



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA



TESIS

**MEJORAR LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI, DIMENSIONADO UNA
MICRO RED CON EL SOFTWARE HOMER EN LA SUBESTACION
BELLAVISTA DEL DISTRITO DE PUNO**

PRESENTADA POR:

MIJAIL CARDENAS CHOQUE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
CON MENCIÓN EN: GESTIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
SISTEMAS ELÉCTRICOS**

PUNO, PERÚ

2023

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

MEJORAR LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI, DIMENSIONADO UNA MICRO RED CON EL SOFTWARE HOMER EN LA SUBESTACION BELLAVISTA DEL DISTRITO DE PUNO

AUTOR

MIJAIL CARDENAS CHOQUE

RECuento DE PALABRAS

24061 Words

RECuento DE CARACTERES

127128 Characters

RECuento DE PÁGINAS

113 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.9MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 31, 2024 8:46 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 31, 2024 8:48 AM GMT-5

● 7% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 7% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


LEONIDAS VELCA CALLATA
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
CIP N° 83278


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN
PUNO-PERU
Edwin Jared Cuque Cozsa
ING. ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO
C.P. 116625

Resumen

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

TESIS

**MEJORAR LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI, DIMENSIONADO UNA
MICRO RED CON EL SOFTWARE HOMER EN LA SUBESTACION
BELLAVISTA DEL DISTRITO DE PUNO**



PRESENTADA POR:

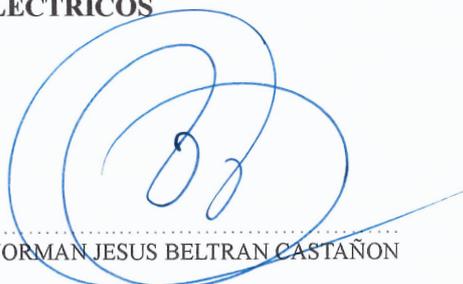
MIJAIL CARDENAS CHOQUE

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA MÉCANICA ELÉCTRICA
CON MENCIÓN EN: GESTIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
SISTEMAS ELÉCTRICOS**

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE



Dr. NORMAN JESUS BELTRAN CASTAÑÓN

PRIMER MIEMBRO



Dr. ANGEL MARIO HURTADO CHÁVEZ

SEGUNDO MIEMBRO



Mtro. JOSE MANUEL RAMOS CUTIPA

ASESOR DE TESIS



D.Sc. LEONIDAS VILCA CALLATA

Puno, 26 de julio de 2023.

ÁREA: Ciencias de la Ingeniería Mecánica Eléctrica.

TEMA: Mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI, dimensionado una micro red con el software Homer en la subestación de Bellavista del distrito de Puno.

LÍNEA: Generación renovable y distribución Eléctrica.



DEDICATORIA

A mi padre José, mi madre María, mi pequeña Luciana y esposa Nancy por el apoyo moral y espiritual durante mis estudios universitarios.

Mijaíl Cárdenas Choque.



AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está dedicado a mis asesores de la especialidad quien impartió sus conocimientos y enseñanzas, forjando mi la gran responsabilidad de ser maestro.

Mijaíl Cárdenas Choque.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	x
ACRÓNIMOS	xi
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1	Marco teórico	4
1.1.1	Normas Aplicables	4
1.1.2	Alcance del estudio	5
1.1.3	Alimentador salida 0106	6
1.1.4	Análisis de la demanda de Electricidad en Puno	9
1.1.5	Generación eléctrica distribuida	9
1.1.6	Arquitectura sistemas híbridos	10
1.1.7	Energías renovables	11
1.1.8	Radiación solar	12
1.1.9	Energía solar en el Perú	12
1.1.10	Energía solar en Puno	13
1.1.11	Horas de sol pico (HSP)	14
1.1.12	Energía Solar fotovoltaico	14
1.1.13	Mercado Mundial de la Energía Eólica.	15
1.1.14	La Energía Eólica.	15
1.1.15	Mejoramiento Índices o indicadores de confiabilidad en sistemas de distribución:	16
1.1.16	Indicadores.	17
1.1.17	SAIFI (Frecuencia media de interrupción por usuario):	17
		iii



1.1.18	SAIDI (Duración media de interrupción por usuario):	17
1.1.19	Medidas para mejorar la confiabilidad en sistemas de distribución:	18
1.1.20	Dimensionamiento de una micro red con Homer	19
1.2	Antecedentes	22
1.2.1	Internacionales	22
1.2.2	Nacionales	25
1.2.3	Locales	27

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	30
2.2	Enunciados del problema	32
2.2.1	Problema general	32
2.2.2	Problemas específicos	32
2.3	Justificación	33
2.3.1	Justificación académica	33
2.3.2	Justificación económica	34
2.3.3	Justificación práctica	34
2.4	Objetivos	34
2.4.1	Objetivo general	34
2.4.2	Objetivos específicos	34
2.5	Hipótesis	35
2.5.1	Hipótesis general	35
2.5.2	Hipótesis específicas	35

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Lugar de estudio	36
3.2	Población	37
3.3	Muestra	37
3.4	Método de investigación	37
3.5	Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	37
3.5.1	Descripción de las variables de la investigación	37
3.5.2	Materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros a utilizar	38
3.5.3	Recolección de datos e información	41
3.5.4	Determinación y modelamiento de micro redes para Puno	45



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	46
4.1.1	Resultado general del mejoramiento de la confiabilidad del Sistema Eléctrico de Distribución Puno.	46
4.1.2	Resultados específicos (1) del diagnóstico del estado situacional de indicadores de confiabilidad por meses durante un Año 2022.	49
4.1.3	Resultado específico (2) dimensionamiento de la Micro Red con los Recursos Eólico y Solar Mediante el Software HOMER.	73
4.1.4	Resultado específico (3) estimación de los recursos energéticos renovables que existe en la región Puno.	78
4.1.5	Resultado específico (4) propuesta de la micro red de generación eléctrica renovable más rentable modelado con Homer.	82
	CONCLUSIONES	85
	RECOMENDACIONES	86
	BIBLIOGRAFÍA	87
	ANEXOS	1

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. En el cuadro se muestra el número de interrupciones provocadas por la concesionaria eléctricas referidas a la línea principal que alimenta a la ciudad de Puno con fines de mantenimiento.	31
2. Registro interrupciones energía eléctrica No programados y programados SAIFI-2022	32
3. Características técnicas de la línea de distribución del alimentador Nro. 106	42
4. Se muestra los valores de los indicadores SAIFI 2023	43
5. Se muestra los valores de los indicadores SAIDI-2022	44
6. Nombre de los alimentadores de Baja Tensión del suministro de energía eléctrica del servicio eléctrico Puno	45
7. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de PUNO Anual SAIDI-SAIFI-2022	48
8. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno Enero SAIDI-SAIFI 2022.	50
9. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno Febrero SAIDI-SAIFI 2022.	52
10. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno marzo SAIDI-SAIFI 2022.	54
11. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno abril SAIDI-SAIFI 2022.	56
12. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno mayo SAIDI-SAIFI 2022.	58
13. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno junio SAIDI-SAIFI 2022.	60
14. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno julio SAIDI-SAIFI 2022.	62
15. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno agosto SAIDI-SAIFI 2022.	64
16. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno setiembre SAIDI-SAIFI 2022.	66



17. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno octubre SAIDI-SAIFI 2022. 68
18. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno noviembre SAIDI-SAIFI 2022. 70
19. Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno diciembre SAIDI-SAIFI 2022. 72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Diagrama de alimentadores de la ciudad de Puno Fuente: Base de datos de Electro Puno S.A.A.	7
2. Datos técnicos de la placa del transformador subestación Bellavista	8
3. El proceso de la demanda eléctrica	9
4. Cadena de valor de electricidad	11
5. Irradiación solar en el norte del Perú	12
6. Comportamiento de la radiación solar en las localidades de la región de Puno por año.	13
7. Horas solar pico (HSP), en módulo fotovoltaico	14
8. Capacidad mundial de energía eólica y adiciones anuales, 2008-2018	15
9. Parque eólico en Texas (EE. UU.)	16
10. Logo del software HOMER Pro	20
11. Diagramas unifilares de configuración del sistema Puno – Diagnostico (Año 2030), según (SIDECA, 2021)	36
12. Diagrama unifilar del sistema eléctrico con una topología radial Puno.	47
13. Elaboración propia en base a registro de Electro Puno S.A. 2022.	49
14. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica enero 2022.	51
15. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica febrero 2022.	53
16. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica marzo 2022.	55
17. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica abril 2022.	57
18. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica mayo 2022.	59
19. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica junio 2022.	61
20. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica julio 2022.	63
21. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica agosto 2022.	65
22. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica setiembre 2022.	67
23. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica octubre 2022.	69
24. Duración y frecuencia del suministro energía eléctrica noviembre 2022.	71
25. Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica diciembre 2022.	73
26. Diagrama de funcionamiento del software Homer Pro.	74
27. Detallamos el título, nombre del autor y coordenadas del proyecto.	75



28.	Irradiación normal directa en la Localidad de Puno [Wh/m ²], según (Godoy, Schierloh, et al., 2019)	76
29.	Cuadro de carga por cliente.	77
30.	Irradiación normal directa en la Localidad de Puno [Wh/m ²].	77
31.	Componentes del sistema incluyendo el panel fotovoltaico.	78
32.	Sistema con dos componentes de panel fotovoltaico.	79
33.	Selección del convertidor para el sistema.	80
34.	Sistema con cuatro componentes.	81
35.	Se agrega la interconexión a la red convencional.	81
36.	Se agrega la interconexión a la red convencional.	82
37.	Costo de la red convencional.	83
38.	Comparación económica de arreglos de la arquitectura.	83
39.	Comparación de consumo de energía por la red interconectada versus la energía renovable.	84



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Matriz de consistencia	1
2. Esquema final de una micro red simulado con el software.	1
3. Diagrama unifilar de distribución eléctrica de la ciudad de Puno.	2
4. Data de la radiación solar en la localidad Puno a través del atlas solar.	3
5. Información promedio de la radiación solar en Puno es de 2760.6 kWh/m ² por año.	4
6. Resumen detallado de GLOBAL SOLAR ATLAS.	5



ACRÓNIMOS

21P	: Protección de distancia
27/59/59N	: Protección de mínima y máxima tensión
50N/51N	: Protección de sobre corriente de fase a tierra
67N	: Protección de sobre corriente direccional a tierra
87T	: Protección diferencial de transformador
AC	: Corriente alterna
DC	: Corriente continua / directa
DER	: Energía renovable distribuida
ELPU	: Electro Puno S.A.A.
EPG	: Escuela de Posgrado
GB	: Baterías y gasificadores de biomasa
HKT	: Turbinas hidro cinéticas
HOMER	: Optimización híbrida de múltiples recursos energéticos
HRES	: Sistemas Híbridos Renovables
IEEE	: Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISA REP	: Red de Energía del Perú
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas
MINAM	: Ministerio del Ambiente
NPC	: Costo actual neto del proyecto
NTCSE	: Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
OSINERGMIN	: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
PES	: Controles electrónicos inteligentes de potencia
PV	: Energía fotovoltaica
SAIDI	: Índice de duración promedio de interrupción del sistema
SAIFI	: Índice de frecuencia promedio de interrupciones del sistema
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SET	: Subestación eléctrica de transformación
SIDEC	: Consultoría de energía
T101	: Código del transformador de distribución
UNA	: Universidad Nacional del Altiplano
WT	: Turbinas eólicas

RESUMEN

La concesionaria Electro Puno presenta interrupciones por descargas atmosféricas, pese a instalaciones de seccionadores SF6 Bajo carga y remodelamiento de redes, lo cual generó pérdidas económicas, identificando el Índice de frecuencia promedio de interrupciones del sistema (SAIFI) y el Índice de duración promedio de interrupción del sistema (SAIDI), se encuentra por debajo de lo normalizado, los índices son indicadores de confiabilidad del sector eléctrico. El objetivo de la investigación es evaluar los indicadores de confiabilidad, dimensionando una micro red utilizando el software HOMER aplicando en una subestación de Baja Tensión del barrio bellavista. La metodología de esta investigación fue evaluar los recursos energéticos de la zona para producir energía eléctrica y aportar al sistema interconectado, realizando tres evaluaciones: 1) se describió las características del lugar estableciendo la curva promedio demanda diaria de 11.25 kWh/día 2) se determinó obtener paneles solares de capacidad 10 kW, Convertidor de corriente alterna de capacidad 1kW y la interconexión al sistema interconectado que compone una micro red. 3) se determinó como resultado un análisis energético, técnico y económico que consta del mejor arreglo durante la simulación del software HOMER, obteniéndose una arquitectura que compone paneles solares de 4.5kW y un convertidor de corriente alterna, por un costo neto total de la micro red de \$ 18,826, con 37.4 % de eficiencia del sistema obtener información operacional del lugar. Se concluyo en obtener un parque solar que mejorara los índices de confiabilidad. El software recomienda utilizar micro redes con generación renovable para cubrir la demanda energética.

Palabras clave: Dimensionamiento, Homer, Indicadores, Multienergéticos, SAIDI, SAIFI y Simulación.

ABSTRACT

The Electro Puno concessionaire presents interruptions due to atmospheric discharges, despite installations of SF6 disconnectors under load and remodeling of networks, which generated economic losses, identifying the System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) and the System average Interruption Duration Index (SAIDI), which are below normalized, the indexes are reliability indicators of the electrical sector. The objective of the research is to evaluate the reliability indicators, dimensioning a grid using the HOMER software applied to a low voltage substation in the Bellavista neighborhood. The methodology of this research was to evaluate the energy resources of the area to produce electrical energy and contribute to the interconnected system, conducting three evaluations: 1) the characteristics of the place were described, establishing the average daily demand curve of 11.25 kWh/day 2) it was determined to obtain solar panels of 10 kW capacity, alternating current converter of 1kW with a capacity and interconnection to the interconnected system that composes a micro grid. 3) an energetic, technical and economic analysis was determined as a result, consisting of the best arrangement during the HOMER software simulation, obtaining an architecture that consists of 4.5kW solar panels and an alternating current converter, for a total net cost of the microgrid of \$18,826, with 37.4% efficiency of the system to obtain operational information of the site. It was concluded to obtain a solar farm that will improve the reliability indexes. The software recommends using microgrids with renewable generation to cover energy demand.

Keywords: Sizing, Homer, Indicators, Multienergetics, SAIDI, SAIFI and Simulation.



Dra. Ing. Ruth A. Meza Duman
CIP. 90563

INTRODUCCIÓN

El sistema eléctrico de distribución actual del distrito de Puno Ciudad, se encuentra abastecida de energía eléctrica convencional por la concesionaria Electro Puno, ha venido presentando interrupciones eléctricas desde la Subestación de Bellavista, desde esta subestación eléctrica alimenta de energía a la ciudad durante las 24 horas del día, en horas punta existe una alta demanda de energía eléctrica (06:00 pm a 12:00 pm), de acuerdo a los informes emitidos por Osinergmin en los periodos de 2019, 2020 y 2021. Con la expansión del sistema eléctrico en estos últimos años, y la demanda de energía eléctrica en las localidades de Puno, el costo elevado de los equipos instalados y la exigencia cada vez mayores del suministro de energía eléctrica seguro y de óptima calidad han repercutido hasta hoy en día. ¿En qué medida se debe mejorar los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI de la concesión Electro Puno, ante el desabastecimiento de energía eléctrica y las interrupciones de energía?.

En este trabajo de investigación se hizo el seguimiento a los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI, tanto histórico y actual, así también, se usó los informes emitidos por la concesionaria. Interpretando la información proporcionada como; las interrupciones por cortes programados y no programados, corte por descargas atmosféricas, cortes provocados por terceros y resultados del comportamiento del SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico Puno en el Excel. A través de los indicadores de confiabilidad se ha planteado desarrollar el modelamiento de una generación renovable mediante el programa Homer, para el sistema eléctrico Puno. y así también, validar las hipótesis planteadas de este trabajo.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

En esta sección se definen las teorías y los antecedentes conceptualizando las variables que rigen esta investigación para así determinar la primera variable como mejorar de los indicadores de la confiabilidad y la segunda variable es dimensionando una micro red mediante el software Homer, realizando el estudio con los recursos energéticos que cuenta la zona de estudio.

1.1.1 Normas Aplicables

Según la Normas Legales - El Peruano (2006) indica que la distribución de energía eléctrica es una actividad vinculada a la habilitación urbana y rural así como a las edificaciones que se rige por lo normado en la Ley de Concesiones Eléctricas D.L. N° 25844 y su Reglamento aprobado por D.S. N° 09-93-EM, el Código Nacional de Electricidad y las Normas de la Dirección General de Electricidad (En adelante se denominará Normas DGE) correspondientes.

Según el Código Nacional de Electricidad - Utilización (2006) tiene como objetivo establecer las reglas preventivas para salvaguardar las condiciones de seguridad de las personas, de la vida animal y vegetal, y de la propiedad, frente a los peligros derivados del uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente y la protección del Patrimonio Cultural de la Nación

Según la Resolución de Consejo Directivo N.° 074-2004-OS-CD (2012) establece el procedimiento para la entrega de información adicional a lo reportado por aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos por parte de las empresas concesionarias de distribución, referidos a interrupciones por fallas, maniobras e indisponibilidades de las instalaciones eléctricas de

Generación, Transmisión o Distribución, que afecten al suministro del servicio público de electricidad.

Según el Decreto Supremo No 012-2011-EM (2011) contiene las normas generales sobre incentivos para promover la inversión en generación eléctrica a partir de Recursos Energéticos Renovables, aspectos que deben ser materia de normas reglamentarias para el debido cumplimiento de los objetivos señalados.

Según el Decreto Legislativo N°1002 (2008) indica promover esta normativa que traerá beneficios adicionales tales como la implementación de un marco de fomento de la inversión privada, eliminando barreras a esta actividad energética, la preservación del medio ambiente con la producción de energías limpias, contribuyendo a lograr efectos positivos a nivel global y, al mismo tiempo, alcanzar una condición mínima de desarrollo de la economía peruana, la cual necesita una mayor seguridad en la disponibilidad de energía.

1.1.2 Alcance del estudio

Según López-Suni et al. (2018) recomienda que se incluya en el sistema interconectado la subestación eléctrica - Puno por intermedio del Autotransformador, que se suministraron relés de última tecnología, debido a esto se señalan las reglas de ajuste en los equipos de protección, para el que se consideró como referencia la información de los análisis de flujo de carga y cortocircuito para así observar el flujo eléctrico.

Las reglas empleadas para el sistema de coordinación y protección del sistema eléctrico Puno cumplen con la normativa vigente establecida por el ministerio de energía y minas. Según López-Suni et al. (2018) indica que se suministraron equipos de protección como; la Protección de distancia (21 P), es utilizado para proteger líneas de transmisión, la Protección de sobrecorriente direccional a tierra (67N), facilitado por el relé ya indicado con anterioridad, que engloba ésta como una de sus funciones, la Protección de sobrecorriente de fase y tierra (50/51, 50N/51N), la Protección Diferencial de Transformador (87T) y la Protección de mínima y máxima tensión (27/59/59N), fueron ejecutados para su funcionamiento.

Además, de señalar que los equipos de protección de distancia (reles), disponen de tareas complementarias, las que se habilitaran según la teoría de protecciones. También según López-Suni et al. (2018) refiere que para la subestación Juliaca y la subestación Puno se emplearon similares dispositivos de protección ya mencionados con anterioridad.

1.1.3 Alimentador salida 0106

A. Ubicación.

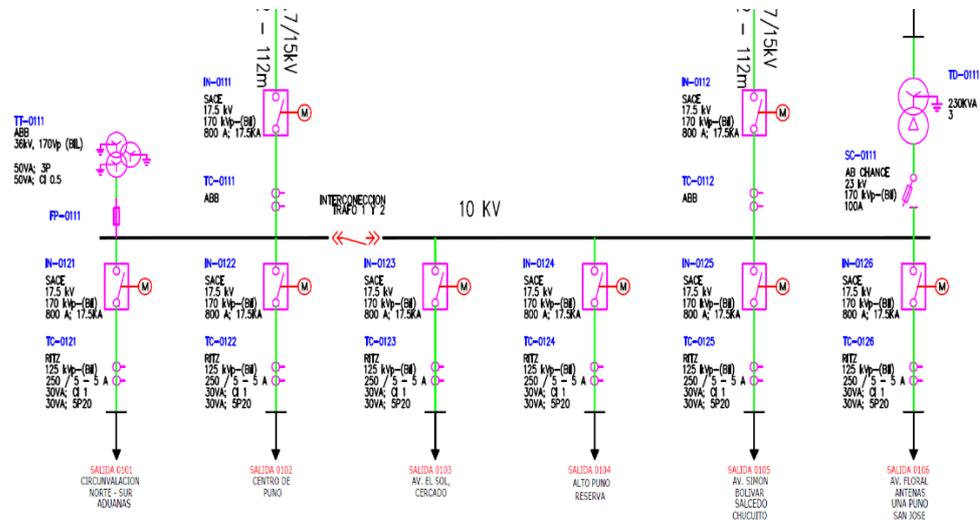
La ubicación del presente estudio es a partir del alimentador salida 0106 que comprende la Av. Floral, antenas, UNA Puno y el barrio San José del distrito Puno. Según López-Suni et al. (2018) indica que la distribución de energía eléctrica es desde la subestación Bellavista situado en la Av. Floral s/n del mismo distrito mencionado como se muestra en la figura 1.

Para captar la radiación solar sea previsto ubicar en la parte alta de la ciudad de Puno, para ello se ha determinado la cantidad de radiación solar que existe en la zona y los recursos energéticos que se pueden aprovechar en la zona, asimismo se plantearan si es factible implementar micro redes eléctricas de generación renovable.

Seguidamente se desarrollará un análisis del recurso energético que cuenta la ciudad de Puno tomando datos referenciales sobre la radiación solar durante un periodo de un año o más.

Figura 1

Diagrama de alimentadores de la ciudad de Puno Fuente: Base de datos de Electro Puno S.A.A.



Nota. Se muestra en el diagrama unifilar los alimentadores del distrito Puno

B. Coordinación del aislamiento

Se tomaron valores del transformador como es el alimentador 0107, dando a conocer sus respectivas características técnicas del transformador con el siguiente detalle:

Características técnicas del Transformador 0107:

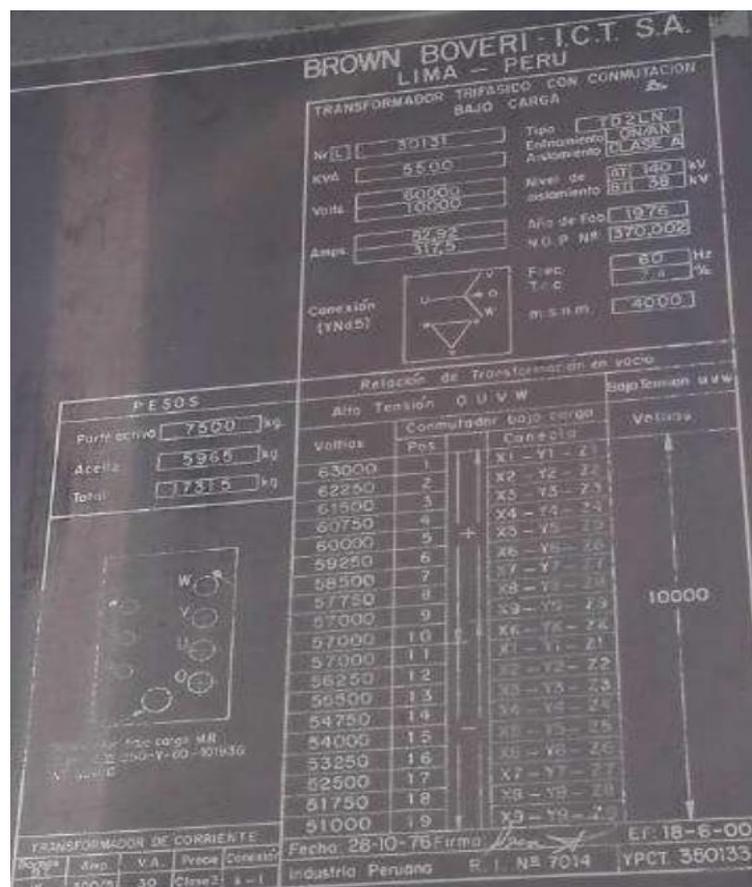
- Tipo: Transformador Trifásico
- Potencia nominal: 100 kVA
- Tensión nominal en AT: 22.9 kV
- Tensión nominal en BT: 400-231 V
- Frecuencia nominal: 60 Hz
- Número de fases: 3
- Grupo de conexión: Dyn5
- Número de terminales en el primario: 3
- Número de terminales en el secundario: 4
- Esquema de conexión lado de AT: Triángulo/ con aisladores idénticos para las tres fases
- Esquema de conexión lado de BT: Estrella con neutro accesible/aisladores de fases y neutro deben ser iguales
- Elevación de temperatura con temperatura ambiente de 40°C (°C) a potencia nominal: Aceite nivel superior 60 °C y Arrollamientos 65°C

- Peso: 440 Kg
- Conmutador de 5 posiciones: $22900 \pm 2.5\% \pm 5.0\%$
- Nivel de ruido: 50 db
- Pérdidas en el hierro: 417 W
- Pérdidas en el cobre a plena carga: 1975 W
- Pérdidas totales: 2.39 % de Pn
- Tensión de cortocircuito a 75° C: 4%
- Rigidez dieléctrica del aceite: 50 kV/2.5mm según Norma
- Línea de fuga mínima de los aisladores pasatapas referido a la tensión máxima de la red (según norma IEC 60815): 31 mm / kV
- Operación: hasta 3900 m.s.n.m.

Con estos valores se determina la tensión de coordinación tanto temporales y rápidos que se deberán contemplar para los sistemas de distribución de energía eléctrica en media tensión.

Figura 2

Datos técnicos de la placa del transformador subestación Bellavista



Nota. Elaborado por López-Suni et al. (2018).

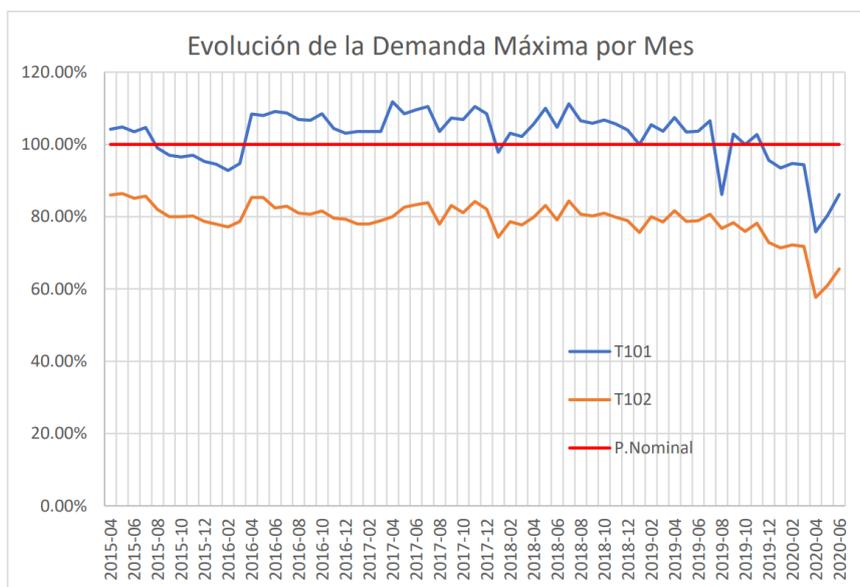
1.1.4 Análisis de la demanda de Electricidad en Puno

Según Rene Paz Mamani Paredes (2005) nos indica que la demanda de electricidad es inelástica y heterogénea con respecto al precio marginal, el coeficiente estimado es igual a -0.052 para toda la muestra, -0.0527 para el segmento 1, -0.0522 para el segmento 2, y -0.0513 para el segmento 3 y la elasticidad precio se encuentra distribuida en un rango de -0.15 y 0, en la cual el mayor porcentaje de usuarios residenciales tiene una elasticidad de -0.052.

Según GPAE-Gerencia de Políticas y Análisis Económico (2023) indica que en La zona sur presenta un consumo altamente dependiente de la minería, que representa el 66% de la demanda total de esta zona y asimismo, la demanda 281 GWh 247 GWh de Electropuno se ha reducido en 50%, en un contexto, de continuas paralizaciones en la región de Puno.

Figura 3

El proceso de la demanda eléctrica



Nota. Elaborado por (Cornejo Apaza, 2021; De La Cruz-Fernández, 2019).

1.1.5 Generación eléctrica distribuida

La transición de cambio del actual sistema eléctrico basado en combustibles fósiles hacia un nuevo sistema que cuente con pequeños sistemas de distribución y generación renovable requiere normas y recomendaciones que permitan determinar los parámetros para la interconexión con los Sistemas

Eléctricos de Potencia con el fin de no degradar la confiabilidad y calidad de servicio de energía eléctrica, y que a su vez se logre gestionar los aspectos relacionados de intermitencia, manteniendo los niveles de voltaje y corriente dentro de los rangos aceptables garantizando la operación eficiente de la red (Ulloa-Gómez, 2021).

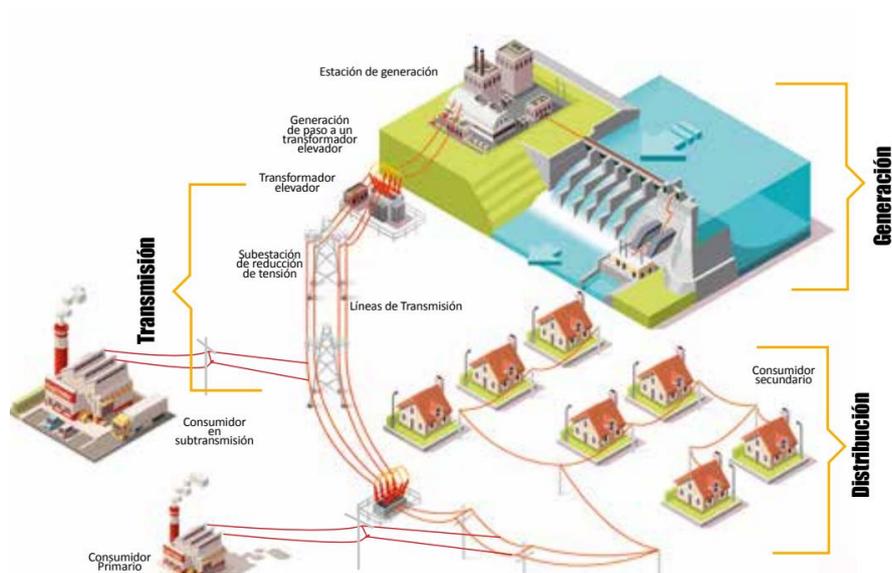
Según Ulloa-Gómez (2021) indica que el exceso de penetración de generación renovable, como la operación de las microrredes en modo isla o con interconexión al sistema de distribución empieza a producir impactos en la red eléctrica y así mismo, las dificultades para gestionar este tipo de energías y la penalización en el mercado energético, dificulta la competitividad económica de las energías renovables. Por consiguiente, para el análisis, se tiene como referencia la regulación ARCONEL No004/15 Vines-Pinargote y Gutiérrez-Navia (2021) y estándares IEEE 1547 (“Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2008”), permitiendo determinar y establecer criterios sobre la red de distribución para la adecuada interconexión de una microrred eléctrica con la integración de la generación distribuida.

1.1.6 Arquitectura sistemas híbridos

Según Carrión-Carrión y Herrera-Calva. Marco Vinicio (2023) indica que el diseño e implementación de un sistema de generación eléctrica híbrido, solar-eólico, se presenta como una solución prometedora para el abastecimiento de energía en lugares donde no cuenten con la red eléctrica convencional.

Figura 4

Cadena de valor de electricidad



Nota. Propuesto por el organismo regulador Osinermin.

1.1.7 Energías renovables

Según García Osorio & Loor Gómez (2024) indica que las energías renovables han despertado un creciente interés porque se obtienen de la naturaleza, porque son prácticamente inagotables, bien por el volumen de la fuente o por su renovación por procesos naturales y porque son seguras y limpias en el sector energético.

Según Carrión-Carrión y Herrera-Calva. Marco Vinicio (2023) indica que en el ámbito social se buscó realizar un proyecto que contribuya con la generación de energía renovable, con el fin de reducir la contaminación ambiental y demostrar que la ciudad de Loja cuenta con la capacidad de innovar en las nuevas tecnologías, colocándose a la par con grandes ciudades europeas donde ya funciona este tipo de proyectos. Los sistemas de almacenamiento de energía aparecen como solución tecnológica a la controlabilidad de las energías renovables permitiendo su introducción en el mercado diario de energía (Bordons et al., 2015).

1.1.8 Radiación solar

En las zonas altoandinas de nuestra región es constante por los cielos despejados que emiten grandes cantidades de rayos ultravioletas. Pero la acción de la radiación solar en el ser humano posee efectos que influyen de forma importante en su salud (Garnacho Saucedo et al., 2020).

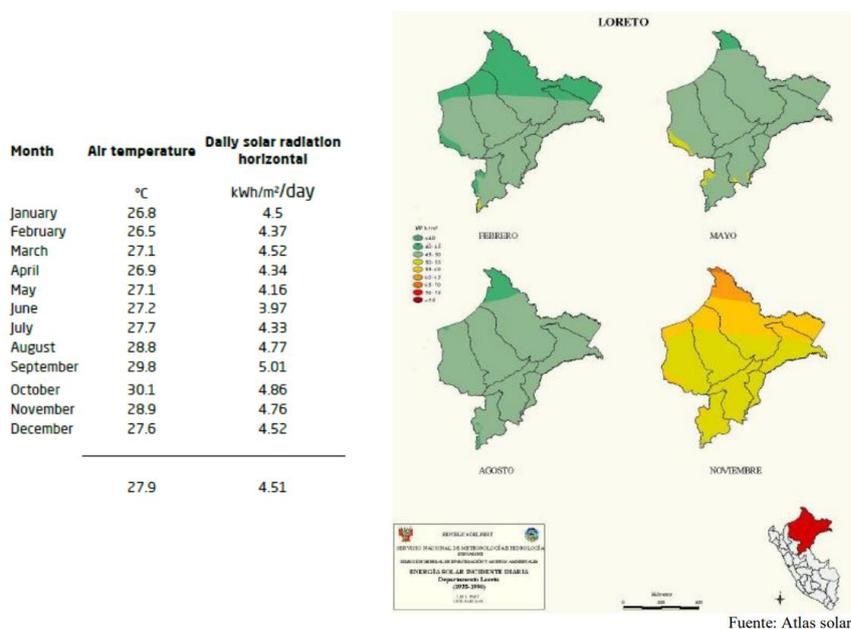
Según Benito-Misaray et al. (2019) indica que para diseñar varias tecnologías mixtas se realizar cálculos proyectados con el programa HOMER. En este software se ingresa como datos de entrada la demanda proyectada, así como el espacio de búsqueda para las centrales (solar con baterías y conversor, eólica, hídrica y térmica), de forma que nos reporte la mejor combinación de fuentes de energía (Benito-Misaray et al., 2019).

1.1.9 Energía solar en el Perú

Según Benito-Misaray et al. (2019) indica que los recursos energéticos como el sol, viento agua y entre otras fuentes de energía renovable se adquiere la Base de Datos de la NASA. Según Benito-Misaray et al. (2019) indica que para obtener la información del recurso energético se tiene realizar un previa ubicación del sitio para obtener los datos de irradiación solar como se muestra en la figura 5.

Figura 5

Irradiación solar en el norte del Perú



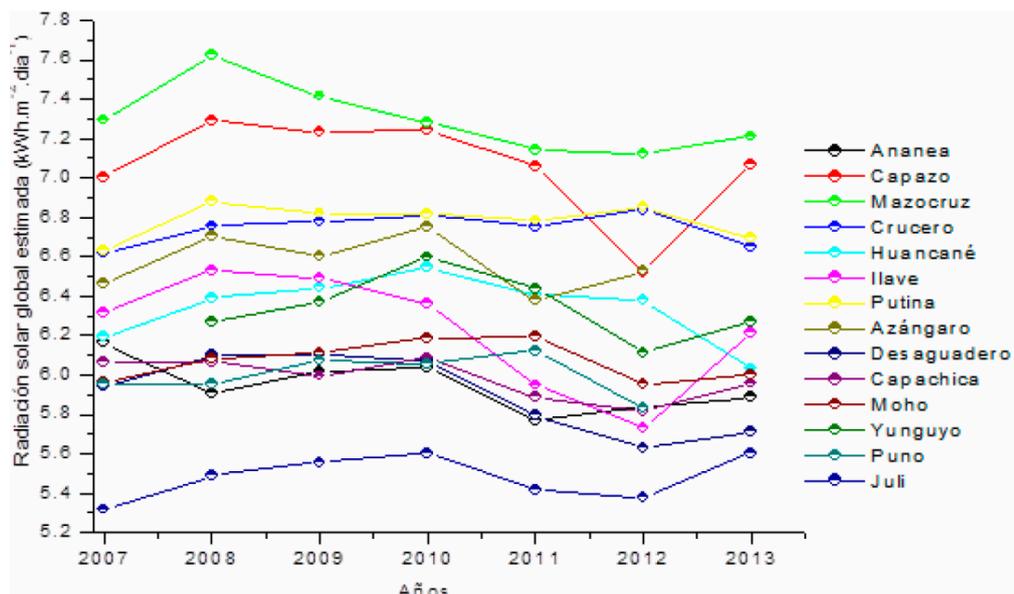
Nota. Se muestra los valores de la radiación solar (Benito-Misaray et al., 2019)

1.1.10 Energía solar en Puno

Según Quispe Huamán y Sotomayor Alzamora (2021) nos muestra que el 2012 se obtuvo la radiación solar global más baja, aunque con valores superiores a $5,000 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$, lo que representa valores alentadores para la aplicación de energías limpias y verdes. Por otro lado se muestra el análisis de radiación solar global en el lugar de estudio observando en cada lugar por el cambio de Clima por Altura en las estaciones meteorológica se ha registrado resultados superiores a $7,000 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}$ (ver figura 6). día⁻¹, Capazo y Mazocruz, que obtuvieron promedios anuales de $7,060$ y $7,298 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ respectivamente, a excepción de Ananea, que obtuvo $5,945 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$; en la zona de Puna húmeda, donde se encuentran las estaciones de Azángaro, Crucero, Desaguadero, Huancané, Ilave y Putina se obtuvieron los promedios anuales de $6,551$; $6,744$; $5,908$; $6,340$; $6,228$ y $6,783 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ respectivamente; y la zona Circunlacustre, donde se encuentran las estaciones de Capachica, Juli, Moho, Puno y Yunguyo se obtuvieron promedios anuales de $5,983$; $5,481$; $6,071$; $5,997$ y $6,342 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ respectivamente (Quispe Huamán y Sotomayor Alzamora, 2021).

Figura 6

Comportamiento de la radiación solar en las localidades de la región de Puno por año.



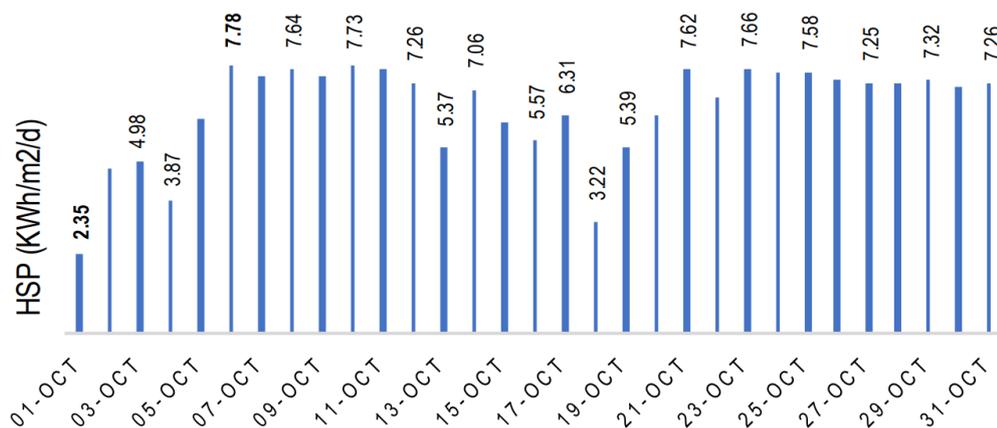
Nota. Se muestra los valores de la radiación solar por localidades (Quispe Huamán y Sotomayor Alzamora, 2021).

1.1.11 Horas de sol pico (HSP)

Según Ramos-Cutipa et al. (2020) indica que el tiempo de Horas Sol en la region de Puno es inestable por la venida de lluvias en temporadas de verano por los meses de enero a marzo, posterior a ellos a partir de los meses de abril para adelante tenemos cielos despejados con alta radiación solar y rayos ultravioletas se llama meses soleados. La HSP más baja fue el día 1 de octubre con 2.35 kWh/m² /d y la más elevada el día 10 de octubre con 7.73 kWh/m² /d; teniendo un promedio de 6.50 kWh/m² /d de HSP durante el mes, dándose en el módulo 1 con limpieza periódica (Cutipa et al., 2020), ver (Fig. 1.7).

Figura 7

Horas solar pico (HSP), en módulo fotovoltaico



Nota. Se muestra los valores de la radiación solar en la localidad de Puno (Cutipa et al., 2020).

1.1.12 Energía Solar fotovoltaico

Según Pardo-Meza (2015) indica que es la energía derivado del Sol que se transfiere mediante paneles fotovoltaico convirtiendo en energía eléctrica en forma directa almacenando en banco de baterías para su uso cotidiano. Según Pardo-Meza (2015) indica que el Sol es un fuente muy poderosa de energía, sin su luz y calor no sería posible la vida en la Tierra, la posibilidad de aprovechar la energía proveniente del Sol crea un gran impacto en nuestra sociedad, ya que gracias a los avances de la ciencia no es posible controlar gracias a el desarrollo de sistemas de transformación, almacenamiento y distribuciones que podemos usar para nuestros fines.

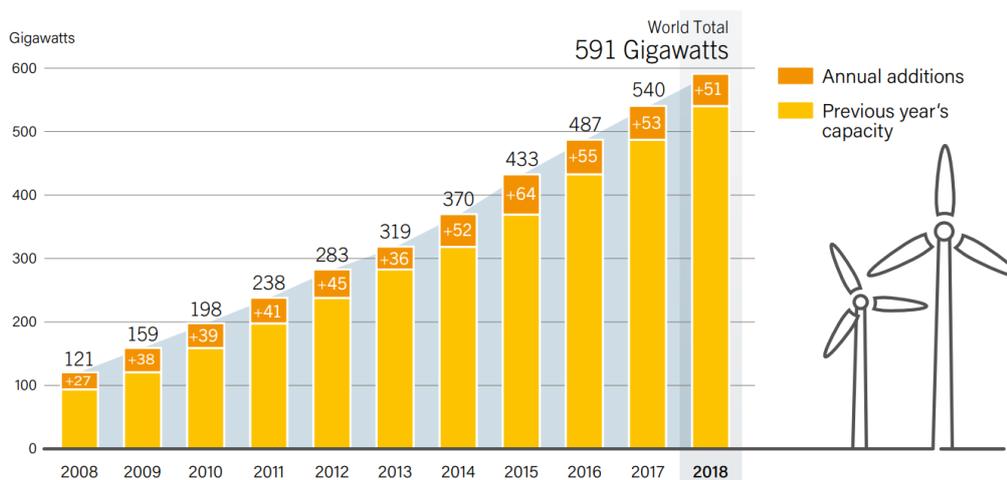
1.1.13 Mercado Mundial de la Energía Eólica.

Según Ranalder y Duncan (2020) el mercado mundial de energía eólica continuó siendo bastante estable en 2018, con aproximadamente 51 GW de capacidad instalada en todo el mundo (incluyendo casi 47 GW en tierra y 4,5 GW en alta mar), aproximadamente un 4% menos que en 2017. Según De La Cruz-Fernández (2019) indica que las instalaciones en tierra representaron todo el declive en el mercado eléctrico, para ello se han tomado realizar infestaciones científicas sobre el desarrollo de otras fuentes de energía renovable aprovechando los recursos que pueda existir en cada zona. Las adiciones en 2018 empujaron capacidad acumulada de hasta 9% a 591 GW, con aproximadamente 568.4 GW en tierra y el resto operando en alta mar (ver figura 1.8) Ranalder y Duncan (2020).

Figura 8

Capacidad mundial de energía eólica y adiciones anuales, 2008-2018

FIGURE 35. Wind Power Global Capacity and Annual Additions, 2008-2018



Nota. Se muestra el recurso energético del viento de la localidad de Puno, según Ranalder y Duncan (2020).

1.1.14 La Energía Eólica.

Según De La Cruz-Fernández (2019) indica que es la energía mecánica generada a partir de corrientes de aire, para luego transformar en energía eléctrica mediante álabes llamados aerogeneradores, de la misma manera Carrión-Carrión & Herrera-Calva. Marco Vinicio (2023) indica que se realizó el diagnóstico del funcionamiento de una turbina eólica, realizando mediciones a distintas velocidades del viento. Se midió la potencia generada a velocidades de 5 m/s, 7

m/s y 10 m/s respectivamente, para luego obtener los resultados que mostraron durante la operación como una potencia generada de 90W a 5 m/s, 150W a 7 m/s y 200W a 10 m/s, evidenciando el incremento en la generación de energía con el aumento de la velocidad del viento.

Figura 9

Parque eólico en Texas (EE. UU.)



Nota. Se muestra los aerogeneradores de energía eléctrica en Texas (De La Cruz-Fernández, 2019).

1.1.15 Mejoramiento Índices o indicadores de confiabilidad en sistemas de distribución:

Según Gonzales-Arias (2007) indica que las últimas décadas la confiabilidad en los sistemas de distribución se ha convertido en un tema de gran importancia para el sistema de potencia, ya que el correcto funcionamiento de este último, se ve afectado en gran medida por las fallas ocurridas en el sistema de distribución.

Para evaluar la confiabilidad de los sistemas eléctricos de distribución se procede a obtener la información del concesionario para luego determinar con los indicadores SAIDI y SAIFI y así obtener el estado situacional del concesionario eléctrico.

Según Jiménez & Ernesto (2018) indica que para determinar la capacidad de los sistemas eléctricos de distribución en recuperar ante cualquier evento se denota como confiabilidad y lo podemos expresar con determinados índices.

Según Amanqui-Quispe (2018) indica que los índices de confiabilidad están recomendados por la IEEE y su teoría se desarrolla en todas parte del mundo con la finalidad de establecer normas y estándares que regulan la calidad del servicio eléctrico.

1.1.16 Indicadores.

Según Amanqui-Quispe (2018) no indica que son puntos de referencia, que brindan información cualitativa o cuantitativa, conformada por uno o varios datos, constituidos por percepciones, números, hechos, opiniones o medidas, que permiten seguir el desenvolvimiento de un proceso y su evaluación, y que deben guardar relación con el mismo Procedimiento 074-2004-OS/CD de Osinergmin (Dammert-Lira, 2004).

1.1.17 SAIFI (Frecuencia media de interrupción por usuario):

Según Mejía-Valerio (2023) indica el cálculo de con qué frecuencia se interrumpen las instalaciones eléctricas y los sistemas eléctricos debido a fallos de los componentes, errores humanos y otros factores internos (sistemas de protección, arquitectura de la red, estado de la instalación) o externos.

$$SAIFI = \frac{\text{Número de interrupciones a los usuarios}}{\text{Número total de usuarios}} \dots\dots\dots(\text{Ec. 1})$$

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{N} \dots\dots\dots(\text{Ec. 2})$$

Según Mejía-Valerio (2023) indica que Osinergmin (2010), en la NTCSE indica que la Calidad de Suministro se evalúa utilizando los siguientes indicadores; N: Número de Interrupciones (expresada en interrupciones por semestre) y D: Duración de Interrupciones (expresada en horas por semestre).

1.1.18 SAIDI (Duración media de interrupción por usuario):

Según Amanqui-Quispe (2018) indica que cuenta el tiempo completo de interrupción del número de cliente promedio del sistema eléctrico quedo sin el

suministro de energía durante un periodo de tiempo examinado, para ello se determinó los parámetros de confiabilidad de acuerdo con el Procedimiento 074-2004-OS/CD de Osinergmin Dammert-Lira (2004).

$$SAIDI = \frac{\text{suma de las duraciones de las interrupciones}}{\text{Número total de usuarios}} \dots\dots\dots(\text{Ec. 3})$$

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times U_i}{N} \dots\dots\dots(\text{Ec. 4})$$

Donde:

t_i : Duración de cada interrupción, U_i : Número de usuarios afectados en cada interrupción según, n : Número de interrupciones del periodo, N : Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionario al final del periodo (Amanqui-Quispe, 2018)

1.1.19 Medidas para mejorar la confiabilidad en sistemas de distribución:

Según Amanqui-Quispe (2018) indica que las medidas para mejorar la confiabilidad de los alimentadores de distribución de energía, se pueden resumir en tres grupos: La reducción de la tasa de fallos, la reducción del tiempo de afectación, la reducción de número de clientes afectados y dichas medidas aumentan la confiabilidad (Sumper et al., 2012).

A. Reducción de la tasa de fallas:

Esta medida aumenta la confiabilidad reduciendo la tasa de fallas a través de los siguientes índices:

Según Flores Castillo & Martínez Zapata (2015) indica que para aumentar la confiabilidad será necesario realizar los planes de mantenimiento preventivo y predictivo para el buen control y buen funcionamiento de las redes, de aquellos componentes eléctricos que ha alcanzado su vida útil, conductores aislados o semi aislados en redes aéreas, el corte de la vegetación cercana y debajo a las redes aéreas y ejecutar todo lo indicado en líneas arriba.

B. Reducción del tiempo de afectación.

Según Amanqui-Quispe (2018) indica que dicha disminución de la tasa de fallas, se puede conseguir a través de la optimización del sistema y sus componentes.

Según Garcés et al. (2008) Dichas medidas se pueden conseguir de la siguiente manera: el mismo el autor indica implementar los sistemas comunicación para los equipos de protección en las redes, modelando distintos tipos de sistema de fallas, para ubicar los acontecimientos que se pueda producir González Arias.

C. Reducción de número de clientes afectados:

Para prevenir las interrupciones eléctricas por descargas atmosféricas, por mantenimiento y provocadas por terceros indican que según Amanqui-Quispe (2018) recomienda tres maneras para conseguir disminuir los índices de la siguiente manera: Reconfiguración permanente de la red, más elementos de protección y régimen de puesta a tierra del neutro resonante Garcés et al. (2008).

1.1.20 Dimensionamiento de una micro red con Homer

A. Software Homer (Modelo de Optimización Híbrida para Recursos Energéticos Múltiples)¹

El software de microrredes HOMER Pro de HOMER Energy es el estándar global para optimizar el diseño de microrredes en todos los sectores, desde la energía de las aldeas y los servicios de las islas hasta los campus conectados a la red y las bases militares. Según Moreno Romero (2020) manifiesta en realizar estudios consistirá diseñar modelamientos de centrales eléctricas con generación renovable al utilizar este programa, asimismo realiza distintas configuraciones con cada componente que se suministra al sistema.

¹ <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>

Asimismo Moreno Romero (2020) indica que después de realizar las simulaciones se configuran los parámetros de los elementos en la microrred aportando datos reales de precio de la energía, consumo de la instalación, capacidad y coste de los componentes, estableciendo unas condiciones de simulación que calculará Homer obteniendo resultados de costes de la instalación, producción y consumo energético, así como datos económicos para poder estudiar si es rentable su implementación

Figura 10

Logo del software HOMER Pro



Nota: Se muestra el logo de software que se utilizara durante el desarrollo del trabajo de tesis (De La Cruz-Fernández, 2019).

B. Simulación.

Según Lilienthal et al. (2004) define que el programa realiza distintas configuraciones de operación con sistemas de fuentes de generación renovable determinando por cálculos matemáticos sobre la evaluación de energía renovable por cada hora, días, semanales, mensuales y anuales, asimismo el programa compara distintas arquitecturas de sistemas de generación renovable interactuando con el sistema eléctrico interconectado convencionales, compuestos por parques solares, parques eólicos, centrales térmicas, centrales hidráulicas y entre otra fuentes de generación renovable.

C. Mejoramiento.

Según a los autores crearon una herramienta básica para desarrollar la optimización de generación eléctrica renovable como detalla Lilienthal et al. (2004) indica que posterior a la simulación de todas las posibles

configuraciones de sistemas, HOMER despliega una lista de sistemas factibles, ordenados por costo de ciclo de vida y además se podrá fácilmente encontrar el sistema de menor costo al principio de la lista, o usted puede recorrer la lista para ver otros sistemas factibles.

Seguidamente Lilienthal et al. (2004) indica que la disposición del programa HOMER presenta distintas formas de interpretar los resultados dando a conocer cómo; gráficos, cuadros, símbolos y entre otras informaciones.

D. Análisis de sensibilidad.

Según Lilienthal et al. (2004) indica que en ciertas ocasiones se puede ubicar la variación de las respuestas con algunas variaciones de la información de ingreso, aun cuando se encuentren diferencias en ella podría representar un margen de aplicaciones, pudiendo viabilizar una serie de interpretaciones sensibles englobando en sus totalidad de la información presentada, al diagnosticar cada uno de los datos de mucha importancia, además el programa HOMER reincide en el tratamiento de simulaciones reiteras con cada información de ingreso, de tal manera se pueda diagnosticar diferentes formas de intercambio de los resultados, posteriormente se intercede a verificar las variables sensibles determinando la repuesta y verificar los resultados utilizando los grandes beneficios que cuenta el HOMER.

E. Concepto de una microrred

Se entiende por la agrupación de distintas fuentes de generación eléctrica renovable, para ello en las últimas investigaciones dedujeron en implementar con redes inteligentes, para el mejor control de la información, manejo y funcionamiento de los mecanismos y equipos que se puedan monitorear desde los entes generadores (Moreno Romero, 2020).

Según Ramírez Lara (2021) indica que uno de los desarrollos energéticos en auge por su innovación, que permiten la generación de energía limpia con fuentes inagotables, son las micro-redes, las cuales son

pequeñas redes, o circuitos capaces de generar energía, y que, además, también pueden funcionar de manera autónoma.

F. Sistema eléctrico de distribución puno

Según Machaca-Cuba (2023) indica que las subestaciones que distribuye energía eléctrica a las localidades rurales y urbanas trabajan en 10 kV que alimentan a las salidas a las zonas de Circunvalación Norte – Sur Aduanas, Centro de Puno, Av. El Sol Cercado, Alto Puno, Av. Simón Bolívar, Av. Floral antenas.

Son alimentados desde el centro de transformación de SET Totorani de 60/10 kV, a la salida del centro de transformación de energía es de propiedad de la empresa de ELPUNO concesionario eléctrico de la región de Puno.

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

Según Arévalo Cordero (2021) manifiesta que en sus trabajos de investigación efectuados indica que se examinó la incorporación de los sistemas eléctricos híbridos renovables combinada por generación fotovoltaica, turbinas hidro cinéticas, turbinas eólicas, baterías y gasificadores de biomasa. Según Arévalo Cordero (2021) indica que las simulaciones realizadas con los sistemas híbridos renovables, en muchas situaciones se trabajó empleando instrumentos informáticos describiendo los programas HOMER Pro y Matlab Simulink. Según Solis Mora & Gruezo Valencia (2022) nos indica de las respuestas corroborados al desarrollar el uso de la generación renovables constituido por varios recursos energéticos disponibles sean bien aptos con relación a los sistemas de generación convencional.

Según Ramírez Lara (2021) manifiesta que el software HOMER en su versión Pro, es una de las herramientas más empleadas para el dimensionamiento óptimo y el análisis técnico – económico de generación con fuentes de energía renovables. Según Ramírez Lara (2021) indica que el presente trabajo tiene como finalidad el crear una referencia básica para consulta de estudiantes y profesores

que tengan el interés aprender a utilizar esta herramienta de simulación. Con la finalidad de realizar investigaciones científicas en el sector energético se constató el uso mensual de la electricidad contratada, demanda de carga, condiciones meteorológicas, etc., las composturas que son detalladas por cada investigación realizado en este trabajo. Finalmente, en el apartado de los resultados se desarrolla el análisis energético en la ubicación geográfica y con la evaluación realizada por el programa, al diagnosticar los recursos energéticos renovables de generación eléctrica más conveniente es realizar en la ubicación geográfica más adecuado EN el punto de diseño, para luego realizar la mejor estructura de generación renovable considerando aspectos climatológicos Ramírez Lara.

Según Deschamps et al. (2009) menciona que Schneider Electric acaba de lanzar un nuevo indicador de paso de defectos con funciones de comunicación, el Flair 200C, que combina en un solo producto rentable las funciones de detección de defectos entre fases y fase a tierra, y comunicación GPRS. Este producto satisface el propósito mencionado plenamente. Cabe señalar que este nuevo Flair 200C incluye un nuevo algoritmo para la detección de defectos fase a tierra en redes compensadas que no requiere sensores de tensión. De este modo, la puesta en marcha del dispositivo se simplifica mucho, en particular cuando se trata de la actualización de centros existentes, y reduce el coste general. Además, el Flair 200C cuenta con la opción de efectuar mediciones, lo que incrementa más aún el conocimiento del consumo de la red.

Según Muñoz-Gómez (2015) nos manifiesta que en su diagnóstico indica implementar varios tipos de generación eléctrica renovable considerando las condiciones atmosféricas que amerita realizar los estudios en situ, respaldado en estudios realizados en temas generación, determinando la proyección de la demanda energía eléctrica de localidades aisladas de la red eléctrica convencional.

Según Avalos-Mesicano & Farfán-Canahua (2019) indica que para mejorar los indicadores de confiabilidad ha demostrado realizar estudios de mejora en la concesionaria Electro Sur Este S.A.A., que cuenta con instalaciones y equipamiento que opera de forma correcta para su operación radial y permite disminuir el impacto de este tipo de interrupciones, sin embargo consideramos que esta no es la forma más óptima de utilizar todos los recursos disponibles de

estas redes, es por ello que planteamos la alternativa de operación en anillo de los alimentadores de media tensión en estudio, esto con la finalidad de aprovechar cada elemento disponible (puntos de interconexión, equipos de protección y maniobra, relés multifuncionales, etc.) y mejorar el nivel de confiabilidad.

De cada uno de los sistemas dimensionados se obtuvo un análisis financiero y de pre factibilidad, de acuerdo a la inversión, el porcentaje de participación energética y el ahorro de energía eléctrica para cada una de las viviendas (Malagón-Romero, 2014).

Según Ulloa-Gómez (2021) manifiesta que se desarrolla estudios apoyados a las reservas energéticas del lugar, se analiza el dimensionamiento óptimo de las generadoras de electricidad renovable para interconectarse a la red y atender la demanda energética, para ello indica que se han construido centrales de generación renovable reduciendo el costo de energía y el costo de operación, sin embargo se ha notado determinar las zonas con mayor concentración de recursos energéticos para su implementación. Los resultados obtenidos muestran la factibilidad de ofrecer una cobertura de servicio eléctrico a través de microrredes basadas en fuentes renovables, presentando un gran potencial para ser aplicadas en zonas rurales de la Amazonía, cumpliendo con las expectativas tanto en el ámbito técnico-económico como en el ambiental (Ulloa-Gómez, 2021).

Según Barroso Molina (2022) manifiesta en su investigación de determinar el potencial solar fotovoltaico y eólico y plantear escenarios de sistemas híbridos de energía eléctrica para la Isla de Toas, Estado Zulia, realizándose una investigación documental sobre dicho potencial, luego con datos obtenidos de irradiación solar y velocidad del viento, mediante Global Solar, NASA Power y el uso de la aplicación Homer se presenta un proyecto factible de una micro red aplicado a la Isla de Toas, así demostrándose escenarios de sistemas fotovoltaico, eólico, batería e interconexión es la opción que mejor aplica, con un costo nivelado de electricidad de 0,3 \$/kWh, ofrece mayor confiabilidad y disponibilidad, con posibilidad de transmitir los excedentes a la red eléctrica (Barroso Molina, 2022).

Según Quinteros flores et al. (2023), menciona diseñar una microrred utilizando los recursos naturales como el velocidad del viento y la radiación solar

disponibles en dos áreas de estudio a través del software especializado Homer Pro con coordenadas de latitud y longitud, por consiguiente, analizó la viabilidad de los elementos de generación eléctrica renovable y determino usar de varias centrales de generación renovable con la finalidad de complementar la micro red en aspectos de inercia y estabilidad, determinando la demanda de energía y los recursos de generación planteados, que diseño alternativas arquitectónicas de una micro red para dos localidades seleccionadas realizando simulaciones para casos interconectados con valores específicos a su entorno y su análisis económico de la implementación, obteniendo la viabilidad de la micro red Quinteros flores et al..

1.2.2 Nacionales

Según Montoya Cevallos (2019) manifiesta que ha realizado diseños sistemas de generación fotovoltaico utilizando el software HOMER consiguiendo determinar el equipamiento conformado por: 16 paneles solares fotovoltaicos de Jinko de 330 Wp, 24 baterías de Hoppecke de 2232 A.h, 01 inversor de 8 kVA (6500w), 02 controladores 150/60 de Victron Energy. De La Cruz-Fernández (2019) indica que se evaluó las redes secundarias, como los conductores eléctricos monofásico / trifásico y los cálculos mecánicos. La inversión inicial para un sistema de generación fotovoltaico más conveniente aumentando las redes secundarias es de S/. 221 058,89 De La Cruz-Fernández (2019).

Según Avalos-Mesicano y Farfán-Canahua (2019) nos indica realizar una estructura de acciones necesarios sobre mantenimientos a las redes secundarias, implementación de redes primarias y redes secundarios, el cambio de equipos de protección en los alimentadores y la reconfiguración de topología mediante el cual la empresa concesionaria es la encargada de administrarlas, Electro Sur Este S.A.A., tiene implementado instalaciones eléctricas y equipamiento funcionando de una manera eficiente e sus diferentes topologías eléctricas que permitirá disminuir el efecto de interrupciones del servicio eléctrico. Según Avalos-Mesicano y Farfán-Canahua (2019) considera en la utilización de los recursos energéticos naturales para mejorar la calidad de energía eléctrica y así mismo utilizar todas las redes eléctricas para funcionamiento óptimo de la interconexión.

Según Jiménez y Ernesto (2018) indica que inicialmente realizo el diagnostico a los indicadores de confiabilidad como es el SAIDI y SAIFI de las subestaciones A4027, A4028, A4029, A4030 anualmente 2015, 2016, 2017 y comenzando del año 2018, a fin de resolver el desempeño de la confiabilidad en el sistema eléctrico. Según Sumper et al. (2012) manifiesta que desarrollo el análisis a los indicadores de confiabilidad de acuerdo a las circunstancias que presenta durante su funcionamiento y así evaluar las interrupciones provocados por mantenimiento, descargas atmosféricas y/o terceros. Asi mismo Sumper et al. (2012) nos indica que en su investigación desarrollo dando un gran énfasis al análisis de a los indicadores de confiabilidad, durante el año 2017 mitigando el comportamiento de los dispositivos de protección precisamente para disminuir los índices y frenar sanciones del organismo supervisor “OSINERGMIN.

Según Vásquez-Díaz (2019) manifiesta que en su análisis menciona sobre la demanda eléctrica promedio por día como es residenciales y locales sociales de los asentamientos humanos en el caserío Lanchemonchos es de 31,840 kW.h. y la potencia suministrada es de 5,92 kW para ello a previsto realizar una proyección de demanda energía para un periodo de 20 años de abastecimiento de energía. Según De La Cruz-Fernández (2019) indica que se logró en obtener la información de la velocidad de viento de las diferentes estaciones meteorológicas con sistema de monitoreo digital en Huambos se determinó resultados promedios mensuales que varían entre 5,68 m/s y 7,80 m/s. Según De La Cruz-Fernández (2019) indica que logro conseguir datos de la irradiación solar promedio mensual mínimo es de 4,61 kWh/m² /día registros de la NASA, ante esta situación procedió a realizar simulación de una arquitectura eléctrica con energías eólico y solar obtenidos que será imprescindible realizar el equipamiento de 01 aerogenerador ZONHAN de 1,5 kW y 28 paneles fotovoltaicos de la marca Jinko de 330 Wp, 24 baterías 8 OPzS 800 de la marca HOPPECKE Vásquez-Díaz (2019).

Según De La Cruz-Fernández (2019) manifiesta que en su trabajo de investigación estará estructurado con varias fuentes de generación renovables de energía no convencionales, por lo que se realiza un análisis empleando las herramientas principales del programa HOMER, este programa desarrolla múltiples de simulaciones con distintas tecnologías de fuentes de generación

renovable así como el sol, viento, hidráulica y entre otras fuentes energéticas. Con respecto a la base de datos de la velocidad del viento, se obtuvieron del SENAMHI los datos promedios mensuales de un año (2018), con una velocidad promedio anual de 3,62 m/s. Según De La Cruz-Fernández (2019) ha indicado en unos de sus estudios realizados resolvió obtener los datos de la demanda eléctrica proyectada por días, mensuales y anuales que comprende de un valor de 23,05 kWh/día y según HOMER, una máxima demanda de 4,28 kW, posterior a ello se comenzó a realizar mediciones a los equipos eléctricos y las estructuras eléctricas para determinar un sistema Eólico Aislado, compuesto por: un aerogenerador, un controlador de carga, 4 baterías, un inversor, 2 interruptores termomagnéticos.

Según Benito-Misaray et al. (2019) manifiesta que el propósito de energizar a localidades rurales es para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y económicamente reactivar la pequeña y mediana industria entre las comunidades, así mismo se genera el empleo indirectamente. Según Benito-Misaray et al. (2019) nos indica que principalmente se inicia acciones de exploración de recursos energéticos en zonas con alta concentración de radiación solar y la indagación de avances tecnológicos que accederá acoger la demanda de energía eléctrica, perfeccionar los costos de operación y mantenimiento para luego ofrecer un mejor servicio determinando los niveles de calidad de energía que pueda llegar al usuario final. Según Benito-Misaray et al. (2019) indica que a través de la revisión de trabajos de investigación especializados en el área de energía, menciona dar un énfasis al sector de electricidad por la alta demanda por cada año, se incrementa por la alta concentración de ciudadanos y el incremento poblacional, se enmarca desarrollar investigaciones en avances tecnológicos que en generación renovables determinando parques solares, parques eólicos y su interconexión con demás fuentes de generación eléctrica que buscará dar solución a la demanda eléctricas en las localidades rurales.

1.2.3 Locales

Según López-Suni et al. (2018) manifiesta que la necesidad de efectuar la interconexión mediante enlace entre los alimentadores reconfigurando de un sistema radial a un sistema anillo entre la subestación de Juliaca y la Subestación de Puno por otro lado en dirección contraria se muestra la Subestación de

Azángaro, menciona que presenta problemas de desconexión entre estas Subestaciones, para ello realiza esta investigación para desarrollar nueva topología eléctrica para prevenir las interrupciones en los sectores más vulnerables, para ello desarrolla el análisis del sistema de protección entre los equipos existentes en la red, para posteriormente realizar un nuevo modelamiento de protección entre los equipos de comunicación para que sea más eficiente entre el sistema SCADA que monitorea el concesionario, también indica que realizó el arreglo de los equipos de protección de la línea de transmisión de 138 kV Juliaca –Puno, para garantizar la continuidad del servicio eléctrico a las salidas de la localidad Saman en 22.9 kV y frente a cualquier desconcierto en el sistema eléctrico interconectado, de la misma manera manifiesta realizar arreglos de protección en todas las subestaciones principales para así lograr las condiciones básicas de la ingeniería de protecciones, para dar operatividad, selectividad y confiabilidad al sistema eléctrico.

Según Villanueva-Cornejo (2017) manifiesta que aplico métodos estadísticos que le permitirá acceder a realizar programaciones estadísticas en base a los datos proporcionados por la concesionaria, para así determinar los planes de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo a los componentes frágiles por el tiempo de uso y operación del sistemas eléctricos, así mismo indica que realizó un análisis exhaustivo a los equipos de protección para comprobar de confiabilidad de estos, para así desarrollar estrategias de trabajo que implicara recolectar datos de operación del sistema, interrupciones y valores de tensiones en los tramos finales que repercuten determinar de confiabilidad del sistema eléctrico, posteriormente se desarrolló el análisis estadístico obteniendo los resultados de análisis de falla en distintos ramales, tomando las acciones de recomendaciones oportunas a los planes de mantenimiento compuestos por diferentes mecanismos de funcionamiento eléctrico ya que repercute mucho en optimizar la confiabilidad y disponibilidad del sistema, de esta manera utilizó los planes de análisis fallas con los datos para someter a la distribución de Weibull, para finalmente dar las recomendaciones del caso.

Según Cornejo-Apaza (2021) manifiesta que los datos recolectados por diferentes empresas y entidades de supervisión, serán procesadas para desarrollar modelamientos técnicos utilizando programas de sistemas de potencia Digsilent,



para luego ejecutar la reconfiguración topológica del sistema eléctrico evaluando con los programas de cálculo numérico con Matlab y el paquete de funciones en los sistemas de potencia desarrollado por Matpower, posteriormente desarrolla el método científico obteniendo resultados de una nueva reconfiguración entre subestaciones que implicará reducirá la tasa de sobrecargas al transformador saturado en la subestación Bellavista que comprende en distribuir a diferentes alimentadores dentro de la ciudad, finalmente se propone y se recomienda implementar la nueva reconfiguración del sistema al concesionaria que lo aplique para posteriores conflictos en los alimentadores.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

El suministro de electricidad a los usuarios de los servicios eléctricos, la cual se presta a través de las líneas de transmisión administrados por empresas Distribuidoras en el Perú, en los periodos 2017 al 2021, según datos estadísticos de la CIER, las interrupciones forzadas fueron debidos a las siguientes causas: 48.6% por Fenómenos Naturales, 20.5% por causas No Identificadas, 13.7% por Falla en Equipo, 11.8% por Otras Causas, 4.8% por Falla Externa, 0.5% Falla en Sistema de Protección, Control, Etc., y 0.1% por Operación (CIER-COES, 2021).

Según Machaca-Cuba (2023) nos indica que la concesionaria de distribución eléctrica Puno, presenta siete líneas de transmisión de 60kV, de los cuales indica que seis líneas alimentan de electricidad en un 37.71% a clientes regulados reconocidos por la concesionaria de electricidad, por otro lado, queda una línea de 60kV que se suministra a clientes libres como es la fábrica “Cemento Sur”. Según Machaca-Cuba (2023) precisa de que seis líneas son para clientes regulados por la entidad de supervisión, de los cuales se han registrado datos en los años 2017 al 2021 las interrupciones eléctricas de acuerdo al Procedimiento Osinergmin N° 091-2006-OS/CD, indica que en el ámbito de las interrupciones se presentaron interrupciones por descargas atmosféricas, por mantenimiento y por terceros en donde señala que las causas son : 47% por Eventos Naturales, 0.00% por causas No Identificadas, 0.00% por Fallas en Instrumentos, 0.80% por Otras Causas, 52% por Falla Externa, 0.00% Falla en Sistema de Protección, Control, Etc., y 0.2% por Operación Machaca-Cuba.

Según Machaca-Cuba (2023) indica que la causa de interrupción más elevada los Fenómenos Naturales, también se puede detallar en las sub-causas (periodo 2017-2021), las cuales son las siguientes: 79.58% por Descargas Atmosféricas (DA), 11.14% por Vientos, y 9.28% por Nieves. Según Machaca-Cuba (2023) describe las situaciones sobre interrupciones por descargas atmosféricas durante u periodo determinado en donde precisa que su objetivo es disminuir las interrupciones en todas las líneas de transmisión, implementando equipos de protección para fortalecer la calidad del suministro eléctrico, asimismo proveer de electricidad a los usuarios finales, es por ello que desarrolla este trabajo para prevenir circunstancias adversas a las redes eléctricas, para poder mejorar la continuidad del suministro.

Tabla 1

En el cuadro se muestra el número de interrupciones provocadas por la concesionaria eléctricas referidas a la línea principal que alimenta a la ciudad de Puno con fines de mantenimiento.

Periodo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
2017	0	1	1	2	2	0	0	0	1	3	4	9	23
2018	6	4	0	5	3	6	5	0	6	11	16	3	65
2019	1	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
2020	1	3	1	1	0	0	0	0	1	2	0	0	9
2021	6	0	2	4	0	0	0	0	1	2	0	0	15
2022	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4

Nota. Desarrollado por Machaca-Cuba (2023)

Así mismo se ha identificado el mal servicio de dotación de energía eléctrica a diferentes localidades de la región de Puno, como también se ha identificado el número de interrupciones programados y no programados, generando pérdidas económicas a los pobladores, pequeños microempresarios, locales industriales, comerciantes y entre otras instituciones educativas, que causa malestares a la población. Por lo que se viene realizando estudios de continuidad del servicio de dotación de energía eléctrica, Este trabajo promueve realizar estudios de generación renovable interconectando a la red, teniendo como prototipo a un alimentador, por lo que se inyectaría energía eléctrica con generación renovable, ya que nuestra región cuenta con recursos de radiación solar durante todo el año.

Según Machaca-Cuba (2023) tiene el reporte total de interrupciones en distribución de parte de concesionaria Electro Puno S.A.A. a través de sus 15 Servicios Eléctricos, 49 Alimentadores de media tensión, se registra las interrupciones en distribución de dos tipos: (1) Interrupciones no programadas (Fallas de sistema a causa de Fenómenos climatológicos, Fallas propias de equipo y los ocasionado por terceros). (2) Interrupciones programadas (Las que genera la propia empresa en los trabajos de mantenimiento o las programadas por empresas externas como ISA REP, SAN GABÁN, etc).

Tabla 2

Registro interrupciones energía eléctrica No programados y programados SAIFI-2022

Mes	Fenómenos Naturales	Propias	Tercero	Total, No Programado	Otras Empresas	Propias	Total, Programado	Total, Distribución
En.	0.6883	0.057	0.0091	0.7544		0.0929	0.0929	0.8473
Febr.	0.7406	0.0456	0.0063	0.7925		0.0513	0.0513	0.8438
Mzo.	0.91	0.047	0.0048	0.9618	0.085	0.0383	0.1233	1.0851
Abr.	0.5358	0.0029	0.009	0.5477	0.1	0.0539	0.1539	0.7016
May.	0.2451	0.0461	0.0107	0.3019	0.0009	0.0544	0.0553	0.3572
Prom Año	3.1198	0.1986	0.0399	3.3583	0.1859	0.2908	0.4767	3.8350

Nota. Informes del concesionario.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

- ¿Como mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI, dimensionado una micro red con el software HOMER en la subestación Bellavista del distrito de puno?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Como influye el diagnóstico del estado situacional de los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico en el alimentador 0101?
- ¿Como se dimensionará la micro red con las tecnologías de generación que ajustará a las necesidades y condiciones de la ciudad de Puno?

- ¿Como se estimará el mix energético adecuado con una base de alternativas de generación para suplir la demanda energética en la región de Puno?
- ¿Como se presentará la propuesta de una micro red más rentable para que contribuya con el desempeño eléctrico del sistema?

2.3 Justificación

2.3.1 Justificación académica

Según De La Cruz-Fernández (2019) nos recomienda a todas las Universidades Nacionales y en particular a las Universidades Públicas de Provincia, como es nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la UNA-Puno, realizar estudios en cuanto a generación renovable que impulsará el mejoramiento del trabajo entre sus graduados, para enseñar y cultivar la investigación, posteriormente se desarrolla el manejo tecnológico y los avances científicos que contribuirá a solucionar y/o mitigar los problemas sociales, económicos y académicamente.

Los problemas analizados en las localidades urbanas y rurales del sector eléctrico se describe que cada una de ellas presentan situaciones de descontento por el daño a sus equipos industriales y domésticos causados por las interrupciones eléctricas en toda la Región de Puno, implicara acceder a desarrollar trabajos científicos y académicos, para poder reflejar trabajos innovadores con conocimientos altamente asimilados por especialista dedicados al sector energético, con el objetivo de solucionar problemas tecnológicos e inconvenientes en el abastecimiento de electricidad, es por ello que se impulsa los temas Energía por la alta demanda que existe en cada año, a su vez existe investigaciones realizadas en exterior y que ya está en funcionamiento es por ello que se recomienda impulsar estas tecnología en nuestras regiones y que amerita la participación del estado y la sociedad.

En este trabajo contribuirá a desarrollar distintos tipos de modelamiento de generación renovable para mejorar la demanda de energía eléctricas para los pueblos más remotos y alejados de las redes eléctricas convencionales, seguidamente se diseñará modelos de microrredes con generación renovable

aplicando con el programa HOMER, para determinar la viabilidad de aprovechar los recursos energéticos que existe en la zona de estudio para así proponer e implementar parques solares y parques eólicos. También esta investigación ayudara fortalecer los conocimientos tecnológicos, por ejemplo para generar energía eléctrica con los recursos naturales que cuenta en cada zona, en este caso aprovechando la radiación solar y el viento.

2.3.2 Justificación económica

Debido a los grandes avances tecnológicos esta investigación propone implementar micro redes con generación renovable distribuida, para su implementación se plantea la intervención de capitales públicos o privados ya que el recurso energético es aprovechado por estas tecnologías por lo que a su vez hace financieramente justificable, por ese motivo se propone en desarrollar fuentes de generación renovables con recursos energéticos limpios sin contaminación ambiental, para luego dar solución a las necesidades de la población, así mismo mejorar los indicadores de confiabilidad del servicio eléctrico para la Empresa concesionaria Electro Puno S.A.A.

2.3.3 Justificación práctica

Este trabajo de investigación es muy importante porque busca atender la demanda de energía eléctrica proponiendo como alternativa la generación renovable implementando parques eléctricos con generación renovables y parques eléctricos con generación eólico de acuerdo a la disponibilidad del recurso energético existente en distintas localidades la región de Puno.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI, dimensionado una micro red con el software HOMER en la subestación Bellavista del distrito de puno.

2.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado situacional a los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico en el distrito Puno.

- Dimensionar la micro red con las tecnologías de generación que se ajustará a las necesidades y condiciones de la ciudad de Puno.
- Estimar el mix energético adecuado con base en alternativas de generación para suplir la demanda energética en la ciudad de Puno
- Mostrar una propuesta de micro red eléctrica más rentable para que contribuya con el desempeño eléctrico del sistema

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- Dimensionando una micro red con el software Homer en la subestación Bellavista del distrito de Puno se mejorará los indicadores SAIDI Y SAIFI

2.5.2 Hipótesis específicas

- Al diagnosticar a los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico en el distrito de Puno se conocerá el estado situacional de la concesionaria de energía eléctrica.
- Al dimensionar la micro red con las tecnologías de generación, se optimizará la generación de energía ajustadas a las necesidades y condiciones de la ciudad de Puno.
- Al estimar el mix energético adecuado con base en alternativas de generación, se podrá suplir la demanda energética en la ciudad de Puno
- Al presentar la propuesta de micro red más rentable, contribuirá con el desempeño eléctrico.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

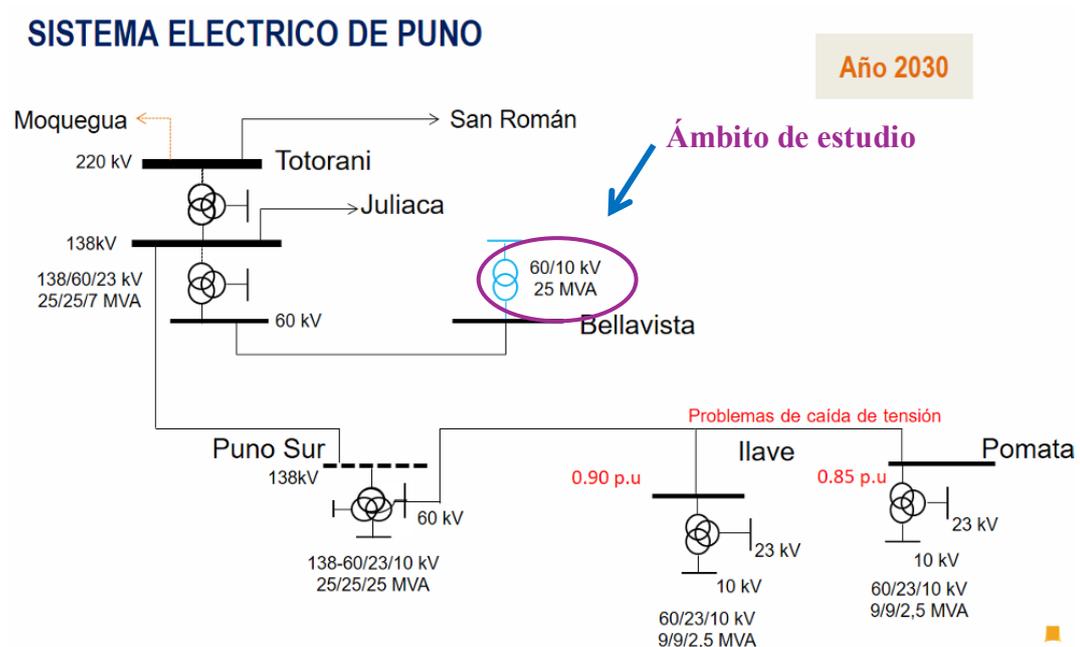
3.1 Lugar de estudio

La Subestación bellavista se cuenta con 06 derivaciones – Alimentadores, por lo que será necesario realizar el estudio de un alimentador que comprende del alimentador 0106, con un área de influencia en la Av. Floral, Antenas UNA Puno, San José:

- Inicio de línea: Alimentador 0106, 10kV
- Fin de la distribución: Av. Floral, Antenas UNA Puno, San José
- El diagrama unifilar de transmisión de ELPU ubicado a 3824 msnm.

Figura 11

Diagramas unifilares de configuración del sistema Puno – Diagnostico (Año 2030), según (SIDEDEC, 2021)



Nota. Propuesta del plan de inversiones para los sistemas complementarios de transmisión de Electro Puno SIDEDEC (2021).

3.2 Población

La población comprende desde la Av. Floral, Antenas UNA Puno, Barrio San José.

3.3 Muestra

La muestra es la. Línea de distribución del Sistema Eléctrico Puno - Alimentador 0106, 10kV.

3.4 Método de investigación

En este trabajo se ha empleado la metodología descriptiva que contemplara con las normas eléctricas que interrelaciona los componentes de las variables y proponer una micro red en uno de los alimentadores que parte de la subestación bellavista, con la finalidad de garantizar la continuidad del servicio eléctrico continuo.

Así, la investigación aplicada impacta indirectamente en el aumento del nivel de vida de la población y en la creación de plazas de trabajo (Lozada, 2014).

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

Se desarrolla el diagnostico a los indicadores de confiabilidad eléctrica SAIDI y SAIFI, para mejorar estos indicadores se está proponiendo implementar generación eléctrica renovables, con los recursos energéticos que cuenta nuestra región de Puno. Se tomará los datos técnicos del alimentador 0106, a través de la concesionaria y el número total de usuarios que están colgados a este alimentador y la información de confiabilidad, SAIDI, SAIFI, con esta información se propone implementar una generación renovable aplicando con el Software HOMER, detallando a continuación:

3.5.1 Descripción de las variables de la investigación

A. Variable independiente:

Dimensionamiento de una Micro Red con el Software Homer en la Subestación de Bellavista del Distrito de Puno

B. Indicadores:

Software Homer - Red de distribución

C. Variable dependiente:

Impacto de los indicadores SAIDI y SAIFI

D. Indicadores:

Normas y estándares, Confiabilidad y SAIFI / SAIDI

3.5.2 Materiales, equipos, instrumentos, insumos, entre otros a utilizar

Según De La Cruz-Fernández (2019) nos recomienda utilizar las herramientas adecuadas para realizar los trabajos de infestación se necesitará de los equipos como: computadoras, programas como el Auto Cad, el programa Homer, programa Excel, programas de sistemas de protección eléctrica y entre otros accesorios que implique en este trabajo.

A. Materiales.

Para este componente se utilizaron en este trabajo fueron lo siguiente: Información del alimentador 0106, informes de ELPU, artículos, manuales, libros, tesis, revistas, Planos DWG, internet.

B. Microsoft Word²

Este software me servirá detallar los textos que se incluya en el trabajo como párrafos, cuadros, figuras y entre otras acciones que sea necesario realizar en este trabajo, además de poseer herramientas básicas me permitirá desarrollar las referencias bibliográficas como el Mendeley sofisticado para emplear tesis maestría, doctoral, artículos y entre otra investigaciones para el buen desarrollo de este trabajo, porque implica mucha observancia durante el análisis de datos, análisis de gráficos, análisis descriptivo y entre otras fuentes textuales, por lo que implica desarrollar literatura en todo el contexto de la investigación.

² <https://www.malavida.com/es/soft/microsoft-word/q/para-que-sirve-word.html#gref>

C. Microsoft Excel³

Con este software se desarrollará los cálculos estadísticos, que me permitirá visualizar y detallar el comportamiento del sistema eléctrico, por lo que implica determinar el estado actual del concesionario como las variables, análisis de datos, cálculos de la confiabilidad del sistema eléctrico a su vez De La Cruz-Fernández (2019) nos indica procesar la información de los indicadores de confiabilidad, radiación solar, velocidades de viento, cálculos de potencias y energía en este programa.

D. Indicador SAIFI (System Average Interruption Frequency Index)

Mide la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos, ante las fallas en los componentes, maniobras e indisponibilidades que afectan a los sistemas eléctricos, estas pueden ser propias (sistemas de protección, diseño de redes, estado de las instalaciones) y externos (medio ambiente y terceros) (Dammert-Lira, 2004).

E. Indicador SAIDI (System Average Interruption Duration Index)

Mide el tiempo de la duración de la interrupción, está relacionado con la ubicación de falla, con la intensidad de la falla y los recursos disponibles para la reposición como: cuadrillas, vehículos, materiales, medios de comunicación, además las vías de acceso, la longitud de redes, etc. (Dammert-Lira, 2004).

F. Software HOMER Pro.

Según (De La Cruz-Fernández, 2019), nos recomienda utilizar el HOMER Pro R es un software de microrredes de HOMER Energy situándose como el estándar global para optimizar las microrredes con el programa Homer Pro, implica evaluar la demanda energética en la zona

³ <http://www.accessyexcel.com/que-es-y-para-que-sirve-excel/>

de estudio, para posteriormente realizar el diseño. Cuando se diseña un sistema de energía, se deben tomar muchas decisiones sobre la configuración del sistema, tales como (Moreno Romero, 2020):

¿Qué componentes son los mejores para este sistema?

¿Qué tecnología de generación renovable será más eficaz?

G. Simulación⁴.

Según De La Cruz-Fernández (2019) indica que las diferentes forma y maneras de realizar las simulaciones comprende básicamente de la información seleccionada y alimentada al programas HOMER es mediante un balance de la demanda energética que requiera cada sector, por ello se manifiesta tomar criterios tecnológicos durante su modelamiento, es necesario conocer cada componente para determinar en la toma de decisiones, seguidamente se tendrá una lista de arreglos que muestra el programa tanto económico y tecnológico, para lo cual es verificar lo más conveniente y determinar finalmente el mejor arreglo para este trabajo.

H. Mejoramiento⁵.

HOMER examina todas las combinaciones posibles de tipos de sistema en una sola ejecución y luego clasifica los sistemas de acuerdo con la variable de optimización elegida (De La Cruz-Fernández, 2019).

HOMER Pro se optimizara los recursos energéticos que existe en nuestra zona de estudio, para luego determinar la mejor arquitectura que presentara un sistema de generación renovable. HOMER Optimizer™ es un algoritmo de optimización patentado "sin derivados" que fue diseñado específicamente para funcionar en HOMER(De La Cruz-Fernández, 2019).

⁴ <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>

⁵ <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>

I. AutoCAD⁶.

Según la (Wikipedia, 2024), indica que el AutoCAD es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. A la fecha se ha visto por conveniente trabajar con este aplicativo porque nos enseña diferentes proyecciones, modelamientos a realizar y además se podrá visualizar el planos generales y planos de detalle, para así mejorar los posibles arreglos que pueda obtener durante su diseño y su análisis durante su ejecución, demostrando dibujos, bloques, graficos, esquemas, detalle y entre otras formas de diseños, lo cual nos permitirá visualizar cada sección del diseño.

J. Análisis de sensibilidad⁷.

Según Lilienthal et al. (2004) indica que al ingresar la información al programa Homer se verá afectado por los rangos inciertos durante su análisis, para ello se ha previsto evaluar la información necesaria y de mucho interés repetir cuantas veces sea para poder comparar los resultados. Esto le permite ver el impacto de variables que están fuera de su control, como la velocidad del viento, los costos de combustible, etc., y comprender cómo cambia el sistema óptimo con estas variaciones (De La Cruz-Fernández, 2019).

3.5.3 Recolección de datos e información

En este apartado se desarrolla la recolección de toda aquella información que se relacione con la confiabilidad del sistema eléctrica Puno, como una de las características del alimentador L - 0106, valores de los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI, asimismo los valores de cada alimentador como se muestra en las siguientes tablas.

⁶ <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>

⁷ <https://es.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>

Tabla 3

Características técnicas de la línea de distribución del alimentador Nro. 106

Descripción	Características Técnicas
Tensión nominal	10, 22.9 KV
Sistema	Aéreo, 3Ø
Frecuencia	60 Hz.
Soportes de MT	Postes de concreto armado Centrifugado de 14/300,14/400.
Crucetas	Madera tratada de 8” Perfil angular de A°G° de 2.4m AAAC Aleación de Aluminio
Conductores	C(AA)PI Aluminio con Cubierta Protectora Polietileno
Sección nominal	35 mm ²
Aisladores a utilizar	
:	
Tipo PIN	Porcelana ANSI 56-2
Tipo Suspensión	Porcelana ANSI 52-3
Tipo PIN	Polimérico 36 kV
Tipo Suspensión	Polimérico 36 kV
Ferretería	A°G° resistente a corrosión severa.
Subestación de Distribución	Monoposte Aéreo y Biposte Aéreo.
Tableros de Distribución	Sin Medición con muretes al pie de S.E.

Nota. Registro de interrupciones procedimiento 091-ELPU.

En esta parte se muestra un resumen de los valores SAIDI – SAIFI durante los meses de enero a febrero del año 2023 solo de interrupciones atribuibles a Electro Puno S.A.A., los valores que muestran son considerados interrupciones No programados, fenómenos naturales y programados a nivel de distribución, que a continuación se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 4

Se muestra los valores de los indicadores SAIFI 2023

Ítem	Sistema Eléctrico	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Total, Acumulado	Tolerancia	Margen
1	SE0025 Juliaca	0.1220	0.0302	0.5119	0.1331	0.0913	0.89	5	4.11
2	SE0026 Puno	0.0552	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.06	5	4.94
3	SE0027 Azángaro	2.3306	1.4963	2.3517	1.1857	0.5518	7.92	7	-0.92
4	SE0028 Antauta	1.2872	1.2927	0.4247	0.5817	0.0303	3.62	12	8.38
5	SE0029 Ayaviri	0.3162	0.4530	0.4986	0.2675	0.3527	1.89	12	10.11
6	SE0030 Ilave- Pomata	0.5454	0.0479	0.3528	0.3613	0.4428	1.75	16	14.25
7	SE0220 San Gabán	1.4000	3.2500	3.0000	0.0000	0.5625	8.21	16	7.79
8	SE0237 Azángaro Rural	0.2497	0.2441	0.2312	0.1884	0.0878	1.00	16	15.00
9	SE0238 Juliaca Rural	0.5515	0.7958	1.7191	1.4215	0.6584	5.15	16	10.85
0	SE0239 Puno Baja Densidad	0.5960	0.2519	0.4799	1.2481	0.1341	2.71	16	13.29

Nota. Registro de interrupciones procedimiento 091-ELPU.

Tabla 5

Se muestra los valores de los indicadores SAIDI-2022

Ítem	Sistema Eléctrico	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Total, Acumulado	Tolerancia	Margen
1	SE0025 Juliaca	0.1568	0.0202	1.1431	0.4253	0.0750	1.82	9	7.18
2	SE0026 Puno	0.0643	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.06	9	8.94
3	SE0027 Azángaro	3.6440	0.7853	2.6740	1.1649	0.3713	8.64	12	3.36
4	SE0028 Antauta	1.2053	0.4811	0.2071	0.0563	0.0289	1.98	24	22.02
5	SE0029 Ayaviri	0.1603	0.2273	0.1589	0.1672	0.2086	0.92	24	23.08
6	SE0030 Ilave- Pomata	0.9991	0.0127	0.4605	0.2897	0.0691	1.83	40	38.17
7	SE0220 San Gabán	2.2633	12.0100	1.4750	0.0000	0.4219	16.17	40	23.83
8	SE0237 Azángaro Rural	0.1674	0.2082	0.1365	0.1238	0.0292	0.67	40	39.33
9	SE0238 Juliaca Rural	0.2039	0.3130	0.8700	0.6046	0.6946	2.69	40	37.31
0	SE0239 Puno Baja Densidad	1.6778	0.6307	0.2944	1.6901	0.1915	4.48	40	35.52

Nota. Registro de interrupciones procedimiento 091-ELPU.

Tabla 6

Nombre de los alimentadores de Baja Tensión del suministro de energía eléctrica del servicio eléctrico Puno

Sis. Elec.	Tensión	Operatividad	Osinermin	Alimentador	Sector Típico	Centro de Transformación	Área de influencia
	10kV	Operativo	Reconocido	0101	2		Circunvalación Norte-Sur Aduanas
	10kV	Operativo	Reconocido	0102	2		Centro de Puno
SET	10kV	Operativo	Reconocido	0103	2	C.T	Av. El Sol, Cercado
PUNO	10kV	Operativo	Reconocido	0104	2	PUNO	Alto Puno, Reserva
SET 01	10kV	Operativo	Reconocido	0105	2	(01)	Av. Simón Bolívar, Salcedo, Chucuito
	10kV	Operativo	Reconocido	0106	2		Av. Floral, Antenas UNA Puno, San José

Nota. Nombre de Alimentadores en estudio - Electro Puno S.A. 2022.

3.5.4 Determinación y modelamiento de micro redes para Puno

En este trabajo se promueve realizar modelamiento de microrredes a través de diferentes tecnologías y/o formas de generación eléctrica renovable, para ello se ha tomado una estadística de horas sol durante un año, ya que nuestra región de Puno cuenta con este recurso solar logrando tener una radiación solar promedio de 4,100 kWh*m². Ya que en los últimos se ha registrado un aumento de radiación solar por lo que repercute utilizar esta fuente energía para nuestra región y así aumentaría la calidad de la ciudadanía más propensa. La única ventaja para este caso de una muestra no probabilística —desde la visión cuantitativa— es su utilidad para determinado diseño de estudio que requiere no tanto una “representatividad” de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema (Hernández et al., 2010).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

Los resultados y discusión del presente trabajo de investigación nace desde el planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, para el tratamiento de los datos de la confiabilidad y el estado situacional de los indicadores SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico Puno, para mejorar estos indicadores se ha visto por conveniente generar energía eléctrica mediante fuentes de energía eléctrica alternativas que existe en el lugar de estudio, para cubrir la demanda de energía eléctrica en un sector para así determinar su efectividad y eficiencia de funcionamiento. Cabe señalar que, en esta evaluación, se desarrolló con el software Homer, dado que esta simulación no se enfoca a cubrir la demanda eléctrica a toda la población de Puno solo a un sector que se tomó como referencia a un alimentador.

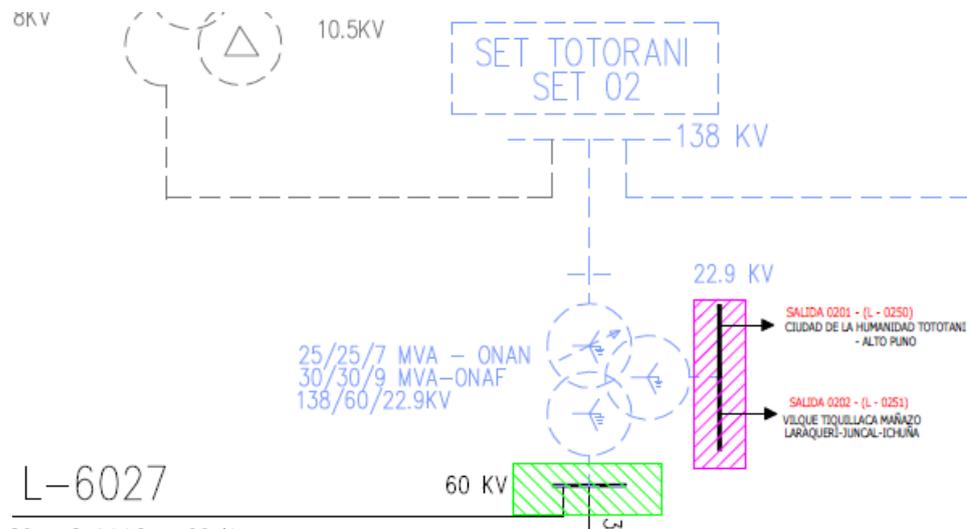
4.1.1 Resultado general del mejoramiento de la confiabilidad del Sistema Eléctrico de Distribución Puno.

A. Comprobación de Confiabilidad del Sistema Eléctrico Puno

Actualmente se analizó a los usuarios conectados en red eléctrica radial en el alimentador 0106 de Media Tensión de 10 kV, a partir de este alimentador se realiza las mediciones de tensión, corriente, demanda de energía eléctrica. Los reportes de mediciones de los indicadores de confiabilidad se realizaron desde el mes de enero a diciembre del 2022. En el periodo de un año comprendido de 12 meses, los registros realizados son registros de Electro Puno S.A.A.

Figura 12

Diagrama unifilar del sistema eléctrico con una topología radial Puno.



Nota. Expediente técnico red secundaria del alimentado 0106. Electro Puno S.A.A.

B. Análisis de la Confiabilidad del Sistema Eléctrico Puno

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio en esta primera parte del análisis de forma anual, posteriormente se analiza de forma mensual requerida con los indicadores de confiabilidad tales como los indicadores SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las siguientes formulas:

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i * u_i}{N} \quad SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{N} \quad (4.1)$$

Donde: según Deschamps et al. (2009) nos indica que, t_i es tiempo de duración de cada interrupción, u_i es número de usuarios afectados en cada interrupción, n es Número de interrupciones del periodo, N es número de usuarios afectados del sistema eléctrico o concesionario al final del periodo, según corresponda.

En la tabla 7 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los 12 meses. Para este escenario se está considerando 3 aspectos mes, tolerancia y tendencia. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 7

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de PUNO Anual SAIDI-SAIFI-2022

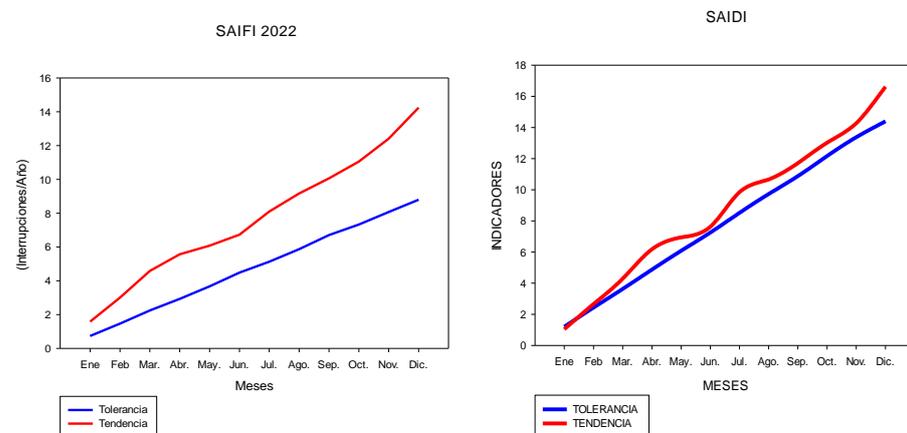
Mes	SAIFI (Interrupciones/Año)		Mes	SAIDI (horas/año)	
	TOLERANCIA	TENDENCIA		TOLERANCIA	TENDENCIA
Ene	0.73	1.58	Ene	1.2	1.04
Feb	1.47	3.01	Feb	2.43	2.66
Mar.	2.24	4.58	Mar.	3.63	4.29
Abr.	2.93	5.57	Abr.	4.87	6.18
May.	3.67	6.08	May.	6.08	6.94
Jun.	4.48	6.73	Jun.	7.25	7.62
Jul.	5.13	8.10	Jul.	8.52	9.85
Ago.	5.87	9.17	Ago.	9.73	10.66
Sep.	6.71	10.07	Sep.	10.9	11.71
Oct.	7.33	11.06	Oct.	12.2	13.02
Nov.	8.07	12.41	Nov.	13.4	14.27
Dic.	8.8	14.25	Dic.	14.4	16.62

Nota. Se registro con informes de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 13 se observa periodos mensuales versus los indicadores en donde tenemos dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva de SAIFI señala que hubo 14.25 interrupciones por año está por encima de 8.8 que es lo máximo permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva SAIDI señala que hubo 16.62 horas por año que está por encima de 14.4 que es lo máximo permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAIFI y SAIDI nos indica que está por encima del margen de normalidad, dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 13

Elaboración propia en base a registro de Electro Puno S.A. 2022.



Nota. Expediente técnico red secundaria del alimentado 0106. Electro Puno S.A.A.

4.1.2 Resultados específicos (1) del diagnóstico del estado situacional de indicadores de confiabilidad por meses durante un Año 2022.

A. Análisis de la confiabilidad Mensual del mes de enero del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de enero requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 8 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 8

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno Enero SAIDI-SAIFI 2022.

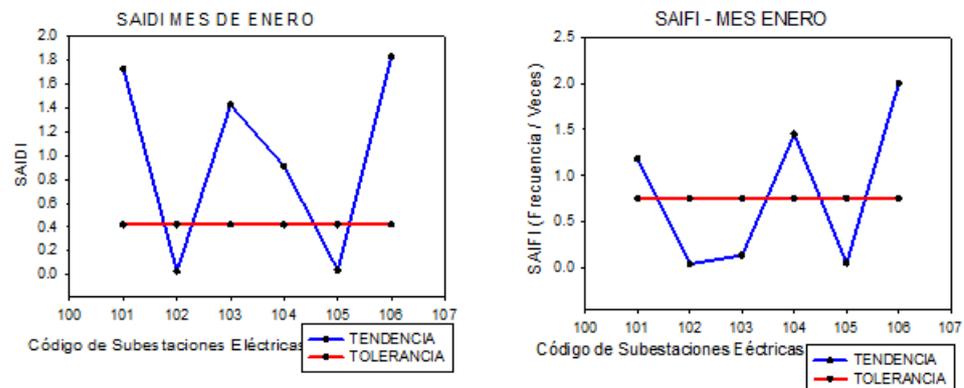
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	32965	1.46326052	38957	1.72923525	1.18176854
0102	15401	0.66418384	631	0.02721252	0.04097137
0103	13017	10.6105714	1750	1.42648076	0.13443958
0104	11601	0.62842312	16818	0.91102664	1.44970261
0105	9032	0.8364486	428	0.03963685	0.04738707
0106	55	0.91663636	110	1.83327273	2

Nota. Se ha elaborado por cuenta propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 14 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 14) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 1.83 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 14) SAIFI señala que el máximo valor fue de 2.0 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están dentro del margen de normalidad dando como resultado un buen servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 14

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica enero 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

B. Análisis de la confiabilidad del mes de febrero del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de febrero requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 9 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 9

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno Febrero SAIDI-SAIFI 2022.

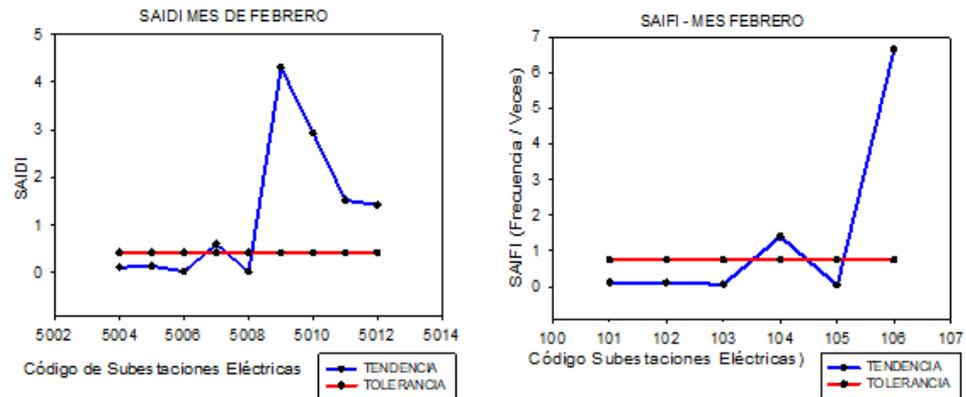
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	34209	4034	0.9340	0.1101	0.1179
0102	15535	1691	1.2546	0.1366	0.1089
0103	13141	847	0.3799	0.0245	0.0645
0104	11602	16323	0.4225	0.5944	1.4069
0105	9143	304	0.4642	0.0154	0.0332
0106	65	433	0.6455	4.3000	6.6615

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 15 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 15) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 4.3 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 15) SAIFI señala que el máximo valor fue de 6.6615 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están dentro y fuera del margen de normalidad dando como resultado un buen servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 15

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica febrero 2022.



Nota. Expediente propio en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

C. Análisis de la confiabilidad Mensual del mes de marzo del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de marzo requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 10 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 10

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno marzo SAIDI-SAIFI 2022.

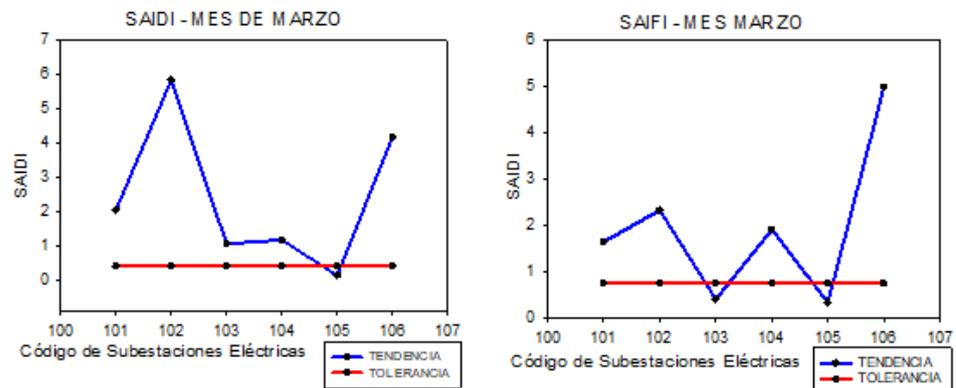
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	32965	54105	1.2525	2.0557	1.6413
0102	15309	35516	2.5174	5.8401	2.3199
0103	12959	5257	2.6555	1.0772	0.4057
0104	10728	20441	0.6211	1.1835	1.9054
0105	9160	3052	0.4658	0.1552	0.3332
0106	65	323	0.8421	4.1848	4.9692

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 16 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 16) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 5.84 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 16) SAIFI señala que el máximo valor fue de 4.9692 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 16

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica marzo 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

D. Análisis de la confiabilidad Mensual del mes de abril del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de abril requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 3.1.

En la tabla 11 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 3.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 11

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno abril SAIDI-SAIFI 2022.

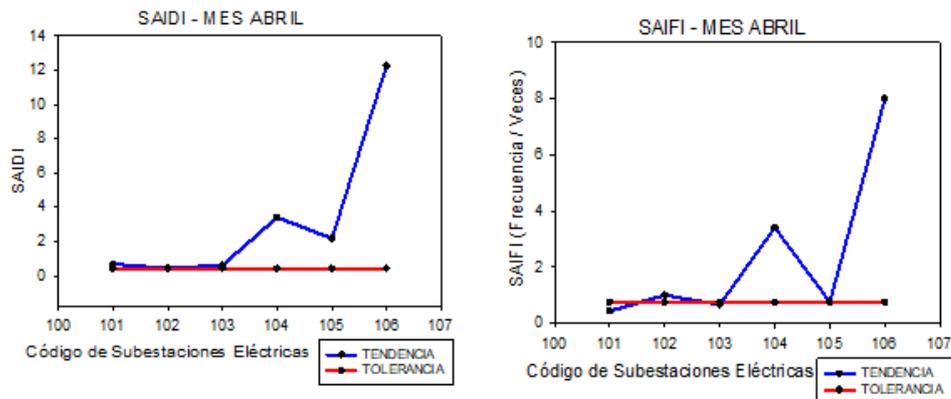
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	33886	14729	1.5722	0.6834	0.4347
0102	15086	15127	0.4425	0.4437	1.0027
0103	13190	8788	0.9153	0.6098	0.6663
0104	12607	42923	1.0019	3.4113	3.4047
0105	8505	6485	2.8527	2.1751	0.7625
0106	55	440	1.5333	12.2667	8.0000

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 17 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 17) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 12.26 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 17) SAIFI señala que el máximo valor fue de 8.00 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 17

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica abril 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

E. Análisis de la confiabilidad Mensual del mes de mayo del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de mayo requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 12 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 12

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno mayo SAIDI-SAIFI 2022.

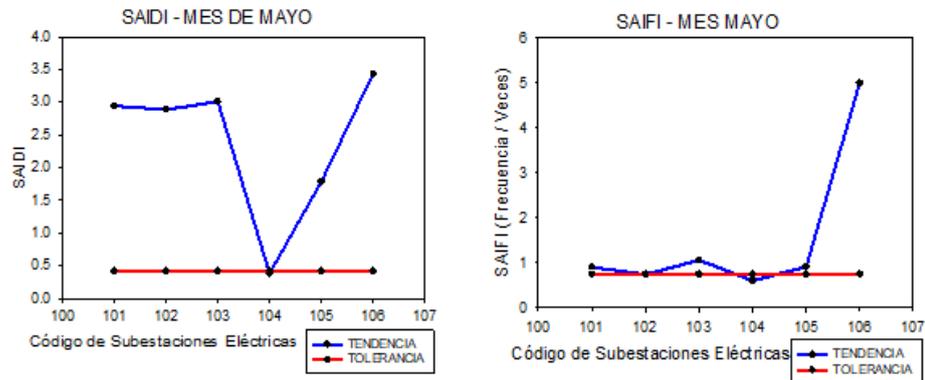
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
101	34423	31107	3.2578	2.9440	0.9037
102	15107	11129	3.9215	2.8889	0.7367
103	13118	13931	2.8359	3.0116	1.0620
104	10610	6386	0.6372	0.3835	0.6019
105	9114	8317	1.9569	1.7858	0.9126
106	95	475	0.6867	3.4334	5.0000

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 18 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 18) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 3.4334 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 18) SAIFI señala que el máximo valor fue de 5.00 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 18

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica mayo 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

F. Análisis de la confiabilidad Mensual del mes de junio del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de junio requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 3.1.

En la tabla 13 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 13

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno junio SAIDI-SAIFI 2022.

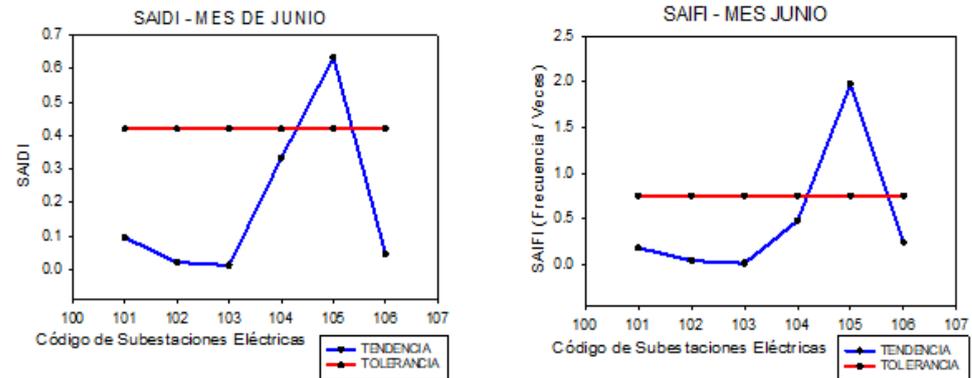
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	34941	6375	0.5209525	0.0950	0.1825
0102	16190	669	0.5041164	0.0208	0.0413
0103	13236	188	0.853722	0.0121	0.0142
0104	10136	4843	0.6968704	0.3330	0.4778
0105	9225	18217	0.3209315	0.6338	1.9747
0106	11305	2757	0.1847221	0.0450	0.2439

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 19 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 19) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 0.6338 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 19) SAIFI señala que el máximo valor fue de 1.9747 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 19

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica junio 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

G. Análisis de la confiabilidad Mensual del mes de julio del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de julio requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 14 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 14

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno julio SAIDI-SAIFI 2022.

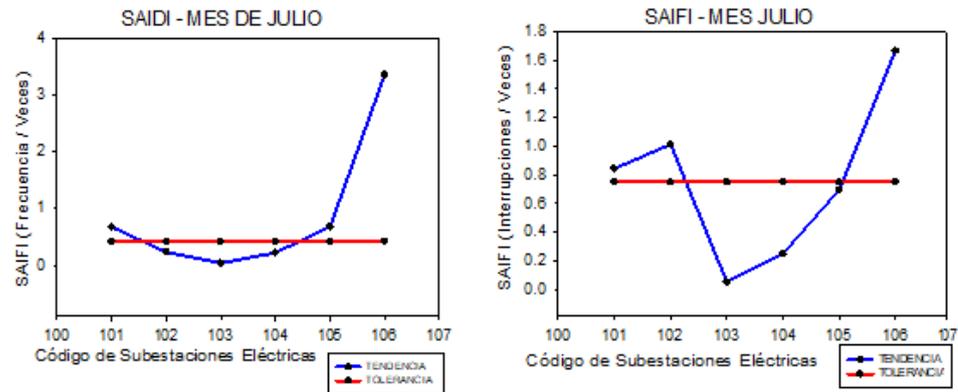
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
101	34652	29206	0.7990486	0.6735	0.8428
102	16302	16510	0.2317876	0.2347	1.0128
103	13265	686	0.7583287	0.0392	0.0517
104	10167	2533	0.8927453	0.2224	0.2491
105	8843	6139	0.978839	0.6795	0.6942
106	11377	18955	2.0131084	3.3540	1.6661

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 20 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 20) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 3.3540 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 20) SAIFI señala que el máximo valor fue de 1.6661 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 20

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica julio 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

H. Análisis de la confiabilidad Mensual del mes de agosto del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de agosto requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 15 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 15

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno agosto SAIDI-SAIFI 2022.

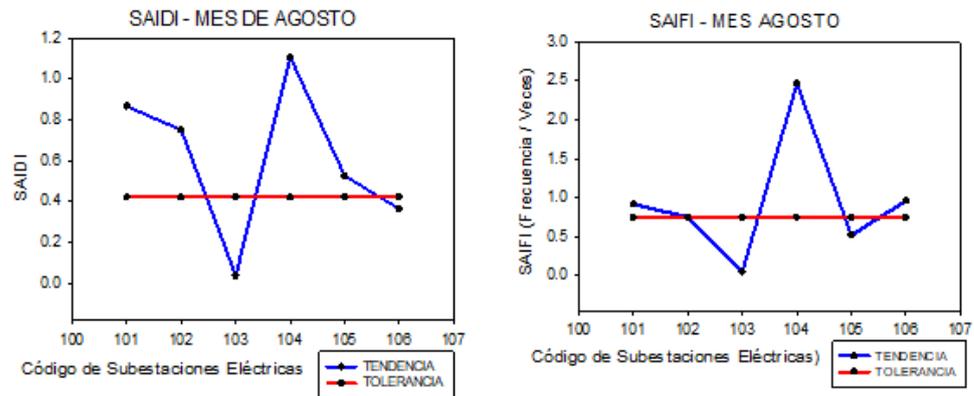
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	34731	31909	0.94306709	0.8664	0.9187
0102	16274	12253	0.99511134	0.7492	0.7529
0103	13311	686	0.69999173	0.0361	0.0515
0104	10847	26733	0.44905598	1.1067	2.4646
0105	8892	4637	1.00641639	0.5248	0.5215
0106	11355	10918	0.37847053	0.3639	0.9615

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 21 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 21) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 1.1067 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 21) SAIFI señala que el máximo valor fue de 2.4646 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 21

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica agosto 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

I. Análisis de la confiabilidad Mensual del mes de setiembre del 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de setiembre requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 16 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 3.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 16

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno setiembre SAIDI-SAIFI 2022.

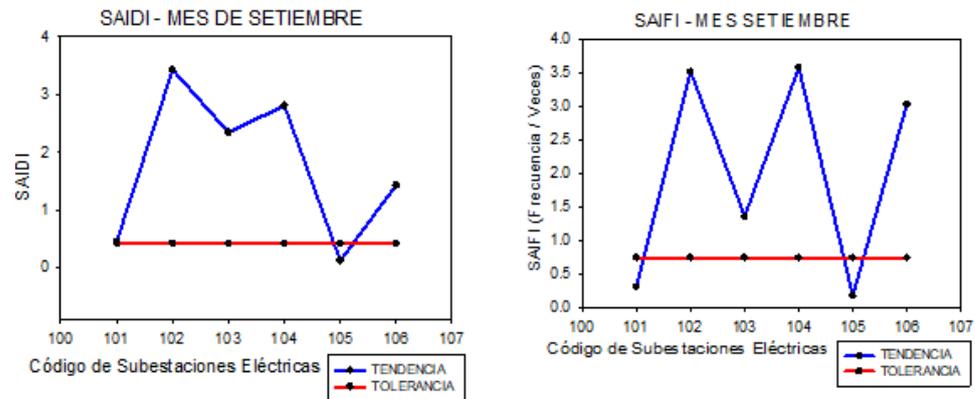
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	35122	11178	1.4224033	0.4527	0.3183
0102	16390	57810	0.9731991	3.4326	3.5272
0103	13300	18143	1.7194746	2.3456	1.3641
0104	10955	39338	0.7823485	2.8093	3.5909
0105	8924	1622	0.6642383	0.1207	0.1818
0106	11352	34489	0.4707724	1.4303	3.0381

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 22 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 22) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 3.4326 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 22) SAIFI señala que el máximo valor fue de 3.599 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 22

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica setiembre 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

J. Análisis de confiabilidad mensual del mes octubre 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de octubre requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 17 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 17

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno octubre SAIDI-SAIFI 2022.

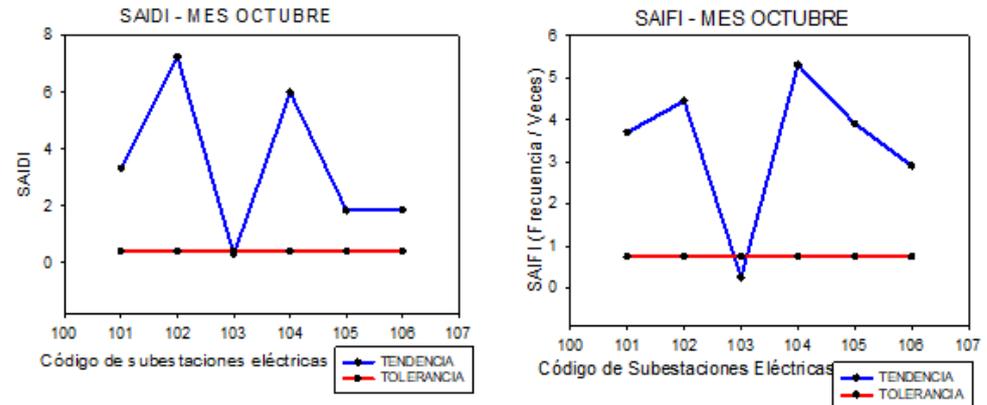
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	35219	130389	0.9010874	3.3360	3.7022
0102	16451	73355	1.6283666	7.2609	4.4590
0103	13369	3379	1.1785769	0.2979	0.2527
0104	11045	58652	1.1324002	6.0134	5.3103
0105	9264	36267	0.4720558	1.8480	3.9148
0106	11471	33336	0.6439159	1.8713	2.9061

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 23 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 23) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 7.2609 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 23) SAIFI señala que el máximo valor fue de 5.3103 interrupciones por mes está dentro del fuera de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAIFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 23

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica octubre 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

K. Análisis de confiabilidad mensual del mes noviembre 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de noviembre requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 18 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 4.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 18

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno noviembre SAIDI-SAIFI 2022.

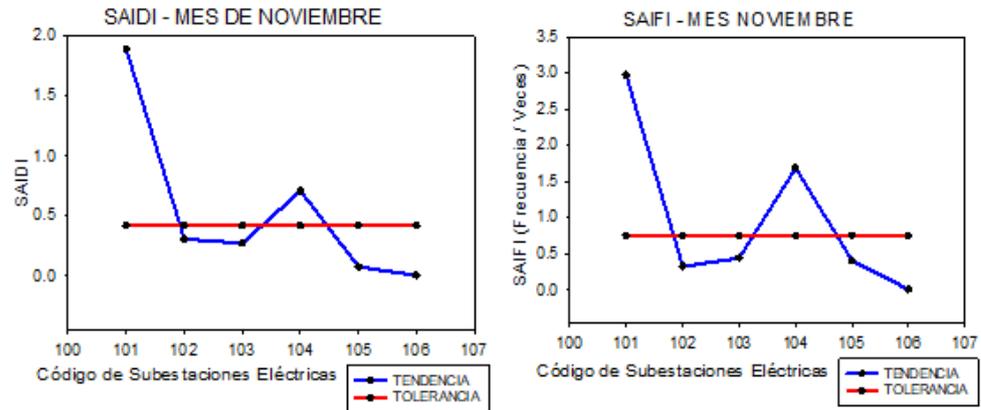
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	35223	104611	0.6367841	1.8912	2.9700
0102	16375	5357	0.9402649	0.3076	0.3271
0103	13421	5967	0.6117475	0.2720	0.4446
0104	10409	17567	0.4207625	0.7101	1.6877
0105	8936	3631	0.1869891	0.0760	0.4063
0106	718	7	0.4999331	0.0049	0.0097

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 24 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 24) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 1.8912 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 24) SAIFI señala que el máximo valor fue de 2.97 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAIFI y SAIDI nos indica que están dentro del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 24

Duración y frecuencia del suministro energía eléctrica noviembre 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

L. Análisis de confiabilidad mensual del mes diciembre 2022

Dentro de la empresa concesionaria Electro Puno S.A.A, se ha trabajado con el sistema eléctrico Puno SET 01 haciendo el estudio de forma mensual del mes de diciembre requiriendo los indicadores SAIFI y SAIDI de la misma forma se reportará el indicador SAIDI (Duración Media de Interrupción por Usuario) y SAIFI (Frecuencia Media de Interrupción por Usuario) aplicando las fórmulas de la ecuación 4.1.

En la tabla 19 se muestra datos para su representación de los factores de duración y frecuencia de las interrupciones de suministro de energía eléctrica SAIDI y SAIFI en función de los alimentadores. Para este escenario se está considerando las variables de la ecuación 3.1. Esta representación nos permitirá representar las características de operación del sistema eléctrico de distribución.

Tabla 19

Duración y frecuencia de las interrupciones del suministro de energía eléctrica del distrito de Puno diciembre SAIDI-SAIFI 2022.

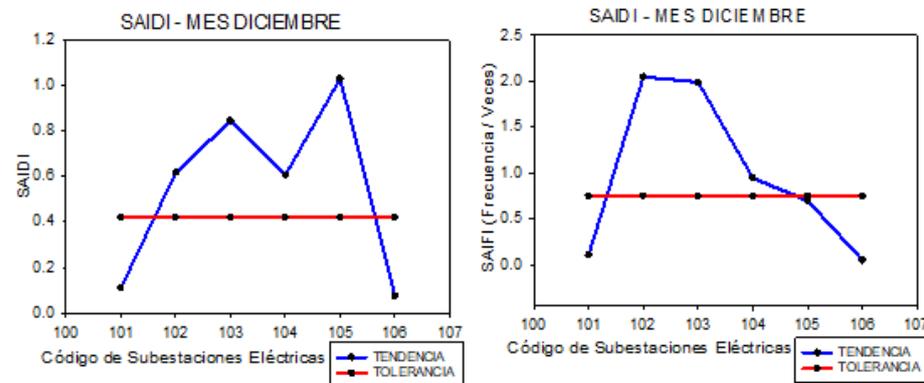
Nombre	Total, clientes	Tiempo	Total, de clientes afectados	SAIDI (horas/mes)	SAIFI (interrupciones/mes)
0101	34552	3592	1.0688034	0.1111	0.1040
0102	16520	33847	0.30090687	0.6165	2.0488
0103	13411	26695	0.42399358	0.8440	1.9905
0104	6150	5810	0.64185359	0.6064	0.9447
0105	8950	6236	1.47499186	1.0277	0.6968
0106	718	34	1.59615624	0.0756	0.0474

Nota. Elaboración propia en base a Registro de Electro Puno S.A. 2022.

En la Figura 25 se observa periodos de frecuencia de interrupciones de los indicadores versus los alimentadores en donde podremos obtener dos curvas representativas de las cuales tenemos una de ellas que representa la tolerancia dispuesta por Osinergmin (Inga y Méndez, 2011) y la otra curva desarrolla la tendencia del comportamiento de sistema eléctrico de distribución actual, en la curva (Fig. 25) de SAIDI señala que el máximo valor fue de 1.0277 interrupciones horas por mes está fuera del margen de tolerancia de 9.0 (Horas/años) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva (Fig. 25) SAIFI señala que el máximo valor fue de 2.0488 interrupciones por mes está fuera del margen de tolerancia de 5.0 (Interrupciones / Año) que es el máximo valor permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAIFI y SAIDI nos indica que están fuera del margen de normalidad dando como resultado un deficiente servicio, por lo que quedo privado servicio de energía eléctrica a la población del distrito de Puno.

Figura 25

Duración y frecuencia del suministro de energía eléctrica diciembre 2022.



Nota. Elaboración propia en base a Registros de Electro Puno S.A. 2022.

4.1.3 Resultado específico (2) dimensionamiento de la Micro Red con los Recursos Eólico y Solar Mediante el Software HOMER.

Sé evaluará los recursos energéticos en la ciudad de Puno, según De La Cruz-Fernández (2019) nos indica que se avaluó los diferentes diseños de generación eléctrica renovable, utilizando el programa principal como es el Software HOMER Pro. Para poder concluir este trabajo es necesario utilizar el programa mencionado, al desarrollar el modelamiento se ha previsto realizar lo siguiente: se evaluó la demanda de energía eléctrica en la zona de estudio cumpliendo los estándares del concesionario y el ministerio de energía, seguidamente se evaluó los recurso energéticos que posee la zona de estudio ver en la figura 28, asimismo esta data mencionadas es procesada al programa obteniendo varios escenarios obteniendo distinto resultados como se indica más adelante.

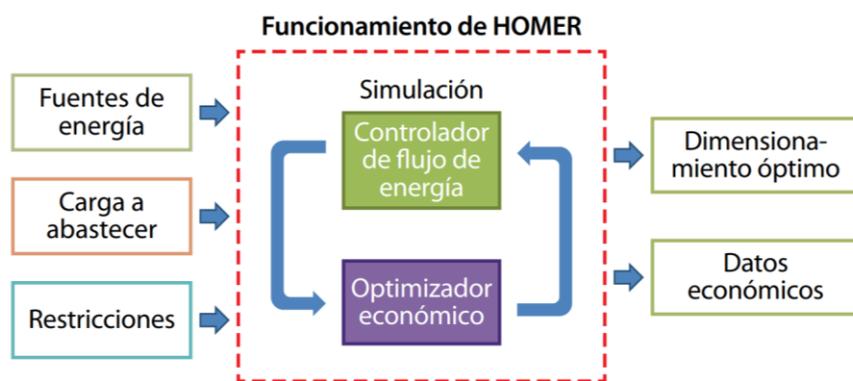
Según Godoy, Manuel Schierloh, et al. (2019) nos recomienda utilizar distintas formas de modelamiento utilizando una de las mejores fuentes tecnológicas en generación renovable para estimar de la microrred y para determinar su capacidad y simular su funcionamiento eléctrico, financiero y la vida útil de los equipos.

Para desarrollar el trabajo se hizo referencia según a Godoy, Manuel Schierloh, et al. (2019) nos recomienda buscar la mejor combinación de distintas

fuentes de generación renovable dimensionando cada componente como paneles solares que determinara calcular una generación renovable mediante la radiación solar, aerogeneradores que brinda energía a través del mecanismo de la alabes con la velocidad del viento, con estas tecnologías se determina utilizar el programa simulado acorde a las necesidades planteadas, para ellos el programa tiene un control del sector energético en contorno de la radiación solar y la velocidad del viento para distintas regiones, porque está conectada al sistema informático empleando datos de la NASA, para luego determinar la extensión del recurso solar y su aprovechamiento durante los días que se calcula un promedio de 1200Wp.

Figura 26

Diagrama de funcionamiento del software Homer Pro.

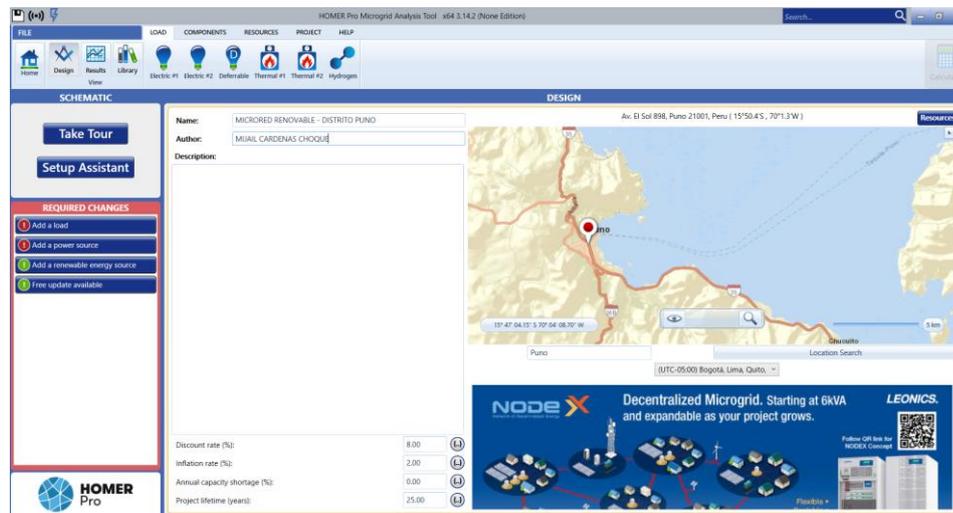


Nota. Se ilustra la evaluación económica de microrredes eléctricas con generación renovable (Godoy, Schierloh, et al., 2019).

Luego describimos el nombre del proyecto, el nombre del autor y ubicamos las coordenadas de ubicación en donde se requiera realizar el estudio del recurso solar en la zona de Puno como se aprecia en la figura (ver figura 27).

Figura 27

Detallamos el título, nombre del autor y coordenadas del proyecto.



Nota. Se ubica el punto de estudio en Puno para evaluar los recursos energéticos en la zona.

Asimismo se procede a ingresar la data al software, ubicando la zona de trabajo como se muestra en la figura 27, para ello se ha previsto alimentar los valores de la radiación solar in situ que el mismo programa dispone de esta información y la velocidad del viento, estos recursos energéticos se caracteriza de mayor afluencia por caracterizarse un recurso limpio y renovable y necesario a utilizar.

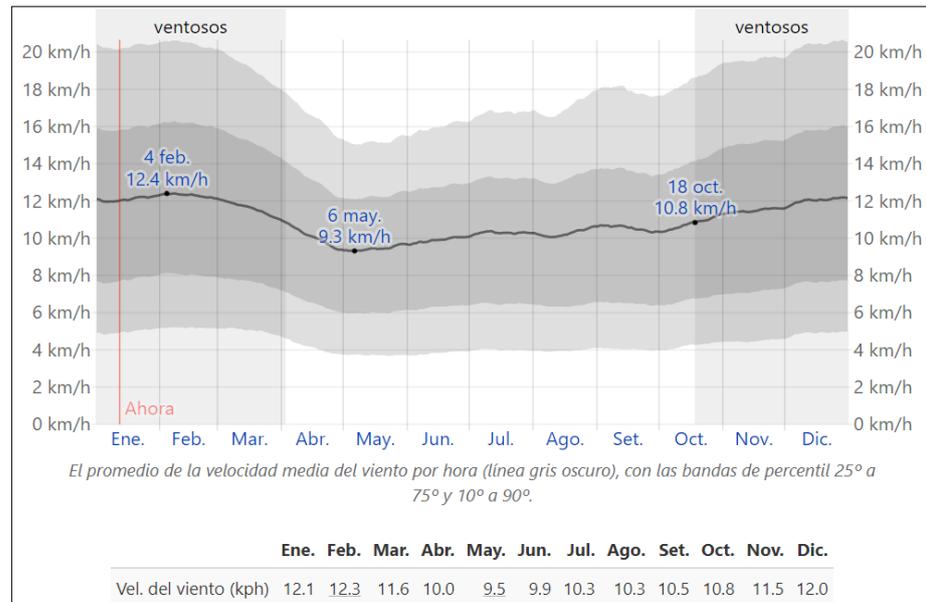
A. Análisis de la velocidad del viento (m/s).

Se deduce que este recurso energético es inestable en la zona de estudio, por ello se ha verificado que existe vientos torrencios por temporadas significa que existe por temporadas, entonces para poder llevar aerogeneradores se necesita vientos constantes o vientos promedios es por esa razón que no sería tan factible utilizar esta tecnología. Por otro lado, se realizó un análisis en toda la zona altiplánica con mayor cantidad de viento es por las regiones más al sur, estamos hablando en las zonas de desaguadero ahí se ha comprobado que existe viento durante 20 horas y desarrolla una velocidad de 4 m/s, esta zona se podría desarrollar este tipo de tecnología implementado aerogeneradores y parques solares según sea el caso.

Se tomo como referencia según De La Cruz-Fernández (2019) indica que la información proporcionado sobre la velocidad del viento se obtuvo mediante el SENAMHI solicitada zonalmente, presentando mediante una carta (ver figura 28).

Figura 28

Irradiación normal directa en la Localidad de Puno [Wh/m2], según (Godoy, Schierloh, et al., 2019)



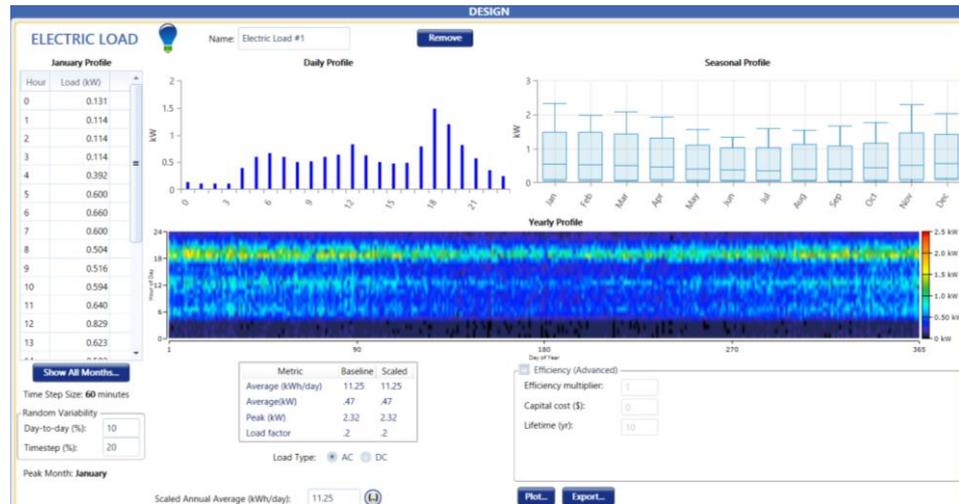
Nota. Se muestra la variación de la radiación solar del punto de diseño en -
Elaboración propia

B. Análisis del perfil de carga

El perfil de carga que se tiene a nivel del distrito es residencial por cliente, se elige de acuerdo al mes de consumo alto durante un año. Aparecerá una distribución de carga durante un día por defecto a la data del programa, como se aprecia en la figura.

Figura 29

Cuadro de carga por cliente.



Nota. Se alimenta los datos de carga eléctrica o demanda eléctrica al software
Elaboración propia

C. Análisis de la irradiación solar (kWh/m²/día)

Según De La Cruz-Fernández (2019) indica que los datos de la irradiación solar se obtuvieron de GLOBAL SOLAR ATLAS, esta información presenta distintos escenarios como la irradiación solar durante un año indicando meses con mayor cantidad de sol y meses con menos horas de sol tal como se puede apreciar en la figura 30.

Figura 30

Irradiación normal directa en la Localidad de Puno [Wh/m²].

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5												
5 - 6	68	17	12	15					64	186	282	162
6 - 7	309	252	297	399	426	311	277	409	515	564	621	439
7 - 8	405	355	446	633	756	748	714	745	710	708	738	536
8 - 9	438	388	467	691	861	862	835	854	795	770	791	582
9 - 10	452	406	471	703	899	918	894	908	836	814	829	607
10 - 11	512	487	553	747	918	943	915	922	857	844	868	646
11 - 12	635	606	659	788	914	946	919	920	850	853	896	733
12 - 13	710	706	751	810	893	923	896	895	834	847	866	728
13 - 14	692	713	752	780	839	886	850	843	779	776	795	678
14 - 15	608	635	691	696	773	832	792	781	708	666	701	572
15 - 16	504	536	576	583	697	756	725	710	629	556	585	457
16 - 17	407	432	465	449	422	448	452	567	493	432	458	335
17 - 18	291	244	168						73	72	152	184
18 - 19												
19 - 20												
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	6030	5777	6309	7294	8397	8574	8269	8544	8143	8087	8581	6658

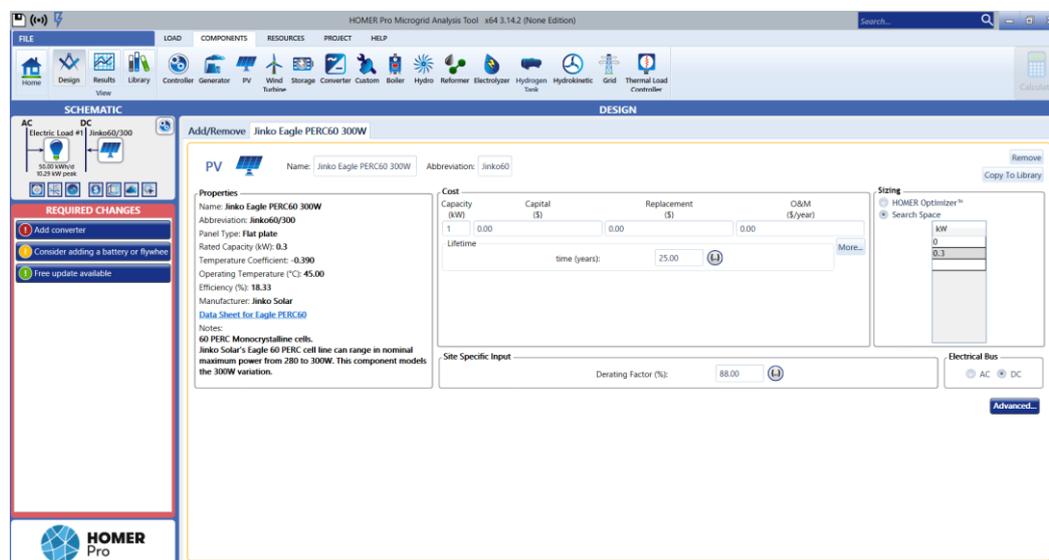
Nota. Se compara el comportamiento de la radiación solar durante un año según (Godoy, Schierloh, et al., 2019)

4.1.4 Resultado específico (3) estimación de los recursos energéticos renovables que existe en la región Puno.

En este apartado se realiza los cálculos de estimación de los recursos energético que existe en nuestra de región de puno, para procedemos a elegir una serie de paneles típicos que existe en el mercado o catálogos completos, mi recomendación es seleccionar catálogos completos. Posteriormente elegimos el sistema generación con panel fotovoltaico en el programa, en donde elegimos la marca de panel solar siendo Jinko Solar, con una capacidad de 300 Kw, tal como se aprecia en la figura 31.

Figura 31

Componentes del sistema incluyendo el panel fotovoltaico.

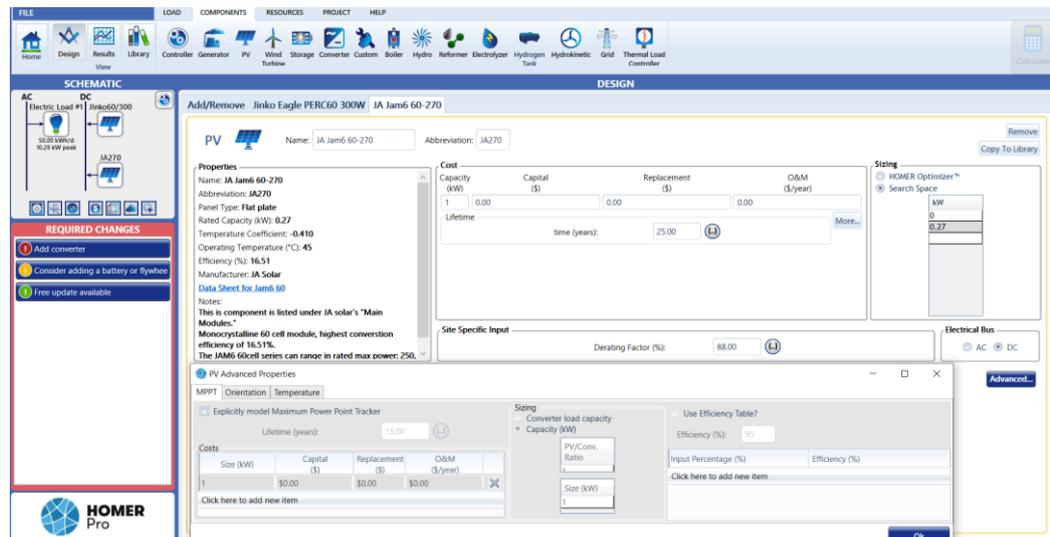


Nota. Se alimenta al Software HOMER Pro. la carga y el sistema de paneles fotovoltaicos - Elaboración propia

Posteriormente se carga dos sistemas de paneles fotovoltaicos como se aprecia en la figura, escogiendo en los catálogos del mismo software para incluir en el sistema (ver figura 32).

Figura 32

Sistema con dos componentes de panel fotovoltaico.



Nota. Se alimenta al Software HOMER Pro. la demanda de energía y dos sistemas de generación de energía eléctrica con paneles fotovoltaicos - Elaboración propia

Seguidamente se elige el inversor para el sistema mostrado, de la misma manera que el anterior caso se realiza la elección del inversor desde los catálogos mostrado por el programa HOMER Pro, como se aprecia en la figura 33.

Figura 33

Selección del convertidor para el sistema.

Find Converter Component

Name	Library	Manufacturer	Capacity (kW)	Inverter Efficiency (%)	Rectifier Efficiency (%)	Rectifier Relative Capacity (%)	Lifetime (years)	Parallel with Generator
ABB MGS100	Pro Default	ABB	60	95	95	60	15	yes
ABB PSTORE-PCS	Pro Default	ABB	2,880	96	96	100	20	yes
CAT BDI-SI-1Ph	Pro Default	Caterpillar Inc. / SM	18	96	96	100	20	yes
CAT BDI-SI-3Ph	Pro Default	Caterpillar Inc. / SM	72	96	96	100	20	yes
CAT BDP250	Pro Default	Caterpillar Inc.	1,500	96	96	100	25	yes
CyboEnergy Grid-Interactive C1-Min	Pro Default	CyboEnergy	1	96	100	0	10	yes
CyboEnergy Off-Grid C1-Mini-1000N	Pro Default	CyboEnergy	1	96	100	0	10	no
CyboEnergy Off-Grid Twin-pack C1-I	Pro Default	CyboEnergy	2	96	100	0	10	no
Dynapower BTM-250	Pro Default	Dynapower	250	96	96	100	15	yes
Dynapower DPS - 250	Pro Default	Dynapower	250	98	98	100	15	yes
Dynapower IPS - 500	Pro Default	Dynapower	500	97	97	100	15	yes
Dynapower MPS - 250 50 Hz	Pro Default	Dynapower	250	96	96	100	15	yes
Dynapower MPS - 250 60 Hz	Pro Default	Dynapower	250	96	96	100	15	yes
Dynapower MPS - 250 800 V	Pro Default	Dynapower	250	98	98	100	15	yes
Dynapower SPS - 100	Pro Default	Dynapower	100	97	97	100	15	yes
Dynapower SPS - 500	Pro Default	Dynapower	500	97	97	100	15	yes
Eaton Power Xpert 1000kW	Pro Default	Eaton	1,000	98	98	100	15	yes
Eaton Power Xpert 1500kW	Pro Default	Eaton	1,500	98	98	100	15	yes
Eaton Power Xpert 2000kW	Pro Default	Eaton	2,000	98	98	100	15	yes
Eaton Power Xpert 2250kW	Pro Default	Eaton	2,250	98	98	100	15	yes
Fronius Galvo 2.5-1	Pro Default	Fronius	3	95	0	0	10	yes
Fronius Primo 8.2-1	Pro Default	Fronius	8	97	0	0	10	yes
Fronius Symo 20.0-3-M	Pro Default	Fronius	20	98	0	0	10	yes
Fronius Symo 24.0-3 480	Pro Default	Fronius	24	98	0	0	10	yes
Fronius Symo 4.5-3-S	Pro Default	Fronius	5	97	0	0	10	yes
Fronius Symo 8.2-3-M	Pro Default	Fronius	8	98	0	0	10	yes
Generic large, free converter	Pro Default	Generic	9,999,999	95	95	100	15	yes
Huawei PowerCube 5000	Pro Default	Huawei	33	96	96	100	15	yes

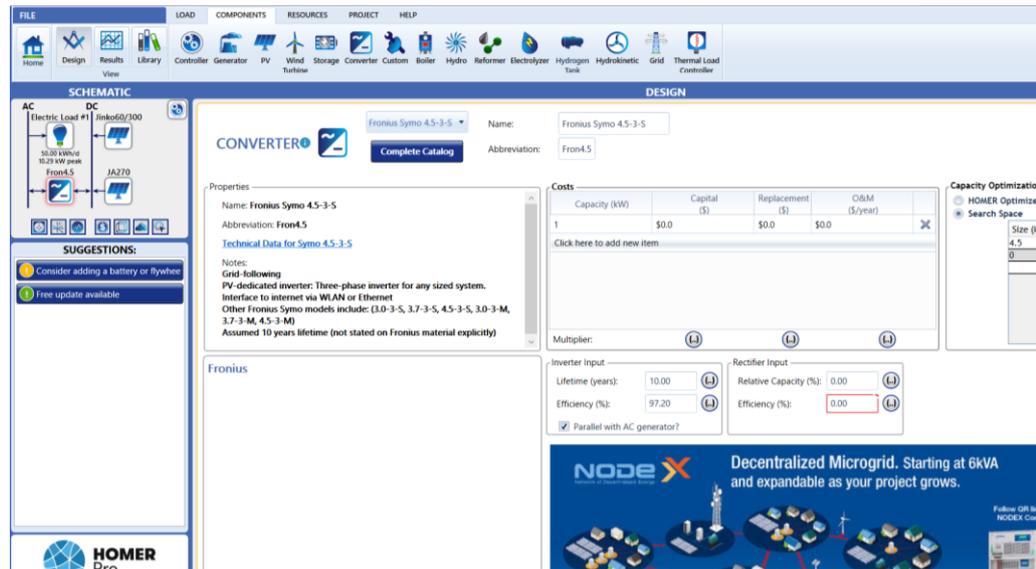
Include CEC Library

Nota. Se selecciona en el Software HOMER Pro el convertidor de corriente alterna para conectarse a la red convencional - Elaboración propia

Continuando con el modelamiento, una vez elegida el convertidor seleccionado que estará conectado a la red convencional, para lo cual queda de la siguiente manera (ver figura 34).

Figura 34

Sistema con cuatro componentes.

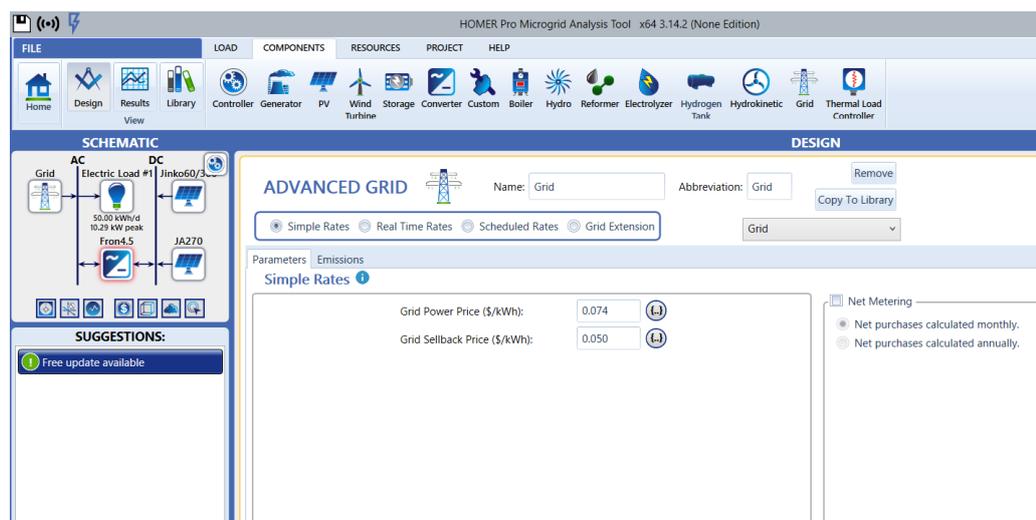


Nota. Se visualiza la selección de las tecnologías como el convertidor de corriente alterna para conectarse a la red convencional - Elaboración propia

Seguidamente seleccionamos la red externa que estará interconectada, siempre en cuando le sobre energía para inyectar al sistema, efectuando los precios en barra se procede a calcular el modelamiento, para lo cual se detalla en la siguiente figura 35.

Figura 35

Se agrega la interconexión a la red convencional.



Nota. Se visualiza ele esquema de la micro red conformada por sistemas fotovoltaicos - Elaboración propia

En esta oportunidad se muestra los resultados de la red como se muestra en la figura 36, en esta figura esta detallado los distintos tipos de arreglos con cuatro componentes, con tres componentes y un solo componente, en este caso se ha visto por conveniente elegir el primer caso en la parte sombreada de la figura 36 por la potencia solicitada a partir de los 300 kW que se diseñó.

Figura 36

Se agrega la interconexión a la red convencional.

Optimization Results																	
Left Double Click on a particular system to view its detailed Simulation Results.																	
Categorized Overall																	
Architecture				Cost				System									
Imbo60/200 (kW)	JAZ270 (kW)	XL10R (kW)	Grid (kW)	From4.5 (kW)	Dispatch	NPC (\$)	COE (\$)	Operating cost (\$/yr)	Initial capital (\$)	Rem. frac. (%)	Total Fuel (\$/yr)	Capital Cost (\$)	Production (kWh/yr)	Capital Cost (\$)	Production (kWh/yr)	Capital Cost (\$)	Price (\$)
0.300	0.270	1	999.999	4.50	CC	\$11,712	\$0.0427	\$840.21	\$0.00	37.4	0	0	604	0	543	0	6.75
0.300	0.270	1	999.999	4.50	CC	\$12,211	\$0.0447	\$875.99	\$0.00	35.0	0	0	604	0	543	0	6.75
0.300	0.270	1	999.999	4.50	CC	\$12,268	\$0.0450	\$880.06	\$0.00	34.7	0	0	604	0	543	0	6.75
0.300	0.270	1	999.999	4.50	CC	\$12,772	\$0.0470	\$916.19	\$0.00	32.2	0	0	604	0	543	0	6.75
0.300	0.270	1	999.999	4.50	CC	\$17,675	\$0.0695	\$1,268	\$0.00	6.11	0	0	604	0	543	0	6.75
0.300	0.270	1	999.999	4.50	CC	\$18,220	\$0.0716	\$1,307	\$0.00	3.22	0	0	604	0	543	0	6.75
0.300	0.270	1	999.999	4.50	CC	\$18,281	\$0.0719	\$1,311	\$0.00	2.89	0	0	604	0	543	0	6.75
0.300	0.270	1	999.999	4.50	CC	\$18,826	\$0.0740	\$1,351	\$0.00	0	0	0	604	0	543	0	6.75

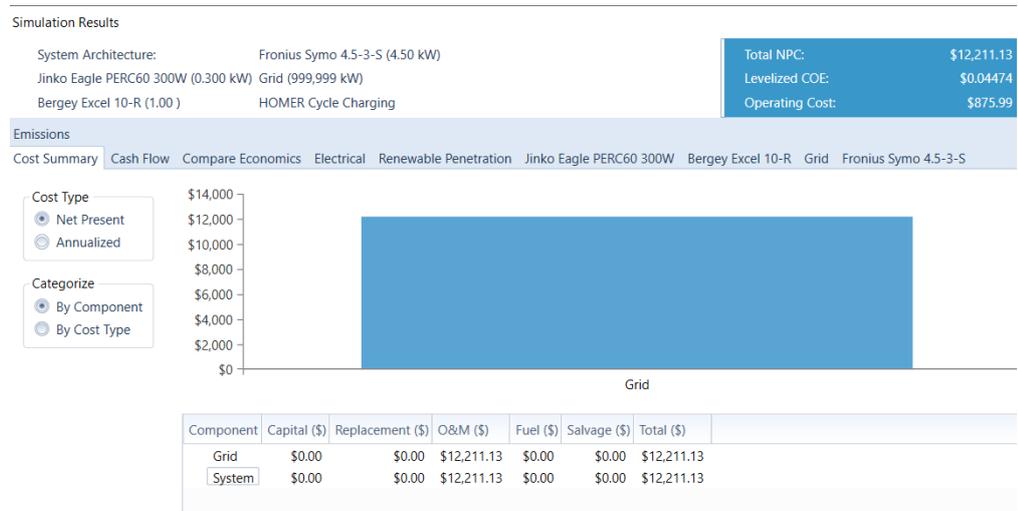
Nota. Se muestra los modelamientos de la micro red comparando en cada fila las tecnologías que se puede considerar - Elaboración propia

4.1.5 Resultado específico (4) propuesta de la micro red de generación eléctrica renovable más rentable modelado con Homer.

En este apartado se detalla los resultados de la simulación, en la figura 37 se aprecia los costos de una red convencional, dando a conocer su precio \$ 12 000.00, este precio asume los costos de energía más la operación y mantenimiento.

Figura 37

Costo de la red convencional.

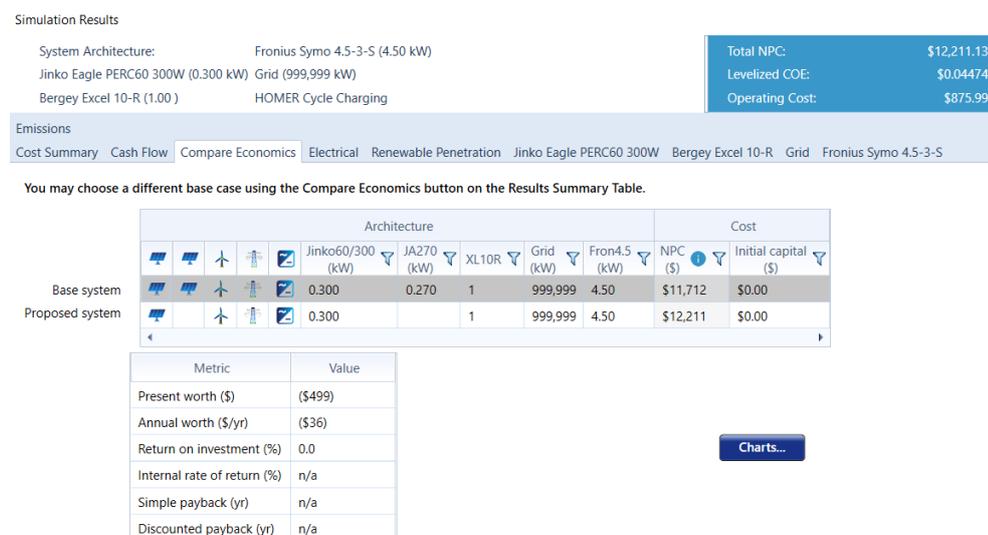


Nota. Se muestra la gráfica del costo de fabricación simulado con el Software HOMER Pro. Elaboración propia

En este siguiente resultado se puede apreciar la arquitectura del sistema modelado, y los costos por cada modelamiento, en donde nos indica que el mejor arreglo está basado por el costo como se puede apreciar en la figura, no donde nos indica que el mejor arreglo es la fila sombreada para seleccionar un proyecto futuro como se aprecia en la figura 38.

Figura 38

Comparación económica de arreglos de la arquitectura.



Nota. Se selecciona la arquitectura más cómoda para el diseño de una micro red desarrollado con el Software HOMER Pro. Elaboración propia

En la figura 39, se muestra una proyección de resultados en donde se detalla el consumo de energía por la red convencional versus las energías renovables. Las columnas que se muestran de color verde son indicadores de consumo de energía por red de interconexión y las columnas de color naranja se trata sobre el consumo de energía por energías renovables.

Figura 39

Comparación de consumo de energía por la red interconectada versus la energía renovable.



Nota. Se muestra los resultados de la intromisión de la energía convencional versus la energía solar desarrollado con el software HOMER Pro. Elaboración propia

Discusión

Se determinó como resultado un análisis energético, técnico y económico que consta del mejor arreglo durante la simulación del software HOMER, obteniéndose una arquitectura que compone paneles solares de 4.5kW y un convertidor de corriente alterna, por un costo neto total de la micro red de \$ 18,826, con 37.4 % de eficiencia del sistema obtener información operacional del lugar. Se concluyo en obtener un parque solar que mejorara los índices de confiabilidad. El software recomienda utilizar micro redes con generación renovable para cubrir la demanda energética.

CONCLUSIONES

Mediante el diagnóstico de los indicadores SAIDI Y SAIFI, se analizó mes por mes durante un año 2022, por lo que se concluye que los meses de mayo, junio, julio, agosto hasta diciembre son los meses mayor demanda de energía eléctrica determinando en la curva de SAIFI señala que hubo 14.25 interrupciones por año está por encima de 8.8 que es lo máximo permitido por Osinergmin, de la misma forma en la curva SAIDI señala que hubo 16.62 horas por año que está por encima de 14.4 que es lo máximo permitido por Osinergmin, ambos indicadores SAIFI y SAIDI nos indica que está por encima del margen de normalidad.

A. Conclusiones específicos

- Se dimensionó la micro red determinando en su totalidad el promedio de la electricidad consumida diariamente planeada que requiere el distrito de Puno de 36,049 kWh, una máxima demanda planeada de 9,31 kW; de acuerdo a los valores que determino HOMER con una máxima demanda de 7,36 kW.
- Se evaluó el recurso eólico, solar y se definió las tecnologías propuestos al software, HOMER determinó que el equipamiento más óptimo para Sistema Eólico Aislado son los siguientes: un aerogenerador Enair 30PRO de 10 kW de potencia, 6 baterías Solares Trojan AGM SAGM 12V 205A, un inversor Cargador 12 kW 55V MPPT 120A Must Solar y un controlador cargador EÓLICO ENAIR - PRO - 240A – 24/48V; el controlador se determinó mediante el cálculo manual.
- Se diseñó los modelamientos de generación renovable que esta inyectara al sistema interconectado siempre en cuando sobre la energía durante la proyección demandada.
- Se propone la implementación del sistema solar y sistema eólico aislado, por lo que requerirá se requiere un presupuesto referencial de S/ 2 389 857,87.

RECOMENDACIONES

Se recomienda instalar parques solares en los distritos de nuestra región de Puno, en las zonas altoandinas, por lo que se sugiere aprovechar este recurso solar natural proveniente del sol en nuestra región con una radiación solar de 2 760.6 kWh/m² promedio, para mejorar los indicadores de confiabilidad asimismo producir energía eléctrica renovable,

A. Recomendaciones específicas

- Se recomienda dimensionar las microrredes eléctricas determinando la energía total consumida promedio diaria proyectada que requiere el distrito de Puno de 36,05 kWh, una máxima demanda proyectada de 9,31 kW; y según HOMER, una máxima demanda de 7,36 kW.
- Se recomienda evaluar los distintos recursos energéticos naturales eólico, solar y entre otros y así definir las tecnologías propuestos al software, HOMER, que determinara el equipamiento más óptimo para los Sistemas como el Eólico Aislado son los siguientes: un aerogenerador Enair 30PRO de 10 kW de potencia, 6 baterías Solares Trojan AGM SAGM 12V 205A, un inversor Cargador 12 kW 55V MPPT 120A Must Solar y un controlador cargador EÓLICO ENAIR - PRO - 240A – 24/48V; el controlador se determinó mediante el cálculo manual.
- Se recomienda implementar el modelamiento de generación renovable que esta inyectara al sistema interconectado siempre en cuando exceda la energía eléctrica durante la proyección demandada.
- Se recomienda proponer la implementación de los sistemas solares y sistema eólico aislado, por lo que requerirá un presupuesto referencial de S/ 2 389 857,87, para eso se necesita el apoyo autoridades locales y regionales para impulsar el desarrollo de nuestra región.

BIBLIOGRAFÍA

- Amanqui-Quispe, M. S. (2018). Metodología de reconfiguración de redes primarias de la subestación de transformación San Lazaro para garantizar la confiabilidad del servicio eléctrico en la Zona Central de Arequipa. *Universidad Nacional de San Agustín*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6811>
- Arévalo Cordero, W. P. (2021). *Optimización en dimensionamiento y control energético de sistemas híbridos de energías renovables en Ecuador*. 122. <https://hdl.handle.net/10953/1056>
- Avalos-Mesicano, P. J., & Farfán-Canahua, R. E. (2019). *optimización del nivel de confiabilidad de los alimentadores de media tensión qu-02 y qu-03 en 10.5kv con su operación en anillo y propuesta de nuevos ajustes de protección*. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/4545>
- Barroso Molina, A. A. (2022). *Potencial solar y eólico de Venezuela, escenarios de sistemas híbridos de suministro de energía eléctrica para la Islas de Toas Estado Zulia*. vol 16.(N° 01), 16–26. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6841805>
- Benito-Misaray, R. P., Huanachin -Osorio, J. W., & Rodríguez-Rodríguez, J. I. (2019). *Tesis una propuesta basada en smart grid para mejorar la electrificación rural en el Perú*. <https://hdl.handle.net/20.500.12640/1706>
- Bordons, C., García-Torres, F., & Valverde, L. (2015). Gestión Óptima de la Energía en Microrredes con Generación Renovable. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automatica e Informatica Industrial*, 12(2), 117–132. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2015.03.001>
- Carrión-Carrión, M. J., & Herrera-Calva, Marco Vinicio. (2023). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023*. http://dspace.tecnologicosudamericano.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/786/1/Proyecto%20de%20Titulacion%20-%20Mike%20Carrion%20y%20Marco%20Herrera_compressed.pdf

- CIER-COES. (2021). *Reporte de fallas por tipo de Causa de falla CIER.*
- Código Nacional de Electricidad - Utilización. (2006). *CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD-UTILIZACIÓN.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/898623/C%C3%B3digo_Nacional_de_Electricidad_Utilizaci%C3%B3n_.pdf
- Cornejo Apaza, E. A. (2021). *Reconfiguración del sistema eléctrico de la ciudad de puno usando la técnica de optimización binaria por enjambre de partículas para reducir la sobrecarga de la S.E. Bellavista.*
- Cornejo-Apaza, E. A. (2021). *RECONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA CIUDAD DE PUNO USANDO LA TÉCNICA DE OPTIMIZACIÓN BINARIA POR ENJAMBRE DE PARTÍCULAS PARA REDUCIR LA SOBRECARGA DE LA S.E. BELLAVISTA.* <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13402>
- Dammert-Lira, A. (2004). *RESOLUCION DE CONSEJO DIRECTIVO ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSION EN ENERGIA OSINERG N° 074-2004-OS/CD.* <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/704778-074-2004-os-cd>
- De La Cruz-Fernández, E. (2019). *Diseño de un sistema eléctrico aislado utilizando el software HOMER para electrificar el caserío Santa Rosa de Tumar en el distrito de Huambos, provincia de Chota - Cajamarca.* <https://hdl.handle.net/20.500.12893/8078>
- Decreto Legislativo N°1002. (2008). *DECRETO LEGISLATIVO DE PROMOCIÓN DE LA INVERSIÓN PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON EL USO DE ENERGÍAS RENOVABLES.* <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/normas-legales/733891-1002>
- Decreto Supremo N° 012-2011-EM. (2011). *REGLAMENTO DE LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON ENERGÍAS RENOVABLES.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.congreso.gob.pe

[/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/80432037C4A1D6CD05257CC200763782/\\$FILE/DS_012_2011EM.pdf](#)

Deschamps, P., Orsini, J. C., & Seest-Rasmussen, K. (2009). *Enfoque alternativo para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI*. https://www.se.com/es/es/download/document/998-5592_ES_VOK/

Flores Castillo, L. R., & Martínez Zapata, A. (2015). *GUIA PARA LA RECONFIGURACION DEL CIRCUITO DE MEDIA TENSION BATAHOLA 3050*. <https://ribuni.uni.edu.ni/1341/1/80536.pdf>

Garcés, A., Gómez-Carmona, O., & Gonzáles-Arias, A. (2008). MEJORAMIENTO DE LA CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN MEDIANTE RECONFIGURACIÓN DE ALIMENTADORES PRIMARIOS. *Scientia et Technica* , 1–7. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84903811.pdf>

García Osorio, N. E., & Looz Gómez, J. A. (2024). FACTORES QUE AMENAZAN LA BIODIVERSIDAD Y CONOCIMIENTOS ANCESTRALES EN EL ECUADOR. *FACTORS THAT THREATEN BIODIVERSITY AND ANCESTRAL KNOWLEDGE IN ECUADOR*, 1–13. <http://orcid.org/0000-0002-2286-3793>

Godoy, J. L., Manuel Schierloh, rodrigo, & Vega, J. (2019). *Evaluación económica de microrredes eléctricas con generación renovable*. www.santafe-conicet.gov.ar

Godoy, J. L., Schierloh, R. M., & Vega, J. (2019). *Evaluación económica de microrredes eléctricas con generación renovable*. www.santafe-conicet.gov.ar

Gonzales-Arias, A. (2007). Mejoramiento de la confiabilidad en sistemas de distribución mediante reconfiguración de circuitos primarios. *Universidad Tecnológica de Pereira*. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/c261f8fb-cf12-434a-b080-ca0df6042657/content>

González Arias, A. (2007). *mejoramiento de la confiabilidad en sistemas distribución mediante reconfiguración de circuitos primarios. 1*, 2–115. <https://core.ac.uk/download/pdf/71395431.pdf>

- GPAE-Gerencia de Políticas y Análisis Económico. (2023). *Análisis Económico Semanal de Electricidad*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4205320/2023.02.13-AESE%20-%20An%C3%A1lisis%20Econ%C3%B3mico%20Semanal%20de%20Electricidad.pdf?v=1677691526
- Hernández, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (M. G. Hill, Ed.; Quinta Edición). México.
- Jiménez, T., & Ernesto, D. (2018). *Evaluación de la confiabilidad ante la implementación de elementos de protección en el sistema de distribución en 22 . 9KV de la S . E . San Francisco*. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/RepositorioInstitucional-UNCP>
- Lilienthal, P., Gilman, P., & Renné, J. (2004). *HOMER, el modelo de optimización de micro energía. (Spanish version of HOMER: The Micropower Optimization Model fact sheet)*. <http://www.nrel.gov/homer>
- López-Suni, M. F., Suarez-Fuentes, A. A., & Inga-Cancho, A. (2018). *Ajustes de coordinación de protección en la línea de transmisión de 138KV Juliaca - Puno, para el sistema eléctrico Saman Provincia de Juliaca departamento Puno – Perú*. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/3876>
- Machaca-Cuba, D. (2023). *Evaluación de performance de la línea de transmisión 60 kV Azángaro - derivación Putina ante interrupciones por descargas atmosféricas*. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/20592>
- Malagón-Romero, D. H. (2014). *Energía Sostenible en Colombia: Retos y Beneficios de su Implementación. ISBN VERSIÓN DIGITAL 978-958-57711-1-6*. <http://hdl.handle.net/11634/27479>
- Mejía-Valerio, L. A. (2023). *Reducción de indicadores de calidad de suministro SAIFI y SAIDI, en los sistemas eléctricos de la unidad empresarial Chimbote, Hidrandina S.A.* <https://hdl.handle.net/20.500.14278/4381>
- Montoya Cevallos, G. A. (2019). *DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CON EL SOFTWARE HOMER COMO*

*ALTERNATIVA PARA GENERAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO
NUEVO RETIRO EN CUMBA - UTCUBAMBA AMAZONAS.*

<https://hdl.handle.net/20.500.12893/7898>

Moreno Romero, C. A. (2020). *Análisis multivariable de microrredes eléctricas en instalaciones reales mediante la herramienta Homer Pro.*
<http://hdl.handle.net/10017/41427>

Muñoz-Gómez, R. (2015). *Análisis del suministro eléctrico, mejoras de los índices y niveles de calidad en la distribución de energía eléctrica.*
<https://hdl.handle.net/11000/1808>

Normas Legales - El Peruano. (2006). *Norma EC.010-Norma Legal de Obras de Suministro de Energía y Comunicaciones.* www.construccion.org

Pardo-Meza, C. J. (2015). *Sistema Fotovoltaico interconectado a red para el Colegio Bet Hayladim S.C.*
<http://repositorio.upsin.edu.mx/formatos/SFV%20%20INTERCONECTADO%20A%20RED%20COLEGIO%20BET%20HAYLADIM,%20HELIOCOL%20MEXICO%20SOLAR752.pdf>

Quinteros flores, J. F., Yáñez Rojas, S. F., Mendoza Tapia, G. A., & Vaca Narváez, E. A. (2023). Diseño óptimo de una micro-red para maximizar la generación de potencia eléctrica en Paragachi y Wildtecsa modelado en Homer Pro.
Periodicidad: Semestral, 19(2), 2023.
<http://portal.amelica.org/ameli/journal/339/3394675001/>

Quispe Huamán, L., & Sotomayor Alzamora, G. (2021). ARTICULO DETERMINACIÓN Y ANALISIS TEMPORAL DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN EL ALTIPLANO ÚNO. *23 de Diciembre de 2021, 30(Nº 1), 69–81.*

Ramírez Lara, M. J. (2021). *Dimensionamiento óptimo de micro-red para la DICIS Sede Salamanca.* <http://repositorio.ugto.mx/handle/20.500.12059/6205>

Ramos-Cutipá, J. M., Castañón-Beltrán, N. J., Aquino-Larico, E. R., Sarmiento-Mamani, V., Condori-Yucra, R., Pizarro-Viveros, H., Puma-Roque, P. Y., & Negro-Macedo, W. (2020). Ocurrencias de Irradiancia Solar Extrema a 3812



- m.s.n.m., a nivel del lago Titicaca (Puno - Peru). *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*.
<https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.553>
- Ranalder, L., & Duncan, G. (2020). *Renewables in Cities 2019 Global Status Report*.
https://www.ises.org/sites/default/files/webinars/REN21%20Presentation_0.pdf
- Rene Paz Mamani Paredes. (2005). *Demanda Residencial Desagregada de electricidad en el Departamento de Puno*.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/104>
- Resolución de Consejo Directivo N.º 074-2004-OS-CD. (2012). *Procedimiento para la Supervisión de la Operación de los Sistemas Eléctricos N° 074-2004-OS / CD*. 1–122.
- SIDEC. (2021). *Propuesta del plan de inversiones para los sistemas complementarios de transmisión de Electro Puno*. www.sidec.com.pe
- Solis Mora, V. S., & Gruezo Valencia, D. F. (2022). *La Inteligencia Artificial (IA) al servicio de la eficiencia energética en el Ecuador*. 8(2), 600–621.
<https://doi.org/10.23857/dc.v8i2.2665>
- Sumper, A., Sudrià, A., Ramirez, R., Villafáfila, R., & Chindris, M. (2012). *Índices de continuidad en redes de distribución y su mejora*.
<http://www.aedie.org/9CHLIE-paper-send/377-SUMPER.pdf>
- Ulloa-Gómez, R. A. (2021). *Planificación óptima de sistemas eléctricos de distribución en zonas rurales mediante la integración de Micro-Redes*.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21472>
- Vásquez-Díaz, J. J. (2019). *DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRICICO HIBRIDO EÓLICO-SOLAR SIMULADO CON HOMER PARA ATENDER LA DEMANDA ELECTRICA DEL CASERIO LANCHEMONCHOS-CHOTA-CAJAMARCA*.
<https://hdl.handle.net/20.500.12893/5487>



Villanueva-Cornejo, M. J. (2017). *Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad de las redes del sub sistema de distribución eléctrico 22.9/13.2kV de San Gabán - Ollachea*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6688>

Vinces-Pinargote, Y. E., & Gutiérrez-Navia, E. V. (2021). Gestión de Servicios de Energía Eléctrica. Un Estudio de Caso sobre empresas monopólicas en Ecuador. *Revista Científica*. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i2.1791>

Wikipedia. (2024). *Universidad de Alicante*. <https://es.wikipedia.org/wiki/AutoCAD>

ANEXOS

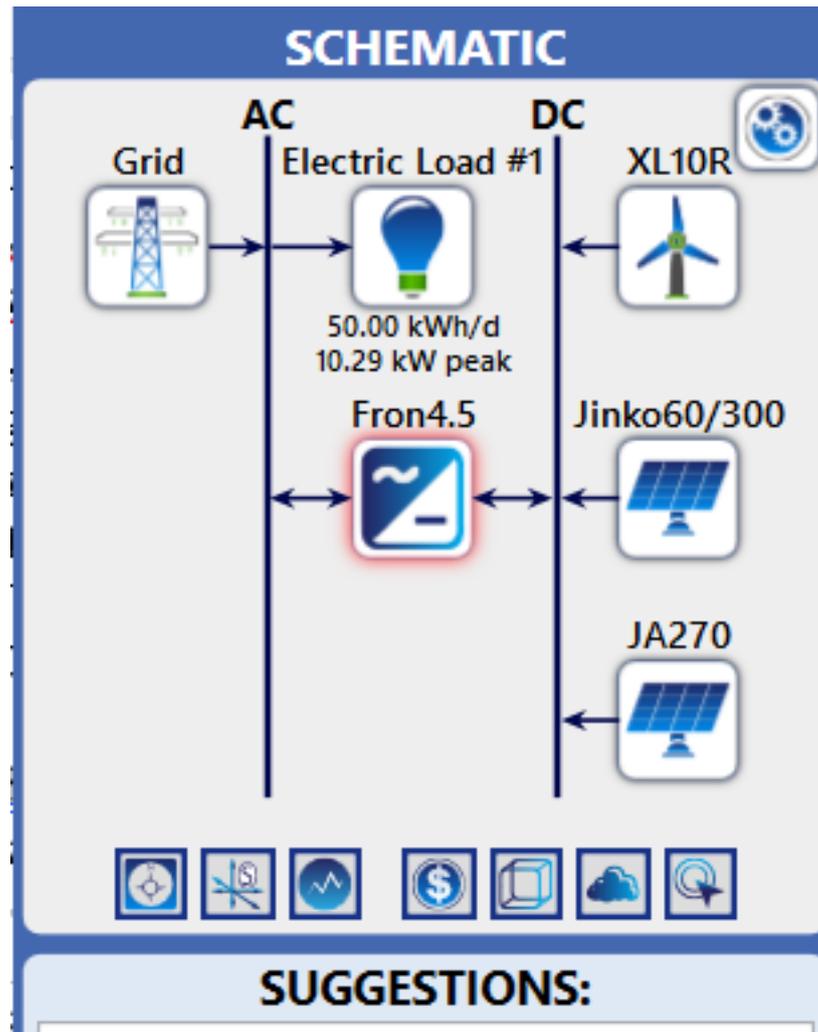
Anexo 1. Matriz de consistencia

MEJORAR LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFI, DIMENSIONADO UNA MICRO RED CON EL SOFTWARE HOMER EN LA SUBESTACION BELLA VISTA DEL DISTRITO DE PUNO					
PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
<p>Problema General</p> <p>¿Como mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI, dimensionado una micro red con el software HOMER en la subestación Bellavista del distrito de puno?</p> <p>Problemas específicos.</p> <p>¿Como influye el diagnóstico del estado situacional de los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico en el alimentador 0101?</p> <p>¿Como se dimensionará la micro red con las tecnologías de</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI, dimensionado una micro red con el software HOMER en la subestación Bellavista del distrito de puno.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>Diagnosticar el estado situacional a los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico en el distrito Puno.</p>	<p>Internacional:</p> <p>Según Ramírez Lara (2021) manifiesta que el software HOMER en su versión Pro, es una de las herramientas más empleadas para el dimensionamiento óptimo y el análisis técnico – económico de generación con fuentes de energía renovables. Además, del diseño óptimo de la micro-red para la DICIS, indica que el presente trabajo tiene como finalidad el crear una referencia básica para consulta de estudiantes y profesores que tengan el interés aprender a utilizar esta herramienta de simulación. Para el estudio energético de la DICIS, se analizó el consumo mensual, tipo de tarifa eléctrica contratada, carga conectada, condiciones climatológicas, etc., aspectos que serán explicados dentro del cuerpo de este trabajo. Por último, en la sección de resultados, de acuerdo con el estudio energético realizado y con el dimensionamiento óptimo por el software, se determinan las fuentes renovables de energía más adecuadas para la localización del sistema bajo análisis, y se establece la mejor configuración de una micro-red en DICIS (Ramírez Lara, 2021).</p> <p>Nacional:</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Dimensionando una micro red con el software Homer en la subestación Bellavista del distrito de Puno se mejorará los indicadores SAIDI Y SAIFI</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Al diagnosticar a los indicadores de confiabilidad SAIDI y SAIFI del sistema eléctrico en el distrito de Puno se conocerá el estado situacional de la concesionaria de energía eléctrica.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>Dimensionamiento de una Micro Red con el Software Homer en la Subestación de Bellavista del Distrito de Puno</p> <p>Indicadores:</p> <p>Software Homer Red de distribución</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>Impacto de los indicadores SAIDI y SAIFI</p> <p>Normas estandares y</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo</p> <p>Método: Descriptivo Correlacional</p> <p>Muestra: Homer de la Red de distribución</p>

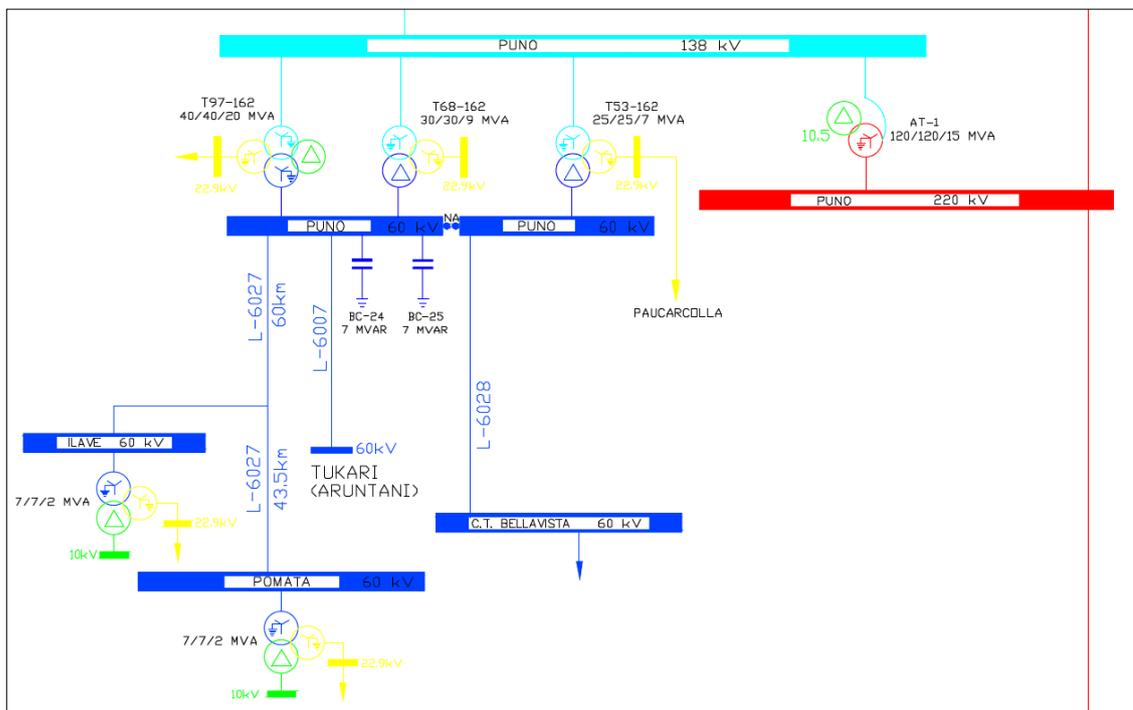
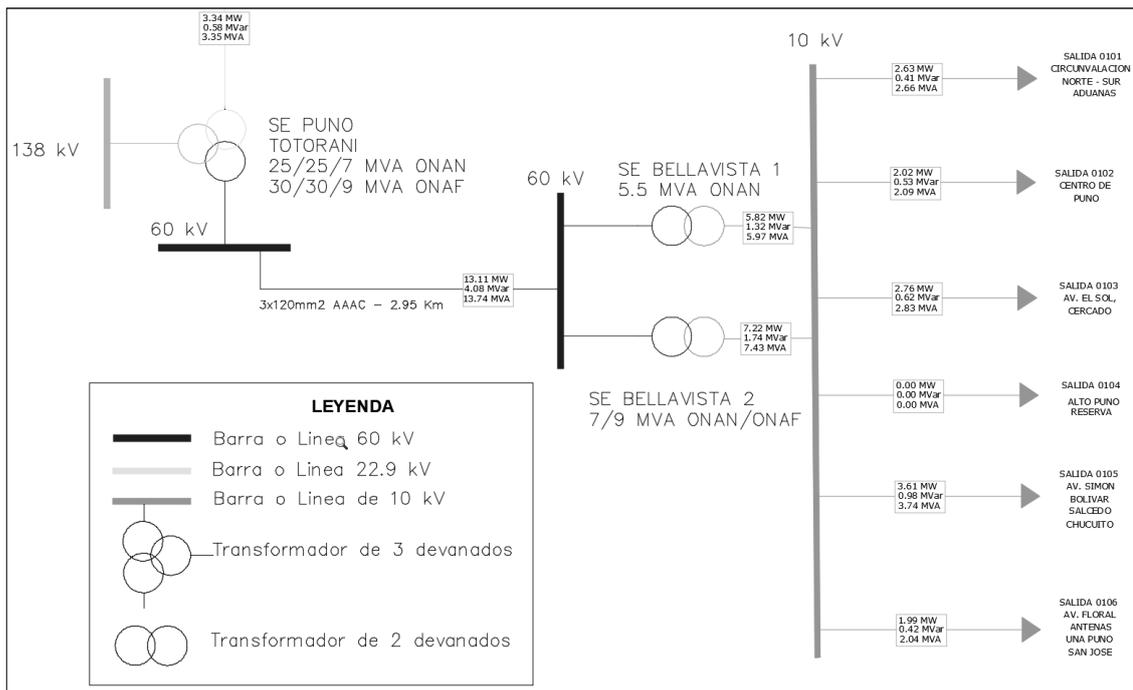
<p>generación que ajustará a las necesidades y condiciones de la ciudad de Puno?</p> <p>¿Como se estimará el mix energético adecuado con una base de alternativas de generación para suplir la demanda energética en la región de Puno?</p> <p>¿Como se presentará la propuesta de una micro red más rentable para que contribuya con el desempeño eléctrico del sistema?</p>	<p>Dimensionar la micro red con las tecnologías de generación que se ajustará a las necesidades y condiciones de la ciudad de Puno.</p> <p>Estimar el mix energético adecuado con base en alternativas de generación para suplir la demanda energética en la ciudad de Puno.</p> <p>Mostrar una propuesta de micro red eléctrica más rentable para que contribuya con el desempeño eléctrico del sistema.</p>	<p>Según Montoya Cevallos (2019) manifiesta que se dimensionó el sistema fotovoltaico con el software HOMER obteniéndose que el equipamiento esta dado por: 16 paneles fotovoltaicos de la marca Jinko de 330 Wp, 24 baterías de la marca Hoppecke de 2232 A.h, 01 inversor de 8 kVA (6500w), 02 controladores 150/60 de la marca Victron Energy. De La Cruz-Fernández (2019) indica que se dimensionó la red secundaria, el conductor eléctrico que cumple con el requerimiento eléctrico y mecánico es 1x16/25, 1x16+16/25. El costo total del sistema propuesto, es decir el sistema fotovoltaico más la red de distribución eléctrica es de S/. 221 058,89 (De La Cruz-Fernández, 2019).</p>	<p>Al dimensionar la micro red con las tecnologías de generación, se optimizará la generación de energía ajustadas a las necesidades y condiciones de la ciudad de Puno.</p> <p>Al estimar el mix energético adecuado con base en alternativas de generación, se podrá suplir la demanda energética en la ciudad de Puno.</p> <p>Al presentar la propuesta de micro red más rentable, contribuirá con el desempeño eléctrico.</p>	<p>Confiabilidad</p> <p>SAIFI/SAIDI</p>
---	---	--	---	---

Anexo 2. Esquema final de una micro red simulado con el software.

El presente esquema se desarrolló con el software Homer Pro, para determinar generación eléctrica renovable mediante los recursos energéticos como la radiación solar, y generadores eólicos, posteriormente convertir la energía continua mediante convertidores para así interconectarse a la red convencional.



Anexo 3. Diagrama unifilar de distribución eléctrica de la ciudad de Puno.



Anexo 4. Data de la radiación solar en la localidad Puno a través del atlas solar.

GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

Puno

-15.831173°, -070.039639°
unnamed road, Puno, Puno, Peru
Time zone: UTC-05, America/Lima [PET]

Report generated: 9 Jan 2023

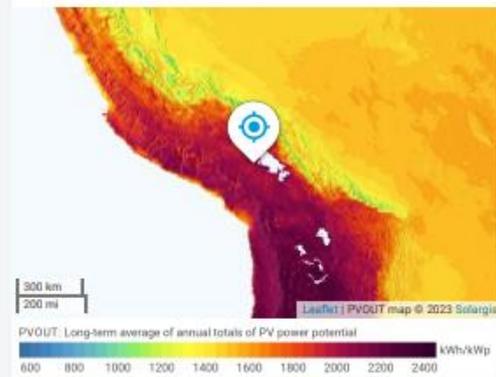
SITE INFO

Map data		Per year
Specific photovoltaic power output	PVOUT specific	2079.8 kWh/kWp
Direct normal irradiation	DNI	2717.2 kWh/m ²
Global horizontal irradiation	GHI	2444.6 kWh/m ²
Diffuse horizontal irradiation	DIF	610.7 kWh/m ²
Global tilted irradiation at optimum angle	GTI opta	2570.9 kWh/m ²
Optimum tilt of PV modules	OPTA	20 / 0 °
Air temperature	TEMP	7.5 °C
Terrain elevation	ELE	4092 m

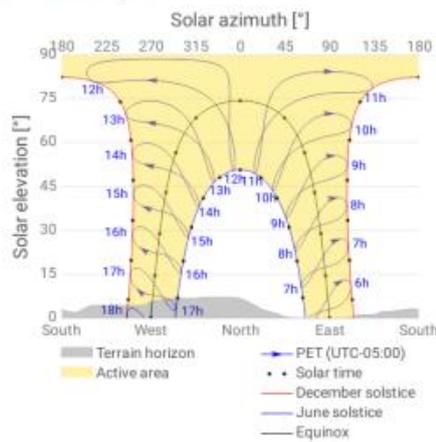
Map



PVOUT map



Horizon and sunpath



Anexo 5. Información promedio de la radiación solar en Puno es de 2760.6 kWh/m² por año.

GLOBAL SOLAR ATLAS
BY WORLD BANK GROUP



Anexo 6. Resumen detallado de GLOBAL SOLAR ATLAS.

GLOBAL SOLAR ATLAS

BY WORLD BANK GROUP

GLOSSARY

Acronym	Full name	Unit	Type of use
DIF	Diffuse horizontal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average yearly, monthly or daily sum of diffuse horizontal irradiation (© 2021 Solargis)
DNI	Direct normal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average yearly, monthly or daily sum of direct normal irradiation (© 2021 Solargis)
ELE	Terrain elevation	m, ft	Elevation of terrain surface above/below sea level, processed and integrated from SRTM-3 data and related data products (SRTM v4.1 © 2004 - 2021, CGIAR-CSI)
GHI	Global horizontal irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global horizontal irradiation (© 2021 Solargis)
GTI	Global tilted irradiation	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation (© 2021 Solargis)
GTI_opta	Global tilted irradiation at optimum angle	kWh/m ² , MJ/m ²	Average annual, monthly or daily sum of global tilted irradiation for PV modules fix-mounted at optimum angle (© 2021 Solargis)
OPTA	Optimum tilt of PV modules	°	Optimum tilt of fix-mounted PV modules facing towards Equator set for maximizing GTI input (© 2021 Solargis)
PVOUT_total	Total photovoltaic power output	kWh, MWh, GWh	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by the total installed capacity of a PV system (© 2021 Solargis)
PVOUT_specific	Specific photovoltaic power output	kWh/kWp	Yearly and monthly average values of photovoltaic electricity (AC) delivered by a PV system and normalized to 1 kWp of installed capacity (© 2021 Solargis)
TEMP	Air temperature	°C, °F	Average yearly, monthly and daily air temperature at 2 m above ground. Calculated from outputs of ERA5 model (© 2021 ECMWF, post-processed by Solargis)

ABOUT

This pdf report (the "Work") is automatically generated from the Global Solar Atlas online app (<https://globalsolaratlas.info/>), prepared by Solargis under contract to The World Bank, based on a solar resource database that Solargis owns and maintains. It provides the estimated solar resource, air temperature data and potential solar power output for the selected location and input parameters of a photovoltaic (PV) power system.

Copyright © 2021 The World Bank
1818 H Street NW, Washington DC 20433, USA

The World Bank, comprising the International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) and the International Development Association (IDA), is the commissioning agent and copyright holder for this Work, acting on behalf of The World Bank Group. The Work is licensed by The World Bank under a Creative Commons Attribution license (CC BY 4.0 IGO) with a mandatory and binding addition (please refer to the GSA website for full terms and conditions of use <https://globalsolaratlas.info/support/terms-of-use>).

The World Bank Group disclaims all warranties of any kind related to the provision of the Work.

The Work is made available solely for general information purposes. Neither the World Bank, Solargis nor any of its partners and affiliates hold the responsibility for the accuracy and/or completeness of the data and shall not be liable for any errors, or omissions. It is strongly advised that the Work be limited to use in informing policy discussions on the subject, and/or in creating services that better educate relevant persons on the viability of solar development in areas of interest. As such, neither the World Bank nor any of its partners on the Global Solar Atlas project will be liable for any damages relating to the use of the Work for financial commitments or any similar use cases. Solargis has done its utmost to make an assessment of solar climate conditions based on the best available data, software, and knowledge.

Sources: Solar database and PV software © 2021 Solargis



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Mijaíl Cardenas Choque
identificado con DNI 42942247 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ciencias de la Ingeniería Mecánica Eléctrica

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ MEJORAR LOS INDICADORES SAIDI y SAIFI, DIMENSIONADO UNA MICRO RED
CON EL SOFTWARE HOMER EN LA SUBESTACION BELLAVISTA DEL
DISTRITO PUNO ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 06 de AGOSTO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Mijail Cardenas Choque,
identificado con DNI 42942247 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

CIENCIAS DE LA INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA,
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ MEJORAR LOS INDICADORES SAIDI Y SAIFEL, DIMENSIONADO UNA MICRO RED CON
EL SOFTWARE HOMER EN LA SUBESTACION BELLAVISTA DEL DISTRITO PUNO ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 06 de AGOSTO del 20 24

FIRMA (obligatoria)



Huella