

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**



**INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN**

**“SISTEMAS FOTOVOLTAICOS OFF GRID Y LA  
ELECTRIFICACIÓN RURAL SOSTENIBLE DE LAS ZONAS  
AISLADAS. UN CASO DE ESTUDIO”**

**AUTOR: Dr. Ing. JORGE ALBERTO MONTAÑO PISFIL**

**(PERÍODO DE EJECUCIÓN: Del 01/02/2020 al 31/01/2021)**

**(RESOLUCIÓN RECTORAL N° 188-2020-R)**

**Callao, 2021**

*J. Montaña*

## **DEDICATORIA**

*El presente trabajo de investigación está dedicado a mis queridos padres LIDIA y VALENTIN, a mi hija BEATRIZ y a mi nieta MIRANDA, por todo su amor, apoyo y comprensión.*

*Puente*

## **AGRADECIMIENTO**

*A mi compañera LUCIA porque siempre está alentándome para alcanzar todas mis metas; ella es una persona que venciendo todas las adversidades sigue luchando todos los días para sacar adelante la familia.*

*suontarfo*

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	1
ÍNDICE DE TABLAS .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	4
RESUMEN .....	5
ABSTRACT .....	6
INTRODUCCIÓN .....	7
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
<b>1.1 Descripción de la realidad problemática</b> .....	9
<b>1.2 Formulación del problema</b> .....	10
<b>1.3 Objetivos</b> .....	11
<b>1.4 Limitantes de la investigación</b> .....	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	13
<b>2.1 Antecedentes</b> .....	13
<b>2.2 Marco</b> .....	17
<b>2.2.1. Teórico</b> .....	17
<b>2.2.2. Conceptual</b> .....	18
<b>2.3 Definición de términos básicos</b> .....	26
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	28
<b>3.1 Hipótesis</b> .....	28
<b>3.2 Definición conceptual de las variables</b> .....	28
<b>3.3 Operacionalización de variables</b> .....	30
<b>3.3.1 Definición operacional de las variables</b> .....	30
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO .....	32
<b>4.1 Tipo y diseño de la investigación</b> .....	32

*pusintarfo*

4.2	<b>Método de Investigación</b> .....	33
4.3	<b>Población y muestra</b> .....	33
4.4	<b>Lugar de estudio y periodo desarrollado</b> .....	34
4.5	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de la información</b> .....	34
4.6	<b>Análisis y procesamiento de datos</b> .....	35
CAPÍTULO V: RESULTADOS.....		36
5.1	<b>Resultados descriptivos</b> .....	36
5.2	<b>Resultados inferenciales</b> .....	52
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		59
4.1	<b>Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados</b> .....	59
4.2	<b>Contrastación de los resultados con otros estudios similares</b> 60	
4.3	<b>Responsabilidad ética</b> .....	61
CONCLUSIONES .....		62
RECOMENDACIONES .....		64
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS .....		65
ANEXOS .....		68
	<b>Matriz de Consistencia</b> .....	68
	<b>Instrumentos</b> .....	70
	<b>Base de datos</b> .....	72

*Puontarpo*

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz operacional de la investigación.....	30
Tabla 2: Instrumento de observación .....	35
Tabla 3: Resultados descriptivos del grupo de control.....	36
<i>Tabla 4: Resultados descriptivos del grupo experimental.....</i>	<i>38</i>
Tabla 5: <i>Prueba de normalidad mediante el test de Kolmogorov (1941) en el grupo de control.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 6: Prueba de normalidad mediante el test de Shapiro Wilk (1965) en el grupo experimental .....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 7: Cumplimiento de la normalidad.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 8: Prueba de homogeneidad con el test de Levene (1960).....</i>	<i>52</i>
Tabla 9: Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador población económicamente activa .....	53
Tabla 10: Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador ingreso per cápita .....	54
Tabla 11: Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador tasa de mortalidad .....	54
Tabla 12: Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador tasa de fecundidad .....	55
Tabla 13: Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador tasa de alfabetización .....	56
Tabla 14: Prueba T de Student (1908) para el indicador superficies de ecosistemas degradados .....	57
Tabla 15: Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador coeficiente de electrificación .....	58

*Puente*

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de un sistema fotovoltaico OFF GRID .....	19
Figura 2: Módulo fotovoltaico o panel solar fotovoltaico.....	20
Figura 3: Regulador de carga.....	21
Figura 4: Acumulador o batería.....	22
Figura 5: Convertidor o inversor de carga.....	22
Figura 6: PEA en el grupo de control y experimental .....	39
Figura 7: IPC en el grupo de control y experimental .....	40
Figura 8: Tasa de mortalidad en el grupo de control y experimental.....	41
Figura 9: Tasa de fecundidad en el grupo de control y experimental.....	42
Figura 10: Tasa de alfabetización en el grupo de control y experimental ....	42
Figura 11: Superficie de ecosistemas degradados en el grupo de control y experimental.....	43
Figura 12: Coeficiente de electrificación en el grupo de control y experimental .....	44

*fuente*

## RESUMEN

Esta investigación se centró en demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, desde la perspectiva económica, social, ambiental, y pública.

Se utilizó un diseño cuasi experimental, cuyo factor fue la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, que se aplicó al desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, mediante una muestra de 80 pobladores, de los cuales 60 conformaron el grupo de control y 20 el grupo experimental.

Los resultados demostraron que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, mejora relativamente el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, en relación a la dimensión económica, ambiental y pública, no obstante, en la dimensión social su efecto es indiferente.

**Palabras clave:** Electrificación no convencional, electrificación rural, desarrollo sostenible.

*pusantayo*

## ABSTRACT

This research focused on demonstrating that rural electrification through Off Grid photovoltaic systems improves sustainable development in rural populations of the Lambayeque region, from an economic, social, environmental, and public perspective.

A quasi-experimental design was used, whose factor was rural electrification using Off Grid photovoltaic systems, which was applied to sustainable development in rural populations of the Lambayeque region, through a sample of 80 inhabitants, of which 60 made up the control group and 20 the experimental group.

The results demonstrated that rural electrification through Off Grid photovoltaic systems relatively improves sustainable development in rural populations of the Lambayeque region, in relation to the economic, environmental and public dimension, however, in the social dimension its effect is indifferent.

**Keywords:** Unconventional electrification, rural electrification, sustainable development.

*pusntaifo*

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la población de las zonas rurales aisladas sigue viviendo en condiciones de pobreza o pobreza extrema y no cuentan con los servicios básicos de agua potable y energía eléctrica. Estas poblaciones son muy pequeñas, están dispersas entre sí y tienen poca accesibilidad por falta de infraestructura vial, por esas razones no es factible prolongar la red de energía del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

Para llevar electricidad a las zonas rurales, localidades aisladas y de frontera del país, el estado peruano ha implementado una política de electrificación rural que ha permitido incrementar sustancialmente el coeficiente de electrificación rural y mejorar la calidad de vida de las personas que viven en dichos lugares. Actualmente la Dirección General de Electrificación Rural (DGER) del Ministerio de Energía y Minas (MEM) sigue electrificando las zonas rurales mediante la expansión de la red eléctrica convencional hasta los lugares donde sea posible o mediante el uso de sistemas fotovoltaicos Off Grid para las localidades aisladas y de frontera del país; así como la generación hidráulica a través de pequeñas centrales para abastecer a pequeños poblados. Sin embargo, a pesar de todo el esfuerzo realizado por la DGER hay zonas rurales aisladas y zonas de frontera que por algún tiempo no van a contar con los beneficios de la electricidad.

En los últimos veintiséis años la electrificación rural en el Perú ha crecido doce veces, según lo indicado en el Plan Nacional de Electrificación Rural (PNR) periodo 2016-2025, de la DGER. En dicho documento se señala que en 1993 el coeficiente de electrificación rural era de 7,7 % y en 2015 era 78 %; siendo la proyección al año 2019 de 95 %, por lo tanto se concluye que en la actualidad todavía existe un mínimo de 5 % de la población rural que no cuenta con el servicio de electricidad, correspondiéndole al propio estado la responsabilidad de cubrir esta brecha en el corto y mediano plazo, ello permitiría al Perú ponerse al nivel de la mayoría de países de América del Sur, donde más del 98 % de hogares cuentan con disponibilidad de electricidad.

*Purotaupo*

Por otro lado, para hacer posible la electrificación rural sostenible en las zonas aisladas, a través del aprovechamiento de la energía solar y la utilización de los sistemas fotovoltaicos Off Grid, se necesita que el estado peruano mantenga, amplíe y fortalezca los proyectos de electrificación rural, para ello debe proporcionar los recursos económicos necesarios que requieren estos proyectos, que finalmente debemos considerarlos como proyectos de inversión social. De esta forma, estos proyectos serán sostenibles en el tiempo.

El presente trabajo titulado “Sistemas fotovoltaicos Off Grid y la electrificación rural sostenible de las zonas aisladas. Un caso de estudio” tiene por finalidad demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, desde la perspectiva económica, social, ambiental, y pública

*Justino*

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Descripción de la realidad problemática**

En la actualidad, la población de las zonas rurales aisladas sigue viviendo en condiciones de pobreza o pobreza extrema y no cuentan con los servicios básicos de agua potable y energía eléctrica. Según las estadísticas de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER), al año 2015 el coeficiente de electrificación rural en el Perú era de 78 %, estimándose que al año 2019 sea de 95 %, lo que significa que hay un mínimo de 5 % de pobladores de las zonas rurales que no cuentan con electricidad, estos pobladores son los que viven en zonas rurales aisladas y localidades de frontera. Esta realidad la hace insostenible en lo económico, social y ambiental, e inclusive hasta en el tema de gobernabilidad.

Estas poblaciones son muy pequeñas, están dispersas entre sí y tienen poca accesibilidad por falta de infraestructura vial, por eso y otras razones no es factible prolongar la red de energía del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). Por lo tanto, la mejor alternativa de proporcionar energía eléctrica a la población de las zonas rurales aisladas y localidades de frontera es mediante la implementación de sistemas fotovoltaicos Off Grid que generan energía limpia que cuida el ambiente y permite una mejor calidad de vida de la población, todo ello enmarcado dentro del desarrollo sostenible de dichas zonas.

Cuando no es posible satisfacer todas las necesidades de energía eléctrica utilizando una sola tecnología, como la que brinda la red de energía del SEIN, entonces se debe recurrir a otras tecnologías como por ejemplo los sistemas fotovoltaicos Off Grid. La experiencia nos demuestra que no es posible utilizar una sola tecnología para resolver la necesidad de energía de todas las personas.

*Fuente: [illegible]*

Para brindar electricidad a las poblaciones que viven en las zonas rurales aisladas y localidades de frontera debe intervenir el estado, fomentando el acceso a la energía eléctrica y mejorar la calidad de vida de estas poblaciones, brindándole oportunidades de desarrollo. El acceso a la energía eléctrica es un derecho que tienen todas las personas y un deber del estado para cumplir con el principio de equidad, evitando con ello la posible ocurrencia de conflictos sociales y políticos.

Según los censos nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población total en el Perú es de 31 237 485 y la población total rural, 6 069 991, que representan el 20,7%. Asimismo, 948 mil 110 viviendas no cuentan con energía eléctrica (12,3%). En lo que respecta al departamento de Lambayeque, la población total es de 1 197 260 y la población total rural 226 139.

Además, según el Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) 2016 – 2025, elaborado por la Dirección General de Electrificación Rural (DGER) del Ministerio de Energía y Minas, la población beneficiada de la región Lambayeque sería de 46 225, esto significa que hay 46 225 pobladores de dicha región que no gozan de los beneficios de la electricidad.

## **1.2 Formulación del problema**

### **a) Problema General**

¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020?

### **b) Problemas específicos**

- ¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo económico en poblaciones rurales?

*Justitiano*

- ¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo social en poblaciones rurales?
- ¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el ecosistema ambiental en poblaciones rurales?
- ¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo público en poblaciones rurales?

### **1.3 Objetivos**

#### **a) Objetivo General**

- Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020.

#### **b) Objetivos específicos**

- Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo económico en poblaciones rurales
- Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo social en poblaciones rurales
- Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el ecosistema ambiental en poblaciones rurales
- Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo público en poblaciones rurales

*Puente*

#### **1.4 Limitantes de la investigación**

En el aspecto teórico, esta investigación se limitó a que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, como factor solo consideró la cobertura del programa nacional de electrificación rural, definida por el gobierno central, en donde el investigador solo participó como observador, manteniendo independencia de cualquier dependencia relativa al programa mencionado, circunscrito al diseño de la investigación.

En el aspecto temporal, esta investigación limitó su trabajo de campo relativo al acopio de información, cuyas actividades se desarrollaron dentro de la fase 4 de reactivación económica propuesta por el gobierno central, durante el 2020.

En el aspecto espacial, esta investigación se limitó a la población rural de las zonas aisladas de la región Lambayeque, carentes de vías de comunicación.

*Fontana*

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

Villalobos Cabrera, Jony (2014). ***Plan maestro de electrificación rural con energía fotovoltaica en la región Lambayeque***. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Tesis para optar el grado de Maestro. En esta tesis el autor afirma que se han realizado diferentes esfuerzos en diferentes países para efectuar la electrificación rural en áreas donde resulta difícil la electrificación mediante la extensión de redes. Sin embargo, no existe una única solución para tal fin y propone un Plan Maestro para la Región Lambayeque, que es una de las medidas concebibles propuestas como resultado de las investigaciones y análisis de varias organizaciones pertinentes. Las medidas que propone tienen un enfoque participativo que combinan iniciativas de los pobladores y gobiernos locales con el soporte institucional del Gobierno Regional de Lambayeque, considerando la descentralización del gobierno central. La investigación concluye que el Plan Maestro permitirá suministrar un servicio eléctrico sostenible a localidades remotas no-electrificadas, mediante energía fotovoltaica, reduciendo a largo plazo el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero, mejorando la calidad de vida a un total de 127 localidades beneficiadas, con un total de 2006 instalaciones domiciliarias.

Montaño Pisfil, Jorge Alberto (2016). ***Energía solar fotovoltaica y el desarrollo energético sostenible en las zonas rurales aisladas, región lambayeque, año 2015***. Universidad Alas Peruanas. Tesis para optar el grado de Doctor. En esta tesis el autor afirma que el objetivo de la investigación se centró en promover el desarrollo energético sostenible mediante la instalación de sistemas fotovoltaicos autónomos en las zonas rurales aisladas de la región Lambayeque, en función a la necesidad de conocer el impacto de la instalación de estos sistemas en el desarrollo energético sostenible. El estudio

*Montaño*

fue de tipo cuantitativo, diseño no experimental en un nivel correlacional, y un método hipotético inductivo. La unidad de análisis que se utilizó fue el poblador de las zonas rurales aisladas de la región Lambayeque. Se estableció como hipótesis de investigación que la instalación de sistemas fotovoltaicos autónomos contribuye a promover un desarrollo energético sostenible en las zonas rurales aisladas de la región Lambayeque. Los resultados confirmaron la hipótesis de investigación, es decir, la instalación de los sistemas fotovoltaicos autónomos promueve un desarrollo energético sostenible en las zonas rurales aisladas de la región Lambayeque, este resultado representa el efecto conjunto de los impactos en la calidad de vida de las personas, la mejora del coeficiente de electrificación de la zona de estudio, la generación de nuevas actividades económicas, las nuevas actividades agroindustriales que se generan como valor agregado, y finalmente se concluye que la instalación de los sistemas fotovoltaicos autónomos mitiga los impactos ambientales.

Rojas Baltazar, Juan José. (2013). **Acceso universal y sostenibilidad en el sector eléctrico rural del Perú**. Pontifica Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el grado de Magíster. En esta tesis el autor señala que:

- El Acceso Universal tiene como objetivo garantizar que los ciudadanos tengan acceso a la energía, aunque sea de forma limitada y con una calidad inferior. El Acceso Universal es el derecho al suministro de electricidad que los ciudadanos tienen, el cual puede verse limitada por la falta de recursos disponibles que garanticen su adecuada Sostenibilidad.
- Existe una estrecha relación entre pobreza e infraestructura. Los hogares más pobres son los menos dotados con este tipo de activos y en consecuencia tienen menos acceso al servicio público, sus altos costos que impone tiende a dejarlos sin posibilidad de crecimiento. La energía eléctrica es un insumo de vital importancia para revertir las limitaciones del poblador

*Puontarfo*

rural, pues le otorga iluminación, salud, educación, comunicación y confort, sin embargo, será necesario añadirle una cuota de participación estatal, mediante subsidios que permitan un Servicio Universal.

- En el mundo existen 1,300 millones de personas sin acceso a la electricidad, de los cuales el 84% se encuentran en zonas rurales. Es un reto, ampliar sus oportunidades de desarrollo, permitiéndoles el acceso a servicios modernos de energía, para lo cual deberán interrelacionar órganos normativos, reguladores y empresas operadoras, bajo un mismo planeamiento tendientes a optimizar los recursos disponibles.
- El incremento en el acceso debe ir acompañado de una eficiente planificación y correcta selección de la tecnología, acorde a las condiciones del mercado que se desea intervenir. Para el efecto, el presente estudio ha determinado un grado de prelación entre las tecnologías disponibles a aplicar: 1) ampliación de red, 2) construcción de una mini central hidroeléctrica, 3) construcción de una mini central térmica ó 4) instalación de paneles fotovoltaicos. Se ha tomado como premisa condiciones de número de clientes, consumo promedio y grado de dispersión.
- Se han desarrollado reformas estructurales en el sector eléctrico, desintegración de las actividades de generación, transmisión y distribución, privatización de empresas y Ley de Electrificación Rural. La corriente actual propone plantear un Libro Blanco para la Electrificación Rural, el cual busca sean incorporadas bajo el alcance regional de las empresas de distribución.

Edwin Blasnilo Rúa Ramírez, Andrea Isabel Barrera Siabato y Martín Gómez Orduz (2017), en su artículo de investigación titulado: **Análisis técnico, socioeconómico y ambiental de la electrificación con energía solar fotovoltaica aislada para vivienda rural en Hato Corozal, Casanare, Colombia**, sostienen que La electrificación con energía solar fotovoltaica

*fuente*

aislada es la opción más viable para vivienda rural, en especial si se encuentra muy distante del sistema nacional interconectado. Hato Corozal, Casanare, Colombia, es un municipio estructurado en su área rural por fincas muy alejadas entre sí. Su mayor inconveniente de desarrollo social y económico es la falta de electricidad como servicio de primera necesidad. La gobernación de Casanare a través del fondo nacional de regalías aprobó la instalación de 206 sistemas solares fotovoltaicos (SFV) a las familias más alejadas y más vulnerables del municipio. El objetivo principal de la investigación fue realizar una evaluación socio-económica de las familias de la zona rural del municipio, beneficiadas con la instalación de estos sistemas SFV. Además, se realizó un análisis técnico de simulación de la operación del SFV dimensionado con 2 días sin sol y luego 12 días con sol, también se hizo una simulación de la operación del SFV dimensionado con 14 días con sol. La investigación se abordó desde el enfoque metodológico descriptivo y de investigación aplicada de campo que incluyó visita a las viviendas, aplicación, análisis de instrumentos y registro fotográfico. Los resultados presentan gran incidencia desde un enfoque social, económico y ambiental que puede llegar a ser implementado en otras áreas rurales del país como ejemplo de uso de tecnologías limpias en favor del desarrollo rural sostenible. Una de las principales conclusiones de la investigación fue que se pudo evidenciar que la potencia eléctrica instalada a través de este sistema solar fotovoltaico cubre las necesidades energéticas de una vivienda unifamiliar con grandes ventajas en rentabilidad económica e impacto ambiental.

Báez, José y Forero, Ricardo (2018) en su artículo de investigación titulado: ***Energía solar fotovoltaica, una alternativa sustentable para el futuro***, plantean que la energía solar fotovoltaica es una alternativa sustentable para la generación de energía eléctrica en Colombia y en el mundo, teniendo en cuenta factores importantes para la implementación de esta tecnología y sus beneficios, como son, los tipos de paneles solares existentes y sus características, las maneras de aprovechamiento y su

*Justo*

sustentabilidad y los conceptos técnicos, tales como, la irradiancia e irradiación, para de esta manera, propender por un impacto positivo que coadyuve a la sostenibilidad del medio ambiente para las generaciones futuras. Una de las principales conclusiones de la investigación fue que lo llamativo de la tecnología fotovoltaica es que la generación de energía con sistemas fotovoltaicos es tan rentable como la generación de energía con los otros medios convencionales, además que por cada kilovatio generado se está evitando la emisión de grandes cantidades de  $CO_2$  a la atmosfera, evitando así los efectos devastadores del calentamiento global.

## 2.2 Marco

### 2.2.1. Teórico

#### Energía solar fotovoltaica

Se denomina energía solar fotovoltaica a aquella energía que produce electricidad y que se obtiene directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, que constituye los paneles solares.

La energía solar fotovoltaica es de origen renovable. Es energía limpia que cuida al ambiente porque al producirla no se generan gases de efecto invernadero que ocasionan el calentamiento global, como lo hacen las energías que se obtienen a través de la combustión de derivados de los hidrocarburos.

La energía solar fotovoltaica tiene actualmente innumerables aplicaciones, siendo una de ellas para suministrar electricidad a viviendas aisladas de la red eléctrica, también para producir electricidad a gran escala a través de redes de distribución.

Asimismo, debido a la creciente demanda de energías renovables, la fabricación de células solares y paneles solares fotovoltaicos, así como

*Puentes*

las instalaciones fotovoltaicas ha crecido considerablemente en los últimos años. Entre los años 2001 y 2019 se ha producido un crecimiento exponencial de la producción de energía fotovoltaica. En algún momento fue una tecnología muy cara, sin embargo, ahora es mucho más barata que la energía eólica que se produce mar adentro, es competitiva con respecto a la biomasa y se espera que lo sea en relación con la energía eólica en el futuro cercano.

La energía solar fotovoltaica se ha convertido en la tercera fuente de energía renovable más importante en términos de capacidad instalada a nivel global, después de las energías hidroeléctrica y eólica.

### **2.2.2. Conceptual**

#### **Los sistemas fotovoltaicos OFF GRID**

Un sistema fotovoltaico OFF GRID es aquel sistema aislado de la red eléctrica que se auto abastece de energía y aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria que es suministrada a una instalación, que generalmente es una instalación eléctrica domiciliaria.

La función básica de un sistema fotovoltaico OFF GRID o autónomo o aislado es convertir la radiación solar en electricidad, esta función es realizada por el módulo fotovoltaico o panel solar. Los paneles solares más utilizados son los de tecnología monocristalina y policristalina, con uniones en serie de sus células y que pueden generar 12 V o 24 V, dependiendo de la cantidad de células que estén unidas. La corriente producida por el módulo fotovoltaico es corriente continua y la energía eléctrica generada es almacenada en baterías para que pueda utilizarse en cualquier momento y no solo cuando haya radiación solar.

Los sistemas fotovoltaicos OFF GRID se utilizan para proporcionar electricidad a los pobladores de las zonas rurales aisladas y localidades

*fuente*

de frontera donde es muy difícil llegar con la red eléctrica del sistema interconectado nacional por lo costoso que resulta. El objetivo de este sistema es asegurar la disponibilidad de electricidad durante el máximo tiempo posible, esto se logrará haciendo el dimensionamiento correcto de los componentes que lo constituyen.

### **Componentes de un Sistema Fotovoltaico OFF GRID**

Un sistema fotovoltaico OFF GRID está compuesto básicamente por los elementos siguientes: módulo fotovoltaico o panel solar fotovoltaico, regulador de carga, acumulador o batería y convertidor o inversor de carga.



*Figura 1: Componentes de un sistema fotovoltaico OFF GRID*

Fuente: Propia

*fuente propia*

### **Módulo fotovoltaico**

El módulo fotovoltaico o panel fotovoltaico es aquel componente encargado de transformar la energía solar en energía eléctrica. Está formado por unidades básicas llamadas células fotovoltaicas. La potencia que puede suministrar una única célula fotovoltaica típica es del orden de

3 W. Como este valor es muy pequeño para la mayoría de aplicaciones, entonces el fabricante las agrupa conectándolas en serie y/o paralelo para formar los módulos fotovoltaicos. La potencia que puede suministrar un módulo fotovoltaico dependerá del número de células que posea. Si el módulo fotovoltaico está compuesto por 36 células conectadas en serie, la potencia oscila entre 50 y 100 W, dependiendo del área de cada una de las células. Si esta potencia resultara insuficiente para una aplicación, el instalador conecta los módulos fotovoltaicos necesarios, en serie y en paralelo, hasta obtener la potencia requerida.



*Figura 2: Módulo fotovoltaico o panel solar fotovoltaico*

Fuente: Propia

### **Regulador de carga**

Es un equipo electrónico que se encarga de controlar la carga de las baterías, así como la descarga y evitar cargas o descargas excesivas que podrían resultar dañinas para la batería, acortando su vida útil. Un regulador está cerrado y conectado en serie entre paneles y batería para el proceso de carga y abierto cuando la batería está totalmente cargada,

*fuente propia*

La forma de operar de un regulador de carga es bastante sencillo: cuando detecta que la batería está siendo sobrecargada, desconecta el módulo fotovoltaico y cuando detecta que la batería está siendo sobredescargada, desconecta los consumos.

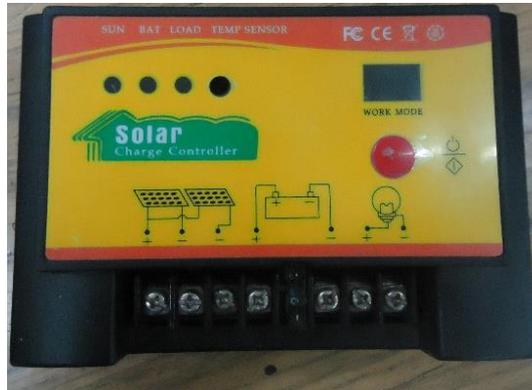


Figura 3: Regulador de carga

Fuente: Propia

### **Acumulador o batería**

Es aquel dispositivo que se encarga de acumular la energía eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos para poder disponer de ella cuando se necesite. Las más recomendadas para este tipo de instalaciones son las estacionarias de plomo ácido con vasos de 2 V cada uno, que se dispondrán en serie y/o paralelo para completar 12 V, 24 V o 48 V en corriente continua que sea adecuado en cada caso.

La experiencia demuestra que para potencias menores a 1500 W, la tensión de trabajo recomendable es 12 V. Si la potencia está en el rango de 1500 W a 5000 W, la tensión de trabajo recomendables es 24 V ó 48 V. Si la potencia es mayor a 5000 W, la tensión de trabajo recomendable es de 120 V ó 300 V.

*Fuente: propia*



Figura 4: Acumulador o batería

Fuente: Propia

### Convertidor o inversor de carga

Es un dispositivo electrónico encargado de transformar la corriente continua en corriente alterna con el máximo rendimiento posible.

Como las baterías proporcionan corriente continua y las cargas utilizadas en los sistemas fotovoltaicos autónomos necesitan corriente alterna, entonces debe utilizarse un convertidor de corriente continua a corriente alterna o también denominado inversor de carga.



Figura 5: Convertidor o inversor de carga

Fuente: Propia

*Fuente: Propia*

## **Electrificación rural**

La electrificación rural es aquel tipo de electrificación que tiene por finalidad suministrar energía eléctrica a los pobladores de diferentes tipos de lugares que por su ubicación geográfica están lejos de las ciudades. En algunos de estos lugares es posible extender la red eléctrica, en otros no es posible. En aquellos lugares donde ya no es posible llegar con la red eléctrica se plantean una serie de alternativas para el suministro de electricidad, entre ellas tenemos por ejemplo: micro centrales hidroeléctricas, sistemas fotovoltaicos OFF GRID, sistemas eólicos, etc. La elección de una de estas alternativas depende del recurso hídrico, solar o eólico del lugar, y básicamente del recurso económico que el estado esté dispuesto a invertir para hacer sostenible a cualquier tipo de electrificación rural que se elija.

La Ley N° 27744, Ley de Electrificación Rural y de Zonas Aisladas y de Frontera, promulgada en mayo de 2002, constituyó el primer marco general de la política de electrificación rural del Estado. Definió las funciones de la Dirección Ejecutiva de Proyectos (DEP), dispuso la creación del Fondo de Electrificación Rural (FONER) y la modalidad de transferencias de proyectos a ADINELSA. Sin embargo, esta Ley no estuvo vigente en su totalidad, debido a las disposiciones emanadas de la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales y la Ley de Bases de la Descentralización, promulgadas en noviembre y julio del 2002, respectivamente. Además, nunca se reglamentó la Ley N° 27744. No obstante, esta norma sirvió para consolidar la labor de ADINELSA como administradora de una gran parte de la infraestructura rural construida por el Estado. (La electrificación rural en el Perú: Derechos y Desarrollo para todos)

## **Desarrollo Sostenible y Desarrollo Energético Sostenible**

La Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), definió al Desarrollo

Sostenible como el “Desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (1987).

Tomando como referencia esta definición y aplicándola al sector energético, definiremos el Desarrollo Energético sostenible como aquel Desarrollo Energético que satisface las necesidades de energía eléctrica de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades de energía eléctrica.

### **Sostenibilidad de la electrificación rural de zonas aisladas utilizando sistemas fotovoltaicos OFF GRID.**

Sarah Feron y Raúl R. Cordero, en las conclusiones de su artículo de investigación ¿Está el Perú preparado para la electrificación rural sostenible a gran escala?, señalaron entre otras cosas que:

- La sostenibilidad de los programas de electrificación rural exige instituciones formales sólidas con una estructura flexible y descentralizada. Sin embargo, la organización del Ministerio de Energía y Minas (MEM) y de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER) apenas cumple con estos criterios.
- Los inconvenientes del proceso de descentralización peruano han afectado significativamente los esfuerzos anteriores de electrificación rural. La descentralización (entendida como la redistribución de los fondos a los gobiernos locales electos) ha permitido a los gobiernos locales o regionales implementar proyectos de electrificación por sí mismos. Sin embargo, estos proyectos rara vez han tenido éxito, ya que las capacidades a escala regional y local en proyectos de electrificación rural son básicamente inexistentes.
- A pesar del enorme potencial del país en sistemas para usos productivos que aumentan los ingresos del usuario, este tipo de soluciones no se han considerado hasta ahora. Esto se debe a la falta

*Purotaño*

de habilidades y conocimientos básicos de la población rural sobre las oportunidades y usos de la energía, así como sobre el conocimiento empresarial en general. Los programas interdisciplinarios (por ejemplo, que incluyen agua potable y saneamiento, carreteras, educación, etc.) podrían ayudar a evaluar esta brecha, pero los intentos recientes del MIDIS se han quedado atrás de las expectativas. Esto impide aprovechar las oportunidades relacionadas con los usos productivos de los sistemas fotovoltaicos fuera de la red.

- La subcontratación generalizada como ocurre actualmente en Perú (en la electrificación rural, las instalaciones de sistemas fotovoltaicos fuera de la red y la operación y mantenimiento del sistema fotovoltaico fuera de la red se subcontratan) requiere un fuerte control de calidad. Sin embargo, los estándares técnicos para los sistemas fotovoltaicos aislados no están actualizados, mientras que los estándares de servicio no existen en Perú. Como consecuencia, la confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos fuera de la red ha sido un problema en Perú, especialmente en relación con la operación y mantenimiento.
- Los subsidios cruzados para subsidiar los esfuerzos de electrificación rural han facilitado un aumento notable en la tasa de electrificación del país en los últimos años. Sin embargo, la capacidad del sistema está determinada por su asequibilidad más que por las necesidades de la población. Como consecuencia, los sistemas a menudo no satisficían la demanda de energía. Asimismo, el esquema de tarifas ha hecho que los sistemas fotovoltaicos fuera de la red sean asequibles para los usuarios (la tarifa está por debajo de los gastos anteriores en combustibles como velas).
- Los proyectos del Ministerio de Energía y Minas todavía se diseñan sin considerar el hecho de que Perú es culturalmente diverso, lo que a menudo ha llevado a impagos, especialmente en proyectos patrocinados por el gobierno que no lograron involucrar a la comunidad. De hecho, los funcionarios peruanos a menudo parecen desconocer la importancia de la participación local (ya que se ignoran los valores y

*fuertarifo*

estilos de vida locales), y existe una desconfianza significativa entre el gobierno y la población rural (especialmente en áreas donde la minería es extensa).

- Asegurar la sostenibilidad de los sistemas fotovoltaicos sin conexión a la red no se puede lograr proporcionando solo fondos para la inversión inicial y la operación y mantenimiento. De hecho, el alto número de sistemas inoperativos en algunos de los programas es un fuerte indicador de su insostenibilidad. Se debe prestar atención a la otra dimensión de la sostenibilidad (ambiental, sociocultural e institucional).

### 2.3 Definición de términos básicos

**Energía solar fotovoltaica:** es aquella energía que produce electricidad y que se obtiene directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica, que constituye los paneles solares.

**Sistemas fotovoltaicos Off Grid:** es un sistema auto abastecedor, ya que aprovecha la irradiación solar para generar la energía eléctrica necesaria en el suministro de una instalación. La función básica de convertir la radiación solar en electricidad la realiza el módulo fotovoltaico.

**Desarrollo sostenible:** “Desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, 1987).

**Coefficiente de electrificación:** consiste en primer lugar en identificar a las viviendas con o sin servicio eléctrico y determinar la proporción de los mismos respecto a la totalidad del alcance, éstas podrían ser viviendas del país, departamento, provincia, área urbana, área rural, etc. Para obtener el coeficiente de electrificación por habitante se considera el número de

*Punto a punto*

habitantes presentes en la vivienda con o sin servicio eléctrico al momento del censo y se calcula la proporción de éstos en relación al total.

**Recursos energéticos renovables:** son aquellos recursos energéticos tales como biomasa, eólico, solar, geotérmico y mareomotriz. Tratándose de la energía hidráulica, cuando la capacidad instalada no sobrepasa de los 20 MW.

**Electrificación rural sostenible:** Es aquel tipo de electrificación que proporciona energía eléctrica renovable a las viviendas de las zonas rurales aisladas y localidades de frontera.

**Zonas rurales aisladas:** son aquellas áreas geográficas rurales cuya población no cuenta con redes eléctricas ni servicio de electricidad. Estas zonas no están conectadas a las redes del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), ni a cualquier otro sistema de transmisión y distribución de energía eléctrica.

*Fuentes*

## CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 3.1 Hipótesis

#### a) Hipótesis general

- La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020.

#### b) Hipótesis específicas

- La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo económico en poblaciones rurales.
- La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo social en poblaciones rurales.
- La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el ecosistema ambiental en poblaciones rurales.
- La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo público en poblaciones rurales.

### 3.2 Definición conceptual de las variables

#### a) Variable independiente

Electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, esta variable representa el factor, es decir, se cuantificará su efecto en la variable dependiente.

#### b) Variable dependiente

Desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020. Esta variable se dimensiona en el ámbito económico, social, ambiental, y público. Los indicadores que se seleccionaron para esta investigación en la dimensión económica son la población

*Puente*

económicamente activa y el ingreso per cápita; en la dimensión social se seleccionó la tasa de mortalidad, tasa de fecundidad, y tasa de alfabetización; en la dimensión ambiental se seleccionó la superficie de ecosistemas degradados como indicador; y en la dimensión pública se seleccionó el indicador coeficiente de electrificación.

*fuente: aifo*

### 3.3 Operacionalización de variables

#### 3.3.1 Definición operacional de las variables

Tabla 1:  
Matriz operacional de la investigación

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente:</b> Electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid	Proceso que consiste en instalar sistemas fotovoltaicos (convierten la energía solar en energía eléctrica) que se auto abastecen y que no están conectados a ninguna red eléctrica.	La instalación de los sistemas fotovoltaicos Off Grid va a producir impactos económicos, sociales y ambientales.	No aplica	No aplica
<b>Variable dependiente:</b> Desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020	Consiste en sostener los recursos naturales (Carpenter, 1991), los niveles de consumo (Redclift, 1987), Lograr la sostenibilidad del capital humano, capital físico, recursos ambientales, recursos agotables (Bojo et al., 1990)	El desarrollo sostenible se concibe desde el ámbito económico, social, ambiental, y público, en este contexto es cuantificable mediante indicadores y para esta investigación se consideró la población económicamente activa, el ingreso per cápita, la tasa	Económica	Población económicamente activa Ingreso per cápita
			Social	Salud (Tasa de mortalidad y fecundidad) Educación (Tasa de alfabetización)
			Ambiental	Biodiversidad (Superficie de ecosistemas degradados)

		de mortalidad y fecundidad, tasa de alfabetización, superficie de ecosistemas degradados, y el coeficiente de electrificación.	Pública	Coeficiente de electrificación
--	--	--	---------	--------------------------------

Fuente: Elaboración individual

*fuente: arpa*

## CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO

### 4.1 Tipo y diseño de la investigación

#### a) Tipo de investigación

Esta investigación es del tipo aplicada, porque se centró en determinar la mejora del desarrollo sostenible en poblaciones rurales mediante el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, al respecto Hernández y Col (2006), definen que una investigación aplicada, se determina, cuando tiene propósitos prácticos con el fin de solucionar deficiencias detectadas en algún proceso.

#### b) Diseño

El diseño de esta investigación es cuasi experimental, sustentado en que el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid que es la variable independiente en esta investigación se utilizó sutilmente para observar el efecto que provoca en la variable dependiente en relación a indicadores en la dimensión económica, social, ambiental, y pública. Y según Hernández et al. (2014) quienes sostienen que el diseño cuasi experimental se determina cuando el investigador manipula ligeramente la variable independiente en la investigación. El esquema de esta investigación es:

Grupo Control	----->	O1
Grupo Experimental:	-----> X ----->	O2

Donde:

O1: Observaciones en el grupo de control

O2: Observaciones en el grupo experimental

X: Electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid

*Puente*

## 4.2 Método de Investigación

El método utilizado en esta investigación es hipotético deductivo porque se estructura en un escenario académico científico, sobre una esencia abstracta de mediciones, fundamentándose en el planteamiento de hipótesis para encontrar la verdad que se pretende hallar, bajo el principio deductivo.

## 4.3 Población y muestra

La región Lambayeque cuenta con una población total rural de 226 139 habitantes, según los Censos Nacionales 2017 realizado por el INEI.

Según el Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) 2016 – 2025, elaborado por la Dirección General de Electrificación Rural (DGER) del Ministerio de Energía y Minas, la población beneficiada de la región Lambayeque sería de 46 225, esto significa que hay 46 225 pobladores de dicha región que no gozan de los beneficios de la electricidad.

Para la presente investigación se consideró una población de 46 225 pobladores que no cuentan con energía eléctrica. Este número de pobladores viven en las zonas rurales aisladas de la región Lambayeque.

Para el tamaño de muestra se utilizó la siguiente relación:

$$n = \frac{NPQZ^2}{(N-1)E^2 + PQZ^2} \quad (1)$$

Donde N = 46 225 pobladores de las zonas rurales aisladas de la región Lambayeque, P = 94.5% es la probabilidad de éxito, Q = 5.5% es la probabilidad de fracaso, Z = 1.96 es el valor estandarizado, E = 5% es el error máximo de estimación.

*Puontarpo*

Con estos datos se obtuvo una muestra de 80 pobladores de las zonas rurales aisladas de la región Lambayeque. Y para acoplar al diseño de esta investigación se eligió por conveniencia a 60 pobladores para conformar el grupo control y a 20 pobladores para conformar el grupo experimental quienes fueron beneficiarios del programa gubernamental de electrificación rural y en el desarrollo de esta investigación recibieron el equipamiento e instalación de los sistemas fotovoltaicos Off Grid.

#### **4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en las zonas rurales aisladas de la región Lambayeque, en el periodo de enero a diciembre de 2020.

#### **4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de la información**

La técnica se define como el artilugio que utiliza el investigador para recolectar y registrar los datos, también conocidos como herramientas con que cuenta el investigador para documentar los datos recabados de la realidad, que en el enfoque cuantitativo se traduce en la observación. En esta investigación la técnica de recolección de datos es la observación.

La ficha se define como un instrumento que permite el registro e identificación de las fuentes de información, así como el acopio de datos o evidencias, que se centra en el registro de información destinada a la construcción del marco teórico, para la fundamentación de la hipótesis que conlleva a su contraste. En esta investigación la ficha se determinó como instrumento de recolección de datos.

*Fuente: Autores*

Tabla 2:  
Instrumento de observación

Nombre del instrumento	Ficha de observación de medición del indicador
Autor	Jorge Alberto Montaña Pisfil
Año	2020
Descripción:	Razón de variación de elementos representativos
Tipo de instrumento:	Ficha
Objetivo:	Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020
Indicadores:	Población económicamente activa Ingreso per cápita Tasa de mortalidad Tasa de fecundidad Tasa de alfabetización Superficie de ecosistemas degradados Coeficiente de electrificación
Número de tomas a recolectar	80
Aplicación:	Directa

Fuente: Elaboración individual

#### 4.6 Análisis y procesamiento de datos

Para el análisis y el procesamiento de los datos se utilizó el software estadístico IBM SPSS STATISTICS versión 25.

*J. Montaña*

## CAPÍTULO V: RESULTADOS

### 5.1 Resultados descriptivos

Se realizó una exploración de los datos mediante estadísticos descriptivos a fin de encontrar datos atípicos e indicios de comportamientos, además de la consistencia de los datos en relación a la homogeneidad. Esta exploración se realizó en el grupo de control y experimental. En las siguientes tablas se encontraron estos resultados descriptivos.

*Tabla 3:  
Resultados descriptivos del grupo de control*

	N	Media	Desviación	Asimetría	Curtosis
Población					
económicamente activa	60	0.287	0.125	-0.840	-0.861
Ingreso per cápita	60	325.400	71.402	-0.499	-1.011
Tasa de mortalidad	60	8.320	1.127	0.219	-1.339
Tasa de fecundidad	60	2.470	0.503	0.137	-2.051
Tasa de alfabetización	60	0.659	0.030	-0.579	-0.849
Superficie de ecosistemas degradados	60	110,461.700	6,225.500	-0.061	-1.334
Coefficiente de electrificación	60	0.751	0.034	0.008	-1.372

Fuente: Elaboración individual

Respecto a los resultados de la tabla 3, en el grupo de control, el indicador de la población económicamente activa tiene una media de 0.287, es decir en promedio aproximadamente el 29% de la muestra en estudio está inserto en actividades económicas, cuyo coeficiente de variación es 44% que representa una dispersión elongada de los datos, una asimetría de -0.840 indica que los pobladores rurales insertos en la economía se dispersan por debajo de 29%

*suontarfo*

de la muestra, y la curtosis valorada en  $-0.861$  indica que los pobladores insertados en la economía es muy baja.

La evidencia muestral del ingreso per cápita en el grupo de control determinó que en promedio los pobladores de zonas rurales tienen un ingreso de 325 soles, cuyo coeficiente de variación se valoró en 20% que representa una dispersión moderada de los datos muestrales del grupo de control. La asimetría valorada en  $-0.499$  determinó que el ingreso de los pobladores rurales se dispersa por debajo de los 325 soles, y una curtosis de  $-1.011$  expone que el ingreso per cápita de los pobladores rurales es muy bajo.

En cuanto al indicador tasa de mortalidad en el grupo de control se encontró una media de 8, cuyo coeficiente de variación valorado en 14% indicó una baja dispersión, y la asimetría valorada en  $0.219$  indicó que la tasa de mortalidad se dispersa por encima de 8, además de una curtosis valorada en  $-1.339$  representó que la tasa de mortalidad es baja en la muestra del grupo de control. Al respecto del indicador tasa de fecundidad, se encontró que en promedio se producen 2 nacimientos cuyo coeficiente de variación valorado en 20% sostuvo una dispersión moderada, y una asimetría de  $0.137$  determinó que la dispersión de la tasa de fecundidad se define por encima de 2 nacimientos. La curtosis valorada en  $-2.051$ , representó que la tasa de fecundidad es muy baja en relación a los estándares de la región.

La tasa de alfabetización en el grupo de control, determinó una media del 66%, cuyo coeficiente de variación valorado en 5% representó una dispersión muy baja, y la asimetría valorada en  $-0.579$  determinó que esta dispersión se orienta por debajo del 5%, la curtosis valorada en  $-0.849$  representó que la tasa de alfabetización es muy baja en relación a los estándares de la región. Los resultados descriptivos del indicador superficie de ecosistemas degradados, determinaron una media de 110,461.700 hectáreas afectadas, cuyo coeficiente de variación valorado en 6% representó una dispersión muy baja, y la asimetría valorada en  $-0.061$  determinó que esa dispersión se orienta por debajo del 6%, en cuanto a la valoración de la curtosis de  $-1.334$ , indicó

*Puentarfo*

que esta tasa es muy baja. Respecto al indicador coeficiente de electrificación, se valoró una media del 75% con un coeficiente de variación de 4% que representa una dispersión muy baja, en cuanto a la asimetría valorada en 0.008 se determinó que esa dispersión baja se orientó por encima del 75%, y la curtosis de -1.372 determinó que el indicador en la muestra del grupo de control es muy bajo.

En la siguiente tabla se obtuvieron los resultados descriptivos del grupo experimental.

*Tabla 4:  
Resultados descriptivos del grupo experimental*

	N	Media	Desviación	Asimetría	Curtosis
Población económicamente activa	20	0.372	0.018	-0.300	-1.940
Ingreso per cápita	20	330.50	65.089	0.634	-0.358
Tasa de mortalidad	20	8.100	1.071	0.640	-0.723
Tasa de fecundidad	20	2.500	0.513	0.000	-2.235
Tasa de alfabetización	20	0.671	0.017	0.199	-1.442
Superficie de ecosistemas degradados	20	105,641.000	2,429.300	-0.040	-0.555
Coeficiente de electrificación	20	0.779	0.016	-0.318	-0.870

Fuente: Elaboración individual

*fuente: autor*

Respecto a los resultados de la tabla 4, en el grupo experimental, el indicador de la población económicamente activa valoró una media de 0.372, es decir, el 37% de la muestra en estudio desarrolla actividades económicas, cuyo

coeficiente de variación es 5% que representa una dispersión muy baja, y la asimetría de -0.300 indica que los pobladores rurales que desarrollan actividades económicas se dispersan por debajo de 5% de la muestra, y la curtosis valorada en -1.940 indica que los pobladores que desarrollan actividades económicas es muy baja. En la figura siguiente se evidenció empíricamente estos resultados.

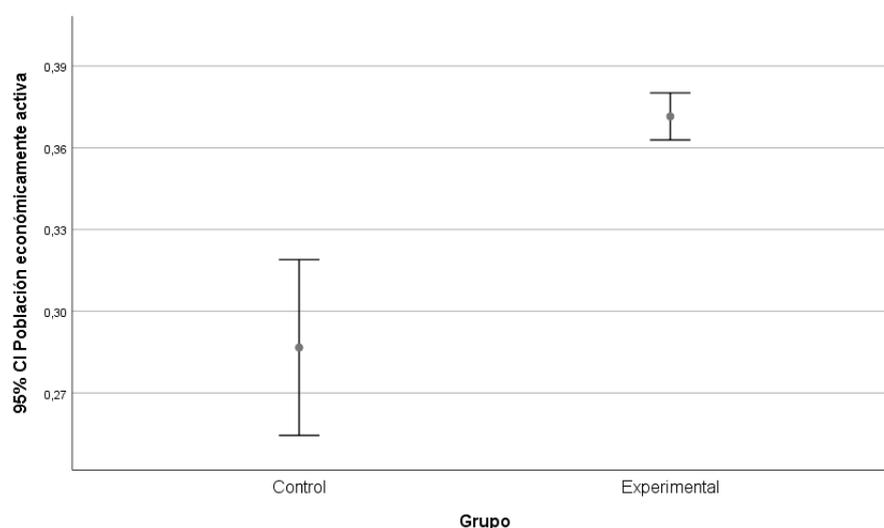


Figura 6: PEA en el grupo de control y experimental

En la figura 6 se comprobó empíricamente que el indicador población económicamente activa superó al grupo de control. En relación al indicador ingreso per cápita en el grupo experimental se determinó que en promedio los pobladores de zonas rurales tienen un ingreso de 330 soles, cuyo coeficiente de variación se valoró en 20% que representa una dispersión moderada del ingreso per cápita en el grupo experimental. La asimetría valorada en 0.634 determinó que el ingreso de los pobladores rurales se dispersa por encima de los 330 soles, y una curtosis de -0.358 indica que el ingreso per cápita de los pobladores rurales es muy bajo. Estos resultados se ilustraron en la siguiente figura.

*Puontarpo*

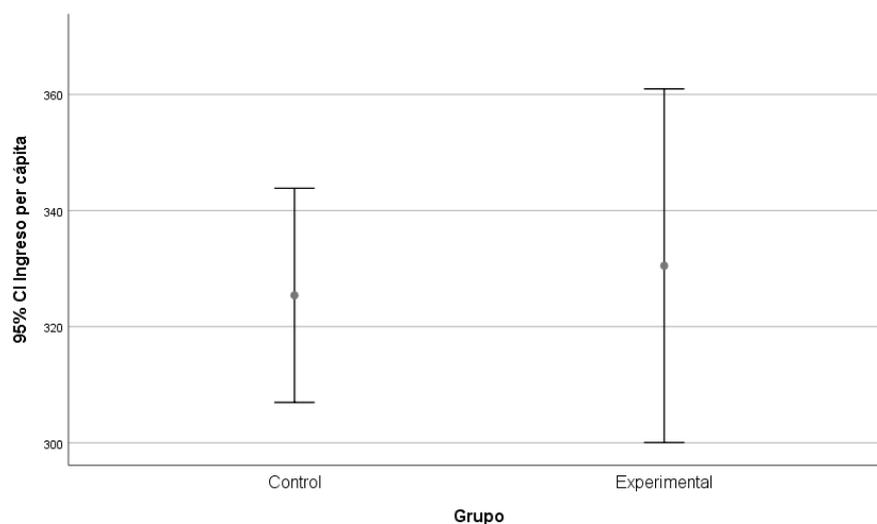


Figura 7: IPC en el grupo de control y experimental

La figura 7 evidenció los resultados descriptivos del indicador ingreso per cápita, donde los integrantes del grupo de experimental superaron al grupo de control. En relación al indicador tasa de mortalidad en la muestra del grupo experimental, se encontró una media de 8, con un coeficiente de variación de 13% que determinó una baja dispersión, y la asimetría valorada en 0.640 se determinó que la tasa de mortalidad se dispersa por encima de 8, además de una curtosis valorada en -0.723 representó que la tasa de mortalidad es baja en la muestra del grupo experimental. En la siguiente figura se evidenció en un nivel comparativo estos resultados.

*Puontarfo*

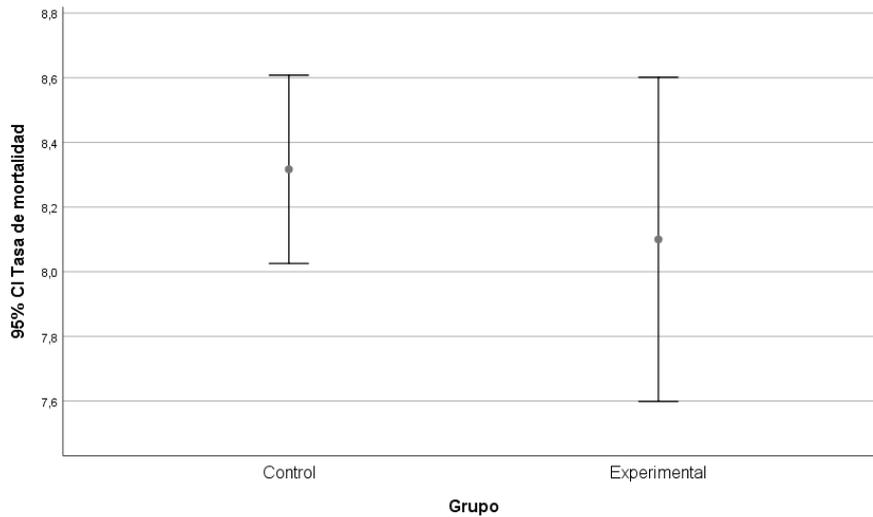


Figura 8: Tasa de mortalidad en el grupo de control y experimental

La figura 8 evidenció que en el grupo experimental la tasa de mortalidad descendió respecto al grupo de control. Sobre el indicador tasa de fecundidad, se encontró que en promedio se producen 3 nacimientos cuyo coeficiente de variación valorado en 21% sostuvo una dispersión moderada, y una asimetría de 0 determinó una dispersión homogénea de la tasa de fecundidad alrededor de 3 nacimientos. La curtosis valorada en -2.235, determinó que la tasa de fecundidad es muy baja en relación a los estándares de la región. La siguiente figura ilustró estos resultados.

*Fuente: Autores*

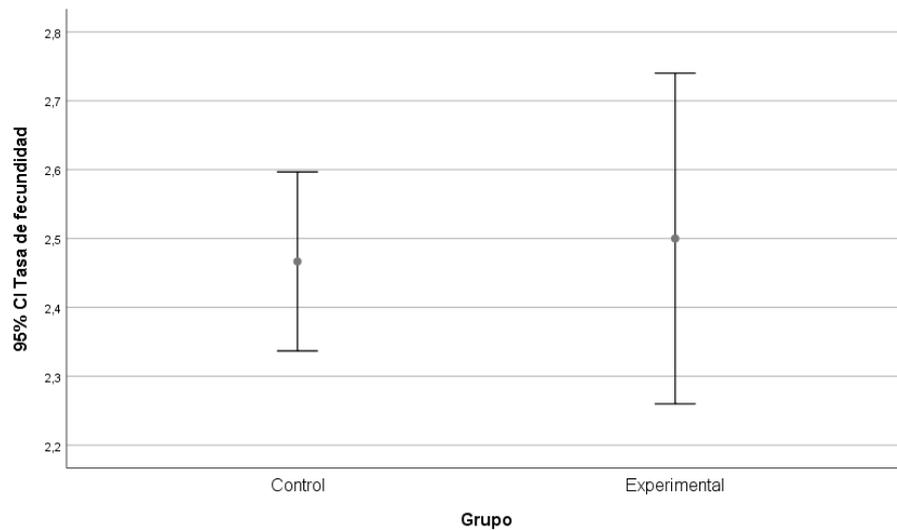


Figura 9: Tasa de fecundidad en el grupo de control y experimental

La figura 9 evidenció que el grupo experimental superó en el indicador tasa de fecundidad al grupo de control. El indicador tasa de alfabetización en el grupo experimental, determinó una media del 67%, cuyo coeficiente de variación valorado en 3% representó una dispersión muy baja, y la asimetría valorada en 0.199 determinó que esta dispersión se orienta por encima del 3%, la curtosis valorada en -1.442 representó que la tasa de alfabetización es muy baja en relación a los estándares de la región. La siguiente figura evidenció estos resultados.

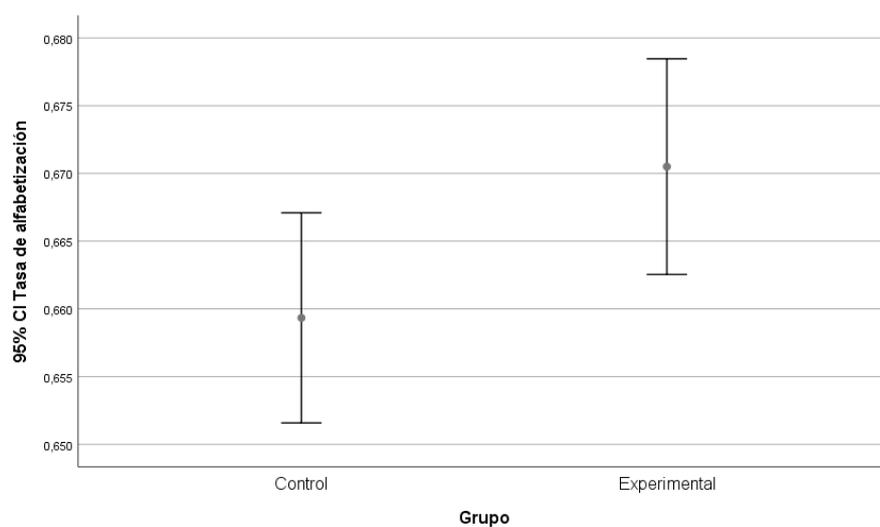


Figura 10: Tasa de alfabetización en el grupo de control y experimental

*puerto*

La figura 10 ilustró que el grupo experimental superó al de control en el indicador tasa de alfabetización. En lo referente a los resultados descriptivos del indicador superficie de ecosistemas degradados, determinaron una media de 105,641.0 hectáreas afectadas, cuyo coeficiente de variación valorado en 2% representó una dispersión muy baja, y la asimetría valorada en -0.040 determinó que esa dispersión se orienta por debajo del 2%, en cuanto a la valoración de la curtosis de -0.555, determinó que esta tasa es muy baja. En la siguiente figura se ilustró estos resultados.

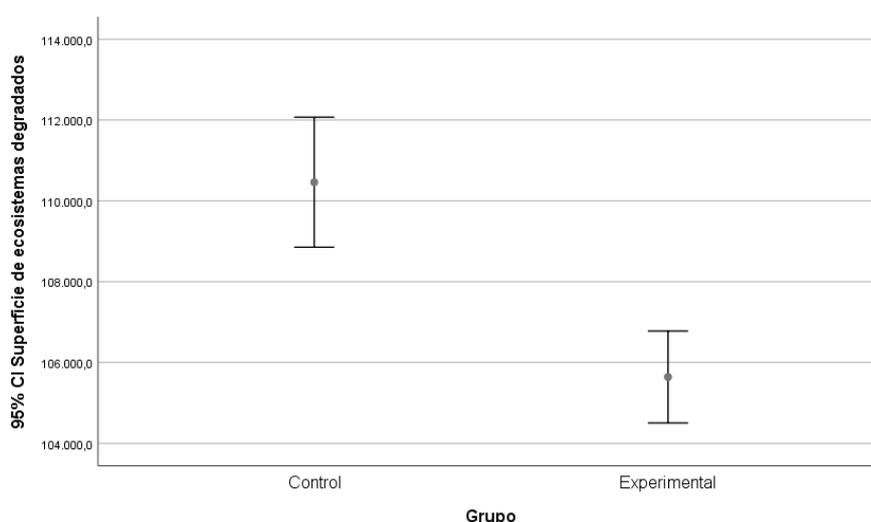


Figura 11: Superficie de ecosistemas degradados en el grupo de control y experimental

La figura 11 evidenció que la superficie de ecosistemas degradados en hectáreas disminuyó en el grupo experimental respecto al grupo de control, este aspecto fue favorable para los objetivos de esta investigación. En relación al indicador coeficiente de electrificación, se valoró una media del 78% con un coeficiente de variación de 2% que representa una dispersión muy baja, en cuanto a la asimetría valorada en -0.318 se determinó que esa dispersión baja se orientó por debajo del 78%, y la curtosis de -0.870 determinó que el indicador en la muestra del grupo experimental es muy bajo.

En figura 12 se comprobó estos resultados, donde se evidencia que el grupo experimental superó al grupo de control en el indicador coeficiente de electrificación.

*Montarfo*

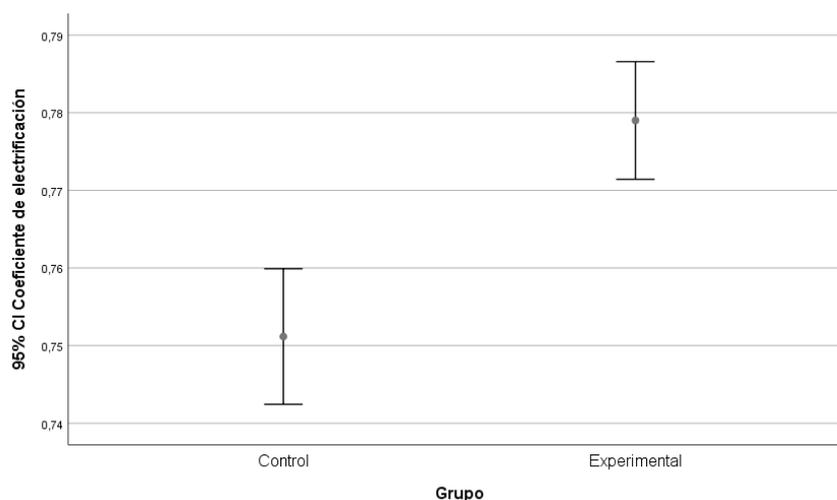


Figura 12: Coeficiente de electrificación en el grupo de control y experimental

### Análisis de normalidad

Con el fin de abordar el análisis inferencial con la técnica estadística apropiada se realizó el análisis de normalidad en ambos grupos control y experimental. Los resultados se obtuvieron en las siguientes tablas.

Tabla 5:  
*Prueba de normalidad mediante el test de Kolmogorov (1941) en el grupo de control*

Grupo de Control	N	Estadístico de prueba	Sig. asintótica(bilateral)
Población económicamente activa	60	0.327	0.000
Ingreso per cápita	60	0.203	0.000
Tasa de mortalidad	60	0.195	0.000
Tasa de fecundidad	60	0.357	0.000
Tasa de alfabetización	60	0.188	0.000
Superficie de ecosistemas degradados	60	0.100	0.200
Coeficiente de electrificación	60	0.136	0.007

Fuente: Elaboración individual

La normalidad del indicador población económicamente activa en el grupo de control se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador población económicamente activa en el grupo de control se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador población económicamente activa en el grupo de control no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.0 obtenido en la tabla 5 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador población económicamente activa en el grupo de control no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador ingreso per cápita en el grupo de control se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador ingreso per cápita en el grupo de control se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador ingreso per cápita en el grupo de control no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.0 obtenido en la tabla 5 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador ingreso per cápita en el grupo de control no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador tasa de mortalidad en el grupo de control se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de mortalidad en el grupo de control se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de mortalidad en el grupo de control no se adapta a la normalidad

*fuente*

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.0 obtenido en la tabla 5 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador tasa de mortalidad en el grupo de control no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador tasa de fecundidad en el grupo de control se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de fecundidad en el grupo de control se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de fecundidad en el grupo de control no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.0 obtenido en la tabla 5 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador tasa de fecundidad en el grupo de control no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador tasa de alfabetización en el grupo de control se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de alfabetización en el grupo de control se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de alfabetización en el grupo de control no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.0 obtenido en la tabla 5 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador tasa de alfabetización en el grupo de control no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador superficie de ecosistemas degradados en el grupo de control se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador superficie de ecosistemas degradados en el grupo de control se adapta a la normalidad

*fuente*

H<sub>1</sub>: El indicador superficie de ecosistemas degradados en el grupo de control no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 20% obtenido en la tabla 5 se aceptó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador superficie de ecosistemas degradados en el grupo de control se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador coeficiente de electrificación en el grupo de control se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador coeficiente de electrificación en el grupo de control se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador coeficiente de electrificación en el grupo de control no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.2% obtenido en la tabla 5 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador coeficiente de electrificación en el grupo de control no se adapta a la normalidad.

En la siguiente tabla se obtuvieron los resultados de la prueba de normalidad de las observaciones en el grupo experimental.

*Tabla 6:*  
*Prueba de normalidad mediante el test de Shapiro Wilk (1965) en el grupo experimental*

Grupo experimental	N	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Grados de libertad	Sig.
Población económicamente activa	20	0.730	20	0.000
Ingreso per cápita	20	0.867	20	0.010
Tasa de mortalidad	20	0.838	20	0.003
Tasa de fecundidad	20	0.641	20	0.000
Tasa de alfabetización	20	0.885	20	0.022
Superficie de ecosistemas degradados	20	0.982	20	0.952
Coeficiente de electrificación	20	0.923	20	0.115

Fuente: Elaboración individual

La normalidad del indicador población económicamente activa en el grupo experimental se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador población económicamente activa en el grupo experimental se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador población económicamente activa en el grupo experimental no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.0 obtenido en la tabla 6 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador población económicamente activa en el grupo experimental no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador ingreso per cápita en el grupo experimental se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador ingreso per cápita en el grupo experimental se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador ingreso per cápita en el grupo experimental no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 1% obtenido en la tabla 6 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador ingreso per cápita en el grupo experimental no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador tasa de mortalidad en el grupo experimental se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de mortalidad en el grupo experimental se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de mortalidad en el grupo experimental no se adapta a la normalidad

*Fuente: [firma]*

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.3% obtenido en la tabla 6 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador tasa de mortalidad en el grupo experimental no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador tasa de fecundidad en el grupo experimental se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de fecundidad en el grupo experimental se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de fecundidad en el grupo experimental no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 0.0% obtenido en la tabla 6 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador tasa de fecundidad en el grupo experimental no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador tasa de alfabetización en el grupo experimental se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de alfabetización en el grupo experimental se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de alfabetización en el grupo experimental no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 2.2% obtenido en la tabla 6 se rechazó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador tasa de alfabetización en el grupo experimental no se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador superficies de ecosistemas degradados en el grupo experimental se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador superficies de ecosistemas degradados en el grupo experimental se adapta a la normalidad

*fuente*

H<sub>1</sub>: El indicador superficies de ecosistemas degradados en el grupo experimental no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 95.2% obtenido en la tabla 6 se aceptó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador superficies de ecosistemas degradados en el grupo experimental se adapta a la normalidad.

La normalidad del indicador coeficiente de electrificación en el grupo experimental se determinó mediante el siguiente contraste de hipótesis estadística.

H<sub>0</sub>: El indicador coeficiente de electrificación en el grupo experimental se adapta a la normalidad

H<sub>1</sub>: El indicador coeficiente de electrificación en el grupo experimental no se adapta a la normalidad

Con un 5% de nivel de significación y un p valor de 11.5% obtenido en la tabla 6 se aceptó la hipótesis que sostiene la normalidad, es decir, el indicador coeficiente de electrificación en el grupo experimental se adapta a la normalidad.

La siguiente tabla consolida el análisis de normalidad que se comprobó mediante la bondad de ajuste.

*fuente*

*Tabla 7: Cumplimiento de la normalidad*

Indicador	Control	Experimental
Población económicamente activa	No	No
Ingreso per cápita	No	No
Tasa de mortalidad	No	No
Tasa de fecundidad	No	No
Tasa de alfabetización	No	No
Superficie de ecosistemas degradados	Si	Si
Coefficiente de electrificación	No	Si

Fuente: Elaboración individual

Según los resultados de la tabla 7 todos los indicadores se orientaron a un análisis no paramétrico excepto el indicador superficies de ecosistemas degradados, en el cuál se realizará un análisis paramétrico, y para completar los requisitos se realizó el siguiente análisis de homogeneidad, mediante las siguientes hipótesis estadísticas.

H<sub>0</sub>: Las observaciones del indicador superficies de ecosistemas degradados es homogénea

H<sub>1</sub>: Las observaciones del indicador superficies de ecosistemas degradados no es homogénea

*fuente: autor*

Con un 5% de nivel de significación estadística se utilizó el test de Levene (1960), cuyos resultados se obtuvieron en la siguiente tabla.

*Tabla 8:  
Prueba de homogeneidad con el test de Levene (1960)*

F	P valor	Grados de libertad con el ajuste Dixon y Massey (1970)
24.103	0.0	75.980

Fuente: Elaboración individual

Los resultados de la tabla 8 determinaron que las observaciones del indicador superficies de ecosistemas degradados no son homogéneos en términos poblacionales, en este aspecto se utilizará el ajuste de Dixon y Massey (1970) para los grados de libertad valorado en 75.980, en análisis paramétrico.

## **5.2 Resultados inferenciales**

Se utilizó la técnica de contraste de hipótesis para la aproximación poblacional en cada indicador, basado en el diseño cuasi experimental de esta investigación, donde su esencia se centró en la comparación de las observaciones del grupo de control y experimental. Para el indicador población económicamente activa se planteó las siguientes hipótesis estadísticas.

H<sub>0</sub>: El indicador población económicamente activa en el grupo de control es mayor o igual que en el grupo experimental

H<sub>1</sub>: El indicador población económicamente activa en el grupo de control es menor que en el grupo experimental

Con un 5% de nivel de significación se utilizó el test no paramétrico U de Mann Whitney (1947), cuyos resultados se obtuvieron en la siguiente tabla.

*Fuente: Autores*

Tabla 9:  
Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador población económicamente activa

Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann Whitney	Z	Valor critico cola izquierda
Control	60	37.66	2259.50	429.5	-1.947	0.03
Experimental	20	49.03	980.50			
Total	80					

Fuente: Elaboración individual

Los resultados de la tabla 9 permitieron rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa debido a que el p valor valorado en 3% no supero al 5% de nivel de significación, por lo tanto, el indicador población económicamente activa en el grupo de control es menor que en el grupo experimental.

Para el indicador ingreso per cápita se planteó las siguientes hipótesis estadísticas.

H<sub>0</sub>: El indicador ingreso per cápita en el grupo de control es mayor o igual que en el grupo experimental

H<sub>1</sub>: El indicador ingreso per cápita en el grupo de control es menor que en el grupo experimental

Con un 5% de nivel de significación se utilizó el test no paramétrico U de Mann Whitney (1947), cuyos resultados se obtuvieron en la siguiente tabla.

*fuente: autor*

Tabla 10:  
Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador ingreso per cápita

Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann Whitney	Z	P valor cola izquierda	P valor bilateral
Control	60	41.15	2460.00	561.0	-0.441	0.33	0.659
Experimental	20	38.55	771.00				
Total	80						

Fuente: Elaboración individual

Los resultados de la tabla 10 permitieron aceptar la hipótesis nula debido a que el p valor valorado en 33% supero al 5% de nivel de significación, y el p valor bilateral permitió aceptar la hipótesis de igualdad en ambos grupos, por lo tanto, el indicador ingreso per cápita en el grupo de control es igual que en el grupo experimental, es decir no fue significativo el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid.

Para el indicador tasa de mortalidad se planteó las siguientes hipótesis estadísticas.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de mortalidad en el grupo de control es mayor o igual que en el grupo experimental

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de mortalidad en el grupo de control es menor que en el grupo experimental

Con un 5% de nivel de significación se utilizó el test no paramétrico U de Mann Whitney (1947), cuyos resultados se obtuvieron en la siguiente tabla.

Tabla 11:  
Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador tasa de mortalidad

Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann Whitney	Z	P valor cola izquierda	P valor bilateral
Control	60	41.55	2493.00	537.0	-0.726	0.23	0.468
Experimental	20	37.35	747.00				
Total	80						

Fuente: Elaboración individual

*fuente: [handwritten signature]*

Los resultados de la tabla 11 permitieron aceptar la hipótesis nula debido a que el p valor valorado en 23% supero al 5% de nivel de significación, y el p valor bilateral permitió aceptar la hipótesis de igualdad en ambos grupos, por lo tanto, el indicador tasa de mortalidad en el grupo de control es igual que en el grupo experimental, es decir no fue significativo el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid.

Para el indicador tasa de fecundidad se planteó las siguientes hipótesis estadísticas.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de fecundidad en el grupo de control es mayor o igual que en el grupo experimental

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de fecundidad en el grupo de control es menor que en el grupo experimental

Con un 5% de nivel de significación se utilizó el test no paramétrico U de Mann Whitney (1947), cuyos resultados se obtuvieron en la siguiente tabla.

Tabla 12:  
Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador tasa de fecundidad

Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann Whitney	Z	P valor cola izquierda	P valor bilateral
Control	60	40.17	2410.00	580.0	-0.257	0.4	0.797
Experimental	20	41.50	830.00				
Total	80						

Fuente: Elaboración individual

Los resultados de la tabla 12 permitieron aceptar la hipótesis nula debido a que el p valor valorado en 40% supero al 5% de nivel de significación, y el p valor bilateral permitió aceptar la hipótesis de igualdad en ambos grupos, por lo tanto, el indicador tasa de fecundidad en el grupo de control es igual que en el grupo experimental, es decir no fue significativo el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid.

*Puente*

Para el indicador tasa de alfabetización se planteó las siguientes hipótesis estadísticas.

H<sub>0</sub>: El indicador tasa de alfabetización en el grupo de control es mayor o igual que en el grupo experimental

H<sub>1</sub>: El indicador tasa de alfabetización en el grupo de control es menor que en el grupo experimental

Con un 5% de nivel de significación se utilizó el test no paramétrico U de Mann Whitney (1947), cuyos resultados se obtuvieron en la siguiente tabla.

Tabla 13:  
Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador tasa de alfabetización

Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann Whitney	Z	P valor cola izquierda	P valor bilateral
Control	60	38.82	2329.00				
Experimental	20	45.55	911.00	499.0	-1.132	0.13	0.257
Total	80						

Fuente: Elaboración individual

Los resultados de la tabla 13 permitieron aceptar la hipótesis nula debido a que el p valor valorado en 13% supero al 5% de nivel de significación, y el p valor bilateral permitió aceptar la hipótesis de igualdad en ambos grupos, por lo tanto, el indicador tasa de alfabetización en el grupo de control es igual que en el grupo experimental, es decir no fue significativo el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid.

Para el indicador superficies de ecosistemas degradados se planteó las siguientes hipótesis estadísticas.

H<sub>0</sub>: El indicador superficies de ecosistemas degradados en el grupo de control es mayor o igual que en el grupo experimental

H<sub>1</sub>: El indicador superficies de ecosistemas degradados en el grupo de control es menor que en el grupo experimental

*Fuente: autor*

Con un 5% de nivel de significación se utilizó el test paramétrico T de Student, cuyos resultados se obtuvieron en la siguiente tabla.

*Tabla 14:  
Prueba T de Student (1908) para el indicador superficies de ecosistemas degradados*

Estadístico T	Grados de libertad	P valor cola izquierda	P valor bilateral
4.969	75.980	1	0.0

Fuente: Elaboración individual

Los resultados de la tabla 14 permitieron aceptar la hipótesis nula debido a que el p valor valorado en 100% supero al 5% de nivel de significación, y la prueba bilateral determinó que son significativos, es decir existe diferencias en ambos grupos, por lo tanto, el indicador superficies de ecosistemas degradables en el grupo de control es mayor que en el grupo experimental, este resultado se condice con el factor electrificación mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid en poblaciones rurales, es decir, este factor mejora el indicador de superficies de ecosistemas degradables.

Para el indicador coeficiente de electrificación se planteó las siguientes hipótesis estadísticas.

H<sub>0</sub>: El indicador coeficiente de electrificación en el grupo de control es mayor o igual que en el grupo experimental

H<sub>1</sub>: El indicador coeficiente de electrificación en el grupo de control es menor que en el grupo experimental

Con un 5% de nivel de significación se utilizó el test no paramétrico U de Mann Whitney (1947), cuyos resultados se obtuvieron en la siguiente tabla.

*Fuente: Autores*

Tabla 15:  
Test U de Mann Whitney (1947) para el indicador coeficiente de electrificación

Grupo	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann Whitney	Z	Valor critico cola izquierda
Control	60	35.85	2151.0	321.0	-3.118	0.00
Experimental	20	54.45	1089.0			
Total	80					

Fuente: Elaboración individual

Los resultados de la tabla 15 permitieron rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa debido a que el p valor valorado en 0% no supero al 5% de nivel de significación, por lo tanto, el indicador coeficiente de electrificación en el grupo de control es menor que en el grupo experimental. Este resultado se condice con la intervención del factor electrificación mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid.

*fuente: autor*

## CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1 Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

Se planteó como hipótesis que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020, en donde el desarrollo sostenible se dimensionó en lo económico, social, ambiental, y público. En este aspecto se realizó contrastes que permitieron concluir el efecto del factor electrificación rural en cada dimensión del desarrollo sostenible, es así que, en la dimensión económica, se aplicó el contraste en los indicadores población económicamente activa e ingreso per cápita.

Para la población económicamente activa se aplicó la prueba U de Mann Whitney (1947), donde el p valor se valoró en 3% el cuál no supero al 5% de nivel de significación, por lo tanto, el indicador población económicamente activa en el grupo de control es menor que en el grupo experimental. En el contraste del indicador población económicamente activa, se obtuvo un p valor de cola izquierda de 33% el cual supero al 5% de nivel de significación, por tanto, el indicador ingreso per cápita en el grupo de control es igual que en el grupo experimental, es decir no fue significativo el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, esto se explicó porque el p valor bilateral se valoró en 65.9%.

En la dimensión social, en el contraste del indicador tasa de mortalidad se utilizó prueba U de Mann Whitney (1947), el p valor de cola izquierda se valoró en 23% y el bilateral se valoró en 46.8%, en ambos casos superó al 5% de nivel de significación, por tanto, el indicador tasa de mortalidad en el grupo de control es igual que en el grupo experimental, es decir no fue significativo el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid. En el contraste del indicador tasa de fecundidad, se usó la misma prueba, y el p valor de cola izquierda se valoró en 40%, y el p valor bilateral se valoró en 79.7%, el cuál no superó el 5% de nivel de significación, por tanto, el efecto del factor electrificación rural no fue significativo en la tasa

*Puontarpo*

de fecundidad. En el indicador tasa de alfabetización con un p valor cola izquierda de 13% y un p valor bilateral de 25.7%, se concluyó que el factor también no fue significativo en este indicador.

En relación al indicador superficies de ecosistemas degradados de la biodiversidad, el análisis de comparación entre el grupo de control y experimental mediante contraste de hipótesis, se realizó con la prueba T de Student (1908), en el cual el p valor valorado en 100% supero al 5% de nivel de significación, y la prueba bilateral determinó que son significativos, es decir existe diferencias en ambos grupos, por lo tanto, el indicador superficies de ecosistemas degradables en el grupo de control es mayor que en el grupo experimental, este resultado se condice con el factor electrificación mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid en poblaciones rurales, es decir, este factor mejora el indicador de superficies de ecosistemas degradables.

Respecto al indicador coeficiente de electrificación, los resultados de la prueba U de Mann Whitney (1947), determinaron rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa debido a que el p valor valorado en 0% no supero al 5% de nivel de significación, por lo tanto, el indicador coeficiente de electrificación en el grupo de control es menor que en el grupo experimental. Este resultado se condice con la intervención del factor electrificación mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid.

#### **4.2 Contrastación de los resultados con otros estudios similares**

*fuente: [illegible]*

Esta investigación fundamento su diseño metodológico centrado en el programa nacional de electrificación rural, por parte del gobierno central, por ende, en la perspectiva sectorial del factor que se utilizó en esta investigación se sesgó a la parte de los patrocinadores de la electrificación, no obstante, el estudio de Ten-Palomares (2016), sostiene que los proyectos de electrificación rural no se condicen con las aspiraciones de la población rural. A este aspecto se suma el estudio de Muñiz (2014), quien afirma que muchos proyectos se diseñan en torno a supuestos erróneos sobre las necesidades y

aspiraciones de las poblaciones; supuestos no contrastados y más relacionados con los intereses y visiones de las instituciones.

#### **4.3 Responsabilidad ética**

El estudio se desarrolló bajo los siguientes criterios éticos y en base a los lineamientos establecidos por la Universidad Nacional del Callao:

Consentimiento Informado, para esta investigación se tiene la autorización de los pobladores de las zonas rurales de la región Lambayeque, para formar parte de la investigación.

Respeto a la propiedad intelectual, el presente trabajo de investigación respetó el aporte cognitivo de cada uno de los autores utilizados como base para el desarrollo del mismo. Es por ello, que las fuentes consultadas son consignadas mediante el sistema de citación y referencias sugeridas.

*Justo*

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en función a los indicadores de cada dimensión del desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, sobre el efecto del factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, permitieron establecer las siguientes conclusiones:

Primera: La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, mejora relativamente el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, en relación a la dimensión económica, ambiental y pública, no obstante, en la dimensión social su efecto es indiferente.

Segunda: El efecto de la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, en la dimensión económica del desarrollo sostenible en poblaciones rurales es parcial mediante el indicador población económicamente activa, este indicador fue mayor en el grupo experimental que se constituyó por aquellos pobladores que fueron beneficiados con el programa gubernamental de electrificación rural establecida por el gobierno central, en relación al grupo de control que tuvo una valoración por debajo del indicador del grupo experimental, este resultado se obtuvo por contraste de hipótesis en el cual el p valor valorado en 3% fue inferior al 5% de nivel de significación.

Tercera: La dimensión social del desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque no tuvo efecto significativo por parte de la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, los indicadores tasa de mortalidad, tasa de fecundidad, tasa de alfabetización no generaron cambios por la intervención del factor electrificación rural.

Cuarta: El efecto del factor electrificación rural en la dimensión ambiental del desarrollo sostenible en poblaciones rurales, fue significativo debido a que el indicador superficies de ecosistemas degradados fue inferior en el grupo experimental en relación al grupo de control, este aspecto permitió concluir que las actividades de los pobladores que fueron beneficiados con la electrificación rural mejoraron las superficies de ecosistemas degradados.

*fuente: [firma]*

Quinta: En la dimensión pública del desarrollo sostenible el factor electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid, fue significativo debido a que el indicador coeficiente de electrificación fue superior en el grupo experimental en relación al grupo de control. Esta evidencia fue esperada debido a que los pobladores beneficiados con el programa gubernamental de electrificación rural, efectivamente mejoraron su coeficiente de electrificación en relación al grupo de control quienes carecieron de este beneficio de electrificación rural.

*Quinta*

## RECOMENDACIONES

Primera: Se recomienda al gobierno central, en el contexto de la visión del desarrollo nacional fomentar y priorizar la electrificación rural, desde la perspectiva del desarrollo sostenible para alcanzar las metas de cobertura a las necesidades económicas, sociales, ambientales, y públicas de la sociedad.

Segunda: Se recomienda al director del programa nacional de electrificación rural, en el Ministerio de Energía y Minas, promover en el ámbito político la electrificación rural, porque mejora el desarrollo sostenible en el contexto del proyecto país de la nación.

Tercera: Se recomienda al director encargado de implementar los fondos y recursos en el Ministerio de Economía y Finanzas, en relación al programa nacional de electrificación rural, porque los hallazgos de esta investigación evidencian la mejora de la población económicamente activa y este aspecto concierne a dicho ministerio.

Cuarta: Se recomienda a los subdirectores adscritos al programa nacional de electrificación rural, definir adendas relacionadas a la mejora de los indicadores tasa de mortalidad, fecundidad, y alfabetización, debidos a que sus efectos en el estudio fueron no significativos.

Quinta: Se recomienda al director de operaciones del programa de electrificación rural, fomentar en el marco legal y operacional la mejora del indicador coeficiente de electrificación, porque sus efectos son significativo en el estudio realizado.

*Justino*

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS

- Báez, José y Forero, Ricardo (2018). Energía solar fotovoltaica, una alternativa sustentable para el futuro.
- Caballero, A. (2013). Metodología integral innovadora para planes y tesis. Editorial CENGAGE Learning. México.
- Campbell, D. & Stanley, J. (1973). Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social. (1ra edición en castellano). Editorial Amorrortu. Buenos Aires Argentina.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*(16), 297-334. Obtenido de <https://doi.org/10.1007/BF02310555>.
- Defensoría del Pueblo (2010). La electrificación rural en el Perú – Derechos y Desarrollo para todos.
- El Peruano. Aprueban Plan de Acceso Universal a la Energía 2013 – 2022. Resolución Ministerial N° 203-2013-MEM/DM. Publicada el 24 de mayo de 2013. Lima.
- Feron, S. y Cordero, R. (2018). ¿Está el Perú preparado para la electrificación rural sostenible a gran escala? [https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=Is+Peru+Prepared+for+Large-Scale+Sustainable+Rural+Electrification%3F&btnG=](https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Is+Peru+Prepared+for+Large-Scale+Sustainable+Rural+Electrification%3F&btnG=)
- Fisher, R. A. (May de 1915). Frequency distribution of the values of the correlation coefficient in samples from an indefinitely large population. *Biometrika*, 10(4), 507-521. doi:10.2307/2331838.
- Gobierno Regional de Lambayeque. (2011) Plan de desarrollo regional concertado de Lambayeque 2011 - 2021. Lambayeque.

*fuente: info*

- Jaime de Domingo, J. (2018). Renovables para universalizar el acceso a la energía. *Tiempo de Paz*, 128, 99–109.  
<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=129894074&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. México DF, México: McGRAW-HILL.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México DF, México: McGraw-Hill.
- INEI. (2018). Peru: Perfil sociodemográfico, 2017. Informe Nacional de Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Lima.
- Kolmogorov, A. (1941). Confidence limits for an unknown distribution function. *Annals of Mathematical Statistics*, 12(4), 461-463.  
doi:10.1214/aoms/1177731684
- Lescano, J., & Valdez, L. (2011) Promoviendo el Desarrollo Sostenible: Una Visión de Futuro. (Primera Edición). Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú.
- Levene, H. (1960). *Robust Tests for Equality of Variances, in Contributions to Probability and Statistics*. California: Stanford Univ. Press.
- Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Ann Math Stat*, 18, 50-60.
- MINEM. Dirección General de Electrificación Rural. (2016). Plan nacional de electrificación rural (PNER) período 2016 – 2025. Publicado en enero de 2016. Lima.
- Montaño, J. (2016). Energía solar fotovoltaica y el desarrollo energético sostenible en las zonas rurales aisladas, región Lambayeque, año 2015. Tesis para optar el grado de Doctor en Políticas Públicas:

*Montaño*

Seguridad Nacional y Desarrollo Sostenible. Universidad Alas Peruanas. Lima.

Plan de Acceso Universal a la Energía 2013 – 2022. Resolución Ministerial N° 203-2013-MEM/DM, publicado en el Diario oficial El Peruano el 28 de mayo de 2013.

Ramírez, E. (2015). Modelo estratégico para viabilizar proyectos de generación de electricidad utilizando energías renovables no convencionales en zonas rurales del Perú, para promover su desarrollo sustentable. Tesis para optar el grado de Doctor en Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Mayor de San Marcos – 2015. Lima.

Rojas, J. (2013). Acceso universal y sostenibilidad en el sector eléctrico rural del Perú. Tesis para optar el grado de Magister en Regulación de Servicios Públicos. Pontificia Universidad Católica del Perú – 2013. Lima.

Smirnov, N. V. (October de 1948). Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, 19(23), 279-281. Obtenido de from <http://www.jstor.org/stable/2236278>.

TEN-PALOMARES, M. (2016). Energy for Freedom: reflexiones para el análisis crítico de proyectos de electrificación rural aislada. *Revista Iberoamericana de Estudios de Desarrollo*, 5(2), 141–159. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_ried/ijds.240](https://doi.org/10.26754/ojs_ried/ijds.240)

Villalobos, J. (2014). Plan maestro de electrificación rural con energía fotovoltaica en la región Lambayeque. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería Mecánica y Eléctrica con mención en Energía. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - 2014. Lambayeque.

*fuente*

## ANEXOS

### Matriz de Consistencia

TEMA: SISTEMAS FOTOVOLTAICOS OFF GRID Y LA ELECTRIFICACIÓN RURAL SOSTENIBLE DE LAS ZONAS AISLADAS. UN CASO DE ESTUDIO

PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1) ¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo económico en poblaciones rurales?</p> <p>2) ¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo social en poblaciones rurales?</p> <p>3) ¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el ecosistema ambiental en poblaciones rurales?</p>	<p>Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <p>1) Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo económico en poblaciones rurales</p> <p>2) Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo social en poblaciones rurales</p> <p>3) Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el ecosistema ambiental en poblaciones rurales</p>	<p>La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>1) La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo económico en poblaciones rurales.</p> <p>2) La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo social en poblaciones rurales.</p> <p>3) La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el ecosistema ambiental en poblaciones rurales.</p>	<p><b>Variable independiente:</b> Electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid</p> <p><b>Variable dependiente:</b> Desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020</p> <p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Económica</li> <li>- Social</li> <li>- Ambiental</li> <li>- Pública.</li> </ul>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicada</li> </ul> <p><b>Diseño de investigación:</b> Cuasi experimental</p> <p><b>Método de investigación:</b> Hipotético deductivo</p> <p><b>Población:</b> N = 46225</p> <p><b>Muestra:</b> n = 80 pobladores</p> $n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1)E^2 + ZPQ}$

*Puentarfo*

<p>4) ¿De qué manera la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo público en poblaciones rurales?</p>	<p>4) Demostrar que la electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid mejora el desarrollo público en poblaciones rurales</p>	<p>4) La electrificación rural mediante sistemas fotovoltaicos Off Grid permitirá mejorar el desarrollo público en poblaciones rurales.</p>		
---	---	---	--	--

*Puentarife*

## Instrumentos

Ficha de observación de medición de los indicadores							
Investigador:			Dr. Jorge Alberto Montaña Pisfil				
Proceso observado:			Desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020				
Grupo Control							
Número de observación	Población económicamente activa	Ingreso per cápita	Tasa de mortalidad	Tasa de fecundidad	Tasa de alfabetización	Superficies de ecosistemas degradados	Coefficiente de electrificación
1							
2							
3							
4							
5							
...							
60							

*J. Montaña*

Ficha de observación de medición de los indicadores							
Investigador:			Dr. Jorge Alberto Montaña Pisfil				
Proceso observado:			Desarrollo sostenible en poblaciones rurales de la región Lambayeque, 2020				
Grupo Experimental							
Número de observación	Población económicamente activa	Ingreso per cápita	Tasa de mortalidad	Tasa de fecundidad	Tasa de alfabetización	Superficies de ecosistemas degradados	Coefficiente de electrificación
1							
2							
3							
4							
5							
...							
20							

*J. Montaña*

## Base de datos

Número de observación	Población económicamente activa	Ingreso per cápita	Tasa de mortalidad	Tasa de fecundidad	Tasa de alfabetización	Superficie de ecosistemas degradados	Coefficiente de electrificación	Grupo (1=Control, 2=Experimental)
1	0.05	405	7	3	0.70	102,048.0	0.73	1
2	0.18	200	10	3	0.64	104,580.0	0.75	1
3	0.39	405	7	2	0.69	100,506.0	0.72	1
4	0.38	360	8	2	0.66	114,225.0	0.75	1
5	0.18	360	9	2	0.60	110,165.0	0.80	1
6	0.35	200	10	3	0.68	100,792.0	0.77	1
7	0.05	245	8	3	0.68	117,156.0	0.72	1
8	0.39	306	8	2	0.67	103,321.0	0.71	1
9	0.05	405	7	2	0.62	103,025.0	0.72	1
10	0.39	200	9	2	0.68	106,689.0	0.70	1
11	0.39	200	10	3	0.65	113,745.0	0.77	1
12	0.18	306	10	2	0.64	102,399.0	0.73	1
13	0.38	245	9	2	0.69	100,480.0	0.74	1
14	0.35	405	9	3	0.69	103,559.0	0.77	1
15	0.38	360	9	2	0.69	119,404.0	0.80	1
16	0.38	360	8	2	0.69	119,364.0	0.79	1
17	0.18	405	10	3	0.66	111,888.0	0.80	1
18	0.18	360	10	3	0.65	102,789.0	0.80	1
19	0.39	306	8	2	0.63	111,350.0	0.71	1
20	0.39	405	8	3	0.68	104,543.0	0.80	1
21	0.39	306	7	2	0.67	112,689.0	0.79	1
22	0.35	360	8	2	0.66	110,209.0	0.79	1
23	0.39	306	9	3	0.69	118,403.0	0.74	1
24	0.38	306	9	2	0.70	102,136.0	0.74	1
25	0.18	405	9	2	0.66	108,022.0	0.71	1

*Puente*

26	0.18	360	8	2	0.69	112,322.0	0.71	1
27	0.18	245	8	2	0.63	110,735.0	0.76	1
28	0.05	245	10	2	0.66	118,751.0	0.71	1
29	0.05	200	7	2	0.68	108,684.0	0.75	1
30	0.39	405	7	2	0.69	100,495.0	0.78	1
31	0.38	245	7	3	0.67	107,159.0	0.78	1
32	0.05	405	7	3	0.64	105,282.0	0.80	1
33	0.35	306	8	3	0.61	118,168.0	0.79	1
34	0.39	200	7	3	0.67	112,369.0	0.70	1
35	0.38	405	10	2	0.60	115,448.0	0.78	1
36	0.39	306	10	2	0.65	115,437.0	0.71	1
37	0.18	245	7	3	0.68	113,071.0	0.70	1
38	0.18	306	10	3	0.65	115,061.0	0.80	1
39	0.39	360	9	3	0.68	103,098.0	0.75	1
40	0.39	200	8	3	0.63	116,089.0	0.75	1
41	0.35	405	9	2	0.68	119,397.0	0.72	1
42	0.38	360	7	3	0.66	106,061.0	0.70	1
43	0.18	306	7	3	0.63	114,977.0	0.78	1
44	0.18	306	7	3	0.61	104,836.0	0.73	1
45	0.05	360	7	2	0.66	119,031.0	0.73	1
46	0.38	200	7	3	0.68	114,809.0	0.73	1
47	0.39	360	8	3	0.64	118,339.0	0.71	1
48	0.39	306	7	2	0.68	119,261.0	0.78	1
49	0.35	306	9	2	0.70	118,709.0	0.70	1
50	0.35	405	9	3	0.68	108,877.0	0.76	1
51	0.39	360	7	2	0.69	110,699.0	0.79	1
52	0.39	405	8	3	0.68	116,773.0	0.74	1
53	0.38	405	7	3	0.61	102,702.0	0.75	1
54	0.18	306	8	2	0.61	108,917.0	0.71	1
55	0.18	405	9	2	0.61	119,877.0	0.77	1
56	0.05	245	8	2	0.61	108,510.0	0.75	1

*Puontarifo*

57	0.35	405	7	2	0.70	108,254.0	0.78	1
58	0.35	360	10	2	0.65	103,207.0	0.78	1
59	0.35	360	9	3	0.60	116,708.0	0.74	1
60	0.35	405	10	3	0.68	112,102.0	0.80	1
61	0.39	300	7	3	0.65	103,177.0	0.76	2
62	0.38	360	7	2	0.67	102,276.0	0.78	2
63	0.39	450	9	3	0.69	104,572.0	0.77	2
64	0.38	250	9	2	0.68	106,227.0	0.79	2
65	0.39	360	10	2	0.69	104,573.0	0.77	2
66	0.38	300	9	2	0.68	104,731.0	0.80	2
67	0.39	360	7	2	0.66	107,141.0	0.75	2
68	0.35	300	8	3	0.65	104,419.0	0.80	2
69	0.39	360	7	3	0.67	105,900.0	0.77	2
70	0.35	250	7	2	0.69	103,301.0	0.80	2
71	0.35	300	7	3	0.65	108,136.0	0.79	2
72	0.35	250	8	3	0.66	103,119.0	0.79	2
73	0.38	300	8	2	0.70	109,545.0	0.77	2
74	0.35	250	10	2	0.65	108,590.0	0.78	2
75	0.35	450	8	3	0.67	105,920.0	0.80	2
76	0.39	360	8	2	0.69	106,791.0	0.78	2
77	0.38	300	10	3	0.69	106,273.0	0.76	2
78	0.35	360	8	3	0.66	100,864.0	0.75	2
79	0.35	450	8	2	0.66	107,417.0	0.78	2
80	0.39	300	7	3	0.65	109,848.0	0.79	2

*puontarfo*