

# RELIGACIÓN

R E V I S T A

## Evaluación de proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica en Tiwintza, Morona Santiago-Ecuador

*Evaluation of investment projects in photovoltaic solar energy in Tiwintza, Morona Santiago-Ecuador*

Romero-Aucancela Héctor Andrés, Tapia-Tapia Mario Enrique, Solís-Muñoz Juan Bautista

### RESUMEN

El limitado acceso al servicio de energía eléctrica en comunidades rurales lejanas del cantón Tiwintza provincia de Morona Santiago debido a su ubicación en zonas de difícil acceso, dificulta la inversión en infraestructura de redes eléctricas de distribución convencionales, limitando el acceso a servicios básicos y provocando una brecha en su desarrollo sostenible; motivo por el cual los proyectos de electrificación mediante el uso de energía fotovoltaica surgen como alternativa de solución energética sostenible y accesible para solucionar el problema de falta de servicio eléctrico. El presente trabajo de titulación se enfocó en evaluar económica, social y ambientalmente los proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica en Tiwintza, Morona Santiago, Ecuador, con el objetivo de generar políticas de cobertura energética. La aplicación del método de investigación estadístico, con un enfoque de paradigma positivista y cuantitativo, con un diseño de investigación no experimental, permitió mediante la aplicación de encuestas y análisis estadísticos obtener los resultados, mismos que muestran la existencia de una correlación positiva y significativa entre la factibilidad del proyecto y las evaluaciones económica, social y ambiental, resaltando la importancia de estos factores en la aceptación del proyecto por parte de la comunidad. En conclusión, los resultados destacan la importancia de adoptar un enfoque integral que tenga en cuenta no solo los aspectos económicos, sino también los impactos sociales y ambientales, para promover proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica que sean sostenibles a largo plazo, y contribuyan al diseño de políticas de cobertura energética en comunidades rurales del Ecuador.

**Palabras clave:** Evaluación de proyecto; evaluación económica; evaluación del impacto ambiental; evaluación social; correlación.

---

#### Romero-Aucancela, Héctor Andrés

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador. hector.romero.22@est.ucacue.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0006-3914-6623>

#### Tapia-Tapia, Mario Enrique

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador. mtapia@ucacue.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-5206-1302>

#### Solís-Muñoz, Juan Bautista

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador. jbsolizm@ucacue.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-5148-6923>

<http://doi.org/10.46652/rgn.v9i41.1245>  
ISSN 2477-9083  
Vol. 9 No. 41 julio-septiembre, 2024, e2401245  
Quito, Ecuador

Enviado: marzo 23, 2024  
Aceptado: mayo 26, 2024  
Publicado: junio 11, 2024  
Publicación Continua



## ABSTRACT

The limited access to electrical energy services in remote rural communities in the Tiwintza canton, Morona Santiago province, due to their location in difficult-to-access, makes investment difficult in conventional electrical distribution network infrastructure, limiting access to basic services and creating a gap in their sustainable development. This is why electrification projects using photovoltaic energy emerge as a sustainable and accessible energy solution to address the lack of electrical service. This thesis focused on economically, socially, and environmentally evaluating solar photovoltaic energy investment projects in Tiwintza, Morona Santiago, Ecuador, with the aim of generating energy coverage policies. The application of the statistical research method, with a positivist and quantitative paradigm approach and a non-experimental research design, allowed to obtain results through the application of surveys and statistical analysis. The results show the existence of a positive and significant correlation between the feasibility of the project and the economic, social, and environmental evaluations, highlighting the importance of these factors in the community's acceptance of the project. In conclusion, the results emphasize the importance of adopting an integral approach that considers not only economic aspects but also social and environmental impacts, to promote long-term sustainable solar photovoltaic energy investment projects and contribute to the design of energy coverage policies in rural communities in Ecuador.

**Keywords:** Project evaluation; economic evaluation; environmental impact assessment; social evaluation; correlation.

## Introducción

En el contexto actual de la transición global de combustibles fósiles hacia fuentes de energía renovables, la energía solar ha surgido como una alternativa esencial debido a su carácter inagotable. Europa, en particular, ha mostrado un fuerte compromiso con la energía solar fotovoltaica como parte de su proceso de descarbonización del sistema energético (Louwen & Van Sark, 2020). Proyecciones indican que para el año 2050, la energía solar fotovoltaica podría abastecer al menos el 36 % de la demanda eléctrica total en la región (Lugo-Laguna et al., 2021).

En Europa, se emplean métodos integrales para evaluar la viabilidad de proyectos de energía solar fotovoltaica, considerando aspectos económicos, sociales y ambientales; estos incluyen análisis económicos como el costo-beneficio y el costo promedio ponderado de capital, evaluación social que abarca la participación comunitaria y la generación de empleo, así como herramientas de evaluación ambiental como el análisis del ciclo de vida y el costo del ciclo de vida, con énfasis en la reducción de emisiones y la contribución al cambio climático (IRENA, 2023; Martinopoulos, 2020).

En América Latina, la energía solar fotovoltaica ha ganado terreno en la matriz energética, representando aproximadamente el 4 % de la generación total de electricidad en la región (IRENA, 2023). Destacan países como Chile, que suministra electricidad a alrededor del 10 % de sus comunidades rurales mediante energía solar fotovoltaica, México, que abastece aproximadamente el 15 % de sus comunidades rurales con esta tecnología, y Brasil, donde se han implementado proyectos que cubren alrededor del 20 % de sus comunidades rurales (Romero & Cristóbal, 2022).

La evaluación de proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica en América Latina, abarca aspectos económicos, sociales y ambientales; la viabilidad económica se determina empleando técnicas como el análisis de costo-beneficio y el análisis de costo promedio ponderado de capital (González, 2023; Petrelli, 2022). En términos de impacto social, se evalúa la participación comunitaria, la generación de empleo y el desarrollo socioeconómico; para evaluar el impacto ambiental, se utilizan herramientas como el análisis del ciclo de vida, la reducción de emisiones y la promoción de una matriz energética sostenible (López Mejía, 2017; Ramos Sanz, 2023).

En Ecuador, la producción de energía solar fotovoltaica representó solo el 0,11 % de la electricidad generada en el país en 2023 (ARCERNNR, 2024); sin embargo, los sistemas fotovoltaicos están ganando terreno en la matriz energética, experimentando un crecimiento notable con el objetivo de alcanzar una participación del 15 % para el año 2030, respaldado por políticas favorables y avances tecnológicos (Inca Yajamín et al., 2023).

El censo nacional de 2022 reveló que el 97.5 % de la población ecuatoriana cuenta con acceso a la energía eléctrica, sin embargo, en Morona Santiago este índice desciende al 89.09 % (ARCERNNR, 2024). Esto resalta la carencia de servicio eléctrico en las comunidades rurales de Morona Santiago, debido a su ubicación remota y alejada de la red eléctrica nacional (Ávila Paredes et al., 2023). La Empresa Eléctrica Regional CENTROSUR C.A. ha implementado el programa Yantsa ii Etsari desde 2011, electrificando viviendas de comunidades mediante sistemas fotovoltaicos, con resultados positivos en educación, salud y seguridad (Urdiales Flores, 2015).

La evaluación de proyectos de energía solar en Ecuador se centra en tres aspectos: financiero, social y ambiental; comúnmente, se emplea el análisis costo-beneficio para evaluar su viabilidad financiera (Burbano, 2022). En términos ambientales, se considera el impacto positivo en la reducción de combustibles fósiles, emisiones de gases de efecto invernadero y la mitigación del cambio climático; en el ámbito social, se evalúa el impacto en las comunidades beneficiarias, incluyendo acceso a servicios básicos como energía, educación y salud, así como la generación de empleo para promover el desarrollo local sostenible (Bravo, 2015; Inca Yajamín et al., 2023).

En síntesis, el enfoque de esta investigación es determinar si: ¿Es posible la evaluación económica, social y ambiental los proyectos de inversión en energía eléctrica solar fotovoltaica en Tiwintza, Morona Santiago- Ecuador? En este sentido, el objetivo principal de esta investigación es evaluar económica, social y ambientalmente los proyectos de inversión en energía eléctrica solar fotovoltaica en Tiwintza, Morona Santiago- Ecuador, mediante investigación aplicada para la generación de políticas de cobertura energética, que responda al problema de investigación.

## Referencial teórico

### Evaluación económica de proyectos de inversión

La evaluación económica en proyectos de inversión, como lo definen Brealey et al. (2019), es un proceso fundamental para determinar la viabilidad financiera y económica de llevar a cabo una inversión; este proceso implica comparar los beneficios y costos futuros de un proyecto utilizando técnicas como el valor presente neto (VPN) o la tasa interna de retorno (TIR), con el propósito de establecer si la inversión generará un rendimiento adecuado para los accionistas.

Damodaran (2021), indica que la evaluación económica también implica determinar el valor presente de los flujos de efectivo futuros generados por un proyecto, descontados a una tasa apropiada que refleje el riesgo asociado con dichos flujos de efectivo.

Mientras que, Pindyck & Rubinfeld (2022), señalan que este proceso implica estimar y comparar los costos y beneficios esperados de un proyecto, considerando la incertidumbre sobre los resultados futuros y la disponibilidad de recursos limitados.

### Evaluación social de proyectos de inversión

La evaluación social en proyectos de inversión es un proceso multidimensional que implica el análisis sistemático de los efectos económicos, sociales y ambientales de las inversiones, con el fin de determinar su impacto en el bienestar social y su viabilidad a largo plazo (Wang et al., 2020).

Para Baumol et al. (2022), este enfoque va más allá de simplemente calcular los beneficios monetarios directos de un proyecto, considerando también aspectos como la equidad, la distribución de la renta y la sostenibilidad ambiental.

La evaluación social en proyectos de inversión abarca la medición y valoración de los impactos sociales y económicos en términos de bienestar humano y desarrollo sostenible (Quah, 2023).

Al evaluar un proyecto de inversión, es esencial considerar tanto los costos como los beneficios en términos monetarios y no monetarios, así como su distribución entre diferentes grupos sociales y su efecto en el medio ambiente (Baumol et al., 2022; Quah, 2023; Wang et al., 2020). Este enfoque integral permite una toma de decisiones más informada y orientada hacia el logro de objetivos sociales y económicos a largo plazo (Quah, 2023; Wang et al., 2020).

## Evaluación ambiental de proyectos de inversión

La evaluación ambiental en proyectos de inversión se define como un proceso multidisciplinario que analiza y evalúa los efectos potenciales de un proyecto en el medio ambiente natural y construido, así como en la salud y el bienestar humano; los métodos utilizados pueden incluir evaluaciones de impacto ambiental (EIA), análisis de riesgos ambientales, evaluaciones de ciclo de vida, análisis costo-beneficio ambiental, así como técnicas de modelado y simulación para prever los posibles efectos de un proyecto en el medio ambiente (Romero Pereira & Sánchez Coria, 2022).

Este proceso de evaluación busca informar y orientar la toma de decisiones para minimizar o mitigar los impactos adversos y promover el desarrollo sostenible; implica un análisis exhaustivo de los posibles impactos ambientales y sociales de una actividad propuesta, con el objetivo de garantizar un desarrollo equitativo y sostenible, empleando métodos participativos que involucren a las comunidades locales y partes interesadas en el proceso de toma de decisiones, promueve el uso de herramientas como la matriz de impacto ambiental, el análisis de multicriterio, y el enfoque de valoración contingente para evaluar los impactos ambientales y sociales de manera integral (Tawalbeh et al., 2021).

La evaluación ambiental en proyectos de inversión es un enfoque sistemático que incluye la identificación, evaluación y mitigación de los impactos potenciales de un proyecto en el medio ambiente y la sociedad, así como la promoción de medidas de conservación y desarrollo sostenible; estos enfoques pueden incluir análisis de sensibilidad, técnicas de evaluación de riesgos y medidas de mitigación y compensación para abordar los impactos adversos identificados (Wathern, 2023).

### Estudios de evaluación de proyectos de energía solar fotovoltaica.

En el contexto colombiano un estudio de López Mejía (2017), realizado para determinar la viabilidad financiera de la generación de energía fotovoltaica por medio de un huerto solar en Pereira, determinó que, el proyecto resulta factible de acuerdo al análisis de las variables del estudio de mercado, técnico, administrativo, legal y ambiental, sin embargo al efectuar la evaluación financiera, determinaron que el proyecto no brinda los rendimientos financieros esperados lo que quiere decir que la rentabilidad del proyecto de inversión no satisface las expectativas de los inversionistas, convirtiéndolo en un proyecto no viable.

En el ámbito peruano, un trabajo de investigación de Parra Otarola (2023), llevado a cabo con la finalidad de determinar si los proyectos de energía solar fotovoltaica inciden en la calidad de vida de las personas habitantes del distrito de Pilpichaca en Perú, reveló que existe una correlación positiva significativa entre la utilización de energía solar fotovoltaica y la calidad de vida de los moradores de Pilpichaca, destacando su impacto tanto en el bienestar físico como emocional; además no solo mejora el acceso a servicios básicos en áreas remotas, sino que también permite el desarrollo individual y colectivo, así como la reducción de la contaminación ambiental, contribuyendo así al bienestar general de la población y al impulso del desarrollo local.

En el ámbito local ecuatoriano, un estudio de Ponce Churta (2023), determino que la comunidad Masa 2 localizada en la isla del Golfo de Guayaquil se benefició con la implementación de proyectos de energía solar fotovoltaica para sus viviendas, el análisis económico determinó que los sistemas fotovoltaicos implementados representan una inversión rentable, el análisis ambiental concluyó que el sistema de energía solar reduce significativamente el índice de emisiones GEI o gases de efecto invernadero, resultando una inversión viable.

### **Sistemas de energía solar fotovoltaica**

Los sistemas fotovoltaicos producen energía eléctrica utilizando la energía solar; estos sistemas de generación fotovoltaica se consideran entre las fuentes de energía renovable más limpias porque la energía del sol es prácticamente inagotable y no produce ningún contaminante (Burbanco, 2022).

La tecnología solar fotovoltaica utiliza módulos o generadores fotovoltaicos para convertir directamente la radiación solar en electricidad, esto mediante un generador fotovoltaico el cual genera energía eléctrica a través de múltiples módulos fotovoltaicos conectados, los cuales están compuesto por unidades básicas conocidas como células fotovoltaicas (Barragán & Espinoza, 2015).

### **Actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador**

De acuerdo a la investigación de Inca Yajamín et al. (2023), el Ecuador tiene un elevado potencial de energía solar por su ubicación geográfica, por lo que el gobierno ha instaurado medidas para fomentar el uso de sistemas de energía fotovoltaicos como fuentes de energías renovables, pese a que el uso de sistemas fotovoltaicos todavía está en desarrollo, se espera un incremento continuo en la capacidad instalada de energía solar fotovoltaica en el país; el gobierno ecuatoriano ha establecido metas ambiciosas, como alcanzar una capacidad instalada de 1500 MW de energía solar fotovoltaica para 2030 y aumentar la contribución de energía renovable al 15 % de la matriz energética total; en actualidad en el país los sistemas fotovoltaicos se utilizan principalmente en hogares y negocios pequeños, priorizando el uso residencial y comercial; lo que ha generado un aumento en la generación de electricidad renovable en el país, y es probable que esta tendencia siga en incremento debido al gran potencial solar y al respaldo gubernamental a las energías renovables.

La rentabilidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador está determinada por diversos factores, como la inversión inicial, la eficiencia de los paneles solares, la tarifa eléctrica, el clima, entre otros; a continuación, se presentan datos comparativos sobre los costos de instalación de los sistemas fotovoltaicos en el país. Según Inca Yajamín et al. (2023), el costo de instalación de un sistema fotovoltaico puede variar entre 850 y 2,500 USD por kWp (kilovatio pico), lo que significa que para un sistema de 5 kWp, el costo puede estar en el rango de 4,250 a 12,500 USD.

## Estructura de costos en proyectos de inversión

La estructura de costos en proyectos de inversión es fundamental para evaluar su viabilidad económica y financiera; este desglose meticuloso de los gastos relacionados con la adquisición, instalación y operación permite a los inversores y desarrolladores comprender y administrar eficientemente los costos involucrados en el proyecto, una gestión precisa de los costos es fundamental para optimizar el retorno de la inversión y mitigar los riesgos financieros asociados con su implementación; una estructura de costos bien definida y gestionada adecuadamente es crucial para el éxito de los proyectos, la cual proporcionará una base sólida para la toma de decisiones financieras y estratégicas, permitiendo evaluar la viabilidad económica y financiera del proyecto (Miranda, 2021).

## Factibilidad en proyectos de inversión de energía solar fotovoltaica

La factibilidad en proyectos de inversión de energía solar fotovoltaica implica una evaluación completa de la viabilidad técnica, económica, ambiental y social de implementar un sistema de generación de energía solar fotovoltaica en un lugar específico; este análisis busca determinar si el proyecto es realizable y rentable, considerando diversos factores como la disponibilidad de recursos solares, los costos de instalación y operación, los incentivos gubernamentales, los impactos ambientales y sociales, entre otros; se evalúa la adecuación del sitio para la instalación, los costos de inversión, operación y mantenimiento del sistema de generación, así como los ingresos anhelados por la venta de energía eléctrica generada; se consideran los posibles impactos ambientales del proyecto y las medidas de mitigación y compensación necesarias para minimizar estos impactos; en conclusión la factibilidad en proyectos de inversión de energía solar fotovoltaica es un proceso integral que requiere evaluar diversos aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales para determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto (Méndez, 2016).

## Metodología

El presente trabajo de titulación, denominado Evaluación de proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica en Tiwintza, Morona Santiago - Ecuador, sigue la perspectiva del paradigma positivista, este enfoque implica la aplicación de métodos científicos para recopilar datos objetivos y verificables sobre la viabilidad económica, social y ambiental de los proyectos de energía solar fotovoltaica (Veliz et al., 2012). Este paradigma guía tanto la identificación de los problemas de investigación como la selección de métodos y el análisis de los resultados obtenidos en el campo (Meza, 2023). La naturaleza de la investigación es cuantitativa, ya que se basa en un diseño de investigación no experimental, donde no se manipulan deliberadamente las variables; en otras palabras, el estudio no altera intencionalmente las variables predictoras para observar su impacto en otras variables (Agudelo et al., 2008).

El método aplicado a la investigación es estadístico ya que implica el uso de técnicas estadísticas para recopilar, analizar y presentar datos en la investigación; esenciales para describir y analizar tanto datos cuantitativos como cualitativos, así como para hacer inferencias sobre una población a partir de una muestra representativa (Ávila, 2019).

La pregunta científica surge a partir de una observación cuidadosa, objetiva y respaldada por evidencia, lo que conduce al diseño de la investigación (Rivero et al., 2023). La hipótesis, como una suposición teórica, representa una explicación tentativa del fenómeno estudiado y puede considerarse como una posible solución al problema científico planteado (Romaní et al., 2022). El análisis se lleva a cabo utilizando herramientas estadísticas para determinar la significancia de los datos y validarlos como resultados del proceso de investigación, lo que a su vez conduce a la inferencia de conclusiones y recomendaciones (Cerezo, 2022).

El estudio adoptó un enfoque exploratorio, descriptivo y correlacional. Se centró en investigar el fenómeno dentro de su contexto específico, buscando generar ideas, identificar patrones de interés y explorar posibles asociaciones, lo que condujo a la formulación de hipótesis iniciales (Rivero et al., 2023). Se caracterizó por analizar y describir en detalle el fenómeno de estudio, incluyendo sus características, causas y efectos (Calero et al., 2022). Además, se examinó la relación entre las variables independientes y la variable dependiente, estableciendo así una relación causal potencial. El coeficiente de correlación, que varía de -1 a +1, se utilizó para cuantificar esta relación; si la correlación es nula, indica que no hay relación entre las variables investigadas (Martínez & Pérez, 2023).

El estudio se clasificó como transversal no probabilístico, lo que implicó la recopilación de datos en un solo momento en el tiempo para obtener una instantánea de la población objetivo, el segmento de población es finito, siendo este los beneficiarios del proyecto de energía solar fotovoltaica de la comunidad rural Mamáis del cantón Tiwintza provincia de Morona Santiago, la muestra se obtendrá mediante criterio censal es decir es la totalidad de la población disponible de la comunidad (Quevedo et al., 2022).

El método empleado consistió en una encuesta mediante un cuestionario que empleó la escala de Likert, mediante el cual se asignaron cinco opciones de respuesta siendo estas 1 totalmente en desacuerdo, 2 en desacuerdo, 3 ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4 de acuerdo y 5 totalmente de acuerdo; además, en la segunda parte del instrumento, se registraron las variables de control que se utilizaron para caracterizar al sujeto de investigación (Vargas, 2022).

La validación de contenido se encargó de determinar si el instrumento aborda de manera adecuada el concepto teórico propuesto; la retroalimentación de expertos contribuyó a ajustar la cantidad de elementos del instrumento según la comprensión precisa de cada variable de investigación (Guerrero et al., 2022). La fiabilidad del instrumento se midió mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, siendo 0,6 el umbral de consistencia interna entre las variables observadas y la definición de la dimensión de estudio (Chávez et al., 2022).



Mediante la aplicación del coeficiente de Alpha de Cronbach se evaluó la coherencia interna de los ítems. La variable “X1” Evaluación Económica de 10 ítems se redujo a 8, la variable “X2” Evaluación Social de 12 ítems disminuyó a 11, la variable “X3” Evaluación Ambiental de 11 ítems se redujo a 8; y por último la variable independiente “Y” Proyecto Factible mantuvo sus 9 ítems, los resultados pueden ser visualizados en la tabla a continuación.

Tabla 1. Análisis de la confiabilidad del instrumento mediante el coeficiente Alpha de Cronbach.

	Ítems prueba piloto	Alpha Cronbach Final
Variables Independientes		
X1 =Evaluación económica	8	0.761
X2 = Evaluación social	11	0.784
X3 =Evaluación ambiental	8	0.811
Variables Dependientes		
Y1 = Proyecto factible	9	0.849
Alpha de Cronbach de la escala general	36	

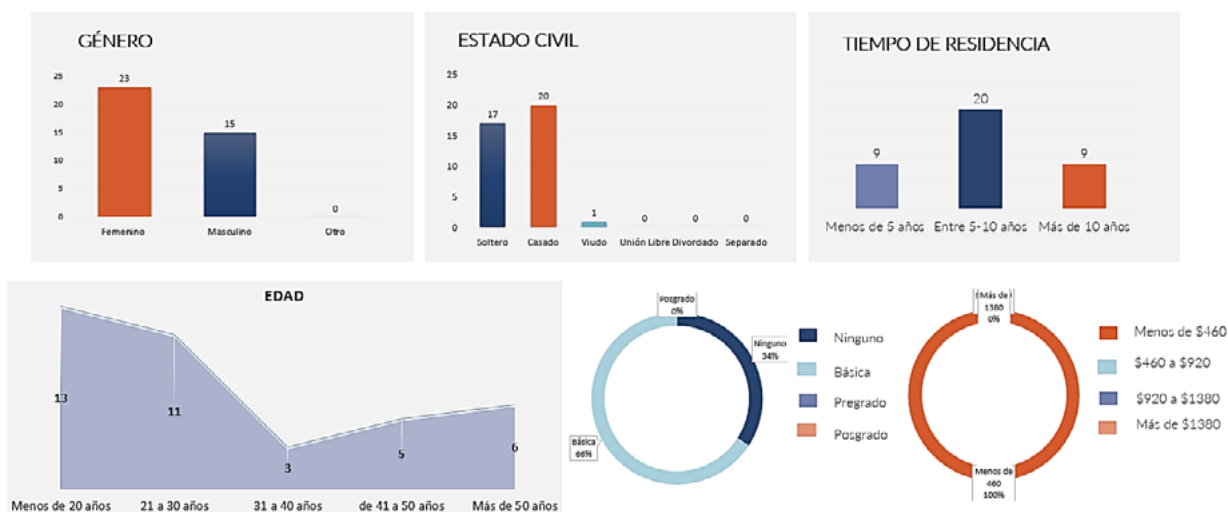
Fuente: Elaborado por los autores.

## Resultados

Los resultados revelan que la muestra encuestada está compuesta principalmente por personas que residen entre 5 a 10 años en la comunidad, casadas, con educación básica, de edades diversas, con ingresos bajos y con predominio del género femenino, como se aprecia en la siguiente figura.

Gráfico 1. Información socio-demográfica de las personas encuestadas.

## INFORMACIÓN SOCIO-DEMOGRÁFICA



Fuente: Elaborado por los autores.

Se aplicó la prueba de Parametría de Shapiro-Wilk en atención a que son 38 sujetos de estudio muy por debajo de las 50 observaciones que recomienda la literatura para aplicar otro tipo de test. Se corrobora que la distribución de los datos es no paramétrica y en consecuencia se calcularán correlaciones con el coeficiente de Pearson, como se puede evidenciar en la siguiente tabla.

Tabla 2. Prueba de Parametría de Shapiro-Wilk.

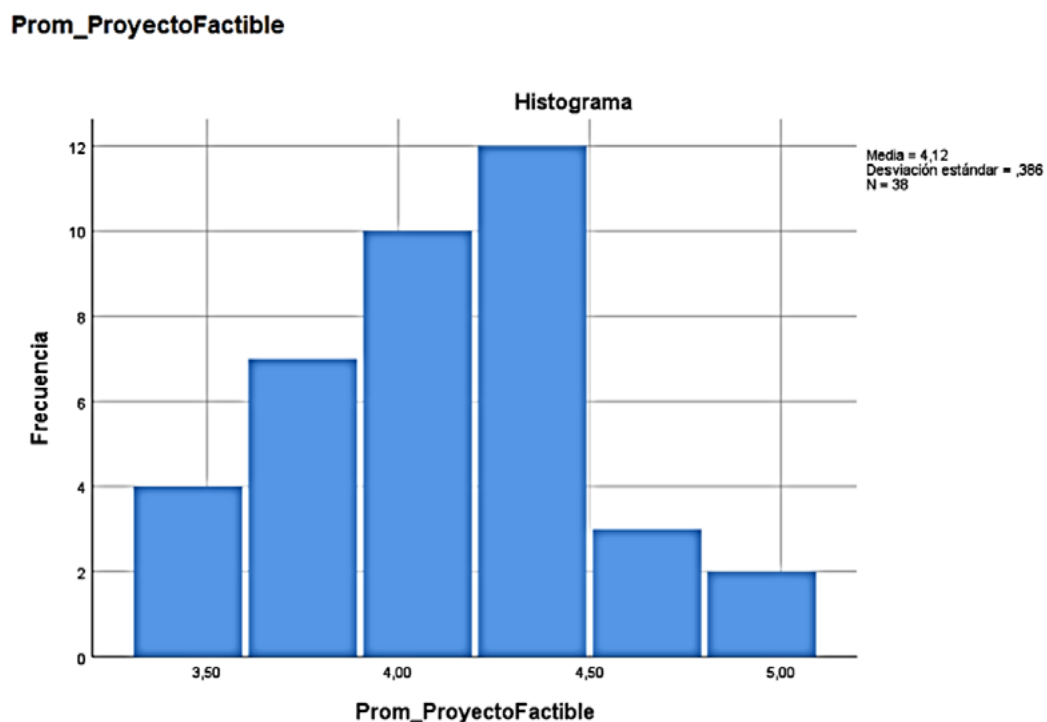
Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Prom_ProyectoFactible	0.105	38	0.200*	0.978	38	0.654
Prom_EvaluaciónEconómica	0.113	38	0.200*	0.974	38	0.508
Prom_EvaluaciónSocial	0.137	38	0.071	0.969	38	0.377
Prom_EvaluaciónAmbiental	0.206	38	0.000	0.900	38	0.003

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera  
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaborado por los autores.

El Histograma de frecuencias determina una media de 4,12 con una dispersión medida por la desviación estándar de 0,386, esto significa que los datos tienen a estar principalmente concentrados alrededor de la media aritmética entre 3,734 y 4,506. El Histograma corrobora la distribución no paramétrica de los datos y se evidencia en la siguiente figura.

Gráfico 2. Histograma de frecuencias.



Fuente: Elaborado por los autores.

La correlación es un coeficiente que mide el nivel de asociación entre dos variables, los resultados revelan que todas las correlaciones son significativas a un nivel de confianza del 99 % (nivel 0.01 bilateral), lo cual apunta a la existencia de una relación positiva fuerte entre las variables evaluadas.

En el presente caso, la evaluación económica está altamente correlacionada con el proyecto factible con una correlación de 0,695\*\* y es estadísticamente significativa con 0,000 menor al p-valor de 0,05. Similar comportamiento se evidencia con la Evaluación social 0,801\*\* y la evaluación ambiental de 0,711\*\*, los hallazgos se exhiben en la tabla a continuación.

Tabla 3. Correlación obtenida mediante coeficiente de Pearson.

		<b>Correlaciones</b>			
		Prom_Proyecto Factible	Prom_Evaluación Económica	Prom_Evaluación Social	Prom_Evaluación Ambiental
Prom_Proyecto Factible	Correlación de Pearson	1	0.695**	0.801**	0.711**
	Sig.(bilateral)		0.000	0.000	0.000
	N	38	38	38	38
Prom_Evaluación Económica	Correlación de Pearson	0.695**	1	0.788**	0.696**
	Sig.(bilateral)	0.000		0.000	0.000
	N	38	38	38	38
Prom_Evaluación Social	Correlación de Pearson	0.801**	0.788**	1	0.673**
	Sig.(bilateral)	0.000	0.000		0.000
	N	38	38	38	38
Prom_Evaluación Ambiental	Correlación de Pearson	0.711**	0.696**	0.673**	1
	Sig.(bilateral)	0.000	0.000	0.000	
	N	38	38	38	38

\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0.01 (bilateral)

Fuente: Elaborado por los autores.

## Resultados

Los resultados obtenidos en esta investigación proporcionan importantes perspectivas sobre la viabilidad y aceptación del proyecto de energía solar fotovoltaica en Tiwintza, el análisis de correlación entre las variables clave indican que existe una interacción significativa entre la factibilidad del proyecto y las evaluaciones económica, social y ambiental del mismo.

El estudio muestra una fuerte correlación ( $r=0.801$ ), entre la variable Proyecto Factible y la Evaluación Social, lo que sugiere que los aspectos sociales son un factor determinante en la percepción de viabilidad del proyecto por parte de la comunidad. Asimismo, la variable Evaluación Ambiental presenta una correlación significativa ( $r=0.711$ ), con la factibilidad del proyecto, indicando que los impactos ambientales son un elemento clave para su aceptación. Por otro lado, la Evaluación Económica exhibe una correlación positiva ( $r=0.695$ ), con la variable Proyecto Factible, lo que sugiere que los beneficios económicos del proyecto son un aspecto importante para su implementación exitosa en la comunidad.

Los resultados presentados reflejan la consistencia con investigaciones previas llevadas a cabo en entornos similares, las cuales han destacado la importancia de considerar los aspectos sociales, ambientales y económicos de los proyectos de energía solar fotovoltaica para su aceptación y éxito en las comunidades rurales (Barragán & Espinoza, 2015; Inca Yajamín et al., 2023; Urdiales Flores, 2015).

Un estudio efectuado en comunidades rurales de Ecuador constató que la participación comunitaria, la mejora en la calidad de vida y la conservación del medio ambiente se establecieron como factores esenciales para la aceptación de proyectos de energía solar fotovoltaica (Barragán & Espinoza, 2015). En este mismo contexto, una investigación en la región amazónica del Ecuador enfatizó la necesidad de abordar las implicaciones ambientales y el desarrollo sostenible para asegurar la implementación exitosa de este tipo de proyectos de inversión (Inca Yajamín et al., 2023), resultados que se alinean a los obtenidos en esta investigación.

En Perú, un trabajo de investigación reveló que existe una correlación positiva significativa entre los aspectos sociales, ambientales y económicos en el uso de energía solar fotovoltaica para proyectos de electrificación rural, hallazgo que es similar al encontrado en Tiwintza, Morona Santiago-Ecuador (Parra Otarola, 2023).

Una limitación significativa de este estudio es su exclusiva realización en una única comunidad, por lo que los resultados podrían no ser generalizables a otros sectores; aunque el tamaño de la muestra se considera apropiado, podría no ser lo suficientemente amplio para captar relaciones entre las variables; sería importante replicar este estudio en otras comunidades con muestras más amplias para fortalecer la validez y fiabilidad de los hallazgos.

No obstante, los resultados obtenidos tienen implicaciones relevantes tanto para los investigadores del ámbito de las energías renovables como para quienes tienen la responsabilidad de tomar decisiones sobre políticas energéticas; los mismos sugieren que, para promover proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica que sean viables y sostenibles a largo plazo, es fundamental tener en cuenta no únicamente los aspectos económicos, sino también los impactos sociales y ambientales de manera integral.

Los hallazgos de este estudio pueden ser aplicados en el diseño e implementación de proyectos similares en otras comunidades rurales de Ecuador y la región, adaptando las estrategias a las características y necesidades específicas de cada contexto.

Los resultados de esta investigación contribuyen a la ampliación y fortalecimiento de hallazgos en estudios previos realizados en el campo de la energía solar fotovoltaica en comunidades rurales. Mientras estudios anteriores han destacado la importancia de los aspectos técnicos, económicos y ambientales, este estudio pone de relieve la relevancia de los factores sociales como determinantes fundamentales de la viabilidad y aceptación de este tipo de proyectos.

## **Conclusión**

Los resultados revelan una relación significativa y positiva entre la factibilidad de los proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica en Tiwintza, Morona Santiago, Ecuador, y las evaluaciones económica, social y ambiental realizadas; destacando la importancia de considerar estos factores en el diseño e implementación de proyectos similares en comunidades rurales.

La fuerte correlación encontrada entre la factibilidad del proyecto y la evaluación social y ambiental, resalta la importancia de considerar estos aspectos, además del económico, en la toma de decisiones sobre la implementación de proyectos de energía solar fotovoltaica en comunidades rurales. Esto es consistente con estudios previos que enfatizan la necesidad de adoptar un enfoque integral para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de este tipo de iniciativas.

Los hallazgos de esta investigación amplían los conocimientos existentes al enfatizar que, para promover proyectos de inversión en energía solar fotovoltaica que sean viables y sostenibles en el tiempo, es fundamental tomar en cuenta no únicamente los aspectos sociales, sino también los impactos sociales y ambientales de manera integral; esto puede ser relevante para el diseño de políticas de cobertura energética que fomenten este tipo de proyectos en más comunidades rurales del Ecuador.

A pesar de los hallazgos significativos, podrían identificarse limitaciones, como el tamaño de la muestra y la naturaleza subjetiva de las percepciones de los encuestados, por lo que los resultados podrían no ser generalizables a otras comunidades; lo que sugiere la necesidad de ampliar la investigación a otras localidades y complementar los datos con análisis técnicos.

Futuras investigaciones podrían profundizar en detalle sobre los mecanismos específicos a través de los cuales los factores económicos, sociales y ambientales interactúan entre sí y contribuyen a la viabilidad de proyectos de energía solar fotovoltaica en comunidades rurales. Esto permitiría una comprensión más profunda de los elementos clave que deben considerarse para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de este tipo de proyectos.

## Referencias

- Agudelo, G., Aignerren, M., & Restrepo, J. R. (2008). Experimental y No-Experimental. *La Sociología en sus Escenarios*, 18, 18. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/6545>
- ARCERNNR. (2024). *Panorama Eléctrico*. ARCERNNR.
- Ávila, A. (2019). La metodología estadística como herramienta básica para la investigación. *REDIELUZ*, 9(2).
- Ávila Paredes, M. V., Flores-Lazo, E. T., Cobos-Torres, J. C., & Alvarez-Vera, M. S. (2023). Sistemas fotovoltaicos en sectores del Ecuador con difícil acceso y/o desprovistos de servicio eléctrico: un estudio desde las experiencias latinoamericanas. *Revista Fuentes el Reventón Energético*, 21(2). <https://doi.org/10.18273/revfue.v21n2-2023003>
- Barragán, E. A., & Espinoza, J. L. (2015). Políticas para la Promoción de las Energías Renovables en el Ecuador. En R. Pelaez-Samaniego, J. L. Espinoza (eds.). *Energías Renovables en el Ecuador: Situación Actual, Tendencias y Perspectivas* (pp. 1-28). Universidad De Cuenca.
- Baumol, W. J., Blinder, A. S., Gunther, A. W., & Hicks, J. R. (2022). *Economics: Principles and policy; second Australian edition*. South-Western Cengage Learning <https://trid.trb.org/View/1204410>
- Bravo, A. G. (2015). *Propuesta de una metodología de evaluación de proyectos de generación con energías renovables en Ecuador*. Escuela Politécnica del Ecuador. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11805>
- Brealey, R., Myres, S., & Allen, F. (2019). *Principles of Corporate Finance*. McGraw-Hill. <https://www.mheducation.com/highered/product/principles-corporate-finance-brealey-myers/M9781260013900.html>
- Burbano, J. J. (2022). *Viabilidad técnica y económica para la inversión de generación distribuida y auto-generación fotovoltaicas* [bachelorThesis]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22176>
- Calero, L. M. P., Chacan, C. R. S., Carrera, M. Á. V., Valle, V. V. Y., & Arcos, M. A. C. (2022). Pautas culturales y la formación académica, una inmersión exploratoria y descriptiva. *Dominio de las Ciencias*, 8(4). <https://doi.org/10.23857/dc.v8i4.3028>
- Cerezo, O. E. Y. (2022). ¿Existe el método científico artesanal en Aristóteles? *Ventana Científica*, 12(19).
- Chávez, G., Cano Robles, A., & Navarro Rangel, Y. (2022). Validación inicial de un instrumento para medir la competencia digital docente. *Campus Virtuales*, 11(2), 97-106.
- Damodaran, A. (2021). *Investment Valuation: Tools and Techniques for Determining the Value of Any Asset*. John Wiley & Sons.
- González, P. F. (2023). *Análisis de la viabilidad técnica, financiera y ambiental de proyectos de generación de energía eléctrica a través de sistemas solares fotovoltaicos y su impacto en las comunidades indígenas del departamento de Vaupés* [Tesis de licenciatura, Universidad EAN].

- Guerrero, A., Rodríguez-Marín, F., Solís-Ramírez, E., & García Díaz, E. (2022). Validación de un cuestionario sobre Alfabetización Ambiental mediante juicio de expertos. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 19(3). [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i3.3101](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3101)
- Inca Yajamín, G. S. I., Carrión, D. F. C., Gualán, D. F. V., Zurita, R. C. B., & Carrion, H. D. C. (2023). Evaluación de la actualidad de los sistemas fotovoltaicos en Ecuador: Avances, desafíos y perspectivas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 9493-9509. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i3.6835](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6835)
- IRENA. (2023). *Global Landscape of Renewable Energy Finance 2023*. [https://policycommons.net/artifacts/3453442/irena\\_cpi\\_global\\_re\\_finance\\_2023/4253757/](https://policycommons.net/artifacts/3453442/irena_cpi_global_re_finance_2023/4253757/)
- López Mejía, E. (2017). *Evaluación de proyecto de inversión: Viabilidad financiera de la generación de energía fotovoltaica por medio de un huerto solar en Pereira* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. <http://hdl.handle.net/10784/12303>
- Louwen, A., & Van Sark, W. (2020). Chapter 5—Photovoltaic solar energy. En M. Junginger & A. Louwen (Eds.). *Technological Learning in the Transition to a Low-Carbon Energy System* (pp. 65-86). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818762-3.00005-4>
- Lugo-Laguna, D., Arcos-Vargas, A., & Nuñez-Hernandez, F. (2021). A European Assessment of the Solar Energy Cost: Key Factors and Optimal Technology. *Sustainability*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063238>
- Martínez, J. A., & Pérez, P. S. (2023). Coeficiente de correlación intraclase. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, 49(3). <https://doi.org/10.1016/j.semerg.2022.101907>
- Martinopoulos, G. (2020). Are rooftop photovoltaic systems a sustainable solution for Europe? A life cycle impact assessment and cost analysis. *Applied Energy*, 257. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114035>
- Méndez, R. A. (2016). Formulación y evaluación de proyectos. Enfoque para emprendedores. *Revista Entornos*, 29(2), 475-478.
- Meza, L. G. (2023). *El paradigma positivista y la concepción dialéctica del conocimiento | Mathematics, Education and Internet Journal*, 4(2). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/matematica/article/view/2296>
- Miranda, J. J. (2021). *Gestión de proyectos: Identificación, formulación, evaluación. Financiera-económica-social-ambiental*. MM Editores. <https://agris.fao.org/search/en/providers/122594/records/6472460408fd68d546007f33>
- Parra Otarola, A. S. (2023). *La energía solar fotovoltaica y la calidad de vida de los residentes del Distrito de Pilpichaca, año 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/116578>
- Petrelli, M. C. (2022). *Evaluación de proyectos de inversión en energías renovables en Argentina: Contexto, teoría y aplicación. El caso de la energía solar fotovoltaica* [Tesis de maestría, Universidad Austral]. <https://riu.austral.edu.ar/handle/123456789/1831>
- Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2022). *Microeconomics*. Pearson.

- Ponce Churta, J. C. (2023). *Implementación de Electrificación Rural Mediante Energía Solar en Zonas Aisladas en la Comunidad Masa 2, Isla del Golfo de Guayaquil* [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/26567>
- Quah, D. (2023). *Economic Principles for A New World Order of Multipolarity and Multilateralism*.
- Quevedo, N. V. Q., Arias, N. G., & Galarza, F. P. C. (2022). Incidencia grupal en la formación ética profesional desde el eje transversal investigativo. *Revista Conrado*, 18(85).
- Ramos Sanz, A. (2023). Inversión privada en generación distribuida de energía solar fotovoltaica: Evaluación integral mediante un modelo determinístico: Un estudio de casos. *Estudios del hábitat*, 20(1). <https://doi.org/10.24215/24226483e107>
- Rivero, P., Aso Morán, B., García-Ceballos, S., Rivero Gracia, P., Aso Morán, B., & García-Ceballos, S. (2023). Progresión del pensamiento histórico en estudiantes de secundaria: Fuentes y pensamiento crítico. *Revista electrónica de investigación educativa*, 25. <https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e09.4338>
- Romaní, F. R., Wong Chero, P., Gutiérrez, C., Romaní Romaní, F. R., Wong Chero, P., & Gutiérrez, C. (2022). Formación por competencias en investigación científica basada en el diseño curricular en una facultad de medicina humana. *Anales de la Facultad de Medicina*, 83(2), 139-146. <https://doi.org/10.15381/anales.v83i2.21996>
- Romero, I., & Cristófalo, M. P. (2022). *El estado de la generación distribuida solar fotovoltaica en América Latina y El Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). <https://bvearmb.do/handle/123456789/3119>
- Romero Pereira, M. C., & Sánchez Coria, A. (2022). Impactos ambientales de sistemas de energía solar fotovoltaica: Una revisión de análisis de ciclo de vida y otros estudios. *Revista EIA*, 19(38), 24.
- Tawalbeh, M., Al-Othman, A., Kafiah, F., Abdelsalam, E., Almomani, F., & Alkasrawi, M. (2021). Environmental impacts of solar photovoltaic systems: A critical review of recent progress and future outlook. *Science of The Total Environment*, 759. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143528>
- Urdiales Flores, L. E. (2015). *Procedimiento para la electrificación en zonas aisladas: Caso cantón Taisha, Morona Santiago* [Tesis de maestría, Universidad de Cuenca]. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21428>
- Vargas, G. C. V. (2022). Aplicación de la teoría rensis likert en el clima organizacional de una institución educativa. Lima, 2021. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 994-1018. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1558](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1558)
- Veliz, L., Ceballos, V. P., Valenzuela, S. S., & Sanhueza, A. O. (2012). Análisis crítico del paradigma positivista y su influencia en el desarrollo de la enfermería. *Index de Enfermería*, 21(4), 224-228. <https://doi.org/10.4321/S1132-12962012000300010>
- Wang, Y., Das, R., Putrus, G., & Kotter, R. (2020). Economic evaluation of photovoltaic and energy storage technologies for future domestic energy systems – A case study of the UK. *Energy*, 203. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117826>
- Wathern, P. (2023). *Environmental Impact Assessment: Theory and Practice*. Routledge.



## **Autores**

**Héctor Andrés Romero-Aucancela.** Ingeniero Eléctrico de profesión, actualmente labora en la Empresa Eléctrica Regional Centro sur C.A.; estudiante de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Católica de Cuenca.

**Mario Enrique Tapia-Tapia.** Docente de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Católica de Cuenca.

**Juan Bautista Solís-Muñoz.** Docente de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Católica de Cuenca.

## **Declaración**

### **Conflicto de interés**

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

### **Financiamiento**

Sin ayuda financiera de partes ajenas a este artículo.

### **Notas**

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.