

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



TESIS

**“MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA
ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE
LORETO, PERÚ 2023”**

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

AUTORES:

Bach. MONTALVAN CORREA, JUAN CARLOS

Bach. SEGURA PAYTA, ELVIS ROBINSON

Bach. VALVERDE SALINAS, ARTURO BRIAN

ASESOR:

Mg. Ing. ALARCÓN CUEVA, NIKO ALAIN







Callao, 2023

PERÚ

Document Information

Analyzed document	PROYECTO DE TESIS.pdf (D170518452)
Submitted	6/13/2023 10:27:00 PM
Submitted by	
Submitter email	robinsonsegurap@gmail.com
Similarity	23%
Analysis address	fiie.investigacion.unac@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Nacional del Callao / Proyecto de tesis - Domotica - Final.pdf Document Proyecto de tesis - Domotica - Final.pdf (D168658666) Submitted by: miguelquispe151@gmail.com Receiver: fiie.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 6
SA	TT Esteven Acosta.docx Document TT Esteven Acosta.docx (D134121156)	 7
SA	Universidad Nacional del Callao / INFORME TESIS_V1.0.pdf Document INFORME TESIS_V1.0.pdf (D143267402) Submitted by: paplascenciap@unac.edu.pe Receiver: fiie.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 4
SA	Universidad Nacional del Callao / Proyecto _TESIS DE ING ELECTRICA.pdf Document Proyecto _TESIS DE ING ELECTRICA.pdf (D168877816) Submitted by: brayan.anderson@hotmail.es Receiver: fiie.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 1
SA	Universidad Nacional del Callao / proyecto de tesis final monitoreo de consumo.pdf Document proyecto de tesis final monitoreo de consumo.pdf (D169167700) Submitted by: danilotp.93@gmail.com Receiver: fiie.investigacion.unac@analysis.arkund.com	 2
W	URL: https://zaguan.unizar.es/record/83989#Porras Fetched: 6/13/2023 10:27:00 PM	 1

Entire Document

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA ESCUELA PROFESIONAL DE ELÉCTRICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN “
 MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA
 ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE LORETO, PERÚ 2023” AUTOR: MONTALVAN CORREA, JUAN CARLOS
 SEGURA PAYTA, ELVIS ROBINSON VALVERDE SALINAS, ARTURO BRIAN
 ASESOR: Mg. NIKO ALAIN ALARCÓN CUEVA
 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA
 Y TECNOLOGÍA CALLAO - PERÚ 2023
 INFORMACIÓN BÁSICA FACULTAD FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
 FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA TÍTULO “
 MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA
 ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE LORETO, PERÚ 2023” AUTOR(ES) MONTALVAN CORREA, JUAN
 CARLOS SEGURA PAYTA, ELVIS ROBINSON VALVERDE SALINAS, ARTURO BRIAN ASESOR MG. NIKO ALAIN ALARCON CUEVA LUGAR
 DE EJECUCIÓN ZONA RURAL DE LORETO,
 PERÚ

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

A los 22 días del mes de setiembre del 2023 siendo las 10:00 horas se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional del Callao, aprobada mediante Resolución Decanal N°150-2023-DFIEE, conformado por los siguientes docentes ordinarios:

Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ	Presidente
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES	Secretario
Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA	Vocal
Ing. FREDY ADÁN CASTRO SALAZAR	Suplente

Asimismo el miembro vocal Mg. Ing. PEDRO ANTONIO SÁNCHEZ HUAPAYA, no asistió; motivo por el cual se hace presente Ing. FREDY ADÁN CASTRO SALAZAR, quien asume la titularidad de vocal, con ello se dio inicio a la exposición de Tesis de los señores Bachilleres MONTALVAN CORREA, Juan Carlos; SEGURA PAYTA, Elvis Robinson y VALVERDE SALINAS, Arturo Brian; quienes habiendo cumplido con los requisitos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista tal como lo señalan los Arts. N° 08 al 10 del Reglamento de Grados y Títulos, sustentarán la Tesis Titulada a "MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE LORETO, PERÚ 2023", con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en los Art. N° 80 del Reglamento de Grados y Títulos dado por Resolución N° 150-21-CU, en el Sub Capítulo II, corresponde al otorgamiento del Título Profesional con Tesis sin Ciclo de Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

Dar porAprobado... Calificativo...Bueno... nota:.....14..... a los expositores MONTALVAN CORREA, Juan Carlos; SEGURA PAYTA, Elvis Robinson y VALVERDE SALINAS, Arturo Brian; con lo cual se dio por concluida la sesión, siendo las...12:00... horas del día del mes y año en curso.

Es copia fiel del folio N° 232 del Libro de Actas de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica – UNAC.


.....
Dr. Ing. SANTIAGO LINDER RUBIÑOS JIMÉNEZ
PRESIDENTE


.....
Mg. Ing. ERNESTO RAMOS TORRES
SECRETARIO


.....
Ing. FREDY ADÁN CASTRO SALAZAR
VOCAL

.....
SUPLENTE

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

PRESIDENTE : **Dr. Ing. Santiago Linder Rubiños Jimenez**
SECRETARIO : **Mg. Ing. Ernesto Ramos Torres**
VOCAL : **Mg. Ing. Pedro Antonio Sánchez Huapaya**

ASESOR : **Mg. Ing. Niko Alain Alarcon Cueva**

DEDICATORIA

A mis amigos y compañeros quienes estuvieron con nosotros ayudándonos, alentándome en todo momento, brindándome sus consejos y siendo ejemplo de superación y perseverancia.

AGRADECIMIENTO

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, por compartirnos sus conocimientos durante nuestra formación universitaria.

ÍNDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	14
1.2. Formulación del Problema	15
1.3. Objetivos	15
1.4. Justificación	16
1.5. Delimitantes de la Investigación	17
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes: Internacional y nacional.....	18
2.2. Bases Teóricas	24
2.3. Marco Conceptual	33
2.4. Definición de Términos básicos	36
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	40
3.1. Hipótesis	40
3.2. Definición conceptual de variables	40
3.2.1. Operacionalización de Variables	40
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	42
4.1. Tipo y Diseño de investigación	42
4.2. Método de Investigación.	43
4.3. Población y muestra.	43
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado.	44
4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información.....	44
4.6. Análisis y procesamiento de datos.....	47
4.7. Aspectos Éticos en Investigación.....	47

V. RESULTADOS.....	49
5.1. Resultados descriptivos.	49
5.2. Resultados inferenciales.	53
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.....	57
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.	58
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.....	59
VII. CONCLUSIONES	60
VIII. RECOMENDACIONES.....	62
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
ANEXOS.....	70
Matriz de Consistencia	70
Instrumentos de recolección de datos	72
Validación de instrumentos.....	76
Base de datos	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de las variables.....	40
Tabla 2. Validación del instrumento de recolección de datos por juicio de expertos	46
Tabla 3. Estadísticos de fiabilidad del instrumento	46
Tabla 4. Descriptivos de la Demanda Energética - Pre Test vs Post Test.....	49
Tabla 5. Descriptivos de la Accesibilidad - Pre Test vs Post Test	50
Tabla 6. Descriptivos de la Disponibilidad de la Energía Eléctrica - Pre Test vs Post Test.....	51
Tabla 7. Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks	53
Tabla 8. Prueba de Homogeneidad de Bartlett.....	53
Tabla 9. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Demanda Energética - Pre vs Post	54
Tabla 10. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Accesibilidad - Pre vs Post.....	55
Tabla 11. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Disponibilidad de la Energía Eléctrica - Pre vs Post.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estabilidad de líneas de transmisión	25
Figura 2. Comparación de los Gráficos de Cajas Pre Test vs Post Test – Facturación Mensual.....	50
Figura 3. Comparación de los Gráficos de Cajas Pre Test vs Post Test – Accesibilidad	51
Figura 4. Comparación de los Gráficos de Cajas Pre Test vs Post Test – Número de Fallas.....	52

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue modelar un Smart Grid con el propósito de mejorar la electrificación en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú en el año 2023. La investigación se basó en un enfoque cuantitativo de tipo aplicada y utilizó un diseño pre test experimental de nivel descriptivo-explicativo. La población de estudio consistió en todos los datos mensuales de consumo de energía eléctrica en el área rural de Loreto. Se seleccionaron 16 datos mensuales mediante un muestreo por conveniencia y se dividieron en dos grupos: grupo de control (8 datos) y grupo experimental (8 datos). Los resultados obtenidos demostraron que el modelado del Smart Grid tuvo un impacto significativo en la reducción de la demanda energética en la población ($p < 0.05$). Específicamente, se observó que la media de la demanda energética después de la implementación (98.3 kW) fue menor en comparación con la media de la demanda energética previa a la implementación (109.62 kW), lo que evidenció una reducción significativa en el consumo de energía para satisfacer las necesidades habituales de los residentes, manteniendo una adecuada cobertura energética. En conclusión, los resultados del estudio respaldan de manera sólida y consistente que el modelado del Smart Grid ha tenido un impacto significativo y positivo en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto.

Palabras clave: Smart Grid, electrificación, demanda energética, suministro energético

ABSTRACT

The main objective of this study was to model a Smart Grid with the purpose of improving electrification in homes in rural Loreto, Peru in the year 2023. The research was based on an applied quantitative approach and used a descriptive-explanatory pretest experimental design. The study population consisted of all monthly data on electricity consumption in the rural area of Loreto. Sixteen monthly data were selected by convenience sampling and divided into two groups: control group (8 data) and experimental group (8 data). The results obtained showed that the Smart Grid modeling had a significant impact on the reduction of energy demand in the population ($p < 0.05$). Specifically, it was observed that the mean energy demand after implementation (98.3 kW) was lower compared to the mean pre-implementation energy demand (109.62 kW), which evidenced a significant reduction in energy consumption to meet the usual needs of the residents, while maintaining adequate energy coverage. In conclusion, the results of the study strongly and consistently support that Smart Grid modeling has had a significant and positive impact on the electrification of homes in rural Loreto.

Key words: Smart Grid, electrification, energy demand, energy supply.

INTRODUCCIÓN

La energía representa un punto central del progreso que eleva las circunstancias de vida medias de los individuos y crea posibilidades de expansión en la sociedad. El aumento del capital humano y el avance de una comunidad están íntimamente ligados a su empleo de energía, esto, a su vez relaciona con la emanación de gases nocivos para el ambiente (Aguilar, 2022). Es fundamental aplicar conceptos de eficiencia energética en la producción, distribución y uso de los recursos energéticos, ya que la energía es un recurso valioso y limitado que requiere una gestión consciente del impacto ambiental y las implicaciones sociales (Aguirre, 2022). Las naciones en desarrollo han debido confrontar considerables desafíos para hallar soluciones técnicas y financieras que puedan proveer respuestas apropiadas al crecimiento de la solicitud de energía eléctrica. Estas complicaciones surgen debido a la carencia de estructura en el ámbito eléctrico, así como a la urgencia de políticas definidas y precisas que puedan anticipar y calcular la evolución del consumo. (Pereira, 2019) En numerosas compañías de América Latina, conforme sus gastos de producción aumentan, se encuentran en la situación de tener que disminuir los costos de energía eléctrica, por lo cual se han implementado estrategias para establecer una red de distribución eléctrica inteligente, también conocida como 'SMART GRID' (Porras Segundo, 2019) Existen diversas interpretaciones del término Smart Grid, algunas de las cuales se centran en las tecnologías implicadas, mientras que otras se concentran en los servicios que se anticipa que ofrezcan (Moreno , et al., 2022).

La Smart Grid tiene como objetivo lograr que los sistemas convencionales de producción, distribución, generación y consumo de energía reduzcan las interrupciones en el servicio, las cuales tienen un impacto significativo en términos de costos para diversas actividades que dependen de este suministro. Además, la Smart Grid convierte la red eléctrica en una red altamente interconectada, mejorando su capacidad de conexión y comunicación (De la Torre , 2019). Esto posibilita la optimización y eficiente administración de la infraestructura, destacando como su principal atributo la gestión del recurso

energético de manera segura, adaptable, rentable y confiable. Su versatilidad reside en su capacidad para conectarse rápidamente con sistemas distribuidos mediante el uso de controladores y sensores para regular el flujo de suministro energético y satisfacer las demandas según requisitos locales específicos (Cusma, 2020). Las Smart Grid ofrecen enfoques y resoluciones a los problemas de ajuste en el suministro eléctrico. Por esta razón, diversas naciones han sentado las bases para la modernización del sistema eléctrico mediante leyes, subsidios, orientación para el ahorro energético, acuerdos internacionales, tácticas de políticas gubernamentales y estímulos para la inversión (Majeed , et al., 2020). El principal reto en la concepción y puesta en marcha de las redes inteligentes es la unión y sincronización de los diversos agentes que conforman la cadena de suministro eléctrico, dada la diversidad de tecnologías y componentes empleados en etapas previamente consideradas casi independientes (Salazar, 2021).

Por tanto, el propósito de este estudio es analizar cómo el SMART GRID incide en la disminución de los gastos de electricidad, previene fallos en la medición de lecturas del consumo de energía eléctrica y facilita la electrificación de las áreas rurales en Loreto

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

El avance de la tecnología eléctrica, impulsado por la competencia en eficiencia, seguridad, confiabilidad y calidad del servicio, y respaldado por una red eléctrica sólida y confiable, resulta esencial e indispensable para el progreso de nuestra sociedad y economía (Guerreros, 2021). Por consiguiente, en la actualidad, las redes de distribución están confrontando tiempos de transformación rápida debido a los progresos tecnológicos y la incorporación de nuevos perfiles de usuarios a la red. Se ponen en tela de juicio la adecuación de las prácticas regulatorias tradicionales, que podrían resultar ineficientes para los esquemas regulatorios existentes. Por tanto, podrían requerirse enfoques regulatorios innovadores (Moreno , et al., 2022).

En lo que respecta a la obtención de información sobre el consumo de energía en Perú, en la mayoría de las situaciones se realiza de forma manual, llevada a cabo por individuos que se enfrentan a diversos obstáculos, tales como el acceso complicado a los contadores en ciertas viviendas, áreas con desafíos sociales o de seguridad pública, contadores deteriorados que impiden una lectura precisa y, por supuesto, el elemento humano que siempre conlleva incertidumbre e imprecisión (Salazar, 2022). Asimismo, la actual red de infraestructura eléctrica se muestra deficiente para satisfacer una demanda máxima efectiva, puesto que abarca únicamente el 80% de las áreas urbanas y el 61% de las zonas rurales del país, lo que incrementa la susceptibilidad de la red ante caídas de tensión (Cusma, 2020).

Durante la fase de distribución de la energía eléctrica, se requiere verificar si la tecnología de redes de comunicaciones es capaz de lograr la convergencia con la red eléctrica, con el fin de transmitir información al centro de operaciones desde los medidores inteligentes (smart meters) para conocer de manera oportuna el consumo de energía eléctrica de los usuarios (Franco, 2020). (De ahí la relevancia de llevar a cabo iniciativas fundamentadas en las Smart Grid. Estas redes inteligentes incorporan tecnologías innovadoras aplicadas a la medición y supervisión del sistema, se apoyan en tecnología de información para

procesar el volumen considerable de datos y convertirlos en conocimiento e información. Además, aprovechan las comunicaciones para mejorar el rendimiento del sistema y respaldar una nueva gama de servicios adicionales ofrecidos a los usuarios al momento de electrificar (Aguilar, 2022).

En vista de lo sucedido, nos planteamos la interrogante acerca de cómo el Smart Grid contribuirá a mejorar la electrificación en la región rural de Loreto. Es por este motivo que formulamos el siguiente cuestionamiento de investigación.

1.2. Formulación del Problema

Problema General

P.G.1 ¿Se podrá modelar un Smart Grid para mejorar la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023?

Problemas Específicos

P.E.1. ¿Se podrá modelar un Smart Grid para cubrir la Demanda energética en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023?

P.E.2. ¿Se podrá utilizar un modelo Smart Grid para mejorar la Accesibilidad de la energía eléctrica en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023?

P.E.3. ¿Las características del Smart Grid podrán mejorar la disponibilidad de la energía eléctrica en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023?

1.3. Objetivos

Objetivo General

Modelar un Smart Grid para mejorar la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023

Objetivos Específicos

O.E.1 Modelar un Smart Grid para cubrir la Demanda energética en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023

O.E.2 Utilizar un modelo Smart Grid para mejorar la Accesibilidad de la energía eléctrica en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023

O.E.3 Utilizar las características del Smart Grid para mejorar la disponibilidad de la energía eléctrica en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023

1.4. Justificación

Justificación Teórica

Para Fernández (2020) implica explicar la relación del trabajo con teorías, modelos o enfoques previos en la disciplina o campo de estudio. El objetivo es demostrar que la investigación o el proyecto se fundamenta en un sólido marco teórico y que abordar la problemática desde este enfoque es relevante y pertinente.

La investigación cuenta con una sólida justificación teórica basada en el análisis del Smart Grid para mejorar la electrificación en la zona rural de Loreto, Perú. El enfoque en el Smart Grid permitirá supervisar las variaciones durante la electrificación y contrastar con estudios previos. Se busca evaluar su efectividad y contribuir al conocimiento en electrificación rural y desarrollo sostenible.

Justificación Práctica

Según Fernández (2020) esta justificación implica demostrar cómo la investigación puede contribuir a resolver una problemática o, al menos, sugerir acciones que faciliten su resolución.

En ese contexto, se justifica prácticamente debido a las necesidades urgentes de electrificación en la región Loreto. Las comunidades rurales enfrentan desafíos con la disponibilidad y calidad de la energía eléctrica, afectando su calidad de vida y actividades productivas. El Smart Grid mejorará la confiabilidad del suministro, reducirá interrupciones y brindará estabilidad en el servicio. Además, la adopción de tecnologías eficientes y sostenibles contribuirá a la preservación del medio ambiente.

Justificación Metodológica

Según Fernández (2020) la justificación del estudio radica en la presentación de un enfoque o estrategia innovadora que garantice la producción de conocimiento preciso y confiable.

La investigación actual se respalda de manera sólida, debido a que plantea la implementación de los Smart Grid mediante un enfoque estructurado que se centra en mejorar la electrificación y toma en cuenta el consumo total de energía en las viviendas.

1.5. Delimitantes de la Investigación

Delimitación Social

La investigación se enfocará específicamente en la zona rural de Loreto, Perú. La población objetivo serán los datos de las comunidades rurales que enfrentan desafíos en cuanto a la electrificación y acceso a energía eléctrica.

Delimitación Temporal

Este estudio de investigación se está llevando a cabo durante el mes de abril de 2023 y se extenderá por un período de 10 meses, el cual se considera insuficiente para analizar y contrastar diversos enfoques que puedan potenciar la electrificación en la región rural de Loreto.

Delimitación Espacial

El ámbito geográfico de mi proyecto de investigación se circunscribe a la región rural de Loreto, excluyendo cualquier otro espacio fuera de esta área, debido a las distintas condiciones presentes en cada localidad

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes: Internacional y nacional.

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Castañez (2021) en su investigación “ESTUDIO SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES “SMART GRIDS” EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR” para obtener su título, El objetivo central del estudio fue investigar acerca de las Smart Grids en un departamento determinado. Su metodología utilizada fue de enfoque mixto tanto cualitativo como cuantitativo, la investigación estuvo localizado en el departamento del Cesar el cual posee un total de 1.041.203 habitantes. Mediante el proyecto, se consiguió llevar a cabo una investigación acerca de la ejecución de las redes eléctricas avanzadas en la región del Cesar. Se empleó un marco de contexto que permitió identificar los aspectos esenciales del sistema de energía interconectado presente en esta localidad. También se ofrece un análisis adaptado a esta área geográfica y al logro de los objetivos planteados en la Visión Colombia 2030.

Según Acosta (2022) en su trabajo de investigación titulado “DISEÑO Y SIMULACIÓN EN SIMULINK DE UNA RED ELÉCTRICA INTELIGENTE PARA LA TELEGESTIÓN DE LA URBANIZACIÓN LAS ARENAS DEL CANTÓN SALINAS” con el propósito de obtener el grado de magister, se propuso simular un sistema eléctrico inteligente para la telegestión en una urbanización a través del software Simulink. Mediante un enfoque descriptivo, analizó la configuración de la tecnología PLC, enfocándose en sus características y rendimiento. Como resultado de su investigación, recomienda utilizar un software que incluya módulos PLC o trabajar con tarjeta física la cual permitirá obtener resultados mas acordes a la realidad.

El autor resalta la relevancia de la telegestión del servicio eléctrico y el análisis de las características y rendimiento de la tecnología PLC. Estos aspectos se convierten en puntos fundamentales para el estudio de mi variable "Smart Grid".

Según Ortuño (2020) en su trabajo titulado "SMART GRIDS: INTEGRACIÓN DEL VEHÍCULO ELÉCTRICO Y SIMULACIÓN DEL IMPACTO DE LA RECARGA EN UN SISTEMA DE MEDIA TENSIÓN" se inicia con un análisis exhaustivo de la literatura, en la que se expone y examina el estado de las tecnologías que fueron empleadas en las redes eléctricas, haciendo mención a las Smart Grids. También describe los principales componentes de los vehículos eléctricos y cómo encajan en la red. Seguidamente, estudió el impacto de los vehículos eléctricos en la red de media tensión. Para ello, modeló una red de distribución eléctrica real, incluidos todos sus elementos, y desarrolló un modelo de coche eléctrico correspondiente, que analizó utilizando el software DIGSilent PowerFactory. Finalmente, se divulgan y aclaran los resultados obtenidos y se comparan con el objetivo de determinar qué propuestas de trabajo son las más favorables para la implantación exitosa a gran escala de nuevos vehículos eléctricos.

Según García y Rodríguez (2021) en su artículo titulado "ELECTRIFICACIÓN CON TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA EN UNA PLAZA COMERCIAL EN PORTOVIEJO" tuvo como finalidad implementar un sistema fotovoltaico conectado a la red, asimismo, evaluar la viabilidad de este sistema en los aspectos técnicos, económicos y ambientales, en una plaza comercial de Portoviejo, con el fin de abastecer la demanda de las áreas comunes, aprovechando los recursos locales disponibles. Para lograr este objetivo, se aplicaron enfoques de investigación descriptivos y deductivos, tanto en la revisión bibliográfica como en el trabajo de campo, lo que permitió obtener un conocimiento profundo y seguro de los datos relativos al sistema energético de la plaza. Asimismo, mediante el uso de herramientas informáticas especializadas, se realizaron estimaciones precisas del potencial de energía solar disponible en la zona y se desarrolló un diseño adecuado para el sistema fotovoltaico propuesto. Los resultados obtenidos demuestran que la incorporación de esta tecnología en la plaza

comercial de Portoviejo se presenta como una opción factible, no solo desde una perspectiva económica, sino también en términos ambientales y sociales. Adicionalmente, esta iniciativa fomenta la conciencia y sensibilización respecto a las ventajas y beneficios de la energía solar, incentivando así su adopción tanto a nivel comercial como entre los visitantes del establecimiento.

Según Ponce (2019) en su tesis doctoral titulada “LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA Y LAS SMART GRID COMO MODELO PARA DIVERSIFICAR LA MATRIZ ENERGÉTICA DE ECUADOR” propuso introducir la energía fotovoltaica utilizando las Smart Grid como un medio para variar la matriz eléctrica en Ecuador. En este estudio, se llevó a cabo una evaluación crítica para comprender las razones detrás de la falta de impulso adecuado a esta forma de energía en Ecuador, y se identificaron los mecanismos necesarios para aumentar su participación en la matriz energética. Además, se presentó un análisis económico que consideró incentivos estatales y apoyos diversos para lograr que en Ecuador exista una energía competitiva basadas en la energía fotovoltaica. Se utilizó el indicador "Levelized Cost of Energy" (LCOE) como herramienta clave para comparar los costos con la media de los precios de la electricidad residencial, a fin de dar a conocer la energía fotovoltaica como una opción competitiva y mostrar que estrategias se necesitan sustituir la producción eléctrica de las plantas térmicas.

ANTECEDENTES NACIONALES

Según Benito et. al (2019) en su trabajo de investigación titulado “UNA PROPUESTA BASADA EN SMART GRID PARA MEJORAR LA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN EL PERÚ” llevado a cabo como parte de su Maestría en Administración, se planteó como objetivo principal identificar las tecnologías relacionadas con Smart Grid que podrían ser implementadas en proyectos de electrificación rural en el corto plazo en el Perú, presentando ventajas significativas respecto a las soluciones tradicionales. Mediante una metodología que consideró la inclusión de sistemas híbridos como opción adicional, se buscó optimizar el dimensionamiento de cada fuente de energía para satisfacer la demanda a lo largo del horizonte de estudio. Como conclusión,

se propuso la adopción de una matriz energética diversificada, con un enfoque sostenible y priorizando el acceso universal al suministro eléctrico en las áreas rurales del país.

El autor destaca la importancia de considerar la incorporación de sistemas híbridos como una opción adicional en los proyectos de electrificación rural en el Perú, para ser implementados en el corto plazo. Esta información brinda una referencia relevante para el estudio de la variable "Electrificación".

De acuerdo con el trabajo de investigación de Altamirano (2021) titulado "SMART GRID PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA RURAL AMAZONAS – CAJAMARCA" realizado para lograr obtener el grado de Ing. Mecánico, en su objetivo busco implementar Smart Grid en la red eléctrica en la provincia de Cajamarca, evaluando la viabilidad de este sistema. La metodología aplicada se caracterizó por su enfoque no experimental y transversal, haciendo uso del análisis documental como método para recopilar información, y empleando el lenguaje Python para el procesar la información. Como conclusión, se sugiere realizar un estudio con la finalidad de comparar los costos de energía entre los Smart Grids con centrales eólicas y fotovoltaicas como fuentes de generación de energía. Además, se recomienda indagar acerca de la medición de tecnología avanzada mediante la tecnología EWACS.

Según la investigación realizada por el autor, es esencial considerar la incorporación de microrredes inteligentes con el propósito de asegurar la calidad en la red eléctrica rural. Se sugiere llevar a cabo un análisis comparativo del costo nivelado de energía entre sistemas Smart Grid basados en centrales fotovoltaicas y eólicas como fuentes de generación renovable. Estos hallazgos proporcionan una valiosa referencia para mi propia investigación en torno a la variable "Smart Grid".

En el trabajo de Guerreros (2021) "EFICIENCIA OPERATIVA DE LAS REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN UN ENTORNO SMART GRID DE LA BASE AÉREA DE LAS PALMAS DE LA FUERZA AÉREA DEL PERÚ-SURCO"

para la obtención de su título profesional de Ingeniería eléctrica, se tuvo como propósito de este estudio, identificar y describir los problemas más relevantes que afectan el funcionamiento del sistema eléctrico en la base aérea, con el fin de implementar una red inteligente que mejore el uso eficiente de la energía. La metodología se basó en la planificación del crecimiento de la red en operación, teniendo en cuenta la incorporación de nuevas tecnologías de demanda, como cocinas de inducción y vehículos eléctricos, y elementos de generación distribuida para optimizar el sistema energético. Como recomendación final, se sugirió la modernización del sistema eléctrico para garantizar un abastecimiento adecuado de energía eléctrica en la Base Aérea de Las Palmas de la FAP en Surco, cubriendo las áreas comercial, media y baja tensión.

El autor plantea la necesidad de analizar y caracterizar los desafíos que enfrenta el sistema eléctrico con la incorporación de nuevas tecnologías, lo cual me sirve de base para el estudio de mi variable "Smart Grid".

Porras (2019) en su investigación "INFLUENCIA DE SMART GRID EN LA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÍA ELÉCTRICA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE LA UNIDAD MINERA JULCANI-HUANCAVELICA 2017" para obtener el grado de ing. Electricista, se enfocó en analizar el efecto que produce el Smart Grid en una unidad minera con respecto al ahorro de energía de dicha minera, la cual se ubica en Huancavelica, entre los años 2017 – 2018. Para lo cual se empleó una metodología no experimental y transversal, sin modificar la variable, su propósito principal fue verificar que las Smart Grid producen un efecto significativo en el ahorro de energía eléctrica, por último, recomienda promover la realización de talleres inductivos con el fin de difundir la importancia y los beneficios de las Smart Grid en una Unidad Minera.

Según lo planteado por el autor, se requiere hacer seguimiento a la disminución de los gastos de energía eléctrica para verificar el efecto del SMART GRID en la electrificación, este aspecto me facilita usarlo como referencia para el análisis de mi variable "Smart Grid".

Según Arteaga (2021) en su trabajo titulado “MODELO SMART GRID PARA LA CALIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA DEL HOSPITAL II-1 SANTA GEMA DE YURIMAGUAS” buscó implementar un modelo de Smart Grid para mejorar el estado de energía eléctrica de un Centro de Salud ubicada en Yurimaguas, la cual presenta problemas referentes al abastecimiento de energía eléctrica. La investigación fue aplicada y no experimental, en la que se busco soluciones sobre la calidad de energía eléctrica, medida por un analizador de red. La población se compuso por todos los factores que influyen en la calidad de energía de dicho centro de salud. Con respecto a sus resultados, se evidencio que el diseño de un sistema fotovoltaico la cual abastecía de energía necesaria a las áreas del centro de salud, a su vez distribuía energía a zonas cercanas, mediante la implementación del Smart Grid se logró mejorar la calidad de energía, utilizando el sistema fotovoltaico como principal abastecedor de energía, apoyando el desarrollo del sistema híbrido de energía..

2.2. Bases Teóricas

ELECTRIFICACIÓN RURAL

Es una estrategia que busca facilitar el acceso a la energía eléctrica de las comunidades rurales que no disponen de un servicio adecuado, con el fin de promover su desarrollo socioeconómico, reducir la pobreza y mejorar su calidad de vida (Alegre, 2023).

Las regiones que no tienen acceso a la electricidad suelen tener ciertas particularidades:

- ✓ Están bastante alejadas de las redes eléctricas nacionales o regionales.
- ✓ Tienen condiciones climáticas desfavorables que dificultan la conexión a una red de energía.
- ✓ Albergan a comunidades rurales muy dispersas.
- ✓ Tienen baja demanda de energía, sobre todo, durante las horas pico de la tarde.
- ✓ Destinan una parte importante de sus recursos financieros a comprar fuentes de energía, o mucho tiempo a recolectar leña (Aiquipa , et al., 2022).

TENDENCIAS EN EL SECTOR ELÉCTRICO

La tecnología y la innovación están provocando cambios profundos en el sistema eléctrico, que cuestionan los modelos tradicionales en todos los niveles, desde la producción hasta la gestión de los contadores. Tres tendencias que se están combinando para transformar el sector energético son: la Descarbonización, la Descentralización y la Digitalización. La Descarbonización consiste en disminuir las emisiones de carbono en sectores clave como el transporte y la calefacción. Por su parte, la Descentralización se basa en el aumento de los recursos energéticos distribuidos y la flexibilidad de la demanda, que favorecen una gestión más descentralizada de la energía. Por último, la Digitalización de la red implica la instalación de contadores inteligentes, sensores avanzados, automatización y otras tecnologías digitales en la red eléctrica, apoyada por el desarrollo del Internet de las Cosas (IoT) y una proliferación de dispositivos

conectados que consumen energía. Estas tecnologías están modificando la forma en que se genera, distribuye y utiliza la energía, creando nuevas oportunidades para una red eléctrica más eficiente, sostenible y adaptada a las necesidades del futuro. (Benito , et al., 2019).

CURVAS DE CAPACIDAD DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

La capacidad de una línea de transmisión es la potencia máxima que puede llevar, dependiendo de su longitud y otras características específicas, como la resistencia, la reactancia, la corriente máxima por efecto térmico y el voltaje de operación, entre otras. Para obtener las curvas de capacidad, se empieza por calcular los límites de estabilidad de las líneas de transmisión, usando una metodología que se basa en una forma simple.

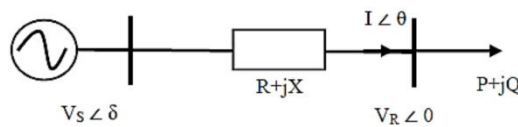


Figura 1. Estabilidad de líneas de transmisión

El primer límite considerado es el límite de estabilidad de voltaje, el cual se obtiene de resolver el flujo de potencia.

$$V_R * I = P + jQ \dots \dots \dots (1)$$

$$I = \frac{P - jQ}{V_R} \dots \dots \dots (2)$$

$$V_S = V_R + \left(\frac{P - jQ}{V_R}\right)jX = \left(V_R + \frac{Q_X}{V_R}\right) + j\left(\frac{P_X}{V_R}\right) \dots \dots \dots (3)$$

Cálculo de la magnitud de voltaje de envío.

$$V_S^2 = \left(V_R + \frac{Q_X}{V_R}\right)^2 + \left(\frac{P_X}{V_R}\right)^2$$

Asumiendo que el factor de potencia es igual a 1, y por lo tanto no existe flujo de potencia reactiva en el sistema:

$$P = \frac{\sqrt{V_S^2 - V_R^2}}{X} V_R$$

Donde:

V_S Voltaje de envío.

V_R Voltaje de recepción.

I Flujo de corriente por la línea de transmisión.

R Valor de resistencia de la línea de transmisión.

X Valor de reactancia de la línea de transmisión.

P Potencia de carga activa.

Q Potencia de carga reactiva.

Entonces la máxima potencia transferida por límite de estabilidad de voltaje está definida por la ecuación

$$P_{V_stab_max} = \frac{V_S^2}{2X}$$

Donde $P_{V_stab_max}$ representa la máxima potencia transferida por el límite de estabilidad de voltaje.

Como segundo lugar, encontramos al límite por estabilidad angular, el cual se refiere a la máxima capacidad de transferencia de potencia posible.

$$P_{AS} = \frac{V_S^2}{X} \sin(\theta)$$

En el contexto del criterio de estabilidad angular, el valor de P_{AS} representa la potencia transferida, y el ángulo θ se relaciona con el voltaje de envío final. La curva de cargabilidad original incluye un margen de seguridad del 30%, como se ilustra en un ejemplo presentado en la figura 2 (Muñoz, 2023).

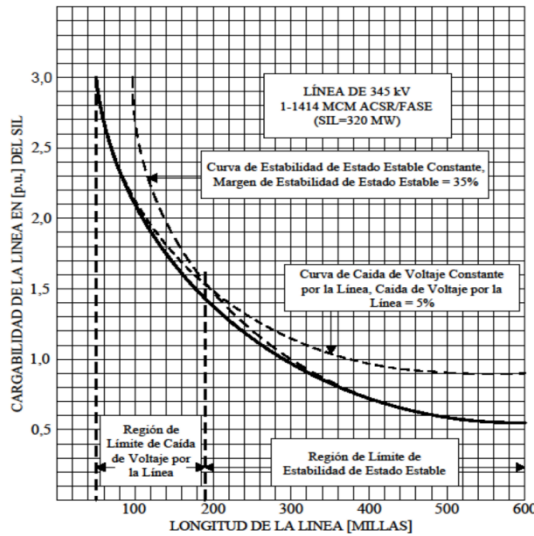


Figura 2. Curva de cargabilidad

SMART GRID

Smart Grid es una red inteligente que permite una mejor gestión del suministro y la demanda de electricidad. Para ello, integra sistemas de control, computadoras, comunicaciones, nuevas tecnologías y equipos que pueden medir, monitorizar y controlar el flujo de energía en tiempo real. Esta moderna red facilita el almacenamiento, la comunicación y la toma de decisiones eficiente, mejorando la calidad, la seguridad y la sostenibilidad del servicio eléctrico, la Fig. 1 proporciona una representación didáctica de la estructura de Smart Grid (Majeed , et al., 2020).

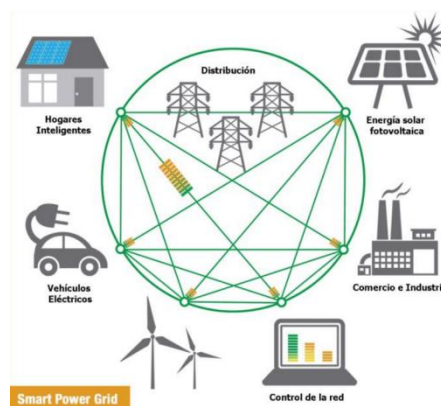


Figura 3. Smart Grid

DIMENSIONAMIENTO DE UNA SMART GRID

El diseño de una SMART GRID se basa en una estructura jerárquica que comprende cuatro fases como se evidencia en la fig. 4, desde la 0 hasta la 3. La fase 0 se refiere al eje de información central. La primera fase se centra en la planificación de la distribución y la automatización de las subestaciones. La segunda fase abarca la automatización del sistema de mantenimiento y supervisión de las estaciones de carga en la red. La tercera y última fase busca optimizar todos los procesos mediante funciones avanzadas de control. (Altamirano, 2021)

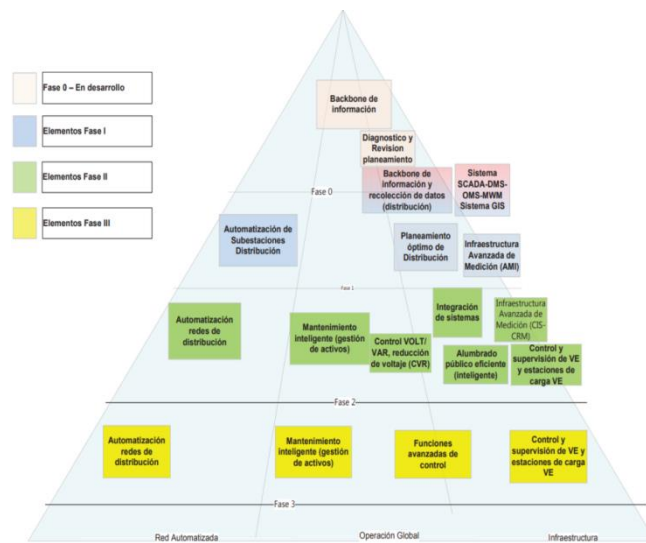


Figura 4. Dimensionamiento de una Smart Grid

Para llevar a cabo la implementación de un Smart Grid, es imprescindible contar con diversos componentes tecnológicos que permitan mejorar la eficiencia y la confiabilidad del sistema eléctrico. En primer lugar, se busca reemplazar los tradicionales transductores de corriente y voltaje por medidores inteligentes y una infraestructura de comunicación óptica-electrónica, lo que proporciona mediciones más precisas y eficientes. Asimismo, es fundamental implementar acciones de control y protección que aseguren la operación segura de la red, mejorando la confiabilidad y la seguridad del sistema eléctrico. Los sistemas de gestión de base de datos también juegan un papel clave, ya que permiten administrar y compartir información en tiempo real entre las distintas subestaciones y centros de control, facilitando la transmisión de datos a través

de la red de comunicación. Por último, se requieren interfaces inteligentes que permitan el control de los recursos distribuidos, como el almacenamiento de energía, para una distribución más eficiente y sostenible que satisfaga las necesidades futuras de la demanda eléctrica. Estos componentes tecnológicos forman parte fundamental del Smart Grid y son esenciales para mejorar la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú, en el año 2023 (Porrás Segundo, 2019).

ESTANDAR IEEE 2030-2011

Es una guía que aborda la interoperabilidad en el contexto de la red eléctrica inteligente. Su propósito es facilitar la integración y comunicación eficiente entre los diversos componentes del sistema eléctrico, incluyendo tecnología de la información y aplicaciones de uso final. La implementación de este estándar busca mejorar la eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad del sistema eléctrico, permitiendo la incorporación de tecnologías como la gestión de energía, la integración de fuentes renovables y el control avanzado de la red. En resumen, el Estándar IEEE 2030-2011 tiene como objetivo principal optimizar la operación y funcionamiento de la red eléctrica inteligente (Idrovo, 2022)

INFRAESTRUCTURA DE MEDICIÓN AVANZADA (AMI) EN SMART GRID

es un sistema avanzado de medición que se integra en una red eléctrica inteligente. Esta infraestructura incluye medidores inteligentes y sistemas de comunicación bidireccional que permiten una medición más precisa y en tiempo real del consumo eléctrico. Gracias al AMI, se puede realizar la lectura remota de los medidores y aplicar estrategias de demanda y respuesta, lo que conduce a una gestión energética más eficiente y a una reducción de pérdidas de energía. Además, posibilita la integración de fuentes de energía renovable y ofrece a los usuarios información detallada sobre su consumo, promoviendo así un uso más responsable y consciente de la electricidad. En resumen, el AMI es un componente esencial para el óptimo funcionamiento de una red eléctrica inteligente (Franco, 2020).

AUTOMATIZACIÓN DE LA MEDICIÓN DE ENERGÍA

Implica el uso de tecnología avanzada y sistemas automatizados para medir y registrar el consumo eléctrico de forma más eficiente y precisa. En lugar de métodos manuales, se emplean medidores inteligentes y comunicación bidireccional para recopilar datos de consumo de manera remota y en tiempo real. Esto facilita una gestión más efectiva y una detección temprana de problemas en la red eléctrica.

- **Integración de dispositivos inteligentes.**

La interconexión de dispositivos inteligentes posibilita la supervisión e interpretación de diversos parámetros, lo que a su vez permite tomar decisiones rápidas para mejorar el rendimiento del sistema eléctrico.

- **Interoperabilidad de los sistemas.**

La interoperabilidad de los sistemas en una red eléctrica inteligente se refiere a la capacidad de diferentes dispositivos y plataformas para intercambiar información de manera efectiva y eficiente. Esta capacidad garantiza un funcionamiento óptimo y una gestión eficiente de la red, lo que facilita la implementación de estrategias de eficiencia energética y el uso de fuentes renovables. La interoperabilidad es esencial para lograr una red eléctrica inteligente que sea eficiente, sostenible y segura. (Acosta, 2022).

Ventajas de las Smart Grids

Las Smart Grids, también conocidas como redes eléctricas inteligentes, presentan una serie de ventajas significativas. Entre ellas se destacan la mejora en la eficiencia energética, la integración más efectiva de energías renovables, un suministro eléctrico más confiable y de mejor calidad, una mayor participación del consumidor en la gestión de la demanda, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, una gestión más activa de la demanda y un aumento de la seguridad en la red. Estos beneficios en conjunto contribuyen a un uso más responsable y sostenible de la energía eléctrica, así como a una red eléctrica más avanzada y preparada para los desafíos del futuro (García, 2021).

INTEGRACION DE UNA RED SMART GRID

La integración de una red Smart Grid implica la unión y coordinación de diversos elementos tecnológicos y sistemas para establecer una infraestructura eléctrica más inteligente y eficiente. Esto incluye la incorporación de medidores inteligentes, dispositivos de comunicación, sensores y sistemas de control avanzados en toda la red eléctrica. También se busca conectar las fuentes de generación distribuida y renovable, como la energía solar y eólica, con la red eléctrica convencional. La información generada por estos dispositivos inteligentes se transmite en tiempo real a los centros de control, permitiendo una gestión más precisa y dinámica del flujo de energía y la demanda (Fiaschetti, 2021).

ANÁLISIS EN TIEMPO REAL

La red se analiza en tiempo real mediante la combinación de circuitos informáticos que modelan y analizan los consumos de los clientes y los datos de la fuente de alimentación, lo que permite conocer las tensiones y corrientes en todos los elementos. Para realizar este análisis en tiempo real, se requiere el uso de los Medidores Inteligentes, que son los dispositivos que facilitan la recogida de datos desde el punto de vista técnico.

- Medidor inteligente

Es un dispositivo de medición de energía eléctrica que utiliza tecnología avanzada para registrar de forma precisa el consumo de electricidad en hogares y negocios. A diferencia de los medidores tradicionales, los medidores inteligentes pueden comunicarse en dos direcciones, lo que les permite enviar y recibir datos a través de una red de comunicación. Esto facilita una facturación más precisa y una supervisión en tiempo real del consumo de energía, permitiendo a los usuarios tomar decisiones informadas para reducir su gasto energético y contribuir a una gestión más eficiente y sostenible de la energía en las redes eléctricas. En esencia, los medidores inteligentes son componentes clave en la implementación de Smart Grids, mejorando la eficiencia y la responsabilidad en el consumo de energía (Barquero, et al., 2022).

REDES DE COMUNICACIONES EN LA SMART GRID (HAN, NAN, WAN)

La red eléctrica inteligente requiere una infraestructura de telecomunicaciones paralela que pueda gestionar una gran cantidad de datos. Estos datos provienen de los sensores, contadores y dispositivos que se conectan a la red. La infraestructura debe ser capaz de transmitir y procesar estos datos, así como de facilitar una comunicación bidireccional con una estructura AMI (Risso, 2019).

Estas redes de comunicación se pueden dividir en 3 redes, las cuales se presentan a continuación:

- Home Area Networks (HANs): Es una Red de Comunicación de corto alcance bidireccional que se utiliza en la respuesta a la demanda, infraestructura de medición avanzada, generación y almacenamiento de energía distribuida. Se puede acceder a los dispositivos, monitorearlos y controlarlos utilizando diferentes protocolos de comunicación por cable e inalámbricos incorporados, como ZigBee, Wi-Fi, RFID, Bluetooth, GPRS, RS485, I2C, SPI y portador de línea de alimentación (PLC) (Vesga, et al., 2021).
- Neighbour Area Network (NAN): En esta red de comunicación, cada nodo actúa como un dispositivo final y, al mismo tiempo, como un retransmisor de las señales del nodo central. Existe un nodo central que se comunica con los nodos cercanos a él, y estos, a su vez, se conectan con otros nodos más distantes que están fuera del alcance directo del nodo central. Esta configuración forma una red de tipo malla, donde cada nodo tiene la función de transmitir la información del nodo principal a través de la red. Esta topología es comúnmente utilizada en radios ZIGBEE y Bluetooth, así como en otros sistemas de comunicación similares (Das, et al., 2021).
- Wide Area Network (WAN): Es una red de comunicación que se extiende sobre una amplia área geográfica y conecta diversos lugares remotos. Utiliza tecnologías de transmisión de datos como líneas arrendadas o conexiones de fibra óptica para facilitar la transferencia de información entre dispositivos ubicados en diferentes sitios geográficos. La WAN es fundamental para las operaciones empresariales, servicios en línea y la

colaboración entre múltiples sedes distribuidas en distintas ubicaciones geográficas (Melean, et al., 2021).

DESAFÍOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL SMART GRID

La implementación del Smart Grid se enfrenta a diversos desafíos en diferentes aspectos. Estos retos abarcan desde la adaptación de la infraestructura existente hasta asegurar la ciberseguridad y manejar grandes volúmenes de datos. Además, es necesario lograr la interoperabilidad entre dispositivos y sistemas, obtener la aceptación de los usuarios, abordar cuestiones regulatorias y asegurar la financiación adecuada para llevar a cabo la transición hacia una red eléctrica más inteligente, eficiente y sostenible. Superar estos obstáculos requerirá la colaboración y la adopción de soluciones innovadoras por parte de diversos actores involucrados en el proceso (León, et al., 2019).

2.3. Marco Conceptual

VARIABLE INDEPENDIENTE: SMART GRID

Según Bragagnolo et al. (2020) es una infraestructura eléctrica avanzada y moderna que utiliza tecnologías de información y comunicación para optimizar la generación, transmisión, distribución y consumo de energía eléctrica, estas redes incorporan dispositivos inteligentes, sensores y sistemas de control automatizados que permiten una gestión más eficiente y flexible de la electricidad, facilitando la integración de fuentes de energía renovable, reduciendo las pérdidas energéticas y adaptándose en tiempo real a la demanda.

Asimismo, Risso (2019) refiere que la SMART GRID tiene como objetivo mejorar la confiabilidad del suministro, proporcionar información detallada a los usuarios sobre su consumo y promover la sostenibilidad y la eficiencia en todo el sistema eléctrico.

DIMENSIONES

D1: Control de la red eléctrica

Según Gutiérrez et al. (2021) el control de la red eléctrica consiste en supervisar y gestionar todos los componentes del sistema eléctrico para garantizar un

suministro seguro y confiable de energía. A través de la tecnología automatizada, se monitorea la generación, transmisión y distribución de electricidad, permitiendo ajustes en tiempo real para mantener la estabilidad del sistema. Además, se incorporan fuentes de energía renovable y se busca mejorar la eficiencia energética. En resumen, el control de la red eléctrica es esencial para asegurar un suministro eléctrico estable y adaptarse a los cambios tecnológicos en el sector.

I1: Variación de voltaje

La variación de voltaje se refiere a los cambios y oscilaciones en el nivel de tensión eléctrica suministrada a un sistema o equipo eléctrico durante un período de tiempo. Estas fluctuaciones pueden ser tanto hacia arriba (sobretensión) como hacia abajo (subtensión) con respecto al voltaje nominal esperado. Las variaciones de voltaje pueden ser causadas por diversos factores, como fluctuaciones en la carga eléctrica, cambios en la generación de energía, condiciones climáticas adversas o problemas en la infraestructura de transmisión y distribución eléctrica (Herrera, et al., 2019).

I2: Almacenamiento de energía

El almacenamiento de energía es el proceso de acumular y preservar la energía para su uso posterior. Su función principal es superar la intermitencia de ciertas fuentes de energía, como la solar y la eólica, permitiendo guardar el exceso de energía generada en momentos favorables y utilizarla cuando la demanda es mayor o cuando las condiciones naturales no son adecuadas para la generación (Bravo, 2019).

I3: Generación de energía eléctrica

La generación de energía eléctrica es el proceso de producción de electricidad a partir de diversas fuentes de energía primaria. Estas fuentes pueden ser combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas natural, así como energías renovables como solar, eólica, hidroeléctrica, biomasa y geotérmica. Durante el proceso, la energía primaria se convierte en energía mecánica, y luego se

transforma en energía eléctrica mediante generadores eléctricos (Castañeda, et al., 2019).

VARIABLE DEPENDIENTE: ELECTRIFICACIÓN

Según Chiroque et al. (2022) es el proceso de extender y aumentar el uso de la electricidad como principal fuente de energía en diferentes sectores de la sociedad. Esto implica llevar la electricidad a áreas previamente no conectadas a la red eléctrica y sustituir el uso de combustibles fósiles y otras formas de energía por electricidad en diversas aplicaciones como el transporte, la calefacción y la industria.

Por su parte López y Vera (2019) refieren que la electrificación desempeña un rol esencial en el desarrollo socioeconómico al mejorar la calidad de vida al brindar acceso a servicios básicos como iluminación, comunicación y refrigeración. Además, una electrificación sostenible basada en fuentes de energía renovable contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promueve la transición hacia un futuro energético más limpio y sostenible.

DIMENSIONES

D1: Suministro energético

Según Torres (2019) el suministro energético engloba el abastecimiento y reparto de diferentes formas de energía con el propósito de cubrir las demandas de la sociedad. La energía desempeña un papel fundamental en la realización de diversas actividades diarias, abarcando desde la iluminación de nuestros hogares hasta el impulso de la industria y el transporte.

I1: Demanda energética

La demanda energética representa la cantidad de energía requerida por una sociedad, región o sector particular para realizar sus actividades y cubrir sus necesidades. Esta demanda puede variar considerablemente debido a factores

diversos, tales como el crecimiento económico, la población, el clima, los hábitos de consumo, el avance tecnológico y la eficiencia energética (Torres, 2019).

I2: Accesibilidad

La accesibilidad energética se refiere a la capacidad y disponibilidad que las personas y comunidades tienen para obtener y utilizar servicios energéticos de manera segura y asequible. Este concepto busca garantizar que todas las personas tengan acceso a fuentes de energía adecuadas para cubrir sus necesidades básicas y mejorar su calidad de vida. En resumen, se trata de asegurar que la energía esté al alcance de todos de forma sostenible y equitativa (Puyana, et al., 2020).

I3: Disponibilidad de la energía eléctrica

Se refiere a la capacidad de proveer de manera constante y confiable electricidad a una región o comunidad. Es un elemento indispensable para el funcionamiento de la sociedad moderna, logrado mediante una infraestructura eléctrica adecuada que abarca la generación, transmisión y distribución de la energía. Esta disponibilidad es crucial para el progreso económico y social, mejorando la calidad de vida mediante el apoyo a la industria, servicios y sistemas de comunicación. Además, se busca impulsar un suministro sostenible y amigable con el medio ambiente, promoviendo el uso de fuentes de energía renovable y tecnologías más limpias (Puyana, et al., 2020).

2.4. Definición de Términos básicos

Smart Grid: Posibilita una comunicación bidireccional, es decir, tanto desde el cliente hacia la empresa como en sentido inverso, lo que habilita funcionalidades como la facturación remota. También agiliza la detección de fraudes y permite la reposición del suministro de forma remota (Bragagnolo, et al., 2020).

Costos de mantenimiento de energía eléctrica: Se refiere a todos los elementos y acciones que aseguran el buen funcionamiento y continuidad de la conexión eléctrica durante su vida útil. Esto incluye los costos de actividades de

mantenimiento preventivo y correctivo, que los usuarios pagan de forma mensual (Benito , et al., 2019).

Optimización: Consiste en aplicar estrategias y tecnologías para aumentar la eficiencia y reducir el consumo de energía en distintos procesos y sistemas. Su objetivo es utilizar de manera más inteligente los recursos energéticos, minimizando pérdidas y desperdicios, y promoviendo el uso de energías renovables (Torres, 2019).

Tele medición: Es un enfoque computarizado de las comunicaciones que implica el control y la medición mediante dispositivos intermedios que permiten interpretar las mediciones a cierta distancia del sensor principal (Ramos, et al., 2019).

Diagrama de Medidor Electrónico: Es una representación gráfica que ilustra la estructura y el funcionamiento de un medidor de energía eléctrica digital o electrónico. Estos medidores se utilizan para medir el consumo de electricidad en tiempo real y proporcionar información detallada sobre el uso de energía (Salazar, 2022).

Interoperabilidad de los sistemas: Se refiere a la capacidad de sistemas o dispositivos diferentes para comunicarse y trabajar juntos de manera eficiente. Esto implica que sistemas de distintos fabricantes o tecnologías puedan funcionar de forma colaborativa, compartiendo información y realizando tareas conjuntamente (Morales, et al., 2020).

Vulnerabilidades: Las vulnerabilidades en las redes inteligentes, aunque pueden aparecer en varios puntos del sistema, son especialmente comunes en los medidores inteligentes. Estos dispositivos desempeñan un papel crucial al interactuar con la oferta y la demanda de electricidad, ya que permiten una medición más precisa y una gestión más eficiente de la energía (Medida del nivel de seguridad informática de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en Colombia, 2021).

Pérdidas eléctricas: Hacen referencia a la electricidad disipada debido a factores inherentes al transporte y transformación de la misma, así como a la energía que no se contabiliza o se contabiliza incorrectamente por parte de la empresa encargada del suministro. Estas pérdidas pueden ocurrir en diversos puntos del sistema eléctrico y pueden deberse a resistencia en los cables, fallos en equipos, fugas o manipulación fraudulenta (Ramos, et al., 2019).

Inteligentes: Son sistemas que utilizan algoritmos y técnicas de inteligencia artificial para aprender y mejorar su rendimiento con la experiencia. Pueden aplicarse en diversas áreas, como el transporte inteligente, la gestión de la energía, la salud, la industria y la domótica, entre otros. Los sistemas inteligentes están diseñados para mejorar la eficiencia, la seguridad y la comodidad en diversas aplicaciones, y se espera que jueguen un papel fundamental en la transformación digital y la automatización de procesos en la sociedad moderna (Gutierrez, et al., 2021).

Comunicación: Los sistemas deben estar compuestos por una infraestructura sólida, interactiva y dinámica, que garantice la interoperabilidad entre ellos. Es esencial que estos sistemas puedan comunicarse e interactuar de manera eficiente y sin problemas, permitiendo el intercambio de información y la colaboración para lograr un funcionamiento óptimo. La interoperabilidad es clave para la integración y el éxito de los sistemas inteligentes en diversas aplicaciones, ya que facilita la conexión y la sincronización de datos entre diferentes dispositivos y plataformas. Al asegurar la interoperabilidad, se potencia la eficiencia y se optimizan los beneficios de los sistemas inteligentes en la sociedad moderna (Morales, et al., 2020).

Generadores: Un generador es un aparato que convierte la energía mecánica en energía eléctrica mediante el fenómeno de la inducción electromagnética. Se compone de un enrollado que gira dentro de un campo magnético, lo que produce una corriente eléctrica. Estos dispositivos tienen una gran variedad de usos, desde pequeños generadores portátiles hasta enormes plantas eléctricas que proveen de electricidad a ciudades completas (Muñoz, 2023).

Generación distribuida: Se refiere a la producción de energía eléctrica en unidades más pequeñas y cercanas a los puntos de consumo, en contraste con los grandes generadores que se encuentran en centrales eléctricas remotas. Esta forma de generación puede utilizar diversas fuentes de energía, como paneles solares, turbinas eólicas o sistemas de cogeneración (Muñoz, 2023).

Identificación por radiofrecuencia (RFID): Es una tecnología que permite la identificación y seguimiento de objetos o personas mediante el uso de etiquetas o etiquetas RFID y lectores que utilizan ondas de radio para transmitir y recibir información (Zamora, et al., 2021).

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

H.G. Modelar un Smart Grid mejorará la electrificación en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023

H0. Modelar un Smart Grid no mejorará la electrificación en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023

3.1.2. Hipótesis Específicas

H.E.1 Modelar un Smart Grid cubrirá la Demanda energética en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023

H.E.2 Utilizar un modelo Smart Grid mejorará la accesibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023

H.E.3 Las Características del Smart Grid mejorarán la disponibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023

3.2. Definición conceptual de variables

Variable independiente: Smart Grid

Variable dependiente: Ahorro energético

3.2.1. Operacionalización de Variables

Tabla 1. *Matriz de operacionalización de las variables*

Variable	Tipo de Variable	Operacionalización	Dimensiones	Indicadores
----------	------------------	--------------------	-------------	-------------

Smart Grid	Variable independiente	Las Smart Grids representan sistemas de reparto de electricidad incorporados con tecnologías de información vanguardistas, que aseguran un sistema energético protegido y eficiente, sustentable, con un alto grado de eficiencia y reducción de pérdidas energéticas.	Control de la red eléctrica	Variación de voltaje Almacenamiento de energía Generación de energía eléctrica
Electrificación	Variable dependiente	Suministrar energía eléctrica de forma ininterrumpida a individuos que carecen de acceso constante a la red eléctrica.	Electrificación	Demanda energética Accesibilidad Disponibilidad de la energía eléctrica

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Tipo y Diseño de investigación

TIPO DE INVESTIGACIÓN: Investigación Aplicada

Según lo expuesto por Delgado (2021) es un tipo de investigación que tiene como objetivo generar conocimiento práctico y aplicable a situaciones reales. A diferencia de la investigación pura o básica, que busca ampliar el conocimiento teórico sin necesariamente aplicarlo directamente, la investigación aplicada se enfoca en resolver problemas o satisfacer necesidades específicas en el mundo real.

Según lo expuesto por el autor, el presente estudio de investigación se trató como aplicado, ya que se empleó la teoría de Smart Grid y sus atributos como fundamento para optimizar la electrificación en la región rural de Loreto

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Pre test experimental

De acuerdo con Alvarez (2021), es una estrategia metodológica que consiste en llevar a cabo una evaluación inicial o pre test antes de aplicar una intervención o tratamiento experimental. En este diseño, se elige una muestra de participantes y se los evalúa previamente para medir el nivel o condición de las variables de interés antes de aplicar cualquier intervención.

Esta metodología se adecúa a la presente investigación porque proporciona una base sólida para evaluar el impacto del Smart Grid en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, permitiéndote realizar inferencias sobre la efectividad de la intervención y guiar la toma de decisiones para lograr una electrificación más eficiente y sostenible.

NIVEL DE INVESTIGACIÓN: DESCRIPTIVO-EXPLICATIVO

Según Ramos (2020) en este nivel de investigación, se obtienen datos de las variables de interés y se aplican análisis estadísticos para identificar patrones, tendencias y relaciones entre dichas variables. Esto posibilita la descripción del comportamiento de las variables y cómo se interrelacionan.

El estudio en curso es un proyecto de investigación fue de nivel descriptivo-explicativo, debido a que permitió obtener una comprensión profunda y fundamentada sobre la situación actual de electrificación en la zona rural de Loreto, identificar patrones y relaciones entre variables, y utilizar esta información para orientar la implementación del Smart Grid y lograr una mejora efectiva en la electrificación de las viviendas.

4.2. Método de Investigación.

Según Reyes et al. (2022) mencionaron que la metodología de investigación abarca un conjunto de pasos y estrategias empleados para llevar a cabo un estudio o investigación. Su propósito es obtener respuestas a las preguntas planteadas y alcanzar los objetivos establecidos. Es una herramienta sistemática que facilita la planificación, organización y desarrollo del proceso de investigación de forma rigurosa y coherente.

La metodología utilizada consistió en recopilar y analizar datos para abordar las preguntas de investigación y evaluar las hipótesis definidas previamente. Se fundamentó en el uso de mediciones numéricas, conteos y frecuentemente en el empleo de técnicas estadísticas para identificar de manera precisa patrones de comportamiento en una población.

4.3. Población y muestra.

Población

Según Mucha et al. (2020), una población se refiere a un grupo de elementos o individuos que pueden ser claramente distinguidos, independientemente de si forman parte de un conjunto limitado o ilimitado. Además, Robles (2019) señala que una población está compuesta por el conjunto de casos que cumplen con ciertas características específicas. Para la presente investigación la población estuvo conformada por todos los datos mensuales de energía eléctrica en el área rural de Loreto.

Muestra

Según Robles (2019), una muestra es un grupo representativo tomado de una población más grande, que se elige para ser estudiado y analizado. Asimismo, para Quispe et al. (2020) debido a que estudiar o analizar toda la población en una investigación puede ser costoso y poco práctico, se toma una muestra que represente adecuadamente las características y la diversidad de la población

De lo expuesto por los autores, se consideró como muestra 16 de los datos mensuales de energía eléctrica en el área rural de Loreto, de los cuales se formaron 2 grupos que se denominaron grupo experimental (8 datos) y grupo de control (8 datos)

Muestreo

De acuerdo con Quispe et al. (2020), el muestreo es utilizado para poder definir el tamaño de la muestra de investigación, el cual es influenciado por el tipo de investigación que se desea realizar.

Además, Robles (2019) La muestra representa una porción de la población y se selecciona mediante un método de muestreo específico para obtener un grupo reducido pero representativo de la población completa. Esto implica que la investigación no utilizará los datos de toda la población, sino que se basará en una muestra que refleje las características de la población en su conjunto y facilite el estudio de manera más eficiente.

Para la presente investigación se escogió un tipo de muestreo por conveniencia, debido a su acceso rápido a la información, eficiencia en la obtención de datos y flexibilidad en el tamaño de la muestra.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado.

El lugar de estudio fue ubicado en el área rural de Loreto

4.5. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de la Información.

4.5.1. Técnicas

De acuerdo con Cisneros et al. (2022) las metodologías de investigación son variadas formas, técnicas o procesos utilizados por el investigador para obtener o recolectar los datos o información necesaria.

Encuesta

Feria et al. (2020) refieren que es una técnica que se utiliza en las investigaciones para recopilar información sobre un tema que se desea investigar, implica una serie de preguntas bien estructuradas las cuales se realizan a una determinada muestra, para posteriormente procesarla siguiendo las respuestas obtenidas y sacar una determinada conclusión.

4.5.2. Instrumentación

Según lo expuesto por Granados (2020) un recurso de obtención de datos es esencialmente cualquier instrumento o herramienta que el investigador puede utilizar para aproximarse a los fenómenos y extraer la información necesaria de ellos.

Para esta presente investigación, el instrumento que se utilizó fue el cuestionario, el cual se validó mediante juicio de expertos.

4.5.3. Validez

Según López et al. (2019) se refiere a su capacidad para medir de manera precisa y acertada el aspecto que se desea evaluar. Un instrumento validado es aquel que proporciona resultados confiables y busca minimizar al máximo los sesgos y errores significativos que puedan surgir en la investigación. Es fundamental contar con instrumentos que estén rigurosamente diseñados y aplicados de acuerdo con los objetivos de la investigación, garantizando así la confiabilidad y relevancia de los datos obtenidos.

Según lo presentado por el autor, la fiabilidad de un recurso en nuestra investigación verdaderamente evalúa las variables que se encuentran en la matriz de Operacionalización, y debe ser sometido a una evaluación por parte de un comité de especialistas.

Tabla 2. Validación del instrumento de recolección de datos por juicio de expertos

Experto	Apellidos y nombres	Grado académico	Resultado
Experto 01	Cuzcano Rivas, Abilio Bernardo	Doctor	Aplicable
Experto 02	Salazar Llerena, Silvia Liliana	Metodóloga	Aplicable
Experto 03	Tejada Cabanillas, Adán Almircar	Metodólogo	Aplicable

4.5.4. Confiabilidad

Para Rodríguez et al. (2020) un recurso de medición es completamente fiable si se logra obtener resultados similares después de una serie de repeticiones en las mediciones, en ese sentido, mientras mas exista una variación en los resultados encontrados, menos confiable será el instrumento aplicado.

En concatenación con lo anterior, para la investigación titulada “MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE LORETO, PERÚ 2023, PERÚ” se aplicaron instrumentos que fueron validados mediante una prueba estadística denominada alfa de Cronbach, el cual se presenta a continuación.

Tabla 3. Estadísticos de fiabilidad del instrumento

Variable	Alfa de Cronbach	N de elementos
Smart Grid	,917	15
Electrificación	,925	15

La prueba estadística revela que el cuestionario de la variable Smart Grid obtuvo un coeficiente de confiabilidad de 0.917, mientras que el cuestionario de la variable electrificación alcanzó un coeficiente de 0.925. Estos resultados sugieren que ambos cuestionarios son altamente confiables.

4.6. Análisis y procesamiento de datos.

4.6.1. Método de Análisis de Datos

Según Borjas (2020) el procesamiento de datos se compone de una serie de acciones que el investigador lleva a cabo para analizar la información previamente recolectada y obtener conclusiones sobre los objetivos planteados. Estas acciones no pueden ser establecidas de manera rígida, ya que la recopilación de datos y los análisis preliminares pueden revelar desafíos que requieran ajustes en la planificación inicial. Sin embargo, es importante destacar que la planificación de los aspectos fundamentales del análisis influirá en la fase de recolección de datos.

El análisis estadístico se clasifica en dos partes, para la presente investigación se recurrió al análisis descriptivo e inferencia, En el análisis descriptivo se muestra los datos mediante una serie de gráficos y tablas estructuradas que brindan una idea acerca y permiten realizar estimaciones. En cuanto al análisis inferencial, se aplica para estimar parámetros y contrastar hipótesis, en esta investigación se utilizó la prueba T-student, la cual permitió evaluar la mejora del Smart Grid en la electrificación de las viviendas, asimismo, se utilizó el software SPSS para el procesamiento de información.

4.7. Aspectos Éticos en Investigación.

La presente investigación que lleva como título: “MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE LORETO, PERÚ 2023” presento las siguientes consideraciones:

Académico: La información fue utilizada únicamente con propósitos académicos.

Objetivo: Los datos de este estudio fueron evaluados de manera objetiva y neutral, siguiendo criterios técnicos.

Confiable: Debido a que la población de la zona rural de Loreto y los datos mensuales recopilados presentaron una veracidad relevante.

Veracidad: Debido a que los resultados encontrados no serán alterados ni manipulados.

Originalidad: De acuerdo con las Normativas de la Universidad Nacional del Callao, es necesario citar las fuentes bibliográficas para evitar el plagio..

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos.

Tabla 4. *Descriptivos de la Demanda Energética - Pre Test vs Post Test*

Estadísticos Descriptivos	Demanda Energética (kW) - Pre Test	Demanda Energética (kW) - Post Test
Media	109.62	98.3
Mediana	109.75	98.61
Desviación Estándar	0.85	1.27
Mínimo	108.33	95.75
Máximo	110.62	99.57

Se observa que antes de la implementación, en promedio existió una demanda energética en la población de 109.62 kW y luego de la implementación se redujo a 98.3 kW, observándose descriptivamente que el modelado de Smart Grid redujo la demanda energética, esto debido a que el modelado permite un uso eficiente de la energía, logrando que se permita satisfacer las mismas necesidades con un menor consumo de energía. Además, esto también se pudo observar al comparar los gráficos de cajas (Figura 5) donde se evidencia que la caja del pre test se encuentra por encima del post test mostrando una reducción significativa tras la implementación.

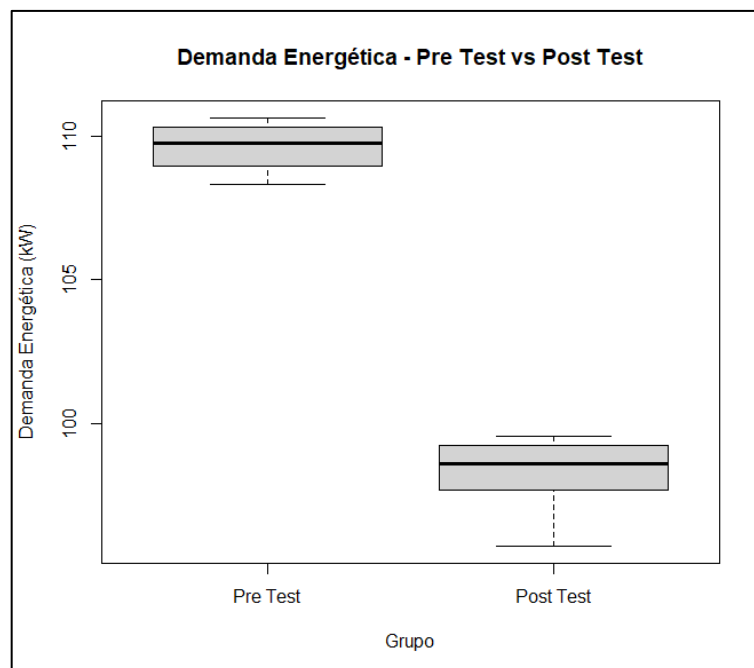


Figura 5. Comparación de los Gráficos de Cajas Pre Test vs Post Test – Facturación Mensual

Tabla 5. Descriptivos de la Accesibilidad - Pre Test vs Post Test

Estadísticos Descriptivos	Accesibilidad (%) - Pre Test	Accesibilidad (%) - Post Test
Media	51.64	62.37
Mediana	51.68	62.6
Desviación Estándar	1.77	0.94
Mínimo	49.2	60.62
Máximo	54.18	63.28

Se observa que antes de la implementación, en promedio existió una accesibilidad de electricidad en la población del 51.64% y luego de la implementación aumentó a 62.37%, observándose descriptivamente que el modelado de Smart Grid mejoró la accesibilidad al recurso eléctrico en la población. Asimismo, esto se pudo observar al comparar los gráficos de cajas (Figura 2) donde se evidencia que la caja del pre test se encuentra por debajo del post test mostrando una mejora significativa tras la implementación.

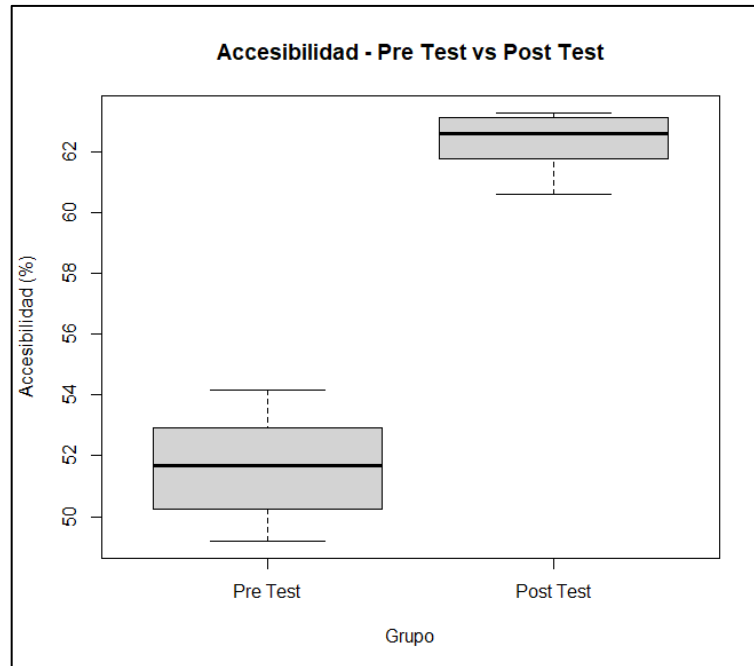


Figura 6. Comparación de los Gráficos de Cajas Pre Test vs Post Test – Accesibilidad

Tabla 6. *Descriptivos de la Disponibilidad de la Energía Eléctrica - Pre Test vs Post Test*

Estadísticos Descriptivos	Número de Fallas - Pre Test	Número de Fallas - Post Test
Media	4.5	1.88
Mediana	4.5	2
Desviación Estándar	0.93	0.83
Mínimo	3	1
Máximo	6	3

Para la evaluación de la disponibilidad de la energía eléctrica se consideró la medición de fallas. En la tabla 6 se observa que en promedio existió un número de fallas de 4.5 y luego de la implementación se redujo a 1.88, observándose descriptivamente que el modelado de Smart Grid permitió una reducción de las fallas en el sistema permitiendo una mayor disponibilidad del flujo eléctrico. Asimismo, esto se pudo observar al comparar los gráficos de cajas (Figura 7)

donde se evidencia que la caja del pre test se encuentra por encima del post test mostrando una reducción significativa tras la implementación.

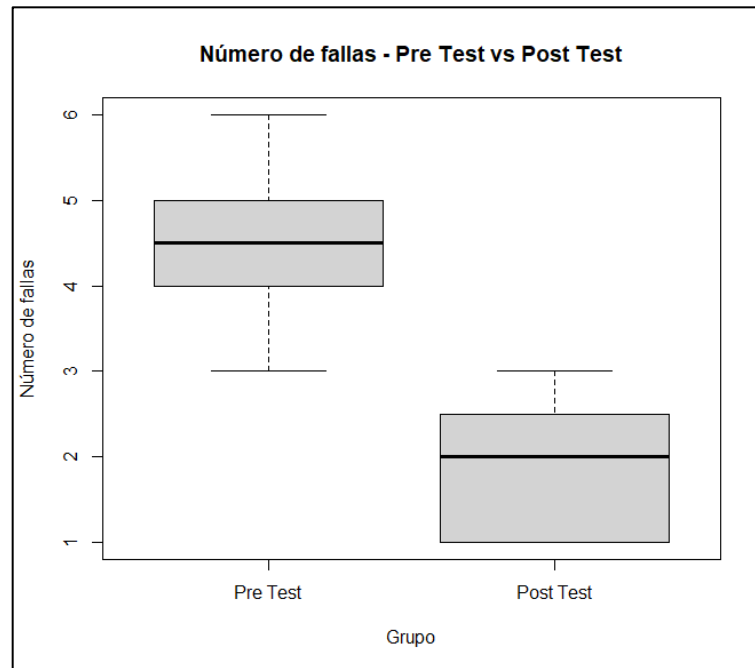


Figura 7. Comparación de los Gráficos de Cajas Pre Test vs Post Test – Número de Fallas

5.2. Resultados inferenciales.

Tabla 7. Prueba de Normalidad de Shapiro Wilks

Variable	Estadístico	Sig.
Demanda Energética - Diferencia entre el Pre Test y Post Test	0.98539	0.9845
Accesibilidad - Diferencia entre el Pre Test y Post Test	0.89804	0.2774
Número de fallas (Disponibilidad) - Diferencia entre el Pre Test y Post Test	0.87483	0.1679

Tras la realización de la prueba de normalidad se observó que las diferencias entre el pre test y post test del *Demanda Energética*, *Accesibilidad* y *Número de fallas (Disponibilidad)* presentaron significancias superiores de 0.05, por lo que se concluye que presentaron distribución normal.

Tabla 8. Prueba de Homogeneidad de Bartlett

Variable	Estadístico	Sig.
Demanda Energética Pre Test vs Post Test	1.0628	0.3026
Accesibilidad Pre Test vs Post Test	2.4921	0.1144
Número de fallas (Disponibilidad) Pre-Test vs Post Test	0.070294	0.7909

Se observa que en todos los casos la significancia resultó mayor de 0.05, concluyéndose que las varianzas de los grupos pre test y post test en la *Demanda Energética*, *Accesibilidad* y *Número de fallas (Disponibilidad)* fueron homogéneos (varianzas iguales).

A partir de estos resultados, se utilizó la prueba T de Student para muestras relacionadas para verificar las hipótesis de investigación, las cuales serán explicados a continuación:

Hipótesis General

H₁: El modelado de Smart Grid mejorará la electrificación en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

H₀: El modelado de Smart Grid no mejorará la electrificación en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

Para la verificación de la hipótesis general, se evidenció el cumplimiento de las hipótesis específicas donde se evalúa la demanda energética, la accesibilidad al flujo eléctrico y a la disponibilidad de electricidad, las cuales se presentan a continuación.

Hipótesis Específica 1

H₁: El modelado de Smart Grid cubrirá la Demanda energética en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

H₀: El modelado de Smart Grid no cubrirá la Demanda energética en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

Tabla 9. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Demanda Energética - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
11.31	10.14	12.49	20.948	< 0.01

Los resultados en la tabla 9 muestran que la hipótesis nula fue rechazada debido a que la significancia (<0.01) resultó menor que 0.05. Estos resultados demuestran que el modelado de Smart Grid tuvo un impacto significativo en la reducción de la demanda energética en la población. En específico, se observó que la media de la demanda energética después de la implementación (98.3 kW), fue inferior en comparación con la media de la demanda energética previo a la implementación (109.62 kW) evidenciando una reducción significativa en el requerimiento energético para poder satisfacer las mismas necesidades, en

otras palabras, las personas están utilizando menos energía para cubrir sus requerimientos energéticos habituales además de ser cubiertos. Por lo tanto, el modelado de Smart Grid cubre la demanda energética en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

Hipótesis Específica 2

H₁: El modelado de Smart Grid mejorará la accesibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

H₀: El modelado de Smart Grid no mejorará la accesibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

Tabla 10. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Accesibilidad - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
-10.73483	-12.31	-9.17	-15.151	<0.01

Los resultados en la tabla 10 muestran que la hipótesis nula fue rechazada debido a que la significancia (sig. < 0.01) resultó menor que 0.05. Estos resultados demuestran que el modelado de Smart Grid tuvo un impacto significativo en el aumento de la accesibilidad energética en la población. En específico, se observó que la media de la accesibilidad después de la implementación (62.37%), fue superior en comparación con la media de la accesibilidad energética previo a la implementación (51.54%) evidenciando un aumento significativo. Por lo tanto, el modelado de Smart Grid mejora la accesibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

Hipótesis Específica 3

H₁: El modelado de Smart Grid mejorará la disponibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

H₀: El modelado de Smart Grid no mejorará la disponibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

Tabla 11. Prueba T de Student para Muestras Relacionadas. Disponibilidad de la Energía Eléctrica - Pre vs Post

Media de la diferencia	Intervalo (95%)		t	Sig.
	Inferior	Superior		
2.625	1.679	3.571	5.9567	<0.01

Los resultados en la tabla 11 muestran que la hipótesis nula fue rechazada debido a que la significancia (sig. < 0.01) resultó menor que 0.05. Estos resultados demuestran que el modelado de Smart Grid tuvo un impacto significativo en mejorar la disponibilidad energética al reducir el número de fallos. En específico, se observó que la media del número de fallos después de la implementación (1.88), fue inferior en comparación con la media del número de fallos previo a la implementación (4.5) evidenciando una reducción significativa. Por lo tanto, el modelado de Smart Grid mejora la disponibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados.

Tras analizar los resultados, se pudo constatar que la implementación del modelado de Smart Grid en la zona rural de Loreto, Perú en 2023, efectivamente mejoró la electrificación en las viviendas. Esto se evidenció mediante la reducción de la demanda energética, el aumento de la accesibilidad eléctrica y la mejora en la disponibilidad debido a la disminución del número de fallos en el sistema. Todos estos indicadores presentaron una significancia estadística ($\text{sig.} < 0.05$), lo que respalda la validez de los resultados obtenidos.

En relación al primer objetivo específico, se logró demostrar que la implementación del modelado de Smart Grid condujo a una mejora en el uso de energía eléctrica. Al inicio de la implementación, se observó una demanda energética de 109.62 kW, la cual disminuyó a 98.3 kW después de la implementación. Esta reducción significativa del requerimiento energético para satisfacer las mismas necesidades quedó respaldada por los resultados ($t=20.948$, $\text{sig.} < 0.05$), lo que confirma su validez.

Asimismo, con respecto al segundo objetivo específico, se logró demostrar que el modelado de Smart Grid también tuvo un impacto positivo en la accesibilidad a la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú en 2023. Antes de la implementación, en promedio, solo el 51.64% de la población tenía acceso a energía eléctrica. Sin embargo, tras la implementación, este porcentaje aumentó significativamente, alcanzando en promedio un 62.37%. Esta diferencia resultó estadísticamente significativa ($t=-15.151$, $\text{sig.} < 0.05$), respaldando firmemente la evidencia de mejora en la accesibilidad eléctrica.

Finalmente, en relación con el tercer objetivo específico, se pudo demostrar que el modelado Smart Grid tuvo un impacto positivo en la disponibilidad de energía eléctrica para la población. Esto se evidenció mediante el análisis de los fallos dentro del sistema, incluidas las dificultades causadas por condiciones climáticas adversas propias de la zona. Tras la implementación, se observó una reducción significativa ($t=5.9567$, $\text{sig.} < 0.05$) en el número de fallos, lo que permitió un flujo

eléctrico más continuo y, en consecuencia, una mejora notable en la disponibilidad de energía eléctrica para los usuarios.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares.

Los resultados obtenidos en esta investigación presentan similitudes significativas con el antecedente proporcionado por Porras (2019), quien también encontró evidencia que respalda los beneficios del Smart Grid en la reducción de costos de energía eléctrica en el sistema de distribución de una unidad minera. Esta convergencia en los hallazgos refuerza la validez y robustez de nuestros resultados y, a su vez, sugiere que el uso del Smart Grid puede tener aplicaciones beneficiosas en diversos contextos energéticos más allá de la zona rural de Loreto. La consistencia entre ambos estudios respalda la viabilidad y relevancia de implementar soluciones basadas en Smart Grid para abordar los desafíos energéticos, lo que promete contribuir a la eficiencia y sostenibilidad en el uso de energía en diferentes sectores y áreas geográficas.

La implementación del Smart Grid en la zona rural de Loreto puede ser vista como una solución innovadora y efectiva para abordar los desafíos energéticos. Al optimizar la distribución y uso de la energía eléctrica, se ha logrado una reducción en la demanda energética sin comprometer la satisfacción de las necesidades de los usuarios. Estos resultados tienen implicaciones importantes tanto a nivel económico como ambiental, al reducir los costos energéticos y contribuir a la conservación de los recursos naturales.

Asimismo, estos resultados son coherentes con el antecedente proporcionado por Castañez (2021), quien también investigó la implementación de redes eléctricas inteligentes "Smart Grids" en el departamento del Cesar. La convergencia en los hallazgos entre ambos estudios refuerza la validez y relevancia de los beneficios asociados con la implementación del Smart Grid, no solo en la zona rural de Loreto, sino también en otras áreas geográficas y contextos energéticos similares. Además, el estudio de Castañez contribuyó a ampliar el conocimiento sobre la ejecución de redes eléctricas avanzadas en su área geográfica específica y su alineación con los objetivos de desarrollo nacional establecidos en la Visión Colombia 2030.

La concordancia entre los resultados de este estudio y el antecedente presentado por Altamirano (2021) indica una consistencia en las conclusiones obtenidas en ambas investigaciones, lo que fortalece la validez y relevancia de los beneficios asociados con la implementación del Smart Grid en zonas rurales con características similares a la zona de Loreto.

En el estudio de Altamirano (2021), se abordó la factibilidad de implementar microrredes inteligentes (Smart Grids) con el objetivo de mejorar la calidad de red en la distribución eléctrica rural en la región de Amazonas - Cajamarca. Aunque el contexto geográfico y las características específicas pueden variar entre la región de Amazonas - Cajamarca y la zona rural de Loreto, ambos estudios se enfocaron en el uso del Smart Grid como una solución para abordar desafíos energéticos en áreas rurales, lo que los convierte en investigaciones relevantes y comparables.

La coincidencia entre los resultados de este estudio y el antecedente de Altamirano (2021) refuerza la validez y relevancia de los beneficios del Smart Grid en la mejora de la confiabilidad y disponibilidad energética en zonas rurales con características similares a la zona de Loreto. La consistencia en las conclusiones proporciona una base más sólida para considerar la implementación del Smart Grid como una opción viable y efectiva para mejorar el suministro eléctrico en áreas rurales con acceso limitado a recursos energéticos convencionales. Estos hallazgos pueden servir como referencia y guía para futuras implementaciones y políticas energéticas orientadas hacia un desarrollo sostenible y eficiente en áreas rurales.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes.

Dentro de este estudio titulado "MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE LORETO, PERÚ 2023", los autores se hacen responsables de la información presentada en el documento, en cumplimiento con las normas establecidas por la Universidad Nacional del Callao.

VII. CONCLUSIONES

Primera: Los resultados obtenidos en este estudio proporcionan evidencia sólida y consistente de que el modelado de Smart Grid ha tenido un impacto significativo y positivo en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú, durante el año 2023. El análisis detallado de los datos demostró una reducción significativa en la demanda energética, un aumento notable en la accesibilidad energética y una mejora significativa en la disponibilidad de la energía eléctrica, todo ello después de la implementación del Smart Grid. Estos hallazgos respaldan de manera concluyente el cumplimiento de la meta planteada, y sugieren que el modelado de Smart Grid es una estrategia efectiva para mejorar la electrificación y proporcionar un acceso más confiable y accesible a la energía eléctrica en áreas rurales con características similares a la región de Loreto.

Segunda: Los resultados obtenidos en este estudio respaldan de manera contundente que el modelado de Smart Grid tuvo un impacto significativo y positivo en la reducción de la demanda energética en la población de la zona rural de Loreto, Perú, durante el año 2023. La disminución estadísticamente significativa ($t=20.948$, $\text{sig.}<0.05$) en la media de la demanda energética después de la implementación del Smart Grid, en comparación con el periodo previo, indica una eficaz reducción en el requerimiento energético para cubrir las necesidades habituales de los usuarios, garantizando al mismo tiempo una cobertura completa de la demanda en las viviendas de la región.

Tercero: Los resultados demostraron de manera contundente que el modelado de Smart Grid tuvo un impacto significativo ($t=-15.151$, $\text{sig.}<0.05$) y positivo en el aumento de la accesibilidad energética en la población de la zona rural de Loreto, Perú, durante el año 2023. La mejora estadísticamente significativa en la media de la accesibilidad después de la implementación del Smart Grid, en comparación con el periodo previo, evidencia un aumento efectivo en la disponibilidad y alcance de la energía eléctrica para satisfacer las necesidades de las viviendas en la región. Estos hallazgos son de suma importancia para el desarrollo y bienestar de las comunidades rurales, respaldando la eficacia del

Smart Grid como una solución prometedora para mejorar el acceso a servicios energéticos en áreas remotas y contribuir al progreso socioeconómico de la población.

Cuarta: Los resultados presentados reflejaron de manera contundente que el modelado de Smart Grid tuvo un impacto significativo ($t=5.9567$, $\text{sig.}<0.05$) y positivo en la mejora de la disponibilidad energética en la población de la zona rural de Loreto, Perú, durante el año 2023. La reducción estadísticamente significativa en la media del número de fallos después de la implementación del Smart Grid, en comparación con el periodo previo, evidencia de manera concluyente una disminución efectiva en los incidentes que afectan la disponibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la región. Estos hallazgos son de gran relevancia para el desarrollo y bienestar de las comunidades rurales, respaldando la eficacia del Smart Grid como una solución prometedora para mejorar la confiabilidad del suministro eléctrico y garantizar una mayor continuidad en el acceso a servicios energéticos en áreas remotas.

VIII. RECOMENDACIONES

Primero: Dado que el modelado de Smart Grid ha demostrado un impacto significativo en la reducción de la demanda energética, se sugiere que la implementación del sistema se realice de manera progresiva y planificada, abarcando diferentes áreas y sectores en la zona rural de Loreto. Esto permitirá maximizar los beneficios y asegurar una transición efectiva hacia una gestión más eficiente de la energía.

Segundo: Dado que el modelado de Smart Grid ha demostrado un impacto significativo en el aumento de la accesibilidad energética, es importante establecer un sistema de monitoreo y mantenimiento constante para asegurar su óptimo funcionamiento. Supervisar regularmente el desempeño del sistema y realizar las acciones correctivas necesarias garantizará que la accesibilidad mejore de manera sostenida y confiable en el tiempo.

Tercero: Dado que el modelado de Smart Grid ha demostrado un impacto significativo en mejorar la disponibilidad energética mediante la reducción de fallos, es esencial contar con una planificación adecuada y establecer medidas de contingencia. La implementación de protocolos de emergencia y soluciones alternativas para mitigar posibles fallos garantizará un suministro eléctrico más confiable y continuo para las viviendas rurales de Loreto.

Cuarto: La tecnología Smart Grid está en constante evolución, por lo que se recomienda mantenerse actualizado con los avances y mejoras en el sistema. Considerar la incorporación de tecnologías más avanzadas y eficientes permitirá optimizar aún más la disponibilidad energética y asegurar una gestión más efectiva y resiliente del suministro eléctrico en la zona rural de Loreto.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, Esteven. 2022. Diseño y simulación en Simulink de una red eléctrica inteligente para la telegestión de la urbanización Las Arenas del Cantón Salinas. *[Tesis de maestría - Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]*. 2022.

Aguilar, Rodrigo Javier. 2022. Estudio para la estabilización de un sistema eléctrico domiciliario rural conectado a la red con recursos energéticos renovables. *[Tesis de Licenciatura - Pontificia Universidad Católica del Perú]*. 2022.

Aguirre, Viviana. 2022. Bioeconomía y su contexto en Colombia. *[Artículo científico - Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]*. 2022.

Aiquipa, Katherine and Condori, Juan. 2022. Confiabilidad de los sistemas fotovoltaicos autónomos como soporte para la electrificación rural – Quispicanchis 2021. *[Tesis de titulación - Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]*. 2022.

Alegre, Pool. 2023. Evaluación del impacto de la electrificación rural en el bienestar de los hogares de la región central de Perú. *[Tesis de posgrado - Universidad nacional del centro del Perú]*. 2023.

Altamirano, Jorg. 2021. Smart grid para el aseguramiento de la calidad en la red de distribución eléctrica rural Amazonas - Cajamarca. *[Tesis de titulación - Universidad Cesar Vallejo]*. 2021.

Alvarez, Aldo. 2021. *Clasificación de las Investigaciones*. 2021.

Arteaga, Raul. 2021. Modelo Smart Grid para la calidad de energía eléctrica del hospital II-1 Santa Gema de Yuimaguas. *[Tesis de titulación - Universidad Cesar Vallejo]*. 2021.

Barquero, David and Rojas, Rodrigo. 2022. *Electricity consumption: a management proposal developed in R based on smart meters for power plants*. s.l. : Revista Trimestral, 2022.

Benito , Rocio, Huanachin , Jose and Rodriguez, Jorge . 2019. Una propuesta basada en Smart Grid para mejorar la electrificación rural en el Perú. *[Tesis de Maestría - ESAN]*. 2019.

Borjas, Jorge. 2020. *Validez y confiabilidad en la recolección y análisis de datos bajo un enfoque cualitativo.* s.l. : Trascender, contabilidad y gestión, 2020. Vol. 5.

Bragagnolo, Sergio, et al. 2020. *Demand management in smart networks. Perspective and control of users and suppliers.* s.l. : Inf. tecnol., 2020. Vol. 31.

Bravo, Debrayan. 2019. *Una revisión sobre materiales para almacenamiento de Energía Solar Térmica.* s.l. : ing., 2019. Vol. 23.

Castañeda, Heber, Canales, Rosa and Loza, Jorge. 2019. *Sustainable development in the generation of electricity, through renewable energy: an empirical application to the Toluca Valley, Mexico.* s.l. : Revista de coyuntura y perspectiva, 2019. Vol. 4.

Catañez, Mauricio . 2021. Estudio sobre la implementación de redes eléctricas inteligentes "Smart Grids" en el departamento del Cesar. *[tesis de titulación - Universidad de Pamplona]*. 2021.

Chiroque, Wilder, Ricaldi, Ivan y Romero, Bryan. 2022. *Diseño de un sistema de energía limpia mediante paneles fotovoltaicos para la generación de energía eléctrica en una vivienda rural de Cusco, Perú, 2022.* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao], Callao : Repositorio de la Universidad Nacional del Callao, 2022.

Cisneros, Alicia, et al. 2022. *Técnicas e instrumentos para la recolección de datos que apoyan a la investigación científica en tiempo de Pandemia.* s.l. : Revista Científica Dominio de las Ciencias, 2022. pp. 1165-1185. Vol. 8.

Cusma, Marleni. 2020. Efecto de la extracción del carbón de piedra obtenida de la minera informal en la salud de los trabajadores del distrito de Chalamarca - Chota. *[Tesis de licenciatura - Universidad César Vallejo]*. 2020.

Das, Smita and Kanti, Mrinal. 2021. *A Review on Coverage-Hole Boundary Detection Algorithms in Wireless Sensor Networks.* 2021. Vol. 24.

De la Torre , Esteban. 2019. *Redes de comunicacion en Smart Grid o red inteligente.* s.l. : Observacion de la economia latinoamericana, 2019.

Delgado, José. 2021. *La investigación científica: su importancia en la formación de investigadores.* 2021. págs. 2385-2386. Vol. 5.

Feria, Hernán, Matilla, Margarita y Mantecón, Silverio. 2020. *La entrevista y la encuesta: ¿Métodos o técnicas de indagación empírica?* s.l. : Didasc@lia: Didáctica y educación, 2020. págs. 62-79. Vol. 11. ISSN 2224-2643.

Fiaschetti, Leandro. 2021. Sistema de gestion y localizacion de fallas en redes de distribucion de energia con aplicacion en el ambito regional. *[Tesis de doctorado - Universidad nacional del centro].* 2021.

Franco, Patricia. 2020. *Evaluacion del rendimiento de una red de infraestructura de Medicion avanzada basada en Wimax a traves de OPNET para aplicacines de Smart Grid.* 2020.

Garcia, Denis y Rodriguez, Maria. 2021. Electrificación con tecnología fotovoltaica en una plaza comercial en Portoviejo. *[Articulo de investigacion - Revista Científica].* 2021.

Garcia, Washington. 2021. Algoritmo en detección positiva de la imagen de una persona para la mejora en eficiencia energética en una Smart Grid Home. *[Tesis de titulacion - UNMSM].* 2021.

Granados, Rolando. 2020. *Revisión teórica de herramientas metodológicas aplicadas en la investigación criminológica.* s.l. : Revista de Derecho y Cambio Social, 2020. págs. 501-511.

Guerreros, Eduardo. 2021. Eficiencia operativa de las redes electricas de distribucion en un entorno de Smart Grid de la base aerea de las palmas de la fuerza aerea del Perú. *[Tesis de maestria - Universidad nacional de callao].* 2021.

Gutierrez, Juan, Vejar, Set and Escamilla, Agustín. 2021. *Sistema FV interconectado a la red eléctrica con control horario de inyección de energía.* s.l. : Dyna rev.fac.nac.minas [online], 2021. Vol. 88.

Herrera, Reinier and Marrero, Lester. 2019. *Characterization of Short-Duration Voltage Variations on distribution networks.* s.l. : Energética, 2019. Vol. 40.

Idrovo, Santiago. 2022. Estudio de la planificación y dimensionamiento óptimo para el segmento de medición inteligente avanzada en la ciudad de Biblián usando LoRaWAN. [Tesis de titulación - Universidad Politécnica Salesiana]. 2022.

León, Luz, et al. 2019. *Smart Grid in Mexico: Current situation, challenges and implementation.* s.l. : Ing. invest. y tecnol., 2019. Vol. 20.

López, Adrián y Vera, Frank. 2019. *Identificación y análisis del impacto social del proyecto de electrificación rural del recinto El Guayabo del cantón Colimes.* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana Ecuador], Ecuador : Repositorio de la Universidad Politécnica Salesiana Ecuador, 2019.

López, Raúl, et al. 2019. *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas.* s.l. : Revista Cubana de Medicina Militar, 2019. Vol. 48.

Los alcances de una investigación. **Ramos, Carlos. 2020.** 3, 2020, CienciAmérica, Vol. 9.

Majeed , Osama, Zulqarnain, Muhammad and Majeed, Tallal. 2020. Recent advancement in smart grid technology: Future prospects in the electrical power network. [Artículo científico - Ain Shams Engineering Journal]. 2020.

Medida del nivel de seguridad informática de las pequeñas y medianas empresas (PYMEs) en Colombia. **Sánchez, Paola, García, Jose and Pérez, Leidy. 2021.** 5, 2021, Inf. tecnol., Vol. 32.

Melean, Fernando and Briceño, Junior. 2021. Wide Area Network to manage the public transit bus fleet. s.l. : Revista Electrónica de Estudios Telemáticos, 2021, Vol. 20, 1.

Morales, V., et al. 2020. *Technical Reference Framework for the Interoperability of Electronic Medical Record: Domain Model.* s.l. : Rev. mex. ing. bioméd, 2020. Vol. 41.

Moreno , Andres, et al. 2022. Effective identification of distributed energy resources using smart meter net-demand data. *[Artículo científico - The institution of Engineering and technology]*. 2022.

Mucha, Luis, et al. 2020. *Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado.* s.l. : Revista Desafíos, 2020. Vol. 12.

Muñoz, Jorge. 2023. Ubicación óptima de dispositivos de compensación reactiva para la mejora del perfil de voltaje y reducción de pérdidas en el sistema eléctrico de potencia utilizando técnicas de clusterización. *[Artículo científico - Universidad Politécnica Salesiana]*. 2023.

Ortuño , Jorge. 2020. Smart grids:n Integracion del vehiculo electrico y simulacion del impacto de la recarga en un sistema de media tension. *[Tesis de grado - Universidad Miguel Hernandez de Elche]*. 2020.

Pereira, Claudino. 2019. Análisis de la integración de tecnología Smart Grid en sistemas eléctricos insulares con elevada penetración de energías renovables. *[Tesis de doctorado - Universidad de Zaragoza]*. 2019.

Ponce, Marco. 2019. La energía solar fotovoltaica distribuida y las Smart Grid como modelos para diversificar la matriz energética de Ecuador. *[Tesis de doctorado - Universidad Nacional de Ecuador a Distancia]*. 2019.

Porras Segundo, Hanzel Leobardo. 2019. Influencia de Smart Grid en la reducción de costos de energía eléctrica del sistema de distribución de la

Unidad Minera Julcani, Huancavelica 2017. [*Tesis de licenciatura - Universidad Continental*]. 2019.

Porras, Hanzel. 2019. Influencia de Smart Grid en la reducción de costos de energía eléctrica del sistema de distribución de la Unidad Minera Julcani, Huancavelica 2017. [*Tesis de licenciatura - Universidad Continental*]. 2019.

Puyana, Alicia and Rodríguez, Isabel. 2020. *Discussion between energy availability and environmental sustainability in the United States, 1980-2016.* s.l. : Buseness and Economics, 2020. Vol. 20.

Quispe, Antonio, et al. 2020. *Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con SATA y R.* s.l. : Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Amanzor Aguinaga Asenjo, 2020. Vol. 13. ISSN 2227-4731.

Ramos, Josnier, Hernández, Orestes and Silverio, Reimundo. 2019. *Supervision system for the monitoring of smart electric networks.* s.l. : Energética, 2019. Vol. 40.

Reyes, Irma, et al. 2022. *Métodos científicos y su aplicación en la investigación pedagógica.* 2022. Vol. 9.

Risso, Claudio. 2019. *Benefits of demands control in a smart-grid to compensate the volatility of non-conventional energies.* s.l. : Rev.fac.ing.univ. Antioquia , 2019. págs. 19-31.

Robles, Blanca. 2019. *Población y muestra.* s.l. : Revista Pueblo Continente, 2019. Vol. 30. ISSN 2617-9474.

Rodríguez, Julio and Reguant, Mercedes. 2020. *Calcular la fiabilitat d'un qüestionari o escala mitjançant l'SPSS: el coeficient alfa de Cronbach.* s.l. : Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 2020. Vol. 13.

Salazar, Jorge. 2022. Propuesta de sistema de lectura remota de medidores de energía eléctrica para mejorar la eficiencia del servicio Ensa - Lambayeque. [*Tesis de titulación - Universidad nacional Pedro Gallo*]. 2022.

Salazar, Oscar . 2021. Diseño e implementación de un sistema remoto para el mando y supervisión de un sistema eléctrico de potencia de un Smart Grid. *[Tesis de titulación - Universidades de ingeniería y tecnología]*. 2021.

Tipos de justificación en la investigación científica. **Fernandez, Victor. 2020.** 2020, Espiritu emprendedor.

Torres, Ramón. 2019. *Energy policy: problems and solutions.* s.l. : Economía UNAM, 2019. Vol. 16.

Vesga, Juan, Contreras, Martha and Vesga, José. 2021. *Modelamiento de una red multiservicio en redes HAN sobre Power Line Communications soportado en Teoría de Colas.* 2021.

Zamora, Jesús, Segura, Luis and Álvarez, Yván. 2021. *Patient care management through RFID technology at the naval hospital in Peru.* s.l. : Dilemas contemp. educ. política valores, 2021. Vol. 8.

ANEXOS

Matriz de Consistencia

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	TECNICAS E INSTRUMENTACION	METODOLOGIA
<p>Problema General:</p> <p>¿Se podrá modelar un Smart Grid para mejorar la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Modelar un Smart Grid para mejorar la electrificación en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023</p>	<p>Hipótesis General:</p> <p>H.G. Modelar un Smart Grid mejorará la electrificación en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Smart Grid</p> <p>Dimensiones e Indicadores:</p> <p>D1: Control de la red eléctrica</p> <p>I1: Variación de voltaje</p> <p>I2: Almacenamiento de energía</p> <p>I3: Generación de energía eléctrica</p>	<p>Técnicas:</p> <p>Encuesta</p> <p>Según lo expuesto por el autor, la encuesta para el presente trabajo de investigación es una técnica que consiste en obtener información de las personas encuestadas mediante el uso de cuestionarios diseñados en forma previa para la obtención de información específica.</p> <p>Instrumento:</p> <p>Cuestionario</p> <p>El cuestionario para el presente trabajo de investigación servirá de herramienta de investigación que consiste en una serie de preguntas y otras indicaciones con el propósito de obtener información de los consultados.</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: Diseño pre test experimental</p> <p>Nivel de la Investigación: Descriptivo – explicativo</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>P.E.1. ¿Se podrá modelar un Smart Grid para cubrir la</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>O.E.1 Modelar un Smart Grid para cubrir la Demanda</p>	<p>Hipótesis Especificas:</p> <p>H.E.1 Modelar un Smart Grid cubrirá la Demanda</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p>Electrificación</p>		<p>Población Y Muestra:</p> <p>Población:</p>

<p>Demanda energética en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023?</p> <p>P.E.2. ¿Se podrá utilizar un modelo Smart Grid para mejorar la Accesibilidad de la energía eléctrica en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023?</p> <p>P.E.3. ¿Las características del Smart Grid podrán mejorar la disponibilidad de la energía eléctrica en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023?</p>	<p>energética en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023</p> <p>O.E.2 Utilizar un modelo Smart Grid para mejorar la Accesibilidad de la energía eléctrica en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023</p> <p>O.E.3 Utilizar las características del Smart Grid podrán mejorar la disponibilidad de la energía eléctrica en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023</p>	<p>energética en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023</p> <p>H.E.2 Utilizar un modelo Smart Grid mejorará la accesibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023</p> <p>H.E.3 Las Características del Smart Grid mejorarán la disponibilidad de la energía eléctrica en las viviendas de la zona rural de Loreto, Perú 2023</p>	<p>Dimensiones e</p> <p>Indicadores:</p> <p>D1: Suministro energético</p> <p>I1: Demanda energética</p> <p>I2: Accesibilidad</p> <p>I3: Disponibilidad de la energía eléctrica</p>		<p>Todos los datos mensuales de energía eléctrica en el área rural de Loreto.</p> <p>Muestra:</p> <p>16 de los datos mensuales de energía eléctrica en el área rural de Loreto.</p> <p>Muestreo:</p> <p>Por conveniencia</p>
--	---	---	--	--	--

Instrumentos de recolección de datos
CUESTIONARIO SOBRE SMART GRID

**Título: “MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA
ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE LORETO,
PERÚ 2023”**

La presente es una encuesta que tiene como objetivo Modelar un Smart Grid para mejorar la electrificación en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023, 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 3	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: “SMART GRID”	RESPUESTAS				
DIMENSIÓN “Control de la red eléctrica”	1	2	3	4	5
INDICADOR “Variación de voltaje”					
1. La variación de voltaje afecta negativamente el funcionamiento de los electrodomésticos en mi hogar.					
2. La variación de voltaje es un problema que debe ser abordado con urgencia para mejorar la electrificación en la zona rural de Loreto.					
3. Considero que la variación de voltaje impacta negativamente la vida cotidiana en la zona rural de Loreto.					
4. Creo que la variación de voltaje afecta el rendimiento y la vida útil de mis electrodomésticos.					
5. Considero que la implementación del Smart Grid podría mitigar los problemas causados por la variación de voltaje en mi comunidad.					
INDICADOR: “Almacenamiento de energía”					
6. El almacenamiento de energía es crucial para garantizar un suministro eléctrico confiable en mi comunidad rural.					

7. Considero que el almacenamiento de energía es una tecnología clave para optimizar el uso de la electricidad en mi hogar.					
8. El almacenamiento de energía es una tecnología esencial para optimizar el funcionamiento del Smart Grid en la zona rural de Loreto.					
9. Considero que la incorporación de sistemas de almacenamiento de energía en el Smart Grid mejoraría la calidad del suministro eléctrico en mi comunidad.					
10. La implementación de sistemas de almacenamiento de energía en el Smart Grid es crucial para enfrentar posibles fluctuaciones en la demanda y garantizar un suministro confiable.					
INDICADOR: “Generación de energía eléctrica”					
11. La generación de energía eléctrica es un factor clave para lograr una electrificación efectiva en la zona rural de Loreto mediante el Smart Grid.					
12. Considero que la implementación de tecnologías de generación de energía eléctrica más eficientes y sostenibles es fundamental para el éxito del Smart Grid en la región.					
13. La incorporación de micro generación y generación distribuida en el Smart Grid podría mejorar significativamente la disponibilidad de energía en las viviendas rurales de Loreto.					
14. La generación de energía eléctrica eficiente y sostenible es un pilar fundamental para alcanzar una electrificación de calidad y accesible en la región de Loreto.					
15. Considero que el Smart Grid, al considerar una variedad de fuentes de generación, contribuirá a una mayor protección del medio ambiente y reducción de emisiones en la zona rural.					

CUESTIONARIO SOBRE ELECTRIFICACIÓN

Título: “MODELADO DEL SMART GRID PARA MEJORAR LA ELECTRIFICACIÓN DE LAS VIVIENDAS EN LA ZONA RURAL DE LORETO, PERÚ 2023”

La presente es una encuesta que tiene como objetivo Modelar un Smart Grid para mejorar la electrificación en la electrificación de las viviendas en la zona rural de Loreto, Perú 2023, 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 3	En desacuerdo 2	Totalmente en desacuerdo 1
----------------------------	-----------------	-------------------------------------	--------------------	-------------------------------

PREGUNTAS: “ELECTRIFICACIÓN”	RESPUESTAS				
	1	2	3	4	5
DIMENSIÓN “Suministro energético”					
INDICADOR “Demanda energética”					
1. Considero que el monitoreo y la predicción de la demanda energética son aspectos esenciales para garantizar un suministro eléctrico confiable y eficiente en mi comunidad.					
2. Creo que una gestión inteligente de la demanda energética contribuirá a reducir los costos y mejorar la eficiencia del suministro eléctrico en las viviendas rurales.					
3. La comprensión de los patrones de demanda energética en la zona rural de Loreto es crucial para adaptar el Smart Grid a las necesidades específicas de la comunidad.					
4. La gestión activa de la demanda energética mediante el Smart Grid permitirá una mejor adaptación a los picos de consumo y a las variaciones en la generación de energía.					
5. La gestión adecuada de la demanda energética es un elemento central para					

asegurar un suministro eléctrico estable y continuo en las viviendas rurales de Loreto.					
INDICADOR: “Accesibilidad”					
6. Considero que mejorar la accesibilidad a la energía eléctrica es fundamental para garantizar una mayor calidad de vida en la zona rural de Loreto.					
7. La accesibilidad a la electricidad es un factor determinante para el desarrollo económico y social de la comunidad rural en Loreto.					
8. La accesibilidad a la electricidad en la zona rural de Loreto es esencial para promover la igualdad de oportunidades y mejorar las condiciones de vida de los residentes.					
9. La accesibilidad a la electricidad mediante el Smart Grid es una prioridad para asegurar que todas las viviendas en la zona rural de Loreto puedan acceder a este servicio básico.					
10. La mejora en la accesibilidad a la energía eléctrica mediante el Smart Grid es esencial para avanzar hacia una electrificación más sostenible y resiliente en la región.					
INDICADOR: “Disponibilidad de la energía eléctrica”					
11. La disponibilidad constante de energía eléctrica es esencial para garantizar una electrificación confiable en la zona rural de Loreto.					
12. Creo que el Smart Grid puede contribuir a reducir las interrupciones en el suministro eléctrico, mejorando la disponibilidad de energía en las viviendas rurales.					
13. La disponibilidad continua de energía eléctrica es un factor determinante para mejorar la calidad de vida y la seguridad en la zona rural de Loreto.					
14. La disponibilidad de energía eléctrica es esencial para promover el acceso a servicios básicos y tecnologías que mejoren el bienestar de la comunidad rural.					
15. Creo que el Smart Grid puede contribuir a reducir los cortes de energía y mejorar la resiliencia del suministro eléctrico en la zona rural de Loreto.					

Validación de instrumentos

1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Abilio Bernardo Cuzcano Rivas

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 40947218

PROFESION: Ing. Electrónico

FECHA DE EVALUACION: 04 de agosto del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

OBSERVACIONES:

1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Dra. Silvia Liliana Salazar Llerena

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 10139161

PROFESION: Metodóloga

FECHA DE EVALUACION: 04 de agosto del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

OBSERVACIONES:

1. IDENTIFICACION DEL EXPERTO

NOMBRE DEL EXPERTO: Dr. Adán Almircar Tejada Cabanillas

NIVEL DE GRADO: Doctor

DNI: 06148210

PROFESION: Metodólogo

FECHA DE EVALUACION: 04 de agosto del 2023

FIRMA DEL EXPERTO:



2. PLANILLA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	APRECIACION CUALITATIVA			
	EXCELENTE (4)	BUENO (3)	REGULAR (2)	DEFICIENTE (1)
Presentación del instrumento	✓			
Claridad en la redacción de los ítems	✓			
Pertinencia de las variables con los indicadores	✓			
Relevancia del contenido	✓			
Factibilidad de la aplicación	✓			

APRECIACION CUALITATIVA:

OBSERVACIONES:

Base de datos

Grupo	Demanda Energética	Accesibilidad	Disponibilidad de Energía Eléctrica
Pre	110.13437	51.17209	6
Pre	109.87047	52.38776	5
Pre	108.32727	54.18083	4
Pre	109.33108	53.47277	4
Pre	110.49291	51.7459	5
Pre	110.61673	49.20354	3
Pre	108.5395	51.62021	5
Pre	109.63722	49.3095	4
Post	95.75266	61.5022	3
Post	97.67093	62.83951	1
Post	99.57249	62.36867	1
Post	99.08809	62.09176	3
Post	97.69647	63.24736	1
Post	99.41242	63.01933	2
Post	99.06795	60.61939	2
Post	98.15509	63.28308	2
