

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE
PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL DE CUSCO,
PERÚ, 2022”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
ELECTRICISTA**

AUTORES:

Bach. CHIROQUE VIGNES, Wilder Tayner

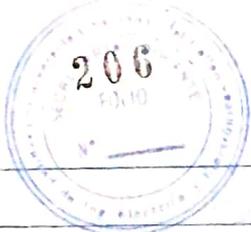
Bach. RICALDI ARIAS, Ivan Daniel

Bach. ROMERO MORENO, Bryan Arthur

ASESOR:

Dr. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES

**Callao, 2022
PERÚ**



FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
ACTA PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL POR LA MODALIDAD
DE TESIS SIN CICLO DE TESIS

A los 25 días del mes de noviembre Del 2022 siendo las 17:00 Horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, (Res. Resolución DECANAL N° 133-2022-DFIEE)

Dr. Lic. ADÁN ALMIRCAR TEJADA CABANILLAS	Presidente
Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ	Secretario
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES	Vocal

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres CHIROQUE VIGNES, WILDER TAYNER; ROMERO MORENO, BRYAN ARTHUR y RICARDI ARIAS, IVAN DANIEL quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022", con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 14 y 17 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 047-92-CU, en el Capítulo N° 06, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar por APROBADO. Calificativo BUENO nota: 14 a los expositores CHIROQUE VIGNES, WILDER TAYNER; ROMERO MORENO, BRYAN ARTHUR y RICARDI ARIAS, IVAN DANIEL, con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 18:00 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 206 Del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.

.....
PRESIDENTE

.....
SECRETARIO

.....
VOCAL

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : **Dr. Lic. Adán Almírcar Tejada Cabanillas**

SECRETARIO : **Dr. Ing. Santiago Linder Rubiños Jiménez**

VOCAL : **Mg. Ing. Ernesto Ramos Torres**

ASESOR : **Dr. Ing. Marcelo Carlos Damas Flores**

INFORMACIÓN BÁSICA	
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN	DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
TÍTULO	“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022.”
AUTOR(ES)	CHIROQUE VIGNES, Wilder Tayner RICALDI ARIAS, Ivan Daniel ROMERO MORENO, Bryan Arthur
ASESOR	Dr. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES
LUGAR DE EJECUCIÓN	CUSCO, PERÚ
TIPO DE INVESTIGACIÓN	TIPO APLICADA, CUANTITATIVO, NIVEL DESCRIPTIVO
UNIDADES DE ANÁLISIS	VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ
PERIODO DE EJECUCIÓN	DE OCHO (8) A DIEZ (10) MESES

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras familias y amigos quienes siempre estuvieron apoyándonos a cumplir las metas que nos hemos propuesto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por ser el soporte durante esta etapa y ayudar a lograr mis objetivos; así mismo, agradezco a mi universidad, donde he recibido los conocimientos necesarios para desarrollarme en la vida profesional.

INDICE

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
INDICE	ix
ÍNDICE DE TABLAS	1
ÍNDICE DE FIGURAS	2
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.1. Descripción de la realidad problemática	7
1.2. Formulación del Problema	8
1.3. Objetivos	8
1.4. Justificación	9
1.5. Delimitaciones de la Investigación	9
II. MARCO TEORICO.....	11
2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales	11
2.2. Bases Teóricas	16
2.3. Marco Conceptual.....	23
III. HIPOTESIS Y VARIABLES	31
3.1. Hipótesis	31
3.1.3. Hipótesis General	31
3.1.4. Hipótesis Específica	31
3.1.5. Operacionalización de Variables	31
IV. METODOLOGÍA.....	32
4.1. Diseño metodológico	32
4.2. Método de Investigación	33

4.3.	Población y muestra	33
4.4.	Lugar de Estudio	34
4.5.	Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información	35
4.6.	Análisis y procesamiento de Datos	37
4.7.	Aspectos Éticos	38
V.	RESULTADOS	39
5.1.	Resultados Descriptivos	39
5.2.	Resultados Inferenciales.....	43
VI.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	47
6.1.	Constatación y demostración de la hipótesis con los resultados	47
6.2.	Constatación de los resultados con otros estudios similares.....	47
6.3.	Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes. .	50
VII.	CONCLUSIONES	51
VIII.	RECOMENDACIONES.....	52
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	ANEXOS	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las Variables	31
Tabla 2. Niveles y rangos de la variable "Energía limpia"	39
Tabla 3. Tabla de frecuencia - Energía limpia.....	39
Tabla 4. Niveles y rangos de la variable "Generación de energía eléctrica"	40
Tabla 5. Tabla de frecuencia - Generación de energía eléctrica.....	40
Tabla 6. Niveles y rangos de la dimensión "Electrificación"	41
Tabla 7. Tabla de frecuencia - Dimensión electrificación.....	41
Tabla 8. Niveles y rangos de la dimensión "Tarifa eléctrica"	42
Tabla 9. Tabla de frecuencia - Dimensión Tarifa eléctrica.....	42
Tabla 10. Prueba de normalidad.....	43
Tabla 11. Estadísticos descriptivos	43
Tabla 12. Prueba T para muestras relacionadas.	44
Tabla 13. Estadísticos descriptivos -Dimensión Electrificación.....	45
Tabla 14. Prueba de T para muestras relacionadas – Dimensión Electrificación.	45
Tabla 15. Estadísticos Descriptivo - Dimensión Tarifa eléctrica.....	46
Tabla 16. Prueba T para muestras relacionadas - Dimensión Tarifa eléctrica.	46
Tabla 17. Prueba de Fiabilidad	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Factor Relleno.....	17
Figura 2. Temperatura de un panel fotovoltaico	18
Figura 3. Energía limpia Pre-Test y Post-Test.....	39
Figura 4. Generación de energía eléctrica Pre-Test y Post-Test.....	40
Figura 5. Dimensión electrificación Pre-Test y Post-Test.....	41
Figura 6. Dimensión tarifa eléctrica Pre-Test y Post-Test	42

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo Diseñar un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022. La cual fue trabajada bajo un enfoque Cuantitativo, a través de la técnica de la encuesta mediante el instrumento del cuestionario pre test y post test, donde se demostró según los resultados que hay una reducción de las tarifas eléctricas y una mejora en la generación de energía eléctrica. Todo esto se sometió a prueba de hipótesis (prueba T para muestras relacionadas) resultando diferencias significativas (p -valor < 0.05) en la generación de energía eléctrica, antes y después de la implementación del sistema de energía limpia, mejorándolo. Por otro lado, también se evidenció a través de la misma prueba de hipótesis (p -valor < 0.05) que las tarifas eléctricas disminuían luego de implementarse los paneles fotovoltaicos. Por último, se concluyó el gran beneficio que otorga el sistema de energía limpia en el ámbito económico, social, ambiental y técnico.

Palabras clave: Panel fotovoltaico, suministro de electricidad, costos económicos, carga requerida.

ABSTRACT

The objective of this research work was to design a clean energy system using photovoltaic panels to generate electricity in a rural house in Cusco, Peru, 2022. Which was worked under a quantitative approach, through the technique of the survey through the instrument of the questionnaire pre-test and post-test, having the result where it was shown that there is a reduction in electricity rates and an improvement in power generation. All this was subjected to hypothesis testing (T-test for related samples) resulting in significant differences (p -value < 0.05) in the generation of electric energy, before and after the implementation of the clean energy system, improving it. On the other hand, it was also evidenced through the same hypothesis test (p -value < 0.05) that electricity rates decreased after implementing the photovoltaic panels. Finally, it was concluded the great benefit of the clean energy system in the economic, social, environmental and technical fields.

Key words: photovoltaic panel, electricity supply, economic costs, required load.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo humano durante décadas ha dependido fuertemente de la capacidad de obtener energía a partir de la quema de hidrocarburos, lo que ha tenido un impacto negativo significativo en la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera (Salamanca Ávila, 2017). No se espera que la energía producida por la quema de combustibles fósiles proporcione energía a la mayoría de la población mundial de forma respetuosa con el medio ambiente y económica (Velázquez Ramírez, et al., 2020). El uso de los servicios eléctricos va en aumento en los países de América Latina, y nuestro país no es ajeno a esta demanda (Hilario Antonio, 2021). Todo el entorno ha provocado un cambio paulatino en los métodos tradicionales de generación de electricidad, allanando el camino hacia una fuente de energía limpia o renovable (Callasi Quispe, 2020).

Actualmente, se dispone de diversas fuentes de energía renovable (eólica, solar, hidráulica, biomasa, etc.) para la producción de electricidad (Figueroa Ortiz , et al., 2018). Invertir en el aprovechamiento de la energía del sol es una de las muchas fuentes existentes y respetuosas con el medio ambiente que diversifican la energía utilizada utilizando fuentes completamente limpias y generando un importante ahorro económico (Quispe Gutiérrez, et al., 2021). Los sistemas fotovoltaicos son la forma de energía alternativa más utilizada en la actualidad debido a su abundancia en la naturaleza (González Prado, 2018), se trata de la transformación de la radiación solar en energía eléctrica (Villafuerte Alcalaico, 2019).

Esto se debe al efecto eléctrico por el cual las células fotovoltaicas tienen la capacidad de concentrar fotones y posteriormente liberar electrones, generando así una corriente eléctrica (Cuéllar Espina, 2019). El sistema de paneles fotovoltaicos genera energía en forma de corriente continua, por lo que para aprovechar corriente es necesaria convertirla a corriente alterna, para ello se hace uso de un inversor (Ramos Diez, 2021).

La propuesta de energías renovables para el sector eléctrico peruano se enmarca en la política energética y contempla una combinación óptima (eólica,

solar, biomasa, minihidráulica, etc.) y sostenibilidad de suministro a largo plazo. Un prototipo que implementa generación de energía limpia distribuida en Perú es una solución viable para comunidades fuera de la red (Cóndor Lucchini, 2020). Hoy en día, tanto la implantación como la investigación de estos sistemas alternativos de producción de energía van en aumento. En los últimos años, el Perú ha tomado diversas medidas para impulsar la investigación e implementación de estos sistemas energéticos, demostrando que las energías renovables ya son posibles (García Ruiz, 2018). Actualmente Cusco está experimentando un aumento en su población, lo que también aumenta su consumo de energía, por lo que se necesitan nuevos métodos de producción de energía, ya que los métodos tradicionales como el carbón, petróleo o el gas natural tienen un impacto negativo en el medio ambiente, ya que libera dióxido de carbono a la atmósfera (Huaman Romoacca, 2018).

El presente trabajo brindará información sobre la energía eléctrica producida por los paneles fotovoltaicos, el cual servirá para futuras investigaciones y uso comerciales. Se buscó diseñar y evaluar mejor las instalaciones de energía solar en la ciudad del Cusco.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

En materia de energía eléctrica, el alza de los precios de los energéticos ha incentivado la implementación de métodos de ahorro de energía. Si bien, la exploración de fuentes alternativas de energía que no dependan del uso de combustibles fósiles ha aumentado con el tiempo, todavía su presencia es menor comparado con la producción clásica a través de termoeléctricas o hidroeléctricas (Flores, et al., 2021). En Perú, el crecimiento de la población ha traído como consecuencia una mayor demanda energética, específicamente la eléctrica, por ello, el cambio de fuente de producción energética es de gran importancia para el desarrollo del sector eléctrico, proyectándose la implementación a mediano y largo plazo de fuentes de energías no convencionales. (Huamonte Castro, 2019).

En el Perú, el Decreto Legislativo N°1002 declara de interés nacional y necesidad pública la producción de electricidad a partir de recursos energéticos renovables, de las cuales se destaca la energía producida por sistemas fotovoltaicos (Valdiviezo Salas, 2014).

Si bien el Perú cuenta con una gran diversidad de fuentes energéticas, la investigación e implementación de sistemas energéticos que usen recursos renovables no ha tenido un crecimiento y desarrollo necesario (Serván Sócola, 2014). Esto se debe a la poca difusión sobre las energías limpias y/o alternativas como también a la falta de implementación de tecnología y prácticas. Esto trae como consecuencia un retraso del proceso nacional comparado con otros países que han empezado a realizar la transición de uso de recursos no renovables a las renovables (Molina Galindo, 2016). Frente a esto, es menester incursionar en la utilización de energías y para el caso de Cuzco, se tiene una limitada experiencia en temas de energías renovables como los paneles solares, esto se presenta como una limitante para aceptar ampliamente estas tecnologías (Huaman Romoacca, 2018).

Por lo mencionado anteriormente, se plantea de qué manera implementar el sistema fotovoltaico para mejorar el suministro de energía eléctrica en Cuzco.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cómo el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1. ¿Cómo el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022?

P.E.2. ¿Cómo el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

O.G. Diseñar un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

1.3.2. Objetivos Específicos

O.E.1 Diseñar un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

O.E.2 Diseñar un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación Teórica

Se hace referencia a la confrontación de las diferentes ideas recopiladas al momento de explicar el objeto de estudio que tiene esta investigación con respecto de otros autores (Fuentes , et al., 2020 p. 45).

De lo expuesto por el autor, el presente proyecto de investigación tiene una justificación teórica pues el diseño de un sistema fotovoltaico nos permitirá analizar los cambios que se produzcan en el suministro de electricidad en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

1.4.2. Justificación Práctica

Es establecido para detallar, en qué manera los resultados ayudarán a la investigación para solucionar la problemática y mejorar la realidad del ámbito de estudio (Álvarez , 2020 p. 2).

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo de investigación nos permitirá determinar la influencia del diseño de un sistema fotovoltaico en la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

1.4.3. Justificación Metodológica

Se refiere a la razón por la que se emplea la metodología dentro de la investigación y las ventajas que conlleva, especificando la importancia de generar nuevo conocimiento (Álvarez , 2020 p. 2).

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo de investigación tiene una justificación metodológica, ya que se propone la evaluación del diseño de un sistema fotovoltaico con un procedimiento estructurado contemplando la mejora la producción de energía limpia.

1.5. Delimitaciones de la Investigación

1.5.1. Límites de la Investigación

Según (Avila, 2001) “Una limitación de la investigación consiste en que se deja de estudiar un aspecto del problema debido por alguna razón. Con esto se quiere decir que toda limitación debe estar justificada por una buena razón.”

De lo expuesto por el autor, la investigación presente se limita a la mejora del suministro de energía limpia a partir del diseño de un sistema fotovoltaico, por lo que no se detallarán aspectos como el mantenimiento de la red eléctrica que se instalará o la aplicación de los diferentes tipos de paneles fotovoltaicos existentes en el mercado.

1.5.2. Delimitaciones de la investigación

La delimitación es relevante ya que es lo primero que se debe tomar en cuenta para poder centrar la investigación de manera clara y precisa (Espinoza Freire, 2018 p. 23).

De lo expuesto por el autor, las delimitaciones encontradas dentro de la investigación son las siguientes:

Delimitación Espacial

La delimitación espacial de la investigación se centra en la región de cusco, Perú, quedando cualquier otro sistema fotovoltaico instalado fuera de esta zona descartada, debido a la lejanía del lugar de estudio.

Delimitación Temporal

La presente investigación se realizó durante el año 2022 y tuvo una duración de 8 meses lo que no fue tiempo suficiente para analizar y comparar la eficiencia del sistema fotovoltaico en las diferentes regiones y utilizar diferentes tecnologías renovables para realizar la comparación.

Delimitación Social

En la presente investigación se está analizando el bosquejo de un sistema fotovoltaico y la mejora del sistema de suministro de electricidad en la región de cusco, Perú. Lo que beneficiará a los pobladores que viven en cusco que es la zona de estudio.

II. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes: Internacionales y Nacionales

2.1.1. Antecedentes Internacionales

(Letona Embeita, 2014) realizó una investigación que tuvo como objetivo evaluar la posibilidad económica y técnica del uso de un sistema fotovoltaico en unos edificios, así como también la distribución del exceso producido hacía una red distribuidora de energía eléctrica. Para ello, se inició con la investigación de la cantidad demandada anualmente de energía eléctrica por los edificios desde el año 2010 al 2013 con el objetivo de calcular la cantidad necesaria de módulos fotovoltaicos. Finalmente, en la investigación se recomendó realizar por lo menos una vez al año el mantenimiento de los paneles fotovoltaicos para que el rendimiento sea constante y lograr la obtención del mayor ahorro de la energía eléctrica.

De lo expuesto por el autor, es importante determinar la posibilidad económica y técnica de poner en efecto los paneles fotovoltaicos para satisfacer el consumo energético de las viviendas, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Energía limpia”.

(Alepez Sánchez, 2017) realizó una investigación que tuvo como objetivo diseñar una planta fotovoltaica de 5.8 MW en la región de Albacete para la generación y venta de energía eléctrica con conexión a la red de distribución. Para ello, se utilizó 20 000 paneles fotovoltaicos de 290 W-pico cada uno, agrupándolos en 5 unidades generadoras iguales de 1.16 MW-pico cada uno. Por último, la investigación recomendó la implementación de pantallas electroestáticas entre los devanados de alta y baja tensión con el fin de evitar el acoplamiento capacitivo del lado de baja y alta tensión.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que se debe aprovechar la energía solar utilizando paneles fotovoltaicos para la generación y venta de energía, con conexión a la red de distribución,

este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Energía limpia”.

(Peña Gallo, et al., 2017) en su trabajo de investigación tuvo como objetivo implementar un sistema fotovoltaico que permita la generación de energía eléctrica con una potencia de 1 KW. Para ello, utilizó una metodología de tipo interactiva en la que se pone en práctica el diseño y está dividida en 4 fases, el primero es el diseño de planta el segundo es el cálculo del sistema energético, la tercera es la puesta en funcionamiento y la última es la evaluación del sistema. Finalmente, los autores recomendaron evitar los obstáculos dentro del área, la protección de los paneles solares del viento o fuerte lluvias, también evitar lastimar la lámina solar y buscar la mejor ubicación con el fin de captar la correcta luz solar.

De lo expuesto por el autor, es importante tener en cuenta para la generación de energía eléctrica, el cálculo del sistema energético antes de realizar el diseño de la planta fotovoltaica, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Generación de energía eléctrica”.

(Mejía García , 2021) realizó una investigación titulada “Estimación del potencial de generación de energía solar en el Norte del Caribe colombiano” que tuvo como objetivo estimar el potencial de generación de energía solar a partir del uso de un sistema fotovoltaico. Para ello, realizó la estimación del recurso solar a partir de usos de mapas de irradiación global horizontal a escala mensual. También, el autor consideró un número mayor de factores técnicos reportados en la literatura científica de experiencias adquiridas en las implementaciones reales alrededor del mundo. Finalmente, el autor recomendó el uso de tecnologías como los sistemas fotovoltaicos en el Caribe Colombiano, más que nada por el elevado potencial energético que presenta el área, y su capacidad de satisfacer parte de la gran demanda energética de las ciudades.

De lo expuesto por el autor, es importante estimar el potencial de generación eléctrica mediante la energía solar utilizando mapas de irradiación global horizontal a escala mensual, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Energía limpia”.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

(Rios Larrea, 2018) diseñó un sistema fotovoltaico con el fin de generar energía eléctrica para el centro poblado La algodonera, Olmos – Lambayeque. Para ello utilizó la metodología con un tipo de investigación aplicada, pues realizó una revisión de la literatura para comprender la problemática y los conceptos teóricos necesarios para la confección del sistema fotovoltaico y un enfoque cualitativo, ya que se realizaron entrevistas que se examinaron minuciosamente. Por último, el autor recomendó incrementar la capacitación técnica a los usuarios del proyecto, con el objetivo de optimizar los costos de mantenimiento. También recomendó realizar estudios sobre el comportamiento del viento en el área, pues identificó una posible potencia eólica, que contaría con vientos a una velocidad superior a 5 m/s, que podrían aprovecharse para la generación de electricidad.

De lo expuesto por el autor, es importante implementar un sistema fotovoltaico que permita la producción de energía eléctrica empleando las teorías establecidas, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable. “Generación de energía eléctrica”.

De acuerdo con (Callasi Quispe, 2020) quien realizó una investigación que tuvo como objetivo identificar los impactos tanto positivos como negativos del uso sistemas fotovoltaicos en la ciudad de Cusco en el año 2019. Para lograrlo, hizo uso de herramientas informáticas para simulaciones de la utilización de tecnologías en las instalaciones por parte de usuarios en la ciudad de Cuzco. El autor recomendó incluir al sistema otra fuente de generación de electricidad que permita alimentar el sistema eléctrico de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer los impactos tanto positivos como negativos ocasionados por la integración de un sistema fotovoltaico, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Generación de energía eléctrica”.

(Párraga Terbullino, et al., 2020) realizaron una investigación donde tuvieron como objetivo evaluar la ejecución de paneles fotovoltaicos en áreas rurales del departamento de Cusco. Para lograr dicho fin primero realizaron la revisión de la literatura buscando entender la producción de electricidad tanto de forma convencional y la producida por paneles solares en el Perú. Posteriormente, propusieron la implementación de los paneles solares, para ello también realizaron una investigación buscando aquel panel solar con las características adecuadas para el área estudiado y posteriormente realizaron la comparación de las ventajas y desventajas de la ejecución de paneles solares con respecto al sistema convencional en los aspectos económicos, técnicos y de mantenimiento. Entre sus conclusiones mencionaron que el costo por el uso de un sistema de paneles fotovoltaicos en el largo plazo es menor, pues el costo radica solo en la implementación del sistema. Por otro lado, el funcionamiento del sistema fotovoltaico es automático por lo que no necesita la intervención de personal con conocimientos técnicos. También los paneles solares tienen un tiempo de vida útil aproximado de 20 años que se puede mejorar si se realizan esporádicamente mantenimientos preventivos, por lo que, en conclusión, el uso de los paneles fotovoltaicos son prácticas que no requieren de un alto conocimiento técnicos. Esta característica permite su uso en zonas muy alejadas de la ciudad.

(Quispe Gutiérrez, et al., 2021) realizó una investigación que tuvo como objetivo principal evaluar la aplicación de un sistema fotovoltaico de autoconsumo con conexión a la red eléctrica en el Instituto Blue Ribbon Internacional Cusco. Para ello usaron una metodología de tipo descriptivo propósito y aplicativo de enfoque cuantitativo, con un diseño de estudio análisis documental, evaluativo y de desarrollo. Por último, el autor recomendó mejorar el sistema de paneles solares con un algoritmo de dirección que compute el valor de la corriente de entrada al convertidor.

De lo expuesto por el autor, es importante realizar un estudio del sistema fotovoltaico de autoconsumo para poder dimensionar correctamente los

parámetros de la instalación, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Diseño de una red FTTH”.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Dimensionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos.

- Rendimiento global de la instalación

La generación del rendimiento global de la instalación es afectada por el rendimiento del conjunto de elementos que forman parte de ella. Se realizan los dimensionamientos a partir de las pérdidas que se generan, pues de no ser así sucedería que la energía aprovechable es menor de la calculada teniendo como consecuencia no suplir las demandas energética (Alvarado Ladrón de Guevara, 2018).

El rendimiento global se calcula como:

$$R = (1 - k_b - k_c - k_v) \cdot (1 - k_a \cdot N/P_d)$$

k_b = *factor de pérdidas en baterías* (0.05: Sistemas sin descargas intensas, 0.1: Sistemas con descargas profundas)

k_c = *factor de pérdidas en inversores* (0.005 en inversores de salida senoidal pura en condiciones óptimas).

k_v = *otras pérdidas* ($0.05 < k_v < 0.15$).

k_a = *factor de pérdidas por autodescarga de baterías* (0.002 en baterías de baja autodescarga (Ni-Cd), 0.005 en baterías estacionarias de plomo ácido, 0.012 en baterías de alta autodescarga).

N = *días de autonomía de baterías*

P_d = *Profundidad máxima de descarga de baterías*

No se recomienda exceder el 80% de la capacidad de almacenamiento de las baterías.

- El consumo diario (Cd)

El cálculo del consumo diario se realiza a partir de las cargas que se van a conectar, la potencia nominal de cada carga (P), el número de aparatos con determinado tipo (n) y el número de horas diarias de operación (t)

$$Cd = P.n.t$$

La suma de consumos diarios de todos los tipos de carga, conforman el consumo energético teórico (Et) medido en Wh. Luego, a partir de dicho cálculo se halla consumo energético real (E) en Wh, el cual es el consumo que toma en cuenta todas las pérdidas a consideración (Padilla Alvarado, 2019).

$$E = \frac{\sum Et}{R}$$

- **El punto de potencia máxima (MPP)**

Aquel punto cercano a la rodilla de la curva I-V en la que el producto de corriente y voltaje logran alcanzar el máximo valor. La corriente y la tensión en el punto de potencia máxima se nombran en algunas ocasiones como Vmpp o Impp.

- **El factor de relleno (FF)**

Es la relación de la potencia en el punto de máxima potencia al producto Voc e Isc, por lo que el factor relleno se puede observar como una relación de dos áreas rectangulares.

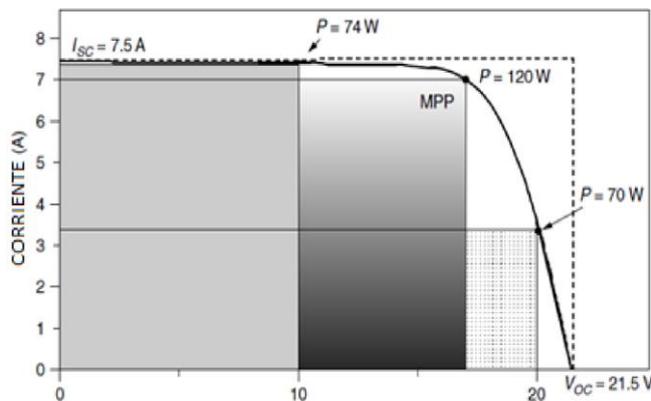


Figura 1. Factor Relleno

Este parámetro es muy importante para medir el rendimiento de las células solares comerciales. Entonces, mientras mayor sea el factor de relleno, mayor será la energía solar generada o también, mientras mayor sea factor, mejor es la calidad de las células solares (Huaman Romoacca, 2018).

$$\text{Factor de Relleno}(FF) = \frac{\text{Potencia al máximo punto de potencia}}{V_{oc}I_{sc}} = \frac{V_R I_R}{V_{oc} I_{sc}}$$

Donde:

V_{oc} = Voltaje de circuito abierto

I_{sc} = corriente cortocircuito

V_R = Tensión nominal

I_R = Intensidad nominal

- **Temperatura de un panel fotovoltaico**

La temperatura es un factor que influye en la eficiencia y comportamiento de las celdas solares. Por ello, se recomienda exponer las celdas en lugares aireados (Jeri Huacaychuco, et al., 2017). A continuación, se presentan la relación entre intensidad vs voltaje y potencia vs voltaje a diferentes temperaturas

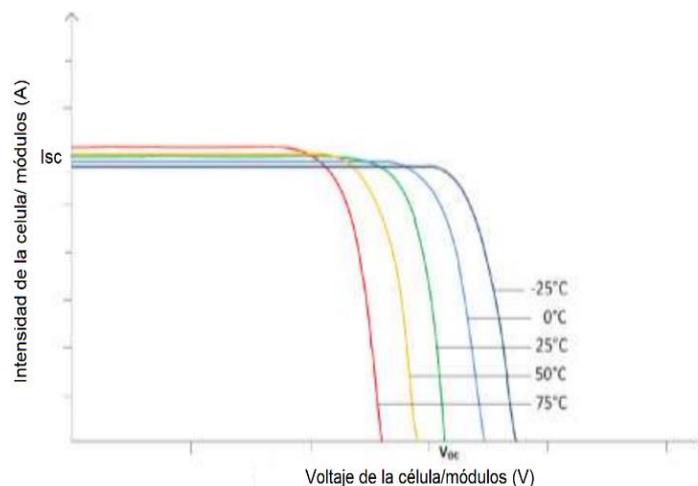


Figura 2. Temperatura de un panel fotovoltaico

- **Corrección de la Tensión y Corriente debido a la temperatura**

Los valores de corriente y tensión de paneles solares vendidos son elaborados para condiciones normales del clima, por lo que es necesario tener una temperatura de célula de 25°C. En la práctica, esta temperatura varía pudiendo estar por encima o por debajo de ella dependiendo de la zona donde se instale el sistema (Barrantes Tarrillo, 2020). Por tal motivo, es necesario calcular una corrección, para ello se siguen los siguientes pasos:

A) Se calcula la temperatura de trabajo que alcanzan las células fotovoltaicas de la siguiente manera:

$$T_c = T_a + \frac{(TONC - 20) * I}{800}$$

Dónde:

T_c: Temperatura que alcanzan las células fotovoltaicas

T_a: Temperatura del lugar de la instalación.

TONC = Temperatura de operación nominal en la célula

I = Irradiación media de acuerdo al periodo del año.

B) Se calcula la tensión de circuito abierto (V_{oc}) en condiciones de temperaturas de célula diferente de 25 °C

$$V_{OC(X^{\circ}C)} = V_{OC(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta V_{OC(T)}$$

V_{OC(X°C)}: Tensión de circuito abierto del panel solar a una temperatura específica de la célula X

V_{OC(25°C)}: Tensión de circuito abierto a una temperatura en condiciones normales (viene en la ficha técnica).

ΔT: Diferencia de temperatura entre el panel en trabajo y la entregada por el fabricante.

ΔV_{OC(T)} = Coeficiente de temperatura de la tensión de circuito abierto del panel (viene en la ficha técnica).

C) Finalmente, se calcula la corriente de cortocircuito (I_{sc}) la cual se medirá a la salida de cada panel cuando existan temperaturas de célula diferente de 25 °C

$$I_{SC(X^{\circ}C)} = I_{SC(25^{\circ}C)} + \Delta T * \Delta I_{SC(T)}$$

Donde:

$I_{SC(X^{\circ}C)}$: Corriente de cortocircuito del panel solar a temperatura específica de célula X.

$I_{SC(25^{\circ}C)}$: Corriente de cortocircuito a una temperatura en condiciones normales(viene en la ficha técnica).

ΔT : Diferencia entre la temperatura del panel en trabajo y la temperatura normal indicada por el fabricante.

$\Delta I_{SC(T)}$: Coeficiente de temperatura de la corriente de cortocircuito del panel

Cálculo de los Módulos Fotovoltaicos

El número de módulos fotovoltaicos que forman el generador está definido por el valor de la energía requerida más las pérdidas energéticas que se pueden presentar en la instalación.

La energía real requerida se estima como:

$$G_{real} = (1 + E_b)G_{cargas}$$

Dónde:

E_b : Margen de seguridad asociada a las pérdidas por cableado, pérdidas en conexiones y variaciones de consumo que no han sido previstos inicialmente.

G_{cargas} : Consumo de energía en [kWh/Día] originado por las cargas eléctricas (García Ruiz, 2018)

El número de módulos fotovoltaicos es calculado de la siguiente manera:

$$NP = \frac{G_{real}}{\eta_{SIST} W_p HSP}$$

- **Características de un panel fotovoltaico**

Para lograr realizar un buen dimensionamiento del sistema fotovoltaico se toma en cuenta lo siguiente: la potencia de consumo diario, la potencia ideal, la eficiencia y la potencia fotovoltaica.

- **Potencia ideal**

En condiciones estándar (radiación solar de 1.000 W/m² y Temperatura de funcionamiento de 25° C) se calcula de la siguiente manera (Deza Mamani, 2022):

$$Potencia\ ideal\ (W) = \text{área de panel (m}^2) * irradiación\ hipotética\ 1000\ (W/m^2)$$

- **Prueba de eficiencia del panel solar**

La eficiencia del panel solar se basa en la medición de la potencia dividida entre el área del panel solar, luego, para calcular la energía captada se divide el valor calculado por el solarímetro y multiplicado por 100% (Flores Rivera, et al., 2019):

$$P = V_{ca} I_{cc}$$

$$H_0 = \frac{P}{A}$$

$$Ef = \frac{H_0}{H_m} \times 100\%$$

- **Eficiencia**

La eficiencia de las células solares se encuentra entre el 6% con silicio amorfo y 46% con células de Multi-unión, mientras que los paneles fotovoltaicos comerciales presentan una eficiencia entre 14% y 22%. La cuantificación de la eficiencia de una célula fotovoltaica se calcula de la siguiente manera:

$$\eta = \frac{I_{mpp} \cdot V_{mpp}}{P_L}$$

Donde:

I_{mpp} : Corriente en la máxima potencia de la célula.

V_{mpp} : Tensión en la máxima potencia de la célula.

PL: Potencia luminosa que incide en la célula (Barragán Vega, 2016).

- **Cálculo de energía producida**

Para el cálculo de la energía producida se toman en cuenta los siguientes factores: rendimiento de la instalación, radiación solar y la potencia instalada en el sistema de paneles fotovoltaicos. Se calcula de la siguiente manera:

$$E_p = HSP * P_{FV} * PR * n_{días} \quad [kWh]$$

Donde,

HSP: Horas Sol Pico.

P_{FV} : Potencia del campo fotovoltaico.

PR: Factor de rendimiento total de la instalación (Performance Ratio).

$n_{días}$: Número de días de cálculo.

- **Potencia fotovoltaica**

Para hallar la potencia fotovoltaica despejamos P_{FV} de la ecuación de la energía producida

$$P_{FV} = \frac{E_p}{HSP * PR * n_{días}} \quad [W]$$

- **Número de paneles**

A partir de la potencia fotovoltaica calculada se verifica en el mercado la cantidad de paneles solares a utilizar de la siguiente manera (Garay Gonzales, et al., 2019):

$$N \text{ paneles} = \frac{\text{Potencia del campo fotovoltaico}}{\text{Potencia del panel solar}}$$

- **Inversor**

Es el encargado de transformar la electricidad de corriente continua generada en los paneles a corriente alterna. Además, estos sistemas transforman el voltaje de 12V con la que salen de los paneles a 240 V o 120V que es el usado en las viviendas.

A. Cálculos para el Inversor

Se toma en cuenta que el inversor contenga seguidor de punto de máxima potencia. Los parámetros de mayor importancia a la hora de elegir el inversor son la corriente y la tensión.

- **Selección de los conductores eléctricos.**

La selección de los conductores eléctricos de baja o media tensión se hará usando el manual de CENTEL SA, en cual contiene los valores estandarizados bajo el sistema americano AWG como también los parámetros como la sección, el área seccional transversal, ampacidad, resistencia, temperatura entre otros. Por tal motivo, el uso de los valores normalizados ayudará con el desempeño correcto de un dimensionamiento (Crespo Castillo, 2021).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Variable Independiente: Energía Limpia

La energía eléctrica limpia es definida como un proceso que no posee efecto indeseables ni combustión de fósiles, es decir, utiliza elementos de la naturaleza, tanto físicos como biológicos, como por ejemplo el agua o el aire. Además, se caracteriza por ser una fuente libre de impactos para el medio ambiente, ya que es persigue un fin sustentable (Cano, et al., 2020 p. 3).

Por otro lado, la energía limpia puede ser entendida como un sistema de producción que no genera contaminación ni es considerada como un posible riesgo para el medioambiente. Hoy en día buscar energía

renovable es importante, porque resulta una fuente inagotable en el tiempo (Ramos, 2021 p. 12).

A causa del deterioro del medio ambiente, la energía limpia surge como una iniciativa que busca reducir los cambios negativos y así evitar que el medioambiente se vea afectado por el desarrollo urbano. Es por ello que se está implementando y promoviendo el uso de herramientas y procesos que utilicen la energía renovable, la cual proviene de recursos naturales, tales como la fotovoltaica o solar térmica y que no causan daños colaterales (Barragán, et al., 2019 p. 2).

De lo expuesto por los autores, la investigación busca que la sociedad, iniciando con la región de Cusco, comience a utilizar recursos ambientales, ya que son fuentes renovables e inagotables de energía eléctrica que puede marcar un cambio positivo para que el medioambiente no se siga deteriorando.

Dimensiones

D1: Energía solar

La energía solar es definida como un recurso renovable que es inagotable y puede ser aprovechada en distintos sectores de la población, garantizando que las condiciones climáticas y medioambientales puedan ser reducidas. Este recurso puede ser aprovechado sin causar daño o alterar el plantea, es decir, no desencadena consecuencias negativas para la sociedad, todo lo contrario (Salamanca, 2017 pág. 263).

El mismo autor señala que este tipo de energía es uno de los recursos más abundantes que existe, ya que parte del astro más grande, el sol, generando electricidad a través de células fotovoltaicas (PV). Además, es considerada la mejor opción para el futuro de la humanidad porque su uso no causa daños perjudiciales ni afecta al equilibrio de los ecosistemas (Salamanca, 2017 pág. 264)

De lo expuesto por el autor, la energía solar es considerada una opción importante para disminuir los daños medioambientales, es por ello que

es considerada energía renovable. Ante lo anteriormente mencionado, esta investigación buscó probar que esta energía es una solución para distintos problemas de la sociedad, ya que permite un mejor aprovechamiento de la radiación electromagnética del sol.

I1: Radiación Solar.

Se define como varias ondas electromagnéticas de origen solar que al momento que ingresan a la tierra primero traspasan la capa atmosférica lo cual debilita el nivel de radiación, también son consideradas como energía que es empleada para diversos procesos (Pareja Aparicio, 2010).

De lo anterior, al conocer el término de la radiación solar, es de vital importancia al momento de trabajar con los paneles fotovoltaicos, puesto que de las ondas electromagnéticas obtiene energía y la almacena para su uso posterior.

I2: Temperatura

Se refiere a temperatura como el nivel de la energía térmica que se encuentra en un cuerpo o que genera un dispositivo electrónico como consecuencia de la realización de procesos (Espitia Cubillos, et al., 2019 p. 195).

Según lo anterior, al conocer la cantidad de temperatura que genera un panel fotovoltaico ayuda a conocer cómo mantenerlo estable en el proceso del funcionamiento del sistema de energía.

I3: Ángulo de inclinación de los paneles solares

Esto se define como la orientación en la que debe estar ubicado el panel solar para que se pueda obtener de una mejor manera la radiación y así poder captar la mayor cantidad evitando los diversos obstáculos que se puedan encontrar alrededor (Díaz Santos , et al., 2018 p. 148).

De lo anterior, es importante conocer e identificar el ángulo de inclinación que tendrán los paneles fotovoltaicos al diseñar el sistema de energía.

I4: Producción de energía diaria de un panel solar

Para poder calcular la producción de energía que generan los paneles fotovoltaicos de manera diaria, se debe identificar las horas solares que está expuesto (HSP), la potencia pico del panel (Wp) y la tensión pico (Vp), luego se dividirá el valor de la radiación solar del periodo anual sobre $1kw/m^2$ y así se podrá obtener las horas pico en donde se realiza la producción de energía (Salamanca Ávila, 2017 p. 271).

Al final se utilizará la siguiente ecuación:

$$E_{panel} = W_{p(T)} * HSP$$

De lo anterior, se establece que al poder conocer la formula con la que se puede hallar la cantidad de energía que produce un panel fotovoltaico es vital e importante al momento de diseñar el sistema de energía con paneles fotovoltaicos.

2.3.2. Variable Dependiente: Generación de Energía Eléctrica

La generación de energía eléctrica es un proceso que implica la combustión de materias como carbón o gas natural, incluso es definido como un movimiento que parte de electrones utilizado para que un individuo pueda llevar a cabo sus actividades. Actualmente se viene implementado el uso de energía eléctrica renovable, la cual no causa daños al medio ambiente (Cruzatt, et al., 2019 p. 17).

Por otro lado, la generación de energía eléctrica es definida también como un suministro demandado por la sociedad porque les permite a los individuos llevar a cabo una serie de actividades y procesos (Guevara, 2013 pág. 8).

De lo expuesto por los autores, la generación de energía eléctrica permite que las personas puedan llevar a cabo una serie de procesos, sin embargo, resulta ser un recurso importante que debe ser analizado porque puede darse de distintas maneras, las cuales no necesariamente deben causar un impacto negativo en la sociedad.

Dimensiones

D1: Electrificación

La electrificación se define como un proceso que tiene como objetivo sustituir los combustibles por electricidad limpia o renovable para evitar que su uso ocasione consecuencias negativas para el medioambiente o para las especies que lo habitan (Vera, 2020 pág. 11).

Además, la electrificación puede ser entendida como un proceso que busca generar energía para que las personas puedan hacer uso de sistemas inteligentes que les permita simplificar sus funciones. Entre los beneficios que ofrece la electrificación se encuentran, la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero y la generación de fuentes renovables y saludables de energía (Díaz, 2018 pág. 3).

De lo expuesto por los autores, la electrificación de una red permitirá que la producción de energía eléctrica tenga niveles óptimos y su uso no afecte al planeta, ya que se evidencian altos índices de contaminación y daños reversibles que podrían traer consecuencias negativas para el futuro de la sociedad.

I1: Consumo energético

Se define como el gasto de energía total que se emplea para realizar ciertos procesos, localizados dentro de viviendas, edificios, locales, etc. Este comprende el uso de energía de gas y eléctrica, de biomasa y gasoil (Collado, et al., 2019).

Según lo anterior, se determina que al conocer el termino de consumo de energía nos posibilita poder emplearlo de manera adecuada dentro de la presente investigación al diseñar un sistema de energía limpia con paneles fotovoltaicos.

D2: Tarifa eléctrica

La tarifa eléctrica es el precio que debe pagar un individuo para acceder y disponer de energía, se relaciona con el nivel de consumo y se le suman los recargos correspondientes. Cabe señalar que también es un

análisis que promueve el uso responsable y la regulación en el sector eléctrico (Cruzatt, et al., 2019 p. 78).

También, la tarifa eléctrica debe encargarse de cubrir las necesidades básicas de todos los sectores sociales, los cuales deben tener la cobertura energética para desempeñar sus funciones porque es una necesidad básica global (Chávez, et al., 2019 p. 6).

De lo expuesto por los autores, la tarifa eléctrica debe ser justificable en función del servicio que se está brindando, pese a que no todos los sectores pueden acceder a esto, no se les brinda facilidades necesarias para que puedan consumir el servicio de forma óptima. Es por ello que la investigación busca causar un impacto positivo, comenzando por la región de Cusco, para que el servicio eléctrico pueda ser distribuido equitativamente sin perjudicar al medioambiente.

I1: Potencia de máxima demanda de la carga

Se refiere al más alto registro de cantidad de energía eléctrica consumida dentro de un tiempo determinado de facturación, esto comúnmente es a finales de mes y el cargo monetario es solventado por los usuarios que la utilizan día a día (Salazar Lopez, 2020).

De lo anterior, se establece que, al conocer la definición de la potencia de máxima demanda de la carga eléctrica, se podrá aplicar dentro del diseño del sistema de energía con paneles fotovoltaicos al momento de establecer la cantidad de energía que debe suministrar.

2.4. Definición de Términos básicos

Tecnología fotovoltaica: Se refiere a los aparatos o herramientas que utilizan energía renovable y limpia que no causa daños colaterales para la naturaleza o para el planeta en sí.

Energía solar fotovoltaica: Se define como la electricidad generada por paneles solares, los cuales son inagotables y no contaminan el medioambiente, al contrario, contribuyen al desarrollo sostenible, ya que no emite gases tóxicos ni pone en peligro a generaciones futuras.

Energía renovable: Se refiere al uso de fuentes naturales que son capaces de reducir el impacto negativo en el medioambiente, entre las energías más comunes se encuentran la energía solar, eólica, hidroeléctrica o biomasa.

Energía radiante: Es aquella energía que se produce por las ondas electromagnéticas, las cuales no requieren de un soporte especial para funcionar adecuadamente, por ejemplo, los rayos ultravioletas del sol.

Tarifas: Es el precio que debe pagar un individuo o empresa para acceder a un servicio eléctrico, es facturada de forma mensual y depende netamente del nivel de consumo que se le dé.

Corriente alterna: Es entendida como un flujo de electrones que producen corriente o descargas para que un aparato o herramienta pueda funcionar adecuadamente, esto no se da en una misma dirección, es decir, alterna en una y otra.

Celdas fotovoltaicas: Son placas que tienen como única función transformar la radiación o los rayos ultravioletas del sol en electricidad. Además, son hechos con materiales semiconductores para que el proceso no se vea interrumpido y se obtengan los resultados esperados.

Amperio: Se define como una herramienta que mide la intensidad o el nivel de la corriente eléctrica, es decir, con esto se puede conocer que cantidad de electricidad pasa por un conductor y en qué tiempo.

Energía activa: Energía eléctrica transformable en otra forma de energía.

Instalación Fotovoltaica: Conjunto de elementos encargados de transformar la energía solar en energía eléctrica.

Almacenamiento de energía: Se utiliza un sistema de almacenamiento con el fin de disponer de la energía de manera continua, resguardando las irregularidades de suministro y mejorando la planificación de los sistemas de generación.

Potencia eléctrica: Cantidad de energía que emana o absorbe un elemento en un determinado momento (W).

Consumo eléctrico: Cantidad de energía consumida en un determinado tiempo que es medida en vatios-hora (Wh), o en kilovatios-hora (Kwh).

Conexión en serie: Aquella conexión de los paneles solares en donde el terminal positivo de una placa se conecta con un terminal negativo de otra. Este tipo de conexión aumenta el voltaje del sistema, quedando libre el negativo de la primera placa y el positivo de la segunda placa para posteriores conexiones.

Conexión paralela: Aquella conexión de los paneles solares en donde los terminales positivos y negativos se conectan entre sí, produciendo un aumento de la corriente proporcionalmente.

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.3. Hipótesis General

H.G. El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

3.1.4. Hipótesis Específica

H.E.1 El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

H.E.2 El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

3.1.5. Operacionalización de Variables

Tabla 1. Operacionalización de las Variables

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Energía limpia	Variable independiente	Es toda energía obtenida de fuentes renovables que se obtiene de recursos inagotables del entorno ambiental como la energía solar	Energía solar	Radiación Solar. Temperatura Ángulo de inclinación de los paneles solares Producción de energía diaria de un panel solar
Generación de energía eléctrica	Variable dependiente	Engloba al conjunto de procesos distintos a través de los cuales puede producirse electricidad.	Electrificación	Consumo energético
			Tarifa electrónica	Potencia de máxima demanda de la carga

IV. METODOLOGÍA

4.1. Diseño metodológico

4.1.1. Tipo de Investigación: Investigación Aplicada

La investigación aplicada es definida por Hernández et al. (2014) como aquella recolección de información que busca analizar un problema y solucionarlo en la realidad, de manera que no siga afectando a la sociedad. Además, se caracteriza por ser un método riguroso y exhaustivo que utiliza estrategias innovadoras para el mejoramiento de las actuaciones sociales (Vargas, 2009 pág. 5).

De lo expuesto por el autor, la investigación fue aplicada porque se busca desarrollar un sistema fotovoltaico para generar energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, de manera que los problemas que se han identificado respecto a esto puedan ser solucionados.

4.1.2. Diseño de Investigación: No Experimental – Transversal

El diseño fue no experimental-transversal, ya que no existe manipulación de las variables por parte del investigador y se buscó medir las variables a través de grupos sociales. Es importante señalar que toda investigación es diseñada de tal manera que pueda responder a un objetivo, es por ello que el investigador también debe delimitar el tiempo y recoger datos en base a la observación y exploración (Arias, 2020 pág. 78).

De lo expuesto por el autor, este diseño se ajusta a la presente investigación porque se estableció un tiempo limitado y toda la información fue recogida en un solo momento, asimismo, el investigador observó el fenómeno en un lugar determinado, pero no interfirió para cambiar los datos o manipular las variables.

4.1.3. Nivel de Investigación: Descriptivo-Correlacional

El nivel empleado fue descriptivo, según Hernández et al. (2014) este método permite, como su mismo nombre lo dice, describir los fenómenos de estudio una vez que se realizó la observación por parte del

investigador. Este nivel de investigación busca captar las características y analizar los datos de manera independiente, con el objetivo de conocer los conceptos de las variables (pág. 125).

De lo expuesto por el autor, se optó por este nivel de investigación porque se buscó medir las variables en base a técnicas confiables y estadísticas, en este caso analizar el diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en la región de Cusco.

4.2. Método de Investigación

El método fue hipotético deductivo, el cual consiste en sustentar o rechazar las teorías planteadas por el investigador en base a la falsación de hipótesis, esto permite ampliar los conocimientos previos y así, el espectro científico (Sánchez, 2019 p. 17).

Por otro lado, Tamayo (2017) señala que es una metodología para analizar un tema numéricamente, el cual es muy utilizado por su confiabilidad y exactitud en los procesos (pág. 42).

De lo expuesto por los autores, la investigación fue hipotética deductiva porque se buscó aceptar o rechazar las hipótesis del investigador, a partir de resultados que se obtuvieron con un análisis y procesamiento estadístico.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

El conjunto poblacional es definido como una agrupación de personas u objetos que poseen características similares y por ello, pueden ser analizados académicamente. Además, se caracteriza por ser seleccionados a partir de criterios de inclusión y exclusión que le permitirán al investigador contar con límites específicos (Ventura, 2017 p. 1).

De lo expuesto por el autor, la población de la investigación fue de tipo finita, siendo 50 habitantes de una zona rural de Cusco, la cual fue rigurosamente seleccionada para analizar si el diseño de un panel

fotovoltaico para la generación de energía eléctrica sería un método exitoso.

4.3.2. Muestra

La muestra es definida como un subgrupo extraído de la población para llevar a cabo un estudio más sencillo y ahorrar recursos. Muchas veces estudiar la totalidad de individuos resulta tedioso y difícil de medir, sin embargo, seleccionado a una muestra, el investigador puede maximizar los resultados y aumentar la calidad del estudio (Arias, et al., 2016 p. 202).

De lo expuesto por el autor, se optó una muestra igual a la población, siendo 50 habitantes de una zona rural de Cusco. Esto favoreció que la investigación pueda ser realizada de forma precisa y en base a una observación detallada del fenómeno de estudio.

4.3.3. Muestreo

El muestreo puede ser definido como un proceso estadístico que tiene por objetivo estudiar las relaciones existentes entre dos o más variables, pudiendo ser no probabilística o probabilística. En este caso, la investigación fue no probabilística, la cual es entendida como la selección de individuos u objetos en base a criterios confiables y válidos para que le investigador pueda reunir la información requerida (Otzen, et al., 2017 p. 228).

De lo expuesto por el autor, la investigación optó por un muestreo no probabilístico opinático, ya que la muestra es inferior a 50 sujetos analizados, es decir, la muestra es igual al número de la población.

4.4. Lugar de Estudio

El lugar de estudio fue Cusco, siendo una provincia ubicada al suroeste del Perú, la cual es considerada como una de los destinos más populares y turísticos del país.

4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información

4.5.1. Técnica

Las técnicas de investigación son definidas como herramientas utilizadas por la mayoría de ciencias porque permiten obtener resultados certeros sobre un tema en específico, sin embargo, debe ser utilizado con responsabilidad y validado por un experto, de lo contrario los resultados no serán los esperados y podrían ocasionar distorsiones a la investigación (Arias, 2021 p. 19).

De lo expuesto por el autor, para la presente investigación se optó por una encuesta.

Encuesta

La técnica empleada para la investigación fue la encuesta, la cual es considerada por los investigadores como una herramienta que permite recoger datos verídicos sobre un tema en específico, sirviendo como un respaldo para el estudio. Esta técnica es definida como un método científico diseñado para personas con el objetivo de obtener opiniones o percepciones (Arias, 2021 p. 18).

De lo expuesto por el autor, la investigación empleó una encuesta en escala de Likert, con el objetivo de recoger información actual sobre el fenómeno de estudio, lo cual permitió que el investigador pueda conocer la realidad y describir el fenómeno.

4.5.2. Instrumentación

La instrumentación es un proceso de recolección de datos que le permite al investigador comparar resultados y aceptar o rechazar las teorías planteadas, para llevar a cabo esto, es necesario seleccionar la técnica adecuada en base a los objetivos que se desea cubrir (Arias, 2021 p. 23).

De lo expuesto por el autor, se decidió por la elaboración de un cuestionario, ya que se buscó recopilar información actual y real del

fenómeno de estudio para que la investigación tuviera sustento y se pudiera obtener resultados óptimos.

Cuestionario

El cuestionario es definido como un instrumento popular aplicado a las investigaciones científicas, diseñado con preguntas sistemáticas sobre un tema en particular, es muy sencillo y útil para la recolección de datos verídicos. Además, constituye una herramienta que recoge data ordenada, separando las respuestas y procesándolas estadísticamente (López, et al., 2015 p. 17).

De lo expuesto por el autor, se decidió por un cuestionario pre y post test virtual con preguntas cerradas en escala de Likert, el cual fue aprobado y validado por el juicio de tres expertos en la materia.

4.5.3. Validez

La validez es entendida como un concepto que se acerca a lo verdadero o a la verdad, es decir, está libre de errores o sesgos y por ello brinda datos certeros para que el investigador pueda realizar un análisis académico de manera eficiente (Villasís, et al., 2018).

De lo expuesto por el autor, la validez del instrumento se dio a través del juicio de 3 expertos, quienes dieron su aprobación al instrumento para que este pueda ser aplicado a la muestra de estudio y obtener resultados adecuados.

4.5.4. Confiabilidad

La confiabilidad del instrumento puede ser entendida como la capacidad o la pertinencia para disminuir los sesgos existentes, es decir, se refiere al nivel o grado en el que un cuestionario recolectará información real e importante que contribuya con el estudio (Villasís, et al., 2018 p. 416)

De lo expuesto por el autor, la confiabilidad de los instrumentos para la presente investigación: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL**

DE CUSCO, PERÚ, 2022”, fueron desarrollados utilizando el Alfa de Cronbach y la r de Pearson como señal de conformidad respecto a los datos recolectados.

4.6. Análisis y procesamiento de Datos

4.6.1. Método de Análisis de Datos

Un método de análisis de datos puede ser definido como una herramienta para validar un problema identificado y así, generar conocimiento que contribuya a la sociedad, asimismo, es definido como una serie de herramientas para recoger información variada y subsanar las carencias científicas (Peña, 2017 pág. 3).

En esta investigación se usaron dos métodos estadísticos:

El método inferencial: Se refiere a las contrastaciones de las hipótesis planteadas por el investigador, también se enfoca en la toma de decisiones respecto a un problema identificado y que requiere observación y consecuentemente, solución parcial o completa. Este método puede ser aplicado analizando la magnitud de la significación, el grado de probabilidad, los intervalos de confianza y la comparación (Porras, s.f pág. 2).

El método descriptivo: Corresponde al análisis de la muestra en función de las variables. Para llevar a cabo esto es necesario recoger información y procesarla a través de tablas y gráficos estadísticos, los cuales deben tener su interpretación. Existen diversas técnicas descriptivas, tales como el diagrama Pareto, diagrama pastel, o circular, diagrama de caja, Ichikawa, entre otros (Peña, 2017 pág. 35).

De lo expuesto por los autores, la investigación utilizó la herramienta Excel y el programa estadístico SPSS V26, ambos programas permitieron procesar los datos y ordenarlos para una mayor comprensión.

4.7. Aspectos Éticos

Para el desarrollo de la investigación titulada: “**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022**”, se tuvo las siguientes consideraciones.

Académico: El contenido de la información fue desarrollo bajo fines 100% académicos.

Objetivo: Los datos de esta investigación fueron analizados con criterios técnicos y sin perjudicar ni beneficiar a personas o empresas externas.

Confiable: La información recolectada fue extraída de cuestionarios elaborados por el investigador y resueltos por la muestra de investigación, es decir, no se manipuló los datos.

Veracidad: Los resultados que se muestran fueron hallados de forma responsable, transparente y respetando los fines académicos.

Originalidad: La investigación respetó en todo momento la normativa de la casa de estudios, la Universidad Nacional del Callao, asimismo, los autores e investigaciones utilizados fueron correctamente citados en ISO 690, de manera que tengan un reconocimiento por el aporte y así, evitar el plagio.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados Descriptivos

Tabla 2. Niveles y rangos de la variable "Energía limpia".

Bajo	Medio	Alto
[12 – 28>]	[29 – 42>]	[43 – 60>]

Tabla 3. Tabla de frecuencia - Energía limpia.

Nivel	FRECUENCIA (PRE-TEST)	PORCENTAJE - PRE	FRECUENCIA (POST-TEST)	PORCENTAJE - POST
Bajo	18	35%	0	0
Medio	34	65%	42	81%
Alto	0	0%	10	19%
Total	52	100%	52	100%

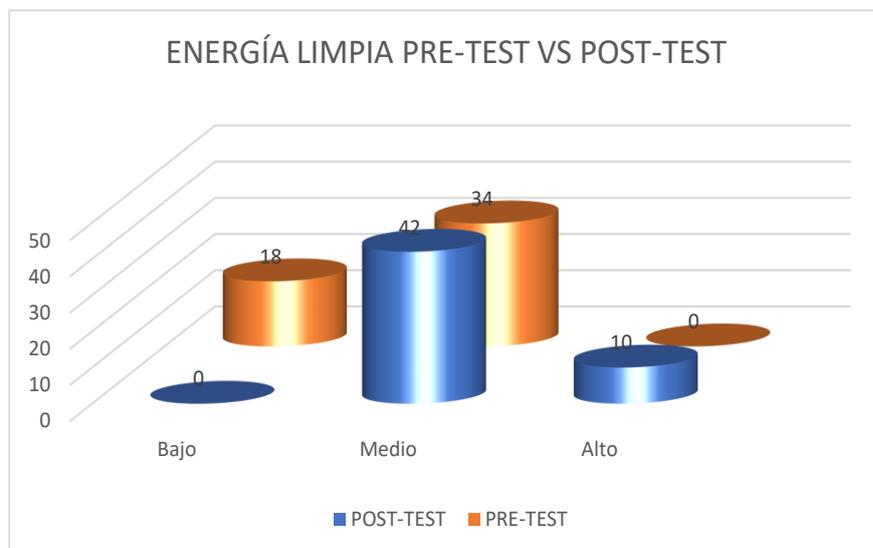


Figura 3. Energía limpia Pre-Test y Post-Test

En el análisis descriptivo de la variable "Energía limpia" se observa un cambio en la consideración de la variable, en el pre test el nivel bajo posee un valor de 35% mientras que el nivel medio en un 65%, luego, en el post test se evidenció un valor de 0% para el nivel bajo, un 81% para el nivel medio y 19% para el nivel alto, lográndose notar

descriptivamente un cambio a partir de la implementación del sistema de paneles fotovoltaicos.

Tabla 4. Niveles y rangos de la variable "Generación de energía eléctrica".

Bajo	Medio	Alto
[6 – 14>]	[15 – 20>]	[21 – 30>]

Tabla 5. Tabla de frecuencia - Generación de energía eléctrica.

Nivel	FRECUENCIA (PRE-TEST)	PORCENTAJE - PRE	FRECUENCIA (POST-TEST)	PORCENTAJE - POST
Bajo	34	65%	0	0
Medio	18	35%	27	52%
Alto	0	0%	25	48%
Total	52	100%	52	100%

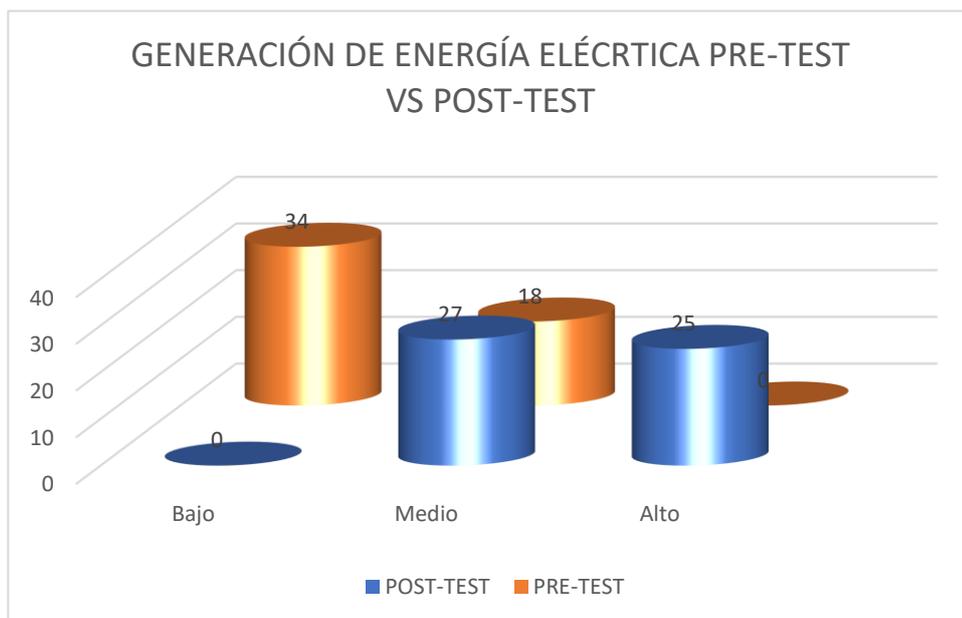


Figura 4. Generación de energía eléctrica Pre-Test y Post-Test

En el análisis descriptivo de la variable "Generación de energía eléctrica" se observa un cambio en la variable, en el pre test el nivel bajo posee un valor de 65% mientras que el nivel medio en un 35%, luego, en el post test se evidenció un valor de 0% para el nivel bajo, un 52% para el nivel medio y 48% para el nivel alto, lográndose notar descriptivamente un

cambio a partir de la implementación del sistema de paneles fotovoltaicos.

Tabla 6. Niveles y rangos de la dimensión "Electrificación".

Bajo	Medio	Alto
[3 – 7>]	[8– 11>]	[12 – 15>]

Tabla 7. Tabla de frecuencia - Dimensión electrificación.

Nivel	FRECUENCIA (PRE-TEST)	PORCENTAJE - PRE	FRECUENCIA (POST-TEST)	PORCENTAJE - POST
Bajo	30	58%	0	0
Medio	22	42%	35	67%
Alto	0	0%	17	33%
Total	52	100%	52	100%

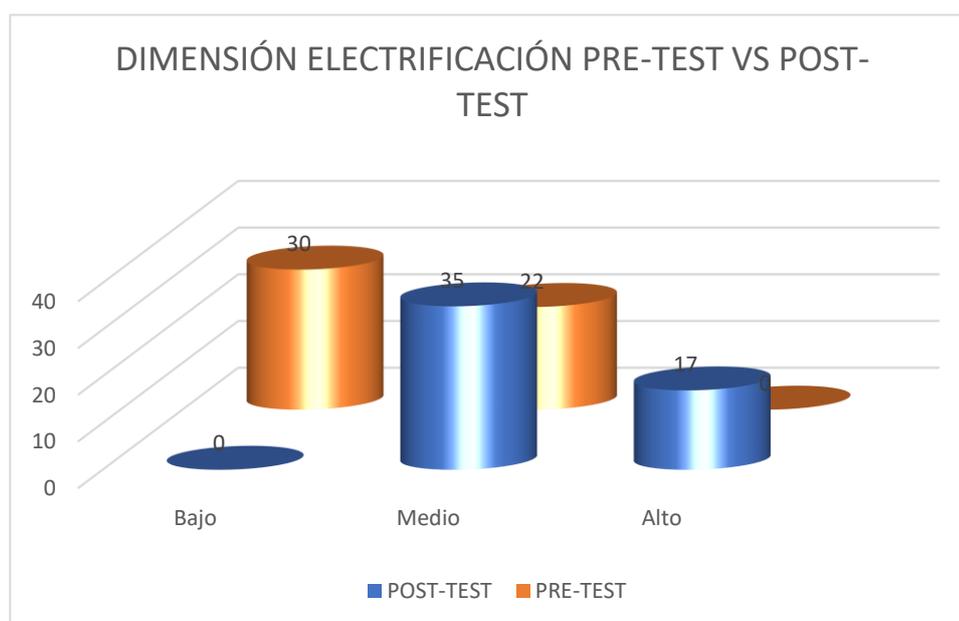


Figura 5. Dimensión electrificación Pre-Test y Post-Test

En el análisis descriptivo de la dimensión "Electrificación" se observa un cambio en la dimensión, en el pre test el nivel bajo posee un valor de 30% mientras que el nivel medio en un 22%, luego, en el post test se evidenció un valor de 0% para el nivel bajo, un 67% para el nivel medio y 33% para el nivel alto, lográndose notar descriptivamente un cambio a partir de la implementación del sistema de paneles fotovoltaicos.

Tabla 8. Niveles y rangos de la dimensión "Tarifa eléctrica".

Bajo	Medio	Alto
[3 – 7>]	[8– 11>]	[12 – 15>]

Tabla 9. Tabla de frecuencia - Dimensión Tarifa eléctrica.

Nivel	FRECUENCIA PORCENTAJE		FRECUENCIA PORCENTAJE	
	(PRE-TEST)	- PRE	(POST-TEST)	- POST
Bajo	3	6%	29	56%
Medio	40	77%	23	44%
Alto	9	17%	0	0%
Total	52	100%	52	100%

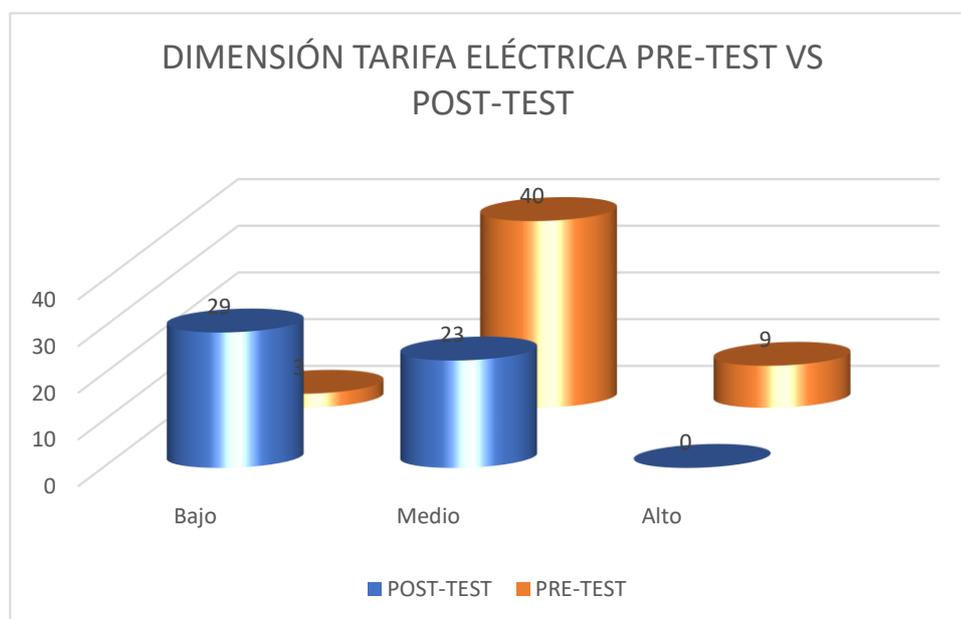


Figura 6. Dimensión tarifa eléctrica Pre-Test y Post-Test

En el análisis descriptivo de la dimensión "Tarifa eléctrica" se observa un cambio en la dimensión, en el pre test el nivel bajo posee un valor de 6% mientras que el nivel medio en un 77% y en el nivel alto en un 17%, luego, en el post test se evidenció un valor de 56% para el nivel bajo, un 44% para el nivel medio y 0% para el nivel alto, lográndose notar descriptivamente un cambio a partir de la implementación del sistema de paneles fotovoltaicos.

5.2. Resultados Inferenciales

Tabla 10. Prueba de normalidad

	Kolmogorov - Smirnov	
	Estadístico	Sig.
Energía Limpia (Diferencia entre pre y post Test)	0.73	0.20
Generación de energía Eléctrica (Diferencia entre pre y post Test)	0.113	0.92

H0: Los datos se distribuyen de forma normal.

H1: Los datos no se distribuyen de forma normal.

De la tabla 9 se observa, que tanto la diferencia entre pre y post test de la variable “Energía Limpia” como de la variable “Generación de energía eléctrica” presentan distribución normal. Estos resultados nos habilitan para usar la prueba T de Student para comparación de medias de muestras relacionadas.

Hipótesis General

H.G. El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

H0. El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos NO mejorará la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

Tabla 11. Estadísticos descriptivos

	Variable	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Energía limpia PRE_TEST	28.04	52	3.768	0.522

	Energía limpia POST_TEST	39.13	52	3.464	0.480
Par 2	Generación de energía eléctrica PRE_TEST	12.12	52	2.202	0.305
	Generación de energía eléctrica POST_TEST	20.56	52	2.562	0.355

Tabla 12. Prueba T para muestras relacionadas.

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig.
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Energía Limpia (Diferencia entre pre y post Test)	11.096	5.388	0.747	9.596	12.596	14.851	51	0.000	
Generación de energía Eléctrica (Diferencia entre pre y post Test)	8.442	3.152	0.437	7.565	9.320	19.312	51	0.000	

Se observa una diferencia entre los valores de las variables antes y posterior a la implementación del sistema de paneles solares. El valor post test de la “Energía limpia” fue de 39.13 mientras que el valor pre test fue de 28.04, encontrándose una diferencia de 11.06. Del mismo modo, en la variable “Generación de energía eléctrica” presentó un valor post test de 20.56 y un valor pre test de 12.12, encontrándose una diferencia de 8.442. También, ambas pruebas presentaron un p-valor menor de 0.05, indicando que el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

Hipótesis específica 1

H1: El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

H0: El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos NO mejorará la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

Tabla 13. Estadísticos descriptivos -Dimensión Electrificación.

	Variable	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Electrificación POST_TEST	10.63	52	1.794	0.249
	Electrificación PRE_TEST	5.96	52	1.495	0.207

Tabla 14. Prueba de T para muestras relacionadas – Dimensión Electrificación.

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig.
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
Electrificación – Diferencia entre Post y Pre Test	4.673	2.121	0.294	4.083	5.264	15.887	51	0.000	

Se observa una diferencia entre los valores de la dimensión “Electrificación” antes y posterior a la implementación del sistema de paneles solares. El valor post test fue de 10.63 mientras que el valor pre test fue de 5.96, encontrándose una diferencia de 4.673. También, se halló un p-valor menor de 0.05, indicando que el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

Hipótesis específica 2

H1: El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

H0: El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos NO mejorará la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

Tabla 15. Estadísticos Descriptivo - Dimensión Tarifa eléctrica

	Variable	Media	N	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
Par 1	Tarifa eléctrica POST_TEST	9.92	52	1.813	0.251
	tarifa eléctrica PRE_TEST	6.15	52	1.589	0.220

Tabla 16. Prueba T para muestras relacionadas - Dimensión Tarifa eléctrica.

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig.
	Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia					
				Inferior	Superior				
V1_POSTT EST - V1_PRETEST	3.769	2.255	0.313	3.142	4.397	12.056	51	0.000	

Se observa una diferencia entre los valores de la dimensión “Tarifa eléctrica” antes y posterior a la implementación del sistema de paneles solares. El valor post test fue de 9.92 mientras que el valor pre test fue de 6.15, encontrándose una diferencia de 3.769. También, se halló un p-valor menor de 0.05, indicando que el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Constatación y demostración de la hipótesis con los resultados

En la presente investigación se pudo comprobar la hipótesis general, donde la prueba T para muestras relacionadas evidenció (p -valor < 0.05) que el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejora la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022. También se comprobó la primera hipótesis específica a través de la misma prueba, encontrándose un cambio en la electrificación, mejorándolo, luego de implementar un sistema de energía limpia (paneles fotovoltaicos) en una vivienda rural de Cusco, Perú en el año 2022. Por último, se evaluó la segunda hipótesis específica encontrándose diferencias significativas (p -valor < 0.05) entre las tarifas eléctricas antes y después de la implementación del sistema de energía limpia (paneles fotovoltaicos). Las tarifas eléctricas se vieron reducidas comprobándose que el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejora la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.

Como conclusión general, se pudo evidenciar que la implementación de un sistema de energía limpia a partir de paneles fotovoltaicos mejora la producción de energía eléctrica. Además, este sistema se presenta más amigable con el medio ambiente reduciendo el impacto generado por la producción de energía eléctrica a partir de otras fuentes como las de hidrocarburos o de centrales hidroeléctricas. Otro punto a resaltar fue la mejora en la satisfacción de los pobladores en la tarifa eléctrica aumentando el porcentaje de usuarios que consideraron la tarifa eléctrica como bajo luego de la implementación.

6.2. Constatación de los resultados con otros estudios similares.

Letona (2014) en su investigación titulada "PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA E INYECCIÓN HACIA LA RED DISTRIBUIDORA DE ENERGÍA ELÉCTRICA PROVENIENTE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS EN LOS EDIFICIOS TEC, A, B, C, D, E

Y F DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR” evidenció cómo un sistema de paneles fotovoltaicos permitía suministrar la energía eléctrica a los edificios de la Universidad Rafael Landívar. Dichos resultados fueron semejantes a la presente investigación, donde se pudo evidenciar la mejora de la producción de energía eléctrica a partir de paneles fotovoltaicos en la región de Cusco, Perú, 2022.

También, (Alepuz Sánchez, 2017) diseñó una planta fotovoltaica en Almansa (Albacete) para la generación y venta de energía, logrando generar la energía eléctrica demandada, igualmente dichos resultados fueron encontrados en la presente investigación, lográndose suministrar las demandas energéticas de una vivienda en Cusco, Perú, 2022.

En otra investigación realizada por (Mejía García , 2021) se estimó el potencial de energía solar en el norte del Caribe Colombiano, recomendando su uso extendido el cual logró suplir las demandas de los pobladores de la zona. Dichos resultados se asemejan a los encontrados en esta investigación, pues se evidenció como el sistema de energía limpia a partir de paneles fotovoltaicos permitió suministrar las demandas energéticas de los pobladores, mejorando su satisfacción y además permitiendo el cambio en la utilización de energías más saludables con el medio ambiente.

En Cusco, (Callasi Quispe, 2020) investigó los impactos positivos y negativos de la generación de energía eléctrica a partir del uso de paneles fotovoltaicos. Uno de los impactos positivos que encontró fue desde el punto de vista económico donde el ahorro potencial del pago por el servicio en proporción del pliego tarifario de la empresa suministradora, representa el 48% respecto a la inversión del emplazamiento en la generación por distribución solar. Dichos resultados se asemejan a lo encontrado en la presente investigación, donde se pudo evidenciar que la implementación de paneles fotovoltaicos no solo permitió mejorar la generación de energía eléctrica, sino que mejoró la satisfacción de la población en la tarifa eléctrica.

(Bastida Molina, et al., 2017) presentaron resultados interesantes en su investigación, donde evaluaron la eficacia de instalaciones solares fotovoltaicas, encontrando que, con el tiempo, la implementación de este tipo de tecnología es cada vez menos costosa, por otro lado, desde un punto de vista técnico, resulta sencillo la dimensión y el montaje, además que apenas y requieren de mantenimiento. Desde un punto de vista económico, el usuario logró reducir su facturación eléctrica considerablemente. Finalmente, desde un punto de vista ecológico, al emplear sistemas de energías limpias, permite reducir el impacto generado por el ser humano en el proceso de consumo de energía. Estos resultados, especialmente el de reducción de la facturación eléctrica también se evidenciaron en la presente investigación donde inicialmente solo el 6% de las personas consideraban bajo la tarifa eléctrica y luego de la implementación del sistema fotovoltaico, un 56% de los encuestados consideraron que la tarifa eléctrica era baja.

(García Martínez, 2022) realizó una evaluación económica y técnica del uso de sistemas fotovoltaicos en la Región de Murcia, España, encontrando que fue viable el autoconsumo de viviendas e industrias desde el aspecto técnico y económico, lográndose cubrir la demanda energética de los usuarios. Si bien, era necesario un apoyo económico al inicio, el investigador concluyó que a largo plazo el usuario terminaría ahorrando en la factura de luz, además de los beneficios ecológicos que se genera al reducir el impacto por consumo de energía. Estos resultados también se evidenciaron en esta investigación donde no solo se lograba reducir la tarifa eléctrica, sino que también se mejoraba la electrificación de las viviendas.

Otra experiencia se encontró en Guayaquil, Ecuador, donde (Coloma Ortiz, 2018) hizo una investigación para la iluminación de un parque a partir de paneles fotovoltaicos, en donde encontraron que el área se encontraba libre de obstáculos y sombras para los paneles, logrando estimar que en promedio se podría generar de 1500 KWh a 1706 KWh como el bajo costo del servicio tradicional, por no mencionar los beneficios al medio ambiente que se generaría. Dicha experiencia

también se pudo replicar en la presente investigación, donde se pudo comprobar la viabilidad de la producción para autoconsumo en una vivienda rural de Cuzco, mejorando la calidad de vida y reduciendo los costos en la tarifa eléctrica, además de aprovechar un recurso energético limpio y considerado como “ilimitado”.

Anteriormente, (Párraga Terbullino, et al., 2020) realizaron una investigación sobre la implementación de sistemas fotovoltaicos en áreas rurales del Cuzco. Se plantearon como objetivo evaluar la viabilidad de uso de paneles solares en zonas rurales del departamento de Cuzco, concluyendo que Cuzco se encuentra entre las regiones con mejores condiciones climatológicas para el aprovechamiento de la energía solar (junto con Arequipa), estimando una producción de energía eléctrica promedio de 0.75KWh por día en cualquier zona de Cuzco. Si bien en la investigación solo evaluaron la viabilidad de implementar un sistema de paneles fotovoltaicos, la presente investigación empieza con el diseño de este sistema. Además, se menciona sobre las bondades económicas que representaría el uso de este sistema, pues si bien al inicio se requiere de invertir en la compra de los elementos para la construcción del sistema, a largo plazo resulta muy atractivo pues solo se estaría realizando un único pago, comparado con el sistema tradicional donde los pagos son mensualmente. Por otro lado, la implementación del sistema no requiere gastos técnicos más que la misma instalación, pues el sistema es autónomo proyectándose una durabilidad de los elementos del sistema en 20 años.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.

Los autores dentro de este presente estudio tienen la responsabilidad de la información depositada dentro de este documento titulado “Diseño de un sistema eólico para mejorar el suministro de electricidad en el poblado de La Joya, Arequipa, Perú 2022” cumpliendo con las normas establecidas por la Universidad Nacional del Callao.

VII. CONCLUSIONES

Luego del análisis de los datos, se evidenció el aumento de la generación de energía eléctrica a partir de la implementación de un sistema de energía limpia, encontrando un aumento en su media de 8.442, esto se presumía previamente en el análisis descriptivo pues se observó un cambio en la variable “Generación de energía eléctrica” donde en el pre test el nivel bajo presentó un valor de 65% mientras que el nivel medio en un 35%, luego, en el post test se evidenció un valor de 0% para el nivel bajo, un 52% para el nivel medio y 48% para el nivel alto, lográndose notar descriptivamente un cambio a partir de la implementación del sistema de paneles fotovoltaicos. luego, esto se confirmó al realizar la prueba de hipótesis (Prueba T para muestras relacionadas), encontrándose diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0.05$) evidenciándose estadísticamente la mejora de la generación de energía eléctrica.

Lo mismo se evidenció al analizar la dimensión “electrificación” donde en el pre test el nivel bajo presentó un valor de 30% mientras que el nivel medio en un 22%, luego, en el post test se evidenció un valor de 0% para el nivel bajo, un 67% para el nivel medio y 33% para el nivel alto, lográndose notar descriptivamente un cambio a partir de la implementación del sistema de paneles fotovoltaicos, además, al realizar la prueba T para muestra relacionadas se encontró que existen diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0.05$) entre el pre test y post test de la dimensión electrificación, indicando que mejora con la implementación del sistema de energía limpia.

Por último, al analizar la dimensión “Tarifa eléctrica”, se evidenció descriptivamente una mejora para los usuarios, pues la percepción de las tarifas disminuyó luego de implementar el sistema. En el pre-test el nivel bajo tuvo un valor de 6% mientras que el nivel medio en un 77% y en el nivel alto en un 17%, luego, en el post test se evidenció un valor de 56% para el nivel bajo, un 44% para el nivel medio y 0% para el nivel alto, lográndose notar descriptivamente un cambio a partir de la implementación del sistema de paneles fotovoltaicos. Además, esto se confirmó al realizar la prueba de hipótesis, encontrándose que existen diferencias significativas ($p\text{-valor} < 0.05$) luego de implementar el sistema de energía limpia (paneles fotovoltaicos).

VIII. RECOMENDACIONES

Primera: Realizar un mantenimiento constante de los paneles fotovoltaicos para evitar cualquier tipo de obstáculo que pueda estar dificultando la obtención de la radiación solar, así como los excrementos de las aves, el polvo que se puede acumular, las plantas que se pueden encontrar alrededor de estos.

Segunda: Realizar una evaluación cada cierto periodo para identificar si es que se ha generado alguna sobrecarga dentro del proceso de funcionamiento, con esto se podrá tener un control y así se podrá evitar cualquier situación que pueda perjudicar o bajar el rendimiento del sistema.

Tercera: Tener en cuenta que al crear el diseño del sistema de energía se debe realizar una verificación de todos los factores o elementos que se utilizan para lograr tener una implementación optima.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alepuz Sánchez, Rubén. 2017. *Proyecto de instalación fotovoltaica de 5.8 MW para la generación de energía eléctrica, situada en Almansa.* Valencia : Universidad Nacional de Valencia, 2017.

Alvarado Ladrón de Guevara, Jorge. 2018. *Diseño de Cálculo de una instalación fotovoltaica aislada.* Madrid : Universidad Politécnica de Madrid, 2018.

Álvarez , Aldo. 2020. *Justificación de la Investigación.* s.l. : Universidad de Lima, 2020.

Arias, Jesús, Villasís, Miguel Ángel and Miranda, María Guadalupe. 2016. *El protocolo de investigación III: la población de estudio.* Revista Alergia México. 2016. pp. 1-7.

Arias, José Luis. 2020. *Diseño y Metodología de la investigación.* 1. Arequipa : Enfoques Consulting EIRL, 2020. págs. 1-133. Vol. 1. 978-612-48444-2-3.

—. **2021.** *Técnicas e instrumentos de investigación científica. Para ciencias administrativas, aplicadas, artísticas humanas.* Arequipa : Enfoque Consulting EIRL, 2021.

Avila, Roberto. 2001. *Metodología de la investigación : cómo elaborar la tesis y/o investigación : ejemplos de diseños de tesis y/o investigación.* s.l. : Ediciones Ra, 2001.

Barragán Vega, Santiago. 2016. *Evaluación de la eficiencia energética de un sistema de paneles fotovoltaicos con ángulo de inclinación fijo.* Bogotá : Universidad Ecci, 2016.

Barragán, Edgar Antonio, et al. 2019. *Las energías renovables a escala urbana. Aspectos determinantes y selección tecnológica.* Bitácora Urbano Territorial. 2019.

Barrantes Tarrillo, Felix. 2020. *Uso de la Energía solar Fotovoltaica conectada a la red en los laboratorios de Biología, Física y Química del colegio San José de Chiclayo.* Piura : Universidad Nacional de Piura, 2020.

Bastida Molina, Paula, et al. 2017. *Instalaciones solares fotovoltaicas de autoconsumo para pequeñas instalaciones. Aplicación a una nave industrial.* 2017.

Callasi Quispe, José. 2020. *Impactos por la interacción de la generación distribuida con energía solar fotovoltaica en redes de media tensión de la ciudad del cusco.* Cusco : Universidad Andina del Cusco, 2020.

Cano, Lee Roy and Rodríguez, Luis Alejandro. 2020. *El impacto social de las energías limpias en comunidades vulnerables. La energía eólica en la comunidad zapoteca de Juchitán de Zaragoza, Oaxaca.* Ambiente y Desarrollo. Nuevo León : Ambiente y Desarrollo, 2020. pp. 1-18. ISSN: 0121-7607 / 2346-2876.

- Chévez, Pedro, San Juan, Gustavo and Martini, Irene. 2019.** *Alcances y limitaciones de la 'tarifa social' eléctrica en urbanizaciones informales (La Plata, Buenos Aires)*. Estudios Socioterritoriales. 2019.
- Collado, N, et al. 2019.** *Retos para una definición de "Edificios de consumo energético casi nulo"*. Santiago de Chile : Revista Ingeniería de Construcción, 2019. Vol. 34. ISSN 0718-5073.
- Coloma Ortiz, Carlos Javier. 2018.** *Análisis de factibilidad de paneles solares foto voltaicos en el parque alborada décima etapa y álamos*. 2018.
- Cóndor Lucchini, Henry. 2020.** *Generación distribuida con energías renovables en Perú*. Piura : Universidad Nacional de Piura, 2020.
- Crespo Castillo, Alejandra. 2021.** *Diseño de una planta solar fotovoltaica de 300 kW para autoconsumo con análisis de eficiencia energética en un centro comercial* . Guayaquil : Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2021.
- Cruzatt, Joselyne Scarleht and Mendoza, Eulalia Melina. 2019.** *Implementación de un sistema de energía híbrida solar-eólica para la generación de electricidad en una vivienda de la comunidad campesina Llanavilla, Villa el Salvador 2019*. UCV. 2019. pp. 1-79.
- Cuéllar Espina, Marta. 2019.** *Autoconsumo energético mediante instalación fotovoltaica de una vivienda unifamiliar* . Madrid : Universidad Carlos III de Madrid, 2019.
- Deza Mamani, Deniz. 2022.** *Viabilidad para la implementación de sistemas on grid con microinversores de 600W de potencia para autoconsumo en edificaciones ubicadas en la ciudad Juliaca-2020*. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2022.
- Díaz Santos , Raynel, et al. 2018.** *Análisis de la influencia del ángulo de inclinación en la generación de una central fotovoltaica*. Cujae : Revista de Ingeniería Energética, 2018. pp. 146-156. Vol. 39. ISSN 1815-5901.
- Díaz, Horacio. 2018.** *Industria 4.0: hacia la electrificación de la energía*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. 2018. págs. 1-3.
- Espinoza Freire, Eudaldo Enrique. 2018.** *El problema de investigación*. s.l. : Revista Conrado, 2018. pp. 22-32. Vol. 16.
- Espitia Cubillos, Anny, Delgado Tobón , Arnoldo and Camargo Vargas, Sergio. 2019.** *Estimación teórica del efecto de la temperatura en la densidad, viscosidad, poder calorífico, capacidad calorífica y gravedad API de biocombustibles*. s.l. : Scientia et Technica, 2019. pp. 190-199. Vol. 24. ISSN 0122-1701.
- Figuroa Ortiz , Luis , Velsaquez Matienzo, Emel and Valladares Morales, Carlos. 2018.** *Estudio de factibilidad de planta solar fotovoltaica en la zona sur del Perú*. Lima : Universidad Antonio Ruiz de Montoya, 2018.

Flores Rivera, Norma and Domínguez Ramírez, Miguel. 2019. *Medición de la eficiencia energética de los paneles solares de silicio.* Chihuahua : Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C., 2019.

Flores, Josué and Lazcano, Juan. 2021. *Sistema híbrido Eólico-Fotovoltaico para casa habitación con tarifa DAC.* Ciudad Universitaria: México D.F. : Universidad Nacional Autónoma de México, 2021.

Fuentes , Deivi, et al. 2020. *Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables.* s.l. : Universidad Pontificia Bolivariana, 2020. ISBN: 9789587648799.

Garay Gonzales, Cristhian and Guzmán Chacón, Sergio. 2019. *Guía de implementación enfocada a un proyecto de energía solar fotovoltaica de autogeneración a pequeña escala, según lo estipulado en la ley 1715 de 2014.* Bogotá : Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", 2019.

García Martínez, Gonzalo. 2022. *Evaluación técnica y económica de nuevos requerimientos de integración fotovoltaica en los sectores residenciales e industrial: aplicación al caso de la Región de Murcia.* 2022.

García Ruiz, Hans. 2018. *Dimensionamiento de un sistema energético autosuficiente para un usuario residencial urbano.* Piura : Universidad de Piura, 2018.

González Prado, Julio. 2018. *Nuevas Tecnologías en el Desarrollo.* Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018.

Guevara, Magdiel. 2013. *Sistema híbrido de generación de energía eléctrica eólico-fotovoltaico aislado para el suministro eléctrico demandado por un edificio habitacional.* Instituto Politécnico Nacional. México : Instituto Politécnico Nacional, 2013.

Hernandez, R., Fernandez Collado, R. y Baptista, Lucio. 2014. *Metodología de la Investigación.* Mexico : s.n., 2014.

Hilario Antonio, Miguel. 2021. *Análisis de sistema de energía eléctrica utilizando celdas fotovoltaicas en las zonas rurales de la región junín.* Huancayo : Universidad Nacional del Centro del Perú, 2021.

Huaman Romoacca, Jesus. 2018. *Estudio comparativo de potencia generada por paneles fotovoltaicos monocristalinos y policristalinos en la universidad nacional de san antonio de Abad del Cusco.* Cusco : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2018.

Huamonte Castro, Marcos. 2019. *Análisis y diseño de la generación solar fotovoltaica en la planta de mantenimiento de riaciencia Grupo Gloria simulado con Digsilent.* s.l. : Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019.

Jeri Huacaychuco, Jordan and Sacha Navarro, Gerardo. 2017. *Proyecto de factibilidad en el uso de paneles solares como generación fotovoltaica para suministro de electricidad en ambientes ENAMM.* Callao : Escuela nacional de marina mercante almirante Miguel Grau, 2017.

Letona Embeita, Mario. 2014. *Proyecto de generación de energía eléctrica e inyección hacia la red distribuidora de energía eléctrica proveniente de módulos fotovoltaicos en los edificios tec a, b, c, d, e y f de la universidad Rafael Landívar.* Guatemala de la Asunción : Universidad Rafael Landívar, 2014.

López, Pedro and Fachelli, Sandra. 2015. *Metodología de la investigación social cuantitativa.* Universidad Autónoma de Barcelona. 2015. pp. 1-41.

Mamani Aliaga, Jan. 2020. *Análisis de la viabilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico en una vivienda rural en Cusco.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2020.

Mejía García , Yoselin. 2021. *Estimación del potencial de generación de energía solar en el norte del caribe colombiano .* Barranquilla : Universidad del Norte , 2021.

Molina Galindo, Milena. 2016. *Diseño de un aerogenerador que permita generar energía eléctrica en el colegio ofelia Uribe de acosta comunidad de Yomasa.* Bogotá : Universidad Católica de Colombia , 2016.

Otzen, Tamara and Manterola, Carlos. 2017. *Técnicas de muestreo sobre una población a estudio.* 2017. pp. 1-6.

Padilla Alvarado, Alejandro. 2019. *Dimensionamiento de una instalación fotovoltaica para el alumbrado de la loza deportiva de la asociación de vivienda "6 de julio" - S.J.M.* 2019. Villa El Salvador : Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, 2019.

Pareja Aparicio, Miguel. 2010. *Radiación solar y su aprovechamiento energético.* Barcelona : Marcombo, 2010. pág. 320. ISBN: 9788426715593.

Párraga Terbullino, Anghie Paola, et al. 2020. *Análisis de la viabilidad de la implementación de un sistema fotovoltaico en una vivienda rural de Cusco.* 2020.

Peña Gallo, Angelica, Gutierrez Hernandez, Diego and Cladas Lujan, Frank. 2017. *Diseño e implementación de un sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica con potencia activa de 1 kW.* Villavicencio : Universidad Cooperativa de Colombia, 2017.

Peña, Sandra. 2017. *Análisis de Datos /.* AreaAndina. 2017. págs. 1-187.

Porras, Alberto. s.f. *Estadística Inferencial.* s.f. págs. 1-30.

Quispe Gutiérrez, Vladimir and Poccori Escalante, Alex. 2021. *Estudio del sistema fotovoltaico de autoconsumo con conexión a la red eléctrica y uso deficiente de energía del instituto blue ribbon internacional Cusco.* Cusco : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2021.

Ramos Diez, Óscar. 2021. *Dimensionado de una instalación fotovoltaica en una casa rural.* Valladolid : Universidad de Valladolid, 2021.

Ramos, Óscar. 2021. *Dimensionado de una instalación fotovoltaica en una casa rural.* Universidad de Valladolid. 2021.

Rios Larrea, Jose. 2018. *Diseño de un sistema fotovoltaico, para la generación de energía eléctrica en el centro poblado la algodonera, Olmos - Lamabayeque.* Chiclayo : Universidad César Vallejo, 2018.

Salamanca Ávila, Sebastián. 2017. *Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la Ciudad de Bogotá.* Bogotá : Revista Científica, 2017. Vol. 30.

Salamanca Ávila, Sebastian. 2017. *Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica: Caso de aplicación en la ciudad Bogotá.* Bogotá : Revista Científica, 2017.

Salamanca, Sebastián. 2017. *Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá.* Revista Científica. 2017. págs. 1-15.

Salazar Lopez, Jair. 2020. *Recarga de vehículos eléctricos mediante una optimización entera mixta con participación de respuesta de la demanda.* Edición Semestral. s.l. : I+D Tecnológico, 2020. págs. 94-100. Vol. 16. ISSN 1680-8894.

Sánchez, Fabio Anselmo. 2019. *Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y Disensos.* Revista Digital de Investigación en docencia universitaria. 2019. pp. 1-21.

Serván Sócola, Jorge. 2014. *Análisis técnico-económico de un sistema híbrido de baja potencia eólico solar conectado a la red .* Piura : Universidad de Piura, 2014.

Tamayo, Mario. 2017. *El proceso de investigación científica.* 2017.

Valdiviezo Salas, Paulo. 2014. *Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP.* s.l. : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. Tesis de Licenciamiento.

Vargas, Zoila Rosa. 2009. *La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia.* 2009. págs. 1-12.

Velázquez Ramírez, José, Saldaña Duran , Claudia and Vázquez Rueda, Leonardo. 2020. *Proyecto de paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica.* Sinaloa : Universo de la Tecnología, 2020. ISSN: 2007-1450.

Ventura, José Luis. 2017. *¿Población o muestra? : Una diferencia necesaria.* 2017. pp. 1-3.

Vera, Jim Alex. 2020. *Diseño de un sistema eólico aislado para la electrificación rural en poblaciones dispersas en la provincia de Junín.* Universidad Nacional del Centro del Perú. 2020. págs. 1-94.

Villafuerte Alcalaico, Wilber. 2019. *Implementar un sistema fotovoltaico autónomo.* Arequipa : Universidad Continental, 2019.

Villasís, Miguel Ángel, et al. 2018. *El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones.* 2018. pp. 1-8.

ANEXOS
Matriz de Consistencia

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022					
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
El Perú es un país muy diversificado en fuentes energéticas; sin embargo, el estudio e implementación de sistemas de generación con energías renovables ha tenido un crecimiento y desarrollo limitado. Esto debido a que pocas personas conocen completamente el concepto de energía limpia o alternativa, lo que sin duda retrasa el proceso nacional de cambio hacia el uso de tipos de energías renovables y la implementación de tecnologías y prácticas que la aprovechen. Ante la necesidad de incursionar a la utilización de energías en las viviendas de Cusco se tiene una limitada experiencia y conocimiento en temas de energías renovables	<p>Objetivo general</p> <p>O.G. Diseñar un sistema de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>H.G. El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Energía limpia</p> <p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Energía solar</p> <p>I1: Radiación Solar.</p> <p>I2: Temperatura</p> <p>I3: Ángulo de inclinación de los paneles solares</p> <p>I4: Producción de energía diaria de un panel solar</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Encuesta</p> <p>Instrumento:</p> <p>Cuestionario</p> <p>Pre y post test.</p>	<p>Tipo y Diseño de la Investigación:</p> <p>Para el presente trabajo de investigación:</p> <p>Tipo de Investigación:</p> <p>Aplicada</p> <p>Diseño de la Investigación:</p> <p>NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL</p> <p>Nivel de la Investigación:</p>

<p>(paneles fotovoltaicos), esto representan una limitante para aceptar ampliamente estas tecnologías.</p>					<p>DESCRIPTIVO</p>
<p>Problema General:</p> <p>¿Cómo el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cómo el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022?</p> <p>¿Cómo el diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>O.G. Diseñar un sistema de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022</p> <p>O.G. Diseñar un sistema de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>H.G. El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la electrificación en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.</p> <p>H.G. El diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos mejorará la tarifa eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA</p> <p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Electrificación</p> <p>I1: Consumo energético</p> <p>D2: Tarifa eléctrica</p> <p>I1: Potencia de máxima demanda de la carga</p>		<p>Población Y Muestra:</p> <p>Población:</p> <p>Población de tipo finita para el presente trabajo de investigación: 50 habitantes de una zona rural de Cusco.</p> <p>Muestra:</p> <p>La muestra es igual a la población: 50 habitantes de una zona rural de Cusco.</p>

INSTRUMENTOS

CUESTIONARIO DE ENERGÍA LIMPIA

Título: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022.”

La presente es una encuesta que tiene como propósito identificar la problemática del suministro eléctrico, por tal motivo agradecemos su colaboración y tiempo brindado para responder cada una de las siguientes preguntas del cuestionario.

Indicaciones

La presente encuesta es de carácter confidencial, agradecemos responder objetiva y verazmente. Lea detenidamente cada pregunta y marque la opción que considere correspondiente según la siguiente leyenda:

Totalmente de acuerdo 5	De acuerdo 4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	--------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: ENERGÍA LIMPIA	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN “Energía solar”					
INDICADOR “Radiación solar”					
1. La radiación solar es óptima en la zona para su aprovechamiento.					
2. Existe una cantidad de horas de sol en la zona es aprovechada de forma eficaz.					
3. Considera que la radiación solar es importante para su aprovechamiento.					
INDICADOR “Temperatura”					
4. La temperatura es aprovechada de forma eficiente según los parámetros del sistema.					
5. La temperatura contribuye a tener un potencial energético que impacte positivamente en la distribución de energía.					
6. Considera que la temperatura de la zona es buena para generar electricidad a través de paneles solares.					
INDICADOR “Ángulo de inclinación de los paneles solares”					
7. El ángulo de inclinación de los paneles solares permite captar la radiación solar de forma óptima.					
8. El ángulo de inclinación es importante para la generación de energía.					
9. Si existe paneles solares con el correcto					

ángulo de inclinación, entonces se podrá generar la electricidad necesaria para las viviendas.					
INDICADOR “Producción de energía diaria de un panel solar”					
10. La producción de energía diaria de un panel solar es continua en el tiempo.					
11. La producción de energía diaria de un panel solar entrega el voltaje necesario para las necesidades energéticas de la vivienda.					
12. Producir energía a partir de paneles solares mejoran el estilo de vida de los pobladores.					

CUESTIONARIO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Título: “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022.”

La presente es una encuesta que tiene como propósito identificar la problemática de suministro de electricidad, por tal motivo agradecemos su colaboración y tiempo brindado para responder cada una de las siguientes preguntas del cuestionario.

Indicaciones:

La presente encuesta es de carácter confidencial, agradecemos responder objetiva y verazmente. Lea detenidamente cada pregunta y marque la opción que considere correspondiente según la siguiente leyenda:

Totalmente de acuerdo 5	De acuerdo 4	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	--------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN: “Electrificación”					
INDICADOR “Consumo energético”					
1. El consumo energético es óptimo durante todo el día y noche.					
2. Existe continuidad del flujo eléctrico durante el día y noche.					
3. El flujo eléctrico suministrado en la zona permite satisfacer todo el consumo energético requerido.					
DIMENSIÓN: Tarifa eléctrica					
INDICADOR: Potencia de máxima demanda de la carga					
4. La potencia de máxima demanda de la carga se logra sin interrupción.					
5. El suministro de energía eléctrica permite el funcionamiento de todos sus electrodomésticos a la vez.					
6. El flujo eléctrico suministrado permite lograr la potencia de máxima demanda de la carga.					

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS QUE MIDEN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
ENERGÍA LIMPIA								
DIMENSIÓN “Energía solar”								
1	La radiación solar es óptima en la zona para su aprovechamiento.	X		X		X		
2	Existe una cantidad de horas de sol en la zona es aprovechada de forma eficaz.	X		X		X		
3	Considera que la radiación solar es importante para su aprovechamiento.	X		X		X		
4	La temperatura es aprovechada de forma eficiente según los parámetros del sistema.	X		X		X		
5	La temperatura contribuye a tener un potencial energético que impacte positivamente en la distribución de energía.	X		X		X		
6	Considera que la temperatura de la zona es buena para generar electricidad a través de paneles solares.	X		X		X		
7	El ángulo de inclinación de los paneles solares permite captar la radiación solar de forma óptima.	X		X		X		
8	El ángulo de inclinación es importante para la generación de energía.	X		X		X		
9	Si existe paneles solares con el correcto ángulo de	X		X		X		

	inclinación, entonces se podrá generar la electricidad necesaria para las viviendas.						
10	La producción de energía diaria de un panel solar es continua en el tiempo.	X		X		X	
11	La producción de energía diaria de un panel solar entrega el voltaje necesario para las necesidades energéticas de la vivienda.	X		X		X	
12	Producir energía a partir de paneles solares mejoran el estilo de vida de los pobladores.	X		X		X	
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA							
DIMENSIÓN: “Electrificación”							
1	El consumo energético es óptimo durante todo el día y noche.	X		X		X	
2	Existe continuidad del flujo eléctrico durante el día y noche.	X		X		X	
3	El flujo eléctrico suministrado en la zona permite satisfacer todo el consumo energético requerido.	X		X		X	
DIMENSIÓN: Tarifa eléctrica							
4	La potencia de máxima demanda de la carga se logra sin interrupción.	X		X		X	
5	El suministro de energía eléctrica permite el funcionamiento de todos sus electrodomésticos a la vez.	X		X		X	
6	El flujo eléctrico suministrado permite lograr la potencia de máxima demanda de la carga.	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Aplicable [X]

Aplicable después de corregir []

No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador:

Salazar Llerena, Silvia Liliana

DNI: 10139161

Especialidad del validador:

Metodóloga

28 de setiembre del 2022

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS QUE
MIDEN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES
FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA
VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022**

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
ENERGÍA LIMPIA								
DIMENSIÓN “Energía solar”								
1	La radiación solar es óptima en la zona para su aprovechamiento.	X		X		X		
2	Existe una cantidad de horas de sol en la zona es aprovechada de forma eficaz.	X		X		X		
3	Considera que la radiación solar es importante para su aprovechamiento.	X		X		X		
4	La temperatura es aprovechada de forma eficiente según los parámetros del sistema.	X		X		X		
5	La temperatura contribuye a tener un potencial energético que impacte positivamente en la distribución de energía.	X		X		X		
6	Considera que la temperatura de la zona es buena para generar electricidad a través de paneles solares.	X		X		X		
7	El ángulo de inclinación de los paneles solares permite captar la radiación solar de forma óptima.	X		X		X		
8	El ángulo de inclinación es importante para la generación de energía.	X		X		X		
9	Si existe paneles solares con el correcto ángulo de inclinación, entonces se	X		X		X		

	podrá generar la electricidad necesaria para las viviendas.						
10	La producción de energía diaria de un panel solar es continua en el tiempo.	X		X		X	
11	La producción de energía diaria de un panel solar entrega el voltaje necesario para las necesidades energéticas de la vivienda.	X		X		X	
12	Producir energía a partir de paneles solares mejoran el estilo de vida de los pobladores.	X		X		X	
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA							
DIMENSIÓN: “Electrificación”							
1	El consumo energético es óptimo durante todo el día y noche.	X		X		X	
2	Existe continuidad del flujo eléctrico durante el día y noche.	X		X		X	
3	El flujo eléctrico suministrado en la zona permite satisfacer todo el consumo energético requerido.	X		X		X	
DIMENSIÓN: Tarifa eléctrica							
4	La potencia de máxima demanda de la carga se logra sin interrupción.	X		X		X	
5	El suministro de energía eléctrica permite el funcionamiento de todos sus electrodomésticos a la vez.	X		X		X	
6	El flujo eléctrico suministrado permite lograr la potencia de máxima demanda de la carga.	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Aplicable

Aplicable después de corregir

No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador:

Dr.Ing. Abilio Bernardino Cuzcano Rivas

DNI: 40947218

Especialidad del validador:

INGENIERO ELECTRONICO

28 de septiembre del 2022

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS QUE
MIDEN EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA LIMPIA MEDIANTE PANELES
FOTOVOLTAICOS PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA
VIVIENDA RURAL DE CUSCO, PERÚ, 2022**

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
ENERGÍA LIMPIA								
DIMENSIÓN “Energía solar”								
1	La radiación solar es óptima en la zona para su aprovechamiento.	X		X		X		
2	Existe una cantidad de horas de sol en la zona es aprovechada de forma eficaz.	X		X		X		
3	Considera que la radiación solar es importante para su aprovechamiento.	X		X		X		
4	La temperatura es aprovechada de forma eficiente según los parámetros del sistema.	X		X		X		
5	La temperatura contribuye a tener un potencial energético que impacte positivamente en la distribución de energía.	X		X		X		
6	Considera que la temperatura de la zona es buena para generar electricidad a través de paneles solares.	X		X		X		
7	El ángulo de inclinación de los paneles solares permite captar la radiación solar de forma óptima.	X		X		X		
8	El ángulo de inclinación es importante para la generación de energía.	X		X		X		
9	Si existe paneles solares con el correcto ángulo de inclinación, entonces se	X		X		X		

	podrá generar la electricidad necesaria para las viviendas.						
10	La producción de energía diaria de un panel solar es continua en el tiempo.	X		X		X	
11	La producción de energía diaria de un panel solar entrega el voltaje necesario para las necesidades energéticas de la vivienda.	X		X		X	
12	Producir energía a partir de paneles solares mejoran el estilo de vida de los pobladores.	X		X		X	
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA							
DIMENSIÓN: “Electrificación”							
1	El consumo energético es óptimo durante todo el día y noche.	X		X		X	
2	Existe continuidad del flujo eléctrico durante el día y noche.	X		X		X	
3	El flujo eléctrico suministrado en la zona permite satisfacer todo el consumo energético requerido.	X		X		X	
DIMENSIÓN: Tarifa eléctrica							
4	La potencia de máxima demanda de la carga se logra sin interrupción.	X		X		X	
5	El suministro de energía eléctrica permite el funcionamiento de todos sus electrodomésticos a la vez.	X		X		X	
6	El flujo eléctrico suministrado permite lograr la potencia de máxima demanda de la carga.	X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Aplicable

Aplicable después de corregir

No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador:

Escudero Vilchez, Fernando Emilio

DNI: 03695876

Especialidad del validador:

Metodólogo

28 de setiembre del 2022

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Firma

Prueba de fiabilidad

Tabla 17. *Prueba de Fiabilidad*

Variable	Estadísticas de fiabilidad	
	Alfa de Cronbach	N de elementos
Energía limpia	,812	12
Generación de energía eléctrica	,711	6

Interpretación: Se obtuvieron los coeficientes alfa de Cronbach en base a los ítems del instrumento para medir tanto la “Energía limpia” como la “Generación de energía eléctrica”, estos fueron 0.812 y 0.711 respectivamente. Ambos resultados muestran una fiabilidad aceptable. Por lo tanto, la consistencia del instrumento es aceptable.

BASE DE DATOS

PRE-TEST

		ENERGÍA LIMPIA											GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA						
		ENERGÍA SOLAR											ELECTRIFICACIÓN			TARIFA ELÉCTRICA			
		Radiación solar			Temperatura			Ángulo de inclinación del panel solar			Producción de energía diaria de un panel solar			Consumo energético			Potencia de máxima demanda de la carga		
Nº	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
1	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	3	1	2	1	
2	1	2	3	2	3	2	1	3	3	2	1	3	1	2	2	3	3	2	
3	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2	1	2	3	3	2	1	2	3	
4	1	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2	3	1	3	1	2	1	3	
5	1	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	1	2	1	3	3	
6	1	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2	1	1	1	1	3	3	
7	4	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	3	2	1	
8	4	4	4	1	2	1	1	3	2	1	2	3	2	2	1	1	2	1	
9	3	3	3	1	1	1	1	3	3	1	1	1	1	3	1	3	1	3	
10	4	4	3	3	3	1	2	1	2	2	3	2	2	3	1	2	1	2	
11	2	2	3	1	1	1	3	1	2	2	2	1	1	3	3	2	1	2	
12	3	3	3	3	2	1	2	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	
13	1	3	3	2	1	2	2	3	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	
14	1	1	2	2	2	1	3	3	3	2	3	3	2	1	1	3	3	1	
15	3	2	2	1	2	1	2	3	2	2	2	2	1	3	3	1	2	3	
16	3	3	3	2	2	1	1	3	2	2	2	2	1	1	3	1	1	1	
17	1	1	2	3	2	1	1	2	2	2	3	2	3	3	3	1	3	3	
18	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	1	1	3	2	
19	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	1	1	1	3	3	3	
20	3	3	2	3	3	2	3	3	2	2	1	2	3	2	2	3	1	3	
21	4	2	1	4	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	
22	4	4	3	1	3	3	3	2	3	2	3	2	1	2	1	1	2	3	
23	3	1	3	4	2	1	3	3	2	3	2	3	1	1	2	1	2	3	
24	2	2	2	3	3	3	3	2	3	2	3	3	1	2	1	2	2	1	
25	3	3	3	3	2	1	2	2	3	2	2	3	3	1	2	2	1	3	
26	4	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	1	2	2	1	
27	3	3	4	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	1	1	2	
28	4	4	3	1	2	1	3	2	3	2	2	2	3	3	2	2	1	2	
29	2	2	1	3	3	3	3	2	2	3	3	2	1	2	2	3	2	2	
30	2	3	3	2	2	3	2	1	3	2	3	3	1	2	3	3	3	3	

31	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2	3	1	3	2	1	1	1
32	3	3	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	2	2	2	2	3	1
33	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2	3	2	1	3	2	1	1	2
34	1	1	2	1	3	3	3	2	2	3	3	3	3	1	3	2	1	2
35	1	2	2	2	1	3	3	1	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2
36	2	2	3	1	2	1	3	1	2	1	3	2	3	2	1	1	3	1
37	3	2	2	1	2	3	2	1	2	1	1	2	3	1	1	3	1	3
38	1	2	3	1	3	2	1	4	3	1	3	1	1	2	1	3	1	3
39	2	2	2	3	2	2	1	2	3	1	2	3	2	3	3	3	2	3
40	3	3	2	2	2	3	1	3	2	2	1	4	3	1	3	2	1	2
41	2	3	2	2	2	3	1	2	1	2	2	3	2	1	1	3	2	1
42	3	3	3	2	2	3	3	1	1	3	2	3	3	2	2	1	1	3
43	3	3	3	3	3	2	2	1	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3
44	1	2	2	2	2	3	3	2	2	2	3	1	2	1	1	2	3	1
45	3	4	4	3	3	3	3	4	4	2	1	4	1	1	3	3	3	2
46	3	3	3	3	3	2	1	3	3	2	2	3	1	2	1	3	2	2
47	4	3	3	2	2	3	3	2	2	1	3	3	1	1	3	1	2	1
48	4	3	4	3	3	2	2	2	3	3	3	1	2	2	2	1	3	1
49	3	1	2	1	3	3	3	1	3	2	2	2	3	1	3	1	1	1
50	2	2	2	1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	1	3	3	3
51	2	2	3	1	1	3	3	3	3	1	3	3	3	1	3	3	3	2
52	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1	3	3	2	2	3	1	3	3

POST – TEST

		ENERGÍA LIMPIA											GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA						
		ENERGÍA SOLAR											ELECTRIFICACIÓN			TARIFA ELÉCTRICA			
		Radiación solar			Temperatura			Ángulo de inclinación del panel solar			Producción de energía diaria de un panel solar			Consumo energético			Potencia de máxima demanda de la carga		
Nº	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	
1	3	4	4	3	5	4	4	3	3	3	3	4	2	5	2	5	3	3	
2	4	3	4	4	4	4	4	4	3	2	4	4	3	2	3	3	3	3	
3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	2	2	3	3	3	3	2	2	2	
4	3	3	5	4	3	4	4	4	4	2	3	4	4	4	5	3	5	3	
5	2	2	2	2	2	3	3	4	3	2	2	3	3	3	2	4	4	2	
6	2	3	2	4	3	4	3	3	3	3	3	3	5	3	2	3	4	3	
7	2	4	4	2	4	4	3	3	4	4	3	3	5	2	5	4	2	4	
8	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	2	3	4	5	3	5	

9	2	2	3	4	2	3	3	4	2	4	4	4	5	4	2	3	5	3
10	2	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	2	5	3	3	2	4
11	5	3	2	3	2	4	4	4	4	4	4	5	4	5	2	5	2	5
12	2	4	2	2	4	4	3	4	3	3	4	3	5	3	4	5	4	2
13	4	2	3	4	4	3	4	3	3	3	4	3	5	3	2	5	2	2
14	2	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	5	3	2	4	4	2
15	4	5	2	4	3	3	3	4	4	3	2	4	5	3	4	3	5	3
16	5	3	3	4	4	4	4	4	3	3	2	4	3	3	4	2	2	2
17	5	2	3	2	2	4	2	4	3	4	4	3	2	5	4	5	5	2
18	3	3	3	3	4	3	3	4	4	2	2	2	3	4	5	2	2	3
19	3	5	2	2	3	3	4	3	3	4	2	2	3	2	5	3	3	3
20	4	5	2	3	4	4	4	4	3	4	3	3	5	3	3	2	2	4
21	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	2	4	4	3	5	5	5	2
22	2	3	4	2	3	4	4	4	2	3	3	2	3	3	4	5	2	4
23	5	3	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	5	4	5	5	5	2
24	3	4	2	4	4	3	3	4	4	4	3	3	2	5	2	5	3	2
25	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	5	3	3	3	5	4	2
26	3	3	5	3	3	3	2	2	4	3	3	5	4	4	2	3	4	5
27	2	2	4	2	3	4	4	2	2	3	4	3	3	5	4	4	3	4
28	2	3	3	4	4	4	4	2	3	3	3	4	2	4	2	5	5	3
29	3	5	4	4	4	5	2	4	4	3	3	3	4	2	3	3	4	4
30	2	5	3	3	4	5	4	3	2	4	4	3	5	4	2	4	4	2
31	3	4	3	3	2	3	3	2	4	3	4	3	4	5	5	3	2	2
32	4	5	4	2	2	3	3	4	2	4	4	3	4	3	4	2	2	4
33	3	4	2	2	4	4	4	2	2	3	3	4	5	5	5	4	4	2
34	3	3	3	4	2	4	3	4	2	3	4	3	3	2	4	2	3	4
35	3	3	3	4	2	2	3	4	2	2	2	4	5	2	3	4	4	2
36	3	5	4	3	4	3	4	3	5	4	2	3	2	4	4	4	3	4
37	5	2	2	4	2	2	4	3	4	3	3	4	4	3	3	5	2	3
38	2	3	3	4	3	2	3	4	2	2	3	3	2	5	5	2	5	5
39	4	4	4	3	5	3	4	4	2	3	3	3	4	3	2	2	4	5
40	2	4	4	3	4	3	4	3	4	2	3	3	2	3	5	3	2	2
41	2	4	3	3	2	3	3	3	4	2	3	3	2	2	3	2	2	2
42	4	3	3	4	4	4	4	4	2	2	3	4	5	5	4	3	5	3
43	4	4	3	3	4	2	3	3	3	4	3	2	3	3	5	3	4	3
44	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3	3	4	2	3	2	5	3	5
45	4	2	3	3	4	4	3	4	2	3	4	3	5	3	2	5	3	2
46	3	2	3	4	3	2	4	3	3	4	2	3	3	2	5	2	3	2
47	4	3	3	4	2	2	3	4	2	3	3	3	4	5	4	4	3	2
48	2	4	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	5	5	2	2	4	2
49	3	2	4	3	3	2	4	3	3	2	4	4	5	5	2	3	3	3
50	4	3	3	3	5	3	3	3	4	3	4	3	4	5	3	4	3	4
51	3	3	4	3	3	3	2	4	2	3	3	3	5	3	5	4	2	3
52	3	2	4	3	4	3	3	3	3	3	3	4	2	4	4	3	3	4