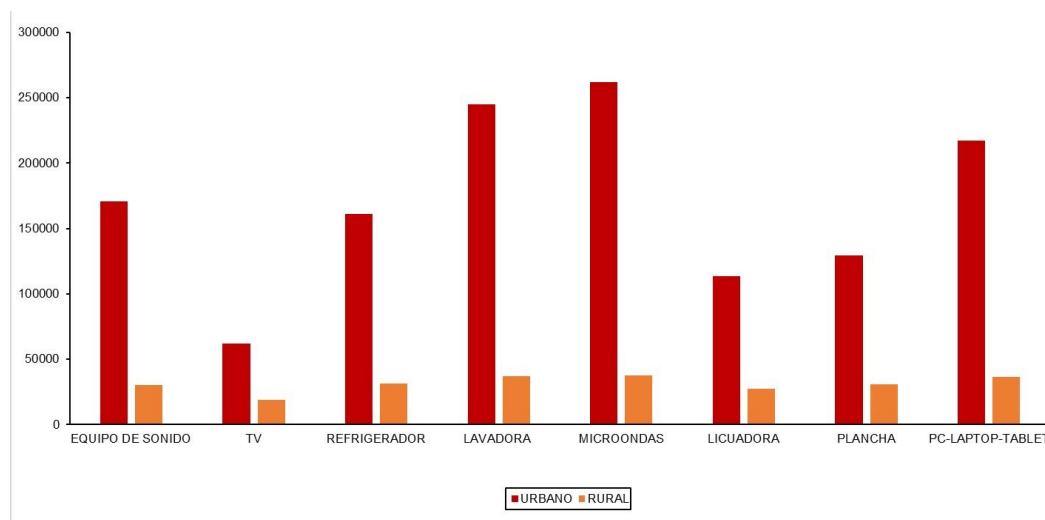
Figura 14. Población de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas que posee artefactos eléctricos.



b) No tienen artefactos

La siguiente figura demuestra el estudio de las identificaciones del INEI sobre la localidad de Yuraccancha, anexo de Huaccuas, que carece de los aparatos eléctricos: aparato de sonido, televisión, refrigerador, lavadora, microondas, licuadora, plancha, computadora, tableta o portátil.

Figura 15. Población de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas que no tienen artefactos



1.6.4 MODULO IV: Sistema de Monitoreo y Control de cargas

1.6.4.1 Proceso de monitoreo y control

Cada aparato estaba equipado con un temporizador digital para controlar su funcionamiento. Para monitorear estos temporizadores se utilizó el software FRONIUS SOLAR WEB, que fueron programados para generar un cambio en el consumo de carga en diferentes intervalos.

1.6.4.2 Instrumentos de monitoreo y control

Los detalles técnicos del temporizador digital usado para regular el consumo de carga se presentan especificaciones técnicas, como se muestra en la figura.

Tabla 2. Especificaciones técnicas del temporizador digital

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
MARCA	HOUSE SAFE
MODELO	MS – TD
VOLTAJE	220 V - 240 V

COLOR	BLANCO
-------	--------

Figura 16. Temporizador Digital



El inversor Fronius Primo 3.0 supervisa el consumo de cargas del sistema eléctrico a través de un programa de computadora con conexión WLAN, que proporciona reseñas de administración de energía que consiguen inspeccionar y controlar a partir de una computadora, computadora o teléfono móvil. Se presenta la siguiente imagen.

Figura 17. Software SOLARWEB



1.6.5 Procedimiento Experimental

En el experimento, se utilizó un sincronizador digital de marca HOUSE SAFE para establecer el tiempo de encendido y apagado de cada objeto. Esto generará una diversificación en el consumo de energía, que se monitoreará a través del programa FRONIUS SOLAR WEB.

1.6.5.1 Programación con los temporizadores

Se llevó a cabo la planificación de los dispositivos eléctricos manipulados para el proyecto de forma particular, con el propósito de establecer el tiempo de encendido y apagado.

Figura 18. Programación de encendido/apagado de la tv y blu-ray

HORA	TV				BLU - RAY			
	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)
05:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
08:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
11:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
12:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
01:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
02:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
03:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
04:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
05:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
08:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
09:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
TOTAL		5		5		5		5

Figura 19. Programación de encendido/apagado del Ventilador y Radio

HORA	VENTILADOR				RADIO			
	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)
05:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
08:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
11:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
12:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
01:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
02:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
03:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
04:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
05:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
06:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
08:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
TOTAL		2		2		3		3

Figura 20. Programación de encendido/apagado de la Lavadora y Plancha

HORA	LAVADORA				PLANCHA			
	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)
05:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
08:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 a. m.	APAGADO	0	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
11:00:00 a. m.	APAGADO	0	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
12:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
01:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
02:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
03:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
04:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
05:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
08:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0	APAGADO	0
TOTAL		0		2		1		1

Figura 21. Programación de encendido/apagado de la Refrigeradora y Calefactor

HORA	REFRIGERADORA				CALEFACTOR			
	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)
12:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
01:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
02:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
03:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
04:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
05:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
08:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
11:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
12:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
01:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
02:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
03:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
04:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
05:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
08:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
11:00:00 p. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
12:00:00 a. m.	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1	PRENDIDO	1
TOTAL		25		25		8		8

Figura 22. Programación de encendido/apagado de la Licuadora

HORA	LICUADORA			
	CONDICIÓN DÍA DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONDICIÓN FIN DE SEMANA	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO (HORAS)
05:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 a. m.	PRENDIDO	5	PRENDIDO	5
07:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
08:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 a. m.	APAGADO	0	APAGADO	1
11:00:00 a. m.	PRENDIDO	5	PRENDIDO	5
12:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
01:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
02:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
03:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
04:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
05:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
06:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
07:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
08:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
09:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
10:00:00 p. m.	APAGADO	0	APAGADO	0
TOTAL		10		11

1.6.5.2 Análisis y deducción de datos

a) Consumo de energía

Se trata de la energía obtenida por un dispositivo eléctrico, con la unidad de medida de consumo de energía eléctrica en WH.

$$CT = CD + EOR \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

CT= Consumo total (W h)

CD= Consumo directo (W h)

EOR = Energía obtenida de la red (W h)

b) Producción

La fuente de energía eléctrica se puede generar mediante la innovación de otras fuentes de generador; en el plan de este propósito, la energía convertida es la radiación solar.

$$PF = CD + ESR \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

PF = Producción fotovoltaica (W h)

CD = Consumo directo (W h)

ESR = Energía suministrada a la red (W h)

1.6.5.3 Análisis de Incerteza

La tabla muestra las incertidumbres relacionadas con el proceso de medición.

Figura 23. Incertezas de medición

Parámetros	Incertezas, %	Referencia
Radiación solar	0.5	Instrumento
Tiempo	0.1	Instrumento
Área	0.3	Instrumento
Irradiancia	0.5	$\left[\left(\frac{\delta t}{t} \right)^2 + \left(\frac{\delta I_s}{I_s} \right)^2 \right]^{0.5}$
Corriente eléctrica	0.5	Instrumento
Voltaje	0.1	Instrumento
Temperatura	2.5	Instrumento
Potencia solar	0.6	$\left[\left(\frac{\delta A}{A} \right)^2 + \left(\frac{\delta I_s}{I_s} \right)^2 \right]^{0.5}$
Potencia eléctrica de los módulos PV	0.5	$\left[\left(\frac{\delta I_{PV}}{I_{PV}} \right)^2 + \left(\frac{\delta V_{PV}}{V_{PV}} \right)^2 \right]^{0.5}$

II ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Hipótesis (general y específica)

Hipótesis general

Si se mejora la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas.

Hipótesis específicas

H.E. 1: Si se realizan pruebas experimentales y análisis de resultados para mejorar la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas.

H. E. 2: Si se analizan los resultados para proponer la mejora de la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas

2.2 Operacionalización de variables (Definición Conceptual, operacionalización, Dimensiones, indicadores, índices/ítems, método y técnica)

Variable independiente (X)

Sistema solar fotovoltaico autónomo.

Variable dependiente (Y)

Energía eléctrica.

2.3 Tipo, nivel y diseño de la investigación.

2.3.1 Tipo de Investigación.

La investigación realizada es de tipo aplicada.

2.4 Diseño Metodológico

El tipo de diseño utilizado para el trabajo será longitudinal, debido a que reúne datos en dos o más instantes, de modo que podremos continuar recolectando datos durante el desarrollo del estudio sobre el sistema solar fotovoltaico.

2.5 Nivel de investigación

El ámbito de indagación es descriptivo debido a que proporcionará orientaciones y consejos para la investigación [22].

2.6 Población y muestra

Será una vivienda de la localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas.

2.7 Lugar de Estudio

Localidad de Yuraccancha anexo de Huaccuas.

2.8 Técnicas e instrumentación para la recolección de la indagación.

Las técnicas de recopilación de información son las siguientes:

- a) Técnica de observación
- b) Técnica de encuesta
- c) **Instrumentos para la recolección de datos.**
 - Encuestas.
 - Entrevistas.
 - Documentos.
 - Internet.

d) Análisis e interpretación de datos.

Una vez adquirida y establecida la investigación del trabajo de campo en estudio, esta será examinada e interpretada.

III RESULTADOS

En la investigación llevada a cabo se han examinado las características de un hogar rural. En el sitio de Yuraccancha, anexo de Huaccuas, se puede apreciar que el diseño de la vivienda se ajusta de forma adecuada a zonas alejadas y que carecen de recursos, considerando las particularidades del uso de la corriente eléctrica en las áreas rurales y la insuficiencia de energía solar.

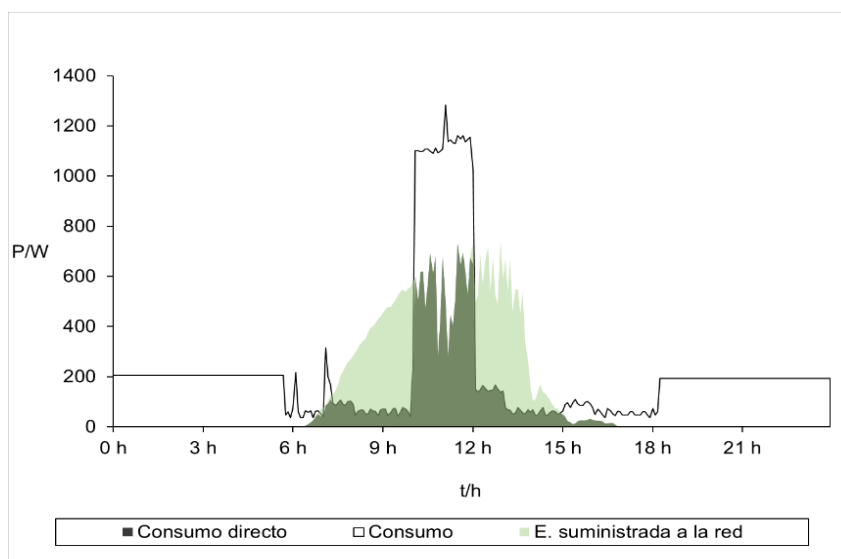
Los resultados del análisis económico y energético se presentan en las siguientes secciones. Al concluir de este capítulo, se sugiere mejorar manipulando un sistema de innovación de intensidad eléctrica. Dicho sistema accedería someter los precios y asegurar el suministro eléctrico durante las horas nocturnas, evitando así la falta de energía en momentos sin luz solar o la necesidad de recurrir a un generador eléctrico.

3.1 Producción y consumo energético por mes

3.1.1 Mes de marzo

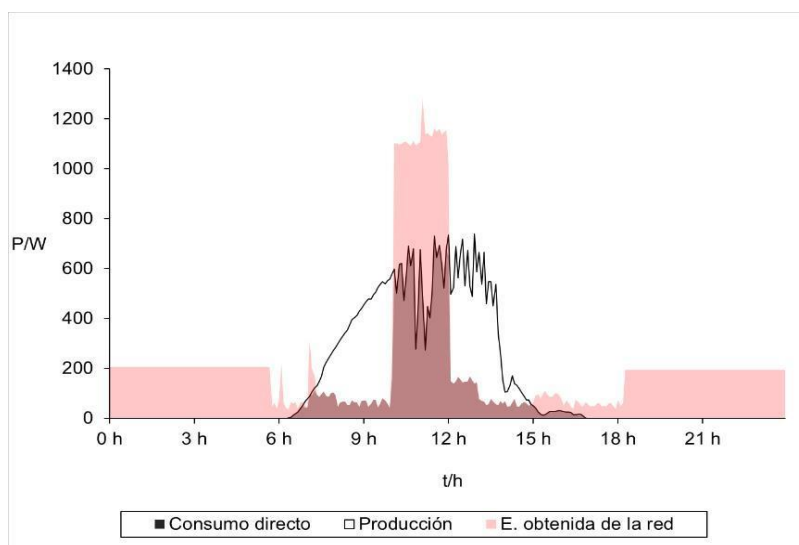
La siguiente figura 16 adjunta la obtención de sol proporcionado al 15 de marzo, cuando se observó producción solar entre 6:30 y 17:00 horas y la energía se generó entre las 6:30 y 10:00 horas. El sistema supone que el excedente de energía está disponible para la red, con un horario que va de 10 a 12 horas, sometido con 5 artefactos electrodomésticos, de ahí el consumo de intensidad total se observa. Para poder superar los límites de producción se necesita otro dispositivo de abastecimiento de energía (generador), para proporcionar este consumo. Después de las 12:00 horas a 17:00 horas se aprecia que la obtención de energía solar va reduciendo y, a debido que falta un generador de acumulación, el consumo de corriente eléctrica que continúa creando, esto, se debe ser provisto por distinto dispositivo de generador para las siguientes horas posteriores.

Figura 24. Variación de la producción el 15 de marzo del 2024



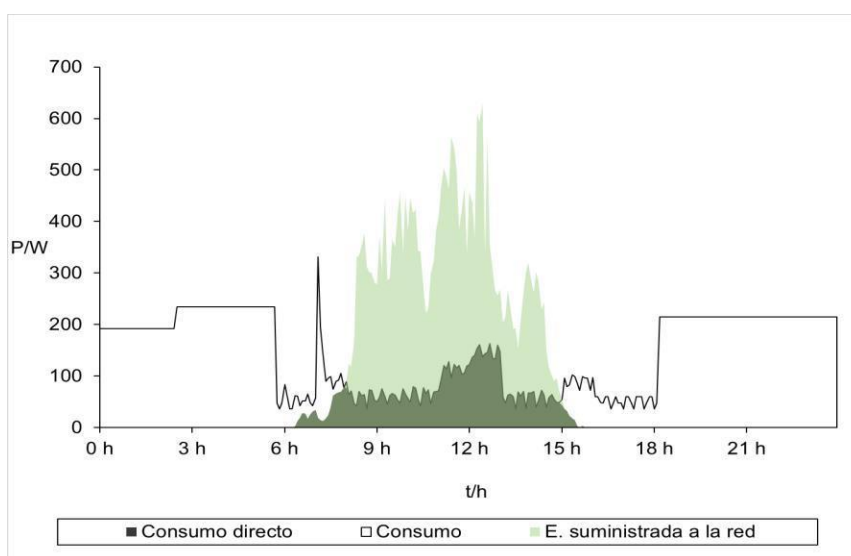
La siguiente figura 17 adjunta datos de informaciones pertinentes al 15 de marzo. Se puede ver que la fuerza generada por la obtención de células solares no puede sostener el consumo total de carga en 10 a 12 horas. También a las 17.00 horas se observó consumo de corriente cruzado de 5 artefactos eléctricos (lavadora, refrigerador, ventilador, radio, batidora). El sistema fotovoltaico abandona de originar energía solar, por lo que necesita distinto prototipo de generador de abastecimiento de corriente.

Figura 25. Variación del consumo el 15 de marzo del 2024.



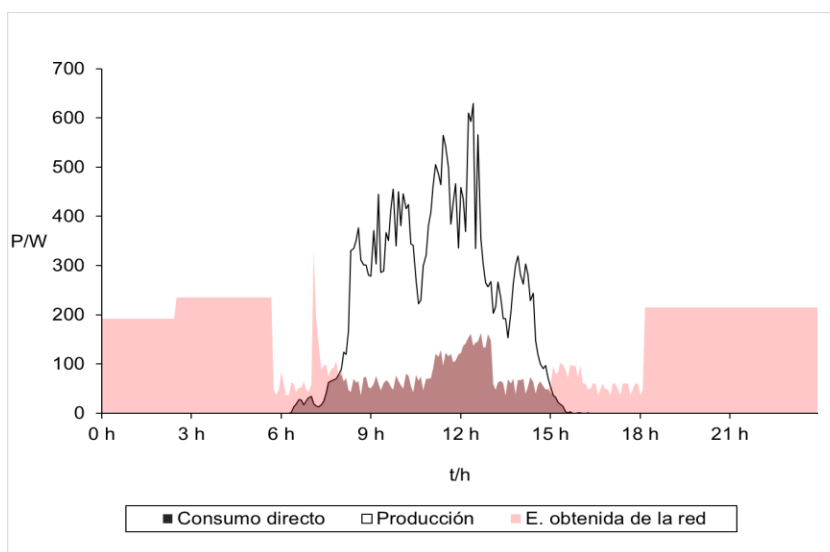
La siguiente figura muestra la situación de la producción solar correspondiente, al 16 de marzo. Se presta atención para la obtención de electricidad fotovoltaica que se produce entre las 6:30 a.m. y las 3:30 p.m., y la producción más alta ronda las 12:30 horas y alcanza los 600W. Se puede observar que durante estas horas el consumo del hogar ya se puede satisfacer, después de las 15.30 horas ya no se produce la producción de células solares, por lo que se debe abastecer el consumo eléctrico con otra fuente de generador.

Figura 26. Variación de la producción el 16 de marzo del 2024.



La siguiente figura 19 representa el uso de energía solar proporcionado al 16 de marzo. Se puede observar que entre las 06:30 y las 15:00 horas, la fuerza generada por la generación solar cubrió las necesidades energéticas de los hogares y el excedente se suministró a electricidad. 15:00 horas se necesita otra fuente generadora de energía, para asegurar el uso de los electrodomésticos totales, tenemos (Tv, blu-ray, radio, refrigerador y calentador).

Figura 27. Figura 1. Variación del consumo el 16 de marzo del 2024



La siguiente figura muestra la producción eléctrica correspondiente durante el transcurso de marzo. Se puede observar que la obtención de energía solar se produce más en el tercer y cuarto día. Los días más pequeños oscilaron entre 4500 Wh y 4600 Wh de energía, produciendo alrededor de 1000 Wh de electricidad. La producción total de electricidad en marzo fue de 93503,03Wh.

Figura 28. Figura 1. Variación de la producción en el mes de marzo

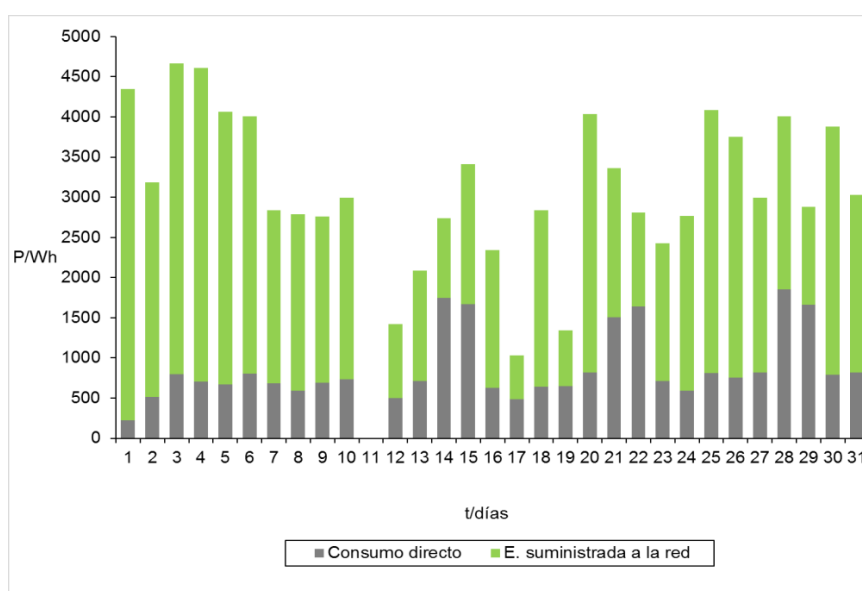
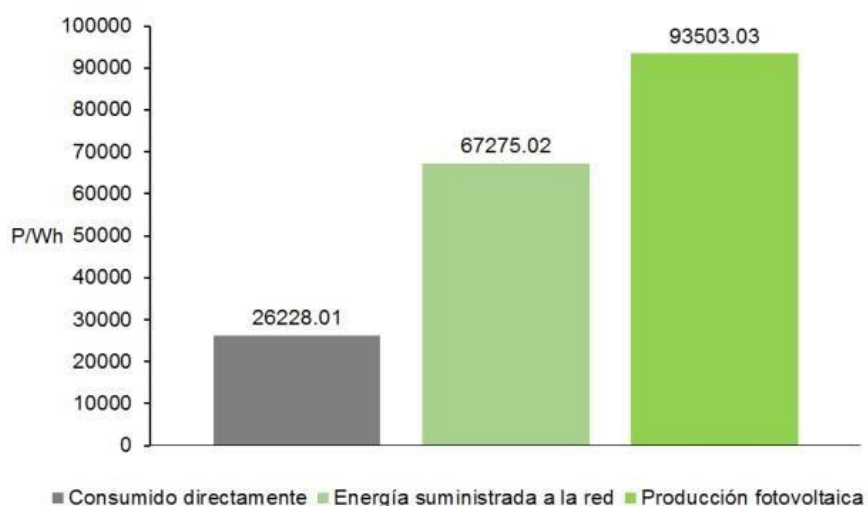


Figura 29. Producción total de energía solar en el mes de marzo



La siguiente figura demuestra la utilización de energía correspondiente dentro del mes de marzo. Se puede ver que, los días 14 y 29 tienen el mayor consumo total con un valor de aproximada demanda de carga, creando desde luego la escasez de obtener corriente de otras fuentes de abasto de energía (generadores). En marzo, el consumo total de electricidad fue de 92724,8 vatios hora (Wh).

Figura 30. Variación del consumo en el mes de marzo

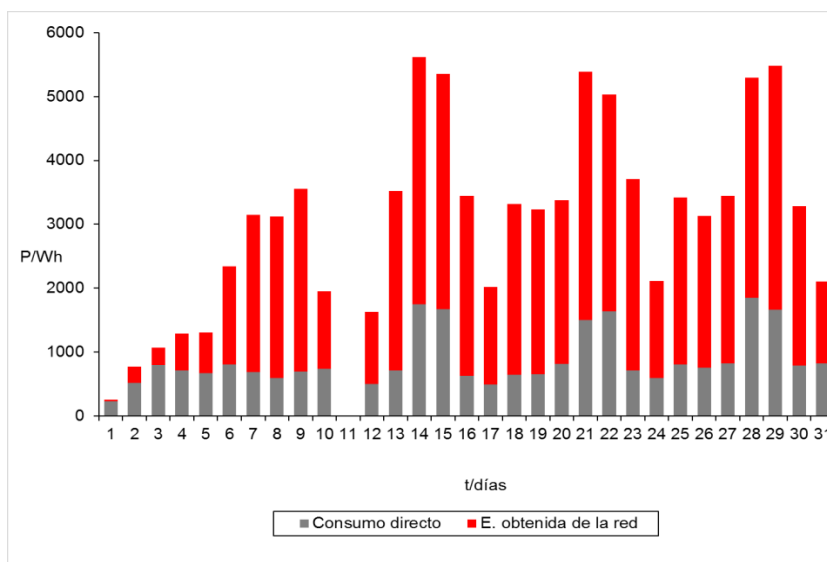
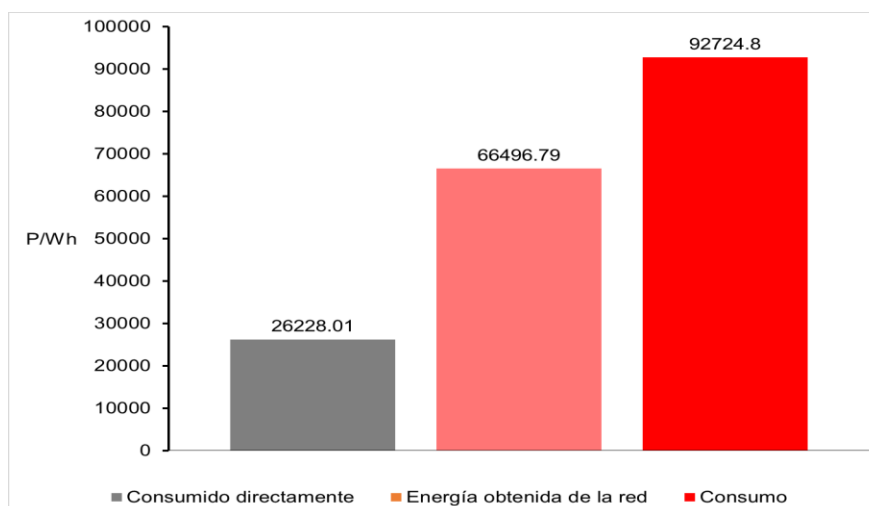


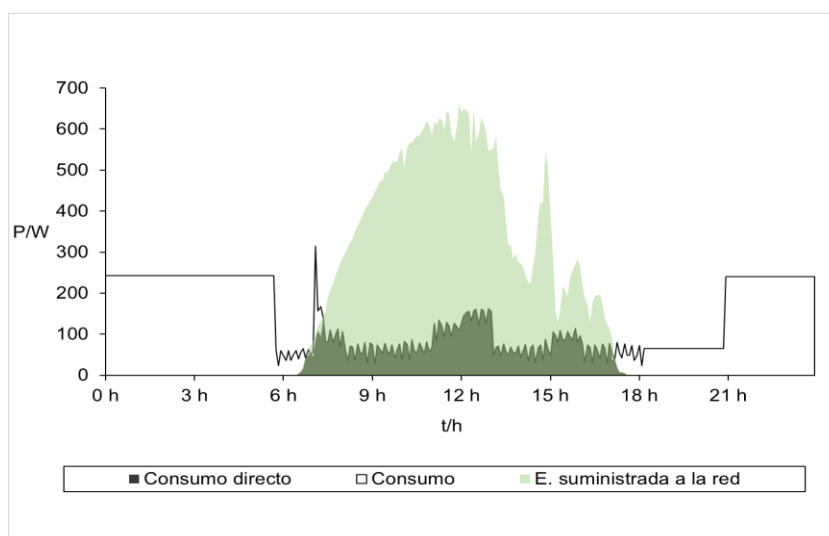
Figura 31. Consumo total de energía en el mes de marzo.



3.1.2 Mes de abril

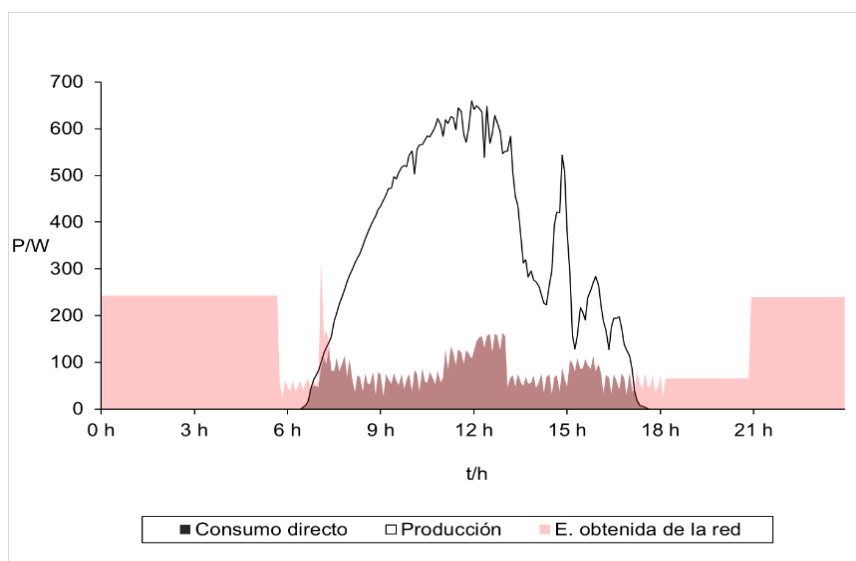
La siguiente figura 24 determina la situación de generación de energía solar conveniente el 3 de abril. Se presta atención a que la generación de electricidad fotovoltaica se produce entre las 6:30 a. m. y las 5:30 p. m., con un pico de generación de energía de aproximado 640 W. A partir de las 12:00 horas ya se puede satisfacer el consumo del hogar, y, siendo a las 17.30 p.m., ya no se produce energía solar, por lo que el consumo de electricidad debe ser reemplazado con otro prototipo de abasto de energía y/o generador.

Figura 32. Variación de la producción el 3 de abril del 2024



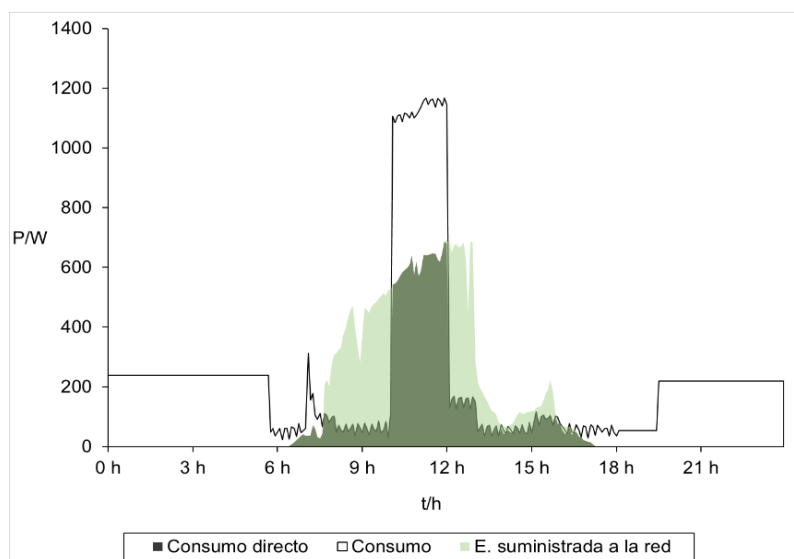
El consumo de energía solar del 3 de abril se representa en la figura 25, que exhibe a cerca de la intensidad solar que satisface la necesidad de energía para la vivienda entre las 6:30 y las 17:30 horas. Después de las 17:30 horas, pero la abundancia de energía fue transferida a la red eléctrica y se necesitó un generador para abastecer todas las cargas eléctricas, como televisor, blu-ray, radio, refrigerador y calefactor.

Figura 33. Variación del consumo el 3 de abril del 2024



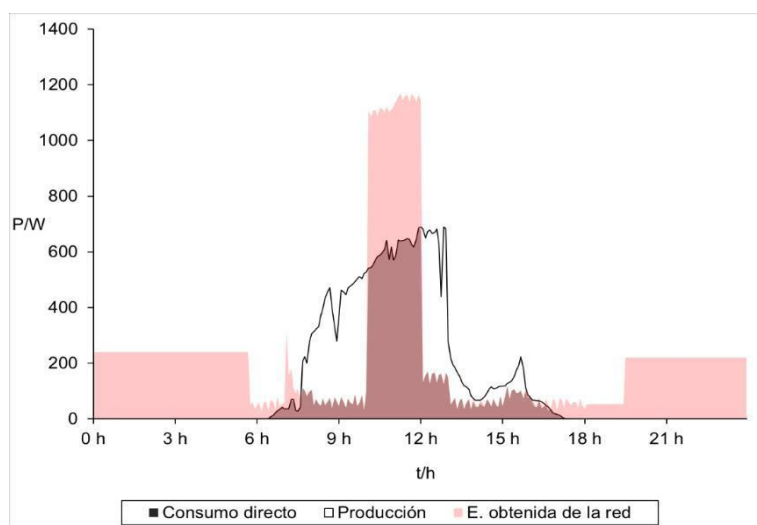
La siguiente figura 26 determina la producción solar proporcionada al 4 de abril. Se presta atención que la obtención de electricidad fotovoltaica se produjo entre las 6:30 a. m. y las 5:30 p. m. y la energía se generó entre las 6:30 a. m. y las 10:00 a. m. La energía sobrante se suministra a la red proporcionada por el sistema. Se tiene un horario de entre 10:00 y 12:00 horas programadas con 5 dispositivos eléctricos denominados electrodomésticos, por lo que se estima que el consumo total supera el término de obtención de energía. Para resguardar este consumo es necesario diferente dispositivo de suministro de generador. Luego, al inicio de las 12:00 a 17:30 p.m., observamos que la obtención de intensidad eléctrica dentro de energía solar se iba reduciendo y al no haber una fuente de acaparamiento, el consumo posterior de la siguiente hora debía cubrirse con otras fuentes de energía.

Figura 34. Variación de la producción el 4 de abril del 2024



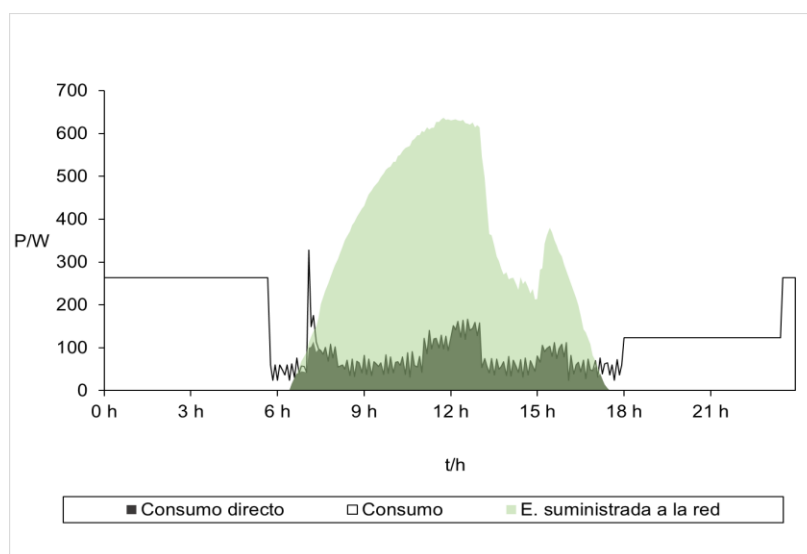
La siguiente figura 27 determina el consumo de energía solar proporcionado para el 4 de abril. Se puede observar que, debido al cruce del consumo de electricidad, la producción de células solares no puede cubrir el consumo total de carga en el período de 10:00 a 12:00 horas. Los artefactos suministrados son electrodomésticos, por consiguiente, similares. Se observó a las 17:30 p.m. que el sistema solar dejó de abastecer energía, por lo que se necesitó distinto generador eléctrico.

Figura 35. Variación del consumo el 4 de abril del 2024



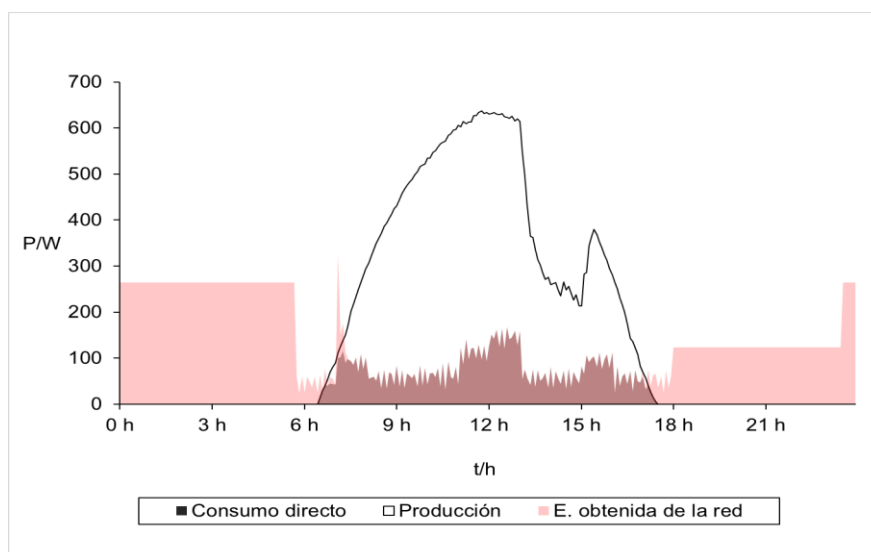
La siguiente figura muestra la situación de la producción solar correspondiente al 17 de abril. Se verifica que la producción de células solares ocurre entre las 6:30 a. m. y las 17:30 p. m., con una generación máxima de electricidad de aproximadamente 637 vatios; se puede observar que durante este horario el consumo de cargas domésticas se puede abastecer a partir de las 17.30 horas, por lo que se debe entregar el consumo de cargas eléctricas con otro tipo de generador eléctrico.

Figura 36. Variación de la producción el 17 de abril del 2024.



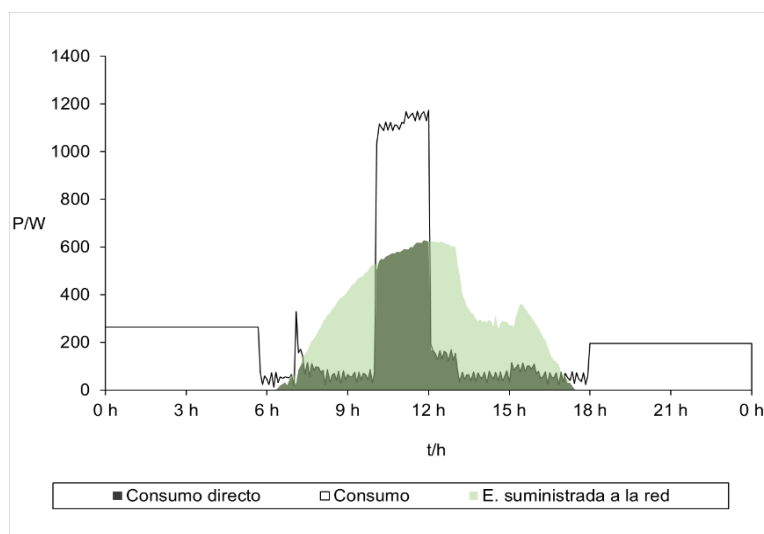
La siguiente figura 29 determina el consumo de energía solar proporcionado para el 17 de abril. Se puede observar que entre las 6:30 a. m. y las 17:30 p. m., la energía producida por las energías fotovoltaicas solares cubrió las escaseces energéticas de las residencias y la abundancia de energía se suministró a la malla de red; a partir de las 17:30 p.m. horas, se requirió nuevo dispositivo de energía eléctrica para proveer el consumo total de los artefactos electrodomésticos de tv, blu-ray, radio, refrigeradora y el calefactor.

Figura 37. Variación del consumo el 17 de abril del 2024



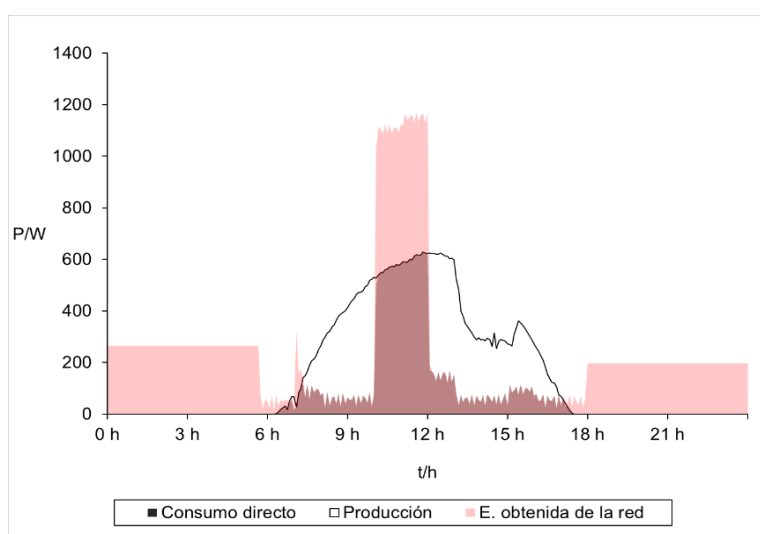
La siguiente figura muestra la producción solar correspondiente el 18 de abril. Se ha observado que la producción de células solares ocurre aproximadamente entre las 6:30 a.m. y las 17:30 p.m. De esta energía proporcionada en el horario de 6:30 a.m. a 10:00 a.m. el consumo energético de eléctrica es abastecido por el sistema, poseyendo superabundancia de energía solar suministrada a la red. En condición de 10:00 a.m. a 12:00 horas se tienen programados 5 artefactos electrodomésticos, donde puede observar un consumo de energía total de 1173 W, lo que supera el límite de obtención de 627 W, y se requiere otro tipo de fuente de alimentación para cubrir este consumo. De 12.00 a 17.30 p.m. se puede comprobar que la reproducción de fuerza eléctrica al comienzo de la energía solar se está reduciendo y al no existir una fuente apropiada de acaparamiento, por tanto, el consumo que se sigue tiene que cubrir con otras fuentes.

Figura 38. Variación de la producción el 18 de abril del 2024.



La siguiente figura 31 determina el consumo de energía solar proporcionado para el 18 de abril. Se puede observar que, debido al cruce del consumo de electricidad, la producción de células solares no puede cubrir el consumo total de carga en el intervalo de 10:00 a 12:00 y las 5 cargas de artefactos electrodomésticos programados, y también se presta atención a las 17:30 p.m. el sistema deja de generar energía, por lo que se necesita distinto dispositivo de generador eléctrico.

Figura 39. Variación del consumo el 18 de abril del 2024



La siguiente figura muestra la producción eléctrica correspondiente en abril. Se puede observar que la obtención de energía solar es mayor los días 9 y 15. Si se toman estos días como referencia, entonces se puede decir que la electricidad generada durante estos días es mayor. A diferencia de un día con menos sol, se obtuvieron entre 4253 Wh y 4222 Wh de energía y la cantidad de electricidad producida fue de aproximadamente 3238 Wh. La producción de electricidad durante todo el mes de abril fue de 117403 vatios/ hora.

Figura 40. Variación de la producción en el mes de abril

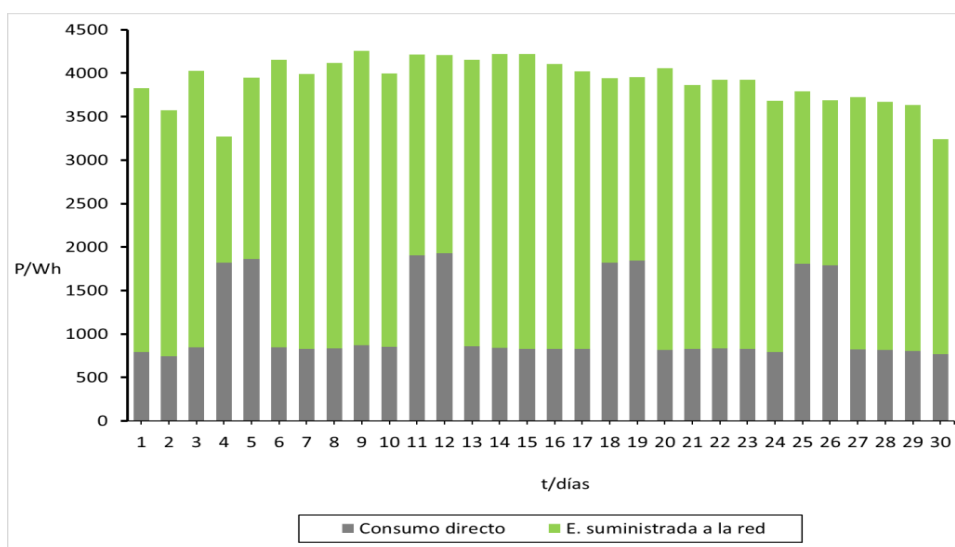
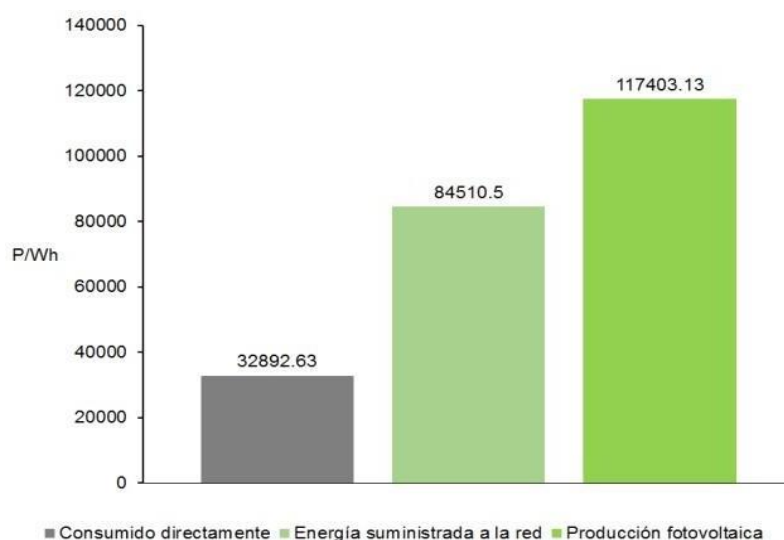


Figura 41. Producción total de energía solar en el mes de abril



La siguiente figura muestra el consumo de energía correspondiente en abril. Se puede observar que los días 5 y 18 son los días de mayor consumo, los cuales son 5508 vatios hora y 5718 vatios hora, respectivamente, para cubrir la demanda de carga. Esto crea una necesidad de obtener electricidad de distintos dispositivos de suministro de energía (generadores).

En consecuencia, en este mes de abril el consumo total fue de 111205 Wh.

Figura 42. Variación del consumo en el mes de abril.

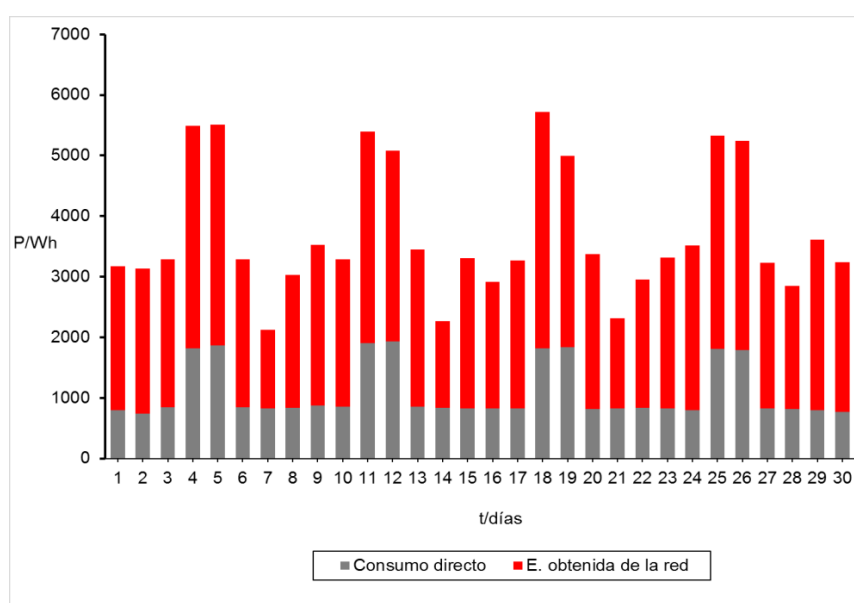
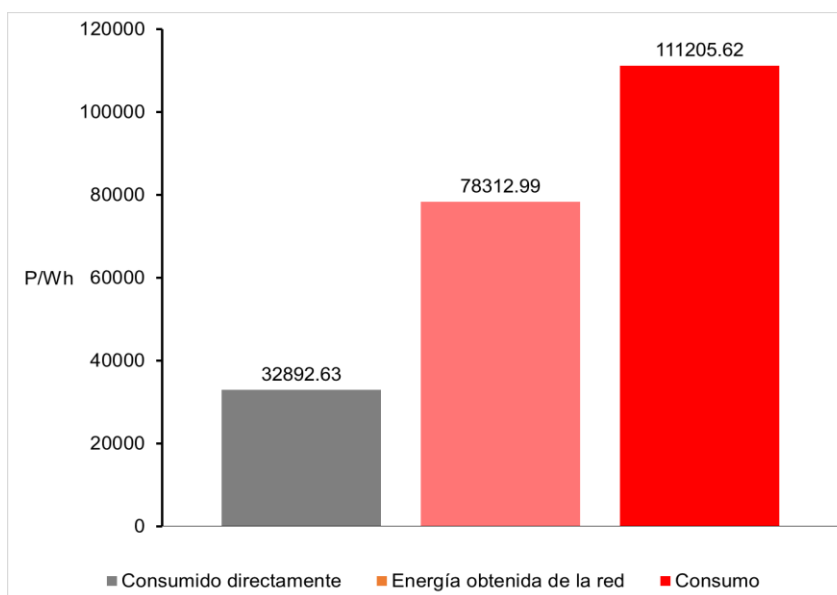


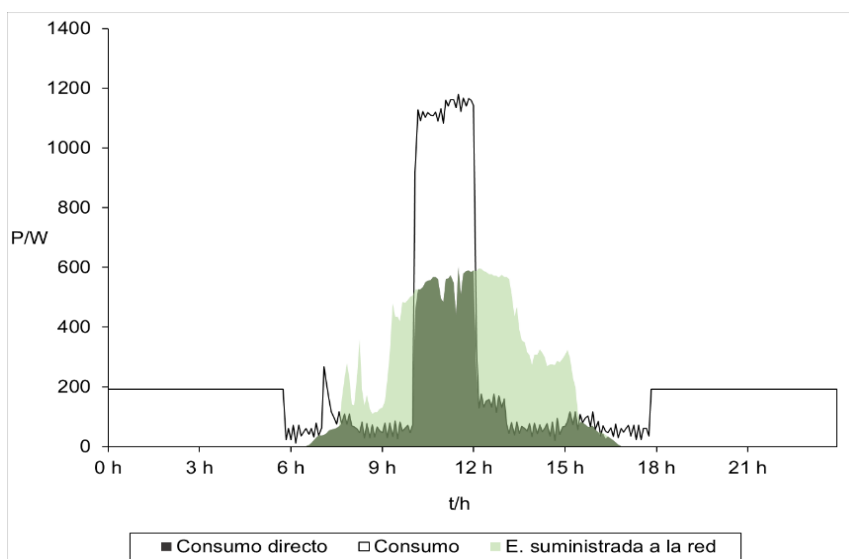
Figura 43. Consumo total de energía en el mes de abril



3.1.3 Mes de mayo

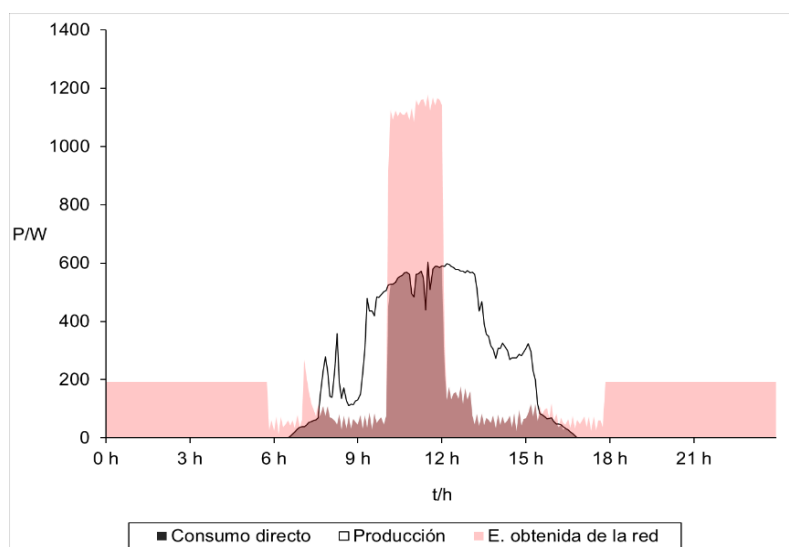
En la siguiente figura 36 se verifica la obtención solar proporcionada el 3 de mayo, en el cual se aprecia que la obtención de energía fotovoltaica solares ocurre desde aproximadamente 6:30 am y 17:00 pm y este consumo de energía se genera a las 6:30 am a 10:00 horas. La cantidad total energética es proveída por el sistema de celda solar, habiendo abundancia de energía es suministrada a la red eléctrica. Dentro del lapso de 10:00 horas a 12:00 horas, se asume una sistematización de conexión de 5 electrodomésticos del hogar. El consumo es 1179 W, lo que está por encima del límite de producción para este rango horario (603 W) y se requiere un tipo de alimentación diferente (generador) para dar cabida a este consumo. De las 12:00 a las 17:00 horas vemos una disminución en la obtención de energía solar, y al no haber una fuente de acopio, el consumo que continúa en las siguientes horas debe provenir de otras fuentes de energía.

Figura 44. Variación de la producción el 3 de mayo del 2024



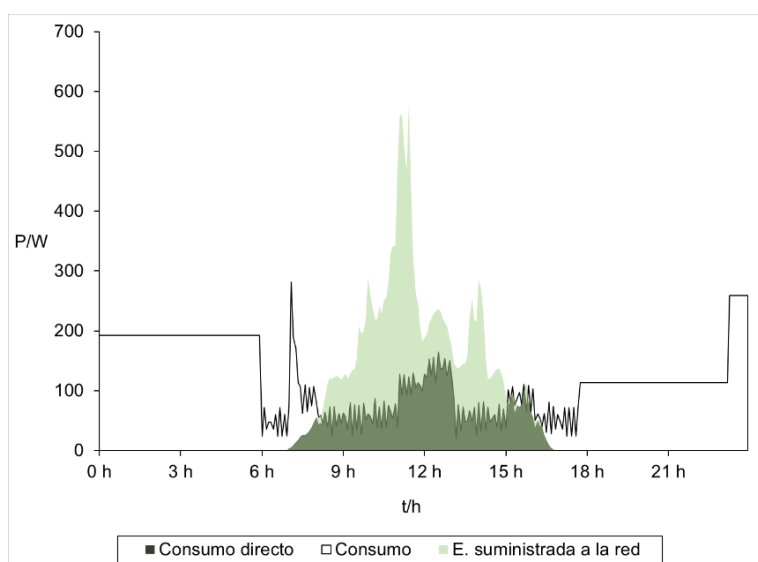
La siguiente figura 37 presenta el consumo de energía solar proporcionado para el 3 de mayo. Se puede observar que, dado que el consumo excede las 5 horas, la producción de células solares no puede manejar el consumo total de carga en el intervalo de 10 a 12 horas, con los artefactos electrodomésticos. También se observó que después de las 17:00 horas, el sistema solar dejó de reproducir energía, por lo que se necesitó distinto generador eléctrico.

Figura 45. Variación del consumo el 3 de mayo del 2020



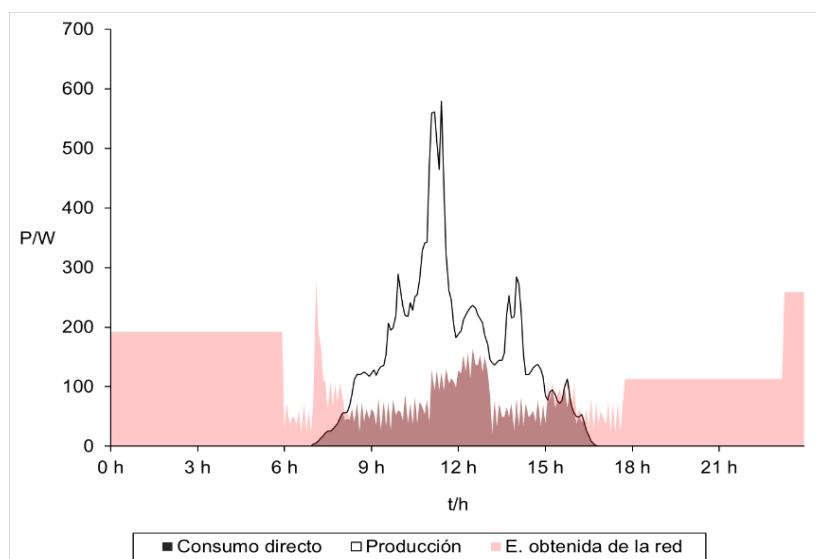
La siguiente figura 38 representa la obtención de fuerza solar proporcionada para el 4 de mayo. Se puede ver la obtención de energía fotovoltaica se abastece desde las 7:00 a.m. hasta a las 17:00 p.m., con un máximo de obtención de 579 W aproximadamente a las 11:30, el cual disminuye a 136 W a las 13:15 horas y vuelve a aumentar a 283 W a las 14:00 horas, lo que indica una clara permuta en la temperatura de soleado a nublado y sol a nublado. A desconsuelo de esa permutación, a partir de las 17:00 horas ya no se puede obtener energía fotovoltaica, por lo que se requiere otro dispositivo de energía eléctrica.

Figura 46. Variación de la producción el 4 de mayo del 2024.



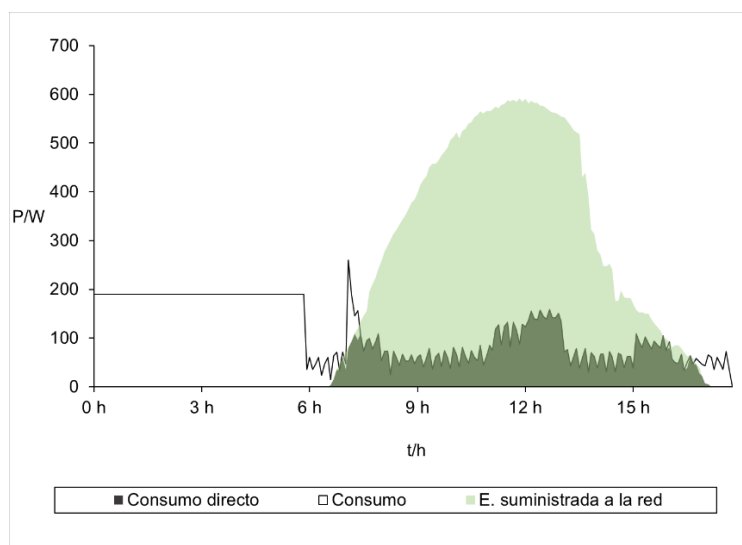
La siguiente figura presenta el consumo de energía solar proporcionado para el 4 de mayo. Se puede observar que desde las 7:00 horas hasta 17:00 horas la obtención de energía fotovoltaica cubrió las necesidades del hogar, con un consumo máximo de 281 W en 19:05 horas. A partir de las 20:00 horas, debido a la conexión de dispositivos electrodomésticos, por la abundancia de corriente originada por el sistema de suministro de la red y luego de las 17:00 horas, se requirió reiteradamente distinto dispositivo de suministro de energía.

Figura 47. Variación del consumo el 4 de mayo del 2024



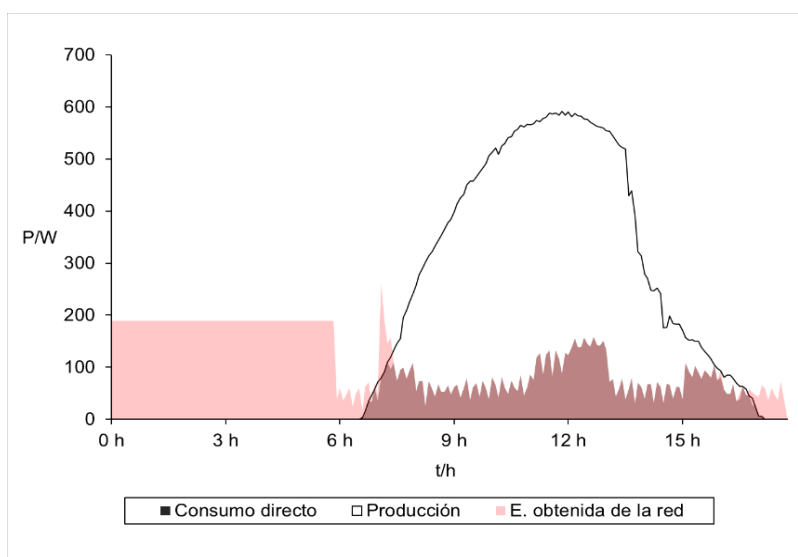
La Figura 40 muestra los datos de producción de energía solar para el día 26 de mayo. Se puede ver la obtención de energía fotovoltaica ocurre a partir de las 6:30 hasta a las 17:00 horas, con un máximo de producción de 590 W alrededor de las 12:00 horas, lo que indica que durante ese tiempo se pudo satisfacer el uso de energía en la residencia, a partir de las 17:00 horas, la obtención de energía fotovoltaica se ha detenido, lo que obliga a utilizar un generador para cubrir el consumo. Debido a un breve corte de luz durante este día, la clasificación se presenta desde las 0:00 horas hasta las 17:00 p.m.

Figura 48. Variación de la producción el 26 de mayo del 2024.



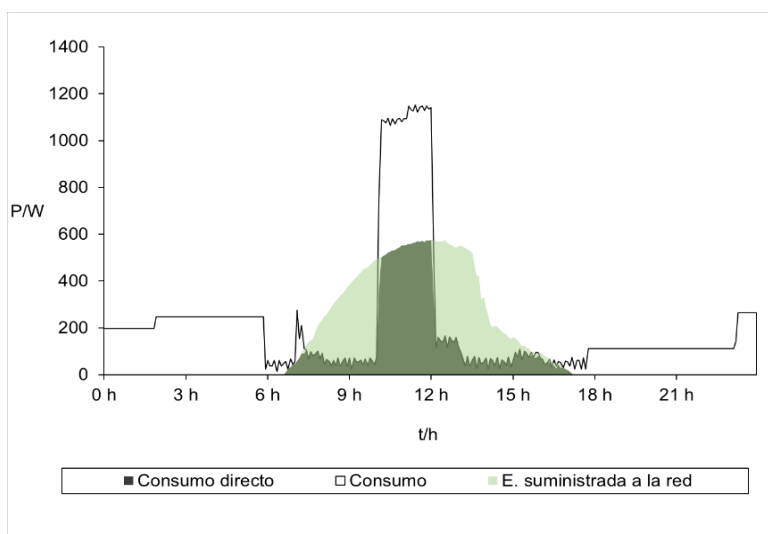
El consumo de energía solar proporcionado hasta el 26 de mayo se muestra en la figura 41. Desde las 06:30 hasta las 17:00, los paneles solares generaron suficiente energía para compensar las escaseces de la familia y la energía sobrante se integró a la red para comenzar a producir electricidad. En otros lugares, como la televisión, el Blu-ray, el radio, el refrigerador y el calentador, se requiere un generador para garantizar el consumo total de energía. Debido a un supuesto corte de energía eléctrica en este día, la programación comienza a las 0.00 horas y dura hasta las 17:00 horas.

Figura 49. Variación del consumo el 26 de mayo del 2024.



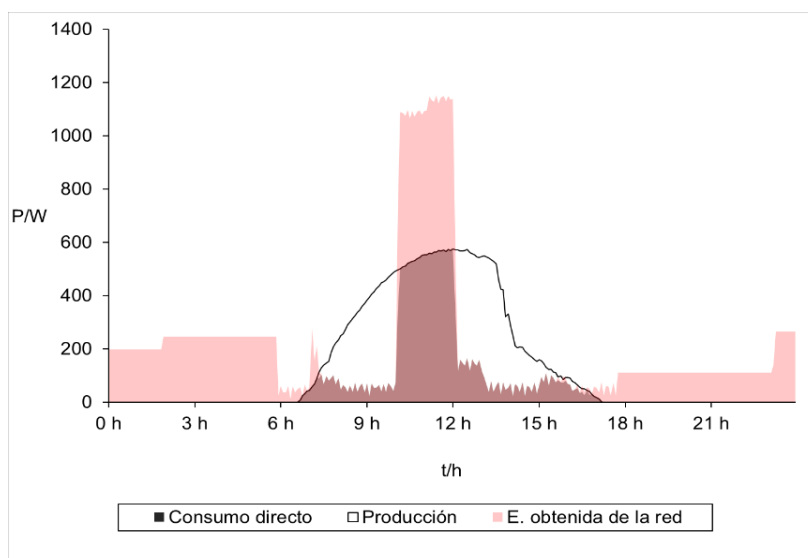
La figura 42 evidencia la producción de energía solar del 30 de mayo. Es posible ver la generación de energía fotovoltaica ocurrida entre las 6:40 a.m. y las 17:15 p.m. horas. Esta energía es utilizada para alimentar el sistema y se suministra a la red durante el período de 10:00 a 12:00 horas. Tiene una programación en la que se cruzan cinco dispositivos (lavadora, refrigerador, ventilador, radio y licuadora) y consume 1148 W de electricidad, supera más que la producida de 572 W. Para resguardar este consumo, se necesitaba un nuevo generador. Se debe tener en cuenta que la elaboración de energía solar disminuye entre las 12:00 y las 17:15 horas. Como no hay otra fuente de suministro, se requiere un dispositivo adicional eléctrico para las horas posteriores.

Figura 50. Variación de la producción el 30 de mayo del 2024



La figura 43 representa el consumo de energía solar del 30 de mayo. Se puede ver que durante el período de tiempo 10:00 a 12:00 horas, la producción de energía solar no cubrió suficientemente todas las cargas eléctricas de los artefactos del hogar, debido al exceso de consumo. Siendo a horas 17:15 p.m., el sistema de red eléctrica dejó de generar corriente.

Figura 51. Variación del consumo el 30 de mayo del 2024



La figura 44 muestra la producción de intensidad de corriente en mayo. Los días 11 y 12 generaron la mayor cantidad de energía solar, produciendo entre 3600 y

3598 Wh, en comparación con el día 4, que fue un día menos soleado y generó aproximadamente 1618 Wh. Como resultado, en mayo se produjo 103896 W.

Figura 52. Variación de la producción en el mes de mayo

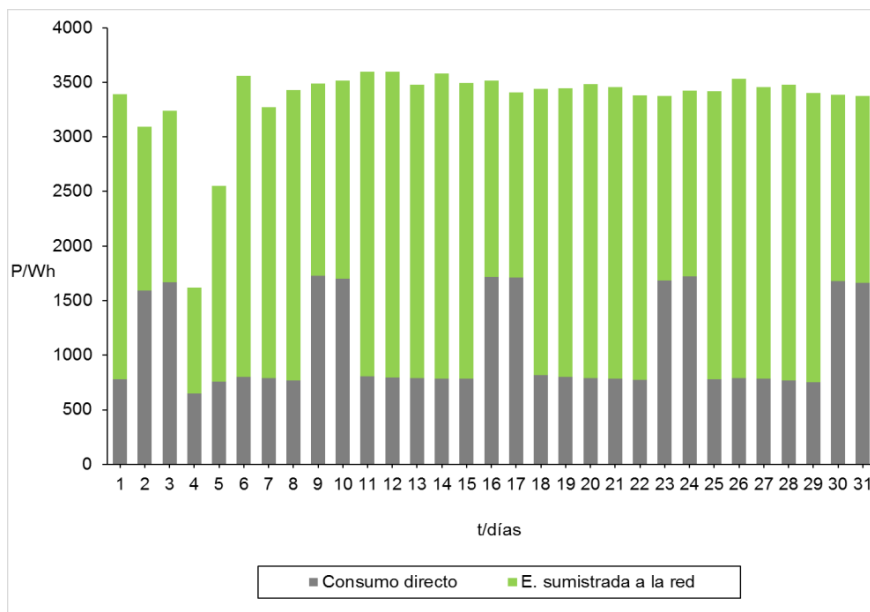
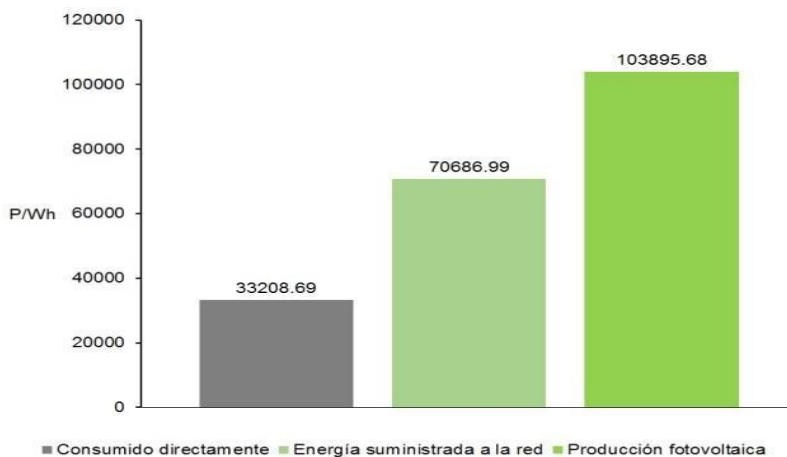


Figura 53. Producción total de energía solar en el mes de mayo



La Figura 46 demuestra el consumo de corriente durante mayo, y muestra que los días 2 y 31 fueron los días con el mayor consumo total, con 5741

W.h. y 5739 W.h., respectivamente. Esto demuestra que la corriente generada por el sistema de red solar no pudo satisfacer la demanda total de cargas eléctricas, lo que indica que la cantidad total de corriente producida por el sistema no pudo satisfacer la necesidad de los dispositivos eléctricos en su generalidad en abril, pero se consumieron un total promedio de 117443 Wh.

Figura 54. Variación del consumo en el mes de mayo

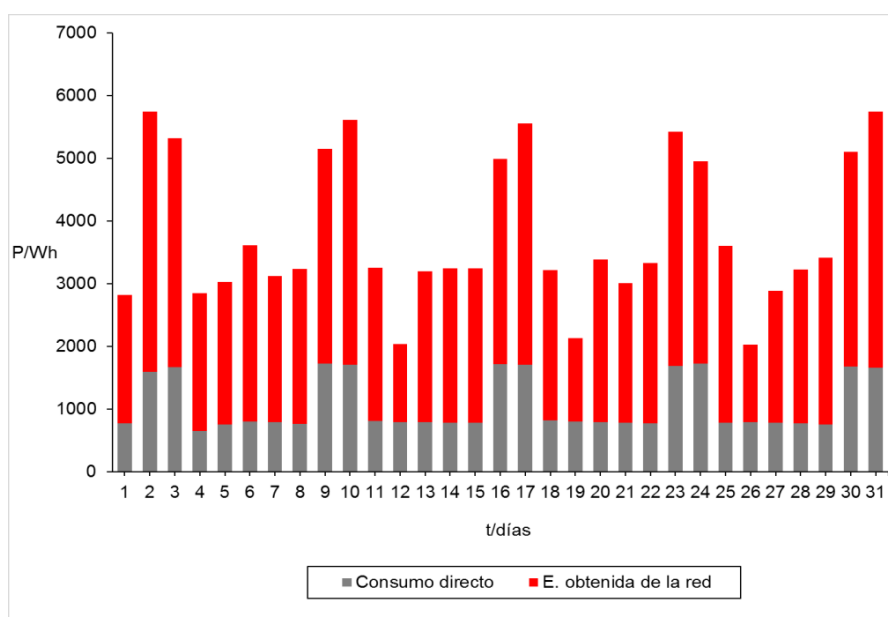
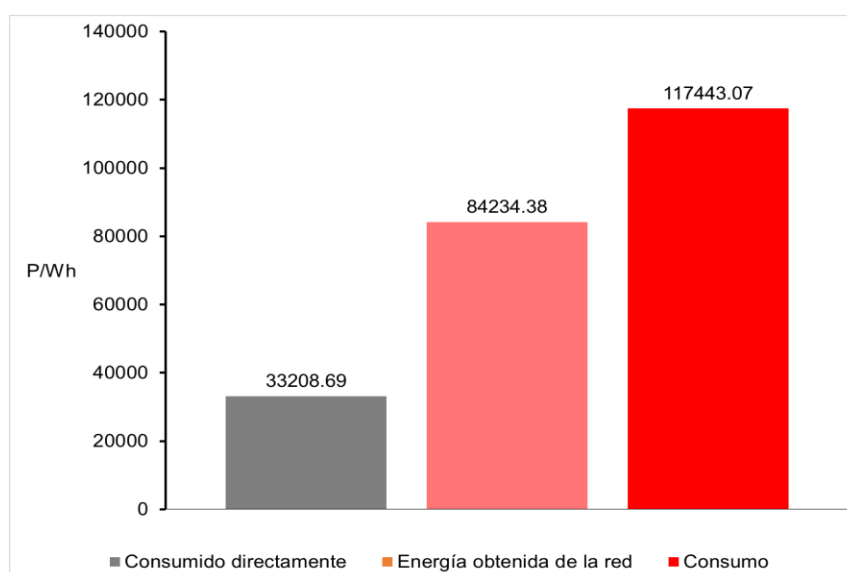


Figura 55. Consumo total de energía en el mes de mayo



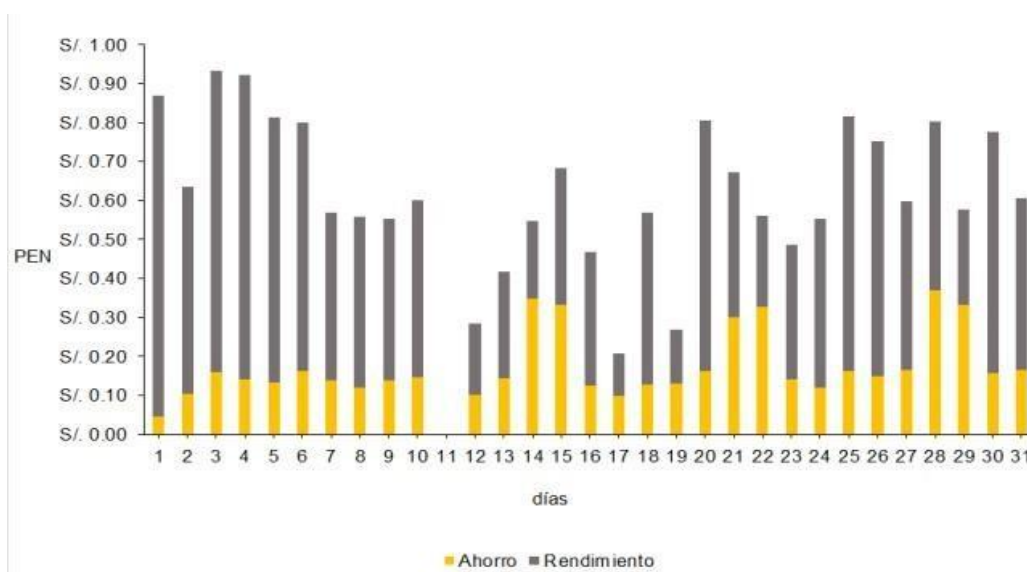
6.2 Evaluación Económica

En marzo, abril y mayo, se llevó a cabo una evaluación económica basada en los indicadores de consumo energético de los hogares y los costos del proyecto a un precio por Kwh de 0,2 soles, según OSINERGMIN.

a) Rendimiento del mes de marzo

En la Figura 48, muestra la utilidad de marzo, donde se puede ver que los días 3 y 4 de marzo fueron los días con la mayor cantidad de energía fotovoltaica producida. Se podría decir que hubo una mayor radiación solar, lo que resultó en 0,21 soles, tomando estos días como referencia. Además, el día 28 hubo un incremento sustancial en el uso directo de energía solar, lo que resultó en un aumento de 0.37 soles. Como se muestra, el día 11 no hubo producción debido a una fuerte suspensión de intensidad fotovoltaica.

Figura 56. Rendimiento del mes de marzo

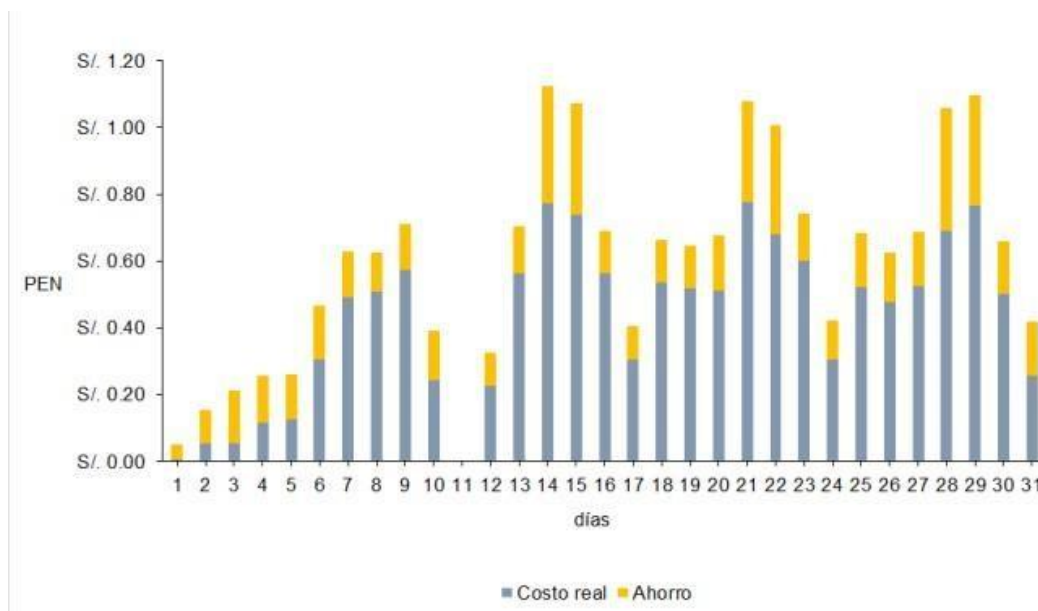


b) Gastos del mes de marzo

El gasto total de marzo se muestra a continuación, destacando que durante los días 14 y 29 será necesario utilizar un generador para obtener electricidad para la vivienda. Debido a que durante esos días el sistema fotovoltaico no pudo

satisfacer la necesidad de cargas eléctricas, se gastaron 0.77 soles y 0.76 soles.

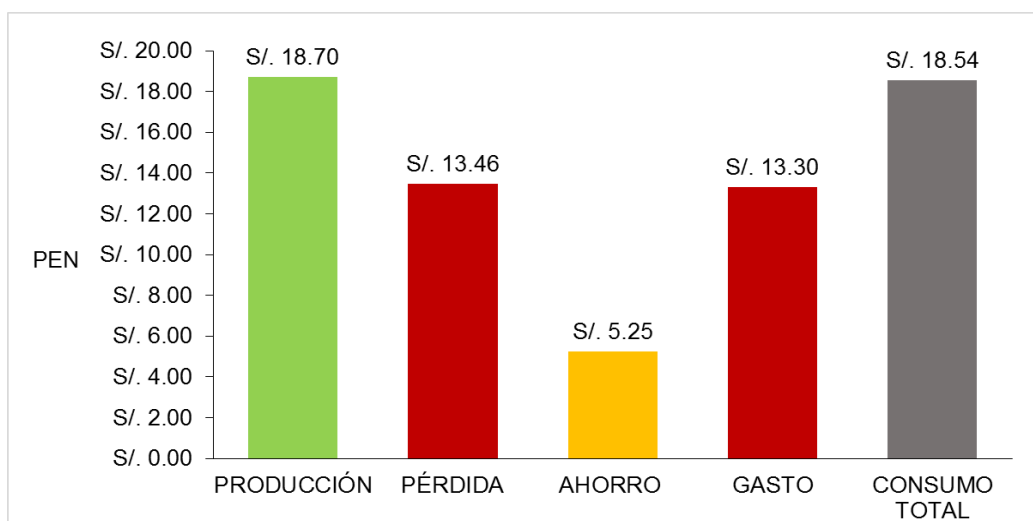
Figura 57. Gastos del mes de marzo



c) Análisis económico del mes de marzo

La figura 50 demuestra exámenes financieros proporcionados durante el mes de marzo, en donde se puede ver que la energía solar total producida es 18.70 soles, el consumo directo de los paneles es de 5.25 soles, lo que se considera como ahorro y las pérdidas son de 13.46 soles, que corresponde a suministrar a la red. La energía y los datos de energía requerida obtenidos de la red reflejan un costo de 13.30 soles, para resguardar la cantidad consumida total generada 18.54 soles.

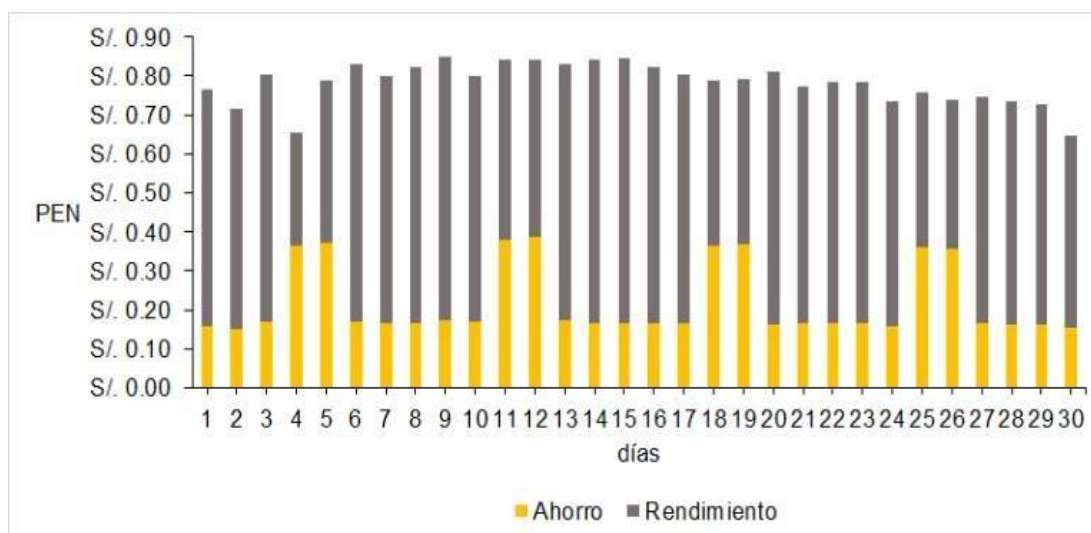
Figura 58. Análisis económico del mes de marzo



d) Rendimiento del mes de abril

El rendimiento de abril se muestra en la figura 51. Los días 9 y 15 fueron los días con la mayor cantidad de irradiación solar, generando 0.85 y 0.84 soles, respectivamente, mientras que los días 4 y 30 de abril fueron los días con la menor cantidad de radiación solar, generando 0.65 soles respectivamente. Como resultado, el uso directo de energía solar aumentó el día 12 a 0.39 soles.

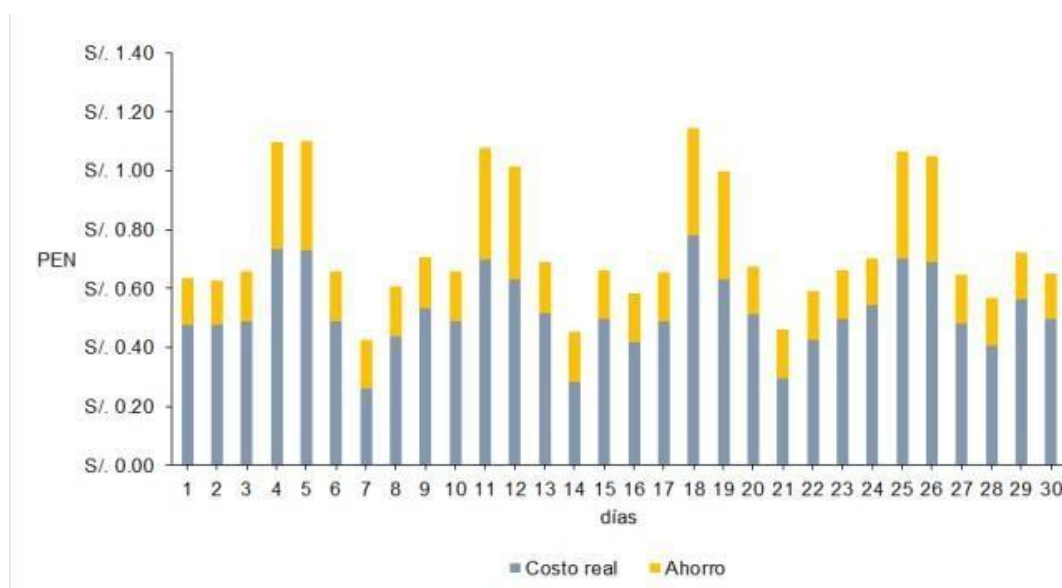
Figura 59. Rendimiento del mes de abril



e) Gastos del mes de abril

En la figura 52 se demuestra el precio real de los egresos generados correspondiente al mes de abril, en el cual se aprecia que en los días 4, 5 y 18 de abril requerimos corriente eléctrica de distinto dispositivo de alimentación (generador) para lograr proporcionar el consumo a la vivienda. Durante esos días, se crearon un egreso de 0.73 soles y 0.78 soles, debido a que el sistema fotovoltaico no pudo satisfacer la necesidad de las cargas eléctricas.

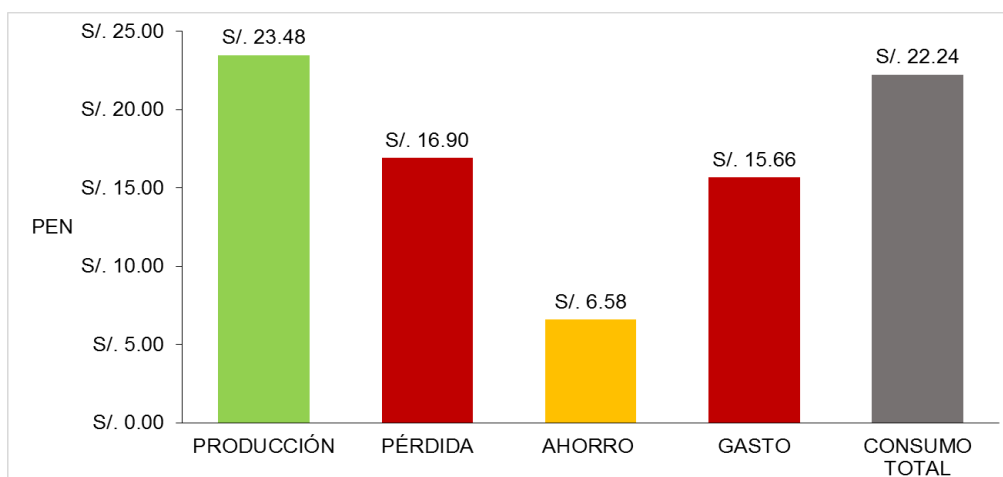
Figura 60. Gastos del mes de abril



f) Análisis económico del mes de abril

La obtención total de energía fotovoltaica fue de 23.48 soles, según el análisis financiero para todo el mes de abril; mientras tanto, el uso directo del panel fue de 6.58 soles, lo que reflexiona una conservación. La cantidad total de carga entregada a la red y la intensidad requerida de la red se demuestran en un egreso de 15.66 soles. Se representó una pérdida de 16.90 soles, lo que permitió un consumo total de 22.24 soles.

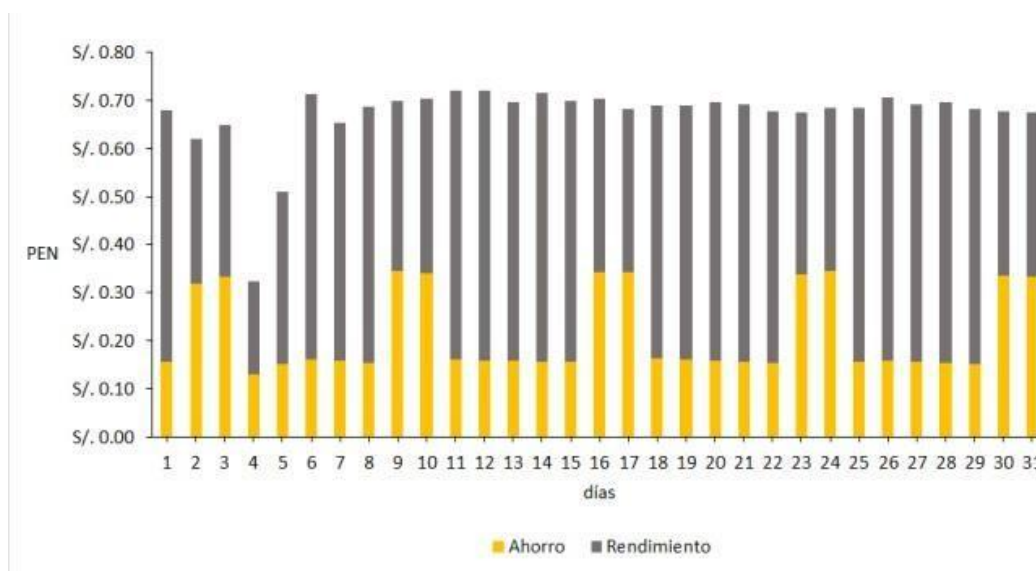
Figura 61. Análisis económico del mes de abril



g) Rendimiento del mes de mayo

La figura 54 demuestra el rendimiento de mayo. Los días 11 y 12 produjeron la mayor cantidad de energía fotovoltaica, generando 0.72 soles cada uno, mientras que el día 4, que fue el día con menos sol, produjo 0.32 soles. Se logra ver que durante los fines de semana tuvo un aumento el uso directo de energía solar, lo que resultó en un ahorro promedio de 0.34 soles.

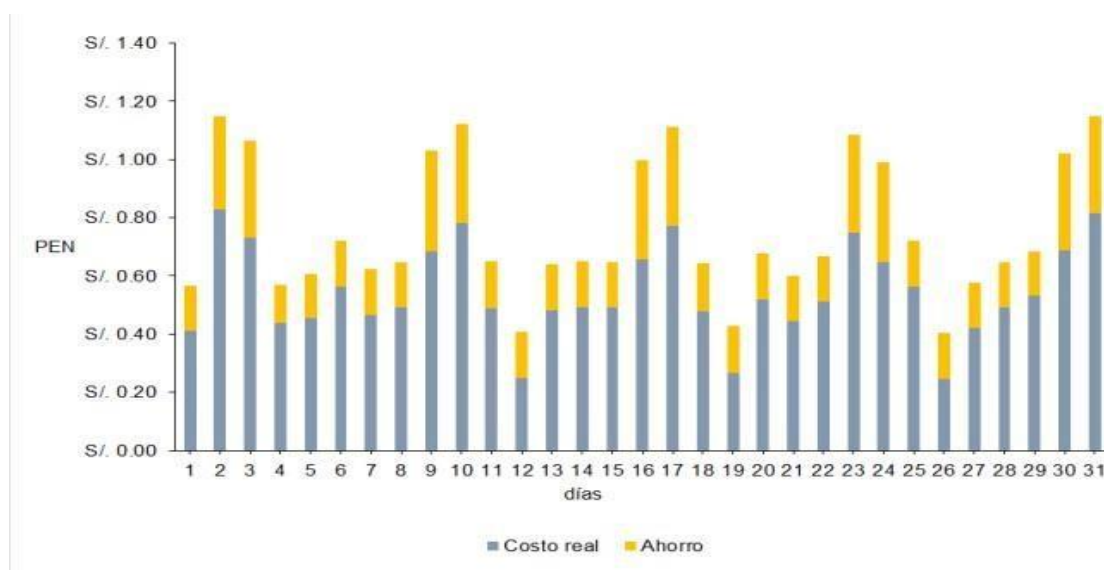
Figura 62. Rendimiento del mes de mayo



h) Gastos del mes de mayo

La figura 55 muestra el precio real de los consumos en mayo, donde se muestra que durante los días 2 y 31 se requirió la utilización de un generador para proporcionar energía a la vivienda. Debido a que el sistema fotovoltaico no logró satisfacer las solicitudes de cargas de artefactos, se gastaron 0.83 soles y 0.82 soles en varios días.

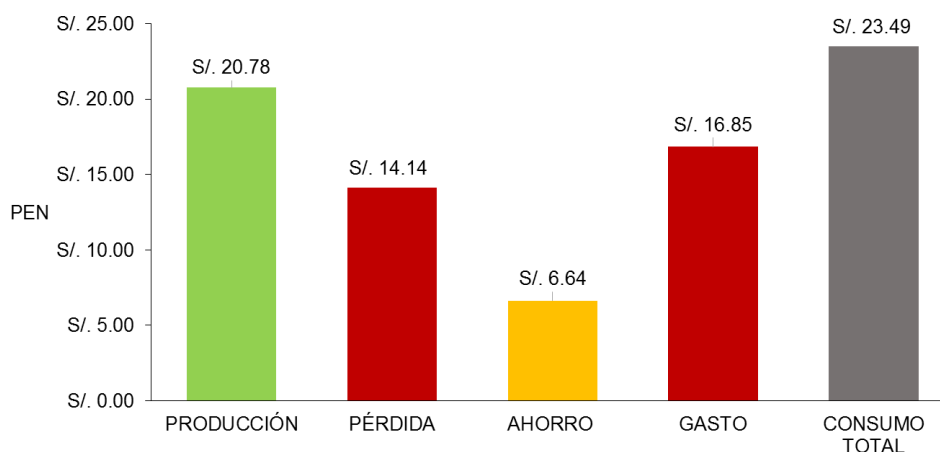
Figura 63. Gastos del mes de mayo



i) Análisis económico del mes de mayo

Como se muestra en la figura 56, el uso directo del panel fue de 6.64 soles, mientras que la transformación total de energía fotovoltaica fue de 20.78 soles, según el análisis económico de mayo. Esta información muestra la cantidad de fluido que se suministró a la red y el aumento de energía solar que se obtuvo de la red, lo que se refleja en un regreso de 16.85 soles. Para asegurar un total de 23.49 soles de consumo.

Figura 64. Análisis económico del mes de mayo



6.3 Mejora técnica

6.3.1 Almacenamiento de energía

La exportación de combustibles y repuestos para generadores eléctricos de ciclo de combustión a zonas rurales y aisladas es complicado y costoso. A pesar de que funcionan por sí mismos, los sistemas fotovoltaicos requieren una fuente de energía adicional para funcionar durante la oscuridad o durante las horas de baja irradiación solar. El almacenamiento de energía es un método para asegurarse de que la energía producida sea de alta calidad. Las ruedas dinámicas, las baterías y los bancos de condensadores pueden hacerlo. Una opción atractiva y adaptable para la instalación de energía fotovoltaica en áreas aisladas en Perú son las baterías. Las baterías de plomo ácido utilizan celdas de plomo en su estructura química, mientras que las baterías de iones de litio utilizan celdas de litio. Ambas tecnologías están actualmente disponibles. A pesar de ser más efectivas, estas últimas también son significativamente más caras (casi cuatro veces más que las de plomo ácido). La incorporación de las baterías de iones de litio en los sistemas fotovoltaicos es una mejora significativa porque garantiza el suministro continuo de energía tanto durante el día como durante la noche.

6.4 Análisis de la inversión

Se utilizó el resultado de la información recogida en los meses de prueba (marzo, abril y mayo) para promediar la elaboración mensual de energía fotovoltaica para efectuar el examen económico de inversión. De esta manera, se logró la obtención de energía fotovoltaica promedio anual.

Tabla 3. Cálculo de la producción mensual

PRODUCCIÓN kW	93.50	117.40	103.90
RADIACIÓN W/m2	1000	900	800
	PRODUCCIÓN kW h	RADIACIÓN W/m2	
PROMEDIO	104.93	900	
ENERO	139.91	1200	
FEBRERO	139.91	1200	
MARZO	116.59	1000	
ABRIL	104.93	900	
MAYO	93.27	800	
JUNIO	104.93	900	
JULIO	116.59	1000	
AGOSTO	139.91	1200	
SEPTIEMBRE	139.91	1200	
OCTUBRE	139.91	1200	
NOVIEMBRE	139.91	1200	
DICIEMBRE	139.91	1200	
PROMEDIO MENSUAL DE PRODUCCIÓN	126.31		

La elaboración anual automatizada resulta 1515.71 kW h, cuyo valor en soles es 303.14 soles, asumiendo en esta representación que el costo por kWh es de 0.20 soles según OSINERGMIN [30].

Figura 65. Costo de producción anual

COSTO POR kW h S/.	S/. 0.20
	E. PRODUCIDA
PRODUCCION MENSUAL kW h	126.31
PRODUCCION ANUAL kW h	1515.71
	SOLES
	S/. 25.26
	S/. 303.14

De condición similar, se utilizó con la cédula técnica y rendimiento de los paneles solares fotovoltaicos para calcular la pérdida de eficiencia para producir fuerza fotovoltaica.

Figura 66. Cálculo de la eficiencia de paneles solares

	EFICIENCIA	E. PRODUCIDA kW h
AÑO 1	100%	1515.71
12 AÑOS	91.20%	1382.33
PÉRDIDA DE EFICIENCIA	8.80%	
PÉRDIDA ANUAL	0.73%	11.12
30 AÑOS	80.6%	
PÉRDIDA DE EFICIENCIA	10.60%	
PÉRDIDA ANUAL (SIGUIENTES 18 AÑOS)	0.59%	8.93

6.4.1 Análisis económico sin batería

a) Inversión

En el proyecto se tomaron en cuenta los costos de los dispositivos del sistema fotovoltaico (caso 1), incluyendo los costos anuales de sostenimiento, que simbolizan un 5% sobre el cambio total.

Figura 67. Precios de los componentes del sistema del caso 1

	PRECIO	
	SOLES	OBSERVACIONES
PANEL	S/. 320.00	
BATERÍAS		
INVERSOR FRONIUS	S/. 1,800.00	Inversor de 1000 W
ACCESORIOS	S/. 100.00	
TOTAL	S/. 2,220.00	
GASTOS DE MTTO		
	S/. 111.00	

b) Flujo de caja (caso 1) con eficiencia de producción constante

La Tabla 15 demuestra el flujo de caja del primer caso y analiza la eficacia de obtener energía fotovoltaica constante durante veinte años para un sistema sin batería. Para generar energía fotovoltaica de manera eficiente y constante.

Figura 68. Flujo de caja para el caso 1 con eficiencia constante

AÑO	INGRESOS	ENERGÍA PRODUCIDA	EGRESOS	INVERSIÓN	GASTOS POR MTTO.	FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
	S/.	kW h	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
0	0	0	-S/. 2,220	-S/. 2,220.00	S/. 0	-S/. 2,220.00	-S/. 2,220.00
1	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	-S/. 1,916.86
2	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	-S/. 1,613.71
3	S/. 303.14	1515.71	S/. 111	0	S/. 111	S/. 192.14	-S/. 1,421.57
4	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	-S/. 1,118.43
5	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	-S/. 815.29
6	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	-S/. 512.14
7	S/. 303.14	1515.71	S/. 111	0	S/. 111	S/. 192.14	-S/. 320.00
8	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	-S/. 16.86
9	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	S/. 286.28
10	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	S/. 589.43
11	S/. 303.14	1515.71	S/. 111	0	S/. 111	S/. 192.14	S/. 781.57
12	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	S/. 1,084.71
13	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	S/. 1,387.85
14	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	S/. 1,691.00
15	S/. 303.14	1515.71	S/. 111	0	S/. 111	S/. 192.14	S/. 1,883.14
16	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	S/. 2,186.28
17	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.05	S/. 2,489.33
18	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	S/. 2,792.48
19	S/. 303.14	1515.71	S/. 111	0	S/. 111	S/. 192.14	S/. 2,984.62
20	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	S/. 0	S/. 303.14	S/. 3,287.76

c) Cálculo del VAN y TIR (caso 1 - eficiencia constante)

Para el caso 1, sin deterioro de paneles, los resultados VAN y TIR son positivos con una tasa del 7 %, lo que revela que el proyecto es viable.

Tabla 4. Cálculo del VAN y TIR caso 1 (eficiencia constante)

TASA	7%
-------------	----

VAN 1	S/. 753.83
TIR	10.9%

e) Flujo de caja (caso 1) con reducción en la eficiencia de producción

En el primer caso, se reflexiona que, durante una etapa de veinte años de un sistema sin batería, la eficacia de elaboración de energía fotovoltaica se reduce cada año en un 0,73% durante los primeros 12 años y luego en un 0,59% durante los próximos 12 años, de acuerdo con la Tabla 17.

Figura 69. Flujo de caja para el caso 1 con reducción de eficiencia

AÑO	INGRESOS	ENERGÍA PRODUCIDA	EGRESOS	INVERSIÓN	GASTOS POR MTTO.	FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
	S/.	kW h	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
0	0	0	S/. 2,220	S/. 2,220.00	0	-S/. 2,220.00	-S/. 2,220.00
1	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	0	S/. 303.14	-S/. 1,916.86
2	S/. 300.92	1504.60	S/. 0	0	0	S/. 300.92	-S/. 1,615.94
3	S/. 298.70	1493.48	S/. 111	0	111	S/. 187.70	-S/. 1,428.24
4	S/. 296.47	1482.37	S/. 0	0	0	S/. 296.47	-S/. 1,131.77
5	S/. 294.25	1471.25	S/. 0	0	0	S/. 294.25	-S/. 837.52
6	S/. 292.03	1460.14	S/. 0	0	0	S/. 292.03	-S/. 545.49
7	S/. 289.80	1449.02	S/. 111	0	111	S/. 178.80	-S/. 366.69
8	S/. 287.58	1437.91	S/. 0	0	0	S/. 287.58	-S/. 79.11
9	S/. 285.36	1426.79	S/. 0	0	0	S/. 285.36	S/. 206.25
10	S/. 283.14	1415.68	S/. 0	0	0	S/. 283.14	S/. 489.39
11	S/. 280.91	1404.56	S/. 111	0	111	S/. 169.91	S/. 659.30
12	S/. 278.69	1393.45	S/. 0	0	0	S/. 278.69	S/. 937.99
13	S/. 276.90	1384.52	S/. 0	0	0	S/. 276.90	S/. 1,214.89
14	S/. 275.12	1375.59	S/. 0	0	0	S/. 275.12	S/. 1,490.01
15	S/. 273.33	1366.67	S/. 111	0	111	S/. 162.33	S/. 1,652.35
16	S/. 271.55	1357.74	S/. 0	0	0	S/. 271.55	S/. 1,923.89
17	S/. 269.76	1348.82	S/. 0	0	0	S/. 269.76	S/. 2,193.66
18	S/. 267.98	1339.89	S/. 0	0	0	S/. 267.98	S/. 2,461.63
19	S/. 266.19	1330.96	S/. 111	0	111	S/. 155.19	S/. 2,616.83
20	S/. 264.41	1322.04	S/. 0	0	0	S/. 264.41	S/. 2,881.24

e) Cálculo del VAN y TIR (caso 1 - reducción de eficiencia)

Para el caso 1 (desgaste de paneles), los resultados del VAN y TIR son positivos con una tasa del 7 %, lo que revela que el proyecto es factible.

Tabla 5. Cálculo del VAN y TIR caso 1 (reducción de eficiencia)

TASA	7%
-------------	----

VAN 1	S/. 582.45
TIR	10.1%

6.4.2 Análisis económico con batería

Se reflexionó sobre la utilización de baterías eléctricas en lugar de un generador eléctrico para el proceso de mejora. Esto respondería al acaparamiento de energía para condiciones de baja radiación solar o horas sin sol.

a) Inversión

En el proyecto se tomaron en cuenta los costos de los dispositivos del sistema fotovoltaico (caso 2), incluyendo los costos anuales de sostenimiento, que demuestran un 5% sobre la inversión total.

Figura 70. Precios de los componentes del sistema caso 2

	PRECIO	
	SOLES	OBSERVACIONES
PANEL	S/. 320.00	
BATERÍAS	S/. 450.00	
INVERSOR FRONIUS	S/. 1,800.00	Inversor de 1000 W
ACCESORIOS	S/. 100.00	
TOTAL	S/. 2,670.00	
GASTOS DE MTTO	S/. 133.50	

b) Flujo de caja (caso 2) con eficiencia de producción constante

La Tabla 20 presenta el flujo de caja del segundo caso, que analiza la eficacia de obtención de energía fotovoltaica invariable durante dos décadas para el sistema con batería, para una producción constante. Es un sistema de placas fotovoltaicas.

Figura 71. Flujo de caja para el caso 2 con eficiencia constante

AÑO	INGRESOS	ENERGÍA PRODUCIDA	EGRESOS	INVERSIÓN	GASTOS POR MTTO.	FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
	S/.	kW h	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
0	0	0	S/ 2,670	S/ 2,670.00	S/ 0	-S/ 2,670.00	-S/ 2,670.00
1	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	-S/ 2,366.86
2	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	-S/ 2,063.71
3	S/ 303.14	1515.71	S/ 134	0	S/ 134	S/ 169.64	-S/ 1,894.07
4	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	-S/ 1,590.93
5	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	-S/ 1,287.79
6	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	-S/ 984.64
7	S/ 303.14	1515.71	S/ 134	0	S/ 134	S/ 169.64	-S/ 815.00
8	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	-S/ 511.86
9	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	-S/ 208.72
10	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	S/ 94.43
11	S/ 303.14	1515.71	S/ 134	0	S/ 134	S/ 169.64	S/ 264.07
12	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	S/ 567.21
13	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	S/ 870.35
14	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	S/ 1,173.50
15	S/ 303.14	1515.71	S/ 134	0	S/ 134	S/ 169.64	S/ 1,343.14
16	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	S/ 1,646.28
17	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.05	S/ 1,949.33
18	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	S/ 2,252.48
19	S/ 303.14	1515.71	S/ 134	0	S/ 134	S/ 169.64	S/ 2,422.12
20	S/ 303.14	1515.71	S/ 0	0	S/ 0	S/ 303.14	S/ 2,725.26

c) Cálculo del VAN y TIR (caso 2 – eficiencia constante)

El caso 2 (sin deterioro de paneles) tiene resultados VAN y TIR positivos con una tasa del 7 %, lo que muestra que el proyecto es realizable.

Tabla 6. Cálculo del VAN y TIR caso 2 (eficiencia constante)

TASA	7%
-------------	-----------

VAN 2	S/. 245.42
TIR	8.0%

d) Flujo de caja (caso 2) con reducción en la eficiencia de producción

La Tabla 22 demuestra el flujo de caja del segundo caso y analiza la eficacia de producción de energía fotovoltaica de un sistema con batería durante 20 años. Durante los primeros doce años, se observó una disminución anual del 0,73%, seguida por una disminución anual del 0,59% durante los siguientes doce años.

Figura 72. Flujo de caja para el caso 2 con reducción de eficiencia

AÑO	INGRESOS	ENERGÍA PRODUCIDA	EGRESOS	INVERSIÓN	GASTOS POR MTTO.	FLUJO DE CAJA ECONÓMICO	FLUJO DE CAJA ACUMULADO
	S/.	kW h	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
0	0	0	S/. 2,670	S/. 2,670.00	0	-S/. 2,670.00	-S/. 2,670.00
1	S/. 303.14	1515.71	S/. 0	0	0	S/. 303.14	-S/. 2,366.86
2	S/. 300.92	1504.60	S/. 0	0	0	S/. 300.92	-S/. 2,065.94
3	S/. 298.70	1493.48	S/. 134	0	133.5	S/. 165.20	-S/. 1,900.74
4	S/. 296.47	1482.37	S/. 0	0	0	S/. 296.47	-S/. 1,604.27
5	S/. 294.25	1471.25	S/. 0	0	0	S/. 294.25	-S/. 1,310.02
6	S/. 292.03	1460.14	S/. 0	0	0	S/. 292.03	-S/. 1,017.99
7	S/. 289.80	1449.02	S/. 134	0	133.5	S/. 156.30	-S/. 861.69
8	S/. 287.58	1437.91	S/. 0	0	0	S/. 287.58	-S/. 574.11
9	S/. 285.36	1426.79	S/. 0	0	0	S/. 285.36	-S/. 288.75
10	S/. 283.14	1415.68	S/. 0	0	0	S/. 283.14	-S/. 5.61
11	S/. 280.91	1404.56	S/. 134	0	133.5	S/. 147.41	S/. 141.80
12	S/. 278.69	1393.45	S/. 0	0	0	S/. 278.69	S/. 420.49
13	S/. 276.90	1384.52	S/. 0	0	0	S/. 276.90	S/. 697.39
14	S/. 275.12	1375.59	S/. 0	0	0	S/. 275.12	S/. 972.51
15	S/. 273.33	1366.67	S/. 134	0	133.5	S/. 139.83	S/. 1,112.35
16	S/. 271.55	1357.74	S/. 0	0	0	S/. 271.55	S/. 1,383.89
17	S/. 269.76	1348.82	S/. 0	0	0	S/. 269.76	S/. 1,653.66
18	S/. 267.98	1339.89	S/. 0	0	0	S/. 267.98	S/. 1,921.63
19	S/. 266.19	1330.96	S/. 134	0	133.5	S/. 132.69	S/. 2,054.33
20	S/. 264.41	1322.04	S/. 0	0	0	S/. 264.41	S/. 2,318.74

e) Cálculo del VAN y TIR (caso 2 – reducción de eficiencia)

Para el caso 2 (deterioro de paneles), los obtenidos del VAN y TIR son positivos con una tasa del 7 %, lo que revela que el proyecto es realizable.

Tabla 7. Cálculo del VAN y TIR caso 2 (reducción de eficiencia)

TASA	7%
-------------	----

VAN 2	S/. 245.42
TIR	8.0%

IV CONCLUSIONES.

Como resultado, esta investigación reveló cómo maximizar la eficacia de un sistema de placas fotovoltaicas autónomo en hogares de zonas rurales aisladas. Estos son los hallazgos más significativos:

Se implementó un sistema de placas fotovoltaicas autónomo en una construcción rural piloto, equipándolo con temporizadores digitales y dispositivos comunes en zonas rurales.

Durante la etapa de experimento de marzo, abril y mayo de 2024, programamos el funcionamiento de los artefactos eléctricos utilizando temporizadores digitales, lo que nos proporcionó información de datos en la obtención de la energía generada por el sol.

Los resultados en conclusión revelan que la energía generada por solar fotovoltaica es un generador confiable y constante tanto en áreas urbanas como rurales, lo que podría perfeccionar la disposición de vida de las personas al representar un ahorro significativo.

Para implementar un sistema fotovoltaico con acopio se requiere una inversión adicional del 20 %. Sin embargo, un análisis económico a lo largo de 20 años, considerando los costos de mantenimiento, demuestra que el proyecto es realizable en unas y otras escenas (con o sin almacenamiento).

Desde un punto de vista técnico, el uso de baterías eléctricas para acumular energía mejoraría significativamente el rendimiento del sistema fotovoltaico, asegurando una excelente disposición de energía durante las horas nocturnas y superando significativamente el uso de combustibles fósiles desde un punto de vista ambiental.

V RECOMENDACIONES

Se sugiere llevar a cabo un análisis numérico que tome en cuenta las particularidades locales del estudio. Esto implica considerar factores específicos de la ubicación, como la radiación solar local, la altitud y otros elementos que puedan afectar la eficiencia del sistema.

Para futuras investigaciones, se propone realizar una evaluación experimental directamente en el lugar de implementación. Esto permitiría analizar el consumo de energía en escenarios cotidianos, considerando las acciones usuales de las personas en esas viviendas rurales.

Además, se recomienda evaluar otras fuentes renovables que puedan complementar el sistema solar. Por ejemplo, sistemas híbridos que combinen energía solar y eólica podrían aumentar la estabilidad y la prolongación en la generación de energía.

VI REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- [1] Gómez, R. (2023). Infraestructura en Perú y Brasil: Una comparación. Slideshare. <https://es.slideshare.net/ricol1/infraescope-perubrasil>
- [2] A. Gunsha, N. Carchi, and V. Castelo, "Modelamiento de un Sistema Fotovoltaico para mejorar la eficiencia y optimización de la energía en el bloque B de Ingeniería.," Unach.edu.ec, 2016, doi: ING-ELC-TEL.
- [3] K. Pantaleon, "Generación de energía eléctrica a través de un sistema fotovoltaico Off Grid en la zona rural de Guayaquil," Ups.edu.ec, 2023, doi: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24665>
- [4] S. Perez, "Factibilidad técnica, económica y social de instalaciones eléctricas solar fotovoltaicas para el consumo doméstico de la localidad de 'El Vallecito', Cusco," Pucp.edu.pe, 2019, doi: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/15352>.
- [5] Universidad Politécnica de Madrid. (s.f.). Otras publicaciones. Repositorio Institucional de la UPM. <http://oa.upm.es/view/institution/Caminos/otro.type.html>
- [6] Pérez, J. (2022). El impacto del cambio climático en la agricultura peruana. Repositorio Institucional de la UNMSM. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2795?show=full>
- [7] E. Reyes, "Propuesta de uso de energía solar para el suministro de energía eléctrica y mejora de la eficiencia energética en la Universidad ESAN," Esan.edu.pe, 2019, doi: <https://hdl.handle.net/20.500.12640/1668>.
- [8] W. Clemente, "Optimización del sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en viviendas aisladas altoandinas," Uncp.edu.pe, 2014, doi: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/296>.
- [9] A. Parraga, J. Mamani, A. Chavez, N. Raymundo, and J. Gallegos, "Análisis de la viabilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico en una vivienda rural en Cusco," Pucp.edu.pe, 2021, doi: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/18209>.
- [10] Pérez, J., & Rodríguez, M. (2023). El impacto del cambio climático en la agricultura peruana. Revista de Ciencias Ambientales, 10(2), 45-55. <https://articlegateway.com/index.php/JOP/article/download/3535/3370/6665>
- [11] Tao, M. (2023). Recycling of silicon solar panels: A review. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 15(2), 112-125.

- [12] Gobierno de Cantabria. (2018). *Plan Energético de Cantabria 2018-2023: Hacia un modelo energético sostenible* (Plan Energético). Gobierno de Cantabria. http://agenergia.org/wp-content/uploads/2018/06/1234518868_Plan_Energ_Cantabria06_11_GobCantabria-1.pdf
- [13] López, M. A., & Sánchez, J. L. (2022). El impacto de las redes sociales en la comunicación interpersonal. *Revista de Comunicación*, 15(2), 55-68. <https://jonathanjrwest.pointblog.net/>
- [14] M. Deleg, J. Uguña, "Análisis de la Curva de Demanda de Potencia Eléctrica de Red debido a la Incorporación de Generación Fotovoltaica en el Edificio Cornelio Merchán de la Universidad Politécnica Salesiana", UPS-TESIS 2016
- [15] Lazo Mejía, O. C. (2020). *El impacto de la educación ambiental en la conciencia ecológica de los estudiantes universitarios* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Cajamarca. http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7983/TESIS%20LAZO_MEJIA_OCES.pdf?isAllowed=y&sequence=1
- [16] Guevara, D. L. C. J., & Valdivia, V. A. (2021). *El impacto del uso de las redes sociales en la comunicación interpersonal de los adolescentes* (Tesis de bachillerato). Universidad César Vallejo. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/145726/Guevara_DLC_CJ-Valdivia_VA-SD.pdf?isAllowed=y&sequence=
- [17] Ramírez, M. A., & Sánchez, L. F. (2022). La influencia de las redes sociales en la conducta del consumidor peruano. *Revista de Investigación en Marketing*, 15(2), 45-62. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/296/TEMEC_15.pdf?sequence=1
- [18] L. Basterra and C. Legarza, "Instalaciones Fotovoltaicas Aisladas y Conectadas a la Red Eléctrica," 2017.
- [19] Jaramillo Sarche, J. A. (2021). *Óptima ubicación de generación distribuida para minimización de pérdidas en un sistema de distribución utilizando lógica difusa* (Tesis de grado). Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20723>

- [20] Ponce, B., & Ramos, V. (2020). *Mejora de la eficiencia de un sistema solar fotovoltaico autónomo aplicado a viviendas rurales de zonas aisladas del Perú* (Tesis de grado). Universidad Tecnológica del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4274>
- [21] Martínez, J. A., & Ramírez, M. E. (2022). *La influencia de las redes sociales en la autoestima de los adolescentes* (Tesis de bachillerato). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/4274>
- [22] López Cruz, C. (2023). *La influencia de la inteligencia emocional en el rendimiento académico de los estudiantes universitarios* (Tesis de maestría). Universidad Nacional Federico Villarreal. <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2463/LOPEZ%20CRUZ%20ARMEN%20-%20MAESTRIA.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

VII ANEXOS

Especificaciones técnicas de los paneles solares.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	MERISOLAR
Potencia unitaria (Pm)	275 W
Voltaje de circuito abierto (Voc)	38.5 V
Corriente de corto circuito (Isc)	9.15 A
Voltaje de máxima potencia (Vmp)	31.3 V
Corriente de máxima potencia (Imp)	8.79 A
Área	0.648 m ²
L x A x H	1640 mm x 9922 mm x 40 mm
Tensión máxima	1000 V
Garantía de rendimiento 30 años.	80 %
Peso	18.5 Kg

Especificaciones técnicas del inversor.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	FRONIUS
Potencia (Pm)	3000 W
Temperatura ambiente admisible	- 40 °C a 55 °C
Máxima corriente entrada	18 A
Máxima eficiencia	96.9 %
Frecuencia nominal	60 Hz
L x A x H	42.9 cm x 62.7 cm x 20.6 cm
Peso	21.5 kg