



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE GUAYAQUIL

CARRERA INGENIERIA ELECTRICA

ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA ENERGÍA RENOVABLE, LA POBREZA ENERGÉTICA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN UNA COMUNIDAD AISLADA

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR: EDGAR ABEL SAA YANDUN

TUTOR: ING. JUAN CARLOS LATA GARCÍA, PhD

Guayaquil – Ecuador

2025

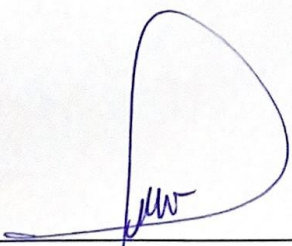
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Edgar Abel Saá Yandún con documento de identificación N° 0951548387 manifiesto que:

Soy autor y responsable del presente trabajo y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 17 de septiembre del año 2025

Atentamente:



Edgar Abel Saá Yandún
0951548387

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Edgar Abel Saá Yandún con documento de identificación N° 0951548387, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del proyecto técnico: “Análisis de la relación entre la energía renovable, la pobreza energética y el desarrollo sostenible en una comunidad aislada” el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de septiembre del año 2025

Atentamente,



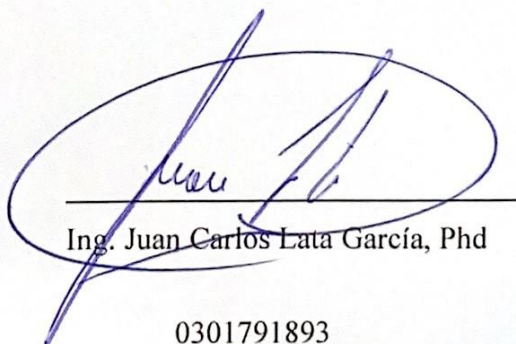
Edgar Abel Saá Yandún
0951548387

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Juan Carlos Lata García con documento de identificación N° 0301791893, docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA ENERGÍA RENOVABLE, LA POBREZA ENERGÉTICA Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN UNA COMUNIDAD AISLADA, realizado por Edgar Abel Saá Yandún con documento de identificación N° 0951548387, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 17 de septiembre del año 2025

Atentamente,



Ing. Juan Carlos Lata García, Phd

0301791893

DEDICATORIA

Dedico esta tesis, en primer lugar, a mi Creador, por darme la vida, la salud y la sabiduría necesarias para culminar este camino académico, guiándome siempre con su luz y fortaleciendo mi espíritu en cada desafío.

A mis hijos, Santiago y Raphaella, quienes con su amor, alegría y curiosidad iluminan cada día de mi vida y me inspiran a ser mejor persona y profesional. A mi enamorada, Paola, por su amor incondicional, su paciencia infinita y su apoyo constante, que han sido mi refugio y mi motivación en los momentos más difíciles.

A mis padres, Patricia y Edgar, quienes con sus enseñanzas, valores y ejemplo de vida han sido mi guía y pilar fundamental; a mis hermanos, Alberto, Diego y Noemy, por su compañía, apoyo y palabras de aliento; y a toda mi familia, que ha estado presente con cariño y respaldo en cada paso de este proceso.

A mis maestros, quienes a lo largo de este proceso académico me han brindado sus enseñanzas, orientación y apoyo, compartiendo sus conocimientos y experiencias que han enriquecido mi formación y me han impulsado a superar los retos del camino universitario.

Esta tesis es el reflejo del amor, la dedicación y la fortaleza que todos ustedes me han brindado. A cada uno de ustedes, mi más profundo agradecimiento y todo mi cariño, porque sin su apoyo, guía y motivación este logro no habría sido posible.

Edgar Abel Saá Yandún

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme la vida, la salud, la sabiduría y la fuerza necesarias para culminar este proceso académico, guiándome y fortaleciendo mi espíritu en cada paso del camino.

A mis hijos, Santiago y Raphaela, por llenar mi vida de alegría y esperanza, y recordarme cada día que los sueños y el esfuerzo valen la pena. A mi enamorada, Paola, por su apoyo incondicional, paciencia y amor constante, que han sido mi refugio y motivación en los momentos más desafiantes.

A mis padres, Patricia y Edgar, y a mis hermanos, Alberto, Diego y Noemy, por su acompañamiento, guía y respaldo permanente en este recorrido; su apoyo ha sido un pilar fundamental en cada logro alcanzado.

A mi tutor, Ing. Juan Carlos Lata García, por su valiosa orientación, enseñanzas y paciencia durante todo este proceso académico, guiándome y motivándome a superar cada desafío.

A mis amigos, por la competencia sana y motivadora que hemos compartido, empujándonos a ser mejores cada día y aprendiendo juntos en cada experiencia.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento, porque cada gesto, consejo y muestra de apoyo han dejado una huella imborrable

Edgar Abel Saá Yandún

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		
.....	¡Error! Marcador no definido.	
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		
.....	¡Error! Marcador no definido.	
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN		
.....	¡Error! Marcador no definido.	
DEDICATORIA		iv
AGRADECIMIENTO		v
ÍNDICE DE CONTENIDO		vi
ÍNDICE DE FIGURAS		viii
ÍNDICE DE TABLAS		ix
RESUMEN		x
ABSTRACT		xi
1 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN		12
1.1 TITULO		12
1.2 INTRODUCCIÓN		12
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA		13
1.4 JUSTIFICACIÓN		14
1.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA		15
1.6 BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA		16
1.7 OBJETIVOS		16
1.7.1 Objetivo general		16
1.7.2 Objetivos específicos		17
1.7.3 Metodología y medios		17
2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO		18
2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		18
2.1.1 Investigaciones previas		18
2.1.2 Teorías relacionadas		24
2.1.3 Economía circular		26
2.1.4 Desarrollo sostenible		28
2.1.5 Energía renovable		32
2.1.6 Pobreza energética		40
2.1.7 Marco legal		45
3 CAPITULO III: METODOLOGÍA		48

3.1	Diseño de investigación	48
3.2	Tipo de investigación	48
3.3	Enfoque de investigación	49
3.4	Población y muestra	49
3.4.1	Población	49
3.4.2	Muestra	50
3.5	Técnicas e instrumentos de investigación	50
3.5.1	Encuesta	50
3.5.2	Entrevistas semiestructuradas	50
3.5.3	Observación directa	51
3.6	Procedimiento y análisis de datos	51
4	CAPITULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS	54
4.1	Sistema energético actual en la comunidad aislada.....	54
4.2	Análisis de encuestas.....	60
4.2.1	Fiabilidad de la encuesta.....	60
4.2.2	Análisis descriptivo	61
4.3	Análisis de las fichas de observación.....	64
4.4	Análisis de entrevistas.....	67
4.5	Análisis de resultados dando cumplimiento de cada objetivo.....	70
4.5.1	Objetivo general: Relación entre Energía Renovable, Pobreza energética y Desarrollo sostenible.....	70
4.5.2	Objetivo específico 1: Identificar la situación actual de la pobreza energética en una comunidad aislada	71
4.5.3	Objetivo específico 2: Beneficios, oportunidades y avances logrados por los proyectos de energía renovable.....	73
4.5.4	Objetivo específico 3: Desafíos y limitaciones que persisten en la provisión de energía renovable	75
4.6	Discusión.....	76
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	80
5.1	Conclusiones	80
5.2	Recomendaciones.....	83
	REFERENCIAS.....	88
	ANEXOS.....	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1. Localización y viviendas de la comunidad aislada. Fuente: Google Maps [11].	14
Imagen 2. Sistematización de la economía circular. Fuente: Ellen MacArthur Foundation (2020).	26
Imagen 3. <i>Fundamentos de la economía circular</i> . Nota. Adaptado de [33].	28
Imagen 4. Hechos históricos de la transición del contexto de desarrollo sostenible. Fuente: [35].	28
Imagen 5 ODS descritos en cada área temática de la Agenda 2030. Fuente: [35]	31
Imagen 6. Beneficios y desafíos. Fuente: [48], [47], [49]	35
Imagen 7. Tipo de vivienda de la comunidad MASA II. Fuente: [16]	54
Imagen 8. Rendimiento del sistema fotovoltaico simulado en el programa PVGIS. Fuente: [17]; [16]	55
Imagen 9. Diseño unifilar del sistema fotovoltaico. Fuente: [16]	55
Imagen 10. Modelo de circuitos. Fuente: [16]	56
Imagen 11. Vía principal de la comunidad sin alumbrado público. Fuente: [20].	57
Imagen 12. Plano de la vía principal de la comunidad con la localización de las iluminarias. Fuente: [20].	57
Imagen 13. Flujo luminoso generado en la simulación con DiaLUX. Fuente: [20].	58
Imagen 14. Escuela Simón Bolívar. Fuente: [15]	59
Imagen 15. Plano eléctrico de la entidad educativa. Fuente: [15]	59
Imagen 16. Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico de la entidad educativa. Fuente: [15]	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Beneficios de la energía renovable	25
Tabla 2. Beneficios de la energía renovable. Fuente: [35].....	32
Tabla 3. Beneficios de la energía renovable	33
Tabla 4. Componentes de un sistema de energía eólica de baja escala. Fuente: [54], [57], [59].....	37
Tabla 5. Herramientas y equipos para la bioenergía y microhidroeléctrica. Fuente: [63] [65].....	39
Tabla 6. Comparación entre pobreza energética y multidimensional. Fuente: [2] [10] [71]	41
Tabla 7. Tipo de indicadores de pobreza energética. Fuente: [73] [74] [76] [75].....	43
Tabla 8. Indicadores de pobreza energética	44
Tabla 9. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico de alumbrado público. Fuente: [20].....	58
Tabla 10. Alfa de Cronbach	61
Tabla 11. Datos estadísticos descriptivos.....	63
Tabla 12. Matriz de hallazgos de la ficha de observación	65
Tabla 13. Matriz de hallazgos de los cuatro entrevistados.....	68
Tabla 14. Matriz de hallazgos por eje temático	69
Tabla 15. Correlación entre variables	71
Tabla 16. Hallazgos según subcomponentes clave	73
Tabla 17. Beneficios, oportunidades y avances alcanzados por la implementación de sistemas de energía renovable	74
Tabla 18. Desafíos y limitaciones	76

RESUMEN

El presente estudio se centró en analizar la relación entre la energía renovable, la pobreza energética y el desarrollo sostenible en una comunidad aislada como mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y contribución al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El problema se focalizó en comunidades aisladas, estas se encuentran en zonas rurales de difícil acceso, lo cual, provoca que una mayoría de su población no cuente con un suministro eléctrico estable, provocando una limitación en sus oportunidades de desarrollo social y económico. Para dar respuesta a los fines del estudio se aplicó un diseño no experimental-transversal de tipo descriptivo-correlacional con un enfoque mixto dirigida a 66 habitantes distribuidos en 23 familias que habitan en total de 17 viviendas y además, una entidad educativa, es así, que se estimó un muestreo no probabilístico censal, integrándose el uso de técnicas e instrumentos como la encuesta, entrevista y observación directa; evidenciándose, que los sistemas de energía renovable mejoraron el acceso, redujeron costos y generaron impactos positivos en salud, educación y economía local. Se reforzó la premisa de las técnicas con enfoques de fiabilidad, así como de correlación mediante el programa de SPSS. No obstante de las fortalezas evidenciadas en el sector, se detectaron debilidades en mantenimiento, gestión comunitaria y aprovechamiento productivo. En la discusión se pudo observar que la conciencia crítica y colectiva es un aspecto clave para la sostenibilidad energética. En conclusión, la energía renovable constituye una vía efectiva para disminuir la pobreza energética y fomentar desarrollo sostenible en comunidades aisladas, siempre que se acompañe de políticas públicas sólidas, capacitación técnica, fortalecimiento organizativo y participación comunitaria. Esto permitirá consolidar un modelo autogestionado, equitativo y sostenible en el tiempo.

Palabras claves: Energía renovable, pobreza energética, desarrollo sostenible, ODS, comunidad aislada

ABSTRACT

This study focused on analyzing the relationship between renewable energy, energy poverty, and sustainable development in an isolated community as a way to improve the quality of life of its inhabitants and contribute to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs). The problem focused on isolated communities, located in rural areas with difficult access. This means that a majority of the population lacks a stable electricity supply, limiting their opportunities for social and economic development. To address the study's objectives, a non-experimental, cross-sectional, descriptive-correlational design with a mixed approach was applied to 66 inhabitants distributed among 23 families living in a total of 17 homes and an educational institution. Thus, a non-probability census sampling was estimated, integrating the use of techniques and instruments such as surveys, interviews, and direct observation. This showed that renewable energy systems improved access, reduced costs, and generated positive impacts on health, education, and the local economy. The premise of the techniques was reinforced with reliability and correlation approaches using the SPSS program. Despite the strengths demonstrated in the sector, weaknesses were identified in maintenance, community management, and productive use. The discussion revealed that critical and collective awareness is a key aspect of energy sustainability. In conclusion, renewable energy is an effective way to reduce energy poverty and promote sustainable development in isolated communities, provided it is accompanied by sound public policies, technical training, organizational strengthening, and community participation. This will allow for the consolidation of a self-managed, equitable, and sustainable model over time.

Keywords: Renewable energy, energy poverty, sustainable development, SDGs, isolated community

1 CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 TITULO

Análisis de la relación entre la energía renovable, la pobreza energética y el desarrollo sostenible en una comunidad aislada.

1.2 INTRODUCCIÓN

En el contexto contemporáneo, el acceso a la energía ha dejado de ser un simple indicador de desarrollo tecnológico para convertirse en una condición indispensable del bienestar humano y de la justicia social. La creciente preocupación por los efectos del cambio climático, el alza en los precios de los combustibles fósiles y las profundas brechas territoriales en el acceso a servicios energéticos esenciales han puesto en evidencia una realidad crítica: la persistencia de la pobreza energética como una forma de exclusión estructural, especialmente en comunidades aisladas de América Latina [1].

A nivel global, se estima que millones de personas viven sin acceso confiable y asequible a servicios energéticos, una situación que trasciende la falta de conexión a la red eléctrica y abarca aspectos como la calidad, continuidad, asequibilidad y sostenibilidad del suministro [2]. En zonas rurales remotas, esta problemática se manifiesta en la imposibilidad de refrigerar alimentos o medicamentos, la interrupción del aprendizaje nocturno por falta de iluminación, y en graves consecuencias para la salud debido al uso de biomasa en espacios cerrados. Casos como el de Loreto, en Perú, donde más del 80% de los hogares cocinan con leña sin ventilación adecuada, muestran cómo la pobreza energética se traduce en problemas de salud, inseguridad y reproducción de ciclos de pobreza estructural [3].

La pobreza energética no solo representa una violación a derechos fundamentales como la salud, la educación y la vivienda adecuada, sino que también impide avanzar en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 7, que busca garantizar el acceso universal a una energía asequible, segura, sostenible y moderna. No obstante, la superación de esta meta exige considerar su interrelación con otros objetivos como el ODS 1 (fin de la pobreza), ODS 3 (salud y bienestar), ODS 4 (educación de calidad) y ODS 13 (acción por el clima). Desde esta perspectiva, la erradicación de la pobreza energética en territorios marginados no solo implica mejoras técnicas en el suministro eléctrico, sino también una transformación estructural de las condiciones sociales, económicas y ambientales de dichos

entornos [4] [2].

Ante esta situación, las energías renovables emergen como una vía viable y sostenible para atender las necesidades energéticas de comunidades apartadas. Proyectos piloto desarrollados en Argentina y México han demostrado que soluciones como los sistemas fotovoltaicos autónomos, biodigestores o pequeñas turbinas eólicas no solo ofrecen independencia energética, sino que también generan impactos positivos en el desarrollo local, empoderamiento comunitario y reducción de emisiones [5, 6]. No obstante, estos esfuerzos enfrentan desafíos relacionados con la sostenibilidad financiera, el mantenimiento técnico, la participación local y la adaptación cultural de las soluciones tecnológicas [7].

En este escenario, resulta de vital importancia desarrollar investigaciones que analicen, desde una perspectiva crítica e integral, la relación entre la energía renovable, la pobreza energética y el desarrollo sostenible, especialmente en comunidades que han sido históricamente excluidas del modelo energético centralizado. Así lo evidencian las experiencias documentadas en países como Perú, Brasil, Chile y Argentina, donde las políticas públicas han comenzado a incorporar instrumentos específicos para combatir esta forma de pobreza, aunque con resultados aún desiguales [8].

Este estudio se centra en una comunidad aislada del Ecuador y busca aportar conocimiento empírico sobre la implementación de soluciones energéticas renovables desde un enfoque de sostenibilidad y equidad. El documento se estructura en cuatro capítulos principales: el primero aborda el marco conceptual y contextual del problema; el segundo expone los antecedentes nacionales e internacionales sobre experiencias similares; el tercero desarrolla el análisis del caso de estudio con base en proyectos ejecutados por estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana; y el cuarto capítulo presenta los resultados, reflexiones y propuestas orientadas a mejorar la efectividad y sostenibilidad de los sistemas energéticos en comunidades rurales.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las comunidades aisladas son zonas rurales de difícil acceso, donde gran parte de la población no cuenta con un suministro eléctrico estable, lo que limita sus oportunidades de desarrollo social y económico [9]. La falta de energía confiable afecta la educación, la salud, la productividad y la calidad de vida de los habitantes, generando una situación de pobreza energética que impide el crecimiento sostenible de la comunidad [10].

Ante esta problemática, estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana han desarrollado proyectos de generación de energía renovable como alternativa sostenible para garantizar el acceso a electricidad en la comuna. Sin embargo, la implementación de estos proyectos enfrenta desafíos técnicos, económicos y sociales que dificultan su consolidación. En este contexto, es necesario analizar la relación entre el uso de energías renovables, la reducción de la pobreza energética y el desarrollo sostenible en comunidades aisladas, con el fin de proponer soluciones viables que permitan la autosuficiencia energética y mejoren la calidad de vida de sus habitantes. Con base en este planteamiento, la presente investigación se orienta a responder la siguiente pregunta:

¿Cómo incide el uso de energías renovables en la reducción de la pobreza energética y en el impulso del desarrollo sostenible en comunidades aisladas de la ciudad de Guayaquil?



Imagen 1. Localización y viviendas de la comunidad aislada. Fuente: Google Maps [11].

1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto se fundamenta en la urgente necesidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes de la comunidad aislada mediante la implementación de sistemas de energía renovable. En la actualidad, la comunidad enfrenta dificultades en el acceso confiable a la electricidad, lo que limita su desarrollo educativo, económico y social. La falta de infraestructura energética adecuada obstaculiza la productividad local, restringe el acceso a la educación en horarios nocturnos y dificulta la operación de pequeñas actividades comerciales, generando un impacto negativo en la calidad de vida de sus habitantes.

Desde una perspectiva teórica, este estudio permitirá analizar los beneficios, desafíos y oportunidades que ofrece la energía renovable en comunidades rurales, contribuyendo al desarrollo sostenible y alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular con el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante) y el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles). La investigación también servirá como referencia para futuras iniciativas de electrificación rural y eficiencia energética, fomentando un modelo replicable en otras comunidades con características similares.

En el ámbito práctico, el proyecto brindará la oportunidad a los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana de aplicar sus conocimientos en energía renovable, electrificación rural y eficiencia energética en un entorno real. La participación activa de los estudiantes en la planificación e implementación de las soluciones tecnológicas fomentará el desarrollo de competencias profesionales clave, promoviendo un aprendizaje basado en la experiencia y la resolución de problemas reales.

Desde una perspectiva social, la implementación de fuentes de energía limpia y sostenible impulsará el desarrollo comunitario al mejorar las condiciones de vida, fortalecer la economía local y proporcionar mayor acceso a servicios básicos. Además, el proyecto fomentará la conciencia ambiental entre los habitantes de la comunidad aislada, promoviendo el uso responsable de los recursos energéticos y la adopción de prácticas sostenibles.

En definitiva, esta iniciativa no solo busca atender una necesidad urgente de la comunidad, sino que también genera un impacto positivo a nivel académico, práctico y social, consolidando un modelo de desarrollo sostenible que integra innovación tecnológica y bienestar comunitario.

1.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente estudio se enfoca en la evaluación del impacto de proyectos de energía renovable en la reducción de la pobreza energética y su contribución al desarrollo sostenible en una comunidad aislada. Se tomará como base los proyectos ejecutados por estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana en los últimos cinco años, que incluyen la instalación de sistemas fotovoltaicos, biodigestores y turbinas eólicas de pequeña escala.

El análisis se llevará a cabo durante un período de cinco meses, desde abril hasta finales de agosto, considerando la recopilación de datos, la evaluación del impacto de los proyectos implementados y la formulación de estrategias para mejorar la eficiencia de las soluciones

energéticas. Así como también, contribuirá a la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en diversas áreas de estudio, incluyendo:

- Energías renovables y sostenibilidad
- Instalaciones eléctricas
- Automatización de sistemas energéticos
- Electrónica de potencia
- Desarrollo comunitario y gestión de proyectos

Además, permitirá fortalecer la vinculación entre la academia y la comunidad, fomentando el desarrollo de soluciones innovadoras para la reducción de la pobreza energética en zonas rurales mediante el uso de fuentes de energía renovable.

1.6 BENEFICIARIOS DE LA PROPUESTA

Los principales beneficiarios del proyecto son los habitantes de la comunidad aislada, quienes recibirán acceso a energía limpia y sostenible, mejorando su calidad de vida y sus oportunidades de desarrollo. La disponibilidad de electricidad confiable permitirá el uso de equipos electrónicos esenciales, el acceso a tecnologías de información y comunicación, y el impulso de actividades productivas locales.

Además, los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana que participan en este proyecto también se benefician al aplicar sus conocimientos en un contexto práctico. Aquellos que cursan materias como Energía Renovable, Electrificación Rural, Automatización y Eficiencia Energética tendrán la oportunidad de desarrollar habilidades técnicas y de gestión en proyectos de impacto social. Así, el proyecto no solo impacta positivamente en la comunidad, sino que también fortalece la formación de futuros profesionales comprometidos con la sustentabilidad y la innovación tecnológica.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Analizar la relación entre la energía renovable, la pobreza energética y el desarrollo sostenible

en una comunidad aislada como mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes y contribución al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

1.7.2 Objetivos específicos

- Identificar la situación actual de la pobreza energética en una comunidad aislada, describiendo las condiciones de acceso a la electricidad, las fuentes de energía utilizadas y las principales limitaciones en el suministro energético.
- Examinar los beneficios, oportunidades y avances logrados por los proyectos de energía renovable implementados en la comunidad aislada, evaluando su impacto en la calidad de vida, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental.
- Analizar los desafíos y limitaciones que persisten en la provisión de energía renovable en una comunidad aislada, identificando los obstáculos que afectan el desarrollo continuo de los proyectos y su expansión.

1.7.3 Metodología y medios

La presente investigación adopta un enfoque metodológico mixto, que combina herramientas cualitativas y cuantitativas con el fin de lograr una comprensión integral del fenómeno de la pobreza energética en comunidades aisladas. Se realizará una caracterización diagnóstica del contexto energético de la comunidad objeto de estudio, mediante la aplicación de encuestas estructuradas a los hogares, entrevistas semiestructuradas con líderes comunitarios y actores clave, y la recopilación de datos técnicos sobre el funcionamiento de los sistemas de energía renovable instalados. Esta triangulación de métodos permitirá contrastar la percepción social del acceso a la energía con los datos técnicos de eficiencia, disponibilidad y cobertura de los sistemas implementados.

2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.1 Investigaciones previas

En la literatura internacional, se observa una tendencia similar. Gonza et al. [12] aborda la problemática de la pobreza energética desde una perspectiva crítica e interseccional, centrada en comunidades indígenas del Chaco salteño, donde las mujeres son las principales afectadas por la falta de acceso a servicios energéticos adecuados. El objetivo general del estudio fue comprender cómo las condiciones del hábitat, el género y la exclusión energética interactúan en la vida cotidiana de estas poblaciones, con el fin de formular propuestas contextualizadas que respondan a sus necesidades reales. Para ello, se empleó una metodología cualitativa, basada en el trabajo de campo etnográfico, entrevistas en profundidad y talleres participativos con mujeres pertenecientes a diversas comunidades. Entre los principales resultados, se identificó que la pobreza energética en estas zonas no solo se manifiesta en la ausencia de infraestructura eléctrica, sino también en las barreras culturales, de género y territoriales que impiden el acceso equitativo a soluciones sostenibles. Las conclusiones subrayan la urgencia de incorporar una mirada interseccional en las políticas públicas de energía, reconociendo los saberes locales y la participación activa de las mujeres indígenas como ejes clave para la sostenibilidad. Como propuesta, el estudio plantea el diseño de proyectos energéticos inclusivos que integren tecnología renovable con enfoques de justicia de género y territorialidad, promoviendo una transformación estructural del hábitat rural en el noroeste argentino.

En el estudio de García [13] se analiza los obstáculos en la implementación de sistemas de energía renovable en comunidades rurales de México, similar a los retos que enfrenta la comunidad aislada. El problema central identificado es la dificultad de integrar tecnologías energéticas renovables en comunidades con recursos limitados, debido a marcos regulatorios restrictivos, escasa infraestructura, altos costos de inversión inicial y limitada capacitación técnica local. El objetivo general de la investigación fue analizar los principales obstáculos que dificultan la adopción de energías limpias descentralizadas, y proponer estrategias viables para su superación. La metodología empleada fue de carácter mixto, con un enfoque cualitativo basado en entrevistas a técnicos, usuarios y funcionarios, y un análisis documental de políticas energéticas y casos implementados en distintas regiones del país. Los resultados evidenciaron que, si bien existe interés comunitario por acceder a fuentes renovables como la solar o la

eólica, la falta de apoyo estatal, las dificultades de mantenimiento y la desconexión entre las soluciones tecnológicas y las realidades locales limitan su sostenibilidad. En sus conclusiones, el autor destaca la necesidad de una política energética más inclusiva, flexible y participativa, que reconozca las particularidades territoriales. Como propuesta, se plantea fortalecer los marcos de cooperación entre instituciones académicas, comunidades y gobiernos locales para fomentar soluciones energéticas de baja escala adaptadas a cada contexto.

Mientras que Villegas y Sánchez [7] abordan la problemática de acceso desigual a fuentes de energía en sectores vulnerables y la falta de una definición adecuada que contemple las particularidades socioeconómicas del país. El estudio tiene como objetivo evaluar cómo las actuales metodologías de medición pueden ser insuficientes para reflejar la realidad de comunidades rurales y urbanas en condiciones de precariedad energética. Mediante un enfoque cualitativo basado en la revisión de normativas, estudios previos y análisis de datos sobre consumo energético, los autores identifican que la pobreza energética en Perú no solo está relacionada con la falta de acceso a electricidad, sino también con la baja calidad del suministro, costos elevados y limitaciones en infraestructura. Entre sus conclusiones, destacan la necesidad de desarrollar políticas públicas más inclusivas que integren variables como eficiencia energética, impacto ambiental y equidad en el acceso, promoviendo soluciones sostenibles que mejoren las condiciones de vida de los sectores más afectados.

Desde un contexto nacional, pero principalmente local, la revisión de energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible en comunidades aisladas ha sido abordado en comunidades rurales en el Golfo de Guayaquil. Estos estudios han permitido identificar los avances, beneficios y retos de la implementación de sistemas fotovoltaicos en zonas con acceso limitado a fuentes de energía convencionales. A continuación, se presenta una revisión de los estudios más relevantes relacionados con este tema.

Ponce y Yungan [14] abordan la problemática de la pobreza energética en comunidades rurales aisladas mediante la implementación de un sistema de electrificación utilizando energía solar fotovoltaica para mejorar las condiciones de vida de la población. El estudio parte del reconocimiento de que la falta de suministro energético estable restringe el desarrollo social, educativo y económico de sus habitantes. Su objetivo se centró en el diseño e implementación de un sistema de electrificación basado en energía solar fotovoltaica que garantice una solución sostenible y adaptada a las condiciones geográficas de la zona. La metodología aplicada fue de tipo descriptiva y cuantitativa, con levantamiento de información técnica, análisis de demanda

energética y evaluación del potencial solar de la comunidad. Los resultados demostraron que la instalación de un sistema fotovoltaico autónomo permitió cubrir las necesidades básicas de iluminación, carga de dispositivos y uso de electrodomésticos menores, generando una mejora significativa en la calidad de vida de los beneficiarios. Concluyéndose que, la energía solar no solo es viable en términos técnicos y económicos, sino que constituye una alternativa estratégica para mitigar la pobreza energética en comunidades rurales aisladas. Los autores sugieren replicar este modelo en otras zonas con características similares, fortaleciendo la capacitación comunitaria para garantizar el mantenimiento y la sostenibilidad del sistema.

Villegas y Alcívar [15] evidenciaron que la falta de acceso a energía confiable afecta directamente al rendimiento académico y al bienestar de los estudiantes. El objetivo general del estudio fue diseñar un sistema de energía solar fotovoltaica adaptado a las necesidades energéticas de la escuela, considerando criterios técnicos, económicos y ambientales. La metodología se basó en un enfoque cuantitativo, mediante la recolección de datos sobre consumo eléctrico, evaluación del recurso solar disponible y dimensionamiento del sistema mediante simulaciones. Los resultados obtenidos evidenciaron que la propuesta técnica permitiría cubrir de forma eficiente las necesidades energéticas de la escuela, garantizando autonomía, reducción de costos operativos y continuidad en el uso de recursos tecnológicos. En sus conclusiones, destacan que este tipo de soluciones no solo son viables para entornos rurales aislados, sino que representan un aporte significativo al desarrollo educativo y comunitario. Finalmente, se sugiere implementar el sistema con participación activa de la comunidad educativa, fortaleciendo el sentido de apropiación y sostenibilidad del proyecto a largo plazo.

Borbor [16] se enfocó en la falta de acceso confiable a energía eléctrica en viviendas rurales ubicadas en zonas insulares, lo cual limitaba la realización de actividades cotidianas básicas y afectaba directamente la calidad de vida de las familias. El objetivo general fue diseñar un sistema fotovoltaico autónomo para dotar de electricidad a viviendas individuales, garantizando un suministro sostenible, seguro y adaptado a las condiciones socioeconómicas de la comunidad. La metodología se centró en un enfoque técnico-descriptivo, que incluyó el levantamiento de información sobre consumo energético doméstico, dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos, evaluación de la radiación solar disponible y análisis económico. Los resultados indicaron que la instalación de paneles solares en viviendas permitió cubrir requerimientos energéticos esenciales como iluminación, refrigeración, carga de equipos y uso

de pequeños electrodomésticos, con beneficios inmediatos en la comodidad, seguridad y bienestar de los usuarios. Entre las conclusiones más relevantes, se resalta que los sistemas solares individuales representan una alternativa factible para mitigar la pobreza energética en comunidades rurales dispersas, y como propuesta, plantea la necesidad de implementar programas de acompañamiento técnico y mantenimiento comunitario para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del sistema.

Lajones [17] aborda la necesidad de diseñar soluciones energéticas adaptadas a las características reales de los hogares rurales, donde las condiciones sociales, económicas y demográficas son determinantes en la eficiencia y sostenibilidad de los sistemas implementados, identificándose que la inadecuación de muchos sistemas fotovoltaicos existentes se debe a la no consideración del tamaño del hogar, la ocupación, ni los patrones de consumo energético en contextos rurales. El objetivo fue dimensionar un sistema fotovoltaico aislado, integrando variables sociodemográficas para asegurar una solución más ajustada y efectiva en la comunidad Masa 2. La metodología empleada fue cuantitativa, mediante encuestas estructuradas, análisis de perfiles de consumo y cálculos técnicos de dimensionamiento, utilizando herramientas especializadas en energía solar. Los resultados mostraron que, al incorporar datos como número de habitantes por vivienda, ingreso promedio, tipo de actividades domésticas y usos de la electricidad, se logra una propuesta de sistema más eficiente, con menor riesgo de sobrecarga o subutilización. Concluyéndose que el enfoque sociodemográfico mejora la pertinencia y sostenibilidad de los proyectos fotovoltaicos en zonas rurales. Como propuesta, sugiere establecer protocolos de diseño energético que integren información social, promoviendo una planificación más equitativa y eficaz de la electrificación rural.

Orellana [18] se centró en la evaluación del impacto de un sistema fotovoltaico centralizado en la comuna, a razón de que la dispersión de esfuerzos individuales para acceder a electricidad mediante sistemas aislados ha generado limitaciones en cobertura, mantenimiento y sostenibilidad. Por ende, dicha evaluación permitirá conocer si el sistema fotovoltaico generalizado puede ser una alternativa para mejorar el acceso energético comunitario de forma integral. La metodología incluyó simulaciones eléctricas, análisis de carga, estudios de irradiancia solar y evaluación de costos operativos frente a la demanda energética real. Los resultados evidenciaron que, bajo condiciones óptimas de instalación y mantenimiento, un sistema colectivo puede cubrir eficientemente las necesidades básicas de varios hogares,

reduciendo costos por economía de escala y facilitando la administración del sistema. No obstante, se identificaron desafíos relacionados con la gestión compartida, el almacenamiento energético y la distribución equitativa del suministro. Entre las conclusiones se subraya que los arreglos fotovoltaicos centralizados representan una solución viable para comunidades rurales si se acompañan de modelos organizativos sólidos. Derivándose así, recurrir la conformación de comités energéticos comunitarios que se encarguen de la operación, mantenimiento y toma de decisiones sobre el uso de la energía generada.

Guerrero y Catagua [19] aborda la problemática de la escasa iluminación pública en zonas rurales aisladas, una situación que afecta directamente la seguridad ciudadana, la movilidad nocturna y el bienestar comunitario. El objetivo general de la investigación fue diseñar un sistema de alumbrado público alimentado por energía solar, adaptado a las condiciones geográficas y sociales de la comuna Masa 2. Para ello, los autores aplicaron una metodología técnica basada en el análisis del consumo energético, el cálculo del número óptimo de luminarias, la evaluación del potencial solar y la simulación del sistema fotovoltaico en condiciones reales. Los resultados evidenciaron que el sistema propuesto podía abastecer de forma eficiente el alumbrado público de la zona, reduciendo los costos de operación y eliminando la dependencia de fuentes convencionales. Además, se destacó que la implementación del sistema mejoraría la percepción de seguridad en la comunidad y promovería el uso de espacios públicos durante la noche. Como conclusión, se señaló que el alumbrado público mediante energía renovable no solo es viable desde el punto de vista técnico, sino que representa una medida clave para avanzar hacia un modelo de desarrollo comunitario sostenible. La propuesta incluyó la posibilidad de replicar esta solución en otras comunidades del Golfo con necesidades similares, priorizando la participación comunitaria en la instalación y el mantenimiento del sistema.

Mendoza y Carrión [20] se aborda el problema de la deficiente infraestructura de alumbrado público en la vía principal de una comunidad rural costera, situación que genera inseguridad, limita la movilidad nocturna y afecta la interacción social y productiva. El objetivo general fue diseñar un sistema fotovoltaico autónomo que garantice una iluminación eficiente, continua y sustentable para dicha arteria vial. La metodología empleada incluyó estudios de demanda energética específica para alumbrado, análisis técnico del recurso solar, dimensionamiento de los componentes del sistema y simulaciones de rendimiento bajo distintas condiciones climáticas. Los resultados demostraron que un sistema fotovoltaico bien dimensionado permite

abastecer adecuadamente la iluminación de la vía principal, con bajo impacto ambiental, costos operativos mínimos y alta durabilidad. Las conclusiones destacan que este tipo de proyectos representa una estrategia eficaz para mejorar la seguridad ciudadana, fomentar el uso de espacios comunitarios y contribuir al desarrollo sostenible en zonas rurales. Como propuesta, las autoras sugieren replicar el modelo de diseño en otras zonas del Golfo, incorporando estrategias de mantenimiento participativo y educación comunitaria sobre el uso racional de la energía.

Salazar y Tumbaco [21] plantean como problema principal la ausencia de iluminación adecuada en zonas clave de circulación peatonal y vehicular, lo que afecta negativamente la seguridad y calidad de vida de los habitantes. El objetivo general fue diseñar e implementar un sistema de alumbrado público alimentado por energía solar que responda a las necesidades de iluminación con eficiencia y sostenibilidad. La metodología aplicada fue de tipo técnico-aplicado, incluyendo el levantamiento de requerimientos lumínicos, análisis del recurso solar disponible, dimensionamiento del sistema fotovoltaico autónomo y pruebas de campo con luminarias de 150W. Los resultados confirmaron que el sistema implementado es capaz de operar de forma autónoma durante toda la noche, incluso en días nublados, gracias a una correcta gestión del almacenamiento energético y el uso de luminarias LED de alta eficiencia. En sus conclusiones, los autores subrayan que la energía solar es una alternativa viable para resolver problemáticas estructurales en comunidades rurales, destacando además su bajo impacto ambiental. La propuesta del estudio incluye una planificación para la ampliación progresiva del sistema a otras zonas de la comuna y recomendaciones sobre mantenimiento comunitario para garantizar la sostenibilidad del proyecto.

Chiluiza y Bravo [22] abordan el problema del limitado acceso a energía eléctrica en sectores rurales del Golfo de Guayaquil, lo que repercute negativamente en la calidad de vida y el desarrollo socioeconómico de sus habitantes. Dicho estudio se centró en el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para abastecer de energía a dicha comunidad, utilizando el análisis de carga y la simulación mediante software especializado. La metodología empleada fue de tipo cuantitativa, con enfoque técnico-descriptivo, que incluyó el levantamiento de datos de consumo eléctrico, dimensionamiento del sistema y simulaciones utilizando herramientas como PVsyst. Los resultados evidenciaron que el sistema propuesto cubre eficientemente la demanda energética del sector, garantizando una fuente de energía limpia, sostenible y adaptable a las condiciones geográficas de la zona. En sus conclusiones,

los autores destacan la viabilidad técnica y económica del sistema fotovoltaico, así como su potencial para mejorar la calidad de vida en comunidades rurales no interconectadas. Como propuesta, se plantea la replicación del modelo en otras zonas similares del país, fomentando el uso de energías renovables como solución al problema del acceso energético en sectores vulnerables.

2.1.2 Teorías relacionadas

Para analizar de manera profunda la relación entre energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible en una comunidad aislada, es necesario apoyarse en diversas teorías que permitan abordar el fenómeno desde sus distintas dimensiones: conductual, social, estructural y humana. Una de las teorías clave es la teoría del comportamiento planificado que según Silva et al. [23] en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, permite analizar cómo las actitudes, normas sociales percibidas y el control conductual percibido influyen en la intención de adoptar comportamientos sostenibles, como el uso de energías renovables. En contextos rurales o aislados, donde los cambios tecnológicos pueden generar incertidumbre, esta teoría permite comprender cómo los valores y creencias de la población influyen directamente en la aceptación o el rechazo de nuevas alternativas energéticas. Es decir, no basta con instalar sistemas solares o eólicos, sino que es crucial considerar las percepciones locales sobre su utilidad, accesibilidad y beneficios reales.

Desde otra perspectiva, la teoría del desarrollo sostenible contribuye con un marco integral que articula objetivos ambientales, económicos y sociales. Morazán [24] argumenta que esta teoría supera las visiones clásicas del crecimiento económico, al poner en el centro del debate la necesidad de cuidar los recursos naturales sin dejar de lado las condiciones de vida de las personas. En el contexto de comunidades aisladas con pobreza energética, esta teoría permite reflexionar sobre cómo las soluciones energéticas deben ser sostenibles no solo desde el punto de vista técnico o ambiental, sino también desde una lógica de inclusión social, equidad y respeto al entorno cultural.

Un tercer aporte relevante proviene de la teoría del capital social, la cual resalta el papel de la confianza, la cooperación y las redes comunitarias en la construcción de soluciones sostenibles. Investigaciones como las de Puentes et al. [25], así como el trabajo de González [26], muestran cómo el capital social puede ser un recurso estratégico en lugares donde hay escasa presencia institucional o apoyo estatal. En comunidades alejadas, donde los lazos sociales suelen ser más

fuertes y la participación colectiva más activa, esta teoría permite valorar la importancia de involucrar a los habitantes en cada etapa de un proyecto energético: desde el diagnóstico, hasta la implementación y el mantenimiento de los sistemas instalados.

Finalmente, se incorpora la teoría del enfoque de capacidades, desarrollada por Amartya Sen y actualizada en diversos trabajos académicos contemporáneos. Según Rosa [27] y Rueda et al. [28], esta perspectiva plantea que el verdadero desarrollo no debe medirse únicamente por indicadores económicos, sino por la ampliación real de oportunidades que las personas tienen para llevar la vida que valoran. Bajo esta mirada, garantizar el acceso a energía renovable no solo responde a una necesidad básica, sino que representa un paso decisivo para mejorar la educación, el acceso a la información, el emprendimiento local, la salud y, en general, la autonomía de las personas. En comunidades donde históricamente ha existido exclusión energética, este enfoque da sentido humano a la transición energética y a los proyectos de desarrollo sostenible.

En resumen, estas teorías, cada una desde su enfoque particular, permiten entender que la energía renovable no debe verse como una solución meramente técnica, sino como una herramienta social, cultural y económica que, bien aplicada, puede transformar positivamente la vida de comunidades aisladas. Tal como lo destaca la siguiente tabla:

Tabla 1. Beneficios de la energía renovable

Teoría	Enfoque central	Relación con el estudio
Comportamiento planificado	Explica la intención de comportamiento basada en actitudes, normas sociales y control percibido.	Aporta al análisis del cambio de comportamiento hacia el uso de energías limpias y sostenibles.
Desarrollo sostenible	Integra las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo.	Fundamenta la necesidad de implementar soluciones energéticas sostenibles con visión de largo plazo.
Capital social	Resalta la importancia de la cooperación, confianza y redes sociales.	Permite identificar el rol de las relaciones sociales en la adopción y mantenimiento de tecnologías limpias.
Enfoque de capacidades	Mide el desarrollo por la ampliación de oportunidades y libertades humanas.	Da sentido humano al uso de la energía como medio para mejorar educación, salud, emprendimiento y bienestar integral.

2.1.3 Economía circular

La economía circular se presenta como una estrategia que busca alargar la utilidad de los productos en el tiempo, priorizando la recuperación de elementos funcionales provenientes de bienes ya utilizados. Este modelo no solo se centra en aprovechar los recursos existentes, sino también en reducir al mínimo las pérdidas derivadas de desechos, fomentando así la creación de nuevos productos sin limitarse al ciclo de vida original. Asimismo, promueve acciones que refuercen cada etapa de la cadena de valor [29].

De acuerdo con lo expuesto por Almeida y Díaz [30], esta propuesta se enmarca en un entorno que combina factores sociales, económicos y ambientales. Constituye un reto considerable para las empresas y economías alrededor del mundo, al plantear una vía de crecimiento sustentable mediante el uso eficiente y conservación de los recursos naturales renovables. En consecuencia, colabora en la reducción del daño ambiental y fortalece la eficiencia en el aprovechamiento de insumos, beneficiando a todos los actores implicados.

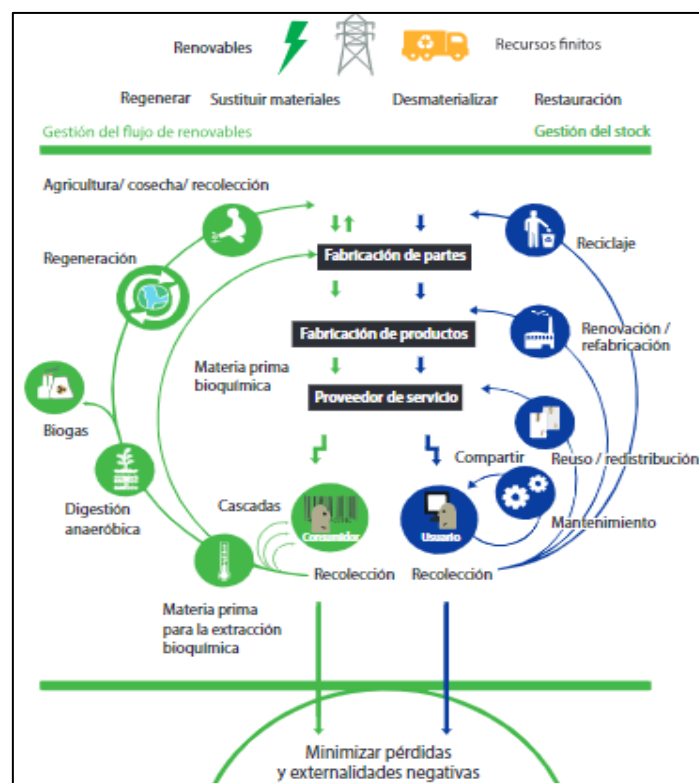


Imagen 2. Sistematización de la economía circular. Fuente: Ellen MacArthur Foundation (2020)

Partiendo de estos fundamentos, Korhonen et al. [31] conciben este modelo como una alternativa económica centrada en el flujo circular de materiales y componentes, los cuales son

reincorporados al sistema productivo tras finalizar su vida útil, buscando mantener al máximo su valor. Para estos autores, el propósito central de este enfoque radica en construir un sistema que restaure, regenere y dinamice el uso de productos e insumos, asegurando su utilidad y mayor aprovechamiento posible.

2.1.3.1 Principios de una economía circular

La economía circular propone una transformación profunda de los actuales esquemas de producción y consumo, con el objetivo de reducir la generación de residuos y minimizar los efectos perjudiciales sobre la salud humana, el entorno natural y el clima.

De acuerdo con lo planteado por Garabiza et al. [32], esta propuesta se sostiene en tres pilares esenciales. El primero se basa en conservar y mejorar los recursos naturales existentes, lo cual implica gestionar de manera responsable materiales que son limitados. La meta es evitar la producción de desperdicios, mediante la fabricación de productos que puedan tener diversos usos a lo largo del tiempo. Esto se logra mediante la aplicación de tecnologías avanzadas e ideas innovadoras, privilegiando un enfoque regenerativo.

El segundo principio, según los mismos autores, está relacionado con aprovechar al máximo los recursos disponibles. Esto implica diferenciar entre elementos que se consumen y aquellos que son de larga duración. Los primeros deben ser seguros para el medio ambiente y aportar beneficios ecológicos, mientras que los segundos, que son más persistentes y pueden causar efectos negativos, deben ser tratados de manera que sea posible reutilizarlos una vez que hayan cumplido su función inicial [32].

Finalmente, el tercer principio busca mejorar la eficiencia de los procesos productivos mediante el uso de energías limpias y materiales renovables. El propósito es disminuir la dependencia de fuentes no renovables, como los combustibles fósiles, cuya extracción genera impactos significativos sobre el ambiente [32]

En línea con esta visión, la Coalición de Economía Circular para América Latina y el Caribe [33] considera que este modelo implica una transformación estructural, orientada a lograr mayor bienestar, resiliencia y desarrollo sostenible en el largo plazo. Esta transición se apoya en principios como la inclusión, la innovación constante, la diversidad y la conservación de los recursos para las futuras generaciones.

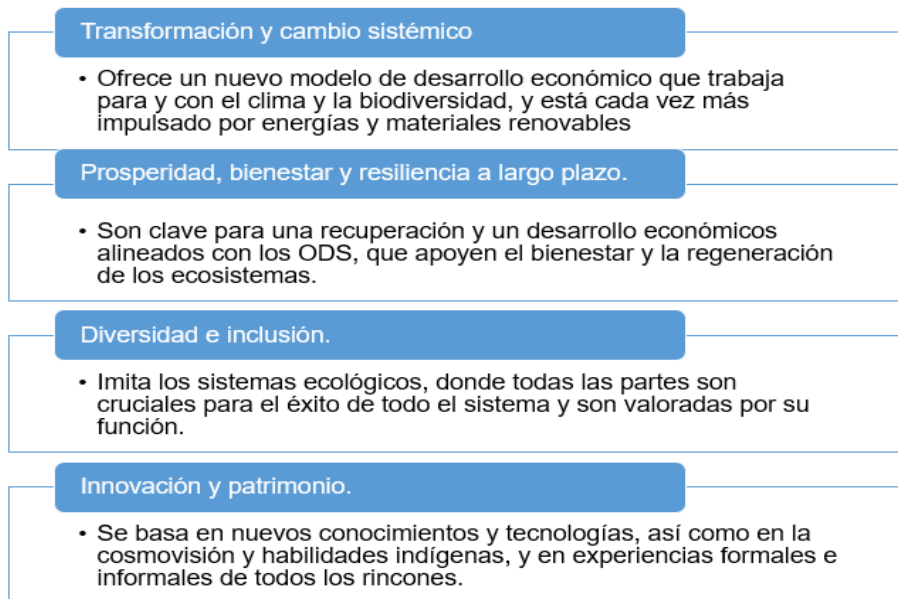


Imagen 3. *Fundamentos de la economía circular*. Nota. Adaptado de [33].

2.1.4 Desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible parte de la creciente preocupación por el deterioro ambiental y desigualdad social que emergieron con fuerza durante la segunda mitad del siglo XX. Desde entonces, y junto con el informe Brundtland en 1987, publicado por la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, toma mayor relevancia e interés internacional. Sin embargo, su evolución ha estado marcada por debates sobre la operatividad del término y su aplicabilidad real en contextos locales; partiendo de ser una noción abstracta hacia un marco de acción que intenta equilibrar las dimensiones económica, social y ambiental. A pesar de sus limitaciones conceptuales, ha ganado legitimidad como un enfoque integral para enfrentar las crisis sistémicas del siglo XXI [34]. A continuación, se representa en la imagen 4, los hitos históricos más relevantes sobre la transición hacia un mundo focalizado en el desarrollo sostenible.



Imagen 4. Hechos históricos de la transición del contexto de desarrollo sostenible. Fuente: [35].

En América Latina, la idea de desarrollo sostenible ha sido reinterpretada desde las particularidades culturales, políticas y territoriales. Tal como Guillén et al. [36] destacan que el enfoque ha girado en torno a la preservación del medio ambiente como eje fundamental, incorporando saberes ancestrales y comunitarios en las políticas públicas. Esta contextualización ha permitido que el desarrollo sostenible no se entienda únicamente como una estrategia global, sino como una práctica situada que busca armonía entre el entorno natural y las condiciones sociales locales.

De igual manera Noboa et al. [37] amplían la noción al incorporar elementos como la equidad, la resiliencia social y la gobernanza local, entendiendo el desarrollo sostenible como un proceso de reconfiguración del territorio desde la interacción entre las capacidades sociales y ecológicas. Así, se consolida una visión que, más allá del equilibrio entre crecimiento y medio ambiente, busca generar transformaciones estructurales que fortalezcan el bienestar colectivo y la justicia intergeneracional. Ante lo expuesto, Reyers et al. [38] conciben el desarrollo sostenible como un proceso transformador que depende de la resiliencia sistémica, es decir, de la capacidad de las sociedades y ecosistemas para adaptarse, aprender y reorganizarse frente a crisis y perturbaciones, manteniendo los objetivos de equidad y sostenibilidad a largo plazo.

En los territorios rurales y aislados, el desarrollo sostenible debe considerar tanto la fragilidad ecológica como la identidad cultural de las comunidades locales. Guerra [39] argumenta que en espacios insulares, donde los recursos naturales son limitados y la presión turística puede generar impactos adversos, es fundamental estructurar modelos de ordenación territorial que integren la sostenibilidad ambiental con oportunidades socioeconómicas. En este sentido, destaca que el turismo de paisaje, bien gestionado, puede convertirse en una herramienta clave para el desarrollo sostenible rural, siempre que se oriente hacia el respeto por el entorno, la cultura local y la participación comunitaria en la toma de decisiones.

Desde una perspectiva productiva e innovadora, Yin et al. [40] afirman que el desarrollo sostenible en el ámbito rural requiere sistemas de innovación que impulsen la revitalización de las comunidades. La sostenibilidad no debe verse únicamente desde lo ambiental, sino también como la capacidad de generar bienestar económico mediante modelos de gobernanza participativa, integración tecnológica e impulso a los saberes tradicionales.

2.1.4.1 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): Concepto y ODS alineados al estudio

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) surgen como resultado de una evolución

histórica que inicia con la Declaración del Milenio en el año 2000, donde los países miembros de las Naciones Unidas adoptaron los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) con una vigencia hasta 2015. Al finalizar ese periodo, se evidenció la necesidad de un marco más integral y universal que abarcara no solo el desarrollo humano, sino también el equilibrio ambiental y la sostenibilidad económica. En septiembre de 2015, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó la Agenda 2030 como un compromiso global para erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar prosperidad para todos como parte de un pacto intra e intergeneracional [41].

Este proceso fue el resultado de negociaciones multilaterales amplias, con la participación de gobiernos, sociedad civil, academia y sector privado, dando lugar a un enfoque más inclusivo, holístico y estructurado para enfrentar los grandes retos del siglo XXI [35]; donde la Agenda 2030 estableció una hoja de ruta global centrada en el equilibrio entre los ámbitos económico, social y ambiental, reconociendo la interdependencia entre ellos. De tal manera, los ODS se conciben como un marco integral de acción global compuesto por 17 objetivos, que se desglosan en 169 metas y más de 230 indicadores destinados a monitorear su implementación a nivel mundial [42].

Cada objetivo representa un aspecto clave del desarrollo humano y planetario, desde la erradicación de la pobreza hasta la promoción de energías limpias, salud, educación, igualdad y justicia climática. Se advierte que estos objetivos no siempre avanzan de forma sincronizada, y que existen tensiones y disociaciones entre algunos de ellos, lo cual exige estrategias de reacomplamiento que aseguren la coherencia y efectividad del proceso sostenible. A pesar de estas complejidades, los ODS constituyen una herramienta fundamental para orientar políticas públicas, estrategias locales y esfuerzos de cooperación internacional hacia un futuro más justo y resiliente. Evidenciándose así una interrelación entre las cinco áreas temáticas de la Agenda 2030 y ODS, tal como se observa en la imagen 5.



Imagen 5 ODS descritos en cada área temática de la Agenda 2030. Fuente: [35]

En función del enfoque de esta investigación, se desarrollará una tabla que sintetiza los aspectos esenciales de los ODS que se alinean directa o indirectamente con el objeto de estudio. Estos incluyen el ODS 1 (Fin de la pobreza), el ODS 3 (Salud y bienestar), el ODS 4 (Educación de calidad), el ODS 7 (Energía asequible y no contaminante), así como otros posibles vínculos colaterales. Esta aproximación permitirá evaluar la contribución concreta del proyecto a la Agenda 2030 y su impacto territorial.

Tabla 2. Beneficios de la energía renovable. Fuente: [35]

N°	Descripción	Relación con la investigación
ODS 1	Fin de la pobreza	Contribuye a reducir desigualdades socioeconómicas en poblaciones vulnerables mediante iniciativas de desarrollo.
ODS 3	Salud y bienestar	Aborda la mejora de condiciones de salud integral, especialmente en contextos rurales o desfavorecidos.
ODS 4	Educación de calidad	Promueve la formación, capacitación y acceso a recursos educativos que potencien el desarrollo sostenible.
ODS 7	Energía asequible y no contaminante	Incentiva el acceso a fuentes energéticas limpias, vitales para la sostenibilidad en zonas rurales o aisladas.
ODS 8	Trabajo decente y crecimiento económico	Fomenta el empleo local digno a través de proyectos sostenibles que dinamizan la economía territorial.
ODS 11	Ciudades y comunidades sostenibles	Refiere a la mejora de hábitats rurales mediante planificación sostenible, acceso a servicios y resiliencia.
ODS 13	Acción por el clima	Vincula prácticas sostenibles con la mitigación de efectos ambientales en territorios vulnerables.
ODS 17	Alianzas para lograr los objetivos	Impulsa la colaboración interinstitucional y multisectorial para fortalecer el impacto del proyecto investigativo.

2.1.5 Energía renovable

La energía renovable se presenta como una alternativa clave para combatir la pobreza energética y promover el desarrollo sostenible en comunidades aisladas. Según Arias et al. [43] los incentivos y estrategias para incrementar la penetración de energías renovables, como la solar o la eólica, resultan fundamentales para garantizar el acceso a energía limpia y sostenible en zonas remotas. En estas áreas, la implementación de proyectos de energía renovable no solo permite reducir la dependencia de combustibles fósiles, sino también mejorar la calidad de vida de los habitantes al garantizar el suministro energético necesario para actividades cotidianas y

económicas.

Valencia et al. [44] subrayan que la energía renovable y las tecnologías de eficiencia energética deben integrarse de manera complementaria para maximizar sus beneficios en términos de sostenibilidad y reducción de la pobreza energética. En comunidades aisladas, la combinación de fuentes como los sistemas fotovoltaicos y eólicos puede ofrecer un suministro energético más estable y confiable, promoviendo el desarrollo económico local y reduciendo las disparidades en el acceso a energía. Además, estas tecnologías presentan bajos costos de mantenimiento, lo que las hace una solución viable a largo plazo para comunidades con recursos limitados.

Tabla 3. Beneficios de la energía renovable

Indicador	Descripción
Reducción de la pobreza energética	Acceso a energía limpia y asequible mediante proyectos renovables como la solar y eólica [43].
Integración de tecnologías eficientes	Combinación de energías renovables y tecnologías eficientes para maximizar el acceso a energía [44].
Impacto económico local	Creación de empleo y crecimiento económico gracias a la instalación y mantenimiento de sistemas [45]

Por otra parte, la energía renovable también contribuye a un impacto económico positivo en las comunidades aisladas, como lo destacan Quirama et al. [45] en su estudio que la generación de energía renovable no solo promueve la autosuficiencia energética, sino que también crea oportunidades laborales locales en sectores como la instalación y mantenimiento de equipos. Esto contribuye al crecimiento económico local y refuerza la sostenibilidad del proyecto, ya que los ingresos generados pueden reinvertirse en mejorar la infraestructura comunitaria, cerrar la brecha energética y aumentar el bienestar social.

En el contexto de comunidades aisladas o rurales, como aquellas que se encuentran en regiones vulnerables del país, el acceso limitado o inexistente a energía moderna y confiable representa una de las formas más graves de exclusión social. Esta situación se conoce como pobreza energética, y no solo impide el desarrollo productivo, educativo o sanitario de las poblaciones, sino que también perpetúa ciclos de desigualdad y dependencia de fuentes contaminantes o ineficientes como la leña, el queroseno o los generadores diésel.

Ante esta problemática, las energías renovables surgen como una solución estratégica, sostenible y adaptable. Estas tecnologías pueden adaptarse a las condiciones locales y naturales del entorno, aprovechando recursos disponibles como el sol, el viento, el agua o los residuos orgánicos. Además, permiten establecer sistemas descentralizados de energía que reducen la dependencia de las redes nacionales y ofrecen autonomía energética a las comunidades. A continuación, se describen algunas tecnologías de energía renovable.

2.1.5.1 Energía solar fotovoltaica: ventajas y desafíos

La energía solar fotovoltaica es una tecnología que transforma la energía proveniente del sol en electricidad mediante el efecto fotoeléctrico, utilizando materiales semiconductores, especialmente el silicio [46]. Su aplicación ha cobrado creciente relevancia en contextos rurales por su capacidad de suplir la falta de infraestructura eléctrica tradicional, especialmente en zonas geográficamente aisladas. Esta forma de generación descentralizada no solo representa una solución energética técnica, sino que también se integra como un componente estratégico en las agendas de desarrollo sostenible, al reducir la dependencia de combustibles fósiles y permitir el acceso a electricidad de manera limpia, eficiente y a menor escala [47]. En contextos donde las redes eléctricas convencionales son costosas de extender, la energía solar fotovoltaica se perfila como una herramienta que democratiza el acceso a servicios básicos esenciales, sin alterar de forma drástica el entorno natural.

Entre los beneficios más destacados, la implementación de sistemas fotovoltaicos en comunidades rurales ha demostrado ser un catalizador de transformaciones sociales y económicas positivas. Criollo y Guailas [48] sostienen que la energía renovable, y en particular la solar, contribuye directamente al fortalecimiento de la resiliencia local, al reducir la vulnerabilidad energética y fomentar la autonomía comunitaria. Asimismo, Francisco et al. [47] documentan que la disponibilidad de energía solar en áreas rurales ha posibilitado la diversificación productiva, especialmente en el agro y en servicios, mejorando las condiciones para el almacenamiento de productos perecibles, la digitalización educativa y el acceso a tecnologías sanitarias. Por su parte, Gama y Waichman [49] enfatizan que los avances tecnológicos en instalaciones fotovoltaicas incluyendo soluciones flotantes en cuerpos de agua y sistemas de seguimiento solar han ampliado las oportunidades de implementación sin competir con usos agrícolas del suelo, disminuyendo la presión sobre los ecosistemas y aumentando la eficiencia energética en espacios limitados.

Beneficios u oportunidades	Desafíos y limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Fomenta la autonomía energética local • Mejora la calidad de vida en áreas rurales • Permite usos productivos como almacenamiento de alimentos, digitalización educativa y servicios de salud. • Reduce la dependencia de redes eléctricas centralizadas y promueve el desarrollo sustentable. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intermittencia energética • Alto costo de almacenamiento • Falta de políticas públicas integradas • Escasa capacitación técnica • Limitaciones en acceso a financiamiento y repuestos en zonas rurales.

Imagen 6. Beneficios y desafíos. Fuente: [48], [47], [49]

Sin embargo, pese a sus múltiples ventajas, esta tecnología enfrenta desafíos estructurales y operativos que limitan su expansión y sostenibilidad. La intermitencia en la generación debido a condiciones meteorológicas adversas y la necesidad de costosos sistemas de almacenamiento energético son algunas de las principales limitaciones técnicas señaladas por Mantilla y Herrera [50]. A ello se suman restricciones de tipo institucional y normativo. Inca et al. [51], en su evaluación del contexto ecuatoriano, resaltan la ausencia de políticas públicas integrales, la limitada formación técnica en instalación y mantenimiento, y la falta de incentivos financieros que permitan escalar esta tecnología en comunidades rurales con bajos ingresos. Esta combinación de barreras técnicas y estructurales plantea la necesidad de intervenciones multidimensionales que incluyan no solo mejoras tecnológicas, sino también estrategias de gobernanza energética y planificación territorial con enfoque local.

La instalación de sistemas solares fotovoltaicos requiere una infraestructura mínima pero especializada. El componente principal son los paneles solares, cuya función es captar la energía del sol y transformarla en electricidad de corriente continua. Esta debe ser convertida en corriente alterna mediante inversores, para su uso doméstico o comercial. Además, se requieren baterías que permitan el almacenamiento de energía para los momentos en que no hay radiación solar, así como reguladores de carga que eviten daños en el sistema. Maldonado et al. [52] destacan que el diseño técnico debe adaptarse a las condiciones geográficas, climáticas y socioeconómicas de la zona, lo que implica también la necesidad de estructuras de soporte, cableado especializado, sistemas de monitoreo inteligente y mantenimiento preventivo

constante. Una correcta selección de estos componentes es crucial para garantizar la eficiencia y la durabilidad del sistema, especialmente en ambientes rurales donde el acceso a repuestos o soporte técnico puede ser limitado.

En definitiva, la energía solar fotovoltaica constituye una solución energética viable, sostenible y adaptable a contextos rurales y aislados. Su integración no solo resuelve necesidades inmediatas de electricidad, sino que impulsa procesos de desarrollo local más equitativos, autónomos y resilientes. No obstante, para que su implementación sea exitosa y sostenida en el tiempo, se deben abordar sus desafíos tecnológicos, institucionales y de formación técnica.

2.1.5.2 Energía eólica de baja escala

La energía eólica de baja escala, también denominada micro o pequeña escala, se refiere a sistemas de generación eólica que producen electricidad utilizando turbinas con capacidad generalmente inferior a 100 kW. Estos sistemas están diseñados para operar de forma autónoma o conectarse a microrredes, siendo adecuados para viviendas, granjas, edificaciones urbanas o comunidades rurales aisladas [53]. En contraste con los grandes parques eólicos, las turbinas de baja escala tienen un menor impacto ambiental y logístico, lo que les permite adaptarse con facilidad a diferentes configuraciones arquitectónicas y topográficas [54]. Su funcionamiento se basa en el principio aerodinámico de conversión del viento en energía mecánica y posteriormente en electricidad a través de generadores eficientes y compactos.

Uno de los principales beneficios de la energía eólica de baja escala es su capacidad para descentralizar la generación eléctrica, empoderando a comunidades y usuarios individuales en contextos donde las redes eléctricas tradicionales son ineficientes o inexistentes. Según Witkowska et al. [55], en zonas rurales la aceptación comunitaria de estos sistemas ha crecido debido a su bajo impacto visual y acústico, así como su contribución al desarrollo económico local. Además, como destacan Ramadoni et al. [56] la combinación de sistemas híbridos eólicos-solares permite optimizar el suministro energético durante todo el año, minimizando los efectos estacionales y mejorando la sostenibilidad energética en regiones vulnerables. Esta versatilidad hace que la energía eólica de baja escala represente una alternativa realista para la autosuficiencia energética y la mitigación del cambio climático.

No obstante, la implementación de estos sistemas enfrenta desafíos técnicos y contextuales significativos. Aravindhana et al. [54] señalan que en entornos urbanos la turbulencia del viento, la escasa planificación en la ubicación de las turbinas y la variabilidad en la velocidad del

viento dificultan el rendimiento eficiente de estas instalaciones. Por otro lado, Hajjaj y Moktar [57] identifican que, aunque la integración de tecnologías IoT ha optimizado el monitoreo de los sistemas eólicos portátiles, persisten barreras como el alto costo inicial, la dependencia de algoritmos de control avanzados y la escasez de personal capacitado para la instalación y el mantenimiento, especialmente en países en desarrollo. Asimismo, aspectos regulatorios, incertidumbre en subsidios y desconocimiento ciudadano aún limitan su adopción masiva.

En términos técnicos, los sistemas eólicos de baja escala requieren una serie de componentes clave: rotor o hélices, generador eléctrico (síncrono o asíncrono), torre de soporte, sistema de control de carga, batería para almacenamiento energético y sistema de regulación del voltaje. Además, la integración con tecnologías de seguimiento y análisis, como algoritmos de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés), ha sido esencial para mejorar la eficiencia, especialmente en condiciones de viento fluctuante [58]. El diseño y selección del equipo debe considerar las características del sitio, tales como velocidad promedio del viento, topografía y accesibilidad, como lo demuestran Constante et al. [59].

A continuación, se presenta una tabla que sintetiza los principales componentes técnicos de un sistema eólico de baja escala, junto con su función operativa, a fin de ofrecer una visión integral de los elementos involucrados en su implementación ya que no solo depende de los equipos físicos, sino también de soluciones digitales como sensores IoT y algoritmos de optimización, los cuales permiten un control más preciso del rendimiento en entornos dinámicos y con variabilidad de recursos eólicos.

Tabla 4. Componentes de un sistema de energía eólica de baja escala. Fuente: [54], [57], [59]

Componente	Función Principal	Consideraciones Técnicas
Rotor (hélices)	Captura la energía cinética del viento.	Debe estar diseñado según velocidad del viento predominante y turbulencia local.
Generador eléctrico	Transforma la energía mecánica en electricidad.	Puede ser de imanes permanentes o con escobillas, dependiendo del costo/eficiencia.
Torre	Eleva el rotor para alcanzar corrientes de viento más estables.	Altura óptima entre 10-30 m según el entorno geográfico.
Controlador de carga	Regula la energía enviada al sistema de almacenamiento o carga directa.	Evita la sobrecarga de baterías o fallas en picos de viento.
Sistema de almacenamiento	Acumula la energía para su uso diferido.	Uso común de baterías de plomo-ácido o litio.

Inversor	Convierte la corriente continua (DC) en alterna (AC) para su uso doméstico.	Necesario si el sistema se conecta a red o a equipos de corriente alterna.
Sistema MPPT	Maximiza el punto de operación de generación de energía.	Fundamental en condiciones variables de viento.
Sensores IoT	Monitorean el desempeño, consumo y condiciones del sistema en tiempo real.	Requieren conectividad constante y protección ambiental adecuada.

2.1.5.3 Bioenergía y microhidroeléctricas

La bioenergía y las microhidroeléctricas se han consolidado como alternativas viables para el desarrollo energético de comunidades rurales no interconectadas. La bioenergía se refiere al aprovechamiento de materiales orgánicos como residuos agrícolas, estiércol animal o restos forestales para la producción de energía en forma de calor, electricidad o biocombustibles [60]. Por su parte, las microhidroeléctricas son sistemas de generación hidroeléctrica a pequeña escala, generalmente menores a 100 kW, que utilizan el flujo natural de cuerpos de agua locales para generar electricidad sin necesidad de embalses [61]. Ambas soluciones se integran como estrategias sostenibles que aprovechan recursos disponibles localmente para reducir la dependencia de combustibles fósiles y garantizar el acceso a energía renovable.

Uno de los principales beneficios de estas tecnologías es su capacidad de fomentar el empoderamiento comunitario a través de la participación local en la gestión energética. En el caso de Indonesia, Pratiwi y Juerges [62] destacan cómo los sistemas de microhidroeléctricas promueven liderazgo comunitario, especialmente en pueblos indígenas, al proporcionar una fuente energética autónoma y culturalmente adaptada. Asimismo, la implementación de bioenergía en fincas familiares ha demostrado mejorar la seguridad alimentaria y energética, al reutilizar residuos orgánicos que, de otra manera, serían desechados, contribuyendo así a una economía circular rural [60]. Estos sistemas ofrecen también beneficios ambientales significativos, reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero y mejorando la gestión de residuos agrícolas.

A pesar de sus ventajas, la implementación de bioenergía y microhidroeléctricas enfrenta diversos desafíos. Ibegbulam et al. [63] señalan que, en Nigeria, uno de los principales obstáculos es la falta de políticas específicas y marcos regulatorios adecuados que impulsen el desarrollo de la microhidroelectricidad. A ello se suma la limitada capacidad técnica y

financiera de muchas comunidades rurales para operar y mantener estos sistemas de forma sostenible [64]. Además, McNabola et al. [65] advierten sobre la necesidad de gestionar cuidadosamente el nexo agua-energía-alimentos, ya que una intervención inadecuada en los recursos hídricos podría generar conflictos en el uso del agua entre riego agrícola y generación eléctrica. Estos factores exigen un enfoque multidisciplinario y colaborativo para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de estas soluciones.

La implementación de bioenergía y microhidroeléctricas requiere de una variedad de herramientas y componentes técnicos que varían según el tipo de recurso, el tamaño del sistema y las condiciones locales. A continuación, se presenta una tabla con los elementos fundamentales para cada tipo de tecnología:

Tabla 5. Herramientas y equipos para la bioenergía y microhidroeléctrica. Fuente: [63] [65]

Tecnología	Herramientas y equipos clave
Bioenergía	Biodigestores, generadores eléctricos, trituradores de biomasa, quemadores de biomasa, sensores IoT.
Microhidroeléctrica	Turbinas Pelton, Michell-Banki o Kaplan; generadores; reguladores de voltaje; canaletas y compuertas; sensores de flujo y nivel de agua.

La tabla muestra que ambas tecnologías requieren una combinación de componentes mecánicos y electrónicos. En el caso de la bioenergía, los biodigestores y quemadores permiten transformar residuos orgánicos en biogás o calor utilizable, mientras que en sistemas microhidroeléctricos, las turbinas y generadores convierten la energía del agua en electricidad. La integración de sensores IoT, como destaca Adeyeye et al. [61], permite una supervisión remota del rendimiento, optimizando así la eficiencia operativa. Además, Davies y Saygin [66] señalan que el acceso a estas tecnologías en zonas no interconectadas puede verse facilitado por la inversión privada, siempre que se articulen marcos de incentivos y programas de capacitación técnica.

En definitiva, la bioenergía y las microhidroeléctricas representan soluciones sostenibles, descentralizadas y culturalmente adaptables para comunidades rurales, siempre que se consideren los factores sociales, técnicos y ambientales involucrados. Las oportunidades que brindan en términos de autonomía energética y desarrollo comunitario deben ir acompañadas

de políticas públicas integradoras, formación técnica y estrategias de mantenimiento a largo plazo, como lo sugieren tanto Maghfirra et al. [67] como Adeyeye et al. [61], quienes proponen marcos metodológicos multidimensionales para una implementación eficiente y equitativa.

2.1.6 Pobreza energética

La pobreza energética es un fenómeno que afecta a muchas comunidades, especialmente aquellas en regiones aisladas. Se entiende como la incapacidad de acceder a servicios energéticos básicos de manera eficiente y asequible, lo que compromete la calidad de vida [2]. Mientras que Fernández et al. [10] agregan que se manifiesta cuando el acceso energético es insuficiente, intermitente o demasiado costoso en relación con los ingresos del hogar, afectando directamente la salud, la educación y la productividad. Además, la pobreza energética no es homogénea, ya que varía según el contexto territorial, el tipo de vivienda, los patrones de consumo y las fuentes energéticas disponibles.

Desde un enfoque más estructural, Hessling [68] explica que la pobreza energética está vinculada con una lógica de exclusión histórica y territorial, donde el acceso a la energía no se concibe como un derecho humano garantizado, sino como una mercancía sujeta a criterios de rentabilidad. En este sentido, la energía se convierte en un eje de injusticia social, ya que su ausencia afecta el goce de otros derechos fundamentales. Guzowski et al. [69] destacan que esta forma de pobreza es tanto una causa como una consecuencia de la exclusión social, especialmente en América Latina, donde muchas comunidades rurales y periurbanas enfrentan precariedad estructural en el acceso energético. La pobreza energética, por tanto, debe analizarse no solo desde el consumo energético, sino desde su vínculo con las condiciones de vida, la equidad territorial y la justicia ambiental.

Aunque están interrelacionadas, la pobreza energética y la pobreza multidimensional son conceptos distintos en cuanto a su alcance y enfoque. La pobreza multidimensional contempla múltiples privaciones que afectan simultáneamente a las personas como salud, educación, vivienda o ingresos; y permite una visión más integral del bienestar. En cambio, la pobreza energética se centra exclusivamente en el acceso, calidad, asequibilidad y seguridad de los servicios energéticos [70]. Por ejemplo, un hogar puede tener acceso a servicios de salud o educación, pero seguir siendo energéticamente pobre si no dispone de electricidad continua o si destina un porcentaje desproporcionado de sus ingresos al pago de energía.

Tabla 6. Comparación entre pobreza energética y multidimensional. Fuente: [2] [10] [71]

Aspecto	Pobreza energética	Pobreza multidimensional
Enfoque principal	Acceso, calidad y asequibilidad del servicio energético.	Privaciones simultáneas en salud, educación, ingresos, vivienda, etc.
Indicadores clave	Tipo de fuente energética, costo relativo, continuidad del suministro.	Mortalidad infantil, escolaridad, acceso a agua potable, empleo, etc.
Medición	Requiere criterios técnicos del sector energético y datos socioeconómicos.	Usa el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM) del PNUD y metodologías similares.
Relación con otros derechos	Relacionada con el derecho a la energía, vivienda adecuada y salud.	Relacionada con una amplia gama de derechos humanos.
Aplicación territorial	A menudo específica para zonas rurales, periurbanas o no interconectadas.	Aplicable a nivel nacional o regional como métrica integral de desarrollo humano.

Vásquez et al [3] señalan que, si bien ambas formas de pobreza pueden coexistir, la pobreza energética exige una medición especializada que considere indicadores técnicos y sociales propios del sector energético, como el tipo de fuente usada para cocinar, la calidad del suministro o la relación entre gasto e ingreso. Tirado [71] agrega que, a diferencia de la pobreza multidimensional, la pobreza energética debe ser analizada también desde la perspectiva del derecho a la vivienda digna y adecuada, ya que muchas veces es la infraestructura habitacional la que impide una adecuada eficiencia térmica o acceso a fuentes modernas de energía. En sí, la pobreza energética demanda soluciones técnicas como infraestructura, eficiencia energética, mientras que la multidimensional exige reformas estructurales amplias en servicios públicos, ingresos y condiciones de vida.

Uno de los mayores desafíos para superar la pobreza energética es su invisibilidad estadística y normativa. Villegas y Sánchez [7] advierten que muchos países latinoamericanos, incluido el Perú y gran parte del Ecuador rural, carecen de definiciones oficiales y sistemas estandarizados de medición que permitan identificar a las poblaciones afectadas. Esta falta de institucionalización impide diseñar políticas públicas eficaces y asignar presupuestos adecuados. Además, la medición tradicional basada solo en el acceso a la red eléctrica ignora dimensiones fundamentales como la intermitencia del servicio, el costo desproporcionado y el uso de fuentes contaminantes.

Otro obstáculo importante es la fragmentación territorial de las soluciones, especialmente en comunidades aisladas o de difícil acceso. Calvo et al. [72] sostienen que los programas de electrificación rural muchas veces no consideran las especificidades culturales, geográficas y económicas de las comunidades. Como resultado, los sistemas implementados pueden volverse ineficientes, insostenibles o socialmente rechazados. Esta desconexión entre la política energética centralizada y las realidades locales agrava el problema y perpetúa la exclusión.

2.1.6.1 Indicadores de pobreza energética

El desarrollo de indicadores de pobreza energética ha sido una respuesta progresiva a la necesidad de visibilizar una forma de exclusión que durante mucho tiempo fue ignorada por las políticas públicas tradicionales. Pérez et al. [73] explican que los primeros esfuerzos por definir y cuantificar esta forma de pobreza surgieron en Europa en los años noventa, particularmente en Reino Unido, donde se utilizó el umbral del 10% del ingreso del hogar destinado al pago de energía como criterio diagnóstico. Esta perspectiva inicial, basada en el gasto, permitía identificar a los hogares que debían elegir entre cubrir necesidades básicas o mantener sus viviendas climatizadas. Sin embargo, con el tiempo, este enfoque mostró limitaciones para capturar la complejidad del fenómeno, lo que motivó el desarrollo de metodologías más integrales en distintos países, especialmente en contextos del Sur Global.

En el ámbito latinoamericano, la construcción de indicadores ha sido más reciente y se ha visto influenciada por las particularidades sociales, territoriales y económicas de la región. Villamizar [74] señala que en Colombia, por ejemplo, el diseño de un índice nacional de pobreza energética se basó en variables como la calidad del suministro, el tipo de combustible utilizado para cocinar, la eficiencia energética de las viviendas y el acceso a tecnologías modernas. Esta evolución hacia enfoques multidimensionales ha permitido comprender mejor las dinámicas territoriales y estructurales que perpetúan la exclusión energética. Asimismo, autores como Mosquera y Larrea [75] argumentan que en el Sur Global el problema no radica solo en la asequibilidad, sino en la existencia misma del acceso, lo que exige adaptar los indicadores a las realidades locales sin replicar esquemas del Norte Global.

Por lo tanto, los indicadores de pobreza energética son herramientas técnicas que permiten medir la magnitud, distribución y características de la exclusión energética en un territorio determinado. Desde una perspectiva tradicional, se han utilizado indicadores monodimensionales, basados principalmente en el ingreso o el gasto energético [73]. Sin

embargo, con el avance conceptual, ha ganado fuerza el uso de indicadores compuestos o multidimensionales, que incorporan variables sociales, ambientales y técnicas, permitiendo un análisis más profundo y contextualizado. Según Correa y Villalobos [76], estos indicadores permiten correlacionar la pobreza energética con la calidad del sistema eléctrico, la vulnerabilidad climática, la eficiencia habitacional y las condiciones socioeconómicas de los hogares. En este sentido, la pobreza energética deja de ser un mero problema de ingreso para entenderse como una manifestación de múltiples desigualdades estructurales.

Tabla 7. Tipo de indicadores de pobreza energética. Fuente: [73] [74] [76] [75]

Tipo	Descripción	Fortalezas	Limitaciones
Tradicionales	Basados en criterios económicos, principalmente el gasto energético sobre el ingreso total.	Fáciles de calcular y comparar Datos generalmente disponibles	No consideran calidad del servicio, ni acceso ni impactos en salud
Compuestos o Multidimensionales	Incorporan dimensiones técnicas, sociales y ambientales del consumo energético.	Enfoque integral y contextualizado Mejor soporte para políticas	Requieren mayor cantidad de datos y capacidades institucionales para su implementación

Los estudios recientes han promovido un enfoque multidimensional para medirla, considerando no solo el costo de la energía, sino también aspectos como la calidad, accesibilidad y sostenibilidad ambiental [10]. Este enfoque permite analizar cómo las condiciones estructurales influyen en la pobreza energética de las comunidades afectadas.

El desarrollo de indicadores de pobreza energética ha avanzado, permitiendo un diagnóstico más preciso de la situación en diferentes regiones. En Iberoamérica, estos indicadores incluyen elementos como asequibilidad, calidad y continuidad de los servicios energéticos, esenciales para evaluar el bienestar de las comunidades [73]. Sin embargo, aún persisten desigualdades significativas en el acceso a energías limpias, lo que requiere políticas energéticas que prioricen la justicia social y la equidad [71].

En sí, la implementación de energías renovables en comunidades aisladas no solo reduce la pobreza energética, sino que también fomenta un desarrollo sostenible. Morero et al. [77] señalan que la integración de estas energías puede generar nuevas oportunidades económicas,

reducir la dependencia de combustibles fósiles y mejorar la calidad de vida. Estas soluciones deben ser adaptativas, flexibles y respaldadas por políticas públicas que favorezcan el acceso equitativo a la energía en estas áreas.

Tabla 8. Indicadores de pobreza energética

Indicador	Descripción
Acceso a energía renovable	Porcentaje de la población con acceso a fuentes de energía renovable [2].
Asequibilidad	Relación entre ingresos del hogar y gastos energéticos [73].
Calidad del servicio energético	Continuidad y fiabilidad del suministro energético [10].
Impacto en el bienestar	Efecto del acceso energético sobre la calidad de vida y el desarrollo económico [3].

2.1.6.2 Factores que inciden en la pobreza energética

La pobreza energética, lejos de ser un fenómeno aislado, responde a una compleja interacción de factores estructurales, económicos, institucionales, culturales y territoriales que afectan el acceso equitativo a servicios energéticos adecuados. Según Soares et al. [78], entre los determinantes más frecuentes en América Latina se encuentran el bajo nivel de ingresos, la precariedad habitacional, la inadecuada infraestructura de red eléctrica y la dependencia de fuentes energéticas contaminantes como la leña. Estos factores, además, suelen coexistir con otras formas de vulnerabilidad como la desigualdad de género, la ruralidad extrema o el aislamiento territorial, profundizando la exclusión social. Así, los hogares pobres energéticamente no solo carecen de electricidad continua, sino también de medios seguros y eficientes para cocinar, conservar alimentos o calefaccionar sus viviendas.

Uno de los aspectos más determinantes es la desigualdad territorial, especialmente en regiones rurales, periurbanas y amazónicas. Vásquez et al. [3], demuestran que las comunidades indígenas enfrentan condiciones críticas debido a la inexistencia de redes de distribución, los elevados costos de transporte de insumos energéticos y la falta de programas públicos sostenibles. En una línea similar, Quispillo et al. [79] identifican la pobreza energética no solo responde a la falta de red eléctrica, sino a la debilidad de las capacidades locales para mantener sistemas híbridos renovables, así como a la ausencia de acompañamiento técnico del Estado. Estos factores reflejan una combinación de exclusión técnica, institucional y cultural.

En el plano sociopolítico, el débil marco institucional y la corrupción también figuran como obstáculos estructurales para superar la pobreza energética. A nivel regional, Calvo et al. [2] agregan que muchos países de América Latina carecen de instrumentos normativos y estadísticos que permitan identificar con precisión a las poblaciones afectadas, lo que dificulta la formulación de políticas específicas y sostenidas. Asimismo, los roles de género y las tareas de cuidados son factores frecuentemente ignorados en el diseño de políticas energéticas. Guzowski et al. [69] también apuntan que el uso de biomasa en hogares pobres no solo está relacionado con bajos ingresos, sino con la persistencia de esquemas culturales que perpetúan formas de vida insalubres, sobre todo en ausencia de alternativas accesibles y culturalmente adaptadas.

Por último, el enfoque técnico en la medición de la pobreza energética ha dejado fuera variables fundamentales como la eficiencia térmica de las viviendas, la calidad del servicio energético o la adaptabilidad climática de los sistemas utilizados. Fernández et al. [10] insisten en que muchos estudios continúan centrados en el gasto relativo sin considerar factores como la intermitencia del suministro, los cortes frecuentes o las limitaciones geográficas para la instalación de energías renovables. Además, Hessling [68] subraya que persiste una racionalidad de mercado que entiende el acceso a la energía como una mercancía, más que como un derecho humano garantizado, lo cual impide que los Estados tomen medidas correctivas estructurales que prioricen el bienestar sobre la rentabilidad.

2.1.7 Marco legal

El acceso a la energía como derecho humano y eje del desarrollo sostenible está respaldado por diversos instrumentos jurídicos tanto a nivel internacional como nacional. En el contexto ecuatoriano, el marco legal proporciona una base normativa robusta para la implementación de soluciones energéticas renovables en zonas no interconectadas, tal como se plantea en esta investigación.

2.1.7.1 Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Aprobada por la Asamblea General de las Naciones Unidas en 2015, esta agenda establece 17 objetivos, entre los cuales destaca el ODS 7: “Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”. Este objetivo se relaciona directamente con el propósito de tu estudio, así como con otros objetivos interrelacionados como el ODS 1 (Fin de

la pobreza), ODS 3 (Salud y bienestar), ODS 4 (Educación de calidad), y ODS 13 (Acción por el clima). Este marco promueve una visión integral del desarrollo humano que exige a los Estados garantizar políticas energéticas inclusivas.

2.1.7.2 Convenio de París sobre el cambio climático (2015)

Instrumento internacional que compromete a los países firmantes a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo el uso de energías limpias y sostenibles. Ecuador ratificó este acuerdo en 2016, lo que compromete al país a fomentar el uso de fuentes renovables en sus estrategias energéticas.

2.1.7.3 Constitución de la República del Ecuador (2008)

El Art. 15 reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, y promueve el uso de energías limpias y tecnologías ambientalmente sanas. Además, el Art. 275 establece que el modelo de desarrollo debe garantizar la sostenibilidad ambiental y el uso responsable de los recursos naturales.

2.1.7.4 Ley Orgánica de Régimen del Sector Eléctrico (LORE)

Esta ley regula la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en el país. Su reforma más reciente promueve la inversión en proyectos de energías renovables no convencionales, especialmente en zonas rurales y comunidades no interconectadas, fomentando esquemas de participación comunitaria y alianzas público-académicas.

2.1.7.5 Código Orgánico del Ambiente (COA)

El COA establece en sus artículos el fomento del uso de energías renovables y la gestión integral de residuos para producción energética (bioenergía), incorporando principios de economía circular y equidad ambiental. Esta norma respalda técnicamente los proyectos de biodigestores o sistemas solares desarrollados en zonas aisladas.

2.1.7.6 Plan Nacional de Desarrollo 2021–2025

Conocido como el Plan “Creando Oportunidades”, este documento estratégico contempla como una de sus metas la expansión del acceso a servicios energéticos mediante fuentes renovables en territorios históricamente excluidos. Señala la necesidad de alianzas con el sector

académico, tal como ocurre en tu caso de estudio con la Universidad Politécnica Salesiana.

2.1.7.7 Norma Técnica RIC (Reglamento de Instalaciones de Consumo Eléctrico)

Define los estándares técnicos mínimos que deben cumplir las instalaciones eléctricas en proyectos rurales. Incluye disposiciones sobre la seguridad eléctrica, mantenimiento preventivo y materiales permitidos en zonas de difícil acceso.

2.1.7.8 Reglamento del Ministerio de Energía y Minas sobre Proyectos Renovables Autónomos (REM-Autónomos)

Emitido por el Ministerio de Energía, este reglamento promueve la implementación de sistemas fotovoltaicos, eólicos y microhidroeléctricos en comunidades rurales, mediante incentivos fiscales, subvenciones y asistencia técnica. Este instrumento es clave para justificar la legalidad y pertinencia de los sistemas ya implementados por los estudiantes.

2.1.7.9 Plan Maestro de Electrificación Rural 2022–2030 (PMER)

Es un instrumento sectorial elaborado por el Ministerio de Energía y Minas que prioriza la atención a comunidades rurales mediante sistemas autónomos de generación eléctrica basados en fuentes renovables. Establece metas de cobertura, líneas de financiamiento, y la articulación con universidades para el desarrollo de soluciones tecnológicas.

El marco normativo vigente en Ecuador está alineado con los compromisos internacionales de sostenibilidad y reconoce explícitamente el derecho al acceso universal a la energía. No obstante, la efectividad de estas normas depende de su implementación concreta en territorios aislados, donde factores como la planificación territorial, la participación comunitaria y la articulación institucional son claves. La propuesta de este estudio se inserta dentro de este marco legal, aprovechando los instrumentos disponibles y promoviendo su aplicación efectiva mediante el vínculo universidad-comunidad.

3 CAPITULO III: METODOLOGÍA

Este capítulo describe el enfoque metodológico que orienta la investigación sobre la relación entre energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible en una comunidad aislada; es así que atiende a la necesidad de comprender, desde una perspectiva integral, las condiciones actuales del acceso a la energía, así como los efectos sociales, económicos y ambientales de los proyectos de energías limpias mediante una óptima selección de instrumentos investigativos para el cumplimiento y alcance de los objetivos general y específicos previamente descritos, proporcionando una visión holística que permita tanto el análisis técnico del problema como la interpretación del impacto social percibido.

3.1 Diseño de investigación

Para el presente se optó por un diseño no experimental implica que no se manipulan deliberadamente las variables, sino que se observan tal como ocurren en su contexto natural [78]. En este sentido, se estudian los fenómenos sociales sin intervenir en su desarrollo, lo cual resulta pertinente cuando se pretende conocer realidades complejas como el acceso a la energía o la percepción comunitaria sobre la sostenibilidad. Asimismo, el corte transversal permite obtener información en un momento específico del tiempo [79], lo que favorece el diagnóstico contextual de una comunidad aislada frente al fenómeno investigado.

Bajo este diseño, el estudio se alinea con el objetivo de identificar y analizar las condiciones energéticas existentes y los impactos de las soluciones implementadas. Dado que los datos serán recolectados en una única fase de levantamiento de información, este diseño garantiza un análisis de situación que no depende de la evolución temporal de las variables, sino de su estado actual.

3.2 Tipo de investigación

La investigación descriptiva busca caracterizar fenómenos, condiciones o poblaciones de estudio a partir de variables observables, mientras que la investigación correlacional permite establecer asociaciones entre dichas variables, sin inferir causalidad. Esta combinación resulta pertinente cuando se pretende, por un lado, describir las condiciones de pobreza energética y acceso a fuentes limpias de energía, y por otro, explorar la relación existente entre estas condiciones y los niveles de bienestar y desarrollo comunitario.

En esta investigación, el tipo descriptivo-correlacional es útil para examinar cómo el acceso a

energía renovable incide en dimensiones como la salud, la educación, la productividad o la calidad de vida de los habitantes. Asimismo, permite identificar posibles vínculos entre la implementación de proyectos sostenibles y la superación de barreras sociales, económicas o técnicas en territorios aislados.

3.3 Enfoque de investigación

El enfoque mixto integra elementos de las metodologías cualitativa y cuantitativa, reconociendo que ambas ofrecen aportes complementarios para el análisis de fenómenos sociales complejos. Mientras los datos cuantitativos permiten medir, comparar y generalizar hallazgos, los datos cualitativos facilitan la comprensión profunda de percepciones, significados y procesos sociales.

Este enfoque mixto es esencial en el presente estudio, pues permite analizar estadísticamente los niveles de acceso energético mediante encuestas estructuradas, al mismo tiempo que se interpretan las experiencias, valoraciones y expectativas de los actores comunitarios a través de entrevistas y observaciones. Esta estrategia responde directamente al objetivo general de analizar la relación entre energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible, integrando dimensiones técnicas y humanas.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

La población en una investigación se refiere al conjunto total de personas, instituciones, objetos o eventos que comparten una o más características comunes y sobre los cuales se desea obtener información, formular inferencias o realizar generalizaciones. En el presente estudio, la población está constituida por los 66 habitantes que conforman una comunidad rural aislada del cantón Guayaquil, distribuidos en 23 núcleos familiares, los cuales habitan en un total de 17 viviendas, además de una Unidad Educativa Fiscal Básica llamada Simón Bolívar, que funciona como centro educativo y de reunión social. Esta población representa un universo cerrado y finito, ideal para una investigación centrada en la evaluación del acceso a energía renovable, el grado de pobreza energética y su relación con el desarrollo sostenible, ya que se trata de una comunidad que ha sido objeto de intervenciones técnicas a través de proyectos ejecutados por estudiantes universitarios, lo que permite observar de forma directa sus efectos.

3.4.2 Muestra

La muestra es una parte representativa o significativa de la población sobre la cual se realiza la recolección de datos, con el fin de inferir, analizar y comprender el fenómeno estudiado. Su elección puede responder a métodos probabilísticos, donde todos los elementos tienen igual posibilidad de ser seleccionados, o no probabilísticos, donde la selección responde a criterios intencionados, como conveniencia, juicio experto o accesibilidad. En contextos donde la población es reducida y específica, el muestreo no probabilístico es una opción válida para garantizar un acceso más profundo y contextual a la información relevante.

Dado el tamaño reducido de la población y la naturaleza territorial y social del objeto de estudio, se ha optado por una muestra no probabilística por conveniencia y criterio del investigador, seleccionando como informantes clave al jefe o representante de cada una de las 23 familias. Esta decisión metodológica se sustenta en la necesidad de obtener información precisa sobre las condiciones energéticas y la percepción del impacto de los proyectos renovables desde una perspectiva familiar.

3.5 Técnicas e instrumentos de investigación

3.5.1 Encuesta

Es una técnica de recolección de datos cuantitativos que permite estandarizar la información obtenida a partir de una muestra representativa de la comunidad, principalmente promueve a un análisis estadístico para la predisposición de información precisa u objetiva. El instrumento aplicado será el cuestionario, el cual consta de preguntas cerradas bajo escala Likert y organizadas en tres dimensiones principales alineadas con las variables bajo estudio: energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible; así mismo cada dimensión contara con subdivisiones que contribuirán al cumplimiento de los objetivos del estudio. Dicho instrumento estará dirigido para el jefe de hogar de cada familia identificada en la comunidad aislada.

3.5.2 Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas semiestructuradas es una técnica cualitativa que permite obtener información profunda y contextualizada mediante un guion flexible de preguntas abiertas con la posibilidad de profundizar en aspectos emergentes durante el diálogo con los actores clave, líderes locales, técnicos responsables de los proyectos energéticos y representantes institucionales con

experiencia en el territorio. Por ende, la guía de entrevista, como instrumento, constó de preguntas abiertas agrupadas en tres contextos temáticos sobre efectos de la energía renovable como beneficios o avances evidenciados dentro de la comunidad, dando así cumplimiento con el segundo objetivo. Otro punto es la identificación de limitaciones, retos y desafíos de los proyectos de energía renovable, en concordancia con el tercer objetivo específico. Además, brindarán insumos clave para interpretar la sostenibilidad social, económica y técnica de las intervenciones energéticas realizadas en la comunidad, esto en sí bajo la temática de participación comunitaria y sostenibilidad.

3.5.3 Observación directa

La observación directa consiste en el registro sistemático de hechos, comportamientos y condiciones del entorno, sin intervenir en el desarrollo de los mismos, por ende, su uso permite comprender situaciones reales y verificar la información obtenida por otros medios. Para lo cual, se empleó la ficha de observación como instrumento enfocado en la evaluación visual de la infraestructura energética existente, entorno de las viviendas, condiciones habitacionales de los hogares y el uso cotidiano de la energía en la vida comunitaria, permitiendo la validación y complemento óptimo de los datos de las encuestas y entrevistas. Adicionalmente, la ficha estará dividida en categorías que permitan registrar elementos vinculados a los tres objetivos específicos: a) acceso efectivo a fuentes de energía renovable, b) condiciones de vida antes y después de la instalación de tecnologías, c) mantenimiento, uso y percepción comunitaria de los equipos energéticos; incluyendo criterios de observación estandarizados y espacio para comentarios cualitativos. Además, permitió describir el actual sistema que brinda de energía eléctrica dicha comunidad.

3.6 Procedimiento y análisis de datos

El desarrollo de esta investigación se estructura en una serie de etapas metodológicas que garantizan la rigurosidad, validez y pertinencia del proceso investigativo, comenzando con la fase de planificación y culminando con la interpretación y triangulación de los resultados. En primer lugar, se diseñaron los instrumentos de recolección de datos como encuesta estructurada, guía de entrevistas y ficha de observación; los cuales fueron construidos tomando como base los objetivos específicos del estudio y las dimensiones conceptuales: energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible. Posteriormente, se procedió a la validación de estos instrumentos mediante revisión experta, asegurando su claridad, pertinencia

y adecuación al contexto sociocultural de la comunidad aislada objeto de estudio.

La fase de aplicación de los instrumentos se desarrolló en el territorio de estudio a través de un trabajo de campo planificado. Las encuestas fueron aplicadas de manera presencial a una muestra representativa de los residentes de la comunidad, garantizando la heterogeneidad de perfiles y condiciones de acceso energético. Simultáneamente, se realizaron entrevistas semiestructuradas a actores clave, como líderes comunitarios y técnicos vinculados a la implementación de proyectos de energía renovable. Estas entrevistas permitieron captar valoraciones más profundas sobre la viabilidad, sostenibilidad e impacto de los sistemas energéticos en la vida cotidiana. Finalmente, se llevó a cabo la observación directa de la infraestructura instalada, las condiciones habitacionales y el uso real de las tecnologías energéticas, utilizando una ficha técnica que permitió validar empíricamente la información recolectada a través de los otros instrumentos.

Una vez concluida la recolección de datos, se inició el proceso de análisis de información, en el caso de los datos cuantitativos obtenidos mediante encuestas, se emplearon herramientas de estadística descriptiva para caracterizar variables como tipo de energía utilizada, continuidad del servicio, percepción de pobreza energética e impacto percibido en la calidad de vida. Asimismo, se aplicaron análisis de correlación entre variables clave con el fin de identificar relaciones significativas que aporten evidencia al cumplimiento de los objetivos específicos. Este análisis estadístico se apoyó en el uso de programas como Microsoft Excel y SPSS.

En paralelo, los datos cualitativos provenientes de las entrevistas y observaciones fueron analizados mediante una codificación temática, utilizando una estrategia de categorización inductiva que permitió identificar patrones, sentidos comunes y tensiones discursivas en torno al acceso energético y su impacto en la comunidad. Se utilizó tablas para la organización de información conforme a participación comunitaria, obstáculos técnicos, apropiación del sistema y percepción de cambio. Esta información cualitativa complementó y enriqueció los hallazgos estadísticos, permitiendo una visión más integral del fenómeno.

Finalmente, se realizó un proceso de triangulación metodológica que integró los resultados cuantitativos y cualitativos, contrastando percepciones, datos empíricos y evidencias contextuales. Esta integración permitió no solo describir el estado actual del acceso energético, sino también explicar cómo las energías renovables inciden en la reducción de la pobreza energética y en el impulso del desarrollo sostenible desde la vivencia concreta de los actores

locales. Así, el procedimiento metodológico y el análisis de los datos garantizan una lectura comprensiva, crítica y fundamentada del problema investigado, dando cumplimiento progresivo a los tres objetivos específicos y, en consecuencia, al objetivo general del estudio.

4 CAPITULO IV: ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Sistema energético actual en la comunidad aislada

Para el desarrollo de sistemas direccionados a hogares, se percibió la situación actual de los hogares, identificándose así familias que viven más de 9 años en dicha localidad, contando a su disposición de electrodomésticos básicos sin ningún tipo de acceso. A continuación, se visualiza un claro ejemplo de las viviendas de la comunidad.



Imagen 7. Tipo de vivienda de la comunidad MASA II. Fuente: [16]

Una vez identificado los hogares y necesidades prevista se ejecutó una simulación en el software Pvsyst brindando el modelo más óptimo mientras que para verificar su rendimiento se empleó el programa PVGIS, evidenciándose una producción anual de 1071.2 kWh bajo una irradiación anual de 1455.84 kWh/m². Cabe destacar que se consideró como aspectos principales la orientación e inclinación, pero dada su ubicación en Ecuador, el ángulo de orientación de paneles deberá ser de cero grados mientras que el grado de inclinación es de 5.13, donde por consideración general se manifiesta que en estos casos se maneje una inclinación igual de 15°.



Imagen 8. Rendimiento del sistema fotovoltaico simulado en el programa PVGIS. Fuente: [17]; [16]

De tal manera, los autores Borbor [16] y Lajones [17], dimensionaron estructuras personalizadas conforme a los electrodomésticos de cada familia, sin embargo definieron un modelo único pese a las pequeñas diferencias por los tipos de electrométricos que poseía cada familia.

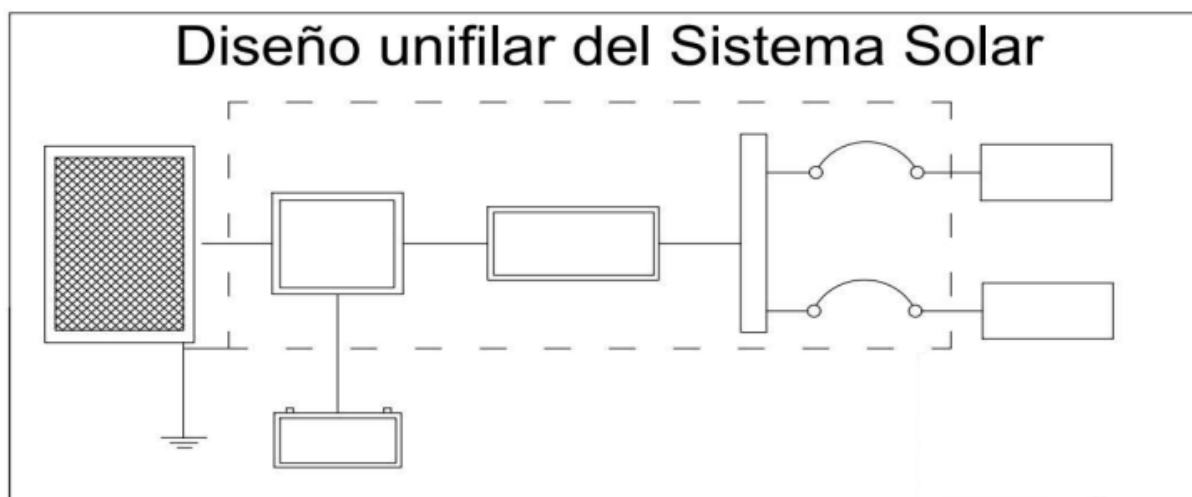


Imagen 9. Diseño unifilar del sistema fotovoltaico. Fuente: [16]

Como se describe, este sistema es básicamente personalizado por lo tanto la planificación del modelo de circuitos es distinto, sin embargo, a continuación, se presenta la plantilla de los aspectos considerados para el desarrollo e implementación del sistema fotovoltaico en

viviendas.

Plantilla de circuitos derivados								
Trabajo:	Masa 2			Familia:			Espinoza Mendoza	
Fecha:				Integrantes:			2 adultos, 1 niño	
Archivo:	Estudio de carga							
Ubicación:								
Carga en corriente alterna 120 VAC								
Módulo	Circuito					Gasto		Servicio
Datos total	Ítem	Descripción	Cant.	P. U	P. T	Horas	W/H	
Potencia AC instalada	1.	Iluminación	3	20	60	5	300	Alumbrado Interior y exterior
	2.	Tomacorriente	2	20	40	3	120	Cargador de celular
	3.	Televisor	1	115	115	4	460	Entretenimiento
	4.	Laptop	1	25	25	5	125	Educación
Cálculo del método Fotovoltaico								
Consumo en corriente alterna							1.005	w/h
Consumo en corriente continua							0	w/h
Eficiencia del acumulador							0,85	
Eficiencia del inversor							0,85	
Consumo del medio total							1.206	w/h
Capacidad del sistema de batería							443,12	Ah
Voltaje de la batería							12	v
Irradiación solar							51.400	Wh/m ²
Potencia del panel solar							30,17	Wp

Imagen 10. Modelo de circuitos. Fuente: [16]

Un proyecto complementario dentro de la comunidad Masa II, es la implementación de dicho sistema en la vía principal de dicha comunidad, la cual no contaba con alumbrado público, además evidenciándose el uso de generadores a gasolina para la adquisición de energía únicamente en viviendas, lo cual ha promovido a un aporte significativo en el aumento del dióxido de carbono, es así evidente que los gastos y costos por el uso de dichos generadores es de 0.60 Tn métrica de CO₂ al mes.



Imagen 11. Vía principal de la comunidad sin alumbrado público. Fuente:[20].

Bajo la consideración de aspectos sociales, técnicos, estructurales, económicos y eléctricos, se estimó que una efectiva distribución de iluminarias fue destinar un modelo unilateral, es decir a la orilla de la carretera principal, es así, que se propuso dicho plano.

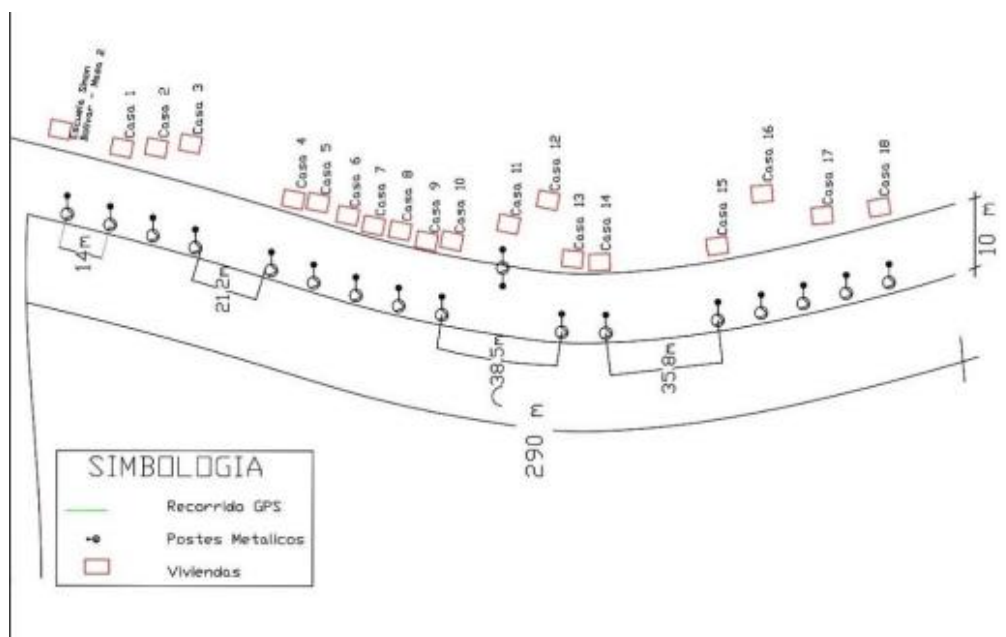


Imagen 12. Plano de la vía principal de la comunidad con la localización de las iluminarias.

Fuente: [20].

Para asegurar su funcionamiento se determinó algunos componentes para la estructura de las iluminarias: ocho metros de altura, 10° de inclinación del brazo de la iluminación y 1 m de longitud de dicho brazo; mientras bajo una eficiencia del 99.95% generada en una simulación en el programa DIALux EVO se determinó como medidas técnicas óptimas de la iluminaria lo siguiente: área de iluminación 260 m², flujo de 10000 lum, iluminación promedio de 25 Lux

por cada 1.4 cad/m², potencias de 100 watts, iluminarias tipo led. Por consiguiente, conforme a los aspectos descritos, el dimensionamiento del sistema de alumbrado público se da por lo siguiente:

Tabla 9. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico de alumbrado público. Fuente: [20].

Componentes	Valor
Demanda energética	1200Wh/día
Potencia total del arreglo de paneles	250Wp
Rendimiento	90%
Número de paneles	1
Potencia del banco de batería	6000Wh/día
Capacidad del banco de batería	500 Ah/día
Numero de cantidad de batería	3.33

De tal manera, al ingresar dichos datos al simulador DiaLUX se logró validar el funcionamiento del sistema descrito para alumbrado público con un flujo luminoso muy uniforme.

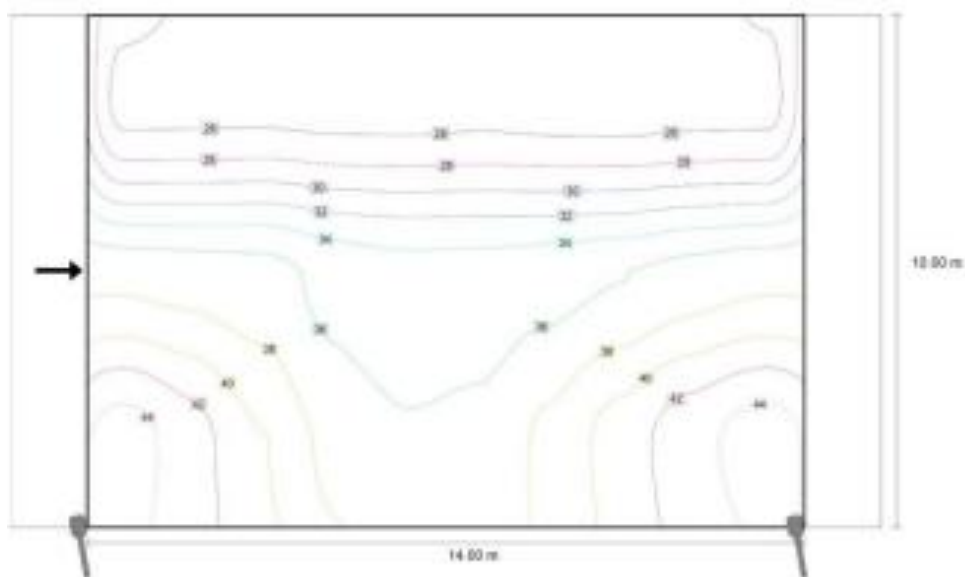


Imagen 13. Flujo luminoso generado en la simulación con DiaLUX. Fuente: [20].

Finalmente, otro proyecto conjunto fue la distribución e inclusión de este sistema fotovoltaico a una entidad educativa de la zona, con 8 cursos activos bajo un total de 23 estudiantes.



Imagen 14. Escuela Simón Bolívar. Fuente: [15]

Bajo el uso del programa Autodesk, se dimensionó un plano del sistema eléctrico de la escuela, visualizando los puntos idóneos de iluminación y tomacorrientes, así como se observa en la figura 14:

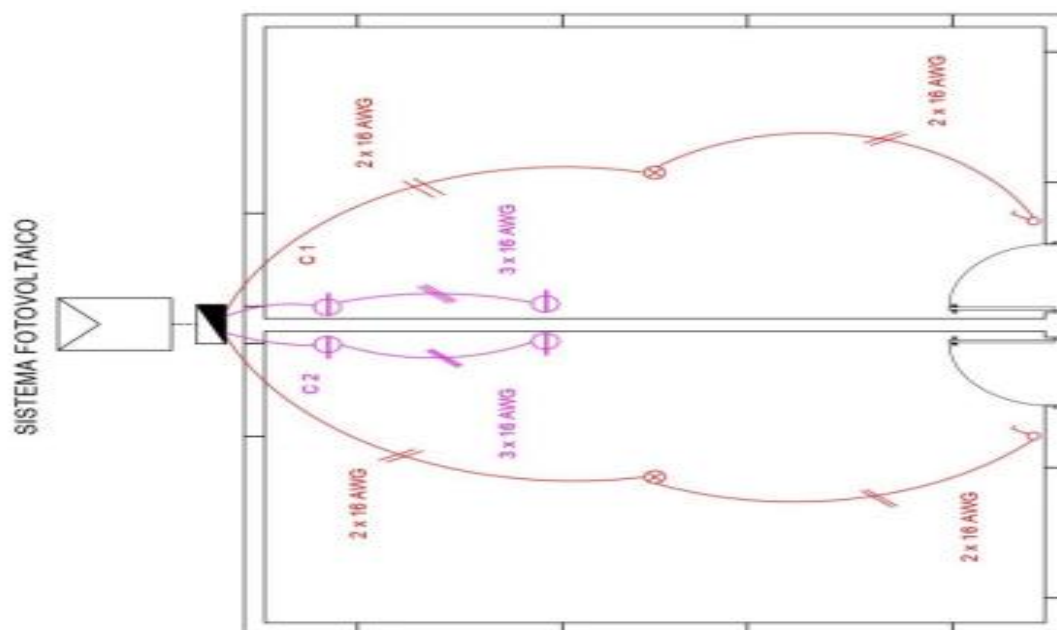


Imagen 15. Plano eléctrico de la entidad educativa. Fuente: [15]

Como se visualiza la figura 16, se conserva el modelo o diagrama unifilar del sistema fotovoltaico empleado en viviendas.

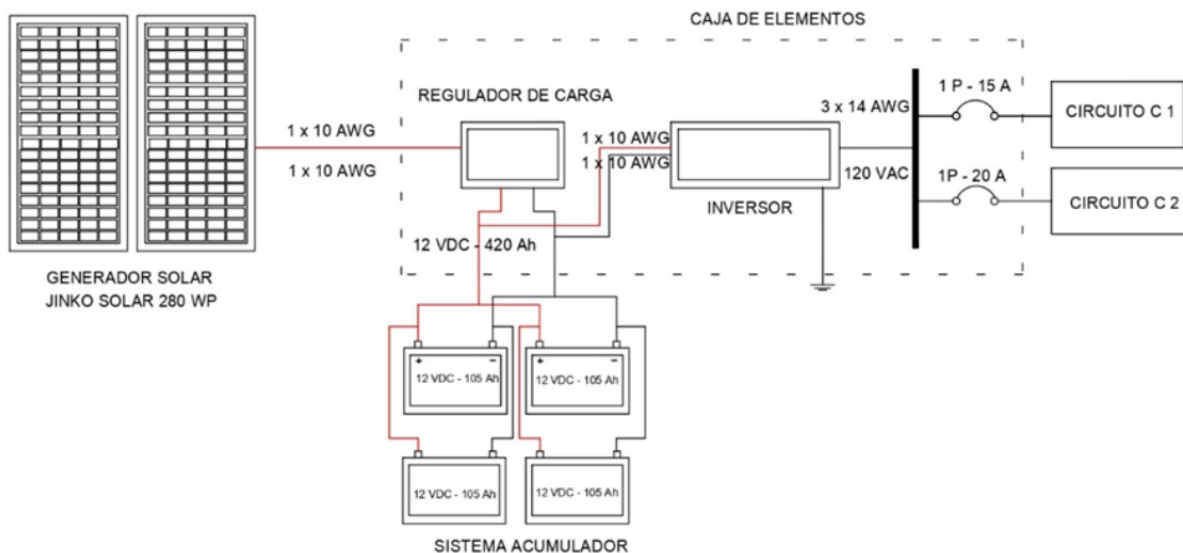


Imagen 16. Diagrama unifilar del sistema fotovoltaico de la entidad educativa. Fuente: [15]

4.2 Análisis de encuestas

4.2.1 Fiabilidad de la encuesta

Para evaluar la consistencia interna del cuestionario aplicado, se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach, el cual es un indicador estadístico ampliamente aceptado para determinar la fiabilidad de instrumentos de medición en estudios cuantitativos. En este caso, el cuestionario constó de 25 ítems distribuidos en tres dimensiones principales: Energía Renovable, Pobreza Energética y Desarrollo Sostenible.

El valor obtenido del Alfa de Cronbach fue de 0,862, lo cual se considera una fiabilidad alta según los criterios establecidos por George y Mallery (2003), quienes señalan que valores superiores a 0,8 indican una buena consistencia interna del instrumento. Este resultado sugiere que los ítems del cuestionario están altamente correlacionados entre sí y miden de manera coherente las percepciones de los encuestados respecto al impacto de los sistemas de energía renovable en sus hogares y comunidades.

Asimismo, la elevada fiabilidad del instrumento respalda la validez de los análisis e interpretaciones posteriores, garantizando que los resultados obtenidos no se deben al azar ni a inconsistencias en las respuestas, sino a un comportamiento homogéneo y representativo de las percepciones de los participantes. Por lo tanto, se puede afirmar que el cuestionario es estadísticamente robusto para los fines de esta investigación y que permite obtener información confiable para el estudio de las dimensiones analizadas.

Tabla 10. Alfa de Cronbach

Alfa de Cronbach	N de elementos
,862	25

4.2.2 Análisis descriptivo

Los resultados obtenidos a través del cuestionario aplicado a los jefes o representantes de hogar revelan una valoración altamente favorable respecto al uso, impacto y sostenibilidad de los sistemas de energía renovable en sus comunidades. En la dimensión de Energía Renovable, los datos evidencian una fuerte presencia y apropiación de estos sistemas en los hogares encuestados. En los ítems relacionados con el tipo de sistema energético (P1 y P2), se observa que la mayoría de los encuestados reportan contar con sistemas de energía renovable y manifiestan conocer el tipo de tecnología utilizada, con medias superiores a 4.65 y desviaciones estándar inferiores a 0.50, lo que indica homogeneidad en las respuestas y una percepción positiva generalizada.

En cuanto a la estabilidad del servicio, los encuestados consideran que la energía renovable funciona de manera continua a lo largo del día y que no se presentan interrupciones frecuentes. Las respuestas a los ítems P3 y P4 presentan medias de 4.52 y 4.65 respectivamente, reflejando que el sistema provee un suministro energético confiable y constante. Además, la subdimensión de mantenimiento y sostenibilidad revela que los hogares no solo cuentan con conocimientos básicos para realizar mantenimientos preventivos (P5), sino que además disponen de personal capacitado en la comunidad para atender reparaciones (P6), ambos con medias superiores a 4.65, lo cual fortalece la viabilidad técnica del sistema a largo plazo.

El análisis sobre la viabilidad económica muestra también resultados favorables. Los ítems P7 y P8 presentan medias de 4.52 y 4.65 respectivamente, lo que sugiere que los sistemas de energía renovable son percibidos como económicamente accesibles en comparación con fuentes previas de energía, y que los costos de mantenimiento no representan una carga significativa. Esto se refuerza con las percepciones sobre la calidad y el uso de la energía (P9 y P10), donde los encuestados consideran que la energía obtenida es suficiente para satisfacer sus necesidades básicas y ha contribuido de forma positiva a mejorar sus condiciones de vida. En todos estos ítems, las desviaciones estándar son menores a 0.51, reflejando consistencia y consenso entre los hogares.

En la dimensión de Pobreza Energética, también se registran percepciones altamente positivas. En términos de accesibilidad, los ítems P11 y P12 muestran que los hogares disponen de energía eléctrica diariamente y que todos los espacios del hogar están adecuadamente iluminados, con medias de 4.52 y 4.65 respectivamente. Por su parte, los ítems P13 y P14, que abordan la carga económica del servicio, reflejan que los costos asociados al consumo energético y al mantenimiento del sistema son percibidos como manejables dentro del presupuesto familiar. Esto sugiere una mejora sustancial en la equidad energética de la comunidad.

La seguridad es otro aspecto destacado en esta dimensión, donde el ítem P15 indica que los usuarios se sienten seguros al utilizar el sistema energético, y el ítem P16 destaca que no se han reportado accidentes eléctricos desde su instalación, este último con la media más alta de toda la encuesta (4.78), lo que demuestra la confianza y tranquilidad que ha generado la tecnología implementada. Finalmente, aunque los ítems sobre fuentes contaminantes previas (P17 y P18) también reflejan una mejora, al señalar una reducción del uso de combustibles como leña o diésel, sus medias, aunque altas (4.48 y 4.52), son ligeramente inferiores al resto. Esto podría interpretarse como que algunos hogares aún combinan el uso de energía renovable con fuentes convencionales, o que el cambio ha sido más progresivo.

En cuanto a la dimensión de Desarrollo Sostenible, los resultados reflejan una notable relación entre el acceso a energía renovable y mejoras en la calidad de vida. En el ámbito de la salud y el bienestar (P19 y P20), los encuestados reconocen que el acceso continuo a energía ha favorecido la conservación de alimentos y medicamentos, y que la reducción de humo en los espacios habitables ha contribuido a mejorar la salud respiratoria familiar. Estos ítems obtienen medias superiores a 4.65, lo que reafirma el impacto positivo de la transición energética en el entorno doméstico.

Los ítems relacionados con educación y tecnología (P21 y P22) también reflejan avances significativos. Los hogares reportan que el acceso a energía permite que los niños estudien por la noche y que se puedan utilizar dispositivos tecnológicos, contribuyendo a la inclusión digital y al acceso a la información. En el plano económico, se observa que el ítem P23 presenta una de las medias más altas (4.78), lo que indica que varios hogares han logrado iniciar o fortalecer emprendimientos gracias a la disponibilidad energética. Sin embargo, en el ítem P24, aunque la media sigue siendo alta (4.48), se detecta una ligera variación que podría reflejar que no todos los hogares han logrado vincularse aún a actividades económicas comunitarias.

Finalmente, la percepción sobre la participación comunitaria en la planificación del sistema energético (P25) es también positiva, con una media de 4.52. Esto indica que los procesos de implementación no fueron ajenos a la comunidad, sino que incluyeron espacios de consulta o colaboración, fortaleciendo así el sentido de apropiación y compromiso local con el mantenimiento del sistema.

En general, la implementación de sistemas de energía renovable ha tenido un impacto positivo, homogéneo y transversal en los hogares encuestados. Se observan mejoras en el acceso y continuidad del servicio, reducción de la pobreza energética, disminución de riesgos, y un efecto directo en el desarrollo sostenible en términos de salud, educación, economía y participación comunitaria. Las altas medias y bajas desviaciones estándar refuerzan la consistencia en la percepción favorable de los encuestados, lo cual sugiere que el sistema implementado ha sido bien recibido y funcional en la práctica cotidiana de las familias.

Tabla 11. Datos estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
P1	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P2	23	4,00	5,00	4,6957	0,47047
P3	23	4,00	5,00	4,5217	0,51075
P4	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P5	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P6	23	4,00	5,00	4,6957	0,47047
P7	23	4,00	5,00	4,5217	0,51075
P8	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P9	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P10	23	4,00	5,00	4,6957	0,47047
P11	23	4,00	5,00	4,5217	0,51075
P12	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P13	23	4,00	5,00	4,6957	0,47047
P14	23	4,00	5,00	4,5217	0,51075
P15	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P16	23	4,00	5,00	4,7826	0,42174
P17	23	4,00	5,00	4,4783	0,51075
P18	23	4,00	5,00	4,5217	0,51075
P19	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P20	23	4,00	5,00	4,6957	0,47047
P21	23	4,00	5,00	4,5217	0,51075
P22	23	4,00	5,00	4,6522	0,48698
P23	23	4,00	5,00	4,7826	0,42174
P24	23	4,00	5,00	4,4783	0,51075
P25	23	4,00	5,00	4,5217	0,51075
N válido (por lista)	23				

4.3 Análisis de las fichas de observación

La aplicación de fichas en 17 viviendas permitió confirmar la presencia generalizada de sistemas de energía renovable, específicamente solares fotovoltaicos, como parte de un esfuerzo previo de electrificación rural no convencional. Si bien todas las viviendas poseen acceso básico a energía, se evidencian importantes diferencias en el estado físico de los sistemas, el mantenimiento y el nivel de apropiación por parte de las familias.

Los aspectos más positivos se relacionan con el uso cotidiano para iluminación, carga de dispositivos y mejoras en las condiciones habitacionales. No obstante, persisten retos estructurales como el escaso mantenimiento preventivo, fallas en el cableado o componentes eléctricos y debilidades en la participación comunitaria organizada. La señalética técnica es limitada, y se requiere fortalecer los mecanismos de gobernanza energética local.

En cuanto al uso productivo de la energía, solo una parte reducida de las familias ha integrado el sistema a actividades económicas. Esto pone en evidencia la necesidad de procesos formativos complementarios que vinculen energía, emprendimiento y sostenibilidad local. Las condiciones ambientales de la comunidad, como humedad y caminos inestables, también son factores a considerar en el diseño de intervenciones futuras.

Tabla 12. Matriz de hallazgos de la ficha de observación

Categoría	Variable observada	Frecuencia (Sí)	%	Nivel de cumplimiento	Interpretación analítica
Infraestructura energética	Vivienda con sistema renovable instalado	17	100%	Alto	Todas las viviendas cuentan con sistemas solares, confirmando cobertura total del proyecto.
	Buen estado físico del sistema instalado	10	59%	Medio	El 41% presenta deterioro visible, lo que compromete el funcionamiento a largo plazo.
	Señales de mantenimiento reciente	5	29%	Bajo	Predomina el abandono o descuido en el mantenimiento de los equipos instalados.
Condiciones habitacionales	Presencia de luminarias funcionales	16	94%	Alto	El sistema permite iluminación adecuada en casi todas las viviendas.
	Disponibilidad de tomacorrientes	14	82%	Medio	Algunos presentan fallas técnicas o limitaciones por carga excesiva.
Uso cotidiano de energía	Mejoras visibles en comparación con viviendas sin energía	13	76%	Medio	En la mayoría de viviendas se observan mejoras asociadas al acceso energético.
	Uso energético en actividades básicas (luz, conservación, ventilación)	17	100%	Alto	Uso consolidado para necesidades domésticas esenciales.
	Uso de dispositivos electrónicos	13	76%	Medio	El uso se ve restringido por limitaciones técnicas o sobrecarga del sistema.
	Actividades económicas dependientes de la energía	6	35%	Bajo	Aún es limitado el aprovechamiento productivo de la energía en los hogares.

Mantenimiento y participación	Evidencia de participación comunitaria en la gestión energética	4	24%	Bajo	Escasa organización comunitaria visible para sostener el proyecto.
	Apreciación positiva de la familia hacia el sistema (indirecta)	15	88%	Alto	El sistema es valorado, aunque no siempre comprendido en términos de sostenibilidad.
	Estado de las infraestructuras energéticas comunitarias	3	18%	Bajo	Infraestructura central deteriorada, indica ausencia de mantenimiento comunitario o técnico.
	Presencia de señalética o normas de uso	3	18%	Bajo	Falta de comunicación visual sobre uso adecuado y responsabilidad compartida.
Contexto general	Condiciones favorables del entorno (caminos, acceso, distancia)	5	29%	Bajo	Dispersión territorial y caminos irregulares dificultan atención técnica o comunitaria.
	Condiciones ambientales sin riesgo (humedad, inundación, etc.)	6	35%	Bajo	Condiciones ambientales adversas en varias viviendas podrían afectar el sistema energético.
	Interacción activa de la comunidad con el sistema energético	11	65%	Medio	Aunque valorado, hay baja participación técnica o preventiva por parte de los usuarios.

4.4 Análisis de entrevistas

Como parte del enfoque cualitativo del estudio, se aplicaron entrevistas semiestructuradas a cuatro actores clave involucrados en la implementación, gestión y seguimiento de los proyectos de energía renovable en una comunidad aislada del Ecuador. Los perfiles entrevistados incluyen: un líder comunitario, dos técnicos responsables del proyecto energético y un representante institucional con experiencia territorial. Las entrevistas se estructuraron en torno a tres ejes temáticos: (1) efectos positivos de los proyectos energéticos, (2) retos y desafíos de los proyectos energéticos, y (3) participación comunitaria y sostenibilidad a largo plazo; permitiendo la identificación de convergencia y divergencia en las percepciones de los actores. A continuación, se presenta una matriz con los principales hallazgos por entrevistado, seguida de una interpretación narrativa, y finalmente, una matriz por ejes temáticos con su respectivo análisis.

Conforme a la tabla 13, se infiere una notable coincidencia entre los distintos actores respecto a los beneficios del acceso a energía renovable. Todos identifican mejoras tangibles en la calidad de vida, especialmente en salud, educación y generación de ingresos. Sin embargo, también emergen desafíos significativos: el mantenimiento técnico, la capacidad comunitaria para operar los sistemas a largo plazo, y la sostenibilidad económica.

Los técnicos destacan problemas recurrentes como el desgaste de baterías y mal uso del sistema, mientras que el líder comunitario enfatiza la falta de formación y recursos. El representante institucional aporta una visión más estructural, señalando la necesidad de políticas públicas y marcos normativos.

En términos de participación, se identificó un patrón común: compromiso comunitario alto en la fase de instalación, pero limitado durante el mantenimiento. En cuanto a la sostenibilidad futura, todos coinciden en la necesidad de capacitación, organización comunitaria y recursos financieros. Finalmente, el modelo se percibe como replicable siempre que se contextualice y acompañe con formación técnica.

Tabla 13. Matriz de hallazgos de los cuatro entrevistados

Pregunta	Líder comunitario	Técnico 1	Técnico 2	Institucional
1. Beneficios	Acceso a iluminación, conservación de alimentos, uso de tecnología.	Energía continua, mejoras educativas y productivas.	Energía estable para iluminación y actividades.	Reducción de exclusión energética, articulación con servicios públicos.
2. Mejoras en salud, educación, economía	Reducción del uso de leña, mejoras escolares, microemprendimientos.	Salud, educación digital, economía familiar.	Mejora en salud y condiciones productivas.	Salud, educación y emprendimientos mejorados.
3. Cambios en vida comunitaria	Más cohesión social, uso de espacios comunitarios.	Transformación progresiva y uso estratégico.	Mayor dinamismo, nuevos proyectos.	Autonomía comunitaria y articulación institucional.
4. Problemas técnicos	Deterioro de baterías, falta de mantenimiento y repuestos.	Desgaste de componentes, polvo, mal uso.	Problemas en regulador, sobrecarga.	Dependencia externa, falta de normativa.
5. Preparación para sostenibilidad	Falta de formación técnica y recursos.	Formación básica, falta de formalización.	Voluntad existe, falta técnica.	Potencial con necesidad de acompañamiento.
6. Barreras	Falta de fondos, mal uso del sistema.	Presupuesto limitado, cultura energética débil.	Falta modelo de gestión, pocos recursos.	Financiamiento limitado, cultura energética frágil.
7. Participación comunitaria	Alta en instalación, baja en mantenimiento.	Buena en instalación, limitada luego.	Participación activa en ejecución, baja en mantenimiento.	Participación inicial adecuada, luego disminuye.
8. Requerimientos para sostenibilidad	Capacitación, comité energético, fondo común.	Organización, mantenimiento, soporte técnico.	Autogestión, apoyo técnico, financiamiento.	Marcos legales, capacitación, políticas de apoyo.
9. Replicabilidad del modelo	Sí, con sensibilización y formación.	Sí, con capacitación y acompañamiento.	Sí, adaptado al contexto.	Sí, ajustado a condiciones locales.

Desde una visión transversal en la tabla 13, el eje 1 revela que la energía renovable ha generado impactos positivos multisectoriales, promoviendo un desarrollo local más equitativo. Esta percepción es uniforme entre los entrevistados, lo que valida el cumplimiento del segundo objetivo específico de la investigación.

El eje 2 evidencia que la sostenibilidad técnica del sistema es frágil. Los sistemas requieren mantenimiento especializado y una estructura de gobernanza energética local que aún no está consolidada. Este eje dialoga directamente con el tercer objetivo específico, revelando los desafíos estructurales y operativos del modelo.

Por su parte, el eje 3 pone de manifiesto la necesidad de fortalecer los procesos de participación comunitaria en todas las fases del proyecto. La sostenibilidad a largo plazo dependerá de mecanismos de autogestión, formación técnica y apoyo institucional que acompañe a las comunidades en la transición energética rural.

Tabla 14. Matriz de hallazgos por eje temático

Eje temático	Síntesis
1. Efectos positivos de los proyectos energéticos	Los entrevistados coinciden en que el acceso a energía renovable ha mejorado la calidad de vida, especialmente en salud, educación y emprendimientos familiares. Se destacan beneficios como la iluminación, conservación de alimentos y uso de dispositivos eléctricos.
2. Retos y desafíos de sostenibilidad	Se identifican problemas técnicos recurrentes como el deterioro de baterías, sobrecarga de sistemas y falta de mantenimiento. La sostenibilidad está limitada por barreras económicas, falta de formación técnica y dependencia institucional.
3. Participación comunitaria y sostenibilidad a largo plazo	La participación comunitaria fue fuerte en las fases iniciales, pero débil en el mantenimiento. Se requiere mayor organización, capacitación y fondos comunitarios para sostener el sistema. Todos consideran el modelo replicable con adaptaciones locales.

En sí, dentro de este análisis se percibe que los proyectos de energía renovable implementados han generado transformaciones significativas en las comunidades beneficiadas, evidenciándose mejoras en la calidad de vida, acceso a servicios básicos y dinamización de actividades

productivas. No obstante, también se identifican limitaciones estructurales y técnicas que comprometen la sostenibilidad del sistema a largo plazo, especialmente por la falta de formación técnica local, recursos económicos y una participación comunitaria sostenida en las etapas posteriores a la instalación. Este análisis resalta la importancia de integrar estrategias de capacitación continua, mecanismos de autogestión energética y acompañamiento institucional como pilares fundamentales para consolidar un modelo replicable, adaptable y duradero en contextos rurales similares.

4.5 Análisis de resultados dando cumplimiento de cada objetivo

En esta sección se procede al análisis e interpretación de los resultados obtenidos en relación con los objetivos planteados en la investigación. Para ello, se empleará una estrategia de triangulación de datos e información, que permite contrastar los hallazgos obtenidos a partir del cuestionario cuantitativo con las observaciones de campo, registros comunitarios y entrevistas semiestructuradas realizadas a actores clave. Este enfoque permite no solo validar los resultados estadísticos, sino también comprender el fenómeno desde una perspectiva más integral, abordando tanto los niveles de percepción como las condiciones reales en el entorno investigado.

4.5.1 Objetivo general: Relación entre Energía Renovable, Pobreza energética y Desarrollo sostenible

Para dar cumplimiento al objetivo general, que plantea analizar la relación entre el uso de energía renovable, la reducción de la pobreza energética y la contribución al desarrollo sostenible, se aplicó un análisis de correlación de Pearson sobre los resultados del cuestionario. Los valores obtenidos muestran correlaciones altas y estadísticamente significativas entre las tres dimensiones evaluadas.

La correlación entre Energía Renovable y Pobreza Energética alcanza un coeficiente de 0,840, mientras que la relación entre Energía Renovable y Desarrollo Sostenible es de 0,838. Por su parte, la relación más fuerte se registra entre Pobreza Energética y Desarrollo Sostenible, con un coeficiente de 0,972. Todas estas correlaciones son significativas al nivel de 0,01 (bilateral), lo que indica que los resultados no se deben al azar y que existe una relación sólida entre las variables estudiadas.

Estos hallazgos permiten inferir que la implementación de sistemas de energía renovable no

solo ha mejorado el acceso y la seguridad energética en los hogares, sino que también ha generado efectos positivos en el bienestar general, la salud, la economía local y la participación comunitaria. La fuerte relación entre pobreza energética y desarrollo sostenible sugiere que la reducción de barreras al acceso energético incide directamente en la mejora de condiciones de vida y oportunidades de progreso en contextos rurales o vulnerables.

Complementariamente, la triangulación con datos cualitativos confirma que los hogares que reportan mayor estabilidad y autonomía energética también participan con mayor frecuencia en actividades productivas, han mejorado sus prácticas de conservación de alimentos y salud, y han fortalecido sus capacidades educativas y tecnológicas. Esto refuerza la hipótesis de que la energía renovable actúa como un catalizador del desarrollo integral cuando su implementación es adecuada y sostenida en el tiempo.

Tabla 15. Correlación entre variables

		Energía renovable	Pobreza energética	Desarrollo sostenible
Energía renovable	Correlación de Pearson	1	,840**	,838**
	Sig. (bilateral)		,000	,000
	N	23	23	23
Pobreza energética	Correlación de Pearson	,840**	1	,972**
	Sig. (bilateral)	,000		,000
	N	23	23	23
Desarrollo sostenible	Correlación de Pearson	,838**	,972**	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	
	N	23	23	23

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

4.5.2 Objetivo específico 1: Identificar la situación actual de la pobreza energética en una comunidad aislada

El análisis de la situación actual de la pobreza energética en la comunidad estudiada permite comprender las condiciones de acceso, continuidad, calidad y asequibilidad de los servicios energéticos, así como los factores estructurales que perpetúan esta forma de exclusión. La triangulación de información se ha efectuado mediante tres fuentes fundamentales: los resultados cuantitativos obtenidos del cuestionario aplicado a 23 hogares, la evidencia empírica recogida a través de entrevistas semiestructuradas y observaciones directas, y la fundamentación teórica desarrollada.

En relación a la pobreza energética se revela una percepción altamente favorable en relación con el acceso y la seguridad del servicio, a su vez destaca que los hogares disponen actualmente de un suministro energético regular. Sin embargo, esta cobertura actual debe entenderse a la luz del proceso reciente de implementación de sistemas de energía renovable, lo que implica que muchas de estas condiciones son producto de un cambio reciente y no reflejan necesariamente una historia sostenida de acceso adecuado.

La carga económica del servicio se asocia con que el gasto energético no representa actualmente una carga significativa para los ingresos familiares. No obstante, entrevistas realizadas a líderes comunitarios revelan que antes de la instalación de los sistemas renovables, las familias debían destinar hasta un 20% de su ingreso mensual a la compra de diésel o velas, lo cual refleja una reducción reciente de la presión financiera asociada al acceso energético.

Un aspecto particularmente relevante es la percepción de seguridad indicando que no se han registrado accidentes eléctricos desde la instalación del sistema. Este hallazgo coincide con observaciones de campo que indican la sustitución de conexiones improvisadas o peligrosas por sistemas certificados y gestionados por personal técnico capacitado.

Por otro lado, se evidencia que la transición desde fuentes contaminantes hacia opciones más limpias se debe probablemente a que algunas familias aún combinan el uso de energía renovable con fuentes tradicionales como la leña para cocinar, especialmente en días nublados o en hogares que aún no cuentan con cocina eléctrica.

A su vez, se permite profundizar en las condiciones estructurales de la pobreza energética en la comunidad, destacándose que la pobreza energética va más allá de la simple falta de conexión eléctrica, abarcando también la baja calidad del suministro, la intermitencia del servicio y la falta de asequibilidad (Calvo et al., 2021; Fernández et al., 2023). Esta visión amplia coincide con lo observado en la comunidad objeto de estudio, donde históricamente las condiciones de precariedad energética se manifestaban en la imposibilidad de conservar alimentos, estudiar en la noche o acceder a servicios de salud con refrigeración de medicamentos.

Desde lo teórico, según Hessling (2023) y Guzowski et al. (2021), la pobreza energética en América Latina responde a una lógica de exclusión histórica y territorial, en la que el acceso a la energía ha sido tratado como un bien comercial y no como un derecho. Esto se refleja en la comunidad analizada, donde durante años la ausencia de políticas públicas efectivas mantuvo

a las familias al margen de los beneficios del desarrollo energético nacional. A continuación, se sintetiza los principales hallazgos en función de los subcomponentes clave:

Tabla 16. Hallazgos según subcomponentes clave

Subcomponente	Indicador evaluado	Interpretación general
Accesibilidad	Acceso diario a energía eléctrica (P11)	Se ha logrado una cobertura casi total del servicio eléctrico.
Iluminación	Iluminación de espacios del hogar (P12)	La iluminación ha dejado de ser una limitación cotidiana.
Carga económica	Relación costo-ingreso (P13–P14)	El nuevo sistema no representa una carga financiera significativa.
Seguridad	Percepción y accidentes (P15–P16)	El sistema actual se percibe como seguro y confiable.
Sustitución de fuentes	Uso de combustibles contaminantes (P17–P18)	Transición parcial hacia fuentes limpias; aún hay desafíos.

4.5.3 Objetivo específico 2: Beneficios, oportunidades y avances logrados por los proyectos de energía renovable

En la tabla 16 muestra cómo los sistemas de energía renovable han generado beneficios multidimensionales que no solo responden a necesidades técnicas (acceso y continuidad del servicio), sino que también impulsan procesos sociales, económicos y ambientales. Los avances alcanzados reflejan una transición energética con enfoque de inclusión y sostenibilidad, alineada con los principios de justicia energética. Asimismo, las oportunidades detectadas abren el camino para nuevas fases de fortalecimiento comunitario, desarrollo productivo y replicabilidad del modelo en otras comunidades rurales o aisladas.

En términos de inclusión social, si bien la comunidad participó activamente en la fase de instalación, se observa una disminución de su involucramiento en el mantenimiento posterior. Esto se aprecia en los registros de entrevistas, donde se señala que la participación fue alta al inicio, pero que ha disminuido en las fases de sostenibilidad técnica y organizacional. Aun así, los actores reconocen el modelo como replicable y adaptable, siempre que se fortalezca la formación técnica y la gobernanza comunitaria energética

Desde el plano ambiental, la sustitución del uso de leña, diésel y otros combustibles fósiles por energía solar ha tenido impactos positivos. La reducción del humo en interiores ha mejorado las condiciones respiratorias en niños y adultos mayores, y se ha minimizado la huella

ecológica del consumo energético doméstico. Este aspecto cumple no solo con objetivos locales de salud, sino también con compromisos vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 3, 7 y 13)

En sí, los sistemas de energía renovable han generado beneficios tangibles e inmediatos en la comunidad, tanto a nivel doméstico como colectivo. Se han mejorado condiciones materiales de vida, se ha reducido la exclusión energética, y se han abierto oportunidades para la autogestión, la economía local y el bienestar general. No obstante, como se abordará en el siguiente epígrafe, estos beneficios enfrentan desafíos vinculados a la sostenibilidad técnica, económica y organizativa del sistema.

Tabla 17. Beneficios, oportunidades y avances alcanzados por la implementación de sistemas de energía renovable

Categoría	Beneficios	Oportunidades	Avances alcanzados
Acceso a energía	Cobertura total en los hogares encuestados Continuidad del servicio sin interrupciones	Extensión del sistema a espacios comunitarios (escuela, centro comunal)	Inclusión energética efectiva en una zona históricamente aislada
Autonomía y sostenibilidad	Funcionamiento estable del sistema Conocimiento técnico básico por parte de usuarios	Posibilidad de gestionar mantenimiento comunitario Reducción de dependencia de proveedores externos de energía	Empoderamiento inicial de usuarios Mantenimiento preventivo autónomo en algunos hogares
Salud y bienestar	Eliminación del humo en interiores Conservación de alimentos y medicinas	Mejores condiciones de habitabilidad Disminución de afecciones respiratorias	Mejora comprobada en la salud familiar y reducción de riesgos domésticos
Educación y tecnología	Estudio nocturno para niños Uso cotidiano de dispositivos electrónicos	Acceso a contenidos educativos digitales Facilitación de procesos de alfabetización tecnológica	Inclusión digital de niños y adultos Mayor conectividad e interacción con el entorno externo
Desarrollo económico	Inicio o fortalecimiento de emprendimientos Participación en ferias o venta de productos	Generación de ingresos adicionales Uso productivo de la energía (refrigeración, costura, carga de celulares)	Diversificación de las fuentes de ingreso familiar Mayor actividad económica comunitaria
Medio ambiente	Reducción en el uso de leña, gas y diésel Conciencia ecológica incipiente (entrevistas)	Posibilidad de replicar el modelo en otras comunidades Conexión con políticas de transición energética	Contribución a la sostenibilidad ambiental local y a los ODS 7 y 13
Inclusión social y comunitaria	Participación activa en la planificación Reconocimiento del proyecto como propio (entrevistas)	Fortalecimiento del tejido comunitario Potencial de gobernanza energética local	Mejora del capital social y de la cohesión comunitaria

4.5.4 Objetivo específico 3: Desafíos y limitaciones que persisten en la provisión de energía renovable

A pesar de los evidentes beneficios que ha traído la implementación de los sistemas de energía renovable en la comunidad aislada, la sostenibilidad de estos avances aún enfrenta retos estructurales y operativos que condicionan su continuidad y escalabilidad. Este objetivo se aborda mediante una triangulación entre los datos obtenidos de las encuestas, entrevistas semiestructuradas y observaciones de campo, con énfasis en tres dimensiones críticas: sostenibilidad técnica, participación comunitaria y viabilidad económica.

Desde la perspectiva cuantitativa, aunque los ítems de la dimensión 1 revelan un alto grado de satisfacción en cuanto al uso actual del sistema, el análisis cualitativo y la observación evidencian que estas percepciones podrían no sostenerse a largo plazo si no se abordan ciertos cuellos de botella, pese que existe personal capacitado en la comunidad para reparar el sistema si falla, se evidencia una dependencia externa en la reparación de componentes y una ausencia de planes formales de mantenimiento comunitario.

Las entrevistas muestran una preocupación recurrente entre los actores sobre el deterioro de las baterías, fallas en los reguladores, sobrecargas del sistema por mal uso y la carencia de repuestos. El técnico 1 identifica “desgaste de componentes, polvo, mal uso” como problemas cotidianos, mientras que el líder comunitario destaca que “no hay recursos ni capacitación suficiente para garantizar el mantenimiento adecuado”

En cuanto a la sostenibilidad organizativa y comunitaria, el eje 3 de la matriz de análisis revela un patrón preocupante: alta participación comunitaria en la fase de instalación, pero escasa en el mantenimiento posterior. Esta situación compromete la gobernanza energética local y pone en riesgo la autonomía alcanzada. La observación de campo confirma esta situación al constatar la ausencia de señalética de uso, normas visibles y puntos de encuentro comunitario para la gestión del sistema.

Por otro lado, en el plano económico, tanto técnicos como representantes institucionales coinciden en señalar limitaciones presupuestarias graves que impiden garantizar la reposición de componentes, así como la creación de un fondo común para mantenimiento. Esta fragilidad financiera se agrava por una cultura energética débil, que aún no asocia el uso de energía con responsabilidades compartidas. A continuación, se sintetiza los principales desafíos y

limitaciones:

Tabla 18. Desafíos y limitaciones

Eje	Desafío identificado	Evidencia cualitativa	Observaciones
Técnico	Desgaste de baterías, sobrecarga, mal uso del sistema	Técnicos reportan fallas en reguladores y falta de repuestos	No se observa mantenimiento regular ni rutina técnica estandarizada
Formación	Falta de capacitación técnica continua	Todos los actores demandan formación post-instalación	Escasa apropiación técnica en jóvenes o líderes comunitarios
Económico	Ausencia de fondo comunitario para mantenimiento	Líderes y técnicos señalan barreras económicas persistentes	No existe una tarifa de mantenimiento ni gestión local de recursos
Organizativo	Baja participación comunitaria en etapas posteriores	Entrevistas coinciden en disminución del involucramiento	No se ha constituido comité energético formalizado
Ambiental-contextual	Factores climáticos y geográficos adversos (humedad, distancia, caminos irregulares)	Observación directa de condiciones físicas del entorno	Aumenta los tiempos de respuesta ante fallas y dificulta visitas técnicas

La sostenibilidad del sistema energético en la comunidad está actualmente en fase de vulnerabilidad incipiente, lo que significa que sin intervenciones correctivas y acompañamiento técnico e institucional, los beneficios alcanzados podrían deteriorarse en el mediano plazo. A nivel estructural, la falta de marcos de gestión comunitaria, financiamiento estable y cultura de mantenimiento pone en evidencia que el proyecto ha sido altamente efectivo en la etapa de acceso e instalación, pero aún insuficiente en la consolidación de capacidades locales sostenibles.

4.6 Discusión

Uno de los primeros hallazgos significativos es la mejora sustancial en el acceso a energía eléctrica por parte de los hogares de la comunidad estudiada. Los ítems P11 y P12 del cuestionario reportaron medias superiores a 4.5, lo cual refleja una cobertura casi total y una percepción favorable sobre la continuidad del servicio. Este hallazgo contrasta con la evidencia regional recogida por Calvo et al. [2], donde se documenta que más del 30 % de los hogares rurales en América Latina aún presentan intermitencia o inasequibilidad energética. En este

caso, la comunidad ha logrado romper ese patrón estructural mediante un modelo descentralizado de generación con sistemas fotovoltaicos, lo cual coincide con las experiencias exitosas documentadas por Aguero y Weber [6] en zonas rurales de México y Borbor [16] en comunidades insulares del Ecuador, donde se reportaron mejoras de hasta un 90% en cobertura básica tras la implementación de paneles solares individuales.

No obstante, como advierten Villegas y Sánchez [7], superar el acceso inicial no implica necesariamente haber erradicado la pobreza energética. Esta persiste en formas invisibles, como la falta de uso eficiente de la energía, la dependencia tecnológica externa y la ausencia de capacidades locales para el mantenimiento, demostrando así, que el 40% de los sistemas instalados presentaron fallas por ausencia de soporte técnico comunitario, lo que coincide con el análisis del objetivo 3, donde se evidenció altos niveles de seguridad al no registrarse accidentes eléctricos, se identificaron problemas relacionados con la falta de repuestos y el desgaste de baterías.

Los resultados obtenidos en la dimensión de energía renovable revelan no solo un acceso efectivo al servicio, sino también una percepción positiva sobre su funcionalidad y estabilidad. Los ítems P3, P4, P9 y P10 relacionados con la frecuencia del servicio y su utilidad en las actividades domésticas registraron medias superiores a 4.5, reflejando una experiencia energética funcional y suficiente. Esto confirma que la energía renovable en contextos rurales no es una solución meramente ambiental, sino también social y económica, como lo señalan Morazán [24] y la teoría del desarrollo sostenible, al integrar las dimensiones de equidad, inclusión y preservación ambiental.

En la dimensión educativa, los ítems P21 (4,52) y P22 (4,65) reflejan que el acceso nocturno a iluminación y el uso de dispositivos digitales fortalecen la formación académica, lo cual se alinea con las experiencias recogidas por Villegas y Alcívar [15], quienes registraron mejoras de hasta un 30% en rendimiento escolar tras la instalación de sistemas solares en escuelas rurales. En salud, la conservación de medicamentos y alimentos fue destacada en entrevistas, mientras que en economía los ítems P23 (4,78) y P24 (4,48) evidencian que la electricidad ha impulsado nuevos microemprendimientos, concibiéndose como un medio productivo, en concordancia con el enfoque de capacidades de Sen.

En términos de sostenibilidad ambiental, los ítems P17 (4,48) y P18 (4,52) reflejan una percepción favorable sobre la reducción de contaminantes al reemplazar el uso de diésel y leña,

lo que complementa el enfoque de economía circular, abordado por Almeida y Díaz [30], que sostiene que las soluciones sostenibles deben estimular ciclos productivos cerrados, de bajo impacto ambiental, como los que emergen en comunidades que comienzan a producir y conservar alimentos localmente utilizando energía limpia.

Aunque los datos cuantitativos muestran que la comunidad fue tomada en cuenta durante la fase de planificación, la evidencia cualitativa revela un fenómeno más complejo: una alta participación en la etapa de instalación y una baja participación en la etapa de sostenibilidad y mantenimiento. Esta dualidad se explica desde la teoría del capital social, propuesta por Puentes et al. [25] y retomada por González [26], quienes destacan que la confianza, la cooperación y las redes sociales son indispensables para sostener iniciativas comunitarias en el tiempo.

En este caso, la falta de un comité energético formalizado, la escasa rotulación sobre el uso del sistema y la débil gobernanza energética local sugieren que el capital social aún no ha sido estructurado como soporte institucional. Esto representa un riesgo para la sostenibilidad del modelo, ya que como afirma García [13], muchos proyectos de energía renovable fracasan no por limitaciones técnicas, sino por la desconexión entre la solución instalada y las dinámicas comunitarias que deberían sostenerla. La importancia de este aspecto es también recogida en el análisis de entrevistas realizado en esta investigación, donde todos los actores reconocen que, si bien hubo apropiación inicial, el seguimiento comunitario es débil y requiere fortalecimiento institucional. Este hallazgo plantea la necesidad urgente de implementar estrategias de formación continua, procesos participativos y marcos normativos flexibles, como lo proponen las experiencias de política energética territorial en Brasil y Perú analizadas por Montone et al. [8].

Uno de los contrastes más significativos entre los datos obtenidos y la literatura especializada se refiere a la sostenibilidad técnica, económica y organizativa del sistema energético. Aunque se manifiesta una alta satisfacción con el estado actual del sistema, por lo contrario, se percibe inconvenientes como: falta de repuestos, desgaste de baterías, mal uso del sistema, y dependencia externa para resolver fallas. Este escenario se refleja en estudios como el de Chiliza y Bravo [22], quienes reportaron que en comunidades rurales del Golfo de Guayaquil más del 60% de sistemas solares enfrentaron problemas de sostenibilidad por ausencia de planificación presupuestaria.

Desde la teoría del comportamiento planificado [23], este fenómeno se puede entender como una falta de control conductual percibido por parte de los usuarios. Es decir, aunque las personas valoran la energía renovable y están de acuerdo con su uso, no se sienten plenamente capacitadas ni responsables del sistema, lo que reduce la intención de mantenerlo de forma activa.

Finalmente, los resultados de correlación refuerzan la relación directa entre las dimensiones estudiadas: energía renovable y pobreza energética ($r=0,840$), energía renovable y desarrollo sostenible ($r=0,838$) y pobreza energética y desarrollo sostenible ($r=0,972$, la relación más fuerte). Este punto coincide con los hallazgos de Rueda et al. [28], quienes indican que la sostenibilidad energética no solo depende de la tecnología o de los recursos, sino de una conciencia crítica y colectiva sobre el uso de la energía como bien común.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

La presente investigación permitió analizar de manera integral la relación entre energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible en una comunidad rural aislada, enmarcada en el contexto de transición energética equitativa y la Agenda 2030. A través de un enfoque mixto, se triangularon las percepciones de los hogares, la evidencia técnica y la participación comunitaria, aportando resultados significativos para cada objetivo planteado.

Los resultados evidencian una relación sólida y estadísticamente significativa entre las tres variables centrales del estudio. Las correlaciones positivas entre energía renovable y pobreza energética ($r=0,840$), energía renovable y desarrollo sostenible ($r=0,838$) y pobreza energética y desarrollo sostenible ($r=0,972$), todas con significancia de $p<0,01$, confirman que el acceso a energías limpias tiene un impacto directo en la mejora de las condiciones de vida. Esto se refleja en la satisfacción de necesidades básicas, en la ampliación de oportunidades educativas y en el fortalecimiento de la economía local, respaldando los postulados teóricos que vinculan la equidad energética con los derechos humanos y la justicia territorial.

En cuanto a la situación actual de la pobreza energética, se concluye que la comunidad ha superado los niveles más críticos de exclusión. Los resultados de la encuesta muestran medias superiores a 4,5 en indicadores de acceso diario y continuidad del servicio, mientras que el ítem de seguridad obtuvo un promedio de 4,78, reflejando altos niveles de confianza y ausencia de accidentes eléctricos. Estos avances contrastan con la etapa previa caracterizada por la dependencia de combustibles contaminantes y altos costos familiares, lo que evidencia que la pobreza energética no solo fue una condición material, sino también una expresión de desigualdad estructural territorial.

Respecto a los beneficios de la implementación de sistemas renovables, se identificaron transformaciones positivas en múltiples dimensiones de la vida comunitaria. En educación, los ítems relacionados con el uso de energía para actividades académicas alcanzaron promedios de 4,52 y 4,65, mostrando que la iluminación nocturna y el acceso a tecnologías favorecen los procesos de aprendizaje. En salud, la reducción de contaminantes se refleja en medias de 4,48 y 4,52, lo que contribuye a un entorno doméstico más seguro. En el ámbito económico, los indicadores de emprendimientos y diversificación de ingresos registraron 4,78 y 4,48, confirmando que el acceso energético impulsa la economía local. Este conjunto de hallazgos

convierte al modelo en un ejemplo concreto de justicia energética con enfoque territorial y de equidad social.

No obstante, la investigación también concluye que existen desafíos estructurales que ponen en riesgo la sostenibilidad del sistema. Aunque la participación comunitaria obtuvo una media de 4,52 durante la fase de instalación, la evidencia cualitativa muestra una baja implicación en las etapas de gestión y mantenimiento. A ello se suma la carencia de repuestos, el desgaste de componentes y la débil cultura de mantenimiento, lo cual incrementa el riesgo de obsolescencia tecnológica y pérdida progresiva de beneficios. Estos hallazgos confirman que la sostenibilidad del modelo no depende únicamente de su viabilidad técnica, sino también del fortalecimiento organizativo y del capital social comunitario.

En ese sentido, el proyecto investigativo no solo valida la viabilidad técnica y social de la energía renovable como mecanismo de inclusión energética, sino que también identifica las condiciones mínimas necesarias para su sostenibilidad: fortalecimiento del capital social, creación de mecanismos de autogestión energética, acceso a formación técnica y financiamiento comunitario. Aunque los resultados obtenidos en esta investigación han sido significativos y aportan evidencia robusta sobre la relación entre energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible, es necesario reconocer ciertas limitaciones que enmarcan y delimitan el alcance del estudio.

En primer lugar, el tamaño muestral representa una restricción importante. Si bien se logró aplicar el instrumento a los 23 hogares representativos de la comunidad, el universo poblacional total es reducido, lo cual limita la posibilidad de generalizar los resultados a otras comunidades o regiones sin considerar previamente sus especificidades contextuales. Esta característica, sin embargo, es inherente a estudios de caso profundo en comunidades aisladas, donde el valor radica en la densidad del análisis más que en la extensión estadística.

Asimismo, las condiciones geográficas y climáticas presentaron obstáculos logísticos relevantes durante la recolección de información. La comunidad objeto de estudio se encuentra en una zona de difícil acceso, con caminos irregulares y condiciones climáticas que afectaron los tiempos y las rutas de visita. En ciertos momentos, estas dificultades impidieron evaluar técnicamente algunos hogares que se encontraban alejados del núcleo principal, lo cual redujo la posibilidad de obtener una revisión técnica in situ más precisa y homogénea para todos los casos.

Otra limitación se relaciona con la disponibilidad de recursos financieros y logísticos. Si bien el estudio logró alcanzar los objetivos planteados, no fue posible llevar a cabo un acompañamiento técnico prolongado o una evaluación longitudinal del funcionamiento del sistema de energía renovable. Esto implicó que los datos recogidos se concentraran en un corte transversal, es decir, en una observación de corto plazo que, aunque útil para comprender el impacto inmediato, no permite conocer con certeza la sostenibilidad real del sistema en el mediano o largo plazo.

Del mismo modo, la investigación se desarrolló dentro de un marco temporal delimitado, lo cual restringió el análisis de ciertos procesos comunitarios que evolucionan lentamente, como la apropiación cultural de nuevas tecnologías, la creación de comités de gestión o la implementación de fondos de mantenimiento. Estos procesos, aunque emergentes, requieren más tiempo para consolidarse, lo que hace necesario su seguimiento posterior desde un enfoque longitudinal que no pudo ser asumido por esta investigación.

Finalmente, se reconoce la existencia de ciertos sesgos inherentes a los estudios basados en la percepción de los actores. Algunos encuestados pudieron manifestar respuestas influenciadas por la gratitud hacia el proyecto o por la novedad del sistema instalado, lo que podría haber generado una sobrevaloración inicial en la escala de satisfacción. Aunque se tomaron medidas para reducir este sesgo (como entrevistas abiertas y observación directa), es importante considerar que la percepción puede variar con el tiempo, especialmente si surgen dificultades técnicas o problemas de mantenimiento.

Cabe recalcar que estas limitaciones no invalidan los hallazgos obtenidos, pero sí deben ser tomadas en cuenta al interpretar los resultados y, sobre todo, al diseñar futuras intervenciones o investigaciones en contextos similares. Reconocerlas de manera explícita fortalece la rigurosidad del estudio y aporta a su replicabilidad bajo criterios ajustados a cada realidad.

5.2 Recomendaciones

Derivado del análisis integral de los resultados y de las conclusiones obtenidas en esta investigación, se formula un conjunto de recomendaciones orientadas tanto a fortalecer la sostenibilidad técnica y social del sistema de energía renovable en la comunidad objeto de estudio, como a proyectar el modelo hacia contextos similares en otras regiones. Estas recomendaciones se desarrollan en estrecha relación con cada objetivo investigativo, considerando no solo los hallazgos empíricos, sino también el marco teórico y los desafíos detectados en la implementación.

En primer lugar, con base en la evidencia estadística y cualitativa que sustenta la correlación significativa entre energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible, se recomienda que las futuras políticas públicas de electrificación rural se diseñen de manera integral, evitando enfoques reduccionistas centrados únicamente en la tecnología. Es fundamental incorporar dimensiones sociales, educativas, sanitarias y productivas al momento de planificar sistemas energéticos comunitarios, de modo que su impacto se proyecte de forma transversal en todos los aspectos de la vida cotidiana. Este enfoque multisectorial puede lograrse mediante alianzas estratégicas entre gobiernos locales, organizaciones comunitarias, universidades y cooperativas, siguiendo los principios de corresponsabilidad, descentralización y justicia energética.

En relación con la pobreza energética, se recomienda actualizar los marcos diagnósticos y metodológicos utilizados por los gobiernos e instituciones para evaluar esta problemática en contextos rurales. La presente investigación ha demostrado que la pobreza energética no se limita a la falta de conexión eléctrica, sino que también incluye aspectos como la calidad del servicio, la asequibilidad, la percepción de seguridad, la estabilidad del suministro y la apropiación técnica por parte de los usuarios. Por tanto, es necesario promover indicadores más amplios, sensibles al contexto local, que permitan caracterizar con mayor precisión los niveles de exclusión energética. Asimismo, se sugiere la creación de observatorios comunitarios de energía, que funcionen como espacios de monitoreo participativo y alerten tempranamente sobre riesgos de deterioro del sistema.

En lo que respecta a los beneficios alcanzados por la comunidad gracias a la implementación de energía renovable, se recomienda fortalecer los vínculos entre el sistema energético y las oportunidades formativas, tecnológicas y económicas locales. Esto implica diseñar programas

de capacitación específicos para niños, jóvenes y mujeres, orientados al uso responsable de la energía, al aprovechamiento productivo de la misma y a la generación de microemprendimientos. La experiencia recogida en esta investigación ha demostrado que el sistema energético no debe ser concebido únicamente como una herramienta doméstica, sino como una plataforma para el desarrollo de capacidades. Por ejemplo, la energía disponible puede ser utilizada para dinamizar actividades como la refrigeración de alimentos para la venta, el uso de maquinaria liviana en talleres artesanales, la conectividad a plataformas educativas o la prestación de servicios digitales desde el hogar.

En este sentido, también se recomienda fomentar modelos de economía circular y producción verde, basados en la utilización de energía renovable como insumo para la sostenibilidad económica local. Esto requiere la articulación de incentivos como fondos semilla, microcréditos o acompañamiento técnico; que estimulen el emprendimiento comunitario basado en principios de equidad, eficiencia energética y conservación ambiental. La conexión entre energía limpia y autonomía económica puede convertirse en un eje clave para el desarrollo local y la permanencia en el territorio.

Respecto a la sostenibilidad del sistema energético instalado, se identificaron desafíos críticos que requieren atención inmediata. Por ello, se recomienda conformar comités comunitarios de gestión energética, con representación equitativa y reconocimiento por parte de las instituciones locales. Estos comités deben encargarse de coordinar las tareas de mantenimiento preventivo, monitorear el uso correcto del sistema, promover la formación continua de los usuarios y canalizar los recursos necesarios para su sostenimiento. Su funcionamiento puede apoyarse en reglamentos internos simples, acuerdos comunitarios y asesoramiento técnico periódico, promoviendo así un proceso de gobernanza energética participativa.

Complementariamente, se hace necesario establecer un plan de mantenimiento técnico, con un cronograma claro y metas definidas, que considere rutinas de limpieza, revisión de componentes, monitoreo de indicadores de desgaste y registro de fallas. Este plan debe ser elaborado con participación de técnicos locales y usuarios capacitados, y actualizado regularmente según la evolución del sistema. Una adecuada planificación del mantenimiento no solo previene fallas, sino que también extiende la vida útil de la inversión realizada y mejora la confianza de los beneficiarios.

Otro aspecto crítico identificado es la falta de recursos económicos sostenibles para cubrir el

mantenimiento y la reposición de componentes. Por tanto, se recomienda implementar mecanismos de autofinanciamiento comunitario, como cuotas mensuales simbólicas, fondos rotativos, actividades autogestionadas o esquemas de trueque solidario. Estos fondos pueden ser administrados por los comités comunitarios con criterios de transparencia y equidad, garantizando que todos los usuarios aporten de acuerdo con sus posibilidades y que los recursos se destinen exclusivamente al sostenimiento del sistema energético.

Por último, es necesario reforzar la dimensión educativa y cultural del proyecto energético. Se recomienda que, paralelamente al uso técnico del sistema, se desarrollen procesos pedagógicos que fortalezcan una cultura energética basada en el uso responsable, la valorización del recurso, la conciencia ambiental y el sentido de corresponsabilidad comunitaria. Estos procesos pueden incluir talleres escolares, ferias energéticas, campañas de comunicación y experiencias de aprendizaje vivencial, orientadas tanto a la niñez como a la población adulta. Fortalecer esta dimensión cultural es clave para evitar el deterioro temprano del sistema, reducir comportamientos inadecuados derivados de la sobrecarga de baterías o la desconexión irresponsable y fomentar un modelo energético verdaderamente sostenible y autogestionado.

En ese sentido, dichas recomendaciones no solo buscan consolidar los avances alcanzados, sino también proyectar el modelo hacia nuevas fases de autonomía, resiliencia e inclusión social. El desafío de la sostenibilidad energética no se resuelve únicamente con infraestructura, sino con procesos sociales consistentes, capacidades instaladas y voluntad política para acompañar los cambios necesarios. Solo así será posible garantizar que la transición energética en zonas rurales sea verdaderamente justa, equitativa y sostenible.

La investigación desarrollada aporta conocimientos relevantes tanto para el campo académico como para la formulación de políticas públicas orientadas a la equidad energética, el desarrollo sostenible y la innovación en contextos rurales. A partir de los hallazgos obtenidos y de los desafíos identificados, se abren múltiples líneas de investigación que pueden enriquecer y profundizar el estudio de la energía renovable como instrumento de transformación social y territorial.

Uno de los aportes centrales de esta investigación es haber demostrado empíricamente la relación directa entre el acceso a sistemas de energía renovable y la mejora en indicadores de bienestar, inclusión y reducción de la pobreza energética. Este hallazgo, sustentado en análisis estadísticos, observaciones de campo y evidencia testimonial, representa una base sólida para

avanzar hacia la formulación de modelos teóricos integradores que aborden la energía no solo como un recurso físico o tecnológico, sino como un bien común con efectos sistémicos en las comunidades. Por tanto, futuras investigaciones pueden profundizar en el desarrollo de marcos conceptuales interdisciplinarios, que vinculen la energía con variables como capital social, justicia territorial, salud comunitaria, gobernanza participativa y cambio climático.

Asimismo, la presente investigación pone en evidencia la necesidad de abordar el concepto de sostenibilidad energética comunitaria desde una perspectiva dinámica y contextualizada. Si bien los sistemas instalados mostraron ser técnicamente viables, su sostenibilidad depende de factores sociales, culturales y organizativos que no siempre son considerados en los proyectos energéticos tradicionales. En este sentido, se plantea como línea de investigación futura el desarrollo de modelos de gobernanza energética local, que integren la toma de decisiones comunitaria, el financiamiento participativo, la corresponsabilidad en el uso y el mantenimiento del sistema, así como los mecanismos de transparencia y equidad en la distribución del recurso energético.

Otra vertiente de investigación que emerge del presente estudio es la evaluación de impactos de mediano y largo plazo. Dado que este trabajo se centró en una evaluación transversal y descriptiva de los efectos inmediatos de la instalación del sistema, se propone como línea futura la realización de estudios longitudinales que permitan analizar la evolución de variables clave como el uso energético, la autonomía técnica, los hábitos de consumo, la consolidación de comités comunitarios y la permanencia de los beneficios productivos. Estos estudios pueden enriquecer el conocimiento existente sobre los ciclos de maduración de las intervenciones energéticas y sus efectos en la transformación estructural de comunidades vulnerables.

Del mismo modo, los hallazgos del estudio evidencian la necesidad de diseñar instrumentos de evaluación más sensibles y pertinentes para caracterizar la pobreza energética en zonas rurales. La mayoría de las metodologías actuales se centran en el acceso físico a la energía, pero dejan de lado dimensiones como la seguridad, la percepción de suficiencia, la calidad del servicio, la adaptabilidad cultural o el uso productivo de la energía. Por tanto, una contribución importante futura sería la construcción de indicadores multidimensionales de pobreza energética que permitan visibilizar las formas “ocultas” de exclusión energética aún presentes, incluso en comunidades que ya han sido electrificadas.

En lo que respecta a la replicabilidad del modelo, se abre también un campo de estudio

comparativo entre comunidades que han adoptado distintos enfoques de electrificación: sistemas centralizados versus descentralizados, uso de tecnologías mixtas, modelos cooperativos frente a modelos privatizados, entre otros. Estas comparaciones permitirían identificar los factores clave que favorecen o limitan la sostenibilidad de los proyectos energéticos en función de su diseño institucional, su integración con las dinámicas locales y su nivel de participación comunitaria.

Otro aporte potencial de esta investigación reside en el diseño de una propuesta metodológica de intervención replicable, que sistematice las fases del proceso observado en la comunidad: diagnóstico, implementación, formación, seguimiento y sostenibilidad. Esta propuesta podría servir como guía para gobiernos locales, ONGs, universidades o cooperativas interesadas en impulsar soluciones energéticas contextualizadas y sostenibles. La metodología incluiría herramientas prácticas de diagnóstico participativo, modelos de financiamiento comunitario, estrategias de formación técnica, formatos de planificación de mantenimiento y esquemas de evaluación de impacto.

Finalmente, desde un enfoque educativo y formativo, esta investigación también puede inspirar la creación de programas de capacitación técnica con enfoque territorial, que promuevan el surgimiento de agentes energéticos comunitarios. Estos agentes, formados desde sus propios contextos, podrían encargarse del mantenimiento de sistemas, la mediación entre usuarios e instituciones, y la dinamización de procesos educativos en torno al uso responsable de la energía. Su existencia no solo fortalecería la sostenibilidad del sistema, sino que también generaría nuevas oportunidades de empleo y liderazgo comunitario, especialmente entre jóvenes y mujeres.

REFERENCIAS

- [1] I. López, «Pobreza energética en tiempos de precios altos de la energía,» *Cuadernos de Trabajo: Lan-Koadernoak Hegoa*, n° 89, 2022.
- [2] R. Calvo, N. Álamos, M. Billi, A. Urquiza y R. Contreras, «Desarrollo de indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe, serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 207 (LC/TS.2021/104),» Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, 2021.
- [3] U. Vásquez, C. Fernández y P. Barros, «Una aproximación de la pobreza energética en Perú: aportes para la Región de Loreto. *Collectivus*,» *Revista De Ciencias Sociales*, vol. 10, n° 1, pp. 147-180, 2023.
- [4] F. A. González, M. Reyes, M. Zabaloy, M. Ibañez y S. London, «Experimentos en ciencias sociales: Energías renovables y pobreza energética en el Sur de la provincia de Buenos Aires-Argentina.» *Revista Científica Visión De Futuro*, vol. 25, n° 1, 2021.
- [5] M. Ibañez, M. Zabaloy, M. Reyes, M. Chaz y F. González, «¿Cómo aliviar la pobreza energética a partir de energías renovables? Diseño de un ensayo aleatorio en barrios vulnerables.» *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, vol. 12, n° 1, 2022.
- [6] A. Agüero y B. Weber, «SISTEMA FOTOVOLTAICO AUTÓNOMO CON SEGUIDOR SOLAR COMO PROPUESTA A LA POBREZA ENERGÉTICA DE LOS HOGARES DE TECAXIC, TOLUCA,» *Papeles de Geografía*, n° 69, 2025.
- [7] P. Villegas y L. Sánchez, «Las limitaciones de la aplicación del concepto de pobreza energética en Perú,» *Derecho & Sociedad*, vol. 56, pp. 1-31, 2021.
- [8] M. Montone, R. Durán y M. Condorí, «Instrumentos para combatir a la pobreza energética en los países de América Latina: los casos de Argentina, Brasil y Chile,» *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, vol. 27, pp. 310-320, 2023.
- [9] F. Cabrales y R. Mejía, «Sistemas fotovoltaicos: solución energética en las comunidades aisladas,» *Ciencia e Ingeniería: Revista de investigación interdisciplinaria en biodiversidad y desarrollo sostenible, ciencia, tecnología e innovación y procesos productivos industriales*, vol. 9, n° 2, 2022.
- [10] K. Fernández, L. Lezcano y A. González, «Medición de la pobreza energética con enfoque multidimensional: revisión sistemática de la literatura.» *Revista INVI*, vol. 38, n° 109, pp. 172-208, 2023.
- [11] G. Ampuño y J. Lata, «Sistema de paneles solares en la Isla Puná,» de *Incidencia de los proyectos de vinculación con la sociedad de la Universidad Politécnica Salesiana*, vol. 2, Quito, Editorial Abya-Yala, 2022, pp. 277-295.
- [12] C. Gonza, D. González y P. Duran, «Hábitat, Pobreza Energética y Mujeres Indígenas en el noroeste argentino: Una propuesta interseccional para comunidades en zonas rurales aisladas del chaco salteño,» *Hábitat y Sociedad*, vol. 15, pp. 183-208, 2022.
- [13] Y. García, «Generación de energía a baja escala en México: obstáculos y alternativas.» *Andamios*, vol. 21, n° 55, pp. 319-345, 2024.
- [14] J. Ponce y M. Yungan, «Implementación de Electrificación Rural Mediante Energía Solar en Zonas Aisladas en la Comunidad Masa 2, Isla del Golfo de Guayaquil. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana,]» 2023. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26567>.
- [15] E. Villegas y L. Alcívar, «Diseño de un Sistema Fotovoltaico para la Escuela de Educación Básica Simón Bolívar en la Comunidad Masa 2, Golfo de Guayaquil. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana,]» 2020. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19525>.
- [16] W. Borbor, «Sistema Fotovoltaico para casas individuales en la Comunidad Masa 2 - Golfo de Guayaquil. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana,]» 2021. [En línea]. Available:

<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19742>.

- [17] A. Lajones, «Dimensionamiento de sistema fotovoltaico aislado en la comunidad masa 2 considerando factores sociodemográficos. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana],» 2022. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22818>.
- [18] C. Orellana, «Evaluación de un arreglo fotovoltaico general para Comuna Masa II. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana],» 2022. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23575>.
- [19] G. Guerrero y K. Catagua, «Sistema de alumbrado público aplicado mediante energía renovable para la Comuna Masa 2, Golfo de Guayaquil. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana],» 2021. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19744>.
- [20] K. Mendoza y L. Carrión, «Diseño Optimo de Sistemas Aislados fotovoltaicos para la Iluminación de la Vía Principal de la Comuna Masa 2 - Golfo de Guayaquil. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana],» 2021. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19743>.
- [21] J. Salazar y D. Tumbaco, «Estudio e implementación de un sistema de luminaria de alumbrado público de 150w mediante sistema fotovoltaicos autónomo en la Comuna Masa 2, Isla del Golfo de Guayaquil. [Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana],» 2021. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21330>.
- [22] V. Chiluiza y J. Bravo, «Implementación de un sistema fotovoltaico para abastecer de energía a un sector rural del Golfo de Guayaquil mediante el análisis de carga y simulación por software.,» *Polo del Conocimiento*, vol. 8, n° 2, pp. 1647-1679, 2023.
- [23] J. Silva, C. Galleguillos, R. Hurtado y A. Saavedra, «Intención del comportamiento de estudiantes relacionada a los objetivos de desarrollo sostenible, basado en la teoría del comportamiento planificado.,» *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, vol. 47, n° 1, pp. 157-173, 2021.
- [24] P. Morazán, «Teoría y práctica del desarrollo sostenible.,» *Revista Perspectivas Del Desarrollo*, vol. 6, n° 1, pp. 302-313, 2021.
- [25] E. Puentes, A. Hidalgo, C. Betancourt y Y. Ortiz, «Indicadores de sostenibilidad social y su relación con el concepto de capital social.,» *Revista de Arquitectura*, vol. 23, n° 1, pp. 97-104, 2021.
- [26] A. González, «Las perspectivas del capital social, parte II.,» *Cinta de moebio*, vol. 75, pp. 132-144, 2022.
- [27] M. Rosa, «El enfoque de sostenibilidad en las teorías organizacionales.,» *Trascender, contabilidad y gestión*, vol. 6, n° 17, pp. 87-102, 2021.
- [28] M. Rueda, L. Sigala y G. Zapata, «Teoría de capacidades dinámicas: aportes y evolución a partir de los trabajos de David Teece.,» *Revista Científica Compendium*, vol. 25, n° 48, p. 3, 2022.
- [29] O. Burgo, *Gestión de empresas agropecuarias: con enfoque de economía circular para el fomento del desempeño y la sostenibilidad.*, Cuba: Editorial Universo Sur, 2020.
- [30] M. Almeida y C. Díaz, «Economía circular, una estrategia para el desarrollo sostenible. Avances en Ecuador.,» *Estudios de la Gestión*, pp. 35-57, 2020.
- [31] J. Korhonen, A. Honkasalo y J. Seppälä, «Circular Economy: The Concept and its Limitations.,» *Ecological Economics*, vol. 143, pp. 37-46, 2018.
- [32] B. Garabiza, E. Prudente y K. Quinde, «La aplicación del modelo de economía circular en Ecuador: Estudio de Caso.,» *Revista Espacios*, vol. 42, n° 2, p. 17, 2021.
- [33] ONU, «Economía circular en América Latina y el Caribe: una visión compartida.,» 25 Febrero 2022. [En línea]. Available: <https://emf.thirdlight.com/link/5fhm4nyvnpb-e44rhq/@/preview/2>.
- [34] J. Tapia, «La sostenibilidad del concepto de Desarrollo Sostenible. ¿Cómo hacerlo operativo?,» *UDA AKADEM*, vol. 1, n° 6, pp. 184-202, 2020.
- [35] O. García, T. Pina, A. Esteve y A. Vilches, «Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):

- escenario actual,» de *Objectius de desenvolupament sostenible en el territori valencià*., Trobada, 2020, pp. 25-39.
- [36] J. Guillén, J. Calle, A. Gavidia y A. Vélez, «Desarrollo sostenible: Desde la mirada de preservación del medio ambiente colombiano.,» *Revista de Ciencias Sociales* , vol. 26, n° 4, pp. 293-307, 2020.
- [37] J. Noboa, A. Vergara, R. Sorhegui y L. Garnica, «Repensando el desarrollo sostenible en el territorio.,» *RES NON VERBA REVISTA CIENTÍFICA*, vol. 11, n° 1, 2021.
- [38] B. Reyers, M. Moore, L. Haider y M. Schluter, «The contributions of resilience to reshaping sustainable development,» *Nature Sustainability volume*, vol. 5, pp. 657-664, 2022.
- [39] J. Guerra, «Turismo de paisaje, desarrollo sostenible y ordenación del territorio en la isla de La Palma (Islas Canarias) = Landscape Tourism, Sustainable Development and Territorial Planning in La Palma (Canary Islands).,» *Espacio Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía*, vol. 13, pp. 135-168, 2020.
- [40] X. Yin, J. Chen y J. Li, «Rural innovation system: Revitalize the countryside for a sustainable development,» *Journal of Rural Studies*, vol. 93, pp. 471-478, 2022.
- [41] F. Gómez, «Los Objetivos De Desarrollo Sostenible (ODS): Hacia Un Nuevo Contrato Social Intra E Inter-Generacional,» *Estudios De Deusto*, vol. 70, n° 2, pp. 191-224, 2022.
- [42] M. García, F. Barrera, N. Plazas, A. Colmenares, A. Cancimance y D. Soler, «Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en América: Panorama.,» *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida*, vol. 36, n° 2, pp. 45-59, 2022.
- [43] J. Arias, J. Holgado, T. Tafur y M. Vasquez, Metodología de la investigación El método ARIAS para desarrollar un proyecto de tesis, Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú., 2022.
- [44] E. Valencia, R. Angulo, J. Farfán, C. Verá, I. Arboleda y T. Orobio, «Una revisión del suministro de energía renovable y las tecnologías de eficiencia energética,» *Polo del Conocimiento*, vol. 7, n° 4, Septiembre 2022.
- [45] U. Quirama, J. Sepúlveda, M. Morelo, C. Mosquera y L. Valle, «Beneficios económicos de la energía renovable en Colombia,» *Administración & Desarrollo*, vol. 52, n° 2, pp. 171-183, 2022.
- [46] M. Ramos, «Evaluación de factibilidad de un sistema fotovoltaico en una vivienda familiar, en San Antonio de Oriente Francisco Morazán, Honduras.,» *Revista Universidad y Sociedad*, vol. 15, n° 3, pp. 156-166, 2023.
- [47] A. Francisco, A. Zorgette, G. Ferreira y M. Bueno, «Impactos da energia solar na área rural.,» *Revista De Gestão E Secretariado*, vol. 15, n° 7, 2024.
- [48] R. CRiollo y D. Guaiillas, «Evolución tecnológica de la generación solar fotovoltaica: una revisión de la literatura en la última década,» *Revista Tecnológica ESPOL*, vol. 36, n° 2, pp. 13-31, 2024.
- [49] M. Gama y A. Waichman, «Sistemas Fotovoltaicos Flutuantes: uma solução energética sustentável para a Amazônia?,» *REVISTA DELOS*, vol. 17, n° 55, 2024.
- [50] A. Mantilla y E. Herrera, «Diseño de un generador fotovoltaico de 50 kWp aplicado a un caso de estudio,» *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, vol. 19, n° 1, 2025.
- [51] G. Inca, D. Carrión, D. Gualán, R. Zurita y H. Carrion, «Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: Avances, desafíos y perspectivas.,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 7, n° 3, pp. 9493-9509, 2023.
- [52] A. Maldonado, J. Gárate, M. Ushiñahua, G. Heredia, G. Palomino y L. Paredes, «Energía solar fotovoltaica en viviendas familiares: estudio bibliométrico de temas explorados, tendencias y retos.,» *Hábitat Sustentable*, vol. 15, n° 1, pp. 68-83, 2025.
- [53] K. Calautit y C. Johnstone, «State-of-the-art review of micro to small-scale wind energy harvesting technologies for building integration,» *Energy Conversion and Management: X*, vol. 20, 2023.

- [54] N. Aravindhan, C. Bibin, R. Ashok, K. Sai, K. Sai, R. Kugan, K. Rajesh y S. Arunkumar, «Performance analysis of various types of ducted wind turbines – A review,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 80, n° 1, pp. 188-194, 2023.
- [55] M. Witkowska, N. Swidynska y A. Napiorkowska, «Reviewing the Situation and Prospects for Developing Small Renewable Energy Systems in Poland,» *Energies*, vol. 16, n° 21, 2023.
- [56] S. Ramadoni, P. Kunnu y S. Indah, «Performance investigation of standalone wind power system equipped with sinusoidal PWM power inverter for household consumer in rural areas of Indonesia,» *Energy Reports*, vol. 8, pp. 4553-4569, 2022.
- [57] S. Hajjaj y M. Moktar, «Revisión de trabajos recientes sobre turbinas portátiles de energía eólica a pequeña escala habilitadas con Internet de las cosas (IoT-SWEPT) para energía eólica,» *Conferencia: 5.º Simposio Internacional IEEE sobre Robótica y Automatización de la Fabricación (ROMA) 2022*, 2022.
- [58] D. Hissein, M. Radwan, M. Al-Ghriybah y B. Manshoor, «Recent Progress in Design and Performance Analysis of Vertical-Axis Wind Turbines—A Comprehensive Review,» *Processes*, vol. 12, n° 6, p. 1094, 2024.
- [59] J. Constante, A. Cuesta y D. Jijón, «Métodos de ajuste de Weibull de dos parámetros en series de viento y estimación del Potencial Eolo-eléctrico.,» *Revista Técnica "energía"*, vol. 17, n° 2, pp. 74-82, 2021.
- [60] L. Casimiro, G. Hernández y G. Martyín, «Uso de las energías renovables en las fincas familiares, sus potencialidades y desafíos en la transición de la matriz energética local,» *Eco Solar*, vol. 78, pp. 19-27, 2021.
- [61] K. Adeyeye, J. Gallagher, A. McNabola, H. Ramos y P. Coughlan, «Socio-Technical Viability Framework for Micro Hydropower in Group Water-Energy Schemes,» *Energies*, vol. 14, n° 14, p. 4222, 2021.
- [62] S. Pratiwi y N. Juerges, «Advocacy Coalitions and Knowledge Transfer within Geothermal Policy Change in Indonesian Conservation Forests,» *The Journal of Environment & Development*, vol. 31, n° 2, 2022.
- [63] M. Ibegbulam, O. Adeyemi y O. Fogbonjaiye, «Adoption of Solar PV in developing countries: challenges and opportunity,» *International Journal of Physical Sciences Research*, vol. 7, n° 1, pp. 36-57, 2023.
- [64] A. Agwu, M. Suvedi, C. Chanza, K. Davis, A. Oywaya, M. Najjingo y P. Sasidhar, «Agricultural Extension and Advisory Services in Nigeria, Malawi, South Africa, Uganda, and Kenya,» *Partnerships for Innovative Research in Africa (PIRA) Research Report*, East Lansing, Michigan, USA, 2023.
- [65] A. McNabola, A. Mérida y J. Rodríguez, «The Role of Micro-Hydropower Energy Recovery in the Water-Energy-Food Nexus,» *Environ. Sci. Proc.*, vol. 21, n° 1, p. 27, 2022.
- [66] L. Davies y D. Saygin, «"Distributed renewable energy in Colombia: Unlocking private investment for non-interconnected zones,"» *OECD Publishing*, 2023.
- [67] D. Maghfirra, J. Cohon, P. Jaramillo y M. Morgan, «Optimizing an equitable micro-hydropower deployment: Application of a multi-objective method for rural Indonesia,» *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, vol. 29, n° 3-4, pp. 218-229, 2021.
- [68] F. Hessling, «Genealogía de la pobreza energética y del derecho a la energía Racionalidad del cálculo, epigrama “desarrollo” y derechos humanos,» *Revista de Ciencias Sociales*, vol. 36, n° 52, pp. 157-173, 2023.
- [69] C. Guzowski, M. Ibañez y M. Florencia, «Pobreza Energética: Conceptualización y su Vínculo con la Exclusión. Breve Revisión para America Latina,» *Revista Ambiente & Sociedades*, vol. 24, n° 1-24, 2021.
- [70] P. Medina, J. Quiroz y H. Tapia, «Pobreza energética en contextos de exclusión urbana: nuevas evidencias para la acción desde América Latina,» *Revista INVI*, vol. 38, n° 109, p. 134-171, 2023.

- [71] S. Tirado, «Pobreza energética y vivienda: una perspectiva de justicia social,» *Arbor*, vol. 199, n° 807, 2023.
- [72] E. Calvo, «Enseñando Física en el marco de los ODS,» *Conference Proceedings EDUNOVATIC 2022.*, pp. 353-356, 2023.
- [73] A. Pérez, V. Cerda, E. Delgado y J. Porras, «Origen, evolución y aplicación de indicadores de pobreza energética en Iberoamérica,» *Revista INVI*, vol. 38, n° 109, pp. 100-133, 2023.
- [74] J. Villamizar, «Índice de Pobreza Energética en Colombia. [Tesis de maestría. Universidad de los Andes],» 02 Agosto 2023. [En línea]. Available: <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/1ff23075-2b10-4747-b1f2-24d76a3219ca/content>.
- [75] S. Mosquera y M. Larrea, «Pobreza energética Norte y Sur Global ¿Dos perspectivas diferentes de un mismo problema?,» *Cuadernos Deusto de Derechos Humanos*, n° 109, 2024.
- [76] A. Correa y G. Villalobos, «Pobreza multidimensional y energética, seguridad y robustez de la red eléctrica colombiana: un análisis de su correlación,» *Revista Científica General José María Córdova*, vol. 22, n° 47, pp. 621-644, 2024.
- [77] B. Morero, R. Durán, R. Calvo y A. Urquiza, «Debates latinoamericanos en torno a la pobreza energética,» *Energía y Equidad*, vol. 2, pp. 8-23, 2021.
- [78] R. Soares, M. Weiss, A. Lampis, C. Berman y M. Hallack, «Pobreza energética en los hogares y su relación con otras vulnerabilidades en América Latina,» *NOTA TÉCNICA N°IDB-TN-02623*, 2023.
- [79] H. Quispiillo, R. Córdova y Á. H. Ordoñez, «Pobreza Energética en Chorrera Mirador: Implementación y Monitoreo de un Sistema Híbrido Solar-Eólico.,» *Revista Tecnológica - ESPOL*, vol. 36, n° E1, pp. 113-130, 2024.
- [80] A. Barraza, *Metodología de la investigación cualitativa. Una perspectiva interpretativa*, México, 2023.
- [81] J. Arias y M. Covinos, *Diseño y metodología de la investigación*, Perú: ENFOQUES CONSULTING EIRL, 2021.
- [82] A. Vélez, J. Marquinez, F. Vega y A. Vega, «Desarrollo sostenible de Ecuador a través del desarrollo de las Fuentes No Convencionales de Energía Renovable.,» *RECIMUNDO*, vol. 8, n° 2, pp. 103-113, 2024.
- [83] M. Pegalajar, A. Burgos y E. Martínez, «Educación para el Desarrollo Sostenible y Responsabilidad Social: claves en la formación inicial del docente desde una revisión sistemática.,» *Revista de Investigación Educativa*, vol. 40, n° 2, pp. 421-437, 2022.
- [84] M. Hadi, C. Martel, F. Huayta, C. Rojas y J. Arias, *Metodología de la investigación: Guía para el proyecto de tesis*, Puno: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C, 2023.
- [85] R. Hernández y C. Mendoza, *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V., 2018.
- [86] P. Arévalo, J. Cruz, C. Guevara, A. Palacio, S. Bonilla, A. Estrella, J. Guadalupe, M. Zapata, J. Jadán, H. Arias y C. Ramos, *Actualización en metodología de la investigación científica.*, Quito: Editorial Universidad Tecnológica Indoamérica, 2020.

ANEXOS

Anexo 1 Formato de encuesta a jefes o representantes del núcleo familiar

Objetivo: Obtener información cuantitativa sobre las dimensiones de energía renovable, pobreza energética y desarrollo sostenible.

Instrucciones: Marca con una X, de acuerdo a su opinión y percepción, tomando en consideración la siguiente escala:

1= Totalmente en desacuerdo

2= En desacuerdo

3= Ni de acuerdo ni en desacuerdo

4= De acuerdo

5= Totalmente de acuerdo

Dimensión 1. Energía Renovable						
Subdimensión	Ítem	1	2	3	4	5
Tipo de sistema energético	1. En mi hogar contamos con algún sistema de energía renovable.					
	2. Conozco el tipo de tecnología que usamos para generar energía renovable en mi hogar.					
Frecuencia y estabilidad del servicio	3. El sistema de energía renovable funciona de manera continua durante el día.					
	4. No sufrimos interrupciones frecuentes en el suministro energético.					
Mantenimiento y sostenibilidad	5. Sabemos cómo hacer mantenimiento básico del sistema de energía renovable.					
	6. Hay personal capacitado en la comunidad para reparar el sistema si falla.					
Costo y viabilidad económica	7. El sistema de energía renovable es más económico que las fuentes de energía anteriores.					
	8. No hemos tenido que pagar costos excesivos por mantenimiento.					
Percepción de calidad y uso	9. La energía que obtenemos es suficiente para nuestras necesidades básicas.					
	10. Considero que la energía renovable ha mejorado nuestras condiciones de vida.					
Dimensión 2. Pobreza Energética						
Accesibilidad al servicio	11. Tenemos acceso diario a energía eléctrica.					
	12. Todos los espacios de la vivienda están iluminados de forma adecuada.					
Carga económica	13. El gasto en energía no representa una carga significativa para nuestro ingreso familiar.					
	14. Podemos pagar el mantenimiento o reparación del sistema si es necesario.					
Seguridad y riesgos	15. Nos sentimos seguros al usar el sistema de energía renovable.					
	16. No hemos tenido accidentes eléctricos desde que se instaló el nuevo sistema.					
Fuentes contaminantes previas	17. Antes del proyecto, utilizábamos combustibles como leña, gas o diésel.					
	18. Desde que usamos energía renovable, hemos reducido el uso de combustibles contaminantes.					
Dimensión 3. Desarrollo Sostenible						
Salud y bienestar	19. La energía renovable ha permitido una mejor conservación de alimentos y medicamentos.					
	20. La reducción del humo ha mejorado la salud respiratoria de la familia.					
Educación y tecnología	21. La energía disponible permite que los niños estudien en la noche.					
	22. Hemos podido usar computadoras, radios o celulares gracias a la disponibilidad energética.					
Desarrollo económico	23. Con el acceso a energía, hemos iniciado o mejorado algún emprendimiento productivo.					
	24. Contar con energía nos permite participar en actividades comunitarias y económicas.					
Participación y apropiación	25. La comunidad fue tomada en cuenta durante la planificación e implementación del sistema energético.					

Anexo 2 Formato de ficha de observación

Objetivo: Registrar de manera visual y sistemática aspectos relacionados con infraestructura, entorno, uso, percepción comunitaria y sostenibilidad del sistema energético renovable.

Categoría	Indicador específico	Si	No	Parcial	Observaciones
Infraestructura energética	La vivienda cuenta con un sistema de energía renovable instalado (solar, eólico, biodigestor).				
	El sistema instalado se encuentra en buen estado físico (estructuras, cables, conexiones visibles).				
	Se observa alguna señal de mantenimiento reciente (limpieza, reparación, supervisión técnica).				
Condiciones habitacionales	Existen focos o luminarias funcionales en la vivienda.				
	Se dispone de tomacorrientes para la carga de dispositivos o uso de electrodomésticos.				
	La vivienda presenta mejoras visibles en comparación con las casas sin acceso energético.				
Uso cotidiano de la energía	Se observa uso de la energía en actividades básicas (iluminación, conservación de alimentos, ventilación, etc.).				
	Se utilizan dispositivos electrónicos gracias al sistema energético.				
	Se realiza alguna actividad económica (comercial, artesanal, agrícola) que depende del uso de energía.				
Mantenimiento y participación	Hay evidencia de participación comunitaria (carteles, normas visibles, puntos de encuentro técnicos).				
	La familia expresa satisfacción y apropiación del sistema (por observación indirecta y diálogo informal).				
Contexto general	Estado general de las infraestructuras energéticas comunitarias.				
	Presencia de señalética, indicaciones de uso o mantenimiento comunitario.				
	Entorno de la comunidad: caminos, acceso, distancia entre viviendas.				
	Condiciones ambientales visibles (zonas inundables, humedad, riesgo eléctrico).				
	Interacción de la comunidad con el sistema (observación durante visitas técnicas o entrevistas).				

Anexo 3 Formato de entrevista

Entrevistados:

- 1 líder comunitario o actor clave
- 2 técnicos responsables de los proyectos energéticos
- 1 representante institucional con experiencia territorial

Tipo de preguntas: Abiertas, organizadas por tres ejes temáticos

Eje temático 1. Efectos positivos de los proyectos energéticos

- ¿Cuáles son los principales beneficios que ha traído el proyecto de energía renovable a la comunidad?
- ¿Ha notado mejoras en salud, educación o economía familiar desde la instalación del sistema energético?
- ¿Qué cambios percibe en la vida comunitaria desde el acceso a energía renovable?

Eje temático 2. Retos y desafíos de sostenibilidad

- ¿Cuáles han sido los principales problemas o limitaciones técnicas del sistema instalado?
- ¿Considera que la comunidad está preparada para mantener estos sistemas a largo plazo?
- ¿Qué barreras económicas o sociales dificultan el funcionamiento sostenible del proyecto?

Eje temático 3. Participación comunitaria y sostenibilidad a largo plazo

- ¿Cómo ha sido la participación de la comunidad en la planificación, ejecución y mantenimiento de los proyectos?
- ¿Qué se necesitaría para garantizar la sostenibilidad social y técnica de la energía renovable instalada?

- ¿Considera que este modelo puede replicarse en otras comunidades similares?

Nota: Cada entrevista será grabada (con consentimiento informado), transcrita y analizada.