

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, Asunción, Paraguay.**

ISSN en línea: 2789-3855, marzo, 2025, Volumen VI

**Impacto socioemocional de la electrificación sostenible en la Región Mixteca, Oaxaca: Un análisis multidimensional basado en datos cuantitativos y cualitativos**

Socio-Emotional impact of sustainable electrification in the Mixteca region, Oaxaca: A multidimensional analysis based on quantitative and qualitative data

**Fabiola Colmenero Fonseca**

fcolfon@upvnet.upv.es  
<https://orcid.org/0000-0003-1901-2725>  
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales.  
Universidad Politécnica de Valencia. Universidad  
Americana de Europa  
Quintana Roo – México

**Hakna Ferro Azcona**

hakna.ferro@aulagrupo.es  
<https://orcid.org/0000-0002-8934-1404>  
Universidad Americana de Europa  
Quintana Roo – México

**Carolina Gutiérrez Prado**

cgutpra@arq.upv.es  
<https://orcid.org/0009-0009-0634-5409>  
Universidad Politécnica de Valencia  
Valencia – España

**Ramiro Rodríguez Pérez**

rrodper@doctor.upv.es  
<https://orcid.org/0009-0009-1879-3970>  
Instituto Universitario de Tecnología de Materiales.  
Universidad Politécnica de Valencia  
Valencia – España

**José Manuel Castro Aceves**

jmcasace@topo.upv.es  
<https://orcid.org/0009-0009-0671-8199>  
Universidad Politécnica de Valencia  
Valencia – España

**AGRADECIMIENTOS**

Universidad Americana de Europa por su apoyo y colaboración en la realización de este estudio. Agradecemos profundamente a los miembros del equipo académico por brindarnos los recursos y las facilidades necesarias para desarrollar este trabajo. Su compromiso con la investigación y el desarrollo académico ha sido fundamental para la consecución de los objetivos de este proyecto. Fomentando un entorno de excelencia académica que ha permitido enriquecer este estudio, proporcionando un espacio para el intercambio de ideas y el avance del conocimiento.

**DOI:** <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3817>

**Artículo recibido:** 07 de abril de 2025.

**Aceptado para publicación:** 21 de abril de 2025.

**Conflictos de Interés:** Ninguno que declarar.

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3817>

## **Impacto socioemocional de la electrificación sostenible en la Región Mixteca, Oaxaca: Un análisis multidimensional basado en datos cuantitativos y cualitativos**

Socio-Emotional impact of sustainable electrification in the Mixteca region, Oaxaca: A multidimensional analysis based on quantitative and qualitative data

**Fabiola Colmenero Fonseca<sup>1</sup>**

[fcolfon@upvnet.upv.es](mailto:fcolfon@upvnet.upv.es)

<https://orcid.org/0000-0003-1901-2725>

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de Valencia. Universidad Americana de Europa  
Quintana Roo – México

**Hakna Ferro Azcona**

[hakna.ferro@aulagrupo.es](mailto:hakna.ferro@aulagrupo.es)

<https://orcid.org/0000-0002-8934-1404>

Universidad Americana de Europa

Quintana Roo – México

**Carolina Gutiérrez Prado**

[cgutpra@arq.upv.es](mailto:cgutpra@arq.upv.es)

<https://orcid.org/0009-0009-0634-5409>

Universidad Politécnica de Valencia

Valencia – España

**Ramiro Rodríguez Pérez**

[rrodper@doctor.upv.es](mailto:rrodper@doctor.upv.es)

<https://orcid.org/0009-0009-1879-3970>

Instituto Universitario de Tecnología de Materiales. Universidad Politécnica de Valencia  
Valencia – España

**José Manuel Castro Aceves**

[jmcasace@topo.upv.es](mailto:jmcasace@topo.upv.es)

<https://orcid.org/0009-0009-0671-8199>

Universidad Politécnica de Valencia

Valencia – España

Artículo recibido: 07 de abril de 2025. Aceptado para publicación: 23 de abril de 2025.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**

El presente estudio analizó el impacto socioemocional de la electrificación sostenible en la región Mixteca de Oaxaca, empleando un enfoque mixto. A partir del análisis de imágenes satelitales de radiancia nocturna, junto con encuestas a profesionales de la arquitectura y entrevistas a líderes comunitarios de localidades con distintos niveles de electrificación, se obtuvieron hallazgos significativos. El 55% de los encuestados mostró una alta disposición para adoptar tecnologías solares, motivados por la reducción de costos a largo plazo (45%) y la sostenibilidad ambiental (35%). El costo inicial de instalación representó una barrera por el 50% de los participantes, seguido de

<sup>1</sup> Autora de correspondencia.


ausencia en infraestructura (25%) y desconocimiento técnico (20%). En términos de percepción estética, un 30% expresó preocupaciones negativas sobre el impacto visual de los paneles solares, mientras un 40% tuvo una opinión neutra y otro 30% manifestó una percepción positiva. El acceso a la energía incrementó la cohesión social, fortaleció las redes comunitarias y mejoró las oportunidades educativas, especialmente en comunidades con acceso intermitente a la electricidad (30%). Las soluciones energéticas sostenibles impulsaron el emprendimiento local y el desarrollo personal, generando una mayor percepción de esperanza y autonomía. Estos resultados subrayan la necesidad de políticas públicas que promuevan la adopción de energías renovables mediante incentivos económicos, financiamiento flexible y programas educativos. Además, se recomienda el desarrollo de paneles solares con diseños estéticamente integrados para aumentar la aceptación comunitaria. La electrificación sostenible actúa como un agente transformador para el bienestar social y económico de las comunidades rurales, fomentando un progreso inclusivo.

*Palabras clave:* impacto socioemocional, electrificación sostenible, región mixteca, calidad de vida, políticas públicas energéticas

## Abstract

This study uses a mixed approach to analyze the socio-emotional impact of sustainable electrification in the Mixteca region of Oaxaca. Significant findings were obtained from the analysis of satellite images of night radiance, surveys of architectural professionals, and interviews with community leaders from localities with different levels of electrification. Of the respondents, 55% showed a high willingness to adopt solar technologies, motivated by long-term cost reduction (45%) and environmental sustainability (35%). The initial cost of installation was indicated as the main barrier by 50% of the participants, followed by lack of infrastructure (25%) and lack of technical knowledge (20%). In terms of aesthetic perception, 30% expressed negative concerns about the visual impact of solar panels, while 40% had a neutral opinion and another 30% expressed a positive perception. It was also observed that access to energy increased social cohesion, strengthened community networks, and improved educational opportunities, especially in communities with intermittent access to electricity (30%). Sustainable energy solutions boosted local entrepreneurship and personal development, generating a greater perception of hope and autonomy. These results underscore the need for public policies that promote the adoption of renewable energy through economic incentives, flexible financing, and educational programs. In addition, the development of solar panels with aesthetically integrated designs is recommended to increase community acceptance. Sustainable electrification acts as a transformative agent for the social and economic well-being of rural communities, fostering inclusive and sustainable progress.

*Keywords:* socio-emotional impact, sustainable electrification, Mixtec region, quality of life, energy public policies

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Colmenero Fonseca, F., Ferro Azcona, H., Gutiérrez Prado, C., Rodríguez Pérez, R., & Castro Aceves, J. M. (2025). Impacto socioemocional de la electrificación sostenible en la Región Mixteca, Oaxaca: Un análisis multidimensional basado en datos cuantitativos y cualitativos. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (2), 3113 – 3137. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i2.3817>

## INTRODUCCIÓN

El acceso a la energía eléctrica es clave para mejorar la calidad de vida en comunidades rurales, incidiendo en salud, educación y economía (Perez-Sebastian et al., 2020), así como en dimensiones socioemocionales como la cohesión social y la percepción de futuro (Day et al., 2016). En México persisten desigualdades, especialmente en zonas rurales e indígenas; en Oaxaca, cerca del 10% de la población carece de energía eléctrica confiable (SENER, 2022), lo que afecta su desarrollo y bienestar, particularmente en la región Mixteca.

Aunque la electrificación ha sido analizada desde perspectivas técnicas y económicas (IEA, 2022), su impacto socioemocional ha sido poco explorado. Esta investigación busca llenar ese vacío, analizando cómo la energía sostenible influye en la cohesión social, la percepción de futuro y el empoderamiento personal (Mohideen, 2018; Power et al., 2016). Se reconoce que la electricidad transforma no solo entornos físicos, sino también relaciones sociales y oportunidades de desarrollo (Rao & Min, 2018).

En el contexto de transición energética, este estudio cobra relevancia al aportar evidencia sobre cómo la electrificación puede fortalecer el tejido social y reducir la pobreza (United Nations, 2020). A través de una metodología mixta—con análisis cuantitativo basado en datos de VIIRS y el ITER, y cualitativo mediante entrevistas—se busca comprender integralmente el impacto de la energía sostenible en la región Mixteca. Este enfoque permitió obtener una visión integral sobre el papel de la energía sostenible en el desarrollo humano, considerando tanto indicadores objetivos como la percepción subjetiva de los habitantes.

## METODOLOGÍA

La metodología del estudio se fundamenta en un enfoque mixto, combinando tanto datos cuantitativos como cualitativos para proporcionar una visión integral sobre el impacto de la electrificación en la región Mixteca de Oaxaca. Este diseño metodológico permite abordar de manera más completa los efectos de la electrificación, ya que combina mediciones objetivas (a través de los datos cuantitativos) con la interpretación subjetiva y el contexto social proporcionado por los datos cualitativos (Creswell & Clark, 2017). A continuación, se detallan las fuentes y métodos de recolección de datos:

### Diseño del estudio: Mixto (cuantitativo-cualitativo)

El diseño mixto se ha elegido para integrar las fortalezas de los métodos cuantitativos y cualitativos, lo que proporciona una comprensión más amplia y profunda del fenómeno en estudio. Según (Blank, 2013), los estudios de enfoque mixto permiten la triangulación de datos, lo cual mejora la validez y confiabilidad de los resultados. La combinación de ambos enfoques ayuda a obtener una evaluación más precisa y contextualizada de los impactos de la electrificación, ya que los datos cuantitativos pueden medir los cambios en variables clave, mientras que los datos cualitativos permiten explorar las experiencias subjetivas y el impacto en la vida de los individuos.

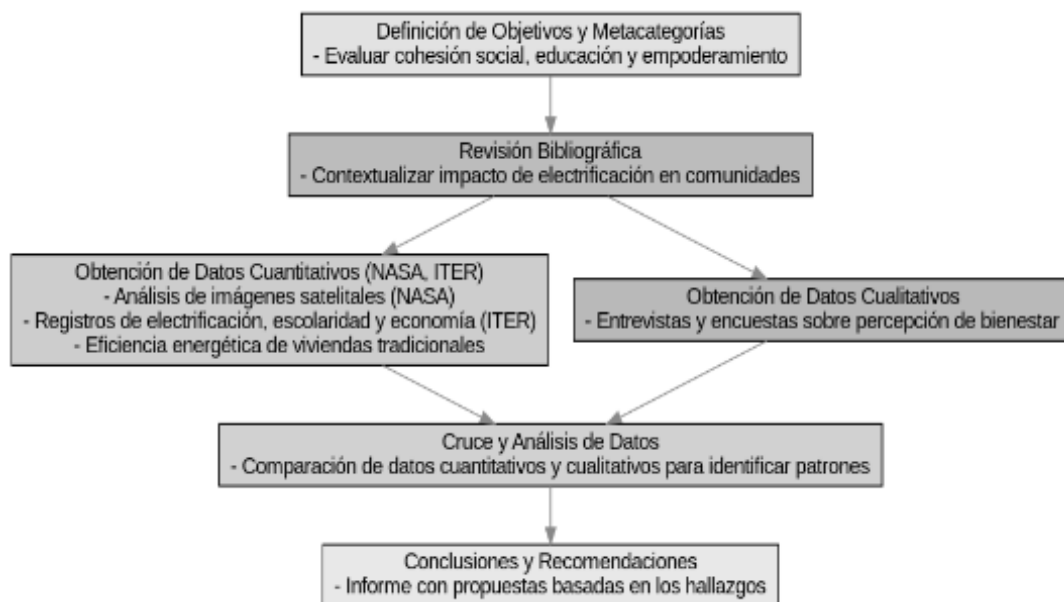
En cuanto al diseño del estudio, se empleó un enfoque cuantitativo para el análisis de imágenes satelitales de radiancia nocturna proporcionadas por NASA VIIRS, y registros de electrificación, actividad económica y educación obtenidos del ITER. Simultáneamente, se utilizó un enfoque cualitativo a través de entrevistas y encuestas, para comprender las experiencias y percepciones de los habitantes sobre los cambios en su calidad de vida.

La selección de participantes se realizó utilizando un muestreo intencional, enfocándose en 10 localidades de la Mixteca con distintos niveles de electrificación. Los criterios de selección incluyeron la disponibilidad de electricidad, la diversidad socioeconómica y la participación en actividades comunitarias. Para la recolección de datos, las entrevistas y encuestas fueron diseñadas con

preguntas semiestructuradas, abordando temas relacionados con la cohesión social, la percepción de oportunidades y el impacto en la educación y dinámica familiar. Además, se desarrollaron mapas comparativos de radiancia nocturna para los años 2014, 2019 y 2024, permitiendo identificar cambios significativos en la iluminación nocturna. El análisis de datos cuantitativos se basó en la interpretación de imágenes satelitales mediante la aplicación de umbrales de radiancia lumínica, estableciendo un valor de 0.3 nW/cm<sup>2</sup>/sr como referencia. Para los datos cualitativos, se aplicó un análisis temático, identificando patrones y categorías emergentes relacionadas con el impacto de la electrificación. En términos éticos, se garantizó la confidencialidad de los participantes mediante la anonimización de los datos, y se obtuvo consentimiento informado previo a la recolección de información. Además, se aseguró el respeto a la autonomía de los participantes y se aplicaron principios de transparencia durante todo el proceso de investigación. La metodología mostrada en la figura 1 y descrita anteriormente proporciona un análisis holístico, permitiendo no solo cuantificar el impacto de la electrificación, sino también comprender las transformaciones sociales y económicas en las comunidades rurales de la Mixteca de Oaxaca.

**Figura 1**

*Diagrama de flujo para la metodología propuesta en el estudio desarrollado.*



**Fuente:** elaboración propia.

Respecto a las metacategorías determinadas para el presente estudio se tomando en cuenta diversos indicadores, su análisis es indispensable y su categorización es indispensable para el dimensionamiento e impacto del estudio desarrollado, en la tabla 1 se muestra la categorización descrita anteriormente.

**Tabla 1**

*Categorización de indicadores contemplados para el presente estudio*

<b>Metacategoría</b>	<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Cohesión Social y Desarrollo Comunitario	Interacción social y redes comunitarias	Análisis de actividad nocturna, espacios públicos activos
	Participación en actividades comunitarias	Uso de infraestructura colectiva después de la electrificación
	Percepción de apoyo y sentido de pertenencia	Impacto de la electrificación en la comunidad
Percepción de Futuro y Oportunidades	Desarrollo económico y emprendimiento	Creación de nuevos negocios tras electrificación
	Confianza en la educación y el progreso social	Aumento de inscripciones escolares y continuidad educativa
	Cambio en expectativas laborales y calidad de vida	Aumento en movilidad social y empleabilidad
Impacto en la Educación y Dinámicas Familiares	Acceso a infraestructura educativa	Uso de energía en escuelas y hogares
	Uso de tecnología en la educación	Uso de computadoras, internet, radio para educación
	Calidad de vida familiar y tiempo de convivencia	Ajustes en horarios y dinámicas familiares gracias a la electrificación
Empoderamiento y Autonomía Personal	Acceso a capacitación y educación continua	Cursos y talleres disponibles en comunidades electrificadas
	Oportunidades de empleo y teletrabajo	Conectividad y acceso a plataformas digitales
	Identidad comunitaria y autoestima	Percepción de autonomía y mejora en calidad de vida

**Fuente:** elaboración propia.

También se desarrolla la matriz mostrada en la tabla 2 relaciona cada indicador con fuentes cuantitativas (INEGI, 2020; NASA, 2024) y cualitativas (revisión bibliográfica) para determinar patrones en la mejora de la calidad de vida.

**Tabla 2**

*Matriz de cruce de Datos desarrollada para el presente estudio en base a la metodología planteada*

<b>Metacategoría</b>	<b>Categoría Menor</b>	<b>Datos Cuantitativos (NASA, ITER)</b>	<b>Datos Cualitativos (Bibliografía)</b>	<b>Cruce e Interpretación</b>
Cohesión Social y Desarrollo Comunitario	Interacción social y redes comunitarias	- Radiancia nocturna (NASA VIIRS) - Índices de actividad en espacios públicos (ITER)	- Estudios de impacto social de electrificación en México y AL	Correlación entre mayor iluminación nocturna y aumento en actividades comunitarias
	Participación en actividades comunitarias	- Encuestas de infraestructura comunitaria (ITER)	- Análisis de casos en comunidades electrificadas	Mayor acceso a energía → Más participación en actividades colectivas

Percepción de Futuro y Oportunidades	Desarrollo económico y emprendimiento	- Registros de apertura de negocios post-electrificación (ITER) - Evolución de ingresos en censos económicos	- Estudios sobre impacto de electrificación en movilidad social	Incremento en acceso a energía → Crecimiento en microemprendimientos
	Confianza en educación y progreso social	- Inscripciones escolares antes y después de electrificación (ITER)	- Revisiones sobre educación rural con y sin energía	Aumento en escolaridad con acceso a iluminación en el hogar
Impacto en Educación y Dinámicas Familiares	Acceso a infraestructura educativa	- Datos de electrificación en escuelas rurales (ITER)	- Evaluaciones de impacto de electrificación en educación	Escuelas con energía → Mejor desempeño académico
	Uso de tecnología en la educación	- Acceso a computadoras y conectividad (ITER)	- Estudios sobre educación digital en comunidades rurales	Uso de energía → Mayor inclusión digital educativa
Empoderamiento y Autonomía Personal	Acceso a capacitación y educación continua	- Registros de cursos de capacitación en comunidades electrificadas (ITER)	- Revisión de programas de educación rural	Mayor acceso a electricidad → Más programas de formación activa
	Identidad comunitaria y autoestima	- Comparación de calidad de vida en comunidades electrificadas vs. no electrificadas (NASA, VIIRS, ITER)	- Estudios sobre percepción de bienestar y autoestima	Electrificación → Incremento en autoestima y sentido de pertenencia

**Fuente:** elaboración propia.

### Datos cuantitativos

**NASA VIIRS:** Análisis de imágenes satelitales de radiancia nocturna antes y después de la electrificación

El análisis de imágenes satelitales de radiancia nocturna será una de las principales fuentes de datos cuantitativos. El sistema VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) de la NASA ofrece imágenes de alta resolución que permiten observar la distribución de la luz artificial durante la noche. Estas imágenes se analizarán para evaluar los cambios en la iluminación nocturna de la región Mixteca antes y después de la electrificación, un indicador clave del acceso a la electricidad en áreas rurales. De acuerdo con (Sutton et al., 2007), el análisis de la radiancia nocturna es eficaz para medir el grado de electrificación de una región y su relación con el desarrollo económico y social. El aumento de la luminosidad nocturna es un reflejo de la expansión de la infraestructura eléctrica y puede correlacionarse con mejoras en las condiciones de vida, como el aumento de la seguridad, el acceso a servicios básicos y la creación de nuevas oportunidades económicas. Para su desarrollo y propósito radica en la detección, presencia y evolución de electrificación en el estado de Oaxaca mediante el análisis de iluminación nocturna captada por sensores satelitales. En particular, utilizando imágenes

satelitales de la colección VIIRS DNB (Day/Night Band), proporcionadas por la NASA, para desarrollar la extracción de la radiancia promedio anual desde el año 2014 hasta el año 2024.

### **Colección de Datos mediante Satélites VIIRS**

NOAA/VIIRS/DNB/MONTHLY\_V1/VCMSLCFG (Elvidge et al., 2017), cuyas características principales se centran en la concentración de imágenes mensuales de radiancia nocturna. Lo anterior potencia su importancia debido a la corrección espacial por nubosidad, mejorando la calidad para estudios de electrificación ideal para el presente estudio, lo cual aísla las imágenes con alta cobertura de nubes que impide la visualización de las zonas electrificadas, además de poseer una resolución espacial de 500 metros, lo que la hace útil para análisis regionales.

Respecto al código desarrollado en GEE (Google Earth Engine) se complementó mediante un shapefile (municipios\_objetivo), para abarcar las 10 localidades seleccionadas como aptas para el análisis de estas, a partir de los cuales, se visualizarían los cambios en función del tiempo (10 años). Este proceso permitió generar 3 mapas comparativos para analizar la radiancia luminaria nocturna, el primero correspondiente al año 2014, el segundo asignado al año 2019 y el tercero desarrollado para el año 2024. Importante resulta considerar la aplicación del umbral para clasificar en función de la radiancia lumínica nocturna las localidades electrificadas y la cantidad en base a  $0.3 \text{ nW/cm}^2/\text{sr}$ , el cual fue asignado para determinar niveles de radiancia lumínica (Elvidge et al., 2021) mostrando resultados y parametrización ideal en su metodología. Esta lógica implica que si el valor promedio anual de radiancia es mayor a 0.3, se considera que hay presencia de electricidad y en un escenario contrario se interpreta como ausencia o radiancia lumínica mínima. Finalizando el método al utilizar el código para exportar los mapas en fichero GeoTIFF para su visualización en el software Qgis, para generar los mapas descritos y ser analizados y graficados.

### **ITER: Registros de infraestructura eléctrica, actividad económica y acceso a educación**

El Instituto de Energía y Tecnología de Oaxaca (ITER) proporcionará registros detallados sobre la infraestructura eléctrica, la actividad económica y el acceso a la educación en la región (INEGI, 2020). Estos datos serán utilizados para medir el grado de electrificación en las comunidades rurales y evaluar cómo este factor influye en el desarrollo social y económico. Los registros incluirán información sobre la cobertura de electricidad en las comunidades, los cambios en las actividades económicas tras la electrificación y la disponibilidad de recursos educativos, como escuelas y centros de capacitación. Según Khandker et al., (2012), la electrificación tiene efectos directos sobre el desarrollo económico y el acceso a la educación, mejorando la calidad de vida y las oportunidades de empleo.

### **Datos cualitativos**

#### **Caso de Estudio:** Vivienda Tradicional y su Eficiencia Energética en Oaxaca con Tecnologías Alternativas

La región Mixteca de Oaxaca es un ejemplo de cómo las viviendas tradicionales, construidas con materiales locales y sistemas constructivos ancestrales, han sido la base de la habitabilidad en esta región. Sin embargo, estas viviendas presentan desafíos significativos en términos de eficiencia energética, principalmente debido a la falta de aislamiento térmico adecuado, iluminación eficiente y control de la temperatura interior. La incorporación de tecnologías alternativas como los sistemas solares fotovoltaicos, los materiales de construcción ecológicos y el uso de herramientas de simulación energética como Revit, BIM (Building Information Modeling) y EnergyPlus, puede mejorar considerablemente la eficiencia energética de estas viviendas. Este caso de estudio busca evaluar cómo la implementación de estas tecnologías puede transformar las viviendas tradicionales en la

Mixteca, mejorando la eficiencia energética, promoviendo la sostenibilidad y contribuyendo al bienestar socioemocional de las comunidades.

### **Vivienda tradicional en Oaxaca: características y desafíos energéticos**

La vivienda tradicional en la Mixteca de Oaxaca está construida generalmente con materiales locales como adobe, madera, palma y piedra, los cuales son excelentes para regular las temperaturas interiores en condiciones climáticas extremas. Sin embargo, estas viviendas carecen de un diseño eficiente en términos energéticos. A menudo presentan problemas de sobrecalentamiento en verano y bajas temperaturas en invierno, lo que obliga a los habitantes a recurrir al uso intensivo de leña y combustibles fósiles para calefacción y cocina, lo que no solo impacta negativamente el medio ambiente, sino también la calidad de vida de los residentes (Hernandez Matus et al., 2023).

Además, en las áreas rurales de Oaxaca, muchas viviendas no tienen acceso a una red eléctrica confiable, lo que limita aún más la posibilidad de implementar soluciones tecnológicas energéticamente eficientes (Palomino Bernal et al., 2025). Esta falta de infraestructura energética adecuada afecta tanto el bienestar físico como el desarrollo social y económico de las comunidades (Sánchez-Pisco et al., 2024).

### **Eficiencia energética en la vivienda tradicional: el papel de las tecnologías alternativas**

**Sistemas fotovoltaicos:** La instalación de paneles solares fotovoltaicos en viviendas rurales puede proporcionar una fuente confiable y sostenible de electricidad. El uso de esta tecnología no solo permite a los habitantes contar con energía para iluminación, electrodomésticos y dispositivos electrónicos, sino que también reduce la dependencia de fuentes de energía no sostenibles como generadores a base de diésel. Mediante el uso de software de modelado energético con EnergyPlus, es posible simular el comportamiento de las viviendas tradicionales con y sin sistemas fotovoltaicos, para evaluar la eficiencia energética y la viabilidad de la implementación a gran escala (García Beltrán, 2024).

**Materiales de construcción sostenibles:** El uso de materiales como ladrillos ecológicos, aislamiento térmico y pinturas reflectantes ayuda a mejorar la eficiencia energética de las viviendas al reducir las pérdidas de calor en invierno y mantener la temperatura interna fresca durante el verano. El modelado en BIM (Building Information Modeling) y el análisis energético en EnergyPlus permiten evaluar cómo estos materiales afectan el rendimiento térmico de las viviendas, permitiendo realizar modificaciones y ajustes en los diseños para mejorar su eficiencia energética (Colmenero Fonseca et al., 2024; Rojas Pérez & Ruiz Ríos, 2024).

**Sistemas de recolección de agua pluvial:** La implementación de sistemas de recolección de agua pluvial también contribuye indirectamente a la eficiencia energética, al reducir el consumo de energía necesario para el bombeo y distribución de agua. A través de simulaciones en herramientas como Revit y BIM, es posible diseñar e integrar sistemas de captación de agua en las viviendas tradicionales, analizando su impacto en la reducción del consumo energético general de la vivienda (Caballero Montes et al., 2023).

### **Análisis de eficiencia energética con Revit, BIM y EnergyPlus**

El uso de herramientas avanzadas de modelado y simulación energética como Revit, BIM y EnergyPlus permite un análisis preciso de la eficiencia energética de las viviendas tradicionales, tanto en su estado actual como después de la implementación de soluciones tecnológicas sostenibles, la figura 2 muestra el método de trabajo del software para el modelado y simulación teniendo resultados óptimos en diversas investigaciones (Colmenero Fonseca et al., 2024).

## Figura 2

Metodología de trabajo y diversificación de simulaciones para el Software Revit 2025 versión 25.2.0.38



Revit y BIM: Revit es una plataforma integral de modelado de información de construcción (BIM) que permite crear representaciones virtuales de las viviendas. En el contexto de la eficiencia energética, Revit se utiliza para modelar la geometría de las viviendas, integrar datos sobre materiales de construcción y simular el rendimiento energético de los edificios. Esta herramienta facilita la visualización de los elementos constructivos como las paredes, techos y ventanas, lo que ayuda a identificar áreas de mejora en el aislamiento térmico y la iluminación natural. BIM, por su parte, permite coordinar todos los elementos de la construcción, desde el diseño hasta la ejecución, asegurando que las soluciones energéticas se implementen de manera eficiente (Salazar Altamirano, 2024). En el presente estudio se modela una vivienda ubicada en Santo Domingo, Oaxaca. La misma fue seleccionada debido a su diseño tradicionalmente utilizado por las personas que habitan en la zona como se muestra en la figura 3.

### Figura 3

*Modelo desarrollado en Revit 2025 con sistema constructivo tradicional y materiales regionales, ubicada en la Región Mixteca de Oaxaca de Santo Domingo, Oaxaca*

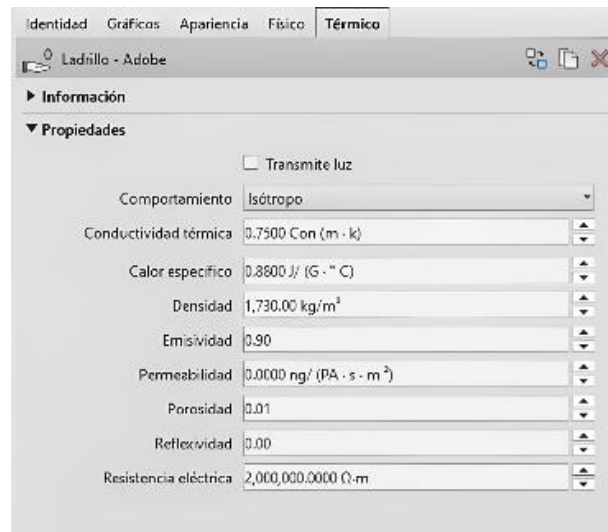


**Fuente:** elaboración propia.

**EnergyPlus:** EnergyPlus es un software de simulación energética que se utiliza para modelar el comportamiento térmico de un edificio a lo largo del año, tomando en cuenta variables como la temperatura exterior, la radiación solar, la humedad y el viento. Mediante EnergyPlus, se pueden realizar simulaciones detalladas de cómo las viviendas tradicionales en Oaxaca responden a las variaciones climáticas, evaluando la eficacia de soluciones como sistemas fotovoltaicos, materiales aislantes y diseño bioclimático. Este software permite prever el consumo energético de la vivienda, lo que permite tomar decisiones informadas sobre las tecnologías que deben implementarse para mejorar la eficiencia energética (Crawley, 2000). Respecto a la vivienda comprende un sistema y diseño tradicional en Oaxaca que incluye materiales regionales no solo para aminorar el impacto ambiental sino también obtener los beneficios térmicos de su composición para ello se desarrolla la configuración del adobe para los muros de la vivienda como se muestra en la figura 4 para su posterior simulación en conjunto con Energy Plus.

**Figura 4**

*Configuración del adobe y sus propiedades térmicas para la simulación energética de la vivienda*



### **Impacto de las tecnologías alternativas en la cohesión social y el bienestar**

El uso de herramientas como Revit, BIM, y EnergyPlus no solo contribuye a mejorar la eficiencia energética de las viviendas, sino que también tiene un impacto significativo en la cohesión social y el bienestar de las comunidades. La disponibilidad de energía eléctrica sostenible mejora la calidad de vida, promueve la cohesión social al facilitar la comunicación y la organización, y ofrece mayores oportunidades educativas y económicas para los habitantes (Rivas de García, 2023). Además, el uso de materiales locales y sostenibles fortalece la identidad cultural de las comunidades y promueve la autonomía de los habitantes, mejorando su autoestima y empoderamiento (Rivas de García, 2023).

### **Entrevistas estructuradas a habitantes y líderes comunitarios**

Las entrevistas estructuradas (ver anexo 1) serán realizadas con una muestra representativa de habitantes y líderes comunitarios para obtener información detallada sobre las percepciones y experiencias relacionadas con la electrificación. Las entrevistas seguirán un guion estructurado, lo que garantiza la consistencia y comparabilidad de los datos. Las preguntas se centrarán en temas como el impacto de la electrificación en la vida diaria, el bienestar social y emocional, las relaciones interpersonales, y las oportunidades económicas generadas. Según Flick, (2009), las entrevistas estructuradas son útiles para obtener información precisa sobre temas específicos y compararla de manera sistemática entre los participantes. Las respuestas de los líderes comunitarios, en particular, ofrecerán una visión más holística de los cambios sociales y organizacionales impulsados por la electrificación.

### **Encuestas sobre percepción de bienestar, cohesión social y autoestima**

Se llevarán a cabo encuestas (ver anexo 2) a los habitantes de las comunidades, diseñadas para medir la percepción de bienestar, cohesión social y autoestima de los individuos antes y después de la electrificación. Las encuestas incluirán preguntas sobre cómo los cambios en la infraestructura energética han afectado su sentido de pertenencia, sus relaciones dentro de la comunidad y su bienestar emocional. Estas encuestas están basadas en modelos ampliamente utilizados para medir la calidad de vida y el bienestar en contextos rurales (Ayana & Degaga, 2022). Los datos recolectados

a través de estas encuestas ayudarán a correlacionar las mejoras en la infraestructura energética con los cambios en la calidad de vida subjetiva de los habitantes.

### **Justificación del Muestreo**

Para la recolección de datos en el proyecto, se optó por una estrategia de muestreo estratificado y aleatorio por conveniencia con el fin de garantizar representatividad y viabilidad en la investigación.

### **Muestreo Estratificado**

Se dividió la población en estratos con base en la región geográfica y el grado de ruralidad de las comunidades, asegurando la inclusión de diversas localidades con características diferenciadas en cuanto a acceso a electricidad, interés en tecnologías solares y necesidades energéticas. Este método permitió obtener una muestra más precisa y representativa de las comunidades rurales en distintas condiciones socioeconómicas y climáticas.

### **Muestreo Aleatorio por Conveniencia**

Dentro de cada estrato, se seleccionaron los participantes a partir de una combinación de aleatoriedad y accesibilidad. Se priorizó la participación de profesionales de la arquitectura y expertos en infraestructura rural a través de la Federación de Colegios de Arquitectos de la República Mexicana (FCARM), la Asociación Mexicana de Arquitectos Urbanistas (AMAU), la Cumbre Internacional del Hábitat de América Latina y el Caribe (CIHALC) e investigadores de universidades públicas y privadas de México. Estos profesionales proporcionaron información clave sobre la viabilidad de la implementación de tecnologías solares en comunidades rurales. Además, se recurrió a informantes clave en cada comunidad para facilitar la aplicación de encuestas a pobladores interesados.

### **Justificación de la Estrategia de Muestreo**

**Garantiza representatividad:** La selección estratificada permitió obtener datos más certeros sobre las distintas realidades de las comunidades rurales en México.

**Facilita la aplicación de encuestas:** Al contar con la colaboración de profesionales de la arquitectura y líderes comunitarios, se optimizó el acceso a participantes clave.

**Optimiza recursos:** La combinación de muestreo aleatorio y por conveniencia permitió obtener información relevante en un tiempo razonable sin comprometer la calidad de los datos.

### **Muestra Normativa**

Una muestra normativa, también conocida como muestra de referencia o muestra comparativa, es un grupo de individuos utilizados como referencia para evaluar y comparar el desempeño de una persona en una prueba, evaluación o estudio. Esta muestra está compuesta por individuos representativos de una población más amplia y se emplea para establecer normas o estándares en términos de rendimiento, desarrollo o características específicas.

En el caso del estudio, se tomó una muestra de 75 personas utilizando el método de muestreo por conveniencia. Este método permite seleccionar participantes accesibles para el investigador, lo cual es beneficioso en términos de tiempo y recursos. A pesar de ello, se tomaron medidas para garantizar su representatividad en el estudio estadístico en México.

## Representatividad de la Muestra

Para garantizar que los resultados del estudio sean generalizables, se implementaron estrategias que aseguraron una distribución adecuada de la muestra en términos de:

**Edad:** Se incluyeron participantes de diferentes grupos etarios para reflejar distintas etapas de la vida que influyen en las competencias y características evaluadas.

**Género:** Se aseguró una representación equitativa de hombres y mujeres, permitiendo una evaluación justa de las diferencias de género.

**Nivel socioeconómico:** Se consideraron diversos contextos económicos para capturar la variabilidad en oportunidades y desafíos.

**Nivel educativo:** La muestra abarca distintos niveles educativos para evaluar el impacto de la educación en las competencias analizadas.

## Diversidad Geográfica

Se incluyeron participantes de distintas regiones del país para reflejar las diferencias socioeconómicas, culturales y educativas:

**Regiones urbanas y rurales:** Se aseguró la inclusión de participantes de ambos contextos para capturar diferencias en experiencias y competencias.

**Norte, centro y sur de México:** Se consideraron diversas zonas geográficas para reflejar las diferencias culturales y económicas existentes.

## Control de Sesgos

El muestreo por conveniencia puede introducir ciertos sesgos, por lo que se implementaron estrategias para mitigarlos:

**Diversificación de fuentes de reclutamiento:** Se seleccionaron participantes a través de instituciones educativas, organizaciones comunitarias y redes sociales.

**Control de variables demográficas:** Se ajustaron las características demográficas durante el reclutamiento para asegurar una distribución representativa.

**Validación de la muestra:** Se realizaron análisis estadísticos preliminares para confirmar que la distribución de la muestra coincidiera con la población mexicana.

## Generalización de Resultados

Al asegurar una distribución adecuada de la muestra, los resultados obtenidos pueden generalizarse con mayor confianza a la población mexicana. Esto implica que las normas y estándares establecidos serán aplicables a una amplia variedad de individuos en diferentes contextos. La diversidad de la muestra permite que los resultados reflejen las realidades y desafíos de distintos entornos, proporcionando una base sólida para evaluar y comparar competencias.

Es importante destacar que una muestra normativa sigue el principio de la normalidad estadística, donde la mayoría de los individuos se ubican alrededor de una puntuación media, con un menor porcentaje en los extremos. Esto permite proporcionar un marco de referencia para interpretar los

resultados de evaluaciones y estudios comparativos, identificando desviaciones significativas en el desempeño de los participantes.

## **DESARROLLO**

### **Calidad de vida y desarrollo humano**

El concepto de calidad de vida ha sido ampliamente debatido en la literatura, y se entiende como el conjunto de condiciones objetivas y subjetivas que configuran el bienestar de un individuo. La calidad de vida no se limita solo a aspectos materiales como la salud o la seguridad económica, sino que también incluye componentes emocionales, sociales y espirituales (Diener, 2000). Según (Urzúa M & Caqueo-Urizar, 2012), la calidad de vida está influenciada por factores como las relaciones personales, el ambiente físico y las experiencias personales de bienestar. El desarrollo humano, por otro lado, es un proceso que busca ampliar las oportunidades y capacidades de los individuos, permitiéndoles llevar una vida plena, con acceso a servicios esenciales como la educación, la salud y la infraestructura básica (Sen, 1999). La interrelación entre calidad de vida y desarrollo humano se basa en la idea de que el bienestar individual y colectivo depende de las oportunidades para mejorar las condiciones de vida a través de políticas públicas, el acceso a recursos y la inclusión social (Haq, 1995). En contextos rurales y marginados, como el de Oaxaca, el desarrollo humano está profundamente vinculado al acceso a servicios básicos, incluida la energía eléctrica, que puede ser un motor para mejorar las condiciones materiales y sociales de vida (Milin et al., 2022).

### **Electrificación y sus efectos en el bienestar social y emocional**

El acceso a la electricidad es un determinante clave en la mejora de la calidad de vida, ya que incide directamente en la salud, la educación, la seguridad y la productividad económica (Khandker et al., 2012). Sin embargo, los beneficios de la electrificación no solo son de naturaleza material, sino también socioemocional. El acceso a energía sostenible ha mostrado efectos positivos en la cohesión social, ya que facilita la realización de actividades comunitarias, fomenta la interacción social y fortalece el sentido de pertenencia (Sánchez et al., 2015). En comunidades rurales, donde la infraestructura es limitada, la electrificación contribuye a la autonomía personal y colectiva, aliviando las tensiones derivadas de la falta de acceso a recursos y reduciendo la percepción de exclusión (Palit & Bandyopadhyay, 2017). Además, la electrificación tiene un impacto positivo en la percepción de futuro de los habitantes, promoviendo la esperanza y el optimismo. El acceso a electricidad mejora las condiciones para el estudio, permite el acceso a la información y facilita la creación de oportunidades económicas, lo que contribuye al fortalecimiento de la autoestima y el empoderamiento de los individuos dentro de sus comunidades (Armev & Hosman, 2016). Estudios recientes han mostrado que la mejora de la infraestructura energética en comunidades rurales mejora la seguridad familiar y la estabilidad emocional, permitiendo a los niños estudiar en un ambiente adecuado y reduciendo las tensiones relacionadas con la falta de servicios (Ayana & Degaga, 2022).

### **Electrificación y su impacto en comunidades vulnerables**

Numerosos estudios han documentado los efectos positivos de la electrificación en comunidades vulnerables, particularmente en áreas rurales y marginadas. En un estudio realizado en la India, (Ayana & Degaga, 2022) concluyó que el acceso a la electricidad no solo incrementó los ingresos familiares, sino que también mejoró la cohesión social y la percepción de bienestar. Asimismo, en África, un análisis de proyectos de electrificación rural en Kenya mostró que la disponibilidad de energía eléctrica facilitó la creación de redes de apoyo y aumentó la participación comunitaria en actividades sociales y productivas (Power et al., 2016).

## Políticas públicas energéticas

Las políticas públicas energéticas en México buscan garantizar un acceso equitativo y sostenible a la energía, especialmente en zonas rurales marginadas, a través de iniciativas como el Programa de Electrificación Rural y Periurbana (PER), el Fondo de Servicio Universal Eléctrico (FSUE) y proyectos de energía solar y eólica impulsados por SENER. Estos esfuerzos apuntan a reducir la desigualdad energética, fomentar el desarrollo comunitario y promover el uso de energías limpias, generando beneficios sociales, educativos y ambientales.

La experiencia internacional ofrece lecciones clave. En China, se promueve el uso de instalaciones fotovoltaicas en comunidades rurales para generar ingresos y combatir la pobreza (Guzmán Ramírez et al., 2021; J. Li et al., 2020; Xue, 2017), aunque se enfrentan barreras políticas y de aceptación social (Shi et al., 2022; Wu et al., 2022; Yang et al., 2021). La percepción estética y emocional, como la nostalgia por paisajes tradicionales, puede influir en la aceptación de paneles solares, aunque factores como el interés económico o la deseabilidad moral pueden favorecer su adopción (S. Li & Gou, 2023).

En Australia del Sur, la transición energética enfrenta desafíos similares por la falta de planificación estratégica e inclusión comunitaria en el diseño de proyectos renovables. Se destaca la necesidad de considerar el impacto visual y de integrar a arquitectos paisajistas para mejorar la aceptación y sostenibilidad de los proyectos (Grimm & Zeunert, 2020). Además, la carencia de métricas y estrategias nacionales limita la capacidad de Australia para abordar eficazmente la pobreza energética, a diferencia de Europa, donde sí existen sistemas más robustos de medición y gobernanza (Schandl & Turner, 2009).

En México, estudios como el realizado en comunidades indígenas de Chiapas muestran que la electrificación solar fortalece el tejido social, facilita el acceso a tecnologías educativas y de salud, y empodera a las familias en la toma de decisiones sobre su bienestar (Ehanmo, 2024; Nolasco-Benitez & Gomis-Bellmunt, 2021), lo que evidencia la importancia de integrar la dimensión social en las políticas energéticas.

## Enfoques metodológicos en la medición del impacto social y emocional

El análisis del impacto social y emocional de la electrificación en comunidades vulnerables exige un enfoque metodológico que combine tanto métodos cuantitativos como cualitativos. Los métodos cuantitativos, como los índices de bienestar y la medición de la calidad de vida a través de encuestas estandarizadas, permiten evaluar de manera objetiva los cambios en las condiciones materiales, como el acceso a la electricidad y los ingresos. Sin embargo, para comprender la dimensión emocional y social de estos cambios, es necesario incorporar métodos cualitativos, como entrevistas en profundidad y grupos focales, que capturen las percepciones, emociones y experiencias de los individuos (Rao & Min, 2018).

Según la literatura, la medición del impacto social y emocional debe considerar factores como la cohesión social, la percepción de seguridad, la autoestima y la esperanza en el futuro (Ayana & Degaga, 2022). Además, se deben tener en cuenta las diferencias culturales y contextuales en la forma en que las comunidades perciben el bienestar y la calidad de vida (Power et al., 2016). La combinación de ambos enfoques proporciona una visión integral de cómo la electrificación influye no solo en las condiciones materiales de vida, sino también en el bienestar emocional y social de los individuos.

## RESULTADOS

El análisis de los datos obtenidos a través de los métodos cuantitativos y cualitativos permite identificar las áreas clave en las que la electrificación ha tenido un impacto en la calidad de vida en las

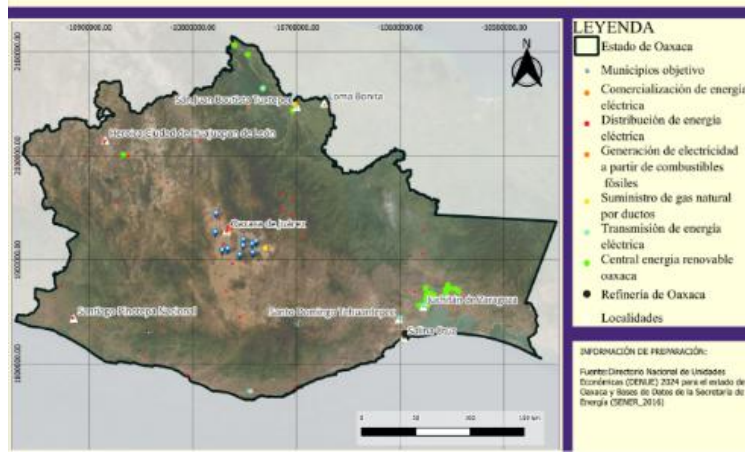
comunidades rurales de la región Mixteca de Oaxaca. En este apartado, se presentan los resultados en relación con la cohesión social, la percepción de futuro, la educación, las relaciones familiares y el empoderamiento. Los resultados se han organizado en cuatro subapartados: cohesión social y fortalecimiento comunitario, percepción de futuro y esperanza, impacto en educación y relaciones familiares, y empoderamiento y autoestima.

**Análisis de radiancia nocturna en función de la electrificación**

Desarrollada la extracción de datos satelitales y procesada mediante los softwares fue posible obtener y elaborar diversos mapas para el análisis de electrificación en el estado de Oaxaca, la figura 5, muestra la distribución de infraestructura eléctrica para el estado de Oaxaca y su simbología correspondiente a 10 localidades seleccionadas.

**Figura 5**

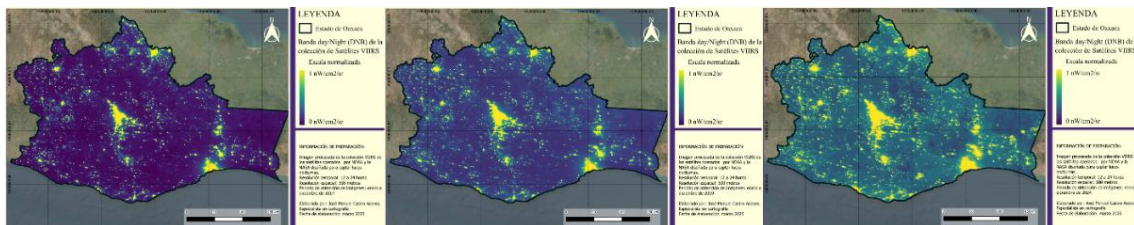
Distribución de la infraestructura eléctrica en el municipio de Oaxaca para el análisis de 10 comunidades



Concerniente a los 3 mapas desarrollados para la radiancia lumínica en el estado y su análisis en función del tiempo se obtuvo la figura 6, la cual muestra análisis de izquierda a derecha el año 2014, 2019 y 2024.

**Figura 6**

*Radiancia lumínica en función del tiempo, año 2014, 2019 y 2024 de izquierda a derecha*



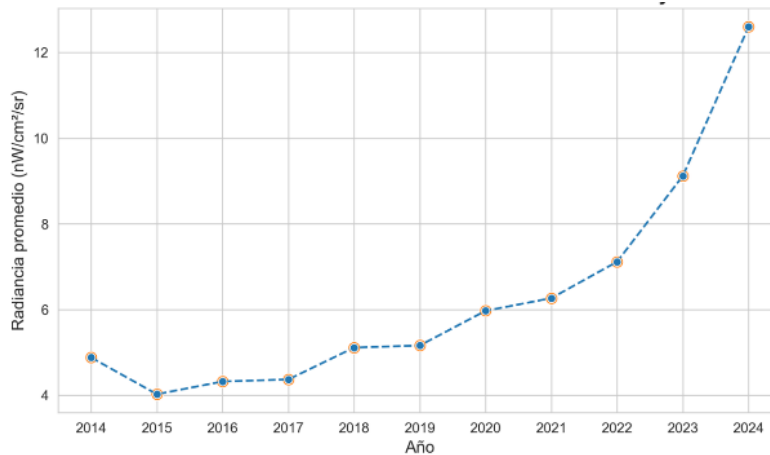
**Fuente:** Elaboración propia mediante el Software Open-Source, QGIS.

Respecto a la extracción de datos y graficación de los mismos se obtuvo la tendencia de radiancia lumínica en función de cada uno de los 10 municipios considerados de Oaxaca, en el gráfico 1 se

muestra el municipio con mayor índice de aumento de radiancia lumínica en Oaxaca (San Gerónimo Tlacoahuaya), respecto a los 9 municipios restantes están disponibles en el siguiente enlace: [https://drive.google.com/drive/folders/1FiibXVFLxKzgQjUgcccitzbzPoNWWmwcR?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/1FiibXVFLxKzgQjUgcccitzbzPoNWWmwcR?usp=drive_link)

### Gráfico 1

*Índice de radiancia lumínica en San Geronimo Tlacoahuaya, en unidades de nW/cm<sup>2</sup>/sr, con un análisis en el tiempo de 10 años 2014-2024*



Una vez analizados los resultados cuantitativos obtenidos, procesados y mostrados en las figuras 618486, 56485 y las gráficas disponibles en el enlace (URL) proporcionado anteriormente es posible interpretar:

La comunidad de: Emiliano Zapata tiene los valores más bajos de radiancia desde el 2015.

Las siguientes 6 comunidades: Ex hacienda Catano, San Bartolomé Quialana, San Jerónimo Tlacoahuaya, Santa Ana del Valle, Santa Cruz Papalutla y Trinidad Zaachila van al alza en forma normal en el tema de radiancia nocturna.

Rancho Valle del Lago se ha mantenido con la misma tendencia los últimos 4 años.

La comunidad de Santa Cecilia Jalieza tiene los valores más bajos de electrificación promedio (su valor máximo fue en 2019 con 2.085 nW/cm<sup>2</sup>/sr, el año pasado (2024) presentó un promedio de 1.85 nW/cm<sup>2</sup>/sr.

La comunidad que presentó valores más altos fue la de Rancho Valle del Lago con 24 nW/cm<sup>2</sup>/sr, el problema es que ese valor se registró en 2014, y a partir de entonces, ha ido a la baja. El promedio en el último año fue de 14 nW/cm<sup>2</sup>/sr.

Ocho de las diez localidades analizadas han mejorado sus niveles de electrificación en los últimos 10 años según estos gráficos.

Los cambios a la baja presentes en las diversas gráficas pueden deberse a temas como apagones frecuentes, falta de suministro o crisis energética local, temas de migración que ocasionen disminución en la población activa de la región, desastres naturales, contaminación atmosférica que interfiera en los resultados de los sensores.

Las comunidades que presentan los niveles más bajos en los últimos 10 años son: Emiliano Zapata, Santa Cecilia Jaliela y San Andrés Ixtlahuaca.

### Cruce de Información de VIIRS con ITER

Posterior a la extracción y procesamiento de datos VIIRS y la encuesta ITER fue posible realizar un análisis de las 10 comunidades seleccionadas obteniendo los siguientes resultados:

La comunidad que presenta mayor cantidad de viviendas sin electricidad (36 viviendas) es la localidad de Emiliano Zapata, la cual además tiene uno de los promedios más bajos de electrificación detectados por los satélites VIIRS (según se muestra en las gráficas). Respecto a la comunidad de San Bartolomé Quialana es la localidad con mayor cantidad de población indígena (2237 habitantes) y menor grado de escolaridad (5to de primaria), y se puede catalogar como una localidad con bajos índices de electrificación según los resultados de las gráficas. También los datos muestran que la comunidad de Ex hacienda Catano posee la mayor cantidad de población afrodescendiente de la región y los datos de radiancia muestran un incremento constante en su infraestructura eléctrica. Respecto a la comunidad de Santa Cecilia Jaliela posee la menor cantidad de Población Económicamente Activa de la región (394 habitantes), el cual se vincula con el índice más bajo de electrificación de la zona de análisis (1.9 nW/cm<sup>2</sup>sr). Estos hallazgos produjeron datos cuantitativos extensos pero interesantes, disponibles en la siguiente dirección URL para su consulta abierta. [https://drive.google.com/drive/folders/108hDT5SbjxTqcTFTxQfq-jmmGPww6AIC?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/drive/folders/108hDT5SbjxTqcTFTxQfq-jmmGPww6AIC?usp=drive_link)

### Consumos Energéticos Simulados

Respecto a la vivienda desarrollada se desarrolló en el software Revit 2025 en su versión 25.2.0.38, implementando la metodología BIM en sus materiales para complementar tanto el sistema constructivo tradicional característico de la zona, así como los materiales regionales con que está construida. Respecto al análisis energético desarrollado del modelo y sus consumos se obtuvieron de manera anual en W máximos de 6,131 W anuales para el enfriamiento interior de la edificación y de 1,170 W para calefacción interior de la vivienda. Respecto a los consumos energéticos de iluminación interior, calefacción, enfriamiento y consumos de equipo interior básico para el funcionamiento de la vivienda se muestran en la tabla 3 en W.

**Tabla 3**

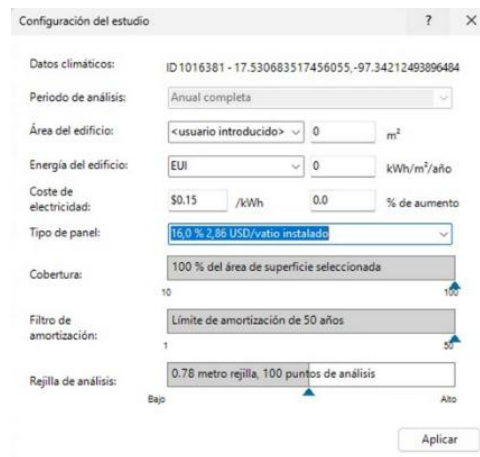
*Consumos de la vivienda en kWh totales de manera anual obtenidos en la simulación energética*

Concepto	Consumo W
Calefacción	1,170
Enfriamiento	6,131
Iluminación Interior	444
Equipo Interior Básico	667

Concerniente a la producción de energía fotovoltaica y su simulación mediante el software Revit y su complemento denominado "Análisis Solar" (versión v25.0.0.0), se contempló la superficie de la cubierta como área para captación solar para paneles fotovoltaicos de 59m<sup>2</sup> disponibles y un costo de \$0.15 USD por kWh como se muestra en la figura 7 para obtener el ahorro económico mediante la producción energética.

**Figura 7**

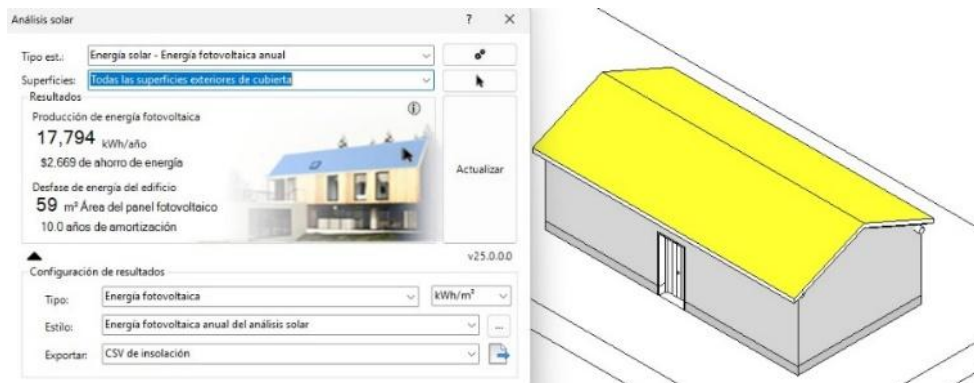
*Parametrización configurada en el software Revit para simulación de producción energética en la vivienda seleccionada*



Posterior a la simulación descrita se obtuvo una producción anual en la zona de Santo Domingo, Oaxaca, 17,794 kWh/año, para la vivienda modelada y simulada y en recurso económico un total de \$2,669 USD/Año de ahorro energético por vivienda como se muestra en la figura 8, de la interfaz principal de simulación del software Revit 2025.

**Figura 8**

*Simulación en Revit para captación solar con paneles fotovoltaicos en la cubierta de la vivienda ubicada en Santo Domingo, Oaxaca, México*



### Resultados de la Entrevista Cualitativa

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a dos líderes comunitarios con el objetivo de comprender la percepción, conocimientos y actitudes hacia la adopción de tecnologías solares, particularmente el uso de baterías de estado sólido mediante sinterización en frío. A continuación, se presentan los principales hallazgos:

## **Problemas Energéticos en la Comunidad**

Ambos líderes coincidieron en que las comunidades enfrentan desafíos significativos en el acceso a la energía. Uno de los entrevistados señaló que los constantes cortes de electricidad afectan las actividades diarias, especialmente durante las temporadas de lluvia. El otro mencionó la dependencia de generadores a diésel, que resultan costosos y contaminantes. Indicando como problemas principales desde la inestabilidad en el suministro eléctrico, los altos costos del combustible para generadores hasta un limitado acceso a fuentes de energía sostenibles.

## **Conocimiento y Percepción sobre Energía Solar**

Ambos líderes manifestaron haber escuchado sobre la energía solar y reconocieron sus beneficios potenciales. Uno de ellos destacó la posibilidad de ahorrar en costos a largo plazo, mientras que el otro expresó curiosidad sobre la durabilidad y el mantenimiento de los sistemas solares. Entre las principales percepciones generales se encuentra el reconocimiento de la energía solar como una alternativa limpia y renovable, las preocupaciones sobre el costo inicial de instalación y la necesidad de más información técnica y práctica.

## **Beneficios Percibidos**

Cuando se les preguntó cómo la energía solar podría beneficiar a sus comunidades, ambos líderes destacaron la reducción de costos energéticos y la posibilidad de tener un suministro más estable. Además, señalaron que esta tecnología podría mejorar la calidad de vida al permitir el funcionamiento continuo de electrodomésticos y sistemas de iluminación. Encontrándose entre los beneficios mencionados el ahorro económico, la independencia energética y la contribución a la sostenibilidad ambiental.

## **Barreras Culturales y Económicas**

Ambos entrevistados señalaron que las barreras económicas son las principales limitantes para la adopción de tecnologías solares. El costo inicial de instalación fue identificado como el desafío más relevante. Asimismo, mencionaron que algunos miembros de la comunidad pueden ser escépticos sobre la eficacia de estas tecnologías, especialmente por falta de experiencias previas. En donde se identifican como principales barreras la falta de recursos económicos, la desconfianza por desconocimiento y la falta de disponibilidad para programas de financiamiento.

## **Aceptación de la Tecnología Propuesta**

Al explicarles el proyecto de baterías de estado sólido, ambos líderes mostraron interés y apertura. Uno de ellos destacó que una tecnología más segura y eficiente podría tener un gran impacto positivo. El otro expresó que la posibilidad de almacenamiento de energía durante la noche o en días nublados aumentaría la viabilidad de la energía solar en la región. En donde se encontraron diferentes factores que facilitan la aceptación como la información clara y capacitación comunitaria, el financiamiento o subsidios gubernamentales y la demostración de casos de éxito.

## **Expectativas para el Futuro**

Ambos líderes manifestaron esperanzas de que proyectos como este ayuden a resolver los problemas energéticos en sus comunidades. Consideran que una implementación exitosa podría servir como modelo para otras regiones con desafíos similares. Como expectativas mencionadas se encuentra la energía más accesible y confiable, la reducción de costos energéticos y una mayor conciencia ambiental y reducción de emisiones.

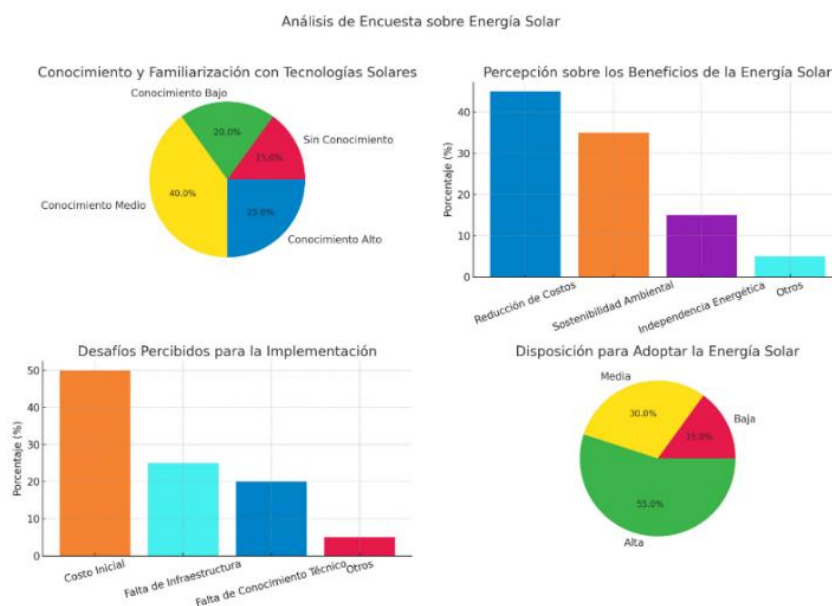
Los resultados de la entrevista reflejan una percepción positiva hacia la energía solar y un interés genuino en soluciones sostenibles. Sin embargo, será esencial abordar las barreras económicas y de conocimiento para facilitar la adopción de esta tecnología en las comunidades rurales.

### Análisis Cualitativo Desarrollado de Encuestas

El análisis de la encuesta revela una creciente conciencia y disposición hacia las tecnologías solares en la comunidad, destacando la percepción positiva sobre sus beneficios, como la sostenibilidad y la reducción de costos a largo plazo. Sin embargo, también se identifican desafíos significativos, como el alto costo inicial, la falta de infraestructura adecuada, el desconocimiento técnico y las preocupaciones estéticas sobre el impacto visual de los paneles solares. La adopción de esta tecnología parece depender principalmente de factores económicos y sociales, como el acceso a incentivos gubernamentales y la rentabilidad a largo plazo. Para promover la adopción, será fundamental abordar estos obstáculos a través de programas educativos, incentivos económicos y soluciones de diseño estéticamente agradables. El gráfico 2 presenta un análisis de una encuesta sobre la percepción y adopción de la energía solar. A través de gráficos de barras y diagramas circulares, se examinan diversos aspectos como el nivel de conocimiento y familiarización con las tecnologías solares, los beneficios percibidos de la energía solar, los principales desafíos para su implementación y la disposición de las personas para adoptarla. Este análisis se describe a continuación.

### Gráfico 2

Análisis desarrollado a la encuesta energética para el estudio



**Fuente:** elaboración propia.

### Conocimiento y Familiarización con las Tecnologías Solares

Según el gráfico circular superior izquierdo, la mayoría de las personas tiene un conocimiento medio (40%) o alto (25%) sobre tecnologías solares, aunque aún persisten niveles bajos o nulos (35%). Esto evidencia la necesidad de más educación comunitaria para facilitar su adopción.

**Oportunidades:** Talleres y campañas educativas.

**Desafíos:** Falta de conocimiento técnico.

### Percepción sobre los Beneficios de la Energía Solar

El gráfico de barras superior derecho muestra que el 45% valora la reducción de costos, seguido por beneficios ambientales (35%) e independencia energética (15%).

**Oportunidades:** Enfocar campañas en beneficios económicos y ecológicos.

**Desafíos:** Explicar cómo se concretan los ahorros a largo plazo.

### Desafíos Percibidos para la Implementación

Como indica el gráfico inferior izquierdo, el principal obstáculo es el costo inicial (50%), seguido por infraestructura inadecuada (25%) y escaso conocimiento técnico (20%).

**Oportunidades:** Financiamiento accesible y formación técnica.

**Desafíos:** Inversión inicial elevada.

### Disposición para Adoptar la Energía Solar

El gráfico circular inferior derecho muestra una disposición alta en el 55% de las personas, aunque un 15% aún muestra baja disposición.

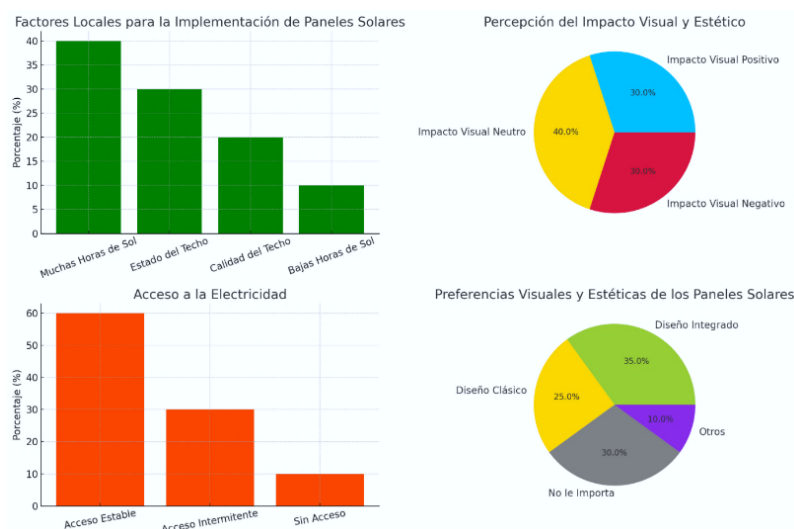
**Oportunidades:** Modelos de negocio accesibles y educación.

**Desafíos:** Reticencia en comunidades con menos recursos.

Concerniente a la grafico 3 se muestran factores clave como horas de sol, condiciones del techo y acceso estable a electricidad. Las percepciones estéticas sobre los paneles están divididas, aunque se prefieren diseños clásicos e integrados.

### Gráfico 3

*Análisis de la implementación y percepción de paneles solares mediante datos cualitativos*



### **Factores Locales para la Implementación de Paneles Solares**

El gráfico indica que un 40% de las comunidades cuenta con muchas horas de sol y un 30% con techos adecuados, lo que favorece la instalación. No obstante, techos en mal estado (20%) y poca exposición solar (10%) representan barreras.

**Oportunidades:** Estudios locales pueden optimizar la instalación según el clima y condiciones estructurales.

**Desafíos:** Infraestructura inadecuada limita la viabilidad técnica.

### **Percepción del Impacto Visual y Estético**

Las opiniones están divididas: 30% positiva, 40% neutra y 30% negativa. Mejorar el diseño de los paneles podría aumentar su aceptación.

**Oportunidades:** Desarrollar paneles con diseño más integrado y visualmente armónico.

**Desafíos:** La estética puede ser una barrera, especialmente en zonas con fuerte identidad arquitectónica.

### **Acceso a la Electricidad**

El 60% tiene acceso estable, mientras que un 30% enfrenta cortes y un 10% no tiene acceso. La energía solar representa una solución viable para comunidades con acceso limitado.

### **Estrategias recomendadas**

Incentivos económicos

Campañas educativas

Diseños estéticos

Financiamiento accesible

Adaptación climática y estructural

### **Preferencias Visuales y Estéticas de los Paneles Solares**

El 35% prefiere diseños integrados, 25% clásicos, y 30% prioriza la funcionalidad por encima de la apariencia.

**Oportunidades:** Ofrecer variedad de diseños para ajustarse a preferencias locales.

**Desafíos:** La falta de opciones estéticas puede limitar la aceptación.

### **Cohesión Social y Fortalecimiento Comunitario**

Uno de los principales efectos de la electrificación en las comunidades rurales ha sido el aumento en la cohesión social y el fortalecimiento de las redes comunitarias. El análisis de las imágenes de radiancia nocturna proporcionadas por la NASA (VIIRS) muestra un aumento significativo en la iluminación nocturna, lo que correlaciona con la expansión de la infraestructura eléctrica en las comunidades. Este aumento de la iluminación se ha asociado con una mayor participación en actividades comunitarias, según lo reflejado en las encuestas realizadas. Las comunidades que

experimentaron un aumento en la iluminación nocturna reportaron un mayor nivel de participación en eventos sociales, reuniones comunitarias y actividades de desarrollo local. Esto sugiere que la electrificación no solo mejora las condiciones materiales, sino que también fomenta un mayor sentido de pertenencia y solidaridad dentro de la comunidad (Benería et al., 2015).

### **Percepción de Futuro y Esperanza**

La electrificación ha tenido un impacto significativo en las expectativas de futuro de los habitantes de las comunidades rurales. Los datos proporcionados por ITER, que muestran mejoras en la infraestructura eléctrica, se correlacionan con una mejora en las expectativas de empleo y educación de los entrevistados. En particular, los residentes de áreas recientemente electrificadas expresaron una mayor esperanza respecto a las oportunidades laborales y educativas disponibles para ellos y sus hijos. Este cambio se refleja en las entrevistas, donde se mencionó que la presencia de electricidad ha permitido el acceso a tecnologías educativas y ha fomentado la creación de pequeños emprendimientos (Márquez-Bedoya et al., 2025). También el análisis muestra que la electrificación ha generado una mejora en la movilidad social, ya que las comunidades con acceso a energía han experimentado un crecimiento en la actividad económica. Esta mejora en la infraestructura energética ha sido vista como una base sólida para el crecimiento económico local, lo que a su vez ha elevado la percepción de que es posible mejorar las condiciones de vida y acceder a una movilidad social ascendente (Khandker et al., 2012).

### **Impacto en Educación y Relaciones Familiares**

El acceso energético ha tenido un impacto considerable en el rendimiento escolar de los niños en las comunidades rurales. Los datos obtenidos a través de ITER, que incluyen información sobre el acceso a la energía y los registros educativos, muestran que las comunidades con acceso a electricidad han experimentado un aumento en el número de estudiantes que continúan su educación secundaria y superior. Este cambio se ha atribuido al hecho de que la electrificación ha permitido el uso de recursos educativos digitales y ha facilitado el estudio en casa durante la noche (Khandker et al., 2012).

Las encuestas y entrevistas también revelan que la electrificación ha transformado las dinámicas familiares. En muchas familias, los padres han reportado que ahora pueden ayudar a sus hijos con las tareas escolares en la noche, algo que antes no era posible debido a la falta de electricidad. Además, los testimonios indican que, en general, la electrificación ha reducido el estrés familiar relacionado con la falta de recursos para estudiar, lo que ha contribuido a una mejor cohesión familiar (Rivas de García, 2023).

### **Empoderamiento y Autoestima**

El acceso a energía sostenible ha tenido efectos positivos en el bienestar psicológico de los habitantes de las comunidades rurales. La electrificación ha sido vinculada con un aumento en los indicadores de bienestar psicológico, como la autoestima y la percepción de autonomía. Según los resultados de las encuestas el acceso a electricidad ha permitido a los individuos participar en actividades que antes no podían realizar, como el acceso a información a través de medios digitales, lo que ha incrementado su percepción de autonomía (Márquez-Bedoya et al., 2025).

El cruce de datos cualitativos y cuantitativos también muestra que la electrificación ha tenido un impacto positivo en la percepción de autonomía en la comunidad. Los testimonios de los líderes comunitarios indicaron que la electrificación ha empoderado a los residentes, ya que les ha permitido mejorar sus condiciones de vida y tomar decisiones informadas sobre su desarrollo. De acuerdo con las entrevistas, el acceso a la energía ha impulsado el emprendimiento local, lo que ha fortalecido la

autoestima de los residentes y ha contribuido a una mayor autopercepción positiva dentro de la comunidad (Benería et al., 2015).

Este caso de estudio demuestra cómo las tecnologías alternativas de energía y construcción sostenible, junto con herramientas avanzadas de modelado energético como Revit, BIM y EnergyPlus, pueden mejorar significativamente la eficiencia energética de las viviendas tradicionales en Oaxaca. La implementación de estas soluciones no solo reduce el consumo de energía, sino que también contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes al promover la sostenibilidad, la cohesión social y el bienestar.

## **DISCUSIÓN**

La electrificación en comunidades rurales ha mostrado ser un motor significativo de cambio social, económico y cultural en la región Mixteca de Oaxaca, tal como lo reflejan los resultados obtenidos en este estudio. A continuación, se presenta la interpretación de los hallazgos en relación con estudios previos, las limitaciones del estudio y las recomendaciones para futuras investigaciones y políticas públicas en el ámbito de la electrificación sostenible.

### **Interpretación de hallazgos en relación con estudios previos**

Los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con investigaciones previas que sugieren que el acceso a la electricidad no solo mejora las condiciones materiales, sino que también influye de manera positiva en el bienestar social y emocional de las comunidades rurales. Estudios publicados Khandker et al., (2012) han mostrado que la electrificación genera beneficios más allá de los estrictamente económicos, como el fortalecimiento de la cohesión social y la mejora en las expectativas de futuro. En este sentido, los hallazgos del presente estudio refuerzan la idea de que la electrificación, al mejorar la infraestructura básica, crea un entorno propicio para el desarrollo comunitario, el crecimiento de redes de apoyo y la participación en la toma de decisiones (Khandker et al., 2012).

Además, la mejora en la cohesión social observada en este estudio es consistente con los resultados de estudios previos que indican que la electrificación puede contribuir al empoderamiento de las comunidades rurales al aumentar el sentido de pertenencia y las redes de apoyo social (Rivas de García, 2023). La electrificación ha permitido la creación de espacios comunes de interacción, facilitando la organización de actividades comunitarias y la construcción de lazos entre los miembros de la comunidad. Este fenómeno ha sido particularmente evidente en las comunidades estudiadas, donde la mayor iluminación nocturna ha favorecido la realización de eventos sociales y comunitarios, lo cual también ha sido observado en otras regiones rurales (Benería et al., 2015).

Por otro lado, los efectos positivos sobre la educación y el rendimiento escolar están en línea con estudios que han demostrado que el acceso a energía sostenible mejora el rendimiento académico, especialmente en áreas rurales donde las condiciones de estudio son limitadas (Márquez-Bedoya et al., 2025). La electrificación no solo ha permitido el uso de tecnologías educativas, sino que también ha favorecido la implicación de los padres en el proceso educativo de sus hijos, lo cual es un hallazgo crucial en el contexto de las comunidades rurales mexicanas.

### **Limitaciones del estudio y oportunidades de mejora en la metodología**

A pesar de los hallazgos positivos, este estudio presenta algunas limitaciones metodológicas que podrían influir en la generalización de los resultados. En primer lugar, la dependencia de imágenes satelitales (NASA VIIRS) para analizar la iluminación nocturna tiene ciertas limitaciones en términos de resolución espacial y temporal. Aunque las imágenes ofrecen una visión global de las áreas

electrificadas, no capturan de manera detallada los patrones específicos de uso de la energía o la calidad de la infraestructura eléctrica, lo que limita la precisión de las conclusiones.

En cuanto a los datos cualitativos, aunque las entrevistas estructuradas y las encuestas proporcionaron información valiosa sobre las percepciones de los residentes, la subjetividad inherente a las respuestas podría haber influido en los resultados. Para mejorar la metodología, se recomienda un enfoque más amplio que incluya una muestra más representativa de la población, así como un análisis más detallado de las variables socioeconómicas y culturales que puedan haber influido en los resultados. Finalmente, sería útil realizar un seguimiento longitudinal del impacto de la electrificación en estas comunidades para capturar de manera más precisa los efectos a largo plazo, tanto en términos de desarrollo social como en términos económicos. Un enfoque longitudinal permitiría observar las tendencias y cambios en la calidad de vida de los habitantes a lo largo del tiempo, brindando una visión más completa del impacto de la electrificación (Benería et al., 2015).

### **Recomendaciones para políticas públicas de electrificación sostenible**

En base a los resultados obtenidos, es posible hacer varias recomendaciones para las políticas públicas de electrificación sostenible en regiones rurales. En primer lugar, las políticas deben ir más allá de la simple provisión de infraestructura eléctrica y considerar el fortalecimiento de las redes comunitarias y el empoderamiento de los residentes. Además, debido al impacto positivo de la electrificación en la educación y la movilidad social, las políticas públicas deberían incorporar programas educativos que utilicen las tecnologías habilitadas por la electricidad para mejorar el acceso a la educación en zonas rurales. Esto incluiría el acceso a internet, plataformas educativas digitales y recursos multimedia que faciliten el aprendizaje tanto en las escuelas como en los hogares (Márquez-Bedoya et al., 2025).

### **CONCLUSIÓN**

La electrificación sostenible en la región Mixteca de Oaxaca ha tenido un impacto positivo en la cohesión social, las expectativas de futuro y el bienestar psicológico de sus habitantes. La mejora en la iluminación ha favorecido las actividades comunitarias, fortaleciendo redes de apoyo y el sentido de pertenencia (Rivas de García, 2023). Asimismo, el acceso a la electricidad ha incrementado las expectativas educativas y laborales, particularmente entre jóvenes, quienes ahora acceden a mejores recursos para su formación (Khandker et al., 2012; Márquez-Bedoya et al., 2025).

En el ámbito educativo, la energía ha facilitado el uso de tecnologías que mejoran el rendimiento escolar. Además, se ha observado un aumento en la autonomía individual y la percepción de control sobre la propia vida, lo que se traduce en un mayor bienestar psicológico (Benería et al., 2015).

### **Propuestas para maximizar el impacto socioemocional de la electrificación en comunidades rurales**

Para profundizar los beneficios observados, se sugieren estrategias como: fomentar espacios comunitarios que fortalezcan la participación y la cohesión social (Rivas de García, 2023); implementar programas de capacitación tecnológica para un uso eficiente de la energía (Khandker et al., 2012); desarrollar iniciativas de empoderamiento y emprendimiento local (Márquez-Bedoya et al., 2025); e incentivar el uso sostenible y equitativo de fuentes renovables (Benería et al., 2015).

### **Sugerencias para futuras investigaciones**

Este estudio sienta bases para futuras líneas de investigación, como estudios longitudinales que analicen los efectos a largo plazo de la electrificación en el desarrollo comunitario (Rivas de García, 2023), investigaciones sobre su impacto en la salud mental (Benería et al., 2015) y análisis con

perspectiva de género para entender cómo afecta de forma diferenciada a hombres y mujeres, particularmente en términos de empoderamiento y acceso a recursos (Benería et al., 2015).

## REFERENCIAS

- Armey, L. E., & Hosman, L. (2016). The centrality of electricity to ICT use in low-income countries. *Telecommunications Policy*, 40(7), 617–627. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2015.08.005>
- Ayana, O. U., & Degaga, J. (2022). Effects of rural electrification on household welfare: a meta-regression analysis. *International Review of Economics*, 69(2), 209–261. <https://doi.org/10.1007/s12232-022-00391-7>
- Benería, L., Berik, G., & Floro, M. S. (2015). *Gender, Development, and Globalization*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203107935>
- Blank, C. A. (2013). *SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research*. *Journal of Music Therapy*. <https://www.proquest.com/openview/2e7ee17a7714f53fe1de559e9537ed94/1?cbl=47718&pq-origsite=gscholar>
- Caballero Montes, J. L., Ríos Ventura, F. G., & Alavéz Ramírez, R. (2023). Mejoramiento de la habitabilidad de la vivienda construida con fondos de remesas mediante estrategias bioclimáticas pasivas. *Anales de Investigación En Arquitectura*, 14(1). <https://doi.org/10.18861/ania.2024.14.1.3427>
- Colmenero Fonseca, F., Rodríguez Pérez, R., Perlaza Rodríguez, J., Palomino Bernal, J. F., & Cárcel-Carrasco, J. (2024). Sustainable Built Environments: Building Information Modeling, Biomaterials, and Regenerative Practices in Mexico. *Buildings*, 14(1), 202. <https://doi.org/10.3390/buildings14010202>
- Crawley, D. B. (2000). *EnergyPlus: Energy Simulation Program*. <https://www.researchgate.net/publication/230606369>
- Creswell, J. W. , & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications. [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Designing+and+conducting+mixed+methods+research+%283rd+ed.%29.+SAGE+Publications.+&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Designing+and+conducting+mixed+methods+research+%283rd+ed.%29.+SAGE+Publications.+&btnG=)
- Day, R., Walker, G., & Simcock, N. (2016). Conceptualising energy use and energy poverty using a capabilities framework. *Energy Policy*, 93, 255–264. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.019>
- Diener, E. (2000). Subjective well-being: The science of happiness and a proposal for a national index. *American Psychologist*, 55(1), 34–43. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.34>
- Ehanmo, I. (2024). Renewable Energy Adoption in Communities: Bridging the Gap between Energy Transition Initiatives and Community Aspirations from an Energy Justice Lens. *Global Energy Law and Sustainability*, 5(2), 233–253. <https://doi.org/10.3366/gels.2024.0125>
- Elvidge, C. D., Baugh, K., Zhizhin, M., Hsu, F. C., & Ghosh, T. (2017). VIIRS night-time lights. *International Journal of Remote Sensing*, 38(21), 5860–5879. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1342050>
- Elvidge, C. D., Zhizhin, M., Ghosh, T., Hsu, F.-C., & Taneja, J. (2021). Annual Time Series of Global VIIRS Nighttime Lights Derived from Monthly Averages: 2012 to 2019. *Remote Sensing*, 13(5), 922. <https://doi.org/10.3390/rs13050922>
- Flick, Uwe. (2009). *An introduction to qualitative research*. Sage Publications. [https://elearning.shisu.edu.cn/pluginfile.php/35310/mod\\_resource/content/2/Research-Intro-Flick.pdf](https://elearning.shisu.edu.cn/pluginfile.php/35310/mod_resource/content/2/Research-Intro-Flick.pdf)

García Beltrán, Y. M. (2024). Generación de energía a baja escala en México: obstáculos y alternativas. *Andamios, Revista de Investigación Social*, 21(55), 319–345. <https://doi.org/10.29092/uacm.v21i55.1107>

Grimm, B., & Zeunert, J. (2020). Short-Sighted Visual Character Concerns in Renewable Energy Landscapes: A Case Study of South Australia. In *Discourses on Sustainability* (pp. 91–124). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-53121-8\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-53121-8_5)

Guzmán Ramírez, A., Fonseca, F. C., José, I. I., & Ochoa Ramírez, A. (2021). *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*. <https://www.redalyc.org/journal/3768/376868446003/376868446003.pdf>

Haq, M. ul. (1995). *Human development report 1995*. Oxford University Press for the United Nations Development Programme (UNDP). <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr1995encompletenostats.pdf>

Hernandez Matus, K. Y., Gómez Barranco, H., Solano García, N. E., & Ruiz Torres, R. P. (2023). Factores inhibidores de la eficiencia energética en inmuebles patrimoniales del Centro Histórico de la Ciudad de Oaxaca. *Ciencia Nicolaita*, 87. <https://doi.org/10.35830/cn.vi87.627>

IEA. (2022). *World Energy Outlook*. [www.iea.org/t&c/](http://www.iea.org/t&c/)

INEGI. (2020). Principales resultados por localidad (ITER) del Censo de Población y Vivienda 2020. Datos oportunos. Programas de Información. <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/ficha.html?tit=326108&ag=0&f=csv>

Khandker, S. R., Barnes, D. F., & Samad, H. A. (2012). The Welfare Impacts of Rural Electrification in Bangladesh. *The Energy Journal*, 33(1), 187–206. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol33-No1-7>

Li, J., Wang, Z., Cheng, X., Shuai, J., Shuai, C., & Liu, J. (2020). Has solar PV achieved the national poverty alleviation goals? Empirical evidence from the performances of 52 villages in rural China. *Energy*, 201, 117631. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117631>

Li, S., & Gou, Z. (2023). Accepting Solar Photovoltaic Panels in Rural Landscapes: The Tangle among Nostalgia, Morality, and Economic Stakes. *Land*, 12(10), 1956. <https://doi.org/10.3390/land12101956>

Márquez-Bedoya, A., Carvajal-Quintero, S. X., & López-García, D. (2025). Energía sostenible en zonas aisladas de América Latina: revisión de la integración del enfoque WEF Nexus para impulsar el desarrollo rural. *Información Tecnológica*, 36(1), 1–14. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642025000100001>

Milin, I. A., Mungiu Pupazan, M. C., Rehman, A., Chirtoc, I. E., & Ecobici, N. (2022). Examining the Relationship between Rural and Urban Populations' Access to Electricity and Economic Growth: A New Evidence. *Sustainability*, 14(13), 8125. <https://doi.org/10.3390/su14138125>

Mohideen, R. (2018). *Energy Technology Innovation in South Asia*. <https://doi.org/10.22617/WPS179175-2>

NASA, M. (2024). *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)*. MODIS Data Section. <https://modis.gsfc.nasa.gov>

Nolasco-Benitez, E., & Gomis-Bellmunt, O. (2021). Acceso a la electricidad y desarrollo rural. *CienciaAmérica*, 10(3), 57–72. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i3.371>

Palit, D., & Bandyopadhyay, K. R. (2017). Rural electricity access in India in retrospect: A critical ruminantion. *Energy Policy*, 109, 109–120. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.025>

Palomino Bernal, J. F., Colmenero Fonseca, F., Jalomo Cuevas, J., Carcel-Carrasco, J., & Rodríguez Pérez, R. (2025). Innovation in Intelligent Temperature Management in Educational Spaces for the Reduction of Energy Consumption Through Intelligent Control Systems. *Buildings*, 15(5), 672. <https://doi.org/10.3390/buildings15050672>

Perez-Sebastian, F., Steinbuks, J., Féres, J., Trotter, I., Bank, W., Timilsina, G., Hochman, G., Song, Z., Albertini, A., & Sievert, M. (2020). Electricity Availability and Economic Activity: Lessons from Developing Countries. In *World Development* (Vol. 128). <https://documents1.worldbank.org/curated/en/198341604034443813/pdf/World-Bank-Group-Research-Newsletter-October-2020.pdf>

Power, M., Newell, P., Baker, L., Bulkeley, H., Kirshner, J., & Smith, A. (2016). The political economy of energy transitions in Mozambique and South Africa: The role of the Rising Powers. *Energy Research & Social Science*, 17, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2016.03.007>

Rao, N. D., & Min, J. (2018). Decent Living Standards: Material Prerequisites for Human Wellbeing. *Social Indicators Research*, 138(1), 225–244. <https://doi.org/10.1007/s11205-017-1650-0>

Rivas de García, B. L. (2023). Capital social y empoderamiento: estrategias de trabajo social en comunidades rurales. *Journal of Scientific Metrics and Evaluation*, 1(1), 31–48. <https://doi.org/10.69821/JoSME.v1i1.3>

Rojas Pérez, L. Á., & Ruiz Ríos, J. (2024). Construcción de viviendas de interés social desde la perspectiva de los materiales sostenibles en Cuilapam de Guerrero, Oaxaca. *Sapiens International Multidisciplinary Journal*, 1(3), 198–213. <https://doi.org/10.71068/9px99j13>

Salazar Altamirano, P. A. (2024). Optimización de tecnologías de construcción sostenible para mejorar tiempos y costos en la construcción ejemplos de comunidades rurales en América Latina. *Revista Ingenio Global*, 3(2), 119–137. <https://doi.org/10.62943/rig.v3n2.2024.114>

Sánchez, A. S., Torres, E. A., & Kalid, R. A. (2015). Renewable energy generation for the rural electrification of isolated communities in the Amazon Region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 278–290. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.075>

Sánchez-Pisco, L. A., Hidalgo-Osorio, W. A., & Vásquez-Carrera, P. J. (2024). Análisis de casos para el desarrollo de Electrificación Rural por medio del uso de Energías Renovables. *Revista Científica, Dominio de Las Ciencias*, 10(2), 1710–1725. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3903>

Schandl, H., & Turner, G. M. (2009). The Dematerialization Potential of the Australian Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 13(6), 863–880. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2009.00163.x>

Sen, A. (1999). *Development as Freedom* Oxford University Press Shaw TM & Heard. The Politics of Africa: Dependence and Development. [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Development+as+freedom.+Oxford+University+Press.+&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Development+as+freedom.+Oxford+University+Press.+&btnG=)

SENER. (2022). 4 Informe de Labores. [https://transparencia.energia.gob.mx/web\\_transparencia/3\\_APERTURA\\_GUBERNAMENTAL/3\\_1\\_INF ORMACION\\_SOCIALMENTE\\_UTIL/3\\_1\\_1\\_2\\_4o%20Informe-de-labores-SENER.pdf](https://transparencia.energia.gob.mx/web_transparencia/3_APERTURA_GUBERNAMENTAL/3_1_INF ORMACION_SOCIALMENTE_UTIL/3_1_1_2_4o%20Informe-de-labores-SENER.pdf)

Shi, Y., Ding, L., He, C., Zhang, F., Zhang, Z., & Dai, Q. (2022). Do village leaders' engagement, social interaction and financial incentive affect residents' solar PV adoption? An empirical study in rural China? *International Journal of Energy Sector Management*, 16(5), 834–855. <https://doi.org/10.1108/IJESM-02-2021-0027>

Sutton, P. C., Elvidge, C. D., & Ghosh, T. (2007). Estimation of Gross Domestic Product at Sub-National Scales using Nighttime Satellite Imagery. <http://earth.google.com/>


United Nations. (2020). The Sustainable Development Goals Report . Department of Economic and Social Affairs, Statistics Division. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020>

Urzúa M, A., & Caqueo-Urizar, A. (2012). Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. *Terapia Psicológica*, 30(1), 61–71. <https://doi.org/10.4067/S0718-48082012000100006>

Wu, Y., Xu, M., Tao, Y., He, J., Liao, Y., & Wu, M. (2022). A critical barrier analysis framework to the development of rural distributed PV in China. *Energy*, 245, 123277. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.123277>

Xue, J. (2017). Photovoltaic agriculture - New opportunity for photovoltaic applications in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.098>

Yang, Z., Sun, G., Behrens, P., Østergaard, P. A., Egusquiza, M., Egusquiza, E., Xu, B., Chen, D., & Patelli, E. (2021). The potential for photovoltaic-powered pumped-hydro systems to reduce emissions, costs, and energy insecurity in rural China. *Energy Conversion and Management: X*, 11, 100108. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100108>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) .

### **AGRADECIMIENTOS**

Universidad Americana de Europa por su apoyo y colaboración en la realización de este estudio. Agradecemos profundamente a los miembros del equipo académico por brindarnos los recursos y las facilidades necesarias para desarrollar este trabajo. Su compromiso con la investigación y el desarrollo académico ha sido fundamental para la consecución de los objetivos de este proyecto. Fomentando un entorno de excelencia académica que ha permitido enriquecer este estudio, proporcionando un espacio para el intercambio de ideas y el avance del conocimiento.