

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



TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO
PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN
VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE ANDAGUA –
AREQUIPA”**

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

AUTORES:

Bach. BENAVIDES HUAMÁN, Jorge Eduardo

Bach. PLASCENCIA PASTOR, Percy Antonio

Bach. QUISPE PEÑA, Franklin Gabriel

ASESOR:

Dr. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES

Callao, 2022

PERÚ

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ
SECRETARIO : Dr. Lic. ADÁN ALMÍRCAR TEJADA CABANILLAS
VOCAL : Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES

ASESOR : Dr. Ing. MARCELO CARLOS DAMAS FLORES

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

A los 31 días del mes de octubre del 2022 siendo las 11:00 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, (RESOLUCIÓN DECANAL N° 119-2022-DFIEE).

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

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres **BENAVIDES HUAMAN, JORGE EDUARDO; PLASCENCIA PASTOR, PERCY ANTONIO Y QUISPE PEÑA, FRANKLIN GABRIEL**, quien habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniería Eléctrica tal como lo señalan los Arts. N° 12 al 15 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentará la Tesis Titulada "**DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE ANDAGUA – AREQUIPA**", 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: 15 (quince). De los expositores Bachilleres **BENAVIDES HUAMAN, JORGE EDUARDO; PLASCENCIA PASTOR, PERCY ANTONIO Y QUISPE PEÑA, FRANKLIN GABRIEL** con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las 12:30 horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 203 del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
PRESIDENTE
Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMENEZ

.....
SECRETARIO
Dr. Lic. ADÁN ALMÍRCAR TEJADA CABANILLAS


.....
VOCAL
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo a nuestras Madres pues sin ellas no lo habríamos logrado, su bendición a lo largo de nuestro camino que siempre nos protegió y nos llevó por el buen camino, Las amamos

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por habernos otorgado una familia maravillosa, quienes siempre confiaron en nosotros, dándonos ejemplos de superación, humildad y sacrificio; Universidad y profesores por los conocimientos otorgados. A todos ustedes les dedicamos este gran logro por que han fomentado en nosotros el deseo de superación en nuestras vidas personales como profesionales.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	13
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	15
1.2. Formulación del Problema	16
1.3. Objetivos	16
1.4. Justificación.....	17
1.5. Delimitantes de la Investigación	18
II. MARCO TEORICO	20
2.2. Antecedentes: Internacionales y Nacionales.....	20
2.2. Bases Teóricas.....	25
2.3. Marco conceptual	33
2.4. Definición de Términos básicos	38
III. HIPOTESIS Y VARIABLES	40
3.1. Hipótesis	40
3.2. Operacionalización de variable	40
IV. METODOLOGIA DEL PROYECTO.....	42
4.1. Diseño metodológico.....	42
4.2. Método de Investigación	43

4.3. Población y muestra.....	43
4.4. Lugar de Estudio	44
4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información	44
4.6. Análisis y procesamiento de Datos	46
4.7. Aspectos Éticos.....	47
V. RESULTADOS	49
5.1. Resultados descriptivos	49
5.2. Resultados inferenciales	58
VI. DISCUSION DE RESULTADOS.....	66
6.1. Constatación y demostración de la hipótesis con los resultados	66
6.2. Contratación de los resultados con otro estudio similares	67
6.3. Responsabilizada ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de las Variables	41
Tabla 2: Prueba de normalidad – variable diseño de sistema hibrido – Pre Test	49
Tabla 3: Prueba de normalidad – variable diseño de sistema hibrido – Post Test	49
Tabla 4: Prueba de normalidad – variable Generación de energía eléctrica – Pre Test	50
Tabla 5: Prueba de normalidad – variable Generación de energía eléctrica – Post Test	50
Tabla 6: Niveles y rangos de la variable Diseño del sistema hibrido.....	51
Tabla 7: Tabla de frecuencia de la variable Diseño del sistema hibrido Pre Test – Post Test.....	51
Tabla 8: Niveles y rangos de la dimensión Potencia eléctrica	52
Tabla 9: Tabla de frecuencia de la dimensión Potencia eléctrica Pre test – Post test	53
Tabla 10: Niveles y rangos de la dimensión dimensionamiento energético	54
Tabla 11: Tabla de frecuencia de la dimensión Dimensionamiento energético Pre Test – Post Test.....	54
Tabla 12: Niveles y rangos de la variable Generación de energía eléctrica.....	55
Tabla 13: Tabla de frecuencia de la variable Generación de energía eléctrica Pre Test – Post Test.....	56
Tabla 14: Niveles y rangos de la dimensión Cantidad de energía eléctrica	57
Tabla 15: Tabla de frecuencia de la dimensión Cantidad de energía eléctrica Pre Test – Post Test.....	57
Tabla 16: Resumen de contrastes de hipótesis	59
Tabla 17: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	59
Tabla 18: Resumen de contrastes de hipótesis	60
Tabla 19: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	60
Tabla 20: Resumen de contrastes de hipótesis	62

Tabla 21: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	62
Tabla 22: Resumen de contrastes de hipótesis	64
Tabla 23: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	64
Tabla 24: Prueba de fiabilidad de la variable Diseño del sistema híbrido	94
Tabla 25: Prueba de fiabilidad de la variable Generación de energía eléctrica	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva de carga	26
Figura 2: Diferencias de la curva entre las densidades de 1.225 [Kg/m ³] y 0.97 [Kg/m ³].....	33
Figura 3: Variable Diseño del sistema hibrido Pre Test – Post Test	52
Figura 4: Dimensión Potencia eléctrica Pre test – Post test.....	53
Figura 5: Dimensionamiento energético Pre Test – Post Test	55
Figura 6: Variable Generación de energía eléctrica Pre Test – Post Test	56
Figura 7: Dimensión Cantidad de energía eléctrica Pre Test – Post Test.....	58
Figura 8: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	59
Figura 9: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	61
Figura 10: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	63
Figura 11: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.....	65

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito diseñar un sistema híbrido eólico-fotovoltaico para generar energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa. La metodología que se aplicó fue descriptiva – correlacional con un diseño no experimental – transversal. Asimismo, la población y muestra se enfocaron en una vivienda unifamiliar de la zona seleccionada en el distrito de Andagua – Arequipa. Por otro lado, la técnica que se utilizó para la recolección de datos fue la encuesta empleada con un cuestionario como instrumento. De los resultados se obtuvo que existe un impacto significativo en la implementación del diseño de un sistema híbrido eólico – fotovoltaico, puesto que al realizar el análisis de Shapiro Wilk resultó en el pre test y post test una significancia de 0,000, a su vez dentro del análisis descriptivo se obtuvo que en el pre test la variable independiente tuvo un valor de 88% de nivel bajo y en el post test tuvo un 96% de nivel alto, de lo cual se concluyó que se encontró una mejora evidente y un progreso positivo en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

Palabras clave: sistema híbrido, potencia eléctrica, energía eléctrica, aerogenerador

ABSTRACT

The purpose of this research work was to design a hybrid wind-photovoltaic system to generate electricity in a single-family house in the district of Andagua - Arequipa. The methodology applied was descriptive-correlational with a non-experimental-cross-sectional design. Likewise, the population and sample were focused on a single-family house in the selected area in the district of Andagua - Arequipa. On the other hand, the technique used for data collection was the survey employed with a questionnaire as an instrument. From the results it was obtained that there is a significant impact in the implementation of the design of a hybrid wind-photovoltaic system, since the Shapiro Wilk analysis resulted in the pre-test and post-test a significance of 0.000, in turn within the descriptive analysis it was obtained that in the pre-test the independent variable had a value of 88% low level and in the post-test had a 96% high level, from which it was concluded that there was a clear improvement and positive progress in a single-family house in the district of Andagua - Arequipa.

Key words: hybrid system, electric power, electric energy, wind turbine

INTRODUCCIÓN

En la última década el consumo energético ha aumentado sin cesar, de la mano del crecimiento socioeconómico del aumento de la población, y sin dejar de un lado los límites de protección y cuidado del medio ambiente derivado del calentamiento global es por lo que los paradigmas energía-ambiente son consideradas en la toma de decisiones en la reducción de las emisiones de dióxido de carbono (Carlos et al., 2020). La utilización de energías renovables para generar de energía eléctrica se ha convertido en una cuestión obligatoria por motivos medioambientales, principalmente, pero también económicos (Jurado, 2015).

Se denominan energías renovables a aquellas energías que provienen de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o por su capacidad de regeneración mediante procesos naturales rápidos (Villatoro, 2018). Las energías renovables ofrecen la posibilidad de generar electricidad y calor prácticamente sin emisiones, a bajos precios operación y de manera sustentable, en conjunto con esto, cada país tiene un lógico interés aprovechar sus recursos renovables locales (Corral et al., 2014). Esta aplicación de la energía renovable puede ser para la industria, hogar o pequeños negocios. Por ello es necesario conocer el potencial que se puede obtener de energía renovable en cada ubicación geográfica (Hinostroza, 2021). El avance tecnológico que ha tenido los equipos de generación eléctrica renovable es motivo para poder ser utilizados en diferentes condiciones climatológicas, su dimensionamiento y altura de la turbina eólica, la cantidad de los paneles fotovoltaicos son seleccionados en base a la demanda requerida por la población (Ávila & Gonzalez, 2022).

Es necesario aclarar que la principal barrera para la expansión de la generación de energías eléctrica en base a energías renovables es la escasa inversión ya que estas inversiones son un tanto inseguras y lentas para recuperarlas en cuanto a lo económico (Navarro, 2020). En el Perú existe el Plan Nacional de

Electrificación Rural con el Fondo Nacional de Electrificación Rural (FONER), que también incluye las energías renovables (Arce, 2017), ya que son diversos, abundantes y tienen gran potencial de aprovechamiento en cualquier parte del planeta, lo que en el caso de un país con características climáticas como el nuestro es un potencial no utilizado en su totalidad (Henríquez & Nahuelquin, 2017).

De esta manera, el presente trabajo propone el dimensionamiento e implementación de un sistema híbrido eólico - solar fotovoltaico para el abastecimiento de energía eléctrica (Huérfano & Gómez, 2020) en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa, este sistema aprovecha la energía captada de los rayos del sol y la velocidad del viento, para ser transformados en energía eléctrica en las redes de suministro del lugar

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El excesivo consumo de combustibles fósiles en el presente ha traído como consecuencia una elevada emisión de gases de efecto invernadero (GEI) hacia la atmósfera. Los GEI han sido a su vez, causantes de un aumento incesante en la temperatura global de la Tierra y de los efectos del cambio climático mundial (Gómez, 2020). Por este motivo se hace necesario, otras alternativas para la generación de energía eléctrica, las cuales están basadas sobre las Fuentes Renovables De Energía (FRE) que no contaminan y no se agotan: eólica, solar fotovoltaica, geotérmica, mareomotriz y biomasa (González, 2019).

En materia de energía eléctrica, el aumento del precio de los energéticos ha planteado la necesidad de implementar métodos de ahorro de energía y se ha explorado poco el abastecimiento con fuentes alternativas de energía que no dependan totalmente de la red eléctrica y que tengan una buena relación costo-beneficio (Flores & Lazcano, 2012). La falta de energía en comunidades constituye una situación crítica, ya que suele estar asociada con la ausencia de telecomunicaciones, educación, servicios de salud, y frecuentemente, agua potable (Corral et al., 2014). En Andagua la principal actividad es el comercio y la agropecuaria de subsistencia, pero no cuenta con infraestructura de servicios adecuada (Arce, 2017).

De lo acontecido es que nos preguntamos cómo, de qué manera implementar un diseño de sistema híbrido podrá generar electricidad en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua, es por ello que formulamos el siguiente problema de investigación.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

P.G.1 ¿Cómo la implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1. ¿Cómo la potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico- fotovoltaico generará energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa?

P.E.2. ¿Cómo el dimensionamiento energético generará energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Diseñar un sistema híbrido eólico-fotovoltaico para generar energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

1.3.2. Objetivos Específicos

O.E.1 Utilizar la potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico- fotovoltaico para generar energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

O.E.2 Realizar el dimensionamiento energético para la generación de la energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

1.4. Justificación

Justificación Teórica

Según **(Hernández, 2015)** Indica que “La justificación teórica se hace cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados, hacer epistemología del conocimiento existente o cuando se busca mostrar las soluciones de un modelo.

De lo expuesto por el autor, el presente proyecto de investigación tiene una justificación teórica pues el diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico nos permitirá analizar los cambios que se produzcan en la generación de energía eléctrica y podremos contrastarlo con otros estudios.

1.4.2. Justificación Práctica

Según **(Bernal, 2012)** Indica que “la justificación práctica, se debe de hacer cuando el desarrollo de la investigación ayuda a resolver un problema o por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo.”

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo de investigación nos permitirá determinar la influencia del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico en la eficiencia de la generación de energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

1.4.3. Justificación Metodológica

Según **(Bernal, 2012)** “la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable”

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 híbrido eólico-fotovoltaico con un procedimiento estructurado

contemplando la mejora de la generación de energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa al momento de realizar las pruebas.

1.5. Delimitantes de la Investigación

1.5.1. Límites de la Investigación

Según (**Ávila, 2001**), "Una limitación de la investigación consta de las adversidades a las que se enfrenta al momento de estudiar ciertos factores del problema que por algún motivo justificado no están a su alcance"

De lo expuesto por el autor, la investigación presente se limita a la generación de energía eléctrica en vivienda unifamiliar a partir del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico, por lo que no se detallaran aspectos como el mantenimiento de la red eléctrica que se instalará o la instalación en otro tipo de viviendas que no sean unifamiliares.

1.5.2. Delimitaciones de la Investigación

Según (**Sabino, 1986**), "La delimitación habrá de efectuarse en cuanto al tiempo y el espacio, para situar nuestro problema en un contexto definido y homogéneo. "

De lo expuesto por el autor, mis delimitaciones son las siguientes:

Delimitación Espacial

La delimitación espacial de la presente investigación fue la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa, quedando cualquier otra vivienda fuera de esta zona descartada, debido a la lejanía del lugar.

Delimitación Temporal

El presente trabajo de investigación se realizó en el mes de junio del 2022 y tuvo una duración de 8 meses lo que no fue tiempo suficiente para poder analizar y comparar la eficiencia en los diferentes tipos de viviendas e instituciones.

Delimitación Social

En el presente trabajo de investigación se analizó el diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico y la mejora de la generación de energía eléctrica en una vivienda unifamiliar lo que benefició a las personas que viven en el distrito de Andagua – Arequipa.

II. MARCO TEORICO

2.2. Antecedentes: Internacionales y Nacionales

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según (Villatoro, 2018) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HIBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO RESIDENCIAL INTERCONECTADO A LA RED” para la obtención de su título de ingeniero en eléctrica, que tuvo como objetivo diseñar un sistema de generación híbrido (eólico y fotovoltaico), que sea una fuente confiable de suministro de energía, un costo de inversión bajo, una durabilidad aceptable y que ayude a reducir el consumo de la red eléctrica, para ello utilizó energías que provienen de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o por su capacidad de regeneración mediante procesos naturales rápidos, son la energía solar fotovoltaica y la energía eólica finalmente en este trabajo se recomendó saber bien la cantidad de horas-solar pico diaria se encuentran en la zona y tomar en cuenta al momento de instalar un sistema fotovoltaico que los paneles solares siempre deben de estar orientados hacia el sur.

De lo expuesto por el autor, es importante que el diseño del sistema híbrido sea una fuente confiable de suministro de energía, un costo de inversión bajo tomando en cuenta la cantidad de horas-solar pico diaria, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Diseño del sistema híbrido”.

Según (Amezquita, 2019) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENERGÍA HÍBRIDO (SOLAR – EÓLICO) PARA EL SOPORTE DE LAS TELECOMUNICACIONES EN EL CERRO GIRASOLES DEL EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA” para la obtención de su título de ingeniero en telecomunicaciones, que tuvo como objetivo Diseñar un sistema de energía híbrido (solar – eólico) que permita

garantizar de forma continua las telecomunicaciones de voz, video y datos en el Cerro Girasoles del Ejército Nacional de Colombia, para ello utilizó metodologías prácticas que permiten concretar y efectuar un seguimiento específico, el cual proporcione una guía confiable que postulen la efectividad de un diseño que integre la energía híbrida (eólica-solar) como una fuente de electricidad para la alimentación para los equipos de telecomunicaciones del Cerro Girasoles del Ejército Nacional, finalmente en este trabajo se recomendó motivar a la población colombiana en la creación de empresas donde se dediquen a la fabricación e instalaciones de materiales para el uso de energías renovables y de esta manera aumentar la demanda y sea más asequibles a organizaciones (públicas o privadas) que deseen implementar es tipo de energías

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que se debe garantizar de forma continua las telecomunicaciones de voz, video y datos con una fuente de electricidad confiable para la alimentación de los equipos de telecomunicaciones, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Generación de energía eléctrica”.

Según (Hervas & Moscoso, 2015) en su trabajo de investigación titulado “ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO Y SOLAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN BASE AL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL PÁRAMO CHALUPAS, PERIODO 2015” para la obtención de su título de ingeniero electromecánico, que tuvo como objetivo analizar el potencial eólico-solar mediante instrumentación y toma de datos reales para implementar un sistema híbrido de generación eléctrica en base al uso de energías alternativas en el Páramo Chalupas, para ello utilizó una metodología que realizó investigación experimental, ya que se manipulo las variables de manera directa y se logró observar con gran claridad el desarrollo y las consecuencias de las mismas, como es el caso del voltaje y la corriente resultante, finalmente en este trabajo se recomendó que no se manipulen las instalaciones eléctricas realizadas si no se tiene el

conocimiento, para evitar que los equipos se descalibren o peor aún lleguen a presentar algún tipo de error o daño.

De lo expuesto por el autor, es importante tener en cuenta toma de datos reales para la implementación de un sistema híbrido utilizando energías alternativas, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Diseño del sistema híbrido”.

Según (Ochoa & Ronquillo, 2021) en su trabajo de investigación titulado “ANÁLISIS Y REACONDICIONAMIENTO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO (EÓLICO FOTOVOLTAICO) AISLADO DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA” para la obtención de su título de ingeniero eléctrico, que tuvo como objetivos el Analizar y reacondicionar el sistema de generación híbrido (eólico-fotovoltaico) aislado, ubicado en las instalaciones de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca y estimar el potencial de los recursos eólico y solar fotovoltaico disponibles en la zona de estudio, para ello utilizó una metodología que inicia con una lectura intensiva de toda la información disponible, para estimar el potencial de dichos recursos la viabilidad y rentabilidad que pueda brindar, luego del diagnóstico con pruebas de laboratorio se identifican los elementos deteriorados que necesitan ser reacondicionados y montados nuevamente al sistema híbrido, por último se analiza los costos que representa la inversión e implementación de equipos y el retorno de capital por la generación de energía, finalmente en este trabajo se recomendó visitas técnicas al sistema de generación, esto ayudará a prolongar la vida útil de los equipos con el mantenimiento preventivo reajuste o cambio respectivo según lo necesario.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que para implementar el sistema híbrido se debe estimar el potencial de los recursos eólico y solar fotovoltaico disponibles en la zona de estudio, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Diseño del sistema híbrido”.

ANTECEDENTES NACIONALES

Según (Rivera, 2018) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO SOLAR PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA EL CASERÍO VIRGEN DEL CARMEN DISTRITO Y PROVINCIA DE JAÉN DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA” para la obtención de su título de ingeniero mecánico electricista, que tuvo como objetivos diseñar un sistema eólico solar-fotovoltaico para la generación de energía eléctrica del Caserío Virgen del Carmen en el distrito de Jaén perteneciente al departamento Cajamarca, para ello utilizó una metodología con un tipo de investigación es aplicada, su diseño de investigación es no experimental, se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para analizarlos con posterioridad, finalmente en este trabajo se concluyó que la energía promedio diaria requerida por el caserío Virgen del Carmen es de es de 18,258 kWh, con una máxima demanda de 6,286 kW.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que se debe tener en cuenta la energía promedio diaria requerida para diseñar un sistema eólico solar-fotovoltaico, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Diseño del sistema híbrido”.

Según (Navarro, 2020) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO DE ENERGÍA RENOVABLE EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA SATISFACER LA DEMANDA ELÉCTRICA DEL CENTRO POBLADO PIEDRA LOZA UBICADO EN EL DISTRITO DE SALAS PROVINCIA DE LAMBAYEQUE EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE” para la obtención de su título de ingeniero mecánico electricista, que tuvo como objetivos, diseñar un sistema híbrido de energías renovables eólico fotovoltaico para satisfacer la demanda eléctrica del centro poblado Piedra Loza, determinar el consumo de energía eléctrica diaria promedio, así como la máxima demanda necesaria para el centro poblado Piedra Loza y determinar el costo total del sistema eléctrico con energía solar y eólica para ello utilizó una metodología con

un tipo de investigación es Aplicada, su diseño de investigación es no experimental y es descriptiva, finalmente en este trabajo se recomendó tener un registro periódico de los parámetros de funcionamiento de nuestro sistema generación, tales como potencia, energía entregada, voltajes, etc.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que se debe tener un registro periódico de los parámetros de funcionamiento de nuestro sistema generación para determinar el costo total del sistema eléctrico, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Generación de energía eléctrica”.

Según (Jamjachi, 2021) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA ELÉCTRICO HÍBRIDO PARA UNA VIVIENDA RESIDENCIAL” para la obtención de su grado académico de Bachiller en Ingeniería Eléctrica, que tuvo como objetivos diseñar un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial y adecuar en el diseño un sistema de control para la maniobra y las mediciones de la energía suministrada de los paneles solares hacia la vivienda residencial, para ello utilizó una metodología de análisis y diseño, el análisis se realiza con teorías propuestas en diversos artículos científicos y el diseño con elementos y dispositivos tecnológicos existentes, finalmente en este trabajo se recomendó tener en cuenta que todos los elementos y dispositivos eléctricos como electrónicos a emplear, deben de contar con la certificación de compatibilidad electromagnética para que no se presenten alteraciones en los artefactos eléctricos o electrónicos en la vivienda o fallas en el mismo sistema de generación.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que se debe tener en cuenta que todos los elementos y dispositivos eléctricos como electrónicos a emplear, deben de contar con la certificación de compatibilidad electromagnética para que no se presenten alteraciones el sistema de generación, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Generación de energía eléctrica”.

Según (Hinostroza, 2021) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO SOLAR-EÓLICO PARA UNA ZONA AISLADA MULTIFAMILIAR UBICADA EN SANTA CRUZ DE ASIA -CAÑETE” para la obtención de su título de ingeniero eléctrico y de potencia, que tuvo como objetivo diseñar un método de generación de energía híbrida (solar y eólico) aislado para unas viviendas multifamiliares y evaluar escenarios de operación del recurso renovable adecuados para la correcta implementación del sistema de generación eléctrica, para ello utilizó una metodología de dimensionamiento con el cálculo de demanda energética y la evaluación de los recursos energéticos, finalmente en este trabajo se recomendó estar atento a la normatividad local que establezca el Ministerio de Energía y Minas a través del código nacional de electricidad (utilización) y reglamento Nacional de Edificaciones a fin de no caer en incumplimiento que pueda ocasionar pérdidas, mala instalación, instalación insegura.

De lo expuesto por el autor, es importante reconocer que se debe evaluar escenarios de operación del recurso renovable adecuados para la correcta implementación del sistema de generación eléctrica, este hecho me permite tomar referencia para el estudio de mi variable “Diseño del sistema híbrido”.

2.2. Bases Teóricas

Dimensionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos.

Curva de carga

Las celdas fotovoltaicas producen corriente continua, y su curva I-V se caracteriza por generar una intensidad de corriente constante para un amplio rango de tensiones. Pero alcanzado cierto valor, la corriente disminuye asintóticamente a cero como se muestra en la figura 1 (Quispe, 2021).

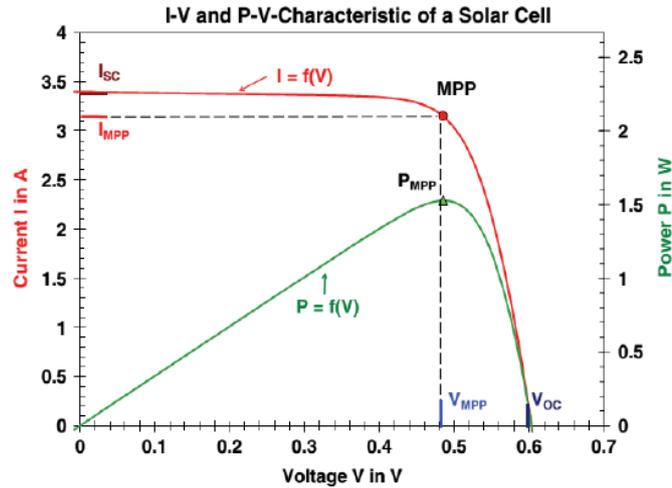


Figura 1: Curva de carga

Cálculo de los Módulos Fotovoltaicos

El número de módulos fotovoltaicos que conforman el generador estará definido por el valor de energía que se necesita satisfacer más las pérdidas de energía que se pueden presentar en la instalación.

La siguiente fórmula permite estimar la energía real requerida:

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

Dónde: E_b es el margen de seguridad relacionada a las pérdidas por cableado, pérdidas en conexiones y variaciones de consumo que no han sido previstos inicialmente. G_{cargas} es el consumo de energía en [kWh/Día] originado por las cargas eléctricas (García, 2018).

El número de módulos fotovoltaicos será hallado a partir de la siguiente expresión:

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

Características de un panel fotovoltaico

Para poder hacer un buen dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, es necesario tener en cuenta las siguientes características: potencia de consumo diario, potencia ideal, eficiencia y potencia fotovoltaica, lo cual se verá a continuación (Deza, 2022).

La potencia de consumo diario

Se puede determinar la potencia diaria de consumo con la siguiente ecuación (Tasinchana C, 2021)

$$Pd = \frac{Pp}{Nd}$$

Donde:

Pd= la potencia diaria [W]

Pp= potencia establecida (promedio mensual) [W]

Nd= número de días del mes

Potencia ideal

Para ello se considera condiciones ambientales normalizadas a la temperatura de funcionamiento de 25° C y una radiación solar de 1.000 W/m² (Deza, 2022)

Potencia ideal (W)= área del panel (m²) * irradiación hipotética 1000 (W/m²)

Eficiencia del panel

Los fabricantes de paneles solares rara vez proporcionan el dato de la eficiencia de sus productos (Flores & Lazcano, 2012). Pero puede calcularse para cualquier panel solar usando la ecuación siguiente:

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\text{Potencia nominal del panel (W)}}{\text{Potencia ideal (W)}} * 100$$

Eficiencia

Las células solares tienen una eficiencia que puede variar entre el 6 % con silicio amorfo y un 46 % con células Multiunión, y un rango de entre el 14% al 22% con módulos fotovoltaicos comerciales. La eficiencia de una célula fotovoltaica se puede cuantificar según la ecuación:

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

Donde I_{mpp} representa la corriente en el punto de máxima potencia de una célula, V_{mpp} representa la tensión en el punto de máxima potencia de la célula, y PL representa la potencia luminosa que incide en la célula (Barragán, 2016).

Potencia fotovoltaica (Pf)

A la hora de dimensionar la potencia fotovoltaica es importante conocer los consumos para no sobredimensionar la instalación, la Potencia fotovoltaica es resultante de instalar módulos fotovoltaicos en el elemento de cubierta seleccionado (Caamaño & Palacios, 2019).

$$P_f = \frac{Ed}{HSP * PR}$$

Cálculo para la selección del controlador

El controlador debe ser elegido en base a los voltajes y corrientes esperados durante la operación del sistema fotovoltaico, pero también debe ser dimensionado para mejorar condiciones de sobrecarga o pico proveniente de los módulos fotovoltaicos o las cargas conectadas al mismo. La elección del equipo controlador/inversor también ameritó de

operaciones matemáticas, cuyo proceso de calculación se logra por medio de las siguientes ecuaciones (Parrales, 2019).

$$P_T = (N_P \cdot W_P / V_B) \cdot F_{CT}$$

Siendo:

PT, potencia total instalada

NP, numero de paneles solares

WP, capacidad del panel solar

VB, capacidad nominal de batería

FCT, coeficiente de pérdidas por temperatura y rendimiento.

$$I_{NV} = I_c \cdot F_{CT}$$

Siendo:

PT, potencia total instalada

NP, numero de paneles solares

WP, capacidad del panel solar

VB, capacidad nominal de batería

FCT, coeficiente de pérdidas por temperatura y rendimiento

Selección de los acumuladores de energía.

La selección de los acumuladores de energía debe relacionar la profundidad de descarga y asegurando que la capacidad de almacenaje satisfaga los días de autonomía que requiere el sistema fotovoltaico (Mosquera, 2017). Se debe considerare el precio en el mercado y los requerimientos técnicos presentados en el diseño.

Selección de los conductores eléctricos.

Para la selección de los conductores eléctricos en baja o media tensión según la necesidad de la instalación puede consultar en el manual de CENTELSA, que contiene los valores normalizados bajo el estándar del sistema americano AWG, y los parámetros eléctricos como la sección, el área seccional transversal, ampacidad, resistencia, temperatura y demás, por ende, el uso de aquellos valores estandarizados aportará con el desempeño adecuado de un dimensionamiento (Crespo, 2021).

Potencial Eólico

Para realizar una evaluación del potencial eólico es necesario caracterizar la turbulencia atmosférica en el emplazamiento, ya que ésta generará cargas dinámicas estructurales sobre los aerogeneradores, así como variaciones de la potencia suministrada. Generalmente, las zonas con turbulencia alta están asociadas a superficies complejas con pendientes acusadas, obstáculos o estelas de aerogeneradores. El potencial eólico es una masa de aire con velocidad que posee una energía cinética, que se puede aprovechar y convertirlo en energía útil. El potencial eólico disponible es proporcional a la densidad del aire, al área expuesta perpendicularmente al flujo de viento y al cubo de la velocidad del mismo, debido a ciertas limitaciones como límite de Betz, rozamiento aerodinámico, etc. Solo permiten en la práctica aprovechar el 40% de la potencia eólica disponible (Bahamonde, 2019).

Densidad del viento

La densidad del viento es un parámetro muy importante en las lecturas de velocidad y potencia, ya que el rendimiento del parque puede cambiar sustanciosamente. La densidad del viento es un factor que varía según la altitud y las condiciones atmosféricas, la variación puede ser del 7% de un

valor medio de 1.225 kg/m³ (Alonso & Espitia, 2020), para hallar el valor de la densidad del aire utilizamos la siguiente ecuación:

$$\rho = 1.225 \left(\frac{288}{t + 273} \right) \cdot \exp\left(-\frac{h}{8435}\right)$$

ρ = Densidad del aire $\frac{kg}{m^3}$

t=Temperatura en grados centígrados

h=Altura sobre el nivel del mar

Cálculo de la potencia disponible del viento (P)

Para encontrar la potencia del viento, se debe de encontrar la densidad del viento, el cual es multiplicada por la velocidad media del aire elevado al cubo, el área del rotor y finalmente multiplicarla por 0.5 como se puede ver en la siguiente ecuación:

$$P=0.5(\rho)v^3A$$

donde v es la velocidad del viento en m/s, ρ es densidad del viento y A es área del rotor (Reategui, 2018).

Clases de aerogeneradores

- Aerogeneradores de eje horizontal:

Los aerogeneradores de eje horizontal son máquinas con un rotor giratorio, cuyo movimiento es producido por la energía cinética del viento al incidir este sobre las palas del rotor, las cuales aprovechan al máximo la velocidad del viento debido al avanzado diseño de los perfiles aerodinámicos de las palas. El movimiento de rotación es transmitido e incrementado a través de un multiplicador de velocidad para posteriormente conectarse a un generador eléctrico (Baldomero, 2012).

- **Aerogeneradores de eje vertical.**

Dentro de la gama de aerogeneradores de eje vertical, el rotor Darrieus ha sido uno con más desarrollo tecnológico. Por sus características y condiciones de trabajo lo convierten en un rotor óptimo para la generación de energía a pequeña escala, a un bajo costo de instalación y mantenimiento relativamente fácil (Mendoza & Rodríguez, 2017).

Dimensionamiento de los Aerogeneradores

Parámetros característicos de un aerogenerador

- **Velocidad de arranque:** Es la velocidad del viento para la cual el generador comienza a suministrar potencia útil. En aerogeneradores rápidos tripala de eje horizontal acostumbra a ser del orden de unos 4 a 5 m/s. Por debajo de estos umbrales, el generador no produce potencia eléctrica.
- **Velocidad nominal:** Es la velocidad del viento para la que se alcanza la potencia nominal del aerogenerador. En rotores tripala de eje horizontal suele estar comprendida entre 12 y 15 m/s.
- **Velocidad de parada:** Es la velocidad del viento a la cual el rotor se detiene por la acción de los sistemas de regulación y control, para evitar el riesgo de sufrir algún daño dada la elevada velocidad del viento. En rotores tripala, esta velocidad se sitúa en el rango de 25 a 30 m/s.
- **Velocidad de supervivencia:** Es la velocidad del viento por encima de la cual el aerogenerador puede dañarse a pesar de estar parado. Acostumbra a situarse en el entorno de los 70 m/s (Serván, 2014).

Curva de potencia del aerogenerador

La curva de potencia del aerogenerador relaciona la velocidad del viento horizontal a la altura del buje que mueve las aspas del aerogenerador, con la potencia eléctrica que puede entregar la máquina en bornes del generador. La curva de potencia se rige exclusivamente por la ecuación potencia viento que caracteriza a la tecnología, siempre y cuando se encuentre dentro del rango de operación de la máquina (Cut in – Cut out). Es netamente empírica y fuertemente dependiente de la densidad del aire. La figura 2 muestra las diferencias entre curvas según dos densidades: 1.225 [Kg/m³] y 0.97 [Kg/m³] (Vera, 2010).

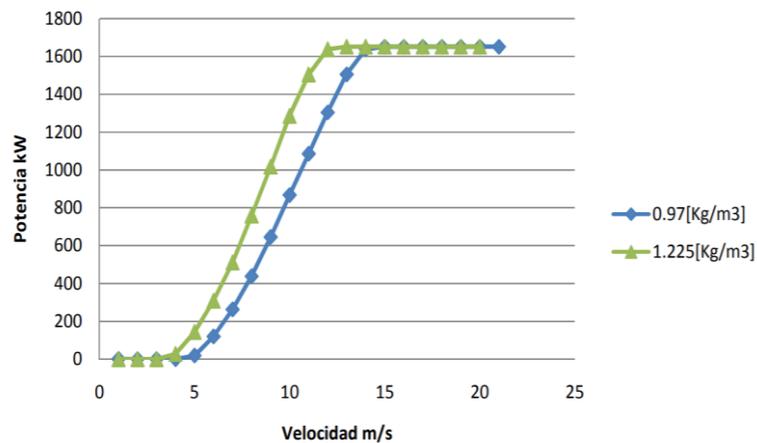


Figura 2: Diferencias de la curva entre las densidades de 1.225 [Kg/m³] y 0.97 [Kg/m³]

2.3. Marco conceptual

VARIABLE INDEPENDIENTE: Diseño del Sistema Híbrido

Según (Him, 2013) “Es aquél que aprovecha dos o más fuentes de energía para suministrar la energía requerida. Un buen diseño de un sistema híbrido busca: Garantizar la generación de la energía necesaria. Minimizar la dependencia del sistema de almacenamiento”.

Según (Ibáñez, 2017) “Los sistemas híbridos son una tecnología preparada para responder a la demanda de los consumidores a través de

la combinación de dos energías renovables. De esta forma, se resuelven los problemas que cada uno tiene de forma individual y al mismo tiempo se potencian todas sus virtudes”

De lo expuesto por los autores, en el presente trabajo de investigación el diseño de una red híbrida permite garantizar la generación de energía de forma fiable.

DIMENSIONES

D1: Potencia Eléctrica

Según (Misaray, et al., 2019) “Es la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un determinado momento. La potencia se representa con la letra P y la unidad de medida es el Vatio o Watt (W)”

De lo expuesto por el autor, la dimensión potencia Eléctrica en nuestro trabajo de investigación permitirá tener un mejor entendimiento sobre los parámetros a tener en cuenta al momento de diseñar el sistema híbrido.

I1: Velocidad y dirección del viento

Según (Alarcón, 2019) la velocidad y la dirección son dos magnitudes del viento, de lo cual la primera se define como la fuerza de desplazamiento del aire entre un sector y tiempo determinados, mientras que la segunda se refiere al lugar de donde proviene o sopla el viento.

De lo expuesto por el autor, la velocidad es el impulso con el que se dirige el viento y la dirección es el rumbo de donde viene, asimismo esto es fundamental puesto que nos ayuda a entender de que manera interviene la velocidad y dirección del viento en el sistema híbrido.

I2: Radiación solar

Según (Pareja, 2020) la radiación solar es la energía que emite el sol y que se propaga en diversas direcciones dentro de la tierra, esto se realiza mediante ondas electromagnéticas, asimismo la radiación es importante

para la tierra puesto que produce energía fotovoltaica, la cual es vital para contrarrestar el cambio climático.

De lo expuesto por el autor, la radiación solar es beneficiosa por la emisión de la energía fotovoltaica, de lo cual esta energía es fundamental al diseñar un sistema híbrido.

I3: Selección del aerogenerador

Según (González , et al., 2017) la selección del aerogenerador es vital puesto que estos dispositivos convierten la energía eólica a energía mecánica que puede ser empleada en distintas investigaciones, por eso se debe seleccionar un aerogenerador de acuerdo a las necesidades que se requieran.

De lo expuesto por el autor, al seleccionar un aerogenerador se debe tomar en cuenta distintas características, así como también los diversos tipos que hay, esto ayudará a escoger el más adecuado para el diseño de un sistema híbrido.

D2: Dimensionamiento energético

Según (Troncoso, 2020) “En el dimensionamiento energético se debe determinar cuál es el consumo de energía que se desea satisfacer, es decir, el consumo de referencia.”

De lo expuesto por el autor, la dimensión dimensionamiento energético en nuestro trabajo de investigación permitirá realizar un diseño del sistema híbrido que tomará en cuenta la demanda de los consumidores.

I1: Máxima Demanda

Según (Borges , et al., 2017) declara que la máxima demanda es cuando el consumo de energía en ciertos horarios tiene una magnitud elevada, de lo cual el autor indica que se debe tener un control riguroso para reducir los costes que se pueden obtener por el masivo consumo.

De lo expuesto por el autor, se debe tener en cuenta los días en los cuales se tiene una máxima demanda de energía para poder abastecer y a la misma vez regular el consumo de energía en las diferentes viviendas.

I2: Potencia y unidades de paneles fotovoltaico

Según (Marcial, 2019) la potencia de los paneles fotovoltaicos los cuales contienen células fotovoltaicas, se refiere a la cantidad de energía que pueden elaborar en ciertas condiciones óptimas y su unidad es de vatios por metros cuadrado.

De lo expuesto por el autor, la potencia y las unidades con las cuales se emplean los paneles fotovoltaicos nos ayuda a establecer la cantidad de potencia que se requiere dentro de la investigación de un sistema híbrido, también utilizando su unidad de medida.

VARIABLE DEPENDIENTE: Generación de energía eléctrica

Según (Cruzatt & Mendoza, 2019) “La generación de energía eléctrica es producida a través de instalaciones de fuentes primarias capaces de obtener energía eléctrica como fuente de materia final”.

Según (Medina, 2015) “La generación de energía eléctrica es requerida para el suministro demandado por un conjunto de unidades habitacionales”.

De lo expuesto por los autores, en el presente trabajo de investigación la generación de energía eléctrica permite garantizar que se satisfaga la demanda eléctrica en la vivienda unifamiliar.

DIMENSIONES

D1: Cantidad de energía eléctrica

Según (Villanueva, 2016) “La cantidad de energía eléctrica depende de la intensidad de corriente, el voltaje y el tiempo que esté pasando la corriente por una determinada instalación.

De lo expuesto por los autores, en el presente trabajo de investigación la cantidad de energía eléctrica permite evaluar la producción de energía eléctrica que nos proporciona el sistema.

I1: Energía promedio diaria.

Según (Rodríguez, et al., 2018) la energía promedio diaria es el consumo de energía que se utiliza durante un todo un día, contando las horas que se emplea para cada equipo o dispositivo que requiera energía.

De lo expuesto por el autor, al determinar el consumo de energía promedio diario se puede conocer el nivel de abastecimiento que debe generar el sistema híbrido.

I2: Tensión de suministro.

Según (Cuisano, y otros, 2020) es la cantidad de voltaje que se transfiere de un cuerpo que tiene mayor cantidad de carga hacia otro que tiene menor carga para poder equilibrar e igualar su potencial eléctrico.

De lo expuesto por el autor, dentro de la presente investigación conocer la tensión de suministro es fundamental para evaluar en que nivel debe estar la tensión, puesto que se enfoca en el abastecimiento de energía a las viviendas, se debe contar con una tensión baja menor a 1kV.

I3: Potencia.

Según (Otero, et al., 2020) la potencia se define como un indicador que mide la cantidad de energía eléctrica que puede generar y gastar dependiendo de las necesidades en las que se empleará sin variar su valor con el tiempo.

De lo expuesto por el autor, al conocer la potencia que se necesita generar mediante el sistema híbrido, para abastecer y solventar el gasto o consumo de energía de las viviendas.

2.4. Definición de Términos básicos

Sistema híbrido: Un sistema híbrido es aquél que aprovecha dos o más fuentes de energía que interactúan entre sí para Suministrar la energía requerida.

Horas de sol pico HSP: Es considerado como; el número de horas en el día, con una hipotética irradiación de $1000\text{W}/\text{m}^2$.

Módulo Fotovoltaico: Es el dispositivo que capta la energía solar para iniciar el proceso de transformación en energía sostenible.

Energía renovable: Proviene de los recursos naturales ilimitadas o con capacidad de renovación, debido a que no generan residuos no contaminan el medioambiente no se agota, son recursos que pueden encontrarse en cualquier parte del mundo.

Sistema solar fotovoltaico: Es el conjunto de dispositivos cuya función es convertir la energía solar directamente en energía eléctrica, acondicionando esta última a los requerimientos de una aplicación determinada.

Irradiancia: La irradiancia es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética.

Radiación solar: Es la energía emitida por el Sol, que se propaga en todas las direcciones a través del espacio mediante ondas electromagnéticas y se genera en las reacciones del hidrogeno en el núcleo del Sol por fusión nuclear y es emitida por la superficie solar.

Densidad del aire: La energía cinética del viento depende de la densidad del aire, es decir, de su masa por unidad de volumen, esto es, cuanto "más pesado" sea el aire más energía recibirá la turbina.

Generador eléctrico: Es un dispositivo capaz de transformar energía mecánica de rotación en energía eléctrica. Esta transformación es posible mediante la acción de un campo magnético sobre conductores eléctricos en un estator.

Mecanismo de orientación: El mecanismo de orientación de un aerogenerador es utilizado para girar el rotor de la turbina en contra del viento, de forma que pase a través del rotor la mayor proporción posible de energía eólica.

Energía Cinética: La Energía cinética es la energía asociada a los cuerpos que se encuentran en movimiento, depende de la masa y de la velocidad del cuerpo.

Regulador de carga: Es un dispositivo electrónico el cual se encarga de medir los niveles de carga de la batería, y así permitirle su carga o descarga.

Capacidad de acumulación eléctrica: Es la cantidad de energía eléctrica que puede obtenerse durante una descarga completa del acumulador, manteniéndose la tensión entre bornes próxima al valor nominal.

III. HIPOTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.2. Hipótesis General

H.G. La Implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

H0. La Implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico no generará energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

3.1.3. Hipótesis Específica

H.E.1 La potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

H.E.2 El dimensionamiento energético generará energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

3.2. Operacionalización de variable

3.2.1 Definición conceptual

Variable independiente: Diseño del Sistema Híbrido

Para el diseño del sistema híbrido se tomará en cuenta la producción de energía necesaria para responder a la demanda de los consumidores a través de la combinación de dos energías renovables.

Variable dependiente: Generación de energía eléctrica

Engloba al conjunto de procesos distintos a través de los cuales puede producirse electricidad.

3.2.2 Operacional de Variables

Tabla 1 Operacionalización de las Variables

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
Diseño del sistema híbrido	Variable independiente	Para el diseño del sistema híbrido se tomará en cuenta la	Potencia Eléctrica	Velocidad y dirección del viento
		producción de energía necesaria para responder a la demanda de los consumidores a través de la combinación de dos energías renovables.	Dimensión energética	Radiación solar
				Selección del aerogenerador
				Máxima Demanda
				Potencia y unidades de paneles fotovoltaico
Generación de energía eléctrica	Variable dependiente	Engloba al conjunto de procesos distintos a través de los cuales puede producirse electricidad	Cantidad de Energía Eléctrica	Energía promedio diaria.
				Tensión de suministro
				Potencia

IV. METODOLOGIA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

TIPO DE INVESTIGACION: Investigación Aplicada

Según **(Lozada, 2014)** “al realizar una investigación aplicada el resultado de la investigación debe generar nuevo conocimiento y el resultado debe ser llevado al campo real para su uso.”

De lo expuesto por el autor, el presente trabajo de investigación es del tipo aplicado, pues en este se aplica la teoría de diseño del Sistema Híbrido como base para la Generación de energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental – transversal

Según **(Hernández et al., 2014)** “Los diseños de investigación transaccional o transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único”.

Este diseño se ajusta al presente trabajo investigación debido a que se realizó en un tiempo limitado y toda la información fue recogida en un solo momento.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL

Según **(Hernández et al., 2014)** “Se caracterizan porque primero se miden las variables y luego, mediante pruebas de hipótesis correlacionales y la aplicación de técnicas estadísticas, se estima la correlación. Aunque la investigación correlacional no establece de forma directa relaciones causales, puede aportar indicios sobre las posibles causas de un fenómeno”

El presente proyecto de investigación es de nivel descriptivo-correlacional porque se mide mediante técnicas estadísticas el nivel de correlación

entre el diseño del Sistema Híbrido y la generación de energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

4.2. Método de Investigación

Según **(Tamayo, 2017)** menciona que “La metodología utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población.”

El presente proyecto de investigación es hipotético deductivo ya que se podrá determinar la veracidad o falsedad de las hipótesis a partir de los resultados obtenidos en el procesamiento estadístico, deduciendo la relación que existe entre las dos variables en estudio.

4.3. Población y muestra

Población

Según **(Quesada, 1988)** mencionó que “se nombrara población a cualquier grupo finito o infinito de individuos o elementos variados, perfectamente identificables sin ambigüedad”.

Según **(Hernández, Fernández y Baptista, 2014)** “Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”.

La población se distribuye en una vivienda unifamiliar de la zona seleccionada para la elaboración del proyecto en el distrito de Andagua – Arequipa.

Muestra

Según **(Hernández, 2014)** menciona que “la muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene

que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de la población”

(Castro, 2003) expresa que "si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población es igual a la muestra”.

De lo expuesto por los autores, se considera como muestra a una de las viviendas unifamiliares en el distrito de Andagua – Arequipa

Muestreo

Según **(Bernal, 2010)** menciona que “El método de muestreo es utilizado para estimar el tamaño de una muestra depende del tipo de investigación que desea realizarse y, por tanto, de las hipótesis y del diseño de investigación que se hayan definido para desarrollar el estudio.”

Según **(Bernal, 2010)** menciona que “La muestra es un subgrupo de elementos de una población selectos para participar en un estudio, de igual forma se puede decir que la muestra es la selección de una población que la puede representar, esto debido a la imposibilidad de conocer los gustos y las necesidades de todos, de esta forma es posible conocer a proporción las respuestas a las cuestiones planteadas.”

De lo expuesto por los autores, la técnica de muestreo es NO PROBABILÍSTICA y emplearemos un muestreo OPINÁTICO, ya que la población es inferior de 50. Por lo tanto, la muestra es igual a la población.

4.4. Lugar de Estudio

El lugar de estudio será el distrito de Andagua – Arequipa.

4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información

4.5.1. Técnicas

Según **(Arias, 2006)** “las técnicas de investigación son las distintas maneras, formas o procedimientos utilizados por el investigador para recopilar u obtener los datos o la información.”

Encuesta

Para **(Trespacios, Vázquez y Bello,2015)** “las encuestas son técnicas de investigación descriptiva que precisan identificar a priori las preguntas a realizar, las personas seleccionadas en una muestra representativa de la población, especificar las respuestas y determinar el método empleado para recoger la información que se vaya obteniendo.”

4.5.2. Instrumentación

Según **(Sabino, 1996)** expone que “un instrumento de recolección de datos es, en principio, cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos la información (...).”

Para esta presente investigación, el instrumento que se utilizará será el cuestionario.

4.5.3. Encuesta

Según **(Sampieri, 2003)** “el método utilizado para la realización de una investigación es la encuesta, la cual consiste en un conjunto de preguntas a una o más variable respecto a una o más variables a medir.”

❖ Cuestionario Virtual

El instrumento de Recolección de datos es necesario que sea aprobado en base al cumplimiento de criterios específicos para que estos puedan ser utilizados.

4.5.4. Validez

Según **(Rusque M., 2003)** “la validez representa la posibilidad de que un método de investigación sea capaz de responder a las interrogantes

formuladas. La validez designa la capacidad de obtener los mismos resultados de diferentes situaciones. La validez no se refiere directamente a los datos, sino a las técnicas de instrumentos de medida y observación, es decir, al grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación.”

De lo expuesto por el autor, la validez de un instrumento en nuestro trabajo de investigación realmente mide las variables que están en la matriz de Operacionalización y que tiene que ser evaluado por un jurado de expertos.

4.5.5. Confiabilidad

Para **(Martin, 2008)** un instrumento de medición es del todo confiable si conseguimos exactamente el mismo resultado cuando repetimos la medición varias veces en condiciones equivalentes. Cuando más varíen los resultados, menos confiable es el instrumento de medición.

De lo expuesto por el autor, la confiabilidad de los instrumentos, que serán aplicados en la presente investigación titulada: “DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE ANDAGUA – AREQUIPA” deberán ser desarrollados utilizando el alfa de Cronbach y la r de Pearson como señal de conformidad respecto a los datos que hemos tomado y obtenido.

4.6. Análisis y procesamiento de Datos

4.6.1. Método de Análisis de Datos

Según **(Kinneer y Taylor, 2002)**, “El análisis de datos consiste en la realización de las operaciones a las que el investigador someterá los datos con la finalidad de alcanzar los objetivos del estudio. Todas estas operaciones no pueden definirse de antemano de manera rígida. La recolección de datos y ciertos análisis preliminares pueden revelar problemas y dificultades que desactualizarán la planificación inicial del

análisis de los datos. Sin embargo, es importante planificar los principales aspectos del plan de análisis en función de la verificación de cada una de las hipótesis formuladas ya que estas definiciones condicionarán a su vez la fase de recolección de datos."

Según **(Arias, 2004)**, "en este punto se describen las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan."

Inferencial: Estima parámetros (generaliza a la población) y prueba hipótesis. Comprende análisis paramétricos que comprende el coeficiente de correlación de Pearson, regresión lineal, prueba T, contraste de la diferencia de proporciones, análisis de varianza y análisis de covarianza. También el análisis no paramétrico que comprende el coeficiente de correlación de Spearman y Kendall, coeficiente de tabulación cuadrada, coeficiente de correlación no lineal y coeficientes de correlación en los que las variables tienen distintos niveles de medición, finalmente el análisis multivariado.

Descriptiva: Tablas o gráficos como tabla de frecuencia, grafico de barras, grafico de tortas, histogramas, diagrama de Pareto, diagrama circular, diagrama de caja; o Medidas de resumen como medidas de dispersión, medidas de posición central, medidas de posición no central, media armónica, varianza, desviación típica, asimetría, curtosis, frecuencias, etc.

Según lo expuesto por el autor, para el presente trabajo de investigación se va utilizar principalmente la herramienta de Microsoft Excel y el programa estadístico SPSS.

4.7. Aspectos Éticos

El presente trabajo de investigación titulado: "DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL

DISTRITO DE ANDAGUA – AREQUIPA” se ha tenido las siguientes consideraciones.

Académico: El contenido de la información es solo con fines académicos.

Objetivo: Los datos de esta investigación son analizados con criterios técnicos e imparcial.

Confiable: Porque la información proporcionada de la empresa Rennan SAC pertenece al área de atención al cliente y se reserva el derecho a la propiedad intelectual.

Veracidad: Porque los resultados obtenidos no serán manipulados o alterados.

Originalidad: Según las Normativas de la Universidad Nacional del Callao, se citarán las fuentes bibliográficas a fin de evitar el plagio.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

5.1.1. Prueba de normalidad

Tabla 2: *Prueba de normalidad – variable diseño de sistema híbrido – Pre Test*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Diseño de sistema híbrido – Pre Test	,967	50	,000

Se aprecia en la variable Sistema híbrido Pre-Test que no existe una distribución normal, empleando en ello la prueba de Shapiro Wilk, ya que se tiene la muestra de personas igual a 50, dicha prueba señala que el nivel de significancia es < 0.05 .

Tabla 3: *Prueba de normalidad – variable diseño de sistema híbrido – Post Test*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Diseño de sistema híbrido – Post Test	,912	50	,000

Se aprecia en la variable Sistema híbrido Post-Test que no existe una distribución normal, empleando en ello la prueba de Shapiro Wilk, ya que se tiene la muestra de personas igual a 50, dicha prueba señala que el nivel de significancia es < 0.05 .

Tabla 4: Prueba de normalidad – variable Generación de energía eléctrica – Pre Test

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Generación de energía eléctrica – Pre Test	,903	50	,000

Se logra observar en la variable Generación de energía eléctrica Pre-Test que no existe una distribución normal, empleando en ello la prueba de Shapiro Wilk, ya que se tiene la muestra de personas igual a 50, dicha prueba señala que el nivel de significancia es < 0.05 .

Tabla 5: Prueba de normalidad – variable Generación de energía eléctrica – Post Test

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Generación de energía eléctrica – Post Test	,930	50	,000

Se logra observar en la variable Generación de energía eléctrica Post-Test que no existe una distribución normal, empleando en ello la prueba de Shapiro Wilk, ya que se tiene la muestra de personas igual a 50, dicha prueba señala que el nivel de significancia es < 0.05 .

5.1.2. Distribución de frecuencia

Tabla 6: Niveles y rangos de la variable Diseño del sistema híbrido

	Bajo:	Medio:	Alto:
Variable Diseño del sistema híbrido	[10 – 23>	[24 – 37>	[38 – 50>

Tabla 7: Tabla de frecuencia de la variable Diseño del sistema híbrido Pre Test – Post Test

Pre Test					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	44	88,0	88,0	88,0
	Medio	6	12,0	12,0	100,0
	Alto	0	0,0	0,0	
	Total	50	100,0	100,0	
Post Test					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	0	0,0	0,0	0,0
	Medio	3	6,0	6,0	6,0
	Alto	47	94,0	94,0	100,0
	Total	50	100,0	100,0	

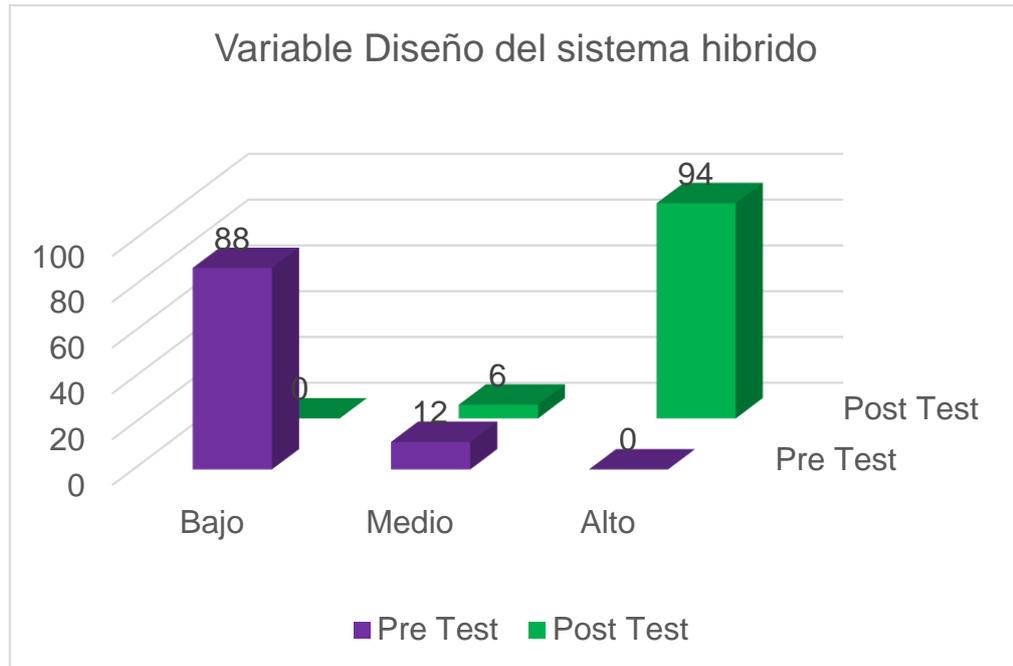


Figura 3: Variable Diseño del sistema híbrido Pre Test – Post Test

La variable “Diseño del sistema híbrido” en el pre test presentó un valor de 88 % del nivel bajo y un 12 % en nivel medio, por otro lado, en el proceso de post test, se evidenció un valor de 6 % del nivel medio y un 94 % del nivel alto. Existiendo una mejora evidente y significativa.

Tabla 8: *Niveles y rangos de la dimensión Potencia eléctrica*

	Bajo:	Medio:	Alto:
Dimensión potencia eléctrica	[6 – 14>	[15 – 23>	[24 – 30>

Tabla 9: *Tabla de frecuencia de la dimensión Potencia eléctrica Pre test – Post test*

Pre Test					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	40	80,0	80,0	80,0
	Medio	10	20,0	20,0	100,0
	Alto	0	0,0	0,0	
	Total	50	100,0	100,0	
Post Test					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	0	0,0	0,0	0,0
	Medio	5	10,0	10,0	10,0
	Alto	45	90,0	90,0	100,0
	Total	50	100,0	100,0	

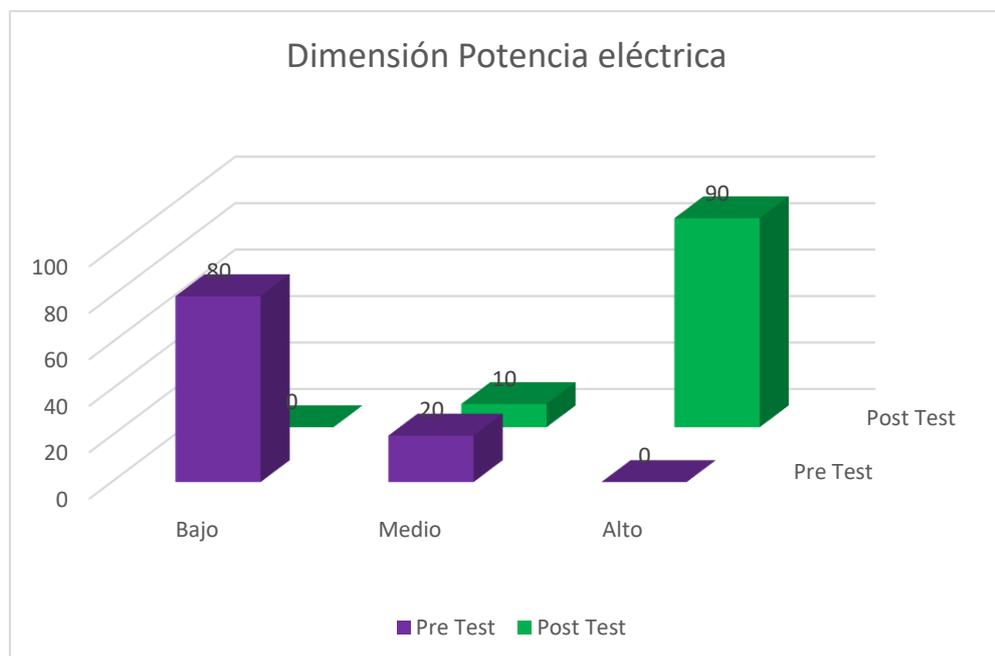


Figura 4: Dimensión Potencia eléctrica Pre test – Post test

La dimensión “Potencia eléctrica” en el pre test presentó un valor de 80 % del nivel bajo y un 20 % en nivel medio, por otro lado, en el proceso de

post test, se evidenció un valor de 10 % del nivel medio y un 90 % del nivel alto. Existiendo una mejora notable y significativa.

Tabla 10: Niveles y rangos de la dimensión dimensionamiento energético

	Bajo:	Medio:	Alto:
Dimensión dimensionamiento energético	[4 – 9>	[10 – 15>	[16 – 20>

Tabla 11: Tabla de frecuencia de la dimensión Dimensionamiento energético Pre Test – Post Test

Pre Test					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	38	76,0	76,0	76,0
	Medio	12	24,0	24,0	100,0
	Alto	0	0,0	0,0	
	Total	50	100,0	100,0	
Post Test					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	0	0,0	0,0	0,0
	Medio	6	12,0	12,0	12,0
	Alto	44	88,0	88,0	100,0
	Total	50	100,0	100,0	

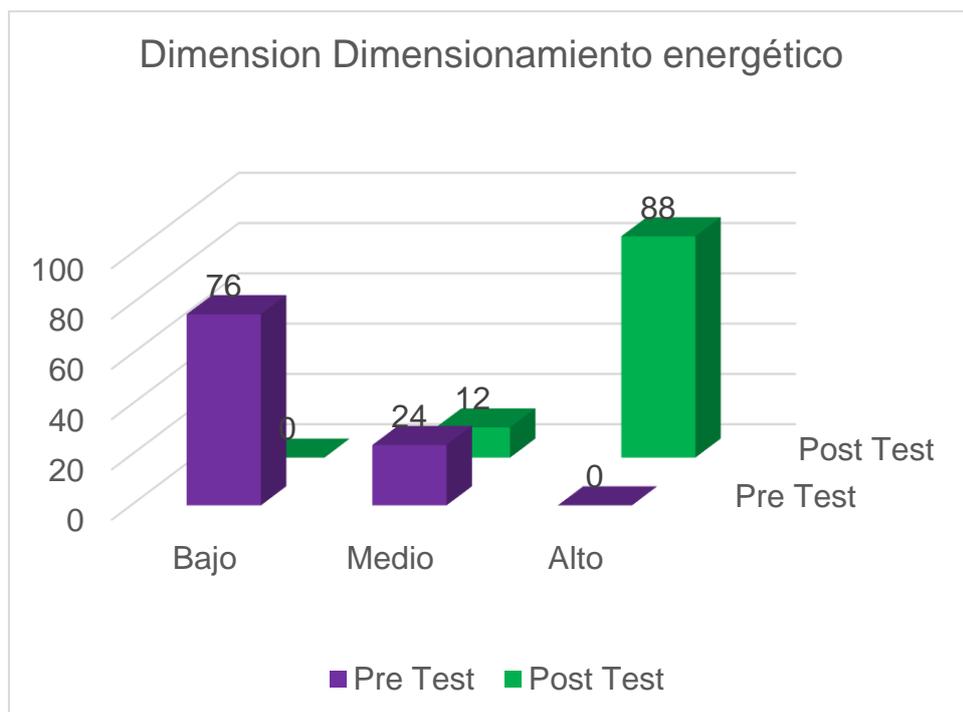


Figura 5: Dimensionamiento energético Pre Test – Post Test

La dimensión “Dimensionamiento energético” en el pre test presentó un valor de 76 % del nivel bajo y un 24 % en nivel medio, por otro lado, en el proceso de post test, se evidenció un valor de 12 % del nivel medio y un 88 % del nivel alto. Existiendo una mejora notable y significativa.

Tabla 12: Niveles y rangos de la variable Generación de energía eléctrica

	Bajo:	Medio:	Alto:
Variable Generación de energía eléctrica	[6 – 14>	[15 – 23>	[24 – 30>

Tabla 13: Tabla de frecuencia de la variable Generación de energía eléctrica Pre Test – Post Test

Pre Test					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	40	80,0	80,0	80,0
	Medio	10	20,0	20,0	100,0
	Alto	0	0,0	0,0	
	Total	50	100,0	100,0	
Post Test					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	0	0,0	0,0	0,0
	Medio	7	14,0	14,0	14,0
	Alto	43	86,0	86,0	100,0
	Total	50	100,0	100,0	

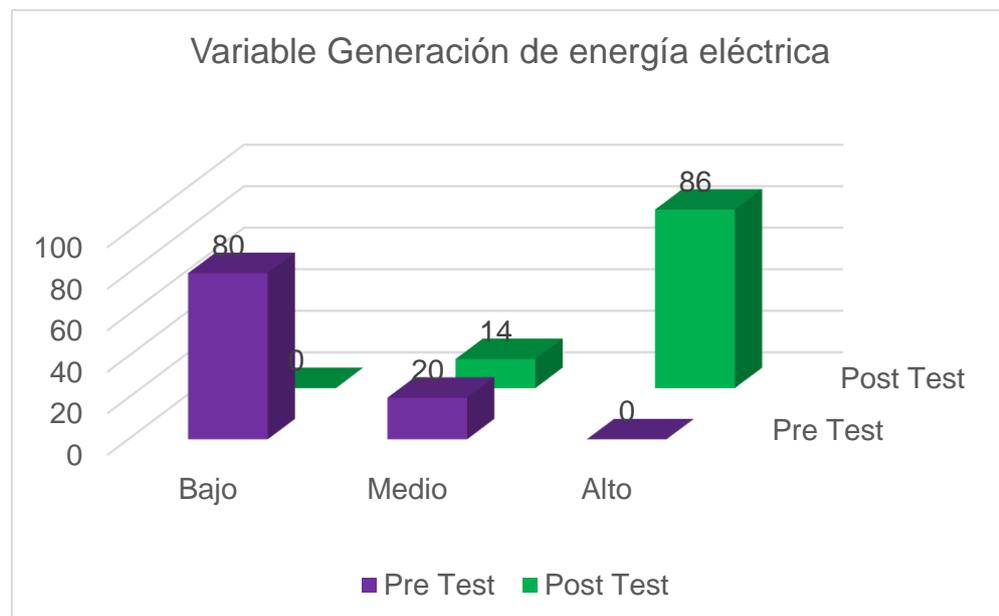


Figura 6: Variable Generación de energía eléctrica Pre Test – Post Test

La variable “Generación de energía eléctrica” en el pre test presentó un valor de 80 % del nivel bajo y un 20 % en nivel medio, por otro lado, en el

proceso de post test, se evidenció un valor de 14 % del nivel medio y un 86 % del nivel alto. Existiendo una mejora notable y significativa.

Tabla 14: Niveles y rangos de la dimensión Cantidad de energía eléctrica

	Bajo:	Medio:	Alto:
Dimensión cantidad de energía eléctrica	[6 – 14>	[15 – 23>	[24 – 30>

Tabla 15: Tabla de frecuencia de la dimensión Cantidad de energía eléctrica Pre Test – Post Test

		Pre Test			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	43	86,0	86,0	86,0
	Medio	7	14,0	14,0	100,0
	Alto	0	0,0	0,0	
	Total	50	100,0	100,0	
		Post Test			
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Bajo	0	0,0	0,0	0,0
	Medio	7	14,0	14,0	14,0
	Alto	43	86,0	86,0	100,0
	Total	50	100,0	100,0	

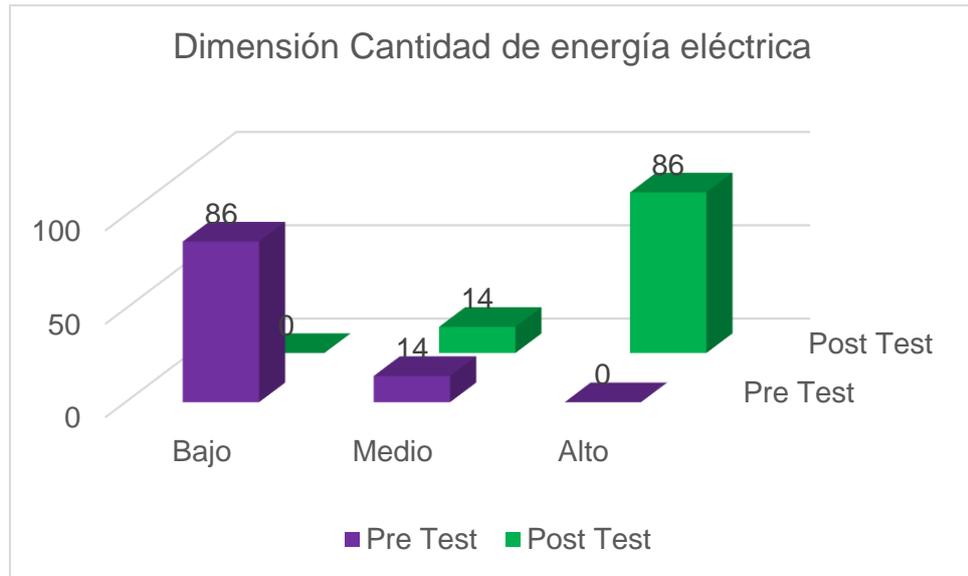


Figura 7: Dimensión Cantidad de energía eléctrica Pre Test – Post Test

La dimensión “Energía eléctrica” en el pre test presentó un valor de 86 % del nivel bajo y un 14 % en nivel medio, por otro lado, en el proceso de post test, se evidenció un valor de 14 % del nivel medio y un 86 % del nivel alto. Existiendo una mejora notable y significativa.

5.2. Resultados inferenciales

Presenciando en la prueba de normalidad que ambas variables obtuvieron una distribución no normal en los procesos de pre y post test, se empleara la prueba de Wilcoxon, con el objetivo de evaluar las muestras relacionadas y determinar si hubo una mejora o cambio notorio.

Hipótesis general

H0: La Implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico no generará energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

H1: La Implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

Tabla 16: Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Diseño del sistema híbrido y Diseño del sistema híbrido es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

Tabla 17: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

N total	50
Estadístico de prueba	1275,000
Error estándar	103,525
Estadístico de prueba estandarizado	6,158
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

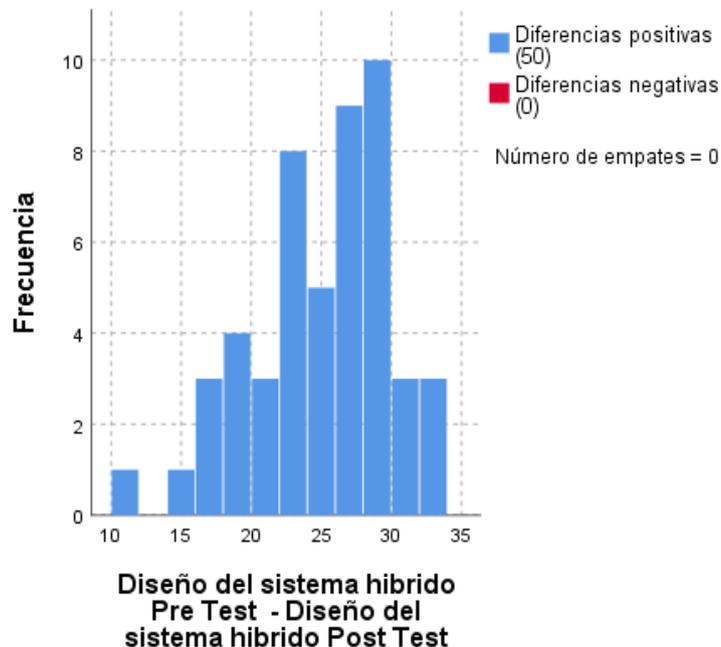


Figura 8: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

Haciendo uso de la prueba de Wilcoxon de las muestras relacionadas, se logró evidenciar que se rechaza la hipótesis nula, como se indica en la tabla 15, asimismo aquello refleja una significancia de 0,000, mostrando la validez del resultado obtenido. Además, la figura 6 muestra que existe una mejora evidente en la variable “Diseño del sistema híbrido” entre las pruebas de pre y post test, siendo positiva su progreso.

Tabla 18: *Resumen de contrastes de hipótesis*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Generación de energía eléctrica y Generación de energía eléctrica es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

Tabla 19: *Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas*

N total	50
Estadístico de prueba	1275,000
Error estándar	103,433
Estadístico de prueba estandarizado	6,163
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

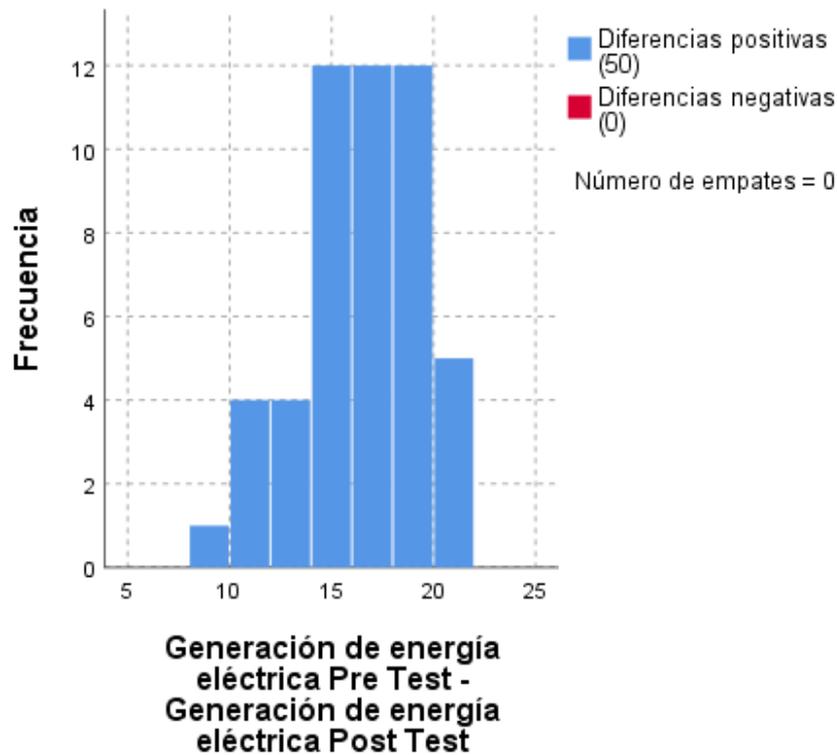


Figura 9: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

Utilizando la prueba de Wilcoxon de las muestras relacionadas, se logró evidenciar que se rechaza la hipótesis nula, como se indica en la tabla 17, asimismo aquello refleja una significancia de 0,000, mostrando la validez del resultado obtenido. Además, la figura 7 muestra que existe una mejora evidente en la variable “Generación de energía eléctrica” entre las pruebas de pre y post test, siendo positiva su progreso.

Siendo así que se valida la hipótesis alterna, en donde la Implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

Hipótesis específica 1

H0: La potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico-fotovoltaico no generará energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

H1: La potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

Tabla 20: *Resumen de contrastes de hipótesis*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Potencia Eléctrica y Potencia Eléctrica es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

Tabla 21: *Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas*

N total	50
Estadístico de prueba	1275,000
Error estándar	103,474
Estadístico de prueba estandarizado	6,161
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

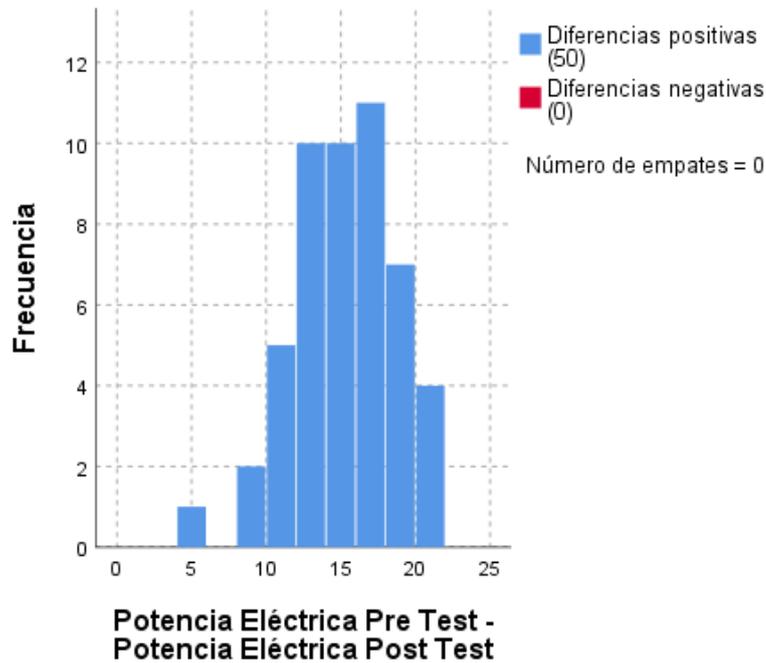


Figura 10: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

Utilizando la prueba de Wilcoxon de las muestras relacionadas, se logró evidenciar que se rechaza la hipótesis nula, como se indica en la tabla 19, asimismo aquello refleja una significancia de 0,000, mostrando la validez del resultado obtenido. Además, la figura 8 muestra que existe una mejora evidente en la variable “Potencia Eléctrica” entre las pruebas de pre y post test, siendo positiva su progreso.

Siendo así que se valida la hipótesis alterna, en donde la potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico- fotovoltaico no generará energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

Hipótesis específica 2

H0: El dimensionamiento energético no generará energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

H1: El dimensionamiento energético generará energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

Tabla 22: *Resumen de contrastes de hipótesis*

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La mediana de diferencias entre Dimensionamiento energético y Dimensionamiento energético es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,000	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

Tabla 23: *Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas*

N total	50
Estadístico de prueba	1275,000
Error estándar	103,229
Estadístico de prueba estandarizado	6,176
Sig. asintótica (prueba bilateral)	,000

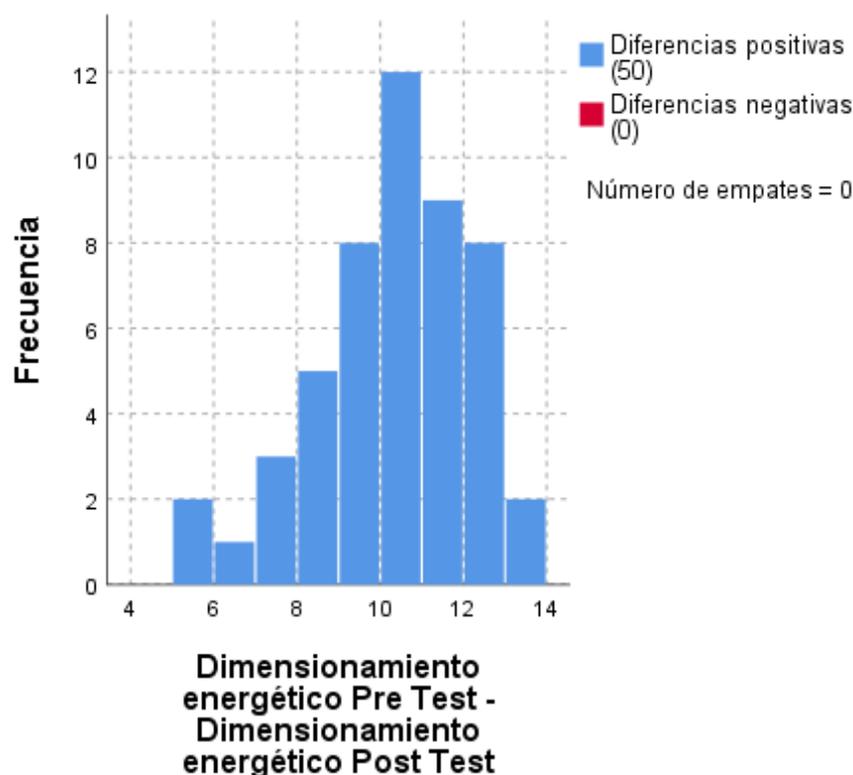


Figura 11: Resumen de prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas

Utilizando la prueba de Wilcoxon de las muestras relacionadas, se logró evidenciar que se rechaza la hipótesis nula, como se indica en la tabla 21, asimismo aquello refleja una significancia de 0,000, mostrando la validez del resultado obtenido. Además, la figura 9 muestra que existe una mejora evidente en la dimensión “Dimensionamiento energético” entre las pruebas de pre y post test, siendo positiva su progreso.

Siendo así que se valida la hipótesis alterna, en donde el dimensionamiento energético generará energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.

VI. DISCUSION DE RESULTADOS

6.1. Constatación y demostración de la hipótesis con los resultados

Estudiando la primera hipótesis, se pudo identificar que existe un impacto significativo en la Implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico que genera energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa. Empleando en las variables la prueba de Shapiro Wilk ya que se posee una población igual a 50, teniendo como resultado en el Pre test y Post test en ambas variables un nivel de significancia de 0,000; asimismo, en el análisis descriptivo en donde la variable Diseño del sistema híbrido evidencio el valor en el pre test un 88% de nivel bajo y un 12% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 6% nivel medio y 94% nivel alto. Por otro lado, la variable Generación de energía eléctrica se obtuvo en el pre test un 80% de nivel bajo y 20% de nivel medio, y en el post test se obtuvo un 14% de nivel medio y un 86% de nivel alto, empleando en ello la prueba de Wilcoxon ya que se evidencia en la prueba de normalidad que posee una distribución no normal, en ello se posee el sig. 0,000. Finalmente se rechaza la hipótesis nula e indica que existe una mejora evidente y un progreso positivo en las variables.

Asimismo, al analizar la hipótesis específica, la cual menciona que existe un impacto positivo en la potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico- fotovoltaico genera energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa. Empleando en las variables la prueba de Shapiro Wilk ya que se posee una población igual a 50, teniendo como resultado en el Pre test y Post test en ambas variables un nivel de significancia de 0,000; asimismo, la dimensión “Potencia eléctrica” evidencio el valor en el pre test un 80% de nivel bajo y un 20% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 10% nivel medio y 90% nivel alto. Asimismo, aplicando la prueba de Wilcoxon ya que se evidencia en la prueba de normalidad que posee una distribución no normal, en ello se evidencia la sig. 0,000 y se

toma la decisión de rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Finalmente se evidencia que hubo mejora en el trayecto del desarrollo del pre test y post test, el cual se toma como progreso positivo para la variable y dimensión.

Por último, se evidencia mediante el análisis de la segunda hipótesis específica que el dimensionamiento energético genera energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa. Empleando en las variables la prueba de Shapiro Wilk ya que se posee una población igual a 50, teniendo como resultado en el Pre test y Post test en ambas variables un nivel de significancia de 0,000; asimismo, la dimensión “dimensionamiento energético” evidencio el valor en el pre test un 76% de nivel bajo y un 24% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 12% nivel medio y 88% nivel alto. Aplicando la prueba de Wilcoxon ya que se evidencia en la prueba de normalidad que posee una distribución no normal, en ello se evidencia la sig. 0,000 y se toma la decisión de rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Finalmente se evidencia que hubo mejora en el trayecto del desarrollo del pre test y post test, el cual se toma como progreso positivo para la variable “Generación de energía eléctrica” y dimensión “Dimensionamiento energético”.

6.2. Contratación de los resultados con otro estudio similares

Luego de estudiar los resultados de la encuesta y de la obtención de datos descriptivo e inferenciales en la hipótesis general, mediante la aplicación de la prueba de Wilcoxon de las muestras relacionadas, se logró observar que el valor de significancia es de 0,000, también se rechazó la hipótesis nula y se acepta la alternativa, teniendo como los valores de la variable “Diseño del sistema hibrido” en el Pre Test tuvo el valor un 88% de nivel bajo y un 12% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 6% nivel medio y 94% nivel alto. Por otro lado, la variable “Generación de energía eléctrica” se obtuvo en el pre test un 80% de nivel bajo y 20% de nivel medio, y en el post test se obtuvo un 14% de nivel

medio y un 86% de nivel alto; evidenciando mediante los resultados que el diseño del sistema híbrido genera energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua, lo cual tiene sentido ya que ante lo encontrado por (Ochoa y Ronquillo, 2021) quien menciona que el sistema híbrido de generación de energía debe tener constante mantenimiento y supervisión por un especialista, esto con la finalidad de que siga beneficiando con la generación de energía a la población y sea por tiempo prolongado, de igual manera (Navarro, 2020) quien indica que para emplear de manera efectiva el diseño del sistema híbrido se tiene que tener en cuenta el nivel periódico del sistema de generación que requieren, también el poder identificar el nivel de energía que consume cada hogar, el cual permite que el diseño del sistema híbrido pueda generar energía eléctrica a los pobladores.

Estudiando la primera hipótesis, el cual en la investigación la dimensión "Potencia eléctrica" evidencia tener el valor en el pre test un 80% de nivel bajo y un 20% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 10% nivel medio y 90% nivel alto, y mediante la aplicación de la prueba de Wilcoxon de las muestras relacionadas, se logró observar que el valor de significancia es de 0,000, también se rechazó la hipótesis nula y se acepta la alternativa, esto se puede corroborar por (Villatoro, 2018) quien menciona que el poder identificar la cantidad exacta de horas que alcanza el nivel solar, lo cual también se relaciona con la zona en donde los rayos de sol tienen mayor impacto, esto se debe de tomar en cuenta para poder recaudar mayor energía mediante los paneles y así poder tener una mayor potencia eléctrica para los pobladores. Asimismo, también se evidencia que (Hervas y Moscoso, 2015) quienes mencionan que para el nivel de potencia de energía sea optima, esta debe en la instalación y estudio para instalarlo en la localidad debe ser por un profesional, para así evitar que se tenga algún fallo o no se obtenga la carga de energía esperada y pueda cubrir las necesidades de los pobladores.

Analizando la segunda hipótesis específica, se pudo evidenciar mediante los datos descriptivo e inferenciales mediante la aplicación de la

prueba de Wilcoxon de las muestras relacionadas, se logró observar que el valor de significancia es de 0,000, también se rechazó la hipótesis nula y se acepta la alternativa, teniendo los valores de la dimensión “Dimensionamiento energético” el valor en el pre test un 76% de nivel bajo y un 24% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 12% nivel medio y 88% nivel alto, indicando estos resultados que el dimensionamiento energético genera energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua; lo cual se corrobora por lo hallado en (Rivera, 2018) quien menciona que es de suma importancia saber el nivel que requiere la población de energía eléctrica, asimismo, el conocer en que locación genera mayor beneficio para la recolección de energía, realizando un estudio previo a la ejecución del proyecto. También con relación a (Jamjachi, 2021) quien menciona que los dispositivos posean certificación de compatibilidad electromagnética para que los pobladores puedan gozar del beneficio de sistema híbrido eólico.

6.3. Responsabilizada ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

En la presente indagación, los autores poseen la responsabilidad certera de la totalidad de información que se encuentra dentro del estudio, el cual tiene como título “Diseño de un sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua - Arequipa”, igualmente se cumplió satisfactoriamente con el reglamento expuesto por la Universidad Nacional del Callao.

VII. CONCLUSIONES

Primera: Se logró evidenciar que la Implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico genera energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa. Ya que en la aplicación de la prueba de Wilcoxon se mostró el dato de significancia de 0,00 y tomando la decisión de rechazar la hipótesis nula. Asimismo, la variable Diseño del sistema híbrido evidencio el valor en el pre test un 88% de nivel bajo y un 12% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 6% nivel medio y 94% nivel alto. Por otro lado, la variable Generación de energía eléctrica se obtuvo en el pre test un 80% de nivel bajo y 20% de nivel medio, y en el post test se obtuvo un 14% de nivel medio y un 86% de nivel alto.

Segunda: Se logró evidenciar que la potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico- fotovoltaico generará energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa. Ya que en la aplicación de la prueba de Wilcoxon se mostró el dato de significancia de 0,00 y la decisión de rechazar la hipótesis nula. Asimismo, la dimensión Potencia eléctrica evidencio el valor en el pre test un 80% de nivel bajo y un 20% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 10% nivel medio y 90% nivel alto. Por otro lado, la variable Generación de energía eléctrica se obtuvo en el pre test un 80% de nivel bajo y 20% de nivel medio, y en el post test se obtuvo un 14% de nivel medio y un 86% de nivel alto.

Tercera: Se logró evidenciar que el dimensionamiento energético generará energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa. Ya que en la aplicación de la prueba de Wilcoxon se mostró el dato de significancia de 0,00 y la decisión de rechazar la hipótesis nula. Asimismo, la dimensión dimensionamiento energético evidencio el valor en el pre test un 76% de nivel bajo y un 24% en el nivel medio; asimismo, en el post test se evidencio los niveles con un 12% nivel medio y 88% nivel alto.

VIII. RECOMENDACIONES

Primero: El diseño del sistema híbrido eólico-fotovoltaico debe ser revisado y testeado previamente para el uso de las personas; evidenciando que el sistema que se aplicara es de buena calidad y que generara beneficio en la vida de los pobladores. Asimismo, en donde los especialistas puedan identificar en que espacio se puede captar mayor cantidad de viento para generar masivamente energía eléctrica y así beneficiar a una cantidad mayor de pobladores.

Segunda: Por otro lado, se recomienda que el diseño que se utilizara para la generación de energía eléctrica deba ser la adecuada para la potencia eléctrica que produce el lugar, siendo que, si el promedio de potencia eléctrica producido es bajo o intensa, el sistema pueda recepcionar y generar energía en una óptima condición. Asimismo, en donde el material del sistema híbrido-eólico sea óptimo para el desarrollo de las actividades por tiempo prolongados.

Tercera: Finalmente se recomienda, que se deba estudiar la demanda frecuente de la energía eléctrica, permitiendo que se pueda estudiar un resultado a raíz de esta necesidad, también, la utilización de paneles fotovoltaico, esta herramienta debe ser estudiada de manera correcta para el uso efectivo, permitiendo hacer gozo de la totalidad de su beneficio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, H y Espitia, A. 2020. *Implementación de un prototipo de oxigenador accionado por energía eólica en un cultivo hidropónico de raíz flotante en la localidad de Bolivar.* Universidad distrital Francisco José de Caldas. 2020.

Amezquita , L. 2019. *Diseño de un sistema de energía híbrido (solar-eólico) para el soporte de las telecomunicaciones en el cerro girasoles del Ejército Nacional de Colombia.* Universidad Piloto de Colombia. 2019.

Análisis de diferentes álabes de un aereo generador de eje vertical para oxigenar estanques de peces. **Baldomero, M. 2012.** 2012, Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol. 4, págs. 617-623.

Análisis de fallas en sistemas híbridos conectados a la red eléctrica. **Carlos , R, Ramos , A y Jurado, F. 2020.** 2, 2020, Ingeniantes, Vol. 1, págs. 71-76.

Análisis del potencial eólico y solar para la implementación de un sistema híbrido de generación eléctrica ubicadas en la comunidad rural oriental de la provincia de Zamora Chinchipe. **Ávila , D y Gonzales , T. 2022.** 1, 2022, Polo del Conocimiento, Vol. 7, págs. 674-685.

Arce, R. 2017. *Dseño de un sistema de generación Solar-Eólico para ser aplicado en electrificación rural en el distrito de Andagua.* Universidad Católica de Santa María. 2017.

Bahamonde, M. 2019. *Estudio del potencial eólico en mar abierto y optimización de la producción energética en la implantación de parques eólicos marinos.* Departamento de Ingeniería Eléctrica y Térmica, Universidad de Huelva. 2019.

Barragán, S. 2016. *Evaluación de la eficiencia energética de un sistema de paneles fotovoltaicos con ángulo de inclinación fijo.* Universidad ECCI. 2016.

Caamaño, Estefania y Palacios, Susana. 2019. *Potencial solar fotovoltaico de las cubiertas edificatorias de la ciudad de Vitoria-Gasteiz: caracterización y análisis.* Universidad Politécnica de Madrid. 2019.

Crespo, A. 2021. *Diseño de una planta solar fotovoltaica de 300 KWp para autoconsumo con análisis de eficiencia energética en un centro comercial.* Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 2021.

Cruzatt, J y Mendoza, E. 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.* Universidad César Vallejo. 2019.

Deza, D. 2022. *Viabilidad para la implementación de sistemas On Grid con microinversores de 600W de potencia para autoconsumo de edificaciones ubicadas en la ciudad de Juliaca-2020.* Universidad Nacional del Altiplano. 2022.

Diseño de un rotor eólico tipo Darrieus helicoidal. **Mendoza, Nuria y Rodríguez, Mario. 2017.** 2, 2017, Revista de Ingeniería Mecánica, Vol. 1, págs. 34-41.

Diseño de un sistema híbrido de generación eléctrica a partir de fuentes renovables de energía. **Him, M. 2013.** 2013, Tecnología I+D, Vol. 4, págs. 47-50.

Diseño de un sistema híbrido eólico solar para suministro de energía eléctrica a zona rural en el estado de Chihuahua. **Corral , C, y otros. 2014.** 54, 2014, Cultura Científica y Tecnológica, Vol. 10.

Flores, J y Lazcano, J. 2012. *Sistema híbrido eólico-fotovoltaico para casa habitación con tarifa DAC.* Universidad Nacional Autónoma de México. 2012.

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

Gómez, J. 2020. *Diseño y optimización de un sistema híbrido renovable con gestión de la demanda y aplicaciones en península y modo isla.* Universidad Politécnica de Valencia. 2020.

González , R. 2019. *Propuesta de un Sistema Híbrido eólico-fotovoltaico para el Hotel Santa Clara Libre.* Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. 2019.

Henríquez, S y Nahuelquin, S. 2017. *Estudio de Factibilidad Técnica de un sistema híbrido solar-eólico para una comunidad de casas en San Nicolás.* Universidad del BIO-BIO. 2017.

Hervas , J y Moscoso, M. 2015. *Análisis de potencial eólico y solar para la implementación de un sistema híbrido de generación eléctrica en base al uso de energías alternativas en el páramo Chatupas, periodo 2015.* Universidad técnica de Cotopaxi. 2015.

Hinostroza, J. 2021. *Diseño de un sistema de generación híbrido solar-eólico para una zona aislada multifamiliar ubicada en Santa Cruz de Asia.* Universidad Tecnológica del Perú. 2021.

Huérfano, Karen y Gómez, María. 2020. *Dimensionamiento e implementación de un sistema híbrido eólico-solar fotovoltaico para abastecimiento de energía eléctrica en la institución Luis Carlos Galán de Cazucá, Soacha.* Universidad Santo Tomás. 2020.

Ibañez, R. 2017. *Estudio, diseño y ejecución de una red FTTH en el municipio de Basauri.* Universidad de Sevilla. 2017.

Jamjachi, Juan. 2021. *Diseño de un sistema eléctrico híbrido para una vivienda residencial.* Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2021. Trabajo de Investigación.

Jurado, E. 2015. *Diseño de un sistema mixto eólico-fotovoltaico para suministro de energía eléctrica a una casa rural en Conil de la Frontera.* Universidad de Cádiz. 2015.

Medina, G. 2015. *Sistema híbrido de generación de energía eléctrica eólico fotovoltaico aislado para el suministro eléctrico demandado por un edificio habitacional.* Instituto Politécnico Nacional. 2015.

Misaray, R, Huanachin, J y Rodríguez, J. 2019. *Una propuesta basada en Smart Grid para mejorar la electrificación rural en el Perú.* ESAN. 2019.

Mosquera, O. 2017. *Evaluación del potencial solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en la unidad educativa "Juan Abel Echevarría" de la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi.* Universidad Técnica de Cotopaxi. 2017.

Navarro, J. 2020. *Diseño de un sistema híbrido de energía renovable eólico fotovoltaico para satisfacer la demanda eléctrica del centro poblado Piedra Loza ubicado en el distrito de Salas provincia de Lambayeque.* Universidad César Vallejo. 2020.

Ochoa , D y Ronquillo, M. 2021. *Análisis y reacondicionamiento del sistema de generación híbrido (eólico-fotovoltaico) aislado de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.* Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. 2021.

Parrales, H. 2019. *Análisis del uso eficiente de la energía un sistema de respaldo utilizando la red eléctrica pública y paneles fotovoltaicos.* Escuela Superior Politécnica del Litoral. 2019.

Quispe, L. 2021. *Diseño del sistema híbrido para lograr autoabastecer de energía eléctrica a las instalaciones de la granja experimental agropecuaria de Yauris.* Universidad Nacional del Centro del Perú. 2021.

Reategui, A. 2018. *Evaluación del potencial eólico para la generación de energía eléctrica en la finca Santa Victoria Lamas 2018.* Universidad César Vallejo. 2018.

Rivera, J. 2018. *Diseño de un sistema híbrido eólico solar para la generación de energía eléctrica para el caserío virgen del carmen distrito y provincia de Jaén departamento de Cajamarca.* Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 2018. Tesis.

Serván , J. 2014. *Análisis Técnico - Económico de un sistema híbrido de baja Potencia eólico solar conectado a la red.* Universidad de Piura. 2014.

Tasinchana, C. 2021. *Propuesta Técnica Económica para un sistema de generación solar fotovoltaico conectado a red para el supermercado Mi Rey ubicado en la ciudad de Ibarra.* Universidad Técnica del Norte. 2021.

Troncoso, Uriel. 2020. *Dimensionamiento y evaluación económica de generación distribuida fotovoltaica en áreas residenciales comunitarias con conexión a la red y esquema NetBilling.* Universidad de Chile. 2020. Tesis Pregrado.

Vera, J. 2010. *Incorporación del recurso eólico en esquemas de despacho económico con restricciones de seguridad.* Universidad de Chile. 2010.

Villanueva, G. 2016. *Estudio de la viabilidad de un sistema de generación de energía eléctrica basado en energías renovables para países en vías de desarrollo.* Universidad Carlos III Madrid. 2016.

Villatoro, E. 2018. *Diseño de un sistema de generación híbrido eólico-fotovoltaico residencial interconectado a la red.* Tecnológico Nacional de México. 2018.

ANEXOS

Matriz de Consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTACION	METODOLOGIA
<p>En materia de energía eléctrica, el aumento del precio de los energéticos ha planteado la necesidad de implementar métodos de ahorro de energía y se ha explorado poco el abastecimiento con fuentes alternativas de energía que no dependan totalmente de la red eléctrica y que tengan una buena relación costo-beneficio. La falta de energía en comunidades constituye una situación crítica, ya que suele estar asociada con la ausencia de telecomunicaciones, educación, servicios de salud, y frecuentemente, agua potable. En Andagua la principal actividad es el comercio y la agropecuaria de subsistencia, pero no cuenta con infraestructura de servicios adecuada.</p>	<p>O.G. Diseñar un sistema híbrido eólico-fotovoltaico para generar energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.</p>	<p>H.G. La implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Diseño del sistema híbrido</p> <p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Potencia Eléctrica</p> <p>I1: Velocidad y dirección del viento</p> <p>I2: Radiación solar</p> <p>I3: Selección del aerogenerador</p> <p>D2: Dimensionamiento energético</p> <p>I1: Máxima Demanda</p> <p>I2: Potencia y unidades de paneles fotovoltaico (kWp).</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: Aplicada.</p> <p>Diseño de la Investigación:</p> <p>NO EXPERIMENTAL – TRANSVERSAL.</p> <p>Nivel de la Investigación:</p> <p>DESCRIPTIVO-CORRELACIONAL.</p>
<p>Problema General:</p> <p>P.G. ¿Cómo la implementación del diseño de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en la vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>P.E.1. ¿Cómo la potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa?</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>O.E.1. Utilizar la potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico-fotovoltaico para generar energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.</p> <p>O.E.2. Realizar el dimensionamiento energético para la generación de la energía eléctrica en una vivienda</p>	<p>Hipótesis Específicas:</p> <p>H.E.1 La potencia eléctrica para el diseño del sistema híbrido eólico-fotovoltaico generará energía eléctrica en vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.</p> <p>H.E.2. El dimensionamiento</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Generación de energía eléctrica</p> <p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Cantidad de Energía Eléctrica</p> <p>I1: Energía promedio diaria.</p> <p>I2: Tensión de suministro</p>	<p>Población Y Muestra:</p> <p>Población:</p> <p>De lo expuesto por los autores, mi población es de tipo finita. Para el presente trabajo de investigación, se identifica como 50 pobladores de las viviendas en el distrito de Andagua – Arequipa.</p> <p>Muestra:</p> <p>Para el presente trabajo de</p>	

<p>P.E.2. ¿Cómo el dimensionamiento energético generará energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa?</p>	<p>unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.</p>	<p>energético generará energía eléctrica en una vivienda unifamiliar en el distrito de Andagua – Arequipa.</p>	<p>I3: Potencia</p>		<p>investigación, se identifica como 50 pobladores de las viviendas en el distrito de Andagua – Arequipa.</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Instrumento de recolección de datos

CUESTIONARIO DE DISEÑO DEL SISTEMA HIBRIDO

**Título: “DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO
PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA
UNIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE ANDAGUA – AREQUIPA”.**

La presente es una encuesta que tiene como propósito identificar la problemática de un diseño del sistema híbrido, 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: “DISEÑO DEL SISTEMA HIBRIDO”	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN “Potencia Eléctrica”					
INDICADOR “Velocidad y dirección del viento”					
1. El sistema híbrido de los recursos renovables establecen eficiencia obteniendo sinergia.					
2. La velocidad y dirección del viento son adecuados para potenciar el sistema híbrido.					
INDICADOR “Radiación solar”					
3. La potencia eléctrica generada por la radiación solar es la más adecuada para satisfacer al distrito.					
4. Existe una correcta distribución de los paneles solares y hélices en el proceso de producción de energía.					
INDICADOR “Selección del aerogenerador”					
5. El aerogenerador utilizado satisface las demandas energéticas del distrito.					
6. el voltaje suministrado por el aerogenerador es constante durante todo el tiempo.					

DIMENSIÓN “Dimensionamiento energético”					
INDICADOR “Máxima Demanda”					
7. Los valores estimados de consumo de energía para satisfacer son adecuados para el distrito.					
8. El diseño empleado para la demanda de energía cumple con los estándares de calidad					
INDICADOR “Potencia y unidades de paneles fotovoltaico (kWp)”					
9. La recepción de la energía solar por parte del panel es eficiente.					
10. Existe un voltaje óptimo en los paneles y la energía distribuida es suficiente para el distrito es.					

CUESTIONARIO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Título: “DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE ANDAGUA – AREQUIPA”.

La presente es una encuesta que tiene como propósito identificar la problemática de generación de energía eléctrica, 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 “Cantidad de Energía Eléctrica”					
INDICADOR “Energía promedio diaria”					
1. La energía promedio diaria está totalmente respaldada por el sistema de generación de energía que tiene la población.					
2. Al tener continuidad en la energía eléctrica los incidentes son mínimos y cumplen la calidad del servicio.					
INDICADOR “Tensión de suministro”					
3. La tensión de los suministros de energía es viable todo el tiempo para los pobladores del distrito.					
4. El voltaje consumido es económico beneficiando a toda la población.					
INDICADOR “Potencia”					
5. La potencia calculada esta optimizada la cual obtenemos el máximo beneficio que es escalable según las necesidades del distrito.					
6. La energía que fluye a través del sistema eléctrico esta correctamente instalado para soportar la robustes del sistema.					

Validación de instrumentos

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DE LOS INSTRUMENTOS QUE MIDEN EL DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO- FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE ANDAGUA – AREQUIPA.

Cuestionario: Diseño del sistema híbrido

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
DIMENSIÓN “Potencia Eléctrica”								
Velocidad y dirección del viento								
1	El sistema híbrido de los recursos renovables establecen eficiencia obteniendo sinergia.	X		X		X		
2	La velocidad y dirección del viento son adecuados para potenciar el sistema híbrido.	X		X		X		
Radiación solar								
3	La potencia eléctrica generada por la radiación solar es la más adecuada para satisfacer al distrito.	X		X		X		
4	Existe una correcta distribución de los paneles solares y hélices en el proceso de producción de energía.	X		X		X		

Selección del aerogenerador							
5	El aerogenerador utilizado satisface las demandas energéticas del distrito.	X		X		X	
6	El voltaje suministrado por el aerogenerador es constante durante todo el tiempo.	X		X		X	
DIMENSIÓN “Dimensionamiento energético”							
Máxima Demanda							
7	Los valores estimados de consumo de energía para satisfacer son adecuados para el distrito.	X		X		X	
8	El diseño empleado para la demanda de energía cumple con los estándares de calidad	X		X		X	
Potencia y unidades de paneles fotovoltaico (kWp)							
9	La recepción de la energía solar por parte del panel es eficiente.	X		X		X	
10	Existe un voltaje óptimo en los paneles y la energía distribuida es suficiente para el distrito es.	X		X		X	

Cuestionario: Generación de energía eléctrica

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
DIMENSIÓN “Cantidad de Energía Eléctrica”								
Energía promedio diaria								
1	La potencia mecánica de la turbina se encuentra optimizada al realizar el trabajo cinético.	X		X		X		
2	El nivel de la potencia mecánica que entrega la turbina es correcto para el buen funcionamiento del eje del generador.	X		X		X		
Tensión de suministro								
3	La tensión de los suministros de energía es viable todo el tiempo para los pobladores del distrito.	X		X		X		
4	El voltaje consumido es económico beneficiando a toda la población.	X		X		X		
Potencia								
5	La potencia calculada esta optimizada la cual obtenemos el máximo beneficio que es escalable según las necesidades del distrito.	X		X		X		
6	La energía que fluye a través del sistema eléctrico esta correctamente instalado para soportar la robustes del sistema.	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de

aplicabilidad: Aplicable 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 HÍBRIDO EÓLICO-
FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN
VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE ANDAGUA – AREQUIPA.**

Cuestionario: Diseño del sistema híbrido

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
DIMENSIÓN “Potencia Eléctrica”								
Velocidad y dirección del viento								
1	El sistema híbrido de los recursos renovables establecen eficiencia obteniendo sinergia.	X		X		X		
2	La velocidad y dirección del viento son adecuados para potenciar el sistema híbrido.	X		X		X		
Radiación solar								
3	La potencia eléctrica generada por la radiación solar es la más adecuada para satisfacer al distrito.	X		X		X		
4	Existe una correcta distribución de los paneles solares y hélices en el proceso de producción de energía.	X		X		X		
Selección del aerogenerador								

5	El aerogenerador utilizado satisface las demandas energéticas del distrito.	X		X		X		
6	El voltaje suministrado por el aerogenerador es constante durante todo el tiempo.	X		X		X		
DIMENSIÓN “Dimensionamiento energético”								
Máxima Demanda								
7	Los valores estimados de consumo de energía para satisfacer son adecuados para el distrito.	X		X		X		
8	El diseño empleado para la demanda de energía cumple con los estándares de calidad	X		X		X		
Potencia y unidades de paneles fotovoltaico (kWp)								
9	La recepción de la energía solar por parte del panel es eficiente.	X		X		X		
10	Existe un voltaje óptimo en los paneles y la energía distribuida es suficiente para el distrito es.	X		X		X		

Cuestionario: Generación de energía eléctrica

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
DIMENSIÓN “Cantidad de Energía Eléctrica”								
Energía promedio diaria								
1	La potencia mecánica de la turbina se encuentra optimizada al realizar el trabajo cinético.	X		X		X		
2	El nivel de la potencia mecánica que entrega la turbina es correcto para el buen funcionamiento del eje del generador.	X		X		X		
Tensión de suministro								
3	La tensión de los suministros de energía es viable todo el tiempo para los pobladores del distrito.	X		X		X		
4	El voltaje consumido es económico beneficiando a toda la población.	X		X		X		
Potencia								
5	La potencia calculada esta optimizada la cual obtenemos el máximo beneficio que es escalable según las necesidades del distrito.	X		X		X		
6	La energía que fluye a través del sistema eléctrico esta correctamente instalado para soportar la robustes del sistema.	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: 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

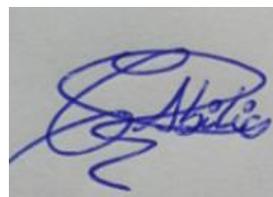
28 de setiembre del 2022

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 HÍBRIDO EÓLICO-
FOTOVOLTAICO PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN
VIVIENDA UNIFAMILIAR EN EL DISTRITO DE ANDAGUA – AREQUIPA.**

Cuestionario: Diseño del sistema híbrido

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
DIMENSIÓN “Potencia Eléctrica”								
Velocidad y dirección del viento								
1	El sistema híbrido de los recursos renovables establecen eficiencia obteniendo sinergia.	X		X		X		
2	La velocidad y dirección del viento son adecuados para potenciar el sistema híbrido.	X		X		X		
Radiación solar								
3	La potencia eléctrica generada por la radiación solar es la más adecuada para satisfacer al distrito.	X		X		X		
4	Existe una correcta distribución de los paneles solares y hélices en el proceso de producción de energía.	X		X		X		
Selección del aerogenerador								

5	El aerogenerador utilizado satisface las demandas energéticas del distrito.	X		X		X		
6	El voltaje suministrado por el aerogenerador es constante durante todo el tiempo.	X		X		X		
DIMENSIÓN “Dimensionamiento energético”								
Máxima Demanda								
7	Los valores estimados de consumo de energía para satisfacer son adecuados para el distrito.	X		X		X		
8	El diseño empleado para la demanda de energía cumple con los estándares de calidad	X		X		X		
Potencia y unidades de paneles fotovoltaico (kWp)								
9	La recepción de la energía solar por parte del panel es eficiente.	X		X		X		
10	Existe un voltaje óptimo en los paneles y la energía distribuida es suficiente para el distrito es.	X		X		X		

Cuestionario: Generación de energía eléctrica

DIMENSIONES / ÍTEMS		Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
DIMENSIÓN “Cantidad de Energía Eléctrica”								
Energía promedio diaria								
1	La potencia mecánica de la turbina se encuentra optimizada al realizar el trabajo cinético.	X		X		X		
2	El nivel de la potencia mecánica que entrega la turbina es correcto para el buen funcionamiento del eje del generador.	X		X		X		
Tensión de suministro								
3	La tensión de los suministros de energía es viable todo el tiempo para los pobladores del distrito.	X		X		X		
4	El voltaje consumido es económico beneficiando a toda la población.	X		X		X		
Potencia								
5	La potencia calculada esta optimizada la cual obtenemos el máximo beneficio que es escalable según las necesidades del distrito.	X		X		X		
6	La energía que fluye a través del sistema eléctrico esta correctamente instalado para soportar la robustes del sistema.	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador:

Escudero Vilchez, Fernando Emilio

DNI: 03695876

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

Prueba de fiabilidad

Tabla 24: Prueba de fiabilidad de la variable Diseño del sistema híbrido

	Alfa de Cronbach	N de elementos
Diseño del sistema híbrido Pre Test	0,688	10
Diseño del sistema híbrido Post Test	0,723	10

Empleando la prueba de fiabilidad del alfa de Cronbach, se evidenció que la variable Diseño del sistema híbrido en el Pre Test obtuvo el dato de 0,688 y en el Post Test el dato de 0,723, siendo datos factibles y moderados para la validación.

Tabla 25: Prueba de fiabilidad de la variable Generación de energía eléctrica

	Alfa de Cronbach	N de elementos
Generación de energía eléctrica Pre Test	0,723	6
Generación de energía eléctrica Post Test	0,608	6

Empleando la prueba de fiabilidad del alfa de Cronbach, se evidenció que la variable Generación de energía eléctrica en el Pre Test obtuvo el dato de 0,723 y en el Post Test el dato de 0,608, siendo datos factibles y moderados para la validación

16	1	3	2	1	1	3	3	1	3	1	1	8	19	2	16	1	2	2	1	2	2	10	2	6
17	1	1	3	3	1	1	2	2	2	2	1	8	18	2	17	1	1	2	2	2	2	10	2	6
18	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2	1	1	28	3	18	3	2	2	2	2	2	13	2	9
19	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	1	8	22	2	19	2	2	2	2	2	1	11	2	8
20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	8	20	2	20	2	2	2	2	2	1	11	2	8
21	3	3	2	2	3	3	3	2	2	2	1	9	25	3	21	1	2	2	2	2	1	10	2	7
22	1	2	3	3	1	2	2	2	2	1	1	7	19	2	22	1	1	1	2	2	1	8	1	5
23	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	7	19	2	23	2	2	2	2	2	2	12	2	8
24	2	2	2	3	2	2	2	2	2	1	1	7	20	2	24	2	2	2	2	2	2	12	2	8
25	1	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	7	18	2	25	1	2	2	2	2	2	11	2	7
26	1	1	2	3	1	1	2	3	2	1	1	8	17	2	26	1	1	2	2	2	2	10	2	6
27	1	3	2	2	1	3	2	2	2	1	1	7	19	2	27	1	1	2	2	2	1	9	2	6
28	1	1	2	3	1	1	2	3	2	1	1	8	17	2	28	1	1	2	2	2	1	9	2	6
29	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	8	16	2	29	1	1	2	2	2	2	10	2	6
30	1	1	3	3	2	2	2	3	3	2	1	1	22	2	30	1	1	2	2	2	2	10	2	6
31	1	2	2	3	2	2	2	3	2	2	1	9	21	2	31	3	3	2	3	3	2	16	3	11
32	1	2	3	3	1	2	3	3	3	2	1	1	23	2	32	1	2	2	2	2	1	10	2	7
33	1	2	1	3	1	2	2	3	2	2	1	9	19	2	33	1	2	1	2	2	1	9	2	6
34	1	3	3	3	1	3	3	3	2	1	1	9	23	2	34	1	2	2	2	2	1	10	2	7
35	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	7	17	2	35	1	2	2	2	2	1	10	2	7
36	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	1	6	15	2	36	1	2	2	2	2	1	10	2	10
37	1	3	3	2	1	3	3	2	2	1	1	8	21	2	37	1	2	2	2	2	1	10	2	10
38	2	2	2	2	2	3	3	2	2	1	1	8	21	2	38	2	1	1	2	2	1	9	2	9
39	2	3	2	2	2	3	3	2	2	1	1	8	22	2	39	2	2	2	2	2	1	11	2	11
40	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	8	20	2	40	3	2	2	2	2	1	12	2	12
41	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	1	1	22	2	41	3	2	2	2	2	1	12	2	12

42	1	2	2	3	2	2	2	3	3	2	1	1	22	2	42	3	2	2	2	2	1	12	2	12
43	1	2	2	3	3	2	2	3	3	2	1	1	23	2	43	3	2	2	3	2	1	13	2	13
44	1	2	2	3	3	2	2	3	3	2	1	1	23	2	44	2	2	2	2	2	1	11	2	11
45	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	1	8	23	2	45	2	2	2	2	2	1	11	2	11
46	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	1	8	23	2	46	2	3	3	3	3	3	17	3	17
47	2	3	2	2	3	3	2	2	3	1	1	8	23	2	47	2	2	2	2	2	2	12	2	12
48	2	2	2	2	2	2	2	2	3	1	1	8	20	2	48	2	2	2	2	3	2	13	2	13
49	3	3	3	2	3	3	3	2	2	1	1	8	25	3	49	2	2	3	2	2	2	13	2	13
50	2	2	3	2	1	1	1	2	2	1	1	6	17	2	50	2	3	3	3	2	2	15	3	15

POST-TEST																								
Diseño del sistema híbrido													Generación de energía eléctrica											
CUESTIONARIO 1													CUESTIONARIO 2											
Ítems	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				Ítems	1	2	3	4	5	6				
Encuetaados	POST-Velocidad y dirección del viento	POST-Velocidad y dirección del viento	POST-Radiación solar 1	POST-Radiación solar 2	POST-Selección del aerogenerador 1	POST-Selección del aerogenerador 2	POST-Máxima Demandar 1	POST-Máxima Demandar 2	POST-Potencia v. unidades de paneles	POST-Potencia v. unidades de paneles	POST-D1	POST-D2	POST-V1		Encuetaados	POST-Energía promedio diaria 1	POST-Energía promedio diaria 2	POST-Tensión de suministro 1	POST-Tensión de suministro 2	POST-Potencia 1	POST-Potencia 2	POST-V2	PROMEDIO	
1	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	29	18	47	5	1	4	5	4	5	4	4	26	4	26
2	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	30	17	47	5	2	5	4	5	5	5	5	29	5	29
3	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	29	20	49	5	3	4	5	4	5	3	4	25	4	25
4	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	28	20	48	5	4	5	5	5	5	5	5	30	5	30
5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	29	20	49	5	5	5	5	5	5	5	5	30	5	30
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	30	20	50	5	6	5	5	5	5	4	4	28	5	28
7	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	29	20	49	5	7	5	5	5	5	5	5	30	5	30
8	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	29	18	47	5	8	4	4	4	4	4	4	24	4	24
9	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	27	19	46	5	9	5	5	5	5	5	5	30	5	30
10	5	4	3	5	5	4	5	5	5	4	26	19	45	5	10	5	5	5	5	5	5	30	5	30
11	4	5	5	5	4	4	4	5	5	4	27	18	45	5	11	5	4	5	5	5	4	28	5	28
12	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	28	20	48	5	12	4	4	4	5	4	4	25	4	25
13	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	28	17	45	5	13	5	5	5	4	5	4	28	5	28
14	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	28	18	46	5	14	5	5	5	5	5	5	30	5	30
15	3	5	5	5	4	4	5	5	4	4	26	18	44	4	15	5	5	5	5	5	5	30	5	30
16	4	5	5	3	5	5	5	5	5	3	27	18	45	5	16	5	5	5	5	5	5	30	5	30
17	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	27	17	44	4	17	3	4	5	5	4	5	25	4	25
18	4	4	5	4	5	4	5	5	5	4	26	19	45	5	18	4	5	4	4	5	5	26	4	26
19	4	4	5	5	5	4	4	4	5	5	27	18	45	5	19	4	5	5	5	4	5	27	4	18
20	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	27	18	45	5	20	4	5	5	5	5	5	28	5	18
21	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	28	19	47	5	21	5	4	5	4	4	5	29	5	19
22	4	4	5	5	5	5	4	4	4	5	28	17	45	5	22	5	5	4	5	4	5	29	5	19
23	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	29	19	48	5	23	4	4	5	5	4	5	27	5	18
24	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	28	19	47	5	24	4	4	4	4	4	4	25	4	16
25	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	29	17	46	5	25	4	4	4	3	4	4	24	4	15
26	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	25	19	44	4	26	4	4	4	4	4	3	24	4	17
27	3	4	5	4	4	5	4	4	5	4	25	17	42	4	27	4	5	4	5	5	5	28	5	18

28	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	28	18	46	5	28	5	5	4	5	4	3	27	4	19
29	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	29	19	48	5	29	5	4	5	5	4	3	26	4	19
30	5	4	5	3	5	5	5	4	4	5	27	18	45	5	30	4	5	4	4	4	5	27	4	17
31	4	5	4	3	3	5	4	4	4	4	24	16	40	4	31	4	5	4	4	4	5	27	4	17
32	4	3	4	5	5	5	4	4	4	4	26	16	42	4	32	5	5	4	5	5	5	29	5	19
33	4	4	4	3	3	5	4	4	5	4	23	17	40	4	33	5	4	4	4	4	5	26	4	17
34	4	4	4	5	3	5	5	4	4	4	25	17	42	4	34	5	4	5	5	5	5	29	5	19
35	4	4	5	4	4	5	5	5	5	4	26	19	45	5	35	4	5	5	4	5	5	28	5	18
36	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	25	18	43	4	36	5	4	4	4	4	5	26	4	17
37	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	26	19	45	5	37	5	5	5	4	4	5	28	5	19
38	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	28	19	47	5	38	4	4	4	5	4	6	27	5	17
39	5	5	5	4	4	5	4	5	5	5	28	19	47	5	39	4	5	5	4	4	4	26	4	18
40	5	4	4	5	4	5	4	5	5	4	27	18	45	5	40	5	5	4	4	4	4	26	4	18
41	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	30	19	49	5	41	5	4	5	5	5	4	28	5	19
42	3	4	3	3	4	5	4	5	5	3	22	17	39	4	42	5	5	5	5	5	5	30	5	20
43	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	26	19	45	5	43	5	4	4	4	5	5	27	4	17
44	5	4	3	5	4	5	5	5	5	3	26	18	44	4	44	5	4	5	5	4	5	28	5	19
45	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	26	19	45	5	45	5	5	4	5	5	4	28	5	19
46	4	5	4	4	5	3	4	5	3	4	25	16	41	4	46	5	5	4	4	4	4	25	4	18
47	4	3	4	4	5	3	3	3	4	4	23	14	37	4	47	5	4	5	4	4	5	26	4	17
48	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	23	13	36	4	48	4	4	4	4	5	4	24	4	15
49	3	4	3	4	4	3	3	4	4	4	21	15	36	4	49	4	4	5	5	5	4	27	5	18
50	5	4	4	5	4	3	3	4	4	4	25	15	40	4	50	4	4	4	4	5	5	25	4	15