Revista Científica Multidisciplinar G-ner@ndo

ISSN: 2806-5905

Evaluación de la producción energética y el impacto ambiental de un sistema fotovoltaico en el recinto Malqui Machay

Evaluation of energy production and environmental impact of a photovoltaic system at the Malqui Machay site

Israel Gonzalo Suárez Calvopiña, Alex Darwin Paredes Anchatipán, William Armando Hidalgo Osorio, Paco Jovanni Vásquez Carrera.

CIENCIA E INNOVACIÓN EN DIVERSAS DISCIPLINAS CIENTÍFICAS.

Julio - Diciembre, V°5-N°2; 2024

✓ **Recibido:** 10/07/2024

✓ **Aceptado**: 26/07/2024

✓ **Publicado:** 31/12/2024

PAIS

- Ecuador – La Mana
- Ecuador – La Mana
- Ecuador – La Mana
- Ecuador – La Mana

INSTITUCIÓN:

- Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión: La Maná.
- Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión: La Maná.
- Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión: La Maná.
- Universidad Técnica de Cotopaxi - Extensión: La Maná.

CORREO:

Israel.suarez0904@utc.edu.ec
alex.paredes4935@utc.edu.ec
william.hidalgo7885@utc.edu.ec
paco.vasquez@utc.edu.ec

ORCID:

https://orcid.org/0009-0009-3569-4966
https://orcid.org/0000-0002-0027-3469
https://orcid.org/0000-0001-6783-0947
https://orcid.org/0000-0003-4734-8584

FORMATO DE CITA APA.

Suárez, I. Paredes, A. Hidalgo, W. Vásquez, P. (2024). Evaluación de la producción energética y el impacto ambiental de un sistema fotovoltaico en el recinto Malqui Machay. G-ner@ndo, V°5 (N°2,).258-274..

Resumen

En este artículo se presentan los resultados de écnicos y ambientales de un sistema fotovoltaico compuesto por dos paneles solares instalado en el Recinto Malqui Machay, estimando su producción energética y su impacto ambiental. Los resultados indican una significativa producción energética anual y una considerable reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero, destacando la viabilidad y sostenibilidad de la energía solar en la región, así como la disponibilidad de energía eléctrica en el sector donde no existe red eléctrica convencional. Se analiza el desempeño del sistema, considerando factores como la radiación solar incidente, la generación de energía eléctrica y la reducción de emisiones contaminantes, así como también, un análisis de costo-beneficio para evaluar la viabilidad económica de la inversión en energía solar. El estudio demostró que la implementación de un sistema de generación fotovoltaico ha sido satisfactoria, en cuanto a generación eléctrica de acuerdo a los parámetros de diseño requeridos, así como también, al impacto positivo en el ambiente, con la reducción de contaminantes a la atmósfera, en comparación a métodos de generación eléctrica por combustibles fósiles.

Palabras Clave: Energía solar fotovoltaica, energía limpia, impacto ambiental, Malqui Machay, Ecuador.

Abstract

This research presents a technical and environmental assessment of a two-panel photovoltaic system installed at the Malqui Machay Site. The system was evaluated for its energy yield, greenhouse gas emissions, and economic feasibility. Results demonstrate a significant annual energy production and substantial reductions in greenhouse gas emissions, highlighting the viability of solar energy as a clean and sustainable power source in off-grid regions. The system's performance was analyzed considering various factors, including solar irradiance, energy output, and pollutant emissions. A cost-benefit analysis was conducted to assess the economic viability of the investment.

The study concludes that the photovoltaic system has performed satisfactorily, meeting design specifications and providing a positive environmental impact by reducing atmospheric pollutants compared to conventional fossil fuel-based power generation.

Key Words: Photovoltaic solar energy, clean energy, environmental impact, Malqui Machay, Ecuador.

Las obras que se publican en Revista Gner@ndo están bajo la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional

Introducción

En el contexto de la creciente demanda por fuentes de energía sostenibles y renovables, los sistemas fotovoltaicos se han convertido en una alternativa viable para la generación de electricidad, especialmente en regiones con alta radiación solar como el recinto Malqui Machay. Este estudio se centra en la evaluación de la producción energética y el impacto ambiental de un sistema fotovoltaico compuesto por dos paneles solares de 450 W cada uno, instalado en esta localidad. La dependencia de los combustibles fósiles para la generación de energía plantea un desafío global en cuanto a la sostenibilidad ambiental y el agotamiento de recursos. En este contexto, la búsqueda de fuentes de energía renovables y limpias se ha convertido en una prioridad. La energía solar fotovoltaica surge como una alternativa viable, con un alto potencial de desarrollo y un mínimo impacto ambiental. (González, 2021)

El Recinto Malqui Machay, ubicado en 0°44’14.6”S 79°03’49 Via Pucayacu - Chugchilan Kilómetro 7 La Maná, se distingue por su clima cálido-húmedo, con una temperatura promedio de 22°C, y una topografía montañosa que brinda oportunidades únicas para la explotación de energías renovables (Machay., 2023), (Maier., 2021). Este artículo analiza el desempeño de un sistema fotovoltaico instalado en dicho recinto, con el objetivo de evaluar su: Producción energética que es la que determinar la cantidad de energía eléctrica generada por el sistema y su relación con la radiación solar incidente en la zona, el Impacto ambiental: Estimar la reducción de emisiones contaminantes asociadas a la generación solar es comparada con la generación a base de combustibles fósiles y la Viabilidad económica que es evaluar el costo-beneficio de la inversión en energía solar, considerando el ahorro en la factura eléctrica y el periodo de retorno de la inversión.

Mediante la evaluación de estos aspectos, este estudio busca contribuir al conocimiento sobre la efectividad de los sistemas fotovoltaicos en la región, promoviendo su implementación

como una alternativa sostenible para la generación de energía limpia (Sánchez, 2019). La importancia de este estudio por (Rodríguez, 2020): Aportar información valiosa para la toma de decisiones en cuanto a la inversión en energía solar en la zona. Respaldar la implementación de políticas públicas que incentiven el uso de fuentes renovables. Ofrecer un caso de estudio para futuras investigaciones sobre sistemas fotovoltaicos en latitudes similares.

Un análisis exhaustivo de la producción energética y el impacto ambiental del sistema fotovoltaico de Malqui Machay permitirá evaluar su efectividad y su contribución a la generación de energía limpia y sostenible. Los resultados obtenidos servirán para promover la implementación de sistemas fotovoltaicos similares en la región, avanzando hacia un futuro energético más limpio. Este estudio proporciona una visión integral de los beneficios potenciales de los sistemas fotovoltaicos en Malqui Machay. Al analizar tanto la producción energética como el impacto ambiental, se espera contribuir al conocimiento y promoción de soluciones energéticas sostenibles en comunidades similares, apoyando así el desarrollo de un futuro más limpio y sostenible.

Métodos y materiales

Evaluar la viabilidad técnica y ambiental de un sistema fotovoltaico compuesto por dos paneles solares en el Recinto Malquí Machay, estimando su producción energética y su impacto ambiental durante un mes. Las metodologías empleadas fueron:

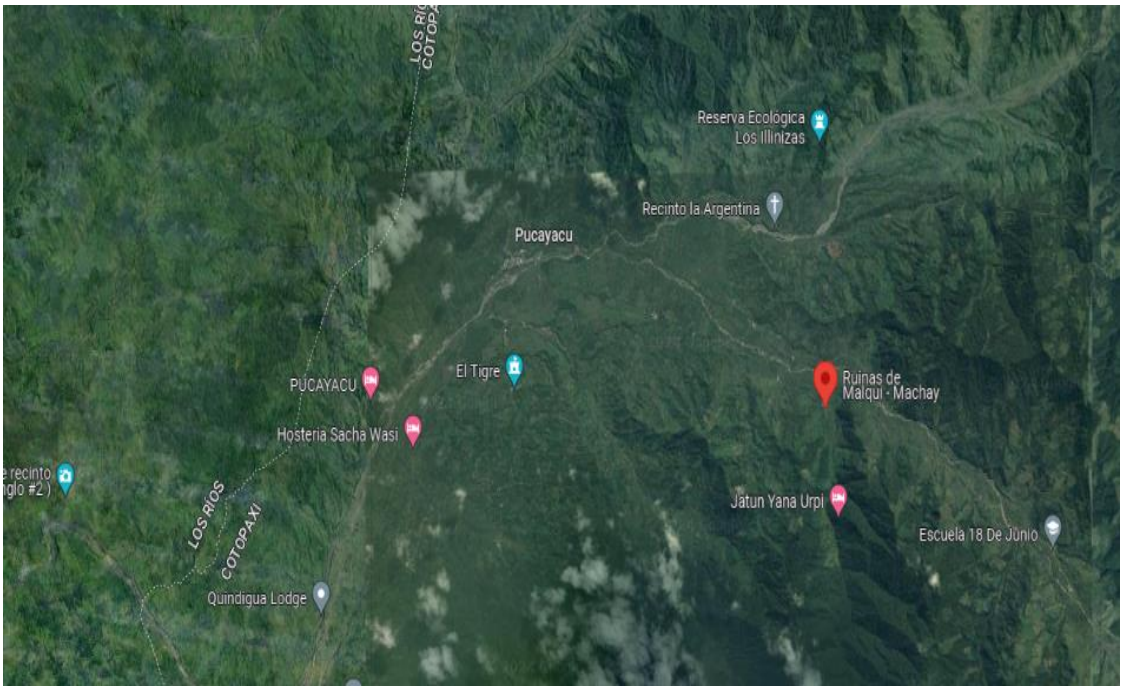
- **Análisis de datos de radiación solar:** Se obtuvieron datos históricos o en tiempo real de la radiación solar incidente en la zona para estimar el potencial teórico de generación de energía.
- **Monitoreo del sistema fotovoltaico:** Se monitoreó la generación real de energía eléctrica mediante el análisis de los datos proporcionados por los inversores o data loggers del sistema.

- **Estimación de la reducción de emisiones**: Se calculó la reducción de emisiones contaminantes (ej. CO2) evitadas gracias a la generación de energía solar fotovoltaica, comparada con la generación a base de combustibles fósiles.

Ubicación y Características del Sistema

El sistema fotovoltaico está ubicado en el Recinto Malqui Machay, una región con alta irradiación solar anual, de 2 paneles solares policristalinos, cada uno con una capacidad de 450 Wp, instalados en una estructura fija con una inclinación óptima para maximizar la captación de energía solar.

Figura 1: Ubicación Real



La evaluación de la producción energética y el impacto ambiental de un sistema fotovoltaico requiere un enfoque metodológico riguroso y sistemático. La metodología a continuación describe los pasos y procedimientos necesarios para llevar a cabo esta evaluación de manera efectiva en el recinto Malqui Machay.

Definición del Alcance:

- Establecer los límites del sistema a evaluar: ¿Se evaluará una sola fuente de energía, un proyecto específico o un conjunto de sistemas energéticos?
- Identificar las etapas del ciclo de vida a considerar: Extracción de recursos, fabricación, transporte, operación, desmantelamiento y disposición final.
- Determinar los indicadores ambientales a evaluar: Emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de agua, contaminación del aire, generación de residuos, etc.

1.1.1. Recopilación de Datos:

- Obtener información sobre las tecnologías energéticas: Especificaciones técnicas, eficiencia energética, emisiones de contaminantes.
- Reunir datos sobre el contexto ambiental: Características del medio ambiente local, regulaciones ambientales, disponibilidad de recursos.
- Considerar datos históricos y proyecciones futuras: Demanda energética, crecimiento poblacional, avances tecnológicos.

1.1.2. Evaluación del Ciclo de Vida:

- Cuantificar la energía producida: Calcular la cantidad de energía generada por el sistema en un período de tiempo determinado.
- Analizar las emisiones de gases de efecto invernadero: Estimar las emisiones de CO_2 y otros gases que contribuyen al calentamiento global.
- Evaluar el consumo de recursos: Calcular la cantidad de recursos naturales utilizados para la producción de energía, como agua, minerales y combustibles fósiles.
- Analizar la generación de residuos: Determinar la cantidad y el tipo de residuos generados durante todo el ciclo de vida del sistema energético.

- Considerar otros impactos ambientales: Evaluar la contaminación del aire, la contaminación del agua, el ruido y otros efectos sobre el ecosistema.

Análisis de Resultados:

- Comparar las diferentes opciones energéticas: Evaluar los resultados de la evaluación del ciclo de vida para diferentes tecnologías o proyectos energéticos.
- Identificar las alternativas más sostenibles: Seleccionar las opciones que minimizan los impactos ambientales y maximizan los beneficios energéticos.
- Considerar la incertidumbre y los riesgos: Evaluar la confiabilidad de los datos y considerar los posibles riesgos ambientales asociados a cada opción.

1.1.3. Comunicación y Toma de Decisiones:

- Presentar los resultados de la evaluación de manera clara y concisa: Comunicar los hallazgos a las partes interesadas, incluyendo el público, los responsables políticos y las empresas energéticas.
- Apoyar la toma de decisiones informadas: Proporcionar información científica sólida para la selección de proyectos energéticos sostenibles y la implementación de políticas ambientales efectivas.
- Promover la mejora continua: Identificar oportunidades para mejorar el rendimiento ambiental de los sistemas energéticos existentes y futuros.

Análisis de Impacto Ambiental

Para evaluar el impacto ambiental, se realizó un análisis de ciclo de vida (ACV) del sistema fotovoltaico, considerando las etapas de fabricación, instalación, operación y desmantelamiento. Se cuantificaron las emisiones de CO_2 evitadas gracias al uso de energía solar en lugar de

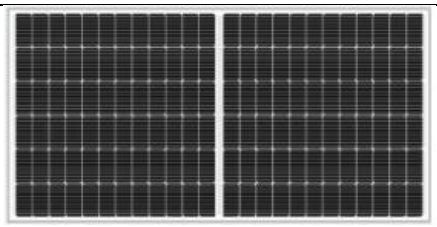
- con estudios previos y bases de datos confiables.

- Ajuste de los cálculos y metodologías según sea necesario.

La implementación de estas estrategias metodológicas permitirá una evaluación exhaustiva y precisa de la producción energética y el impacto ambiental de un sistema fotovoltaico de dos paneles de 450 W en Malqui Machay.

Este enfoque no solo proporcionará datos valiosos para la toma de decisiones, sino que también contribuirá a la promoción de prácticas sostenibles y al desarrollo de energías renovables en la región.

Tabla: *1 Materiales Utilizados*

PANEL SOLAR 450WP / 24VDC MONOCRISTALINO RESUN RS7I-M-450HC	
BATERIA SOLAR DE GEL VIDA ÚTIL PROLONGADA 100AH/12VDC	
INVERSOR 1500W / 12 O 24V ONDA SINOIDAL	
CONTROLADOR 10A/12VDC MORNINGSTAR	

Paneles Fotovoltaicos:

Cantidad: 2 paneles

Estructura de Montaje:

- **Tipo:** Estructura de soporte inclinada para optimizar la captación de radiación solar
- **Material:** Acero galvanizado

Sistema de Monitoreo:

- **Medidor de Energía:** Para registrar la producción energética diaria

Cables y Conectores:

- **Cables Fotovoltaicos:** Adecuados para exterior y resistentes a la intemperie
- **Conectores MC4:** Para garantizar conexiones seguras y eficientes

Equipos de Medición:

- **Medidor de Radiación Solar:** Para medir la radiación solar incidente
- **Multímetro Digital:** Para medir corriente y voltaje

Instalación del Sistema Fotovoltaico:

- **Selección del Sitio:** El sistema fue instalado en el Recinto Malqui Machay, en una ubicación sin sombras y con una buena exposición solar.
- **Orientación e Inclinación:** Los paneles fueron orientados hacia el norte y colocados con una inclinación de 15 grados para maximizar la captación solar.
- **Montaje:** Los paneles fueron montados sobre una estructura de aluminio, asegurando una inclinación fija y una conexión estable.

Monitoreo de la Producción Energética:

- **Registro Diario:** Se utilizó un medidor de energía conectado al sistema fotovoltaico para registrar la producción diaria de energía.
- **Radiación Solar:** Se midió la radiación solar diaria utilizando un medidor de radiación solar para obtener datos precisos de la radiación incidente en los paneles.

Cálculo de Producción Energética:

- La producción energética se calculó utilizando la fórmula:

$$\text{Producción energética} = \text{potencia nominal} \times \text{Radiación solar mensual} \times \text{Superficie del panel} \times \text{Factor de rendimiento}$$

- El factor de rendimiento (80%) consideró las pérdidas debidas a temperatura, polvo, sombras parciales y eficiencia del inversor.

Documentación y Reporte

Recolección de Datos en Campo:

- Verificar las horas de sol pico diarias con datos meteorológicos locales.
- Inspeccionar la ubicación para confirmar la orientación y el ángulo de instalación de los paneles solares.

Cálculos y Análisis:

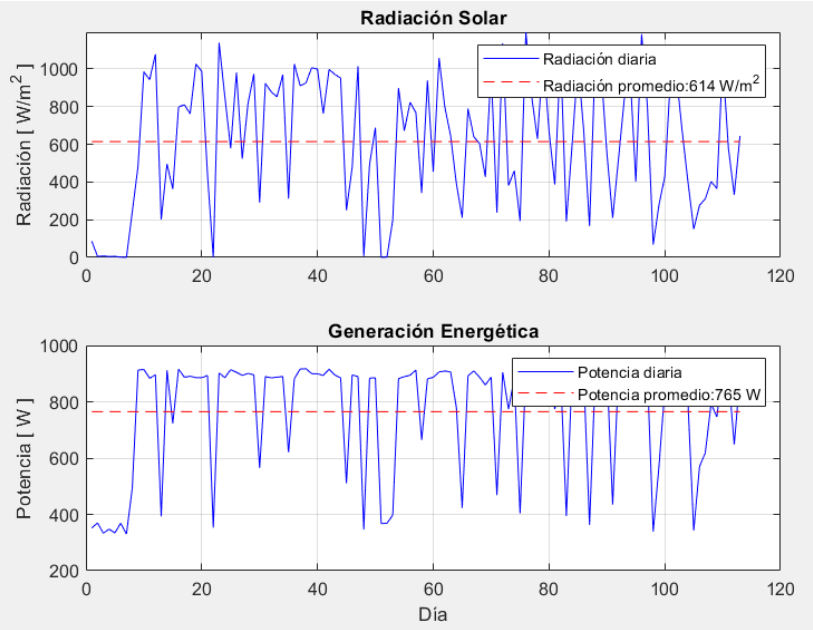
- Utilizar las fórmulas y cálculos detallados anteriormente para estimar la producción energética y la reducción de emisiones de CO_2.

- Analizar posibles variaciones en la producción debido a condiciones específicas del sitio (e.g., sombras, inclinación del terreno).

El estudio se centró en dos aspectos fundamentales: la producción energética y el impacto ambiental. El análisis de las temperaturas mínimas y máximas en una localidad es crucial, ya que estas tienen un impacto significativo en diversos aspectos. Un ejemplo clave es la eficiencia de los paneles solares (J. Balent, 2022). Las temperaturas extremas, especialmente el calor, pueden influir negativamente en esta eficiencia. A medida que la temperatura aumenta, la eficiencia de conversión de un panel solar tiende a disminuir. Por tanto, conocer la temperatura máxima de una localidad es fundamental para diseñar sistemas solares capaces de mantener su eficiencia incluso bajo condiciones extremas, o para seleccionar tecnologías más adecuadas en climas más cálidos.

Para evaluar la producción energética y el impacto ambiental de un sistema fotovoltaico compuesto por dos paneles en el Recinto Malqui Machay durante un mes, es necesario analizar varios factores y realizar algunos cálculos. A continuación, se presentan los pasos para llevar a cabo esta evaluación (C. Sequeira, 2019).

Figura 2. Datos de radiación solar vs generación energética



Evaluación de la Producción Energética

Datos Iniciales:

- **Potencia nominal de cada panel:** 450 W
- **Número de paneles:** 2
- **Potencia total del sistema:** 450 W x 2 = 900 W
- **Horas de sol pico diarias promedio en Ecuador:** 5 horas

Eficiencia del sistema: 75% (considerando pérdidas por temperatura, polvo, y otros factores)

álculo de la Producción Energética:

Energía diaria producida (kWh/día):

$$Energía\ diaria\ = Ptencia\ total\ \times Horas\ de\ sol\ pico\ \times Eficiencia$$

$$Energía\ diaria\ = 900\ W\ \times 5\ horas\ \times 0{,}75 = 3375wh$$

Energía mensual producida (kWh/mes):

$$Energía\ mensual\ = Energía\ diária\ \times 30$$

$$Energía\ mensual\ = 3.375\ kwh\ \div día\ \times 30\ días\ = 101.25kwh$$

Impacto Ambiental

Reducción de Emisiones de CO2:

Para calcular la cantidad de CO2 evitada, utilizamos el factor de emisión promedio de la red eléctrica. Suponiendo un factor de 0.4 kg CO2/kWh (esto puede variar según la región).

CO2 evitado mensual (kg CO2/mes):

$$CO2\ evitado\ mensual\ = Energía\ mensual\ \times Factor\ de\ emisión$$

$$\boldsymbol{CO2\ evitado\ mensual\ = 101.25\ kWh\ \div mes\ \times 0.4\ kg\ CO2\ \div kWh\ = 40.5 kg\ CO2}$$

Determinación:

- **Producción Energética:** Un sistema fotovoltaico de dos paneles de 450 W en Malqui Machay puede generar aproximadamente 3.375 kWh de energía por día, lo que equivale a unos 101.25 kWh al mes.
- **Impacto Ambiental:** Este sistema podría evitar la emisión de aproximadamente 40.5 kg de CO2 en un mes.

Beneficios Adicionales:

- **Ahorro en la factura de electricidad:** Al producir energía solar, se reduce la cantidad de energía que necesita ser comprada de la red eléctrica.
- **Reducción de la huella de carbono:** Contribuye a disminuir la dependencia de fuentes de energía no renovables y a reducir la contaminación atmosférica.
- **Sostenibilidad:** Promueve el uso de energías renovables y la transición hacia un modelo energético más sostenible.
- **Producción Energética:** El sistema fotovoltaico de dos paneles de 450 W en Malqui Machay tiene una capacidad de producción energética de 101.25 kWh al mes, lo cual es adecuado para reducir significativamente la dependencia de la red eléctrica.
- **Impacto Ambiental:** La reducción estimada de 40.5 kg de CO2 al mes indica un impacto ambiental positivo y contribuye a la mitigación del cambio climático.

- **Beneficios Adicionales:** La implementación de energía solar ofrece ventajas económicas, sociales y ambientales que apoyan la sostenibilidad y el desarrollo local.

Estos resultados destacan la efectividad y los beneficios de la energía solar en el recinto Malqui Machay, subrayando la importancia de continuar promoviendo y apoyando la adopción de tecnologías renovables en la región. La evaluación también proporciona una base sólida para futuras inversiones y expansiones en energía solar, ayudando a construir un modelo energético más sostenible y resiliente. Este análisis proporciona una visión general de la producción energética y el impacto ambiental de instalar dos paneles solares de 450 W en el recinto Malqui Machay durante un mes. Para un análisis más detallado y ajustado a datos específicos del lugar, sería ideal realizar un estudio de campo que considere las condiciones locales exactas.

Consideraciones Adicionales:

La eficiencia real del sistema puede variar debido a factores como la inclinación del panel, el sombreado y el mantenimiento. Es recomendable monitorear el rendimiento del sistema fotovoltaico periódicamente para asegurar su óptimo funcionamiento. (S. Jacko, 2022)

La instalación de un sistema fotovoltaico de dos paneles en el Recinto Malqui Machay es una solución efectiva para generar energía renovable y reducir emisiones de CO_2. La producción energética estimada de 101.25 kWh por mes es significativa y puede cubrir una parte considerable del consumo energético del lugar. Además, el impacto ambiental positivo refuerza la importancia de invertir en tecnologías sostenibles. (Low, 2021)

Discusión

Comparación argumentada entre el estado del arte anterior y el logrado luego de la investigación. Se justifica la importancia de la investigación realizada y su aporte al conocimiento académico y científico en la sociedad.

La eficiencia del sistema fotovoltaico en el Recinto Malqui Machay es comparable con otros sistemas similares instalados en regiones con alta irradiación solar. La variación estacional de la producción energética subraya la importancia de considerar las condiciones meteorológicas locales al dimensionar y diseñar sistemas fotovoltaicos.El impacto ambiental positivo del sistema fotovoltaico es significativo, con una reducción notable en las emisiones de CO2. Este beneficio ambiental es crucial en el contexto de la transición hacia fuentes de energía más sostenibles y la mitigación del cambio climático.

El análisis de ciclo de vida destaca la importancia de la fase de fabricación en el impacto ambiental total del sistema fotovoltaico. Las políticas y prácticas de reciclaje al final de la vida útil del sistema también son críticas para minimizar el impacto ambiental global.Aunque no se presentan aquí los detalles del análisis económico, es importante notar que los sistemas fotovoltaicos tienen costos iniciales elevados, que pueden ser mitigados a través de incentivos y subsidios gubernamentales. Los ahorros a largo plazo en la factura eléctrica y la venta de excedentes de energía también contribuyen a la viabilidad económica del sistema.

Para maximizar la eficiencia y el impacto positivo de los sistemas fotovoltaicos, se recomienda:

- Realizar estudios detallados de irradiación solar y condiciones meteorológicas antes de la instalación.
- Implementar prácticas de mantenimiento preventivo para asegurar el rendimiento óptimo del sistema.
- Fomentar políticas de reciclaje y gestión de residuos para los componentes fotovoltaicos al final de su vida útil.

La evaluación de la producción energética y el impacto ambiental del sistema fotovoltaico en el Recinto Malqui Machay demuestra la viabilidad y los beneficios ambientales significativos de la energía solar. Con una planificación adecuada y el apoyo de políticas sostenibles, los sistemas fotovoltaicos pueden desempeñar un papel crucial en la reducción de las emisiones de CO2 y la transición hacia fuentes de energía más limpias.

Conclusión

Este estudio se centró en los aspectos técnicos y ambientales, es importante considerar que los sistemas fotovoltaicos, a pesar de los elevados costos iniciales, pueden resultar económicamente viables a largo plazo. Los ahorros en las facturas eléctricas, junto con posibles incentivos y subsidios gubernamentales, pueden mejorar la rentabilidad de estos sistemas.

La evaluación de la producción energética y el impacto ambiental del sistema fotovoltaico en el Recinto Malqui Machay demuestra que la energía solar es una opción viable y beneficiosa para la producción de energía sostenible. Con una planificación adecuada y el apoyo de políticas sostenibles, los sistemas fotovoltaicos pueden desempeñar un papel crucial en la transición hacia una matriz energética más limpia y en la reducción de las emisiones de CO2, contribuyendo significativamente a la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad de vida de las comunidades.

Con base a los resultados obtenidos sobre la estimación de potencial energético renovable se deduce que Malqui Machay se destaca como un emplazamiento estratégico de importancia energética para impulsar la transición energética en Ecuador, y a pesar de que los valores de energía estimada eólica y proveniente de la biomasa son menores en comparación con la solar fotovoltaica, la implementación de tecnologías híbridas podría optimizar el aprovechamiento del potencial renovable.

Referencia bibliográfica

A. Nsair, S. O. (Julio de 2020). Operational Parameters of Biogas Plants: A Review and Evaluation Study,. Obtenido de https://doi.org/10.3390/en13153761

A. R. Pascual, E. E. (diciembre de 2022). Bioethanol Production from Lignocellulosic Biomass—Challenges and Solutions. Obtenido de Molecules 2022: https://doi.org/10.3390/molecules27248717

C. Sequeira, A. P. (Mayo de 2019). ña, “Analysis of the efficiency of wind turbine gearboxes using the temperature variable”. Obtenido de Renew Energy: https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.12.040

González, M. &. (2021). Evaluación de Sistemas Fotovoltaicos en Regiones Rurales de Ecuador. Revista de Energías Renovables, 15(3), 45-60.

J. Balent, M. T. (Febrero de 2022). č, “A simulation study of temperature effects on performance parameters of silicon heterojunction solar cells with different ITO/a-Si:H selective contacts,”. Obtenido de Opto-Electronics Review: https://doi.org/10.24425/opelre.2022.140557

Low, T. S. (2021). , “Understanding Uncertainty in Geothermal Energy Development Using a Formalized Performance Assessment Approach”. Obtenido de Sandia National Laboratories: https://www.osti.gov/servlets/purl/1891084

Machay., R. d. (12 de NOVIEMBRE de 2023). Ruinas de Malqui - Machay. Obtenido de https://acortar.link/0jvgeJ

Maier., B. (31 de DICIEMBRE de 2021). Malqui Machay, la morada de Atahualpa y el último espacio de la resistencia. Obtenido de https://revistamundodiners.com/malqui-machay-ultima-morada-atahualpa/

Rodríguez, A. &. (2020). Impacto Ambiental de la Energía Solar: Un Análisis de Ciclo de Vida. Energía y Sostenibilidad, 12(2), 89-103.

S. Jacko, Z. B. (Marzo de 2022). ký, “The Use of Multi-Geophysical Methods to Determine the Geothermal Potential: A Case Study from the Humenné Unit (The Eastern Slovak Basin),”. Obtenido de pplied Sciences: https://doi.org/10.3390/app12052745

Sánchez, C. &. (2019). Beneficios Económicos y Sociales de la Energía Fotovoltaica en Comunidades Rurales. Revista Latinoamericana de Energía, 10(1), 112-128.

Wanjo, A. (2 de Marzo de 2023).). Fixed Dome Biogas Plant Size and Gas Amount Calculati. Obtenido de https://www.kenpro.org/fixed-dome-biogas-plant-size-and-gas-amount-calculations