



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**ELÉCTRICA**



**“EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE SISTEMA CONTRA  
DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN LA INTERCONEXIÓN DE LA  
CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHIJSIA - SET. ANANEA EN LA  
LINEA DE TRANSMISION DE 22.9 KV.”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JOAQUIN CCAPA PAJA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

A mi querida madre Victoria Paja Huaquisto por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi Padre Juan Manuel Ccapa Paja, por darme el cariño, apoyo y por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan, que me inculcaron siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mí amada compañera de vida Maribel Calsina Mamani por ofrecerme el amor, apoyo incondicional brindado día a día y la confianza necesaria para cumplir mis objetivos. A mi querido hijo Jhoshua Yhamir Ccapa Calsina, por ser mi motor y motivo para ser mejor cada día.

A mis hermanas Melania, Gonzaga y a mis hermanos Urbano, Ludwing, Luis Miduar, porque sé que siempre podré contar con su cariño y apoyo. A mis familiares, amigos por sus consejos y su aliento.

**JOAQUIN CCAPA PAJA**



## AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradezco a Dios por permitirme llegar a este punto de mi vida, por darme fuerza y paciencia necesaria para superar los obstáculos que se presentaron en el desarrollo de este proyecto de tesis.

A mis padres por ser personas únicas en mi vida, por tener la paciencia de enseñarme con amor y aconsejarme cada día de mi vida siempre con frases positivas hacia el futuro.

A mi Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional del Altiplano, por haberme acogido en sus aulas y por ser el espacio académico que me brindó la base de mis conocimientos y valores para mi vida profesional.

A mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por impartir sus conocimientos, motivación y consejos que me guiaron en mi formación a la excelencia para ser un profesional íntegro y velar por la calidad educativa.

A todos mis compañeros de la escuela Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, por su amistad y apoyo en mi formación académica.

**JOAQUIN CCAPA PAJA**



# ÍNDICE GENERAL

**DEDICATORIA**

**AGRADECIMIENTOS**

**ÍNDICE GENERAL**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**ÍNDICE DE FIGURAS**

**ÍNDICE DE ANEXOS**

**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

**RESUMEN ..... 12**

**ABSTRACT..... 13**

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

**1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 15**

1.1.1. Descripción del problema ..... 15

1.1.2. Diagnóstico ..... 15

1.1.3. Pronóstico ..... 16

1.1.4. Control del pronóstico ..... 16

1.1.5. Pregunta general ..... 16

1.1.6. Preguntas Específicas ..... 16

**1.2. HIPÓTESIS ..... 17**

1.2.1. Hipótesis general..... 17

1.2.2. Hipótesis específicas..... 17

**1.3. OBJETIVO..... 17**

1.3.1. Objetivo general..... 17

1.3.2. Objetivos Específicos ..... 17



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1.</b>	<b>ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.</b>	<b>SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.</b>	<b>SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>25</b>
2.3.1.	Análisis de la operación del sistema .....	26
2.3.2.	Condiciones de operación de sistema .....	26
2.3.3.	Proceso de detección, aislamiento y restablecimiento de fallas. ....	26
2.3.4.	Conductor de distribución.....	27
2.3.5.	Aisladores .....	27
2.3.6.	Cable de guarda .....	28
2.3.7.	Herrajes .....	28
2.3.8.	Sistema de puesta a tierra.....	29
<b>2.4.</b>	<b>NORMAS TÉCNICA DE LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO – NTCSE .....</b>	<b>29</b>
<b>2.4.1.</b>	<b>Procedimiento para la supervisión de la operación de los sistemas eléctricos .....</b>	<b>30</b>
<b>2.5.</b>	<b>CALIDAD DE SUMINISTRO ELÉCTRICO .....</b>	<b>30</b>
2.5.1.	Indicadores de calidad de suministro.....	30
2.5.2.	Interrupciones .....	31
2.5.3.	Tipos de interrupciones.....	31
2.5.4.	Interrupciones programadas.....	32
2.5.5.	Interrupciones imprevistas o no programadas .....	32
2.5.6.	Descargas atmosféricas .....	33
2.5.7.	La energía no suministrada .....	33



<b>2.6. CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>34</b>
2.6.1. Elementos que proporcionan confiabilidad .....	34
2.6.2. Índices de confiabilidad .....	36
2.6.3. Análisis de la protección del sistema .....	36
2.6.4. Evaluación de la confiabilidad.....	37
2.6.5. Métodos para la evaluación de confiabilidad de bloques de frecuencia y duración .....	37
2.6.6. Parámetros de confiabilidad.....	37

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y METODOS**

<b>3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>3.2. ÁMBITO DE ESTUDIO .....</b>	<b>39</b>
<b>3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>40</b>
<b>3.4. MEDIOS Y MATERIALES .....</b>	<b>41</b>
<b>3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....</b>	<b>42</b>
<b>3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>43</b>
<b>3.7. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA.....</b>	<b>43</b>
3.7.1. Descripción del diseño del objetivo general .....	43
3.7.2. Descripción del diseño de los objetivos específicos .....	44

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. DESEMPEÑO OPERATIVO DEL SISTEMA INTERCONEXIÓN</b>	
<b>SANDIA - ANANEA .....</b>	<b>46</b>
4.1.1. Tasa de falla mensual ( $\lambda$ ).....	47
4.1.2. Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) .....	48



4.1.3. Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair).....	50
4.1.4. Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U) .....	52
<b>4.2. DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL SISTEMA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>54</b>
4.2.1. Sistemas de descargas atmosféricas.....	54
4.2.2. Sistemas de puesta a tierra .....	56
4.2.3. Estado físico de la línea de transmisión de interconexión .....	57
<b>4.3. DESEMPEÑO DEL SISTEMA OPTIMIZADO DE CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS.....</b>	<b>61</b>
4.3.1. Tasa de falla mensual ( $\lambda$ ).....	61
4.3.2. Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) .....	62
4.3.3. Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair).....	64
4.3.4. Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U) .....	66
4.3.5. Discusión .....	67
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>69</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

**Área : Eléctrica**

**Tema : Sistemas de Potencias y Protección**

**Fecha de sustentación: 21 de abril de 2022**



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Operacionalización de Variables de Estudio.....	42
Tabla 2. Tasa de Falla Mensual L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020 .....	47
Tabla 3. Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020.....	49
Tabla 4. Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair) de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020.....	51
Tabla 5. Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020.....	52
Tabla 6. Estado de los descargadores y conductores a la Puesta a tierra .....	55
Tabla 7. Estado del Sistema de Puesta a Tierra de la Línea de Interconexión .....	56
Tabla 8. Estado de las Estructuras de la Línea de Interconexión .....	57
Tabla 9. Estado de los Aisladores y accesorios de la Línea de Interconexión .....	59
Tabla 10. Estado de los Conductores y accesorios de la Línea de Interconexión .....	60
Tabla 11. Optimización de la Tasa de falla Mensual por eliminación de Fallas por descargas Atmosféricas, L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020 .....	61
Tabla 12. Optimización del Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020.....	63
Tabla 13. Optimización del Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020 .....	64
Tabla 14. Optimización del Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020 .....	66



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama Unifilar del Sistema de Media Tensión L-7502.....	40
Figura 2. Tasa de Falla Mensual L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020 .....	48
Figura 3. Tiempo medio entre fallas - MTBF de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020.....	49
Figura 4. Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair) - MTTR de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020.....	51
Figura 5. Tiempo de desconexión esperado o Indisponibilidad (U) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020 .....	53
Figura 6. Estado de los descargadores y conductores a la Puesta a tierra.....	55
Figura 7. Estado del Sistema de Puesta a Tierra de la Línea de Interconexión.....	56
Figura 8. Estado de las Estructuras de la Línea de Interconexión.....	58
Figura 9. Estado de los Aisladores y accesorios de la Línea de Interconexión.....	59
Figura 10. Estado de los Conductores y accesorios de la Línea de Interconexión.....	60
Figura 11. Tasa de Falla Mensual L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020 .....	62
Figura 12. Optimización del Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020.....	63
Figura 13. Optimización del Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair) de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020.....	65
Figura 14. Optimización del Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020 .....	66



## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Registro de interrupciones del alimentador 7502 periodo enero – diciembre 2020 .....	78
Anexo 2. Reporte de Diagnóstico de la línea de Transmisión en 22.9. kV, Chijisia – Ananea, 2021 .....	84
Anexo 3. Recorrido de la Línea de Transmisión en 22.9 kV, Chijisia - Ananea .....	93
Anexo 4. Panel Fotográfico.....	94



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>ASAI:</b>	Average Service Availability Index - Índice de disponibilidad media del Sistema
<b>SAIFI:</b>	System Average Interruption Frequency Index, ó Frecuencia Media de Interrupción por usuario en un periodo determinado.
<b>SAIDI:</b>	System Average Interruption Duration Index, ó Tiempo Total Promedio de Interrupción por usuario en un periodo determinado.
<b>IEEE:</b>	Instituto de Ingenieros eléctricos y electrónicos
<b>MTBF:</b>	Mean Time Between Failures - Tiempo medio entre fallas
<b>MTTR:</b>	Mean Time To Repair - Tiempo medio para reparar una falla



## RESUMEN

La energía eléctrica cumple un papel muy importante en el proceso de desarrollo y crecimiento económico de un país, en la actualidad los conceptos de calidad de energía eléctrica y eficiencia energética, son temas que preocupan cada vez más, si bien es cierto que se cuenta con una importante infraestructura en energía se refiere, además de tener un mercado competitivo, debemos de ser conscientes que la calidad del servicio no satisface a las expectativas de los usuarios, teniéndose en diferentes medios que evidencian el descontento que nos invita a tratar sobre el tema. El presente trabajo toma como objetivo general Evaluar el desempeño operativo del Sistema Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea. La metodología que se desarrolló, respecto al tema tratado fue, mediante el enfoque cuantitativo y tipo descriptivo, disponiendo es de información registrada por la empresa cesionaria y un diagnóstico integral de parte del ejecutor del proyecto, (Hernández et al, 2014). Lográndose verificar que los indicadores de confiabilidad como tasas de fallas mensuales, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar una falla e indisponibilidad de la Línea de Interconexión Sandia - Ananea, presentas valores muy deficientes en cuanto a la situación del periodo de análisis sobre el diagnóstico, los elementos principales que componen el sistema de protección contra descargas atmosféricas se encuentran en gran porcentaje en deficientes condiciones operativas, tanto los descargadores como sus sistemas de puesta a tierra correspondientes, los mismos que dejan desprotegidos al sistema en caso de presencia de las descargas atmosféricas, así mismo el estado crítico de muchos de los componentes como: estructuras, crucetas, aisladores, retenidas, entre otros elementos y los indicadores bajo condiciones de optimización y puestos operativos los sistemas de protección contra descargas atmosféricas, éstos indicadores muestran una mejora considerable en el caso más relevante se encuentra el indicador de indisponibilidad que mejora en un 40.10% en su desempeño, así como el resto de indicadores de confiabilidad.

### **Palabras Clave:**

Calidad de Suministro, Confiabilidad, Descargas Atmosféricas, Evaluación de Calidad, Tasa Mensual de Falla.



## ABSTRACT

Electric energy plays a very important role in the process of development and economic growth of a country, At present, the concepts of electric energy quality and energy efficiency are issues of increasing concern, although it is true that we have an important infrastructure in energy, besides having a competitive market, we must be aware that the quality of service does not meet the expectations of users, having different means that show the dissatisfaction that invites us to address the issue. The general objective of this work is to evaluate the operative performance of the System Against Atmospheric Discharges in the interconnection of the hydroelectric power plant of Chijisia - SET. Ananea. The methodology that was developed, with respect to the treated subject was, by means of the quantitative approach and descriptive type, having available is of information registered by the co-owner company and an integral diagnosis on the part of the executor of the project (Hernández et al, 2014). It was verified that the reliability indicators such as monthly failure rates, mean time between failures, mean time to repair a failure and unavailability of the Sandia - Ananea Interconnection Line, show very poor values in terms of the situation of the period of analysis on the diagnosis, the main elements that make up the protection system against lightning strikes are in poor operating conditions, both the arresters and their corresponding grounding systems, which leave the system unprotected in case of presence of lightning strikes, as well as the critical state of many of the components such as structures, crossarms, insulators, insulators, etc., which are in very poor condition: structures, crossarms, insulators, restraints, among other elements and the indicators under optimization conditions and put into operation the protection systems against atmospheric discharges, these indicators show a considerable improvement in the most relevant case is the indicator of unavailability that improves by 40. 10% in its performance, as well as the rest of the reliability indicators.

### **Key words:**

Quality of Supply, Reliability, Atmospheric Discharges, Quality Assessment, Monthly Failure Rate.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad nuestro mundo se ha vuelto totalmente dependiente de la disponibilidad del suministro eléctrico, donde la red debe abastecer las necesidades básicas de la población en diferentes áreas como iluminación, calefacción, refrigeración transporte, industrias, comercios, sistemas de telecomunicaciones, etc., ElectroPuno cuenta para lograr un eficiente suministro de energía con la Minicentral Hidroeléctrica de Chijisia y en caso de tenerse una interrupción de la interconexión, una interrupción ya sea instantánea momentánea temporal o sostenida pueden resultar importantes perjuicios económicos por la energía dejada de vender. Muchos de los problemas en el suministro se originan debido a los kilómetros de líneas de transmisión que están sometidas a condiciones climáticas como rayos, nieve, hielo, inundaciones junto con fallas de los equipos, accidentes de tráfico que afectan al normal desarrollo de las actividades. De acuerdo con ello la interrupción en el suministro eléctrico genera perjuicios no solo en lo económico, social, tecnológico, salud, etc., es por ello la importancia de este tema como ingeniero para evitar lo más posible dichas molestias.

En lo que concierne a la organización de la investigación, en el capítulo I, se describe el problema de investigación, indicando evidencias objetivas que demuestran su validez. Luego se formula el problema definiéndolo de manera general y específica. Los objetivos señalan el propósito de la investigación.

El capítulo II presenta los diferentes antecedentes que preceden al trabajo, de forma concreta y objetiva, luego se construye un marco teórico vinculado a las dimensiones de investigación.



En el capítulo III, se procede a sistematizar el diseño metodológico adoptado para la recolección y el tratamiento de datos, explicando el tipo y diseño de investigación, así como las técnicas e instrumentos de investigación, la población y muestra.

En el capítulo IV, se muestra los resultados y discusión de la investigación a través del análisis e interpretación de los datos.

La investigación culmina con el planteamiento de las conclusiones de forma coherente y obedeciendo a lo planteado en las definiciones, objetivos. También se realizan recomendaciones útiles no sólo a la población en análisis, sino también a poblaciones pertenecientes a otras realidades. Igualmente se da cuenta de las referencias bibliográficas según el estilo A.P.A. (American Psychological Association) y finalmente, se presentan los anexos.

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1.1. Descripción del problema**

Actualmente la demanda en la confiabilidad de los sistemas eléctricos debe ser una prioridad y debido a esto, en las líneas de transmisión eléctrica se está buscando los medios para proporcionar esta mejora deseada, más aún para Interconexión de la Central Hidroeléctrica Chijisia – SET. Ananea de la línea de transmisión 22.9 Kv. Que es utilizado en gran parte por una localidad minera quien depende de que la energía que le brinda sea constante y bastante confiable para el alimentador 7502 del sistema de Distribución de la Empresa Distribuidora ElectroPuno S.A.A.

### **1.1.2. Diagnóstico**

Si bien es cierto que por percepción la calidad del servicio la ocurrencia recurrente de interrupciones por causa de fenómenos naturales, éstos problemas de carácter técnico representan para la empresa concesionaria, importantes pérdidas de carácter económico



por razón de imposibilidad de efectuar el suministro de energía generado por la Central Hidroeléctrica de Chijisia Sandia al sistema de distribución de la Región Puno.

### **1.1.3. Pronóstico**

De continuar la concesionaria como administrador del servicio sin solucionar los problemas existentes resultará un problema mucho mayor las consecuencias repercutirán y representarán importantes pérdidas económicas por consiguiente va continuar con indicadores empresariales con bajos niveles a nivel de las empresas del estado.

### **1.1.4. Control del pronóstico**

Es necesario mejorar la situación actual y además proponer y evaluar los niveles de los indicadores que mostraran en qué medida se podría optimizar el afrontar la problemática de las interrupciones a razón de los fenómenos naturales como descargas atmosféricas en la zona del proyecto.

### **1.1.5. Pregunta general**

El problema busca resolver la siguiente interrogante general:

¿Cuál es el desempeño del Sistema Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea?

### **1.1.6. Preguntas Específicas**

Del mismo se descompone en las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es el estado situacional físico del Sistema Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea?
- ¿Cuál será el desempeño del sistema optimizado de Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea?



## **1.2. HIPÓTESIS**

### **1.2.1. Hipótesis general**

El desempeño operativo del Sistema Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea no cumple con los estándares de indicadores de confiabilidad del sistema.

### **1.2.2. Hipótesis específicas**

- El estado situacional físico del Sistema Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea es deficiente.
- El desempeño del sistema optimizado Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión del S.E. de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea, mejoran de forma significativa los indicadores de confiabilidad del sistema.

## **1.3. OBJETIVO**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el desempeño operativo del Sistema Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Desarrollar un diagnóstico situacional físico del Sistema Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea.
- Verificar el desempeño del sistema optimizado Contra Descargas Atmosféricas en la interconexión de la central hidroeléctrica de Chijisia - SET. Ananea.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Portugal (2019), en su Trabajo de tesis “Análisis de la solución técnica - económica por impacto negativo de la salida fuera de servicio por descargas atmosféricas de una línea eléctrica aérea en 22.9 kV”, presentado en la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, con el objetivo que se enfoca en el análisis de las causas de las salidas fuera de servicio por descargas atmosféricas que se produce en una línea eléctrica aérea en 22.9kV ubicada en una zona geográfica con un alto nivel isocenaúrico y además proponer medidas de solución técnica y económica aceptables, considerando entre ellas el mejoramiento del sistema de puesta a tierra de estas líneas eléctricas aéreas, además de dispositivos de protección complementarios para la reducción de las salidas fuera de servicio por descargas atmosféricas.

Maque (2017), en su tesis “Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora de calidad de servicio a causa de fallas imprevistas en el suministro eléctrico en el distrito de Macusani - Carabaya” presentada a la Universidad Nacional del Altiplano, cuyo trabajo tuvo como objetivo analizar, diagnosticar y dar la propuesta de como poder mejorar la calidad de servicio a causa de fallas imprevistas en el suministro eléctrico en el distrito de Macusani - Carabaya en todo el sistema eléctrico, se emplea la investigación del tipo no experimental de diseño transversal, para lo cual la información se obtiene a través de encuestas y entrevistas planteadas por única vez a los representantes de Servicios Eléctricos Macusani y a los usuarios del sistema, y así mismo, la observación directa , utilizando cámaras fotográficas, GPS, apuntes, y la recolección de datos de otras entidades; que dan como resultado detectar las fallas más frecuentes que se producen



básicamente en la línea de transmisión LT-9002 Ajoyani - Macusani, a causa de inclemencias de tiempo, las fallas por mantenimiento y las fallas de la Línea de interconexión de alta tensión 60KV Azángaro-Antauta. Para poder solucionar estos problemas se propone la independización de la línea primaria 22,9 KV de una terna; en el año diez (10) será reforzado a dos (2) ternas en línea de San Gabán-Macusani implementando un nuevo transformador de potencia 5/3/2MVA, 138/22.9/13.8 KV-San Gabán II y se propone el cambio total de redes primarias, secundarias e implementar sistemas fotovoltaicos para lugares más alejados, para mejorar la eficiencia operativa del sistema eléctrico, para una mejor calidad del servicio y el uso eficiente de los activos de la empresa, que permitan atender a los clientes más afectados. Para hacer confiable y seguro el análisis de caída de tensión, en las líneas, se realiza empleando el software Neplan obteniendo resultados satisfactorios

Quispe (2008), en su Tesis “Problemática en las instalaciones de los sistemas de puesta a tierra en redes de distribución”, presentado en la Universidad Nacional de Ingeniería, cuyas principales conclusiones son que la experiencia y estándares internacionales, demuestran que la madera puede usarse para mejorar el aislamiento de las líneas eléctricas; el uso de nuevas tecnologías para la construcción y mantenimiento de las puestas a tierra, hacen de que los trabajos sean más eficientes y confiables; Bajo el criterio de la equipotencialidad, las subestaciones distribución requieren de una sola puesta a tierra.

Cuevas (2018), en su trabajo “Selección y Ubicación de Apartarrayos en Líneas de 22.9 KV, para Altitudes Mayores a 4000 m.s.n.m., en Proyecto Minero San Gabriel”, presentado en la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, cuyas principales conclusiones son: que para la línea en estudio sin cable de guarda los cálculos previos determinaron 0.0388 salidas por año provocadas por eventos atmosféricos, este valor es



debido predominantemente por la corta longitud de la línea (1.4 km). Por otra parte, el Procedimiento para la supervisión y fiscalización de performance de los sistemas de transmisión gerenciado por OSINERMIN (Resolución de consejo directivo N° 175-2012-OS/CD. Indicadores de Performance). establece que la tolerancia es de 8 salidas por año para líneas menores a 100km niveles de tensión 30 a 75 kV. Por lo tanto, se recomienda no instalar cable de guarda y la protección del sistema será por medio de Apartarrayos de línea; la instalación de los Apartarrayos de línea disminuye la probabilidad de falla de la línea por eventos atmosféricos en unas 0.038 salidas por año, lo cual equivale a una salida por cada 26 años transcurridos según los cálculos del estudio; al no instalarse el cable de guarda surge la ventaja de que los conductores de fase se instalen a una mayor distancia vertical respecto al nivel de terreno lo cual es favorable para el cumplimiento con las distancias mínimas de seguridad para líneas de transmisión establecidas por el CNE Suministros 2011.

Huatuco (2010), En su trabajo de Tesis de Pregrado presentado en la Universidad Nacional del Centro del Perú sobre el “Incremento de la confiabilidad en sistemas eléctricos de 22.9/13.2 kV mediante aislamiento de líneas”, donde la línea 3f-22,9 kV-19,4 km parte de la SE Ticapampa (3540 msnm), pasa por una altitud máxima de 4771 msnm, y llega a la SE Aija (3583 msnm), cruzando la Cordillera Negra, la zona está propensa a intensas descargas atmosféricas, principalmente en zonas desprotegidas, donde no existen cerros o bosques cercanos. Se hace un análisis de probabilidad de flameo (flashover) de la línea que pueda provocar su salida fuera de servicio, de acuerdo al Standart 1410-1997 “IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines”. Concluyendose que con una resistencia de puesta a tierra alrededor de  $10 \Omega$ , con solo modificar el nivel de aislamiento desde un CFO de 156



kv. a 360 kv.se logra reducir la tasa de salida por back flashover en un 43.6 y 70.5 % para las líneas de simple terna y doble terna respectivamente.

Huallpa y Apaza En su trabajo de tesis sobre “Incidencia de las interrupciones por fenómenos naturales sobre la calidad de suministro eléctrico del alimentador UR02 del sistema eléctrico Urubamba” sobre el subsistema de distribución primaria que recorre todo el valle Sagrado de los Incas a 2869 msnm, ubicada entre los distritos de Urubamba, Ollantaytambo y sus comunidades, las líneas que se encuentran a mayor altitud están expuestas en mayor grado a las descargas atmosféricas y a fuertes vientos que son las principales causas de constantes interrupciones del suministro eléctrico generando incomodidad y molestia en los usuarios y en consecuencia creando una mala imagen de la empresa distribuidora. En este trabajo de investigación se abordaron temas entorno a la calidad de suministro como son las interrupciones por fenómenos naturales y ajuste de coordinación de protección que a la vez conllevan a evaluar los indicadores de calidad como son: SAIFI, SAIDI y CAIDI; pero se pone mayor énfasis en los indicadores de calidad referidos a la duración semestral y anual de las interrupciones que son el CAIDI y SAIDI. El método a aplicar para el estudio es el cuantitativo, descriptivo y estudio de casos. Esta evaluación se realiza con el propósito de dar alternativas y propuestas para la optimización del sistema de protección del alimentador, utilizando el software de modelamientos DigSilent Power Factory, realizando simulaciones, primeramente con la configuración actual y posterior a ello con configuraciones diferentes del sistema de coordinación de protección, optando por el más adecuado para lograr una óptima respuesta del sistema de protección y poder reducir la duración anual de las interrupciones mejorando así la calidad y continuidad del servicio en todo el alimentador.

Esteba y Condori (2018), en su trabajo de tesis en la Universidad Nacional del Altiplano, “Análisis, Optimización y Evaluación de la Coordinación de Protección Contra



Descargas de Origen Atmosférico y Fallas a Tierra en el Alimentador 3003 del Servicio Eléctrico Ananea”, la misma que tiene como conclusiones más importantes las siguientes: el análisis y evaluación a la situación actual del alimentador 3003 del servicio eléctrico Ananea, nos permitió encontrar el estado en que se encuentran las instalaciones como estructuras deterioradas en su mayoría, sus cables de guarda y puestas a tierra en mal estado, DMS, flechado y otros. Lo cual nos indica que se debe mejorar y/o optimizar la línea. Utilizando la información estadística recopilada por la empresa, los usuarios o clientes a través de entrevistas, y visualización personal al sistema actual sobre la duración y frecuencia de fallas, las fallas forzadas fueron principalmente originadas a causa de las inclemencias del tiempo y por falta de sistema de protección. De la evaluación realizada, se tiene la propuesta viable de independizar el alimentador 3003 de doble terna desde la SET. Ananea hasta el punto de derivación y de una terna hasta el CP. Rinconada, con un sistema de protección adecuado.

Perez (2019), en su trabajo “Mejoramiento del Diseño de Protección Contra Eventos Atmosféricos de una Línea de Transmisión en 10kv para la Unidad Minera Tambomayo a más de 4500 m.s.n.m.”, concluye que es necesario realizar un estudio previo para la construcción de líneas de transmisión, sobre todo cuando este se realice a un nivel y zona isoceraunica de tanta incidencia de eventos atmosféricos, para el adecuado apantallamiento de la línea. La ingeniería inicial no contaba con un estudio de incidencia de salida por eventos atmosféricos, el cual fue demostrado que si es necesario para líneas que se construyen a más de 4500msnm. Este estudio sirve para indicar de cómo mejorar el sistema de apantallamiento de la línea de transmisión Tambomayo, usando ya sea el método tradicional o el método geométrico y es importante a su vez verificar el sistema de puesta a tierra a utilizarse puesto que esta influye de manera directa para la adecuada descarga de sobretensiones a la línea frente a eventos atmosféricos. Con este estudio se



planteó reducir la probabilidad de que una descarga atmosférica impacte directamente en los cables de fase del circuito.

Hermoso (2012), en su tesis doctoral: “Modelado y Estudio del Líder Descendente Negativo en una Descarga Eléctrica Atmosférica y su Influencia en la Localización del Punto de Impacto de Rayo”. Presentado en la Universidad Politécnica de Catalunya, que concluye que se ha contrastado la validez del modelo FEM, manteniendo los parámetros de geometría y mallado anteriores, con el caso teórico ideal de líder inclinado (eje z-x), lo cual ha permitido revisar el estudio de la descarga S- 9930-1, dando explicación a resultados poco consistentes. Se ha podido comprobar el efecto de la inclinación del canal el líder sobre las medidas registradas y como el hecho de no tener en cuenta esta situación puede inducir a errores de interpretación. Se ha aplicado el modelo FEM sobre una descarga 3D con desplazamiento en x,y,z, los datos utilizados corresponden a un caso un poco particular, una descarga en altura, entre los 6500m y los 2880m con un largo recorrido horizontal antes de iniciar el descenso. No obstante, utilizando criterios para la densidad de carga en el canal.

Trelles y Soto (2006), en su tesis sobre “Programa Digital para el Estudio y Simulación del Cálculo de Fallas por Apantallamiento y Flameo Inverso en Líneas de Transmisión”, la misma que tiene como conclusiones más importantes las siguientes: el CSAFILT permite a los ingenieros encargados del diseño de apantallamiento de una línea transmisión probar sus diseños y de esta manera poder tomar mejores decisiones, también permite probar si está bien diseñado el apantallamiento de línea ya construidas. El fenómeno asociado a la descarga de rayos sobre líneas de transmisión de potencia eléctrica con conductores de guarda, es un fenómeno que involucra eventos electromagnéticos complejos con campos electromagnéticos que varían rápidamente con el tiempo, física de la descarga disruptiva en gases, además existen efectos no lineales



como el desarrollo del efecto corona en los conductores, torres de la línea de transmisión; y especialmente el aspecto relacionado con la respuesta transitoria del sistema de conexión a tierra de la torre, el valor de resistencia a tierra influye mucho en la salida forzada de operación de la línea por flameo inverso, para ver este grado de influencia se le dota al CSAFILT con un opción que permite observar mediante un gráfico esta relación, para de esta manera decidir cuál podría ser un sistema de conexión a tierra de la torre ideal, hasta el momento en el país no se realiza este análisis simplemente se lo hace mediante normas de acuerdo a la región (sierra, costa y oriente) los resultados obtenido por el CSAFILT parten de que si el ángulo de blindaje existente es menor que el requerido para proporcionar blindaje efectivo, índice de flameos por fallas de blindaje debe ser igual a cero. De otra forma se determina el índice de flameos correspondiente.

Mamani (2018) en su trabajo de tesis de Pregrado en la Universidad del Altiplano “Coordinación de Aislamiento y Análisis de Sobretensiones Transitorias Atmosféricas para Líneas Aéreas de Media Tensión de 22.9kv – Chumbivilcas”, que concluye lo siguiente; en este trabajo se propone una metodología para analizar y mitigar los transitorios electromagnéticos debido a descargas atmosféricas en líneas de distribución. Se utiliza como base criterios de simulación de diversos componentes del sistema eléctrico en los estudios de sobretensiones debido a descargas atmosféricas. De las simulaciones realizadas al aplicar la metodología de instalación de pararrayos de línea, se concluye que el valor de resistencia de puesta a tierra en las estructuras a instalar resulta determinante para minimizar las corrientes de las descargas atmosféricas, cuando ocurre una descarga atmosférica directa en el conductor de fase y la resistencia de puesta a tierra es alta la corriente crítica de cebado del aislador también es mayor, los valores de resistencia de pozos a tierra en las estructuras que están sometidas a estos eventos transitorios, viene asociada a la necesidad de mantener niveles bajos a  $10\Omega$ .



## **2.2. SISTEMA ELÉCTRICO DE POTENCIA**

El punto de inicio de los sistemas eléctricos de potencia son las plantas generadoras que convierten una energía primaria en energía eléctrica; ésta energía es transmitida a grandes distancias hacia los grandes centros de consumo mediante sistemas de transmisión; finalmente, los sistemas de distribución son los responsables de entregar la energía al cliente. Tradicionalmente, los servicios públicos se han centrado con mayor énfasis en mejorar la fiabilidad de la generación y de los sistemas de transmisión. Sin embargo, con el concepto moderno de red inteligente en el que el sistema eléctrico se considera de manera integral, sumado a ello las medidas reglamentarias emitidas por el ente regulador, han cambiado el enfoque de los sistemas de distribución. (Mosquera, 2015).

## **2.3. SISTEMA ELÉCTRICO DE DISTRIBUCIÓN**

Un sistema de distribución es un grupo de instalaciones eléctricas debidamente dimensionados capaces de recibir energía desde una subestación de distribución hasta la entrega de esa energía al usuario final, en baja y media tensión. (Ghildo & Luis, 2021, p. 30).

Las empresas distribuidoras están obligadas a prestar el servicio en sus áreas de concesión, así como a respetar los precios máximos fijados por la autoridad competente para la venta de energía eléctrica a los consumidores (Villanueva, 2017, p. 3)

Asimismo Aquino (2018, p. 14) nos dice que: “El sistema de distribución desde el punto de vista de la reconfiguración de la red es un conjunto de vías estrechamente relacionadas que buscan distribuir eficientemente la energía a los usuarios finales.”



### **2.3.1. Análisis de la operación del sistema**

Un sistema de suministro y transporte de Energía Eléctrica debe cumplir con varios requisitos indispensables para prestar un servicio con niveles altos de calidad y seguridad. Esto en parte se cumple mediante la aplicación de normas y procedimientos muy precisos durante las etapas de planeamiento, diseño, construcción y operación de los Sistemas de Potencia. Dichos sistemas quedarán expuestos a fallas cuyas causas son múltiples, que además de provocar daños severos son muchas veces impredecibles, por lo que es necesario proporcionarles a dichos sistemas los esquemas de protección debidamente calibrados con el fin de minimizar los efectos de las fallas, los tiempos de interrupción y mejorar la continuidad del servicio a los consumidores, así como disminuir el número de usuarios afectados. (Ramírez 2014)

### **2.3.2. Condiciones de operación de sistema**

El transformador convertidor de la reactancia de salida según lo visto de las terminales del secundario es idéntico para las tres frases y la variación de la reactancia de salida causada por el cambiador del tap en la carga son ignoradas. La corriente directa es continua y el rizo es mucho menor que el valor de la corriente nominal debido a la utilización de los reactores en serie. En consecuencia, se asume que la corriente es prácticamente constante es decir sin rizo. Todas las armónicas de corriente se filtran hacia afuera en terminales del convertidor y, por lo tanto, el voltaje en las terminales del convertidor es perfectamente sinusoidal. (Villanueva, 2007)

### **2.3.3. Proceso de detección, aislamiento y restablecimiento de fallas.**

Las empresas de distribución de energía eléctrica cuentan con centros de control para el monitoreo del sistema eléctrico de distribución a su cargo o en el ámbito geográfico de su responsabilidad, es normal que en estos centros de control exista personal operador del sistema eléctrico las 24 horas los 365 días del año, los operadores



del sistema eléctrico de distribución son los encargados de otorgar permisos al personal de campo o cuadrillas que trabajan en subestaciones o redes de distribución para trabajos de mantenimiento o trabajos de emergencia, así mismo son los encargados de monitorear los estados, alarmas y mediciones de los equipos telecontrolados de subestaciones y redes de distribución a través del sistema SCADA, estos sistemas cuentan con pantallas de diagramas del sistema eléctrico que se actualizan dinámicamente con la información que reportan los equipos telecontrolados de campo. (Razo, 2018)

#### **2.3.4. Conductor de distribución.**

El propósito de las líneas de distribución es entregar energía eléctrica desde diferentes áreas del sistema (Cesti, 2020, p. 25). Asimismo Mamani (2020, p. 27) nos dice lo siguiente: “Las líneas de distribución son aquellas que van desde las subestaciones hasta los centros de consumo como son las industrias, domicilios y alumbrado público, los niveles de tensión utilizados son por debajo de los 34.5 kV. Los conductores en media tensión siguen siendo desnudos, pero en baja tensión se usan conductores aislados, para mayor seguridad en zonas urbanas”.

#### **2.3.5. Aisladores**

Los aisladores en las redes de distribución sirven fundamentalmente para sujetar a los conductores, de manera que estos no se muevan en sentido longitudinal o transversal. Como su nombre lo indica, deben evitar la derivación de la corriente de la línea hacia tierra, ya que un aislamiento defectuoso acarrea pérdidas de energía y en consecuencia un aumento del gasto de explotación comercial del sistema (Campos & Obregon, 2014).

Y Rubio (2018, p. 111) nos dice, todos los aisladores que forman parte del suministro deben someterse a todas las pruebas, seguimiento, inspección o validación



durante la fabricación especificadas en las especificaciones especificadas, para verificar que los aisladores cumplen con los requisitos.

### **2.3.6. Cable de guarda**

El cable de guarda es un dispositivo que nos permite proteger la instalación de sobretensiones de origen atmosférico. Las ondas que se producen durante una descarga atmosférica viajan a la velocidad de la luz y dañan el equipo si no está debidamente protegido (J. R. Cervantes, 2000, p. 59).

Según Lazo & Velez (2016, p. 93) nos dice que en el mercado nacional e internacional, existen muchos fabricantes de pararrayos de diferentes modelos y tipos en función de la capacidad requerida de la red de distribución, entre algunas marcas más famosas:

- ABB
- Siemens
- Cooper
- Ohio Brass

### **2.3.7. Herrajes**

Los herrajes son elementos de conexión mecánica entre conductores eléctricos, aisladores y las estructuras de soporte de la línea. Hay varios diseños de hardware disponibles según la configuración de la línea. En las líneas de transmisión de energía, en nuestro entorno, es necesario utilizar materiales y equipos que cumplan con las normas nacionales y / o internacionales aplicables vigentes, como las normas IEC, ANSI e IEEE (Castellanos, 2012).



### **2.3.8. Sistema de puesta a tierra**

Los sistemas de puesta a tierra deberán ser diseñados para minimizar peligros eléctricos al personal y deberán tener resistencias a tierra suficientemente bajas para permitir la rápida operación de los dispositivos de protección de circuitos. Los sistemas de puesta a tierra pueden consistir de conductores enterrados y de varios tipos de electrodos de puesta a tierra (Código Nacional de Electricidad Suministro, 2012 C.E.)

Daza & Gomez (2012, p. 22) nos señalan algunas funciones más del sistema de puesta a tierra, siendo estas las siguientes:

- Conducir a tierra todas las corrientes anormales causadas por el gabinete metálico del equipo eléctrico activo.
- En el estado estacionario, la conexión a tierra reduce el voltaje de los elementos metálicos afectados por la inducción de objetivos energizados.
- Cuando cae un rayo, proporcionan un camino seguro para la corriente eléctrica del rayo.
- Proporcionar un medio para disipar la corriente a tierra en condiciones normales o de cortocircuito, sin exceder los límites operativos del equipo ni afectar la continuidad del servicio.

### **2.4. NORMAS TÉCNICA DE LA CALIDAD DEL SERVICIO ELÉCTRICO – NTCSE**

Una Norma es un documento que contiene las especificaciones para garantizar la calidad y el funcionamiento de un producto en este caso la electricidad, también presenta las medidas de seguridad para instalarlo y protegerlo, y evitar daños tanto al producto como a la persona que lo coloca o usa. (Huayta, 2019)



Regula los aspectos de calidad en el servicio eléctrico que deben cumplir las empresas eléctricas; estableciendo los niveles mínimos de calidad y las obligaciones de las empresas de electricidad y los Clientes

Es Analizar el impacto producido por la obligación de cumplir con las tolerancias admisibles de las Normas Técnicas de la Calidad del Servicio de Transporte y Sanciones de los indicadores de desbalance de corriente, distorsión armónica, flicker y factor de potencia en la Empresa Eléctrica (Medina, 2020)

#### **2.4.1. Procedimiento para la supervisión de la operación de los sistemas eléctricos**

Son una serie de criterios y procedimientos que garantizan la seguridad y el funcionamiento de los sistemas eléctricos para que las interrupciones por fallas, maniobras e indisponibilidades de las instalaciones eléctricas de generación, transmisión o distribución sean tratados de una manera adecuada (MIET, 2016)

### **2.5. CALIDAD DE SUMINISTRO ELÉCTRICO**

Abarca principalmente aspectos técnicos, como la "continuidad del suministro eléctrico", es decir, ya sea en un lugar específico o no. Es importante publicar todas las definiciones de acuerdo con los estándares de Perú, Europa y América en su conjunto. Porque son algo similares, pero tienen algunos parámetros diferentes, porque manejan valores diferentes a la hora de entregar los productos inicial, intermedio y final. (Bernardo, 2019)

#### **2.5.1. Indicadores de calidad de suministro**

##### **Índice de disponibilidad media del Sistema (Average Service Availability Index)**

Según Muñoz (2018), que desarrolla sobre el indicador ASAI según la Norma IEEE, que proporciona la misma información que el indicador SAIDI pero de manera relativa. Un valor alto del indicador ASAI refleja un alto nivel de confianza. A diferencia



del indicador SAIDI que se expresa en horas por período de tiempo, el indicador ASAI se expresa en unidades o porcentajes.

$$ASAI = 1 - \frac{SAIDI}{HORAS DE SERVICIO DEMANDADAS POR EL USUARIO}$$

### **2.5.2. Interrupciones**

De acuerdo a la Norma IEEE 1159, desarrollada en su trabajo de investigación por Cervantes (2014), las Interrupciones específicamente de larga duración (Duración  $\geq 1$ min) suceden cuando hay ausencia de tensión por periodos de tiempo superiores a 1 minuto, además es una condición en la cual la tensión es inferior al 10% de la tensión nominal. Se clasifican en programadas y accidentales, estas últimas son fallas primarias es decir que no son controladas.

### **2.5.3. Tipos de interrupciones**

#### **Interrupciones de corta duración ( $t < 1$ min)**

Cuando el valor efectivo de la tensión de todas las fases sea inferior al 10% de la tensión declarada y la duración sea inferior a 1 minuto", se producirá una interrupción breve. Por lo general, estas interrupciones son causadas por fallas en el suministro de energía y los sistemas de conmutación para aislarlos y evitar que causen mayores problemas en el sistema de interconexión. (R. Cervantes, 2014)

#### **Interrupciones de larga duración ( $t > 1$ min)**

Se considera Interrupciones de larga duración ( $t > 1$ min), cuando el valor de la tensión de todas las fases sea inferior al 10% de la tensión nominal y la duración sea superior a 1 minuto, se producirá una interrupción breve de larga duración. (Holguin & Gomez, 2010)



#### **2.5.4. Interrupciones programadas**

Este tipo de interrupciones son necesarios para realizar trabajos de mantenimiento importantes en líneas y subestaciones, construir nuevos circuitos, cortar ramas y árboles, reemplazar transformadores o interruptores, y más. Y se realizan en determinados momentos y días en los que los usuarios se ven lo menos afectados posible. Estas interrupciones son necesarias para asegurar la continuidad del servicio; y la empresa distribuidora de energía tiene la obligación de notificar a todos los usuarios afectados por el corte en un comunicado de prensa. (Espinoza & Beltrán, 2016)

#### **2.5.5. Interrupciones imprevistas o no programadas**

Ramos (2020), desarrolla sobre las interrupciones inesperadas son incidentes que ocurren por causas ajenas a la responsabilidad del proveedor, pueden ser causadas por fenómenos naturales, fallas de terceros como cortocircuito, robo de cables, uso inadecuado de las fuentes de alimentación, vehículos y accidentes sobrecargados, y avería de equipos o Materiales en mal estado (según antigüedad). Siempre que se realizan análisis estadísticos de variables tales como “interrupciones de suministro eléctrico” y otras, es importante conocer su origen o causa y también los lugares del sistema eléctrico afectados por las interrupciones; según Osinergmin (2018), los causales de fallas principales (interrupciones no programadas) y su origen por región se producen tal como se detalla a continuación:

- a) Contacto entre conductores (atribuible a deficiencias en el diseño de las distancias eléctricas).
- b) Bajo nivel de aislamiento (atribuible a contaminación marina y deficiencias en el diseño y/o mantenimiento).
- c) Contacto accidental (atribuible a vandalismo y falta de poda).



- c) Falla de componentes (atribuible a deficiencias en el diseño, calidad y/o mantenimiento).
- e) Falla de equipos (atribuible a deficiencias en el diseño, calidad y/o mantenimiento).
- f) Descargas atmosféricas (atribuible a las características de zona, falta de uso de recierre, descargadores y postes de madera).
- g) Fenómenos naturales y ambientales (podría atribuirse a la falta de poda).
- h) Fuertes vientos (atribuible a la falta de poda y deficiencias en el diseño y tendido de conductores),
- i) Cortes de emergencia (considerados inevitables).

#### **2.5.6. Descargas atmosféricas**

Generalmente éstas afectan los sistemas eléctricos, debido a impactos directos o efectos inductivos sobre las líneas a nivel de transmisión y distribución, afectando a los usuarios en niveles de tensión más bajos. Frecuentemente, las descargas atmosféricas producen en las cargas, Sags e interrupciones momentáneas debido a fallas temporales. Algunos rayos inducen transitorios que ocasionan disparos y recierres automáticos de las protecciones. Cuando se presenta la falla, el usuario inicialmente experimenta un Sag y luego una interrupción en el instante en que las protecciones aclaran la falla, normalmente la duración del Sag corresponde al tiempo en que el interruptor tarda en operar (de 5 a 6 ciclos). (Ortiz, 2006)

#### **2.5.7. La energía no suministrada**

La energía no suministrada se refiere a los costos en los que incurren los clientes por falta de calidad debido a interrupciones en el suministro pueden ser directos o indirectos. Asimismo, los problemas de determinación del valor económico de los costes



indirectos y la diversidad de tipos de clientes complican aún más la determinación de costes por la falta de calidad de la oferta. Lo que se está adoptando actualmente es un índice conocido como Energía No Distribuida (ENS), que mide el alcance del daño económico o las molestias a los clientes (Maque, 2017).

## **2.6. CONFIABILIDAD EN SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN**

Acerca de la confiabilidad, Gómez-Ramírez (2016) señala que: “Es la probabilidad de que un componente, subsistema o sistema desempeñe adecuadamente sus funciones durante el período de tiempo previsto y bajo las condiciones de operación usuales.”

La mayor parte de los estudios sobre confiabilidad en Sistemas Eléctricos han estado orientados a generación y cogeneración. Pero desde 1960 han existido algunos pocos estudios para determinación de la confiabilidad en transmisión y distribución, y en los puntos de carga. La técnica markoviana, que evalúa todos los estados posibles de un sistema y entrega resultados exactos, es de gran complejidad computacional; aun para redes de sólo 15 elementos requiere 32768 ecuaciones. Una mayor aceptación ha tenido la técnica de cortes mínimos. (Baeza et al., 2003)

Por lo tanto, se podría decir que, la confiabilidad es la capacidad del sistema para que en un determinado tiempo realice su función satisfactoriamente manteniendo sus condiciones iniciales sin experimentar fallas en el transcurso de su funcionalidad.

### **2.6.1. Elementos que proporcionan confiabilidad**

Quintero (2006) Sostiene que existen elementos que nos ayudan a tener mayor confiabilidad en los sistemas de distribución y permite que la distribución tenga menores interrupciones y de esta manera, sea más eficiente. Tales elementos son:

- Equipo de seccionamiento



- Scada de distribución (control supervisorio y adquisición de datos)
- Cable de semiaislado
- Reingeniería de distribución
- Centros de operación con red digitalizada

Carrión et al (2019) Nos dicen que para lograr una alta confiabilidad es necesario:

- Conocer el funcionamiento del dispositivo;
- Conocer la física de los fallos
- Utilizar materiales de alta calidad.
- Elegir correctamente los regímenes y condiciones de utilización de los componentes, artículos y productos semielaborados que entrarán a formar parte del dispositivo.
- Estricto control de la calidad de los materiales, productos no acabados y artículos complementarios.
- Uso de métodos tecnológicos modernos.
- Control de la calidad del funcionamiento de la instalación tecnológica;
- Control de la calidad del producto que se elabora después de cada etapa de producción.
- Control total de las propiedades características y parámetros del producto terminado.
- Emplear un personal de mantenimiento y explotación completamente especializado.
- Recopilar los datos estadísticos sobre los fallos y paradas de los aparatos.
- Analizar periódicamente los datos y elaborar las recomendaciones para mejorar la explotación y perfeccionar la construcción y la tecnología de elaboración de los equipos.



### **2.6.2. Índices de confiabilidad**

En redes eléctricas, los índices de confiabilidad cuantifican la calidad de servicio de la red de distribución en cualquier punto de consumo. Entre los más importantes están: (1) La tasa de falla que es el número de veces que se interrumpe el suministro de energía eléctrica en un determinado tiempo, (2) El tiempo de reparación el cual es el tiempo en horas que dura una falla de suministro, (3) Energía no suministrada siendo esta la cantidad de energía que pierde quien suministra la electricidad, (4) La carga promedio desconectada, o cuantificación de la cantidad de consumidores afectados por los cortes de suministro y por último, (5) El tiempo total en horas de la no disponibilidad del servicio. (Muñoz, 2018)

Se debe tener en cuenta que para que la condición de operación de un sistema eléctrico se mantenga, todos los elementos por los cuales está compuesto la red deberán trabajar en completa armonía, de lo anterior se puede traducir que si un solo elemento de estos no opera correctamente ocasionaría una falla en la red, la cual trae como consecuencia la pérdida de energía en una o diferentes zonas del sistema.(Contreras & Jara, 2017)

### **2.6.3. Análisis de la protección del sistema**

Para determinar el funcionamiento del sistema de protección, se considerará la completa adaptación a todas las condiciones normales de funcionamiento del sistema eléctrico; Además, se requiere coordinación para garantizar que las fallas, las anomalías del sistema y las condiciones inesperadas del equipo estén aisladas, minimizando así los componentes que no se ven afectados. (Ticse, 2020)



#### **2.6.4. Evaluación de la confiabilidad**

Esta herramienta analítica se utiliza en el diseño de sistemas eléctricos de potencia para calcular la magnitud de las corrientes de fallo y asegurar que los dispositivos de protección están dimensionados para cortar estas corrientes de forma segura.

#### **2.6.5. Métodos para la evaluación de confiabilidad de bloques de frecuencia y duración**

Piñeros & Castaño, (2003) aplica el modelamiento de los bloques de frecuencia de cada componente, representa un bloque reparable que se describe con una frecuencia de fallas constantes y un tiempo medio de reparación. Estos vendrían a ser bloques de fallas constantes en un tiempo determinado. Podemos representar el sistema por una red en donde los bloques representan a cada componente y están conectados en paralelo y serie.

#### **2.6.6. Parámetros de confiabilidad**

Morales (2011) Existen numerosas definiciones y nomenclaturas para estos índices en la literatura y en los estándares de diferentes países. Casi todos ellos tienen su equivalente o se relacionan, con los índices bases. A nivel de los puntos de carga o por componente, se distinguen tres índices bases:

- Tasa de falla ( $\lambda$ ): Cantidad de fallas de un elemento por unidad de tiempo. El inverso de la tasa de falla se conoce como tiempo promedio entre fallas.
- Tiempo de reparación ( $r$ ): Es el tiempo promedio que dura una falla de suministro, expresado en horas. El inverso del tiempo de reparación se conoce como tasa de reparación, MTTR (Mean Time To Repair).



- Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U): Es la indisponibilidad total de servicio durante un periodo, representa la cantidad de horas interrumpidas, y se define en función de los parámetros anteriores.  $U = \lambda * r$



## CAPÍTULO III

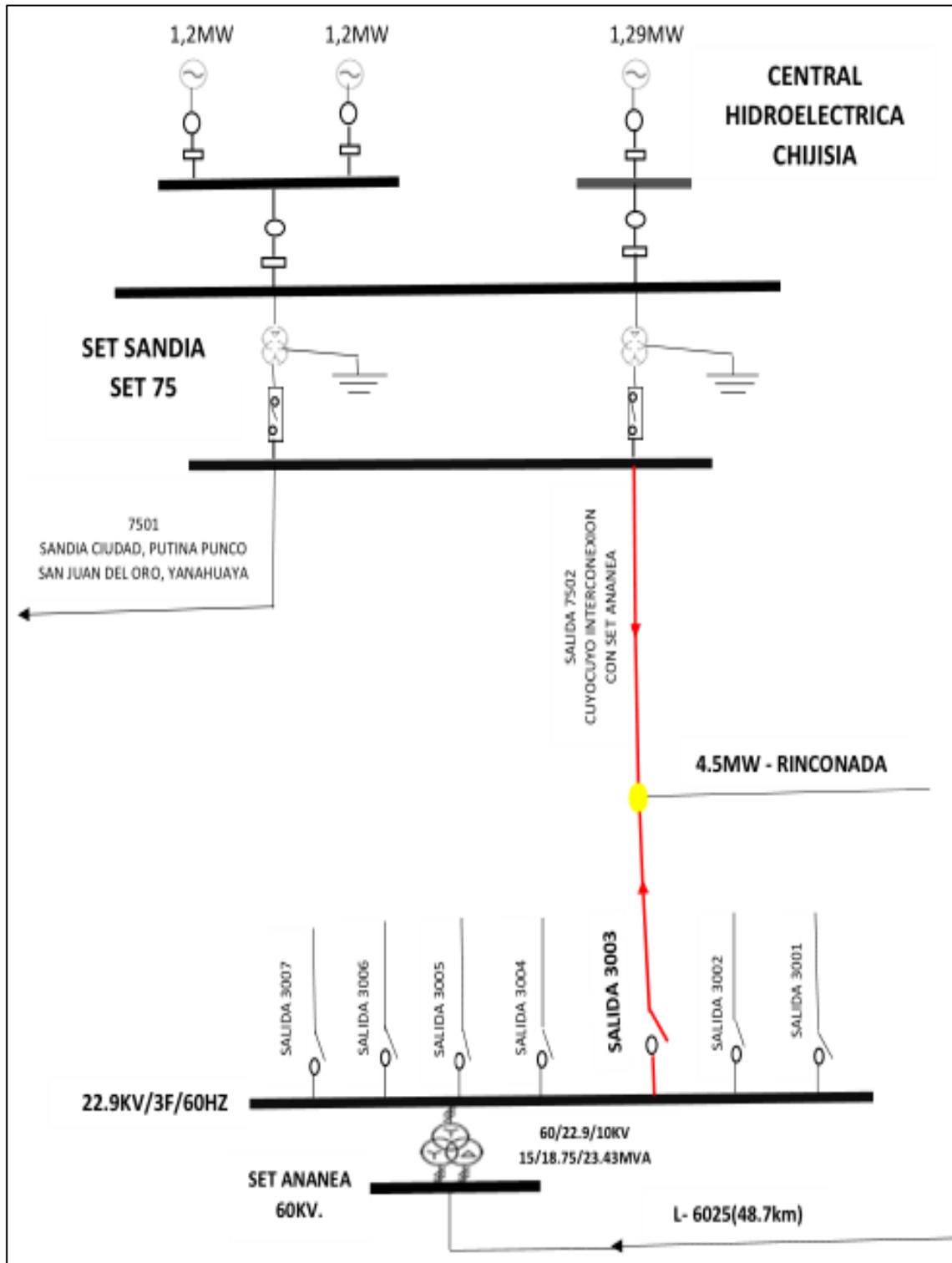
### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación corresponde a la investigación no experimental y descriptiva. El propósito o la finalidad, corresponde a la investigación básica, porque busca dar respuesta al problema de analizar el proceso de mejora de la protección del sistema eléctrico de interconexión mediante la línea en 22.9 kV. Sandia – Ananea, así como determinar que la situación de las variables e indicadores de confiabilidad del sistema. De acuerdo a lo planteado en la presente propuesta se determinó como enfoque de Investigación Cuantitativo y Tipo Correlacional y Descriptivo según los objetivos planteados. (Hernández et al., 2014)

#### 3.2. ÁMBITO DE ESTUDIO

El ámbito de estudio será desarrollado en el sistema ubicado entre la subestación de transformación de la Minicentral Hidroeléctrica de Chijisia Provincia de Sandia y la SET. Ananea en el distrito de Ananea en la Provincia de San Antonio de Putina Región Puno de la empresa Electro Puno S.A.A. del Servicio eléctrico de Ananea.



**Figura 1.** Diagrama Unifilar del Sistema de Media Tensión L-7502

**Fuente:** ElectroPuno S.A.A. - 2021

### 3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 174), que referencia a Lepkowski, indica: "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con



determinadas especificaciones”. Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común. La población y muestra para el presente estudio será el sistema Nacional de telecomunicaciones, la fuente y método de recolección de datos según el método y los objetivos buscados serán de Documentación de la Empresa concesionaria. La población que es objeto de esta investigación, estará formada por el sistema eléctrico de la Provincia de Sandia - Ananea ubicada en el departamento de Puno que recorren alturas entre los 2,500 y 4,600 m.s.n.m.

La Muestra abarca el equipamiento de protección ante descargas atmosféricas en el alimentados 7502, línea existente que se encuentra en condiciones operativas propuesto en el presente estudio; que se toman desde la subestación de transformación de la Minicentral Hidroeléctrica de Chijisia Provincia de Sandia y la SET. Ananea en el distrito de Ananea en las Provincia de San Antonio de Putina Región Puno de la empresa Electro Puno S.A.A. del Servicio eléctrico de Ananea; la cual se encuentra dentro de la zona de concesión.

### **3.4. MEDIOS Y MATERIALES**

La información necesaria para el estudio está constituida por información del sistema de distribución de la empresa concesionaria ElectroPuno S.A.A. específicamente el sistema de Interconexión de la Central Hidroeléctrica Chijisia - set. Ananea en la Línea de Transmisión de 22.9 KV.

### 3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 1.** Operacionalización de variables de estudio

Cod.	VARIABLES	DIMENSIONES (INDICADORES)	Tipo de Variable	Métodos Recolección de Datos
V:1	Indicadores de confiabilidad	Tasa de falla ( $\lambda$ )	Numérica Intervalo	Análisis Documental ELP - OSINERGMIN
		Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures)	Numérica Razón	
		Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair)	Numérica Razón	
		Tiempo anual de desconexión esperado o "Indisponibilidad (U)	Numérica Razón	
V:2:	Sistemas de Descargas atmosféricas	Estado de los descargadores, puesta a tierra y Accesorios	Catagórica Ordinal	Diagnóstico de la L.T.
V.3:	Estado físico de la L.T.	Estado de las Estructuras	Catagórica Ordinal	Diagnóstico de la L.T.
		Estado de las Crucetas	Catagórica Ordinal	
		Aisladores y accesorios	Catagórica Ordinal	
		Conductores y accesorios	Catagórica Ordinal	
V.4:	Indicadores de confiabilidad con sistema optimizado	Tasa de falla ( $\lambda$ )	Numérica Intervalo	Análisis Documental ELP - OSINERGMIN
		Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures)	Numérica Razón	
		Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair)	Numérica Razón	
		Tiempo anual de desconexión esperado o "Indisponibilidad (U)	Numérica Razón	

**Elaboración:** propia



### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Conforme a lo indicado por Hernández et al (2014, p. 569), Como Método de recolección de datos, de acuerdo a la Posibilidad de codificación numérica y la posibilidad de análisis como texto se consideran lo Registros históricos y documentos. Por lo que la información estadística y teorías relacionadas al presente trabajo de investigación serán acopiadas de la empresa distribuidora a cargo de la administración del sistema.

Investigación bibliográfica, proyectos o sistemas similares.

- Recopilación de información de Electro Puno S.A.A. referente a la situación actual de la salida 3003, estadística de interrupciones, características técnicas de la Líneas de interconexión, etc.
- Búsqueda y revisión de información del tema en Internet, libros y artículos.
- Visita al campo para la observación directa y toma de datos necesarios.
- Consultas.
- Desarrollo de Análisis, cálculos, etc.

### **3.7. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA**

Para el análisis e interpretación de la información se procedió a implementar de manera genérica lo siguiente:

- a) La clasificación, registro y codificación de los datos;
- b) Empleamos técnicas analíticas (lógica y estadística) que se utilizarán para comprobar la hipótesis según los objetivos planteados y finalmente obtener las conclusiones.

#### **3.7.1. Descripción del diseño del objetivo general**

La investigación siendo de tipo descriptivo. Según su propósito general concierne el diseño longitudinal panel, se denomina así según Hernández et al (2014), donde se

examinarán los cambios a través del tiempo en subpoblaciones o grupos específicos al ser el estudio un tratamiento de un sistema eléctrico específico, con información de corte longitudinal en un periodo de 12 meses, del año 2019, antes del periodo de emergencia del Covid 19 que mostro en todas las variables e indicadores con comportamiento fuera de lo normal.

Este diseño corresponde al análisis de las siguientes variables e indicadores:

- Tasa de falla ( $\lambda$ )
- Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures)
- Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair)
- Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U)

### **3.7.2. Descripción del diseño de los objetivos específicos**

#### **Diagnostico situacional físico del sistema contra descargas atmosféricas**

La investigación se desarrollará siguiendo un protocolo de aplicación de la Estadística Descriptiva, se realizó o aplico la estadística descriptiva a cada una de las principales variables e indicadores del presente objetivo específico, teniéndose en cuenta de su utilidad, la explicación del estado situacional físico según el diagnóstico en campo realizado por el autor, donde la información se logró recogiendo y analizando los datos organizados y tabulados. Para el análisis y cumplimiento el objetivo específico se ha realizado en un corte transversal para el análisis, en el que la situación del sistema estudiado será posible observar de primera mano los resultados y estado del sistema de las siguientes variables e indicadores:



## **Sistemas de descargas atmosféricas**

Estado de los descargadores, Sistemas de Puesta a Tierra y Accesorios

## **Estado físico de la línea de transmisión de interconexión**

Estado de las Estructuras

Estado de las Crucetas

Aisladores y accesorios

Conductores y accesorios

## **Desempeño del sistema optimizado de contra descargas atmosféricas**

Según su propósito del presente objetivo específico se efectuará el diseño longitudinal panel según Hernández et al (2014), donde se examinarán los cambios a través del tiempo en el sistema analizado considerando el sistema optimizado si la presencia de fallas por causas de descargas atmosféricas, simulado el mismo periodo de estudio pero sin la presencia del tipo de fallas por descargas atmosféricas.

Este diseño se realizará el análisis de las siguientes variables e indicadores:

- Tasa de falla ( $\lambda$ )
- Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures)
- Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair)
- Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U)



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En éste capítulo del presente trabajo de investigación, la evaluación se inicia con una Evaluación del Desempeño Operativo del Sistema de Transmisión de Interconexión de Sandia - Ananea respecto a los indicadores de Confiabilidad, seguido del Diagnostico Situacional Físico del Sistema contra Descargas Atmosféricas, desarrollando la estadística descriptiva de los resultados del diagnóstico de las variables e Indicadores respectivos: Sistemas de Descargas atmosféricas, Estado de los descargadores y Accesorios, Sistemas de Puesta a Tierra, Estado del Sistema de Puesta a Tierra (Materiales, Tratamiento y Conexión), Estado físico de la Línea de Transmisión de Interconexión, Estado de las Estructuras, Estado de las Crucetas, Aisladores y accesorios, Conductores y accesorios, respectivamente; finalmente determinar el Desempeño del Sistema Optimizado de Contra Descargas Atmosféricas, así mismo para la respectiva valides se plantea la correspondiente discusión sobre los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

#### **4.1. DESEMPEÑO OPERATIVO DEL SISTEMA INTERCONEXIÓN SANDIA - ANANEA**

Este numeral se analizará los resultados obtenidos sobre las variables e indicadores de confiabilidad planteados para analizar el desempeño operativo de la Línea de Interconexión Sandia Ananea 7502, en. Base a la operacionalización de variables para que finalmente la información se refleje en el logro de los objetivos planteados en la investigación.

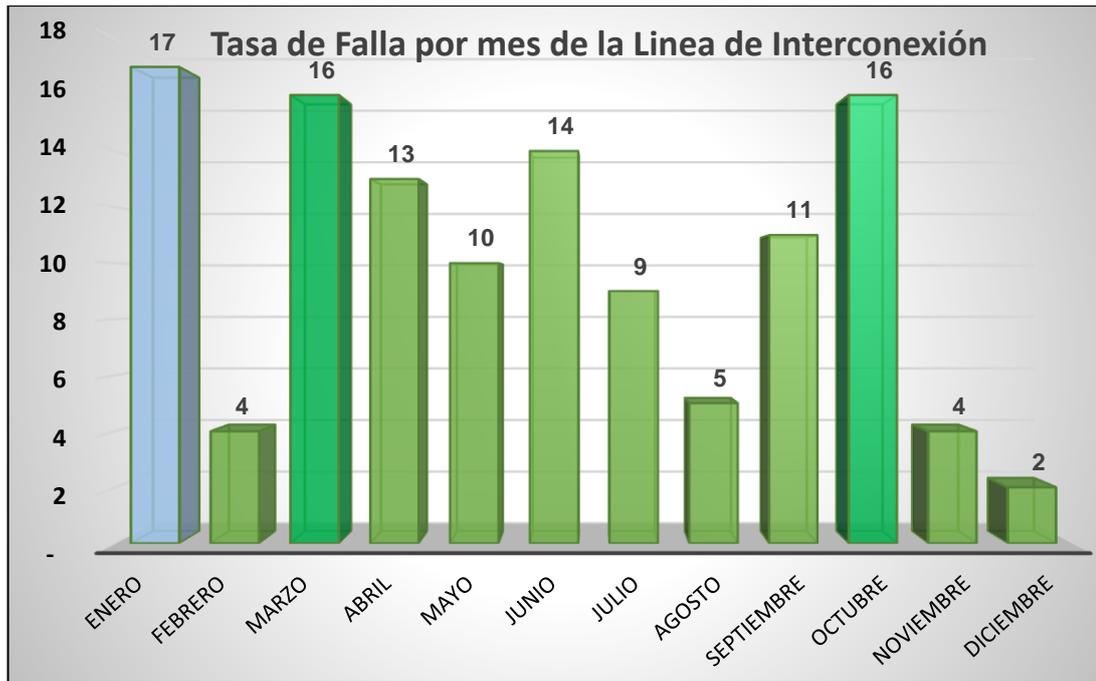
#### 4.1.1. Tasa de falla mensual ( $\lambda$ )

La evaluación y análisis de la Evolución de las Tasas de Falla mensual de la Línea Interconexión Sandia Ananea 7502, realizada en el periodo enero a diciembre 2020, información recabada del registro de interrupciones realizada en la Subestación de la Minicentral Hidroeléctrica de Chijisia de la Empresa ElectroPuno S.A.A.

**Tabla 2.** Tasa de Falla Mensual L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020

Ítem	Mes	Tasa de Falla por mes	%
1	Enero	17	14.05%
2	Febrero	4	3.31%
3	Marzo	16	13.22%
4	Abril	13	10.74%
5	Mayo	10	8.26%
6	Junio	14	11.57%
7	Julio	9	7.44%
8	Agosto	5	4.13%
9	Septiembre	11	9.09%
10	Octubre	16	13.22%
11	Noviembre	4	3.31%
12	Diciembre	2	1.65%
<b>PROMEDIO</b>		<b>10</b>	<b>8.33%</b>

Fuente: ElectroPuno S.A.A. - 2021



**Figura 2.** Tasa de Falla Mensual L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020

**Fuente:** ElectroPuno S.A.A. - 2021

En la Tabla 2 y la Figura 2, se tiene que el comportamiento de las tasas de fallas mensuales de la Línea de Interconexión Sandia - Ananea, se ve claramente dicha evolución lo que prevé una clara variabilidad de las interrupciones durante todo el año, siendo el mes más crítico el mes de enero con hasta 17 interrupciones durante todo el mes, seguido en igual magnitud los meses marzo y octubre con 16 interrupciones de diferente causa o motivo, con unos porcentajes de 14.05 y 13.22%, respectivamente, llegando en promedio a tenerse una tasa promedio mensual de 10 fallas entre interrupciones Programadas y no Programadas durante todo el periodo de análisis.

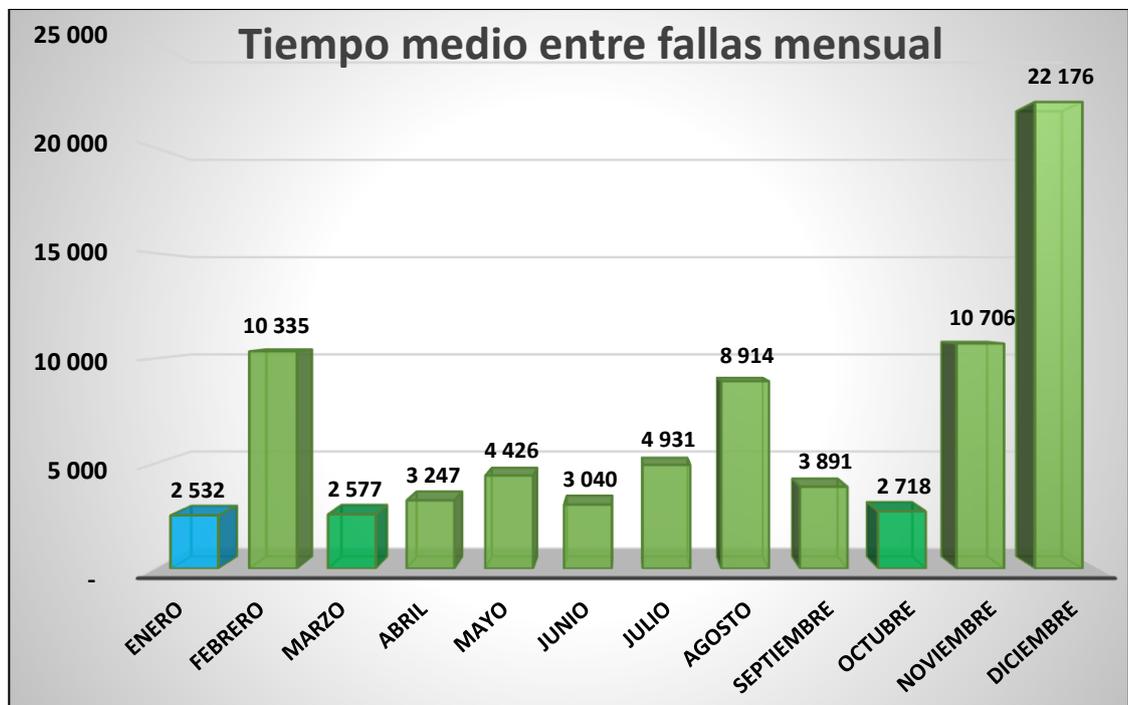
#### **4.1.2. Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures)**

Analizando otro indicador de confiabilidad conocido como el Tiempo medio entre fallas, los cuales se analizan en base al número total de minutos disponibles de trabajo del sistema, para el estudio el número de minutos de cada mes de análisis, podemos ver que cuenta con los siguientes resultados:

**Tabla 3.** Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020

Ítem	Mes	Tiempo medio entre fallas MTBF (Minutos)	%
1	Enero	2 532	3.18%
2	Febrero	10 335	13.00%
3	Marzo	2 577	3.24%
4	Abril	3 247	4.08%
5	Mayo	4 426	5.57%
6	Junio	3 040	3.82%
7	Julio	4 931	6.20%
8	Agosto	8 914	11.21%
9	Septiembre	3 891	4.90%
10	Octubre	2 718	3.42%
11	Noviembre	10 706	13.47%
12	Diciembre	22 176	27.90%
<b>TOTAL</b>		<b>79 493</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: ElectroPuno S.A.A. - 2021



**Figura 3.** Tiempo medio entre fallas - MTBF de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020

Fuente: ElectroPuno S.A.A. – 2021



Visto como otro enfoque o indicador que nos ayudará a evaluar la confiabilidad y representación que se muestra como el comportamiento de la evolución del Tiempo medio que existe entre fallas - MTBF de la Línea de Interconexión de Sandía – Ananea, en el periodo de enero a diciembre del año 2020, que se puede entender también como el tiempo que promedio en que el sistema permanece operativo sin una interrupción, en las Tabla 3 y Figura 3 se denota que existen meses más críticos que otros llegando hasta solo tener 2532 minutos de seguridad en la continuidad de operación del sistema, siendo el mes más crítico también el mes de enero del 2020, seguidos por los meses de marzo y octubre en ese orden con 2577 y 2718 respectivamente, por el contrario el mejor desempeño es mostrado en el mes de diciembre con 22,176 minutos de continuidad de servicio o tiempo medio entre fallas.

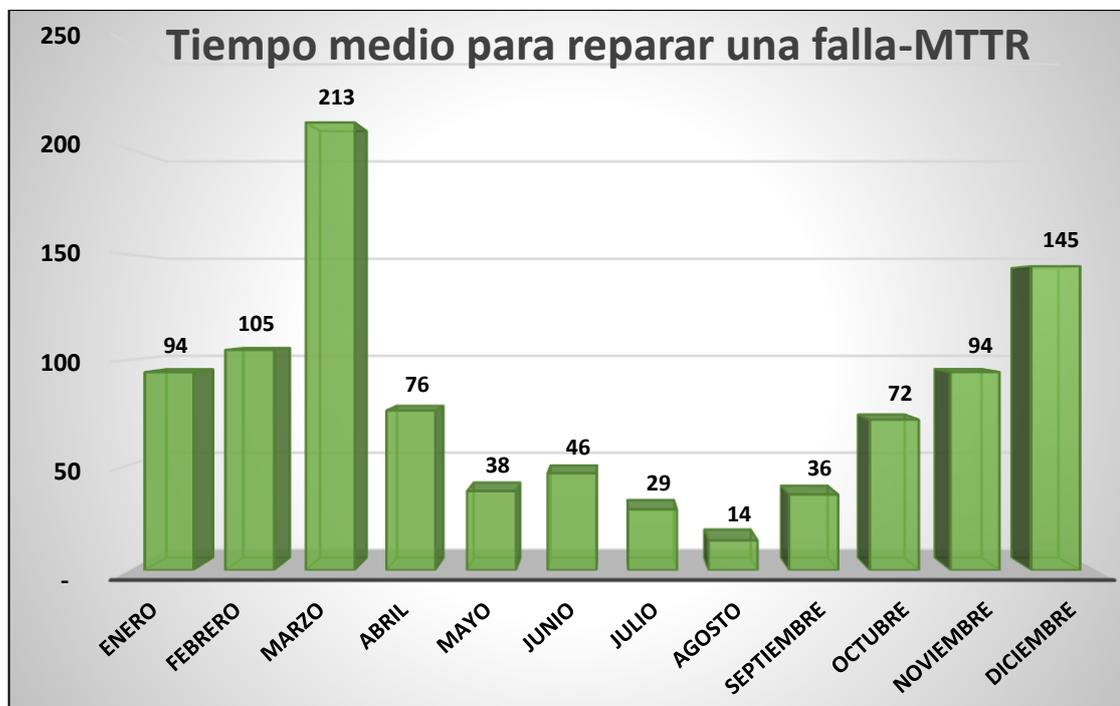
#### **4.1.3. Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair)**

Analizando otro indicador de confiabilidad conocido como el Tiempo medio para reparar una falla o MTTR por sus siglas en ingles Mean Time To Repair, los cuales se analizan también en base al número total de minutos disponibles de trabajo del sistema o Línea de Transmisión de Interconexión en 22.9 KV, entre las subestaciones de la Minicentral Hidroeléctrica de Chijisia y la Subestación de Transformación 60/22.9 KV en el Distrito de Ananea de la Provincia de San Antonio de Putina, siendo el análisis de éste indicador de confiabilidad como un medio de evaluación del desempeño de la línea cuyo análisis del número de minutos de cada mes de análisis, podemos ver que cuenta con los siguientes resultados:

**Tabla 4.** Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair) de la L.T. Sandía – Ananea, periodo enero – diciembre 2020

Ítem	Mes	Tiempo medio para reparar una falla MTTR (Minutos)	%
1	Enero	94	9.80%
2	Febrero	105	10.90%
3	Marzo	213	22.13%
4	Abril	76	7.90%
5	Mayo	38	3.91%
6	Junio	46	4.80%
7	Julio	29	3.01%
8	Agosto	14	1.48%
9	Septiembre	36	3.75%
10	Octubre	72	7.45%
11	Noviembre	94	9.81%
12	Diciembre	145	15.04%
<b>PROMEDIO</b>		<b>80</b>	<b>8.33%</b>

Fuente: ElectroPuno S.A.A. - 2021



**Figura 4.** Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair) - MTTR de la L.T. Sandía – Ananea, enero – diciembre 2020

Fuente: ElectroPuno S.A.A. – 2021

Según la Tabla 4 y Figura 4 sobre el indicador de Tiempo medio para reparar una falla - MTTR de la L.T. Sandia – Ananea, para evaluar la confiabilidad, que se entiende como el tiempo que promedio en que la empresa o administrador del sistema logra poner en servicio al sistema, donde se denota que existen meses donde la demora fue más críticos que otros, llegando hasta demorar 213 minutos en promedio para su reparación, siendo el mes más crítico también el mes de marzo del 2020, seguidos por los meses de diciembre a pesar de tenerse un mínimo número de interrupciones y febrero con una demora promedio de reparación de 105 minutos, por el contrario el mejor desempeño es mostrado en el mes de agosto con 14 minutos de demora en promedio en la reparación del servicio.

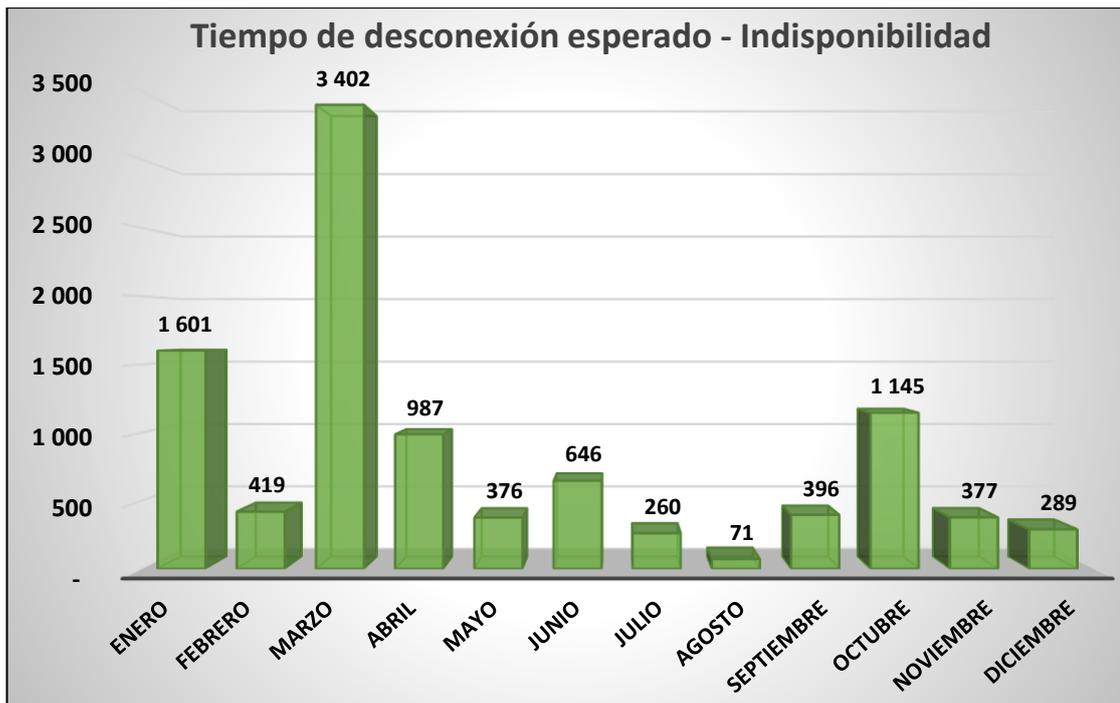
#### 4.1.4. Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U)”

Sobre el análisis y presentación que se muestra como el comportamiento longitudinal de la operatividad de la Líneas de Interconexión se tiene lo siguiente:

**Tabla 5.** Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020

Ítem	Mes	Tiempo de desconexión esperado o Indisponibilidad	%
1	Enero	1 601	16.06%
2	Febrero	419	4.20%
3	Marzo	3 402	34.13%
4	Abril	987	9.90%
5	Mayo	376	3.77%
6	Junio	646	6.48%
7	Julio	260	2.61%
8	Agosto	71	0.71%
9	Septiembre	396	3.97%
10	Octubre	1 145	11.49%
11	Noviembre	377	3.78%
12	Diciembre	289	2.90%
<b>PROMEDIO</b>		<b>831</b>	<b>8.33%</b>

**Fuente:** ElectroPuno S.A.A. – 2021



**Figura 5.** Tiempo de desconexión esperado o Indisponibilidad (U) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020

**Fuente:** ElectroPuno S.A.A. - 2021

De lo presentado en la Tabla 5 y Figura 5, sobre el indicador de Tiempo de desconexión esperado o Indisponibilidad de la L.T. Sandia – Ananea, para evaluar la confiabilidad, que se entiende como la indisponibilidad total de servicio durante un periodo, representa la cantidad de horas interrumpidas, y se define en función de los parámetros anteriores, el tiempo total de desconexión esperada en el periodo mensual en que la empresa administradora del sistema prevé poner en servicio al sistema, donde se denota que existen meses donde el tiempo de desconexión demora fue más críticos que otros, llegando hasta demorar alcanzar hasta 3,402 minutos de indisponibilidad, siendo el mes más crítico también el mes de marzo del 2020, seguidos por los meses de enero y octubre con 1,601 y 1,145 respectivamente, contrariamente el mejor desempeño es mostrado en el mes de agosto con 71 minutos de indisponibilidad del servicio.



## **4.2. DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL SISTEMA DE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA**

En esta sección, organizamos los datos obtenidos mediante un diagnóstico integral de todo el recorrido de la línea de Interconexión de un recorrido de 105 km, con un total de 265 estructuras, los mismos que se encuentran en 02 regiones naturales muy marcadas en diferencias climáticas, los cuales están expuestas a diferentes realidades de problemática la más crítica es sobre gran parte del sistema son las descargas atmosféricas en zonas de gran altitud, desde la Subestación de la Minicentral Hidroeléctrica de Chijisia hasta la Subestación de Transformación ubicado en el Distrito de Ananea, sobre los indicadores de las Variables: Sistemas de Descargas atmosféricas, Sistemas de Puesta a Tierra y Estado físico de los Elementos de la L.T., teniéndose como principales indicadores Estado de los descargadores y accesorios, Estado del Sistema de Puesta a Tierra (Tratamiento, Estado de la Conexión, Conectores, Cajas de registro, Varilla), Estado de las Estructuras y crucetas, Aisladores y accesorios, así como el estado de los Conductores y accesorios. (Ver Anexo 3, Planilla del diagnóstico y Anexo 4, Panel Fotográfico)

### **4.2.1. Sistemas de descargas atmosféricas**

#### **Estado de los descargadores y accesorios**

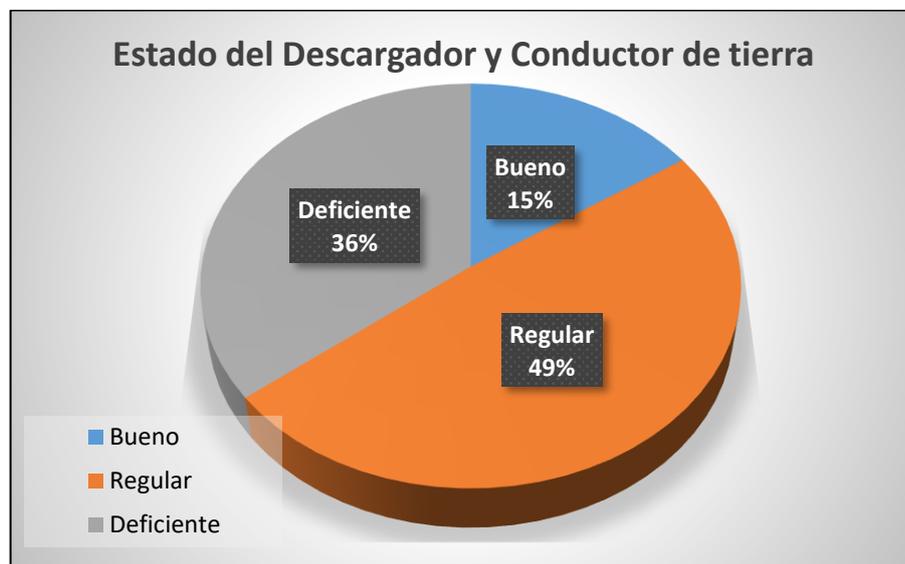
En el diagnóstico realizado en todo el recorrido de la línea de interconexión se verifico que el recorrido, las condiciones geográficas marcan 02 zonas de diferentes condiciones climáticas a razón a la altitud de la ubicación de las estructuras, de las 265 estructuras 179 se encuentran ubicadas en zonas con alto Nivel Isoceraunico por la altitud los cuales fueron instalados sistemas de protección contra descargas atmosféricas denominados como Descargadores cuyo resumen del reporte del diagnóstico, resultado lo siguiente:

**Tabla 6.** Estado de los descargadores y conductores a la Puesta a tierra

Ítem	Estado	Descargador y Conductor de tierra		
		Cant.	%	% Acumulado
1	Bueno	28	15.56	15.56
2	Regular	88	48.89	64.45
3	Deficiente	64	35.56	100.00
<b>TOTAL</b>		<b>180</b>	<b>100.00</b>	

**Fuente:** Diagnóstico de campo

De la tabla podemos mostrar gráficamente para mejor análisis de los resultados en la figura siguiente:



**Figura 6.** Estado de los descargadores y conductores a la Puesta a tierra

**Fuente:** Diagnóstico de campo

De la Tabla y Figura 6 donde se presenta un resumen y representación del estado físico de los descargadores y sus respectivos accesorios incluidos el conductor de bajada y conexión a la puesta a tierra del diagnóstico indica que un 35.56% de los equipos de un total de 180 sistemas de descarga se encuentra en deficiente o en situación inoperativa ya sea el descargador o el estados solo de la conexión del conductor de los cargadores y en estado regular estado un 49.89% y sólo un 15.56% en buenas condiciones siendo un bajo porcentaje de los sistemas de descargadores.

#### 4.2.2. Sistemas de puesta a tierra

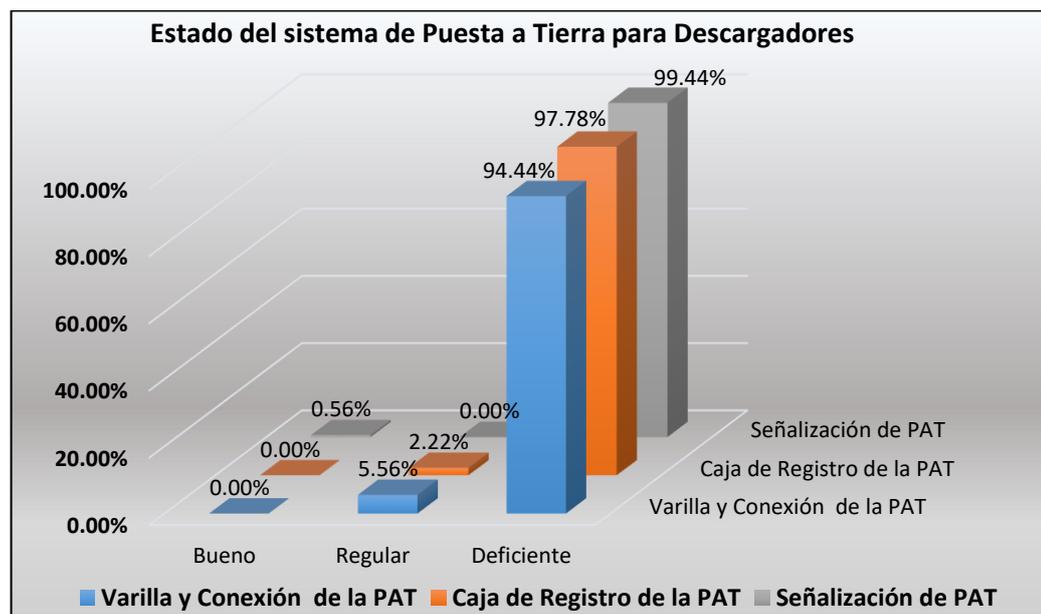
##### Estado del sistema de puesta a tierra (Materiales, Tratamiento y Conexión)

Según la información sistematizada y presentada en el Anexo 2. Donde se puede visualizar el Indicador como el Estado del Sistema de Puesta a Tierra de la Línea de Interconexión, mostrado en la siguiente tabla:

**Tabla 7.** Estado del Sistema de Puesta a Tierra de la Línea de Interconexión

Ítem	Estado	Varilla y Conexión de la PAT		Caja de Registro de la PAT		Señalización de PAT		Promedio %
		Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	
1	Bueno	0	0.00	0	0.00	1	0.56	0.19
2	Regular	10	5.56	4	2.22	0	0.00	2.59
3	Deficiente	170	94.44	176	97.78	179	99.44	97.22
<b>TOTAL</b>		<b>180</b>	<b>100.0</b>	<b>180</b>	<b>100.0</b>	<b>180</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

**Fuente:** Diagnóstico de campo



**Figura 7.** Estado del Sistema de Puesta a Tierra de la Línea de Interconexión

**Fuente:** Diagnóstico de campo

En la información mostrada, se puede observar la sistematización de los datos de las Deficiencias registradas en el diagnóstico realizado sobre el estado de los sistemas de puesta a tierra de la línea de transmisión e interconexión de la S.E. Chijisia Sandía a la Subestación de Ananea, podemos decir que según la Tabla 7 y la Figura 7, dónde se

muestran los resultados del diagnóstico, se evidencia que en la inspección de la varilla y su respectiva conexión de la puesta a tierra se ha verificado la ausencia o deficiencia de un 94.44% de este componente, sobre la caja de registro más aún que el 97.78% no cuentan o se encuentran en estado deficiente y si se habla de la señalización el 99.44% que es casi la totalidad no cuentan con la señalización de la puesta a tierra, haciendo un promedio de los resultados de estos elementos se tiene que 97.22% se encuentran en estado deficiente, lo que hace fácilmente concluir de que el principal problema de funcionamiento de la protección contra descargas atmosféricas es el estado de los sistemas de puesta a tierra para la Línea de Transmisión e Interconexión de Sandía a la Subestación de Ananea

#### 4.2.3. Estado físico de la línea de transmisión de interconexión

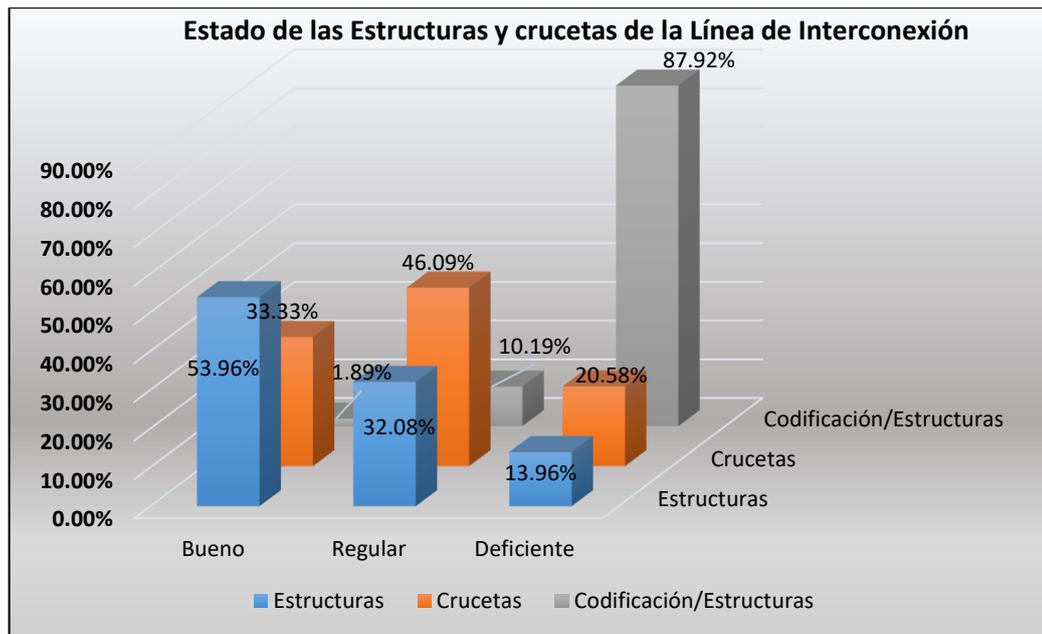
##### Estado de las estructuras

Para tener una completa referencia sobre el estado físico de la Línea de Transmisión en evaluación, tenemos que efectuar una evaluación también de los principales elementos de la línea, para el mismo se tienen los siguientes datos de diagnóstico:

**Tabla 8.** Estado de las Estructuras de la Línea de Interconexión

Ítem	Estado	Estructuras		Crucetas		Codificación/Estruct.	
		Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%
1	Bueno	143	53.96%	81	33.33%	5	1.89%
2	Regular	85	32.08%	112	46.09%	27	10.19%
3	Deficiente	37	13.96%	50	20.58%	233	87.92%
<b>TOTAL</b>		<b>265</b>	<b>100.00%</b>	<b>243</b>	<b>100.00%</b>	<b>265</b>	<b>100.00%</b>

**Fuente:** Diagnóstico de campo



**Figura 8.** Estado de las Estructuras de la Línea de Interconexión

**Fuente:** Diagnóstico de campo

Según los resultados de la Tabla 8 y la Figura 8, Sobre sobre el estado las estructuras, crucetas y respectiva codificación de las estructuras, podemos manifestar, qué para el caso de las del estado de las estructuras un 13.96% de éstas se encuentran en estado deficiente, un 32.08% en estado regular y un 53.96% en ese estado en estado aceptable o bueno, Para el caso de las crucetas como elemento de separación de conductores un 20.58% de éstas se encuentran en estado deficiente y un 46.09% en estado regular y solo el 33.33% en buen estado, en el caso de la codificación de estructuras un 87.92% no cuentan o tienen una deficiente codificación de estructuras un 10.19% en estado regular y solo el 1.89% con una correcta codificación.

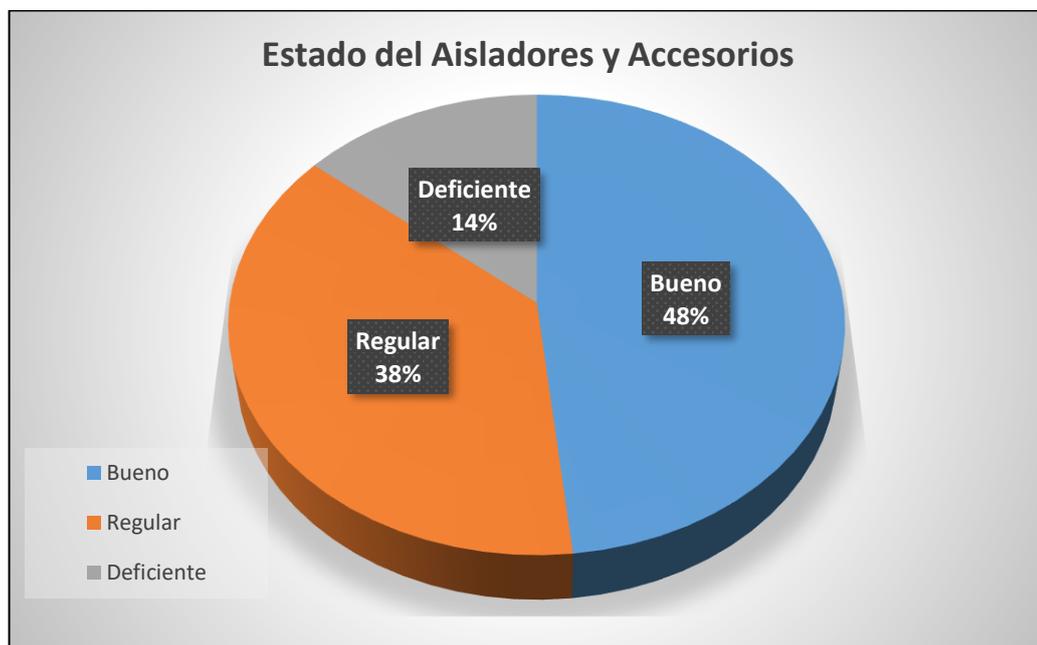
### **Aisladores y accesorios**

Los aisladores y sus respectivos accesorios también son elementos para tener una completa referencia sobre el estado físico de la Línea de Transmisión en evaluación, para el mismo se tienen los siguientes datos de diagnóstico:

**Tabla 9.** Estado de los Aisladores y accesorios de la Línea de Interconexión

Ítem	Estado	Aisladores y Accesorios		
		Cant.	%	% Acumulado
1	Bueno	128	48.30%	48.30%
2	Regular	100	37.74%	86.04%
3	Deficiente	37	13.96%	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>265</b>	<b>100.00%</b>	

**Fuente:** Diagnóstico de campo



**Figura 9.** Estado de los Aisladores y accesorios de la Línea de Interconexión

**Fuente:** Diagnóstico de campo

Según los resultados de la Tabla 9 y la Figura 9, como resultado del diagnóstico, para los aisladores y sus respectivos accesorios, que fueron instalados en cada una de las estructuras de la línea de transmisión de interconexión entre la subestación de Chijisia y Sandía a la Subestación del distrito de Ananea, el 13.96% de estructuras presentaron casos con deficiente estado de los aisladores y accesorios un 34.74% en estado regular y el 48.30% en buen estado.

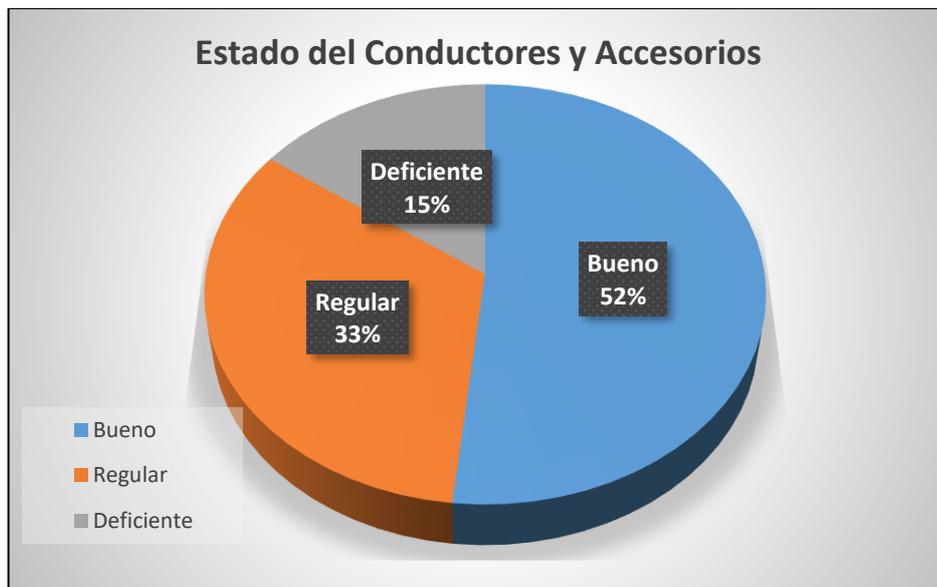
## Conductores y accesorios

No puede dejarse de verificar el estado físico de los conductores y sus accesorios de la Línea de Transmisión en evaluación, del diagnóstico de campo se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 10.** Estado de los Conductores y accesorios de la Línea de Interconexión

Ítem	Estado	Conductores y Accesorios		
		Cant.	%	% Acumulado
1	Bueno	137	51.70%	51.70%
2	Regular	88	33.21%	84.91%
3	Deficiente	40	15.09%	100.00%
<b>TOTAL</b>		<b>265</b>	<b>100.00%</b>	

**Fuente:** Diagnóstico de campo



**Figura 10.** Estado de los Conductores y accesorios de la Línea de Interconexión

**Fuente:** Diagnóstico de campo

Según la tabla 10 y figura 10 resultados del diagnóstico de campo, cada uno de los vanos que fueron verificados, sobre el estado de los conductores y sus respectivos accesorios de la línea de transmisión de interconexión, se tiene un 15.09% de los vanos se encuentran en un estado deficiente, un 33.21% en estado regular y el 51.70% en estado

bueno aspectos importantes que se observaron las distancias de seguridad de los vanos acercamiento entre fases entre otros

### 4.3. DESEMPEÑO DEL SISTEMA OPTIMIZADO DE CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

#### 4.3.1. Tasa de falla mensual ( $\lambda$ )

La proyección de las nuevas Tasas de Falla mensual considerando superados y optimizados los sistemas contra descargas atmosféricas, que en concreto representan la rehabilitación de los descargadores y los sistemas de puesta a tierra que según el diagnóstico realizado fueron muy críticos, la determinación de los índices de optimización se muestra a continuación:

**Tabla 11.** Optimización de la Tasa de falla Mensual por eliminación de Fallas por descargas Atmosféricas, L.T. Sandía – Ananea, enero – diciembre 2020

Item	Mes	Tasa de Falla por mes	Tasa de Falla por mes Optimizado	%
1	Enero	17	15	11.76%
2	Febrero	4	4	0.00%
3	Marzo	16	7	56.25%
4	Abril	13	11	15.38%
5	Mayo	10	7	30.00%
6	Junio	14	14	0.00%
7	Julio	9	9	0.00%
8	Agosto	5	5	0.00%
9	Septiembre	11	11	0.00%
10	Octubre	16	15	6.25%
11	Noviembre	4	3	25.00%
12	Diciembre	2	1	50.00%
<b>TOTAL</b>		<b>121</b>	<b>102</b>	<b>15.70%</b>

Fuente: ElectroPuno S.A.A. - 2021



**Figura 11.** Optimización de la Tasa de Falla Mensual L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020

**Fuente:** ElectroPuno S.A.A. - 2021

De la tabla 11 y la figura 11 podemos verificar, que realizada la optimización y mejoramiento del sistema de protección contra descargas atmosféricas de la Línea de Transmisión e Interconexión Sandia a Ananea, se ha tenido un mejoramiento en el indicador de tasa de falla mensual en los meses de enero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre, siendo el más importante en el mejoramiento del indicador, el mes de marzo con un 56.25% de reducción de la tasa de falla seguido del mes de diciembre con un 50%, teniéndose que considerar que la optimización se dan en los meses con presencia de lluvias y descargas atmosféricas contrariamente cuando están ausentes.

#### 4.3.2. Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures)

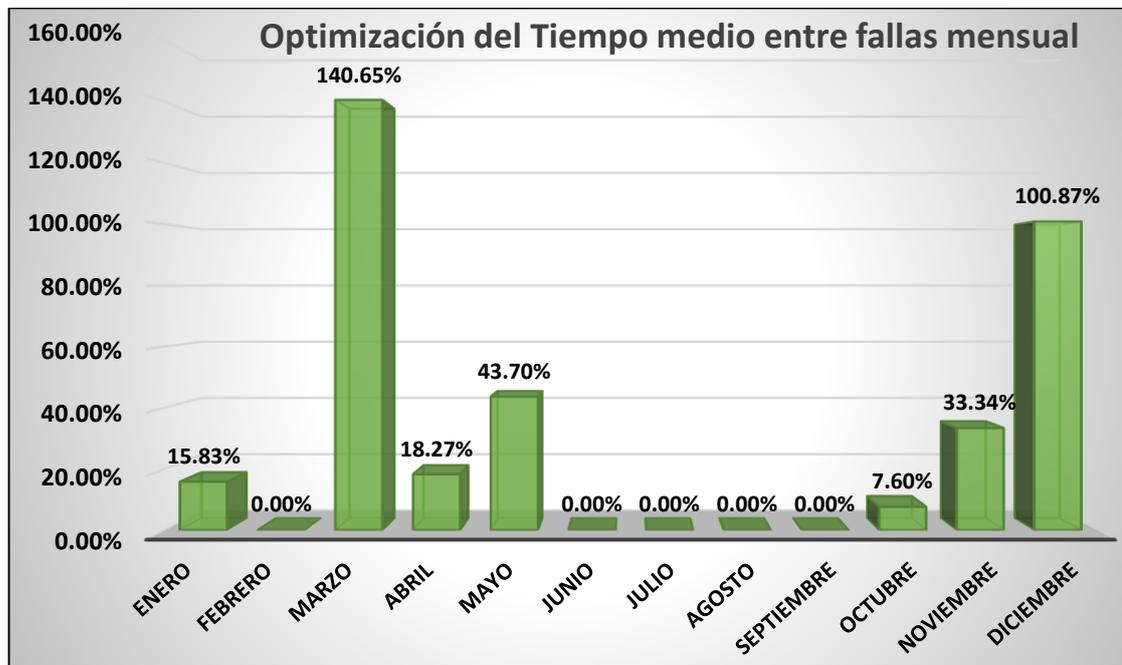
Proyectando bajo el mismo esquema, con la consideración de haber realizado un trabajo de optimización y mejoramiento del sistema de protección contra descargas atmosféricas de la Línea de Transmisión e Interconexión Sandia a Ananea, el indicador

de confiabilidad, Tiempo medio entre fallas, los cuales se evalúan en base al número total de minutos disponibles de trabajo del sistema, la determinación de los índices optimizados se muestra a continuación:

**Tabla 12.** Optimización del Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020

Item	Mes	MTBF (min)	MTBF Optimizado (min)	%
1	Enero	2 532	2 932	15.83%
2	Febrero	10 335	10 335	0.00%
3	Marzo	2 577	6 202	140.65%
4	Abril	3 247	3 840	18.27%
5	Mayo	4 426	6 361	43.70%
6	Junio	3 040	3 040	0.00%
7	Julio	4 931	4 931	0.00%
8	Agosto	8 914	8 914	0.00%
9	Septiembre	3 891	3 891	0.00%
10	Octubre	2 718	2 925	7.60%
11	Noviembre	10 706	14 275	33.34%
12	Diciembre	22 176	44 544	100.87%
<b>TOTAL</b>		<b>79 493</b>	<b>112 192</b>	<b>41.13%</b>

Fuente: ElectroPuno S.A.A. - 2021



**Figura 12.** Optimización del Tiempo medio entre fallas (Mean Time Between Failures) de la L.T. Sandia – Ananea, periodo enero – diciembre 2020

Fuente: ElectroPuno S.A.A. – 2021

De la Tabla 12 y Figura 12, evaluado el indicador de Tiempo Medio entre Fallas del sistema en mención, siempre considerando para este cálculo, la realización del mejoramiento y optimización del sistema de protección contra descargas atmosféricas, se tiene que el mes con mejor índice de optimización corresponde a marzo llegando inclusive a incrementarse el tiempo entre fallas de 2,577 a 6,202, que asciende a un incremento del 140.65%, muy importante mejoramiento, seguido del mes de diciembre con un tiempo medio entre fallas mejorado de 22176 a 44544 minutos correspondiendo incremento u optimización del 100.87%.

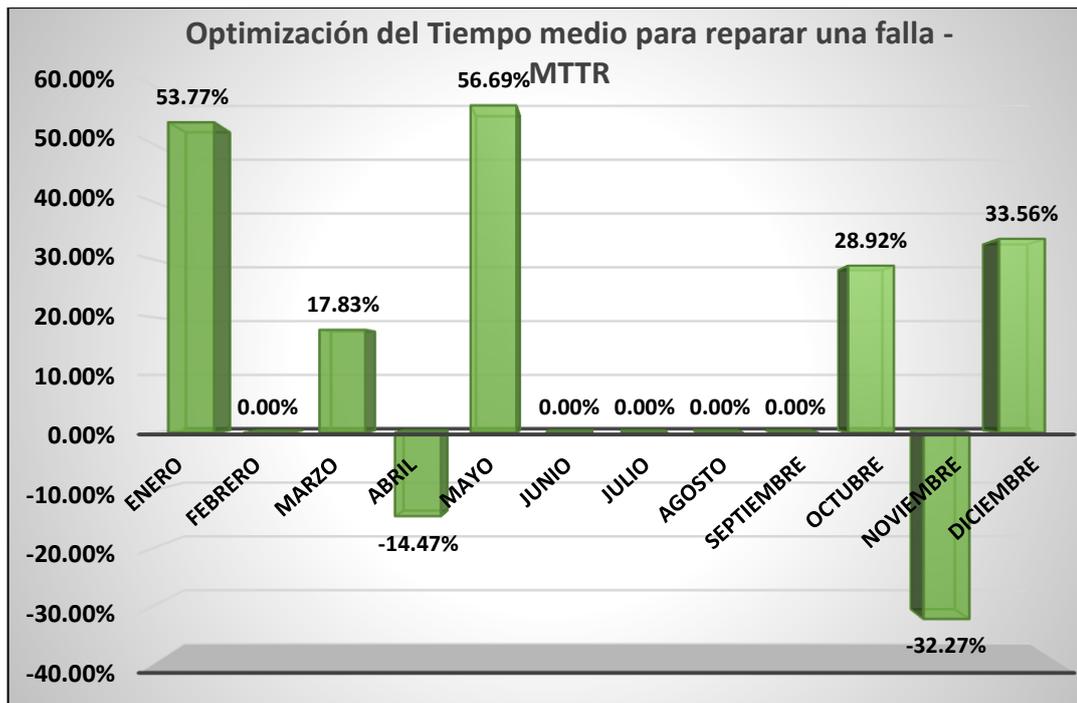
#### 4.3.3. Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair)

Similarmente para evaluar el indicador del Tiempo medio para reparar una falla o MTTR de la Línea de Transmisión en 22.9 KV, entre las subestaciones de la Minicentral Hidroeléctrica de Chijisia y la Subestación de Transformación 60/22.9 KV del Distrito de Ananea de la Provincia de San Antonio de Putina, también tomando en cuenta la optimización de las instalaciones en cuanto a los sistemas de protección contra descargas atmosféricas, se presenta los resultados siguientes:

**Tabla 13.** Optimización del Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020

Item	Mes	MTTR (min)	MTTR Optimizado (min)	% Var.
1	Enero	94	44	53.77%
2	Febrero	105	105	0.00%
3	Marzo	213	175	17.83%
4	Abril	76	87	-14.47%
5	Mayo	38	16	56.69%
6	Junio	46	46	0.00%
7	Julio	29	29	0.00%
8	Agosto	14	14	0.00%
9	Septiembre	36	36	0.00%
10	Octubre	72	51	28.92%
11	Noviembre	94	125	-32.27%
12	Diciembre	145	96	33.56%
<b>TOTAL</b>		<b>961</b>	<b>823</b>	<b>14.33%</b>

Fuente: ElectroPuno S.A.A. - 2021



**Figura 13.** Optimización del Tiempo medio para reparar una falla (Mean Time To Repair) de la L.T. Sandía – Ananea, enero – diciembre 2020

**Fuente:** ElectroPuno S.A.A. – 2021

Según la Tabla 13 y Figura 13, que presenta la evaluación del tiempo medio para reparar una falla siempre considerando, cómo proyección de una optimización y/o mejoramiento del sistema de protección contra descargas atmosféricas, teniéndose en algunos meses significativamente favorables, así como también en algunos meses los promedios de reparación no tan favorables, considerados como mejora en el desempeño u optimización, se tuvo el mes de mayo con una mejora del 56.69%, seguido del mes de enero con un mejoramiento del 53.77%, ambos respecto a los indicadores presentados antes de la optimización del sistema, el tercer mes que mejoró el desempeño, fue el mes de diciembre, con mejoramiento del 33.56% respecto a las condiciones de desempeño sin optimización de la Línea de Transmisión en estudio, contrariamente los meses de noviembre y abril se presentaron los indicadores de tiempo promedio de reparación mayores representando los resultados negativos para la optimización.

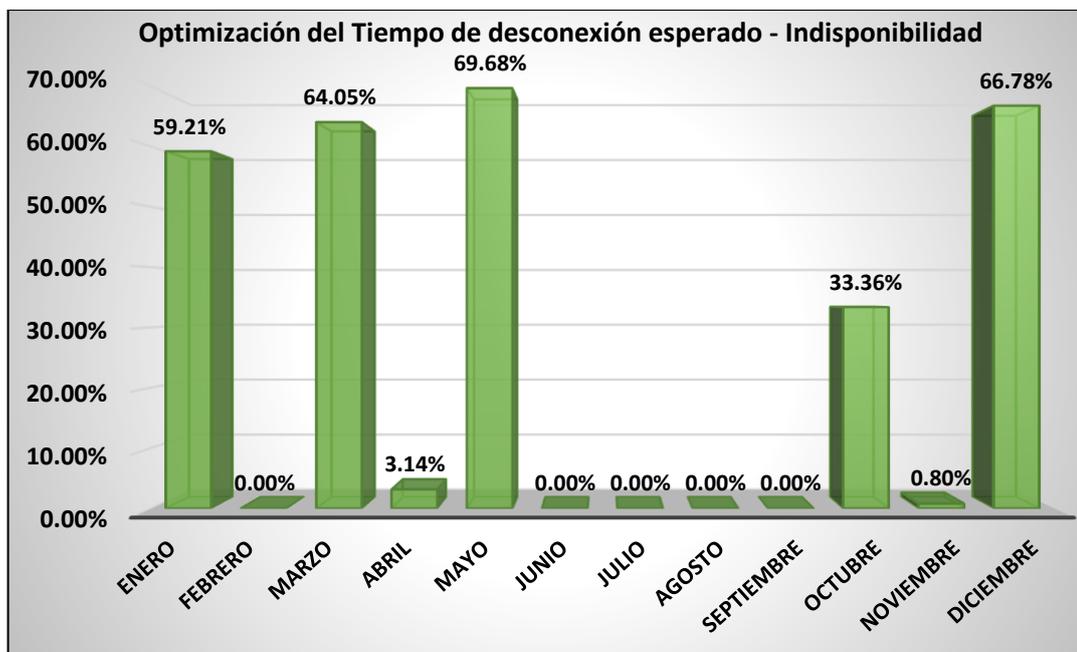
#### 4.3.4. Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U)

Sobre el análisis de la optimización del tiempo de conexión esperado o Indisponibilidad, se muestra la proyección del comportamiento longitudinal del indicador mencionado de la Líneas de Transmisión e Interconexión como sigue:

**Tabla 14.** Optimización del Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020

Ítem	Mes	Indisponibilidad (min)	Indisponibilidad Optimizado (min)	% Var.
1	Enero	1 601	653	59.21%
2	Febrero	419	419	0.00%
3	Marzo	3 402	1 223	64.05%
4	Abril	987	956	3.14%
5	Mayo	376	114	69.68%
6	Junio	646	646	0.00%
7	Julio	260	260	0.00%
8	Agosto	71	71	0.00%
9	Septiembre	396	396	0.00%
10	Octubre	1 145	763	33.36%
11	Noviembre	377	374	0.80%
12	Diciembre	289	96	66.78%
<b>TOTAL</b>		<b>9 969</b>	<b>5 971</b>	<b>40.10%</b>

Fuente: ElectroPuno S.A.A. - 2021



**Figura 14.** Optimización del Tiempo de desconexión esperado o “Indisponibilidad (U) de la L.T. Sandia – Ananea, enero – diciembre 2020

Fuente: ElectroPuno S.A.A. - 2021



De lo presentado en la Tabla 14 y Figura 14, sobre la indisponibilidad o tiempo de desconexión del sistema optimizado o recurrido a la puesta en operatividad optima de la línea de trasmisión en 22.9 kV, los meses con mejor optimización o con indicadores de notable mejoría, son los meses en orden de importancia: mayo, diciembre, marzo y enero, mejorando según el mismo orden en 69.68%, 66.78%, 64.05% y 59.21% respectivamente.

#### **4.3.5. Discusión**

Los indicadores de confiabilidad para el presente estudio presentan tasas de fallas mensuales, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar una falla e indisponibilidad como indicadores de confiabilidad de la Línea de Interconexión Sandia - Ananea, sus valores muy deficientes, no cumpliendo los estándares de confiabilidad del sistema, de la misma forma en el estudio de Cuevas (2018) concluye en su informe de tesis que los resultados obtenidos la instalación y puestos operativos los Apartarrayos de línea disminuyen la probabilidad de falla de la línea por eventos atmosféricos, ambos resultados coinciden que el tener en buenas condiciones el sistema de protección esto reflejara en los indicadores de confiabilidad del sistema.

Sobre los resultados del diagnóstico de la línea de transmisión e interconexión de la Minicentral de Chijisía a la Subestación de Ananea, similarmente podemos ver los resultados de otro estudio en la región Puno específicamente el diagnóstico del Sistema Eléctrico Macusani, realizado en el trabajo de investigación realizado por Maque (2017) que nos permite encontrar el estado en que se encuentran las instalaciones: en la línea primaria con resultados también de malas condiciones con postes deterioradas en un 95%, sus cables de guarda y puestas a tierra en mal estado en un 80%, DMS y flechado en red primaria y secundarias encontramos en un 85% en mal estado, las cargas no están balanceados los cuales generan las fallas imprevistas, lo cual nos hace entender que en general en la región Puno no cuenta con una adecuada gestión del mantenimiento siendo



un común denominador el mal estado de las instalaciones de la misma naturaleza, lo que hace concluir que no existe también una adecuada supervisión de las redes de distribución a nivel regional.



## V. CONCLUSIONES

**Primero.-** Los indicadores de confiabilidad como tasas de fallas mensuales, tiempo medio entre fallas, tiempo medio para reparar una falla e indisponibilidad de la Línea de Interconexión Sandia - Ananea, presentan valores muy deficientes en cuanto a la situación del periodo de análisis, evaluados teniéndose como referente el tiempo promedio de reparación siendo para éste tipo de sistema el de 4 minutos como máximo, no cumpliendo los estándares de confiabilidad del sistema.

**Segundo.-** Del diagnóstico de la línea de transmisión de Chijisia - Ananea se concluye, que los elementos principales que componen el sistema de protección contra descargas atmosféricas se encuentran en gran porcentaje o cercanos a la totalidad, en deficientes condiciones operativas, tanto los descargadores como sus sistemas de puesta a tierra correspondientes, los mismos que dejan desprotegidos al sistema en caso de presencia de las descargas atmosféricas, así mismo el estado crítico de muchos de los componentes como: estructuras, crucetas, aisladores, retenidas, entre otros elementos que requieren la intervención del personal de mantenimiento de manera urgente.

**Tercero.-** Evaluados los indicadores bajo condiciones de optimización y puestos operativos los sistemas de protección contra descargas atmosféricas, estos indicadores muestran una mejora considerable en el caso más relevante se encuentra el indicador de indisponibilidad que mejora significativamente en su desempeño, así como el resto de indicadores de confiabilidad.



## VI. RECOMENDACIONES

**Primero.-** Una estimación de los indicadores de confiabilidad que reflejan el desempeño de un sistema eléctrico, tener un conocimiento detallado de las condiciones son una herramienta imprescindible para determinar la raíz de cualquier situación, a lo evaluado queda pendiente mayor análisis en sus demás indicadores para futuras investigaciones, en las cuales se recomienda seguir profundizando, con nuevas metodologías de investigación en el tema.

**Segundo.-** En materia de calidad de suministro, sería saludable mantener el ritmo de crecimiento en la supervisión del servicio, planteándose un proceso periódico participativo, que garanticen la objetividad de sus resultados por parte de la empresa a cargo de la administración.

**Tercero.-** El organismo encargado de la Fiscalización, Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), es necesario realice un mejor manejo y presentación de las diferentes variables de Calidad y Servicio de manera pública la que haga posible con fines de cuidado de imagen como un aliciente para mejorar los indicadores de las empresas concesionarias, los cuales ayudarán a una mejor muestra de transparencia en su gestión.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aquino, S. (2018). *Aplicacion de una Metodologia de Reconfiguracion de Redes de Distribucion para Reducir Perdidas Resistivas en la Linea*. Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.
- Baeza, R., Rodriguez, P. J., & Hernandez, S. J. L. (2003). Evaluacion de confiabilidad de sistemas de distribucion electrica en desregulacion. *Revista Facultad de Ingeniería, U.T.A, 11(1)*, 33–39. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-13372003000100005>
- Bernardo, G. Y. R. (2019). *Modelo de mejora de la gestión del proceso de atención de interrupciones de suministro eléctrico en el alimentador de Chupaca, 2018* [Universidad Nacional del Centro del Perú].  
[https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5911/T010\\_72406908\\_T.pdf?sequence=1](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/5911/T010_72406908_T.pdf?sequence=1)
- Campos, E. M., & Obregon, J. A. (2014). *Analizis y Diseño de Aisladores en Lineas Aereas de Alta Tension*. Universidad Nacional del Santa.
- Carrión, G. J. E., Orellana, V. D. V., Carrión, G. M. del C., Vega, L. A. F., Cuenca, T. J. C., & Carvajal, P. R. N. (2019). *Fiabilidad de redes eléctricas* (EDILOJA Cía. Ltda (ed.)). Universidad Nacional de Loja.
- Castellanos, M. A. (2012). *Desarrollo de Procedimiento para Maniobras de Mantenimiento en Vivo en Lineas de Transmisión en 230 KV en ETCEE - INDE*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Cervantes, J. R. (2000). *Proteccion en Sistemas Electricos*. Universidad Autonoma de Nuevo Leon.



- Cervantes, R. (2014). Metodología de Medición de Calidad de Energía Eléctrica en Base a Normas Nacionales e Internacionales para la Universidad de la Costa - CUC [Universidad de la Costa CUC]. In *Universidad de la Costa CUC*.  
[https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/900/Yield evaluation of sweet corn.pdf?sequence=1](https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/900/Yield%20evaluation%20of%20sweet%20corn.pdf?sequence=1)
- Cesti, S. (2020). *Propuesta de Implementacion de Equipo RPA para Mejorar la Productividad de Unspeccion de una Linea de Transmision Electrica en Alta Tension*. Universidad Ricardo Palma.
- Contreras, Y. M. A., & Jara, R. M. A. (2017). Actualidad en índices de confiabilidad de sistema y cliente, a nivel nacional e internacional en el área de sistemas eléctricos de distribución. In *Facultad de Ingeniería* (Issue abril 2017). Universidad del BíoBío.
- Cuevas, A. M. J. (2018). *Selección y Ubicación de Apartarrayos en Lineas de 22.9 KV, para Altitudes Mayores a 4000 m.s.n.m., en Proyecto Minero San Gabriel* [Universidad Nacional San Agustín de Arequipa].  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8679>
- Daza, R., Gomez, J., & Peña, Y. (2012). Diseño del Sistema de Puesta a Tierra de la Universidad de la Costa Aplicando las reglamentaciones vigentes. In *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. Universidad de la Costa.
- Espinoza, S. N. M., & Beltrán, P. J. J. (2016). *Mejoramiento del sistema eléctrico de la ciudad de Puerto Maldonado en media tensión* [Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].  
[http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/2240/253T20160065\\_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/2240/253T20160065_TC.pdf?sequence=3&isAllowed=y)



- Esteba, V. J. V., & Condori, T. W. U. (2018). *Análisis, Optimización y Evaluación de la Coordinación de Protección Contra Descargas de Origen Atmosférico y Fallas a Tierra en el Alimentador 3003 del Servicio Eléctrico Ananea* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7433>
- Ghildo, O., & Luis, Q. (2021). *Evaluación de las Modalidades de Hurto de Energía Eléctrica en Suministros de Baja Tensión para la Reducción de Pérdidas no Técnicas en la Provincia de Andahuaylas*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cuzco.
- Gómez-Ramírez, G. A. (2016). Evolución y tendencias de índices de confiabilidad en sistemas eléctricos de potencia. *Revista Tecnología En Marcha*, 29(2), 3–13.
- Hermoso, C. J. R. (2012). *Modelado y estudio del líder descendente negativo en una descarga eléctrica atmosférica y su influencia en la localización del punto de impacto del rayo* [Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://www.tesisenred.net/handle/10803/101398#page=1>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, L. P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6th ed.). McGraw-Hill.
- Holguin, M., & Gomez, C. D. (2010). *Análisis de Calidad de Energía Eléctrica en el “Nuevo Campus” de la Universidad Politécnica Salesiana* [Universidad Politécnica Salesiana, Sede – Guayaquil]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2110/13/UPS-GT000145.pdf>
- Huatuco, R. C. A. (2010). *Incremento de la Confiabilidad en Sistemas Eléctricos de 22.9/13.2 KV Mediante Aislamiento De Líneas* [Universidad Nacional de Ingeniería]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/3595>
- Huayta, P. M. (2019). *Propuestas para Mejorar la Calidad de Energía del Sistema*



Eléctrico en Media Tensión de la Ciudad de Huancayo, Departamento de Junín.

*Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado, 74.*

Lazo, J. F., & Velez, N. A. (2016). *Estudio Para la Implementación de Pararrayos en Sistemas de Distribución de Media Tensión*. Universidad Pokitecnica Salesiana.

Mamani, C. (2020). *Mejoramiento del Diseño Electrico de la Linea de Transmision en 138 KV Socabaya Parque Industrial*. Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa.

Mamani, C. P. D. (2018). *Coordinación de Aislamiento y Análisis de Sobretensiones Transitorias Atmosféricas para Líneas Aéreas de Media Tensión de 22.9kv - Chumbivilcas* [Universidad Nacional del Altiplano].

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7513>

Maque, T. R. S. (2017). *Análisis, diagnóstico y propuesta de mejora de calidad de servicio a causa de fallas imprevistas en el suministro eléctrico en el distrito de Macusani-Carabaya* [Universidad Nacional del Altiplano].

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4969>

Medina, N. V. (2020). *Introducción a las líneas de transmision* (E. G. Compás (ed.)).

Código Nacional de Electricidad Suministro, 323 (201 C.E.).

<http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/05/RM-214-2011-MEM-DM.pdf>

MIET, M. de I. E. y T. E. (2016). *Criterios de funcionamiento y seguridad para la operación del sistema eléctrico*. Boletín Oficial del Estado.

Morales, B. C. (2011). *Límites de Confiabilidad en Sistemas Eléctricos de Distribución : Un enfoque Técnico - Económico* [Universidad de Concepción]. In *Universidad de Concepción*. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/882>



- Mosquera, A. G. A. (2015). Optimización de proyectos de mantenimiento de redes de distribución eléctrica basado en el riesgo de la ocurrencia de fallas de sus equipos. In *Universidad De Cuenca Facultad De Ingeniería* (Vol. 1). Universidad de Cuenca.
- Muñoz, S. J. A. (2018). *Evaluación Técnica y Económica de la Instalación de Señalizadores de Fallas para Incrementar los Indicadores de Confiabilidad en una Red de Distribución en Media Tensión* [Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].  
[https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1446/1/TL\\_MuñozSaucedoJorge.pdf](https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1446/1/TL_MuñozSaucedoJorge.pdf)
- Ortiz, T. R. H. (2006). *Evaluación de la Calidad de la Potencia Eléctrica (CPE) ante eventos de Corta Duración en un Sistema de Distribución* [Universidad Pontificia Bolivariana]. [https://www.grupo-epm.com/site/Portals/1/biblioteca\\_epm\\_virtual/tesis/evaluacion\\_calidad\\_potencia\\_electrica.pdf](https://www.grupo-epm.com/site/Portals/1/biblioteca_epm_virtual/tesis/evaluacion_calidad_potencia_electrica.pdf)
- Osinergmin, O. S. de la I. en E. y M. (2018). *Mejores prácticas para el análisis y supervisión de interrupciones en redes eléctricas de distribución primaria* (D. de S. R. Osinergmin (ed.)). Osinergmin.  
[https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/electricidad/Documentos/Publicaciones/Mejores-practicas-analisis-supervision-interrupciones-redes-electricas.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/electricidad/Documentos/Publicaciones/Mejores-practicas-analisis-supervision-interrupciones-redes-electricas.pdf)
- Perez, C. J. L. (2019). *Mejoramiento del Diseño de Protección Contra Eventos Atmosféricos de una Línea de Transmisión en 10kv para la Unidad Minera Tambomayo a más de 4500 m.s.n.m.* [Universidad Nacional de San Agustín de



- Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9245>
- Piñeros, V. L. C., & Castaño, A. D. A. (2003). Estudio de Confiabilidad del Sistema de Distribucion de Pereira Usando el Metodo de Simulacion de Monte Carlo. *Records Management Journal*, 1(2), 19.
- Portugal, S. Y. R. H. E. (2019). *Analisis de la solucion técnica - económica por impacto negativo de la salida fuera de servicio por descargas atmosfericas de una linea electrica aerea en 22.9 kV* [Universidad Nacional San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/9724>
- Quintero, M. D. (2006). Elementos de la confiabilidad del sistema de distribución de energía eléctrica en la zona metropolitana de la ciudad de México. *Biblioteca Jurídica Virtual UNAM*, 189–195.
- Quispe, P. A. H. (2008). *Problemática en las instalaciones de los sistemas de puesta a tierra en redes de distribución* [Universidad Nacional de Ingeniería]. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10280>
- Ramirez Castaño, S. (2014). Protección de Sistemas Eléctricos. In Universidad Nacional de Colombia Manizales (Ed.), *Universidad Nacional de Colombia - Manizales: Vol. Primera Ed* (Primera Ed).
- Ramos, I. T. A. (2020). *Disminución de Interrupciones y Minimización de Zonas de Corte en una Empresa Concesionaria de Electricidad Mediante la Implementación de una Metodología para la ejecución de trabajos con tensión en Líneas de Media Tensión* [Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/12550/IErainta.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Razo Miranda, A. (2018). *Desarrollo de un algoritmo para el restablecimiento de redes*



*de distribución* (Issue Diciembre 2018). Instituto Politecnico Nacional.

Rubio, J. K. (2018). *Análisis Del Suministro De Energía Eléctrica De La Planta Procesadora De Limón Y Mango De Agroindustrias Aib – Motupe – Lambayeque En El Marco De La Norma Técnica De Calidad De Los Servicios Eléctricos*.  
Unversidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Ticse, E. D. S. (2020). *Análisis del sistema de protección para la optimización de la calidad de suministro del alimentador A4703 - Tarma* [Universidad Continental].  
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8693/4/IV\\_FIN\\_109\\_TI\\_Ticse\\_Estrella\\_2020.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8693/4/IV_FIN_109_TI_Ticse_Estrella_2020.pdf)

Trelles, O. W. V., & Soto, L. M. I. (2006). *Programa Digital para el Estudio y Simulación del Cálculo de Fallas por Apantallamiento y Flameo Inverso en Líneas de Transmisión* [Escuela Politécnica Nacional].  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2763>

Villanueva, M. J. (2017). *Gestion de Mantenimiento Basado en la Confiabilidad de las Redes del Sub Sistema de Distribucion Electrico 22.9/13.2 kV de San Gaban - Ollachea*. Universidad Nacional del Altiplano.

## ANEXOS

### Anexo 1. Registro de interrupciones del alimentador 7502 periodo enero – diciembre 2020

ITEM	MES	TIPO DE INTERRUPCION	ZONAS AFECTADAS O SUB ESTACIONES AFECTADAS	CODIGO DE INSTALAC.	FECHA Y HORA DE INICIO DE INTERRUPT.	FECHA Y HORA REPOSICION FINAL	TIEMPO DE INTERRUPCION	MOTIVO DE LA INTERRUPCION
1	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	02-Ene-2020 12:26	02-Ene-2020 12:29	00:03	Falla LT.60kv
2	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	02-Ene-2020 14:44	02-Ene-2020 15:03	00:19	Falla LT.60kv
3	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	03-Ene-2020 11:41	03-Ene-2020 11:57	00:16	Falla LT.60kv
4	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	04-Ene-2020 9:25	04-Ene-2020 14:05	04:40	Falla LT.60kv
5	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	09-Ene-2020 12:45	09-Ene-2020 12:51	00:06	Falla LT.60kv
6	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	12-Ene-2020 12:43	12-Ene-2020 15:16	02:33	Falla LT.60kv
7	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	13-Ene-2020 17:02	13-Ene-2020 17:24	00:22	Falla LT.60kv
8	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	17-Ene-2020 12:30	17-Ene-2020 12:58	00:28	Falla LT.60kv
9	Enero	No Programada	Sandia, Alto Inambari, Yanahuaya, San Juan del Oro, Yanamayo, Putina Punco.	7502	19-Ene-2020 15:15	19-Ene-2020 15:17	00:02	Falla LT.60kv
10	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	19-Ene-2020 15:15	19-Ene-2020 15:40	00:25	Falla LT.60kv
11	Enero	Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	21-Ene-2020 5:15	21-Ene-2020 5:55	00:40	Trabajos en la SSEE. De Azangaro (interconexión línea 220Kv.)
12	Enero	Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina y parte de ananea.	7502	21-Ene-2020 17:27	21-Ene-2020 17:30	00:03	Apertura de recloser de la salida 7502 para recepcionar el sistema.
13	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	25-Ene-2020 13:38	25-Ene-2020 13:50	00:12	Falla LT.60kv
14	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	28-Ene-2020 16:38	28-Ene-2020 20:55	04:17	Falla en Línea M.T. Descargas Atmosféricas - sector Cuyo cuyo.
15	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	29-Ene-2020 14:57	29-Ene-2020 15:08	00:11	Corte para recepcionar el sistema.
16	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	30-Ene-2020 11:45	30-Ene-2020 12:18	00:33	Falla LT.60kv
17	Enero	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	31-Ene-2020 23:10	01-Feb-2020 10:41	11:31	Interrupcion de la Fase "T", Descargas Atmosféricas - solo permanecio la fase "S" y "R" en servicio.
18	Febrero	No Programada	ALIMENTADOR 3003 ANANEA SANDIA	7502	04-Feb-2020 3:38	04-Feb-2020 8:09	04:31	APERTURA DE ALIMENTADOR POR FUERTES NEVADAS



ITEM	MES	TIPO DE INTERRUPCION	ZONAS AFECTADAS O SUB ESTACIONES AFECTADAS	CODIGO DE INSTALAC.	FECHA Y HORA DE INICIO DE INTERRUP.	FECHA Y HORA REPOSICION FINAL	TIEMPO DE INTERRUPCION	MOTIVO DE LA INTERRUPCION
19	Febrero	No Programada	ALIMENTADOR 3003 ANANEA SANDIA	7502	09-Feb-2020 8:45	09-Feb-2020 9:12	00:27	APERTURA DE ALIMENTADOR POR FUERTES NEVADAS
20	Febrero	No Programada	ALIMENTADOR 3003 ANANEA SANDIA	7502	16-Feb-2020 9:45	16-Feb-2020 9:50	00:05	APERTURA DE ALIMENTADOR POR FUERTES NEVADAS
21	Febrero	No Programada	ALIMENTADOR 3003 ANANEA SANDIA	7502	23-Feb-2020 13:50	23-Feb-2020 15:46	01:56	PERSONAL INFORMA ESTRUCTURA CAIDA EN LADO DE SANDIA
22	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	02-Mar-2020 12:22	02-Mar-2020 12:31	00:09	Trabajos en sector Ananea.
23	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	03-Mar-2020 18:34	03-Mar-2020 18:46	00:12	Falla LT.22.9kv
24	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	04-Mar-2020 14:16	04-Mar-2020 14:20	00:04	Apertura de recloser de la salida 7502 para recepcionar el sistema.
25	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	07-Mar-2020 6:14	07-Mar-2020 6:40	00:26	Falla LT.22.9kv - Descargas Atmosferocas
26	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	08-Mar-2020 16:04	08-Mar-2020 16:20	00:16	Falla LT.60kv
27	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	10-Mar-2020 14:10	10-Mar-2020 16:15	02:05	Falla LT.22.9kv - Descargas Atmosferocas
28	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	11-Mar-2020 14:58	11-Mar-2020 14:59	00:01	Falla LT.22.9kv - Descargas Atmosferocas
29	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	13-Mar-2020 22:02	13-Mar-2020 22:06	00:04	Falla LT.22.9kv - Descargas Atmosferocas
30	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	13-Mar-2020 22:34	14-Mar-2020 14:37	16:03	Falla LT.22.9kv( linea arrancada altura repisa) - Descargas Atmosferocas
31	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	15-Mar-2020 16:26	15-Mar-2020 16:45	00:19	Falla LT.60kv
32	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	19-Mar-2020 19:19	21-Mar-2020 13:06	17:47	Falla LT.22.9kv(poste caido alra repisa)
33	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	22-Mar-2020 12:33	22-Mar-2020 12:40	00:07	Apertura de interruptor barra 22.9 Kv, en S.S.E.E. Ananea. - Descargas Atmosferocas
34	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	25-Mar-2020 18:36	25-Mar-2020 19:35	00:59	Interrupcion de la fase "T" en sector Ananea. Descargas Atmosferocas
35	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	26-Mar-2020 9:57	26-Mar-2020 11:33	01:36	Trabajos en Media Tension sector Ananea.
36	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	28-Mar-2020 0:19	28-Mar-2020 16:33	16:14	Interrupcion de la fase "S" en sector Ananea. - Descargas Atmosferocas
37	Marzo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	30-Mar-2020 16:36	30-Mar-2020 16:56	00:20	Descargas atmosfericas sector Ananea
38	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	02-Abr-2020 12:48	02-Abr-2020 13:25	00:37	Trabajos en sector Ananea, en Lineas de Media Tension.
39	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	05-Abr-2020 3:48	05-Abr-2020 4:15	00:27	Fenomenos naturales, vientos por zona Azangaro - Putina.



ITEM	MES	TIPO DE INTERRUPCION	ZONAS AFECTADAS O SUB ESTACIONES AFECTADAS	CODIGO DE INSTALAC.	FECHA Y HORA DE INICIO DE INTERRUPT.	FECHA Y HORA REPOSICION FINAL	TIEMPO DE INTERRUPCION	MOTIVO DE LA INTERRUPCION
40	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	05-Abr-2020 17:07	05-Abr-2020 17:29	00:22	Fenomenos naturales, vientos por zona Azangaro - Putina.
41	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	18-Abr-2020 3:48	18-Abr-2020 4:04	00:16	Falla LT.60kv
42	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	18-Abr-2020 6:20	18-Abr-2020 6:25	00:05	Falla LT.22.9kv - Descargas Atmosferocas
43	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	18-Abr-2020 7:00	18-Abr-2020 7:01	00:01	corte para recepcionar el sistema
44	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	22-Abr-2020 8:04	22-Abr-2020 19:45	11:41	programacion de trabajos de mantenimiento en la SS.EE.Ananea
45	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	22-Abr-2020 21:04	22-Abr-2020 21:07	00:03	corte para recepcionar el sistema
46	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	22-Abr-2020 21:24	22-Abr-2020 21:50	00:26	Falla LT.22.9kv
47	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	23-Abr-2020 5:48	23-Abr-2020 7:38	01:50	problema técnico en servicios Ananea.
48	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	23-Abr-2020 11:40	23-Abr-2020 11:42	00:02	corte para recepcionar el sistema
49	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	24-Abr-2020 6:55	24-Abr-2020 6:58	00:03	corte para transferencia de carga SS.EE.Ananea
50	Abril	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	27-Abr-2020 15:26	27-Abr-2020 16:00	00:34	Falla Linea 60 Kv.
51	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	05-May-2020 13:23	05-May-2020 14:02	00:39	interrupcion del sistema - Descargas Atmosferocas
52	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	05-May-2020 14:57	05-May-2020 17:05	02:08	interrupcion del sistema - Descargas Atmosferocas
53	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	10-May-2020 14:00	10-May-2020 14:35	00:35	Falla LT.60kv
54	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	11-May-2020 8:05	11-May-2020 8:15	00:10	Falla LT.60kv
55	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	12-May-2020 6:57	12-May-2020 8:32	01:35	Falla LT.22.9kv - Descargas Atmosferocas
56	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	14-May-2020 5:34	14-May-2020 5:36	00:02	Corte programado para realizar ampliación de redes alimentador 3003. Ananea.
57	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	15-May-2020 19:05	15-May-2020 19:09	00:04	corte para recepcionar el sistema
58	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	22-May-2020 9:32	22-May-2020 10:00	00:28	Falla Linea 60 Kv.
59	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	27-May-2020 16:46	27-May-2020 17:06	00:20	Falla Linea 60 Kv.
60	Mayo	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	31-May-2020 17:35	31-May-2020 17:50	00:15	Corte para recepcionar el sistema.
61	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	03-Jun-2020 4:34	03-Jun-2020 8:08	03:34	Falla Linea 60 Kv.
62	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	03-Jun-2020 9:19	03-Jun-2020 11:06	01:47	Falla LT.22.9kv cuyocuyo.



ITEM	MES	TIPO DE INTERRUPCION	ZONAS AFECTADAS O SUB ESTACIONES AFECTADAS	CODIGO DE INSTALAC.	FECHA Y HORA DE INICIO DE INTERRUPT.	FECHA Y HORA REPOSICION FINAL	TIEMPO DE INTERRUPCION	MOTIVO DE LA INTERRUPCION
63	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	03-Jun-2020 12:10	03-Jun-2020 13:30	01:20	Falla Linea 60 Kv.
64	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	03-Jun-2020 17:25	03-Jun-2020 17:50	00:25	Falla Linea 60 Kv.
65	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	04-Jun-2020 8:32	04-Jun-2020 10:52	02:20	Falla Linea 60 Kv.
66	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	04-Jun-2020 17:23	04-Jun-2020 17:34	00:11	corte para recepcionar el sistema
67	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	10-Jun-2020 11:47	10-Jun-2020 11:49	00:02	corte para levantar observaciones de obra nueva ananea
68	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	10-Jun-2020 15:00	10-Jun-2020 15:04	00:04	corte para recepcionar el sistema
69	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	12-Jun-2020 17:29	12-Jun-2020 17:30	00:01	corte para recepcionar el sistema
70	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	15-Jun-2020 0:18	15-Jun-2020 0:39	00:21	Falla Linea 60 Kv.
71	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	19-Jun-2020 6:18	19-Jun-2020 6:21	00:03	Falla LT.22.9kv
72	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	19-Jun-2020 6:18	19-Jun-2020 6:23	00:05	Falla LT.22.9kv
73	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	27-Jun-2020 10:20	27-Jun-2020 10:34	00:14	Falla Linea 60 Kv.
74	Junio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	27-Jun-2020 15:14	27-Jun-2020 15:33	00:19	Falla Linea 60 Kv.
75	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	11-Jul-2020 18:30	11-Jul-2020 18:52	00:22	Falla Linea 60 Kv.
76	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	19-Jul-2020 7:22	19-Jul-2020 7:42	00:20	Falla Linea 60 Kv.
77	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	19-Jul-2020 11:06	19-Jul-2020 11:19	00:13	Falla Linea 60 Kv.
78	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	19-Jul-2020 14:50	19-Jul-2020 15:00	00:10	Falla Linea 60 Kv.
79	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	19-Jul-2020 17:05	19-Jul-2020 17:18	00:13	Falla Linea 60 Kv.
80	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	20-Jul-2020 11:13	20-Jul-2020 11:18	00:05	Falla LT.22.9kv
81	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	30-Jul-2020 13:53	30-Jul-2020 14:17	00:24	Falla Linea 60 Kv.
82	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	30-Jul-2020 15:50	30-Jul-2020 15:55	00:05	Falla Linea 60 Kv.
83	Julio	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	30-Jul-2020 16:22	30-Jul-2020 18:50	02:28	Retorna la fase "S" del sistema
84	Agosto	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	05-Ago-2020 10:00	05-Ago-2020 10:31	00:31	mantenimiento sector ananea.
85	Agosto	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	05-Ago-2020 14:10	05-Ago-2020 14:13	00:03	corte para recepcionar el sistema
86	Agosto	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	05-Ago-2020 17:56	05-Ago-2020 18:17	00:21	Falla Linea 22.9 Kv.



ITEM	MES	TIPO DE INTERRUPCION	ZONAS AFECTADAS O SUB ESTACIONES AFECTADAS	CODIGO DE INSTALAC.	FECHA Y HORA DE INICIO DE INTERRUPT.	FECHA Y HORA REPOSICION FINAL	TIEMPO DE INTERRUPCION	MOTIVO DE LA INTERRUPCION
87	Agosto	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	17-Ago-2020 11:55	17-Ago-2020 12:05	00:10	Falla Linea 60 Kv.
88	Agosto	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	17-Ago-2020 15:24	17-Ago-2020 15:30	00:06	Falla Linea 60 Kv.
89	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	08-Set-2020 16:50	08-Set-2020 17:05	00:15	Falla Linea 22.9 Kv.
90	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	09-Set-2020 15:04	09-Set-2020 16:14	01:10	Falla Linea 22.9Kv.
91	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	15-Set-2020 16:27	15-Set-2020 16:58	00:31	Falla Linea 60 Kv.
92	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	15-Set-2020 17:47	15-Set-2020 18:08	00:21	Falla Linea 60 Kv.
93	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	15-Set-2020 18:55	15-Set-2020 19:15	00:20	Falla Linea 60 Kv.
94	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	16-Set-2020 11:50	16-Set-2020 12:02	00:12	Falla Linea 60 Kv.
95	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	18-Set-2020 13:52	18-Set-2020 14:09	00:17	Falla Linea 22.9 Kv.
96	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	25-Set-2020 15:18	25-Set-2020 15:30	00:12	Falla Linea 60 Kv.
97	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	28-Set-2020 13:09	28-Set-2020 13:30	00:21	Falla Linea 60 Kv.
98	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	28-Set-2020 16:44	28-Set-2020 19:40	02:56	Falla Linea M.T. Ananea a Ancocala.
99	Setiembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	29-Set-2020 15:08	29-Set-2020 15:09	00:01	Corte Para recepcionar el sistema.
100	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara,	7502	03-Oct-2020 8:00	03-Oct-2020 17:00	09:00	Corte de emergencia para cambio postes en cuyocuyo.
101	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	06-Oct-2020 14:24	06-Oct-2020 14:46	00:22	Falla Linea 60 Kv.
102	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	12-Oct-2020 15:16	12-Oct-2020 16:06	00:50	Falla Linea 60 Kv.
103	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	16-Oct-2020 13:06	16-Oct-2020 13:24	00:18	Falla Linea 60 Kv.
104	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	16-Oct-2020 13:49	16-Oct-2020 14:07	00:18	Falla Linea 60 Kv.
105	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	16-Oct-2020 17:58	16-Oct-2020 18:14	00:16	Falla Linea 60 Kv.
106	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	17-Oct-2020 11:38	17-Oct-2020 11:45	00:07	Falla Linea 60 Kv.
107	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	17-Oct-2020 10:53	17-Oct-2020 11:15	00:22	Falla Linea 60 Kv.
108	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	18-Oct-2020 12:46	18-Oct-2020 13:00	00:14	Falla Linea 60 Kv.
109	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	19-Oct-2020 13:14	19-Oct-2020 13:16	00:02	corte desde SSEE.Ananea para energizar de C.H.



ITEM	MES	TIPO DE INTERRUPCION	ZONAS AFECTADAS O SUB ESTACIONES AFECTADAS	CODIGO DE INSTALAC.	FECHA Y HORA DE INICIO DE INTERRUPT.	FECHA Y HORA REPOSICION FINAL	TIEMPO DE INTERRUPCION	MOTIVO DE LA INTERRUPCION
110	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	19-Oct-2020 22:06	19-Oct-2020 22:10	00:04	corte para recepcionar el sistema.
111	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	20-Oct-2020 12:55	20-Oct-2020 13:04	00:09	Falla Linea 60 Kv.
112	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	23-Oct-2020 15:18	23-Oct-2020 15:31	00:13	Falla Linea 60 Kv.
113	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	25-Oct-2020 13:10	25-Oct-2020 13:26	00:16	Falla Linea 60 Kv.
114	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	29-Oct-2020 15:11	29-Oct-2020 15:23	00:12	Falla Linea 60 Kv.
115	Octubre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	30-Oct-2020 11:36	30-Oct-2020 17:58	06:22	Retorna sistema faltando fase "R", retorno fase "R" a las 17:58 Hrs. - Descargas Atmosferocas
116	Noviembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	11-Nov-2020 18:36	11-Nov-2020 19:20	00:43	CORTE DE EMERGENCIA
117	Noviembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	20-Nov-2020 5:16	20-Nov-2020 8:14	02:58	CORTE DE EMERGENCIA
118	Noviembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	23-Nov-2020 15:24	20-Nov-2020 17:58	02:33	CORTE SOLICITADO
119	Noviembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	27-Nov-2020 15:21	27-Nov-2020 15:24	00:03	FALLA FASE R Y S A TIERRA - Descargas Atmosferocas
120	Noviembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	20-Dic-2020 6:26	20-Dic-2020 8:02	01:36	FALLA FASE ST
121	Diciembre	No Programada	Patambuco, Huacuyo, Phara, Oriental, Quiaca, Cina.	7502	21-Dic-2020 20:44	21-Dic-2020 23:58	03:13	FALLA FASE T - Descargas Atmosferocas



**Anexo 2.** Reporte de Diagnóstico de la línea de Transmisión en 22.9. kV, Chijisia – Ananea, 2021

ITEM	Elementos de la L.T.	Estado del Descargador y Conductor de bajada			Estado de la Varilla de la PAT			Estado de caja de registro de la PAT			Señalización PAT			Estado de las Estructuras			Estado de Cruceta			Codificación en Estructuras			Aisladores y accesorios			Conductores y accesorios			Observaciones		
		Código	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular		Deficiente	
1	75020001												1																	primer poste que se encuentra en la central hidroeléctrica chijisia	
2	75020002												1																	poste pareados en forma de H serca a la central hidroeléctrica chijisia	
3	75020003												1																		
4	75020004												1																		
5	75020005												1																		
6	75020006												1																		
7	75020007		1										1																		pararray en cada línea y unido a un solo cable de descarga
8	75020008												1																		
9	75020009												1																		
10	75020010												1																		
11	75020011												1																		poste de fierro de dos cuerpos al borde del rio inambari
12	75020012												1																		
13	75020013												1																		
14	75020014												1																		retenida dentro del rio inambari anclado a una roca
15	75020015												1																		retenida dentro del rio inambari anclado a una piedra
16	75020016												1																		se tiene realizar el cambio de cruceta por deteriorado por el tiempo
17	75020017												1																		
18	75020018												1																		
19	75020019												1																		
20	75020020												1																		postes afectados por incendio forestal y sustuido por poste de fibra
21	75020021												1																		postes afectados por incendio forestal y sustuido por poste de fibra
22	75020022												1																		postes afectados por incendio forestal y sustuido por poste de fibra
23	75020023												1																		postes afectados por incendio forestal y



ITEM	Elementos de la L.T.	Estado del Descargador y Conductor de bajada			Estado de la Varilla de la PAT			Estado de caja de registro de la PAT			Señalización PAT			Estado de las Estructuras			Estado de Cruceta			Codificación en Estructuras			Aisladores y accesorios			Conductores y accesorios			Observaciones	
		Código	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular		Deficiente
																													sustituido por poste de fibra	
24	75020024																												poste de palo inclinado por caer	
25	75020025																													
26	75020026																													
27	75020027																													
28	75020028																												falta la poza de descarga atmosferica	
29	75020029																													
30	75020030																												poste en la altura de la comunidad de Aripo	
31	75020031																													
32	75020032																												poste de palo para cada linea de trasmision quebrada koni	
33	75020033																												poste de palo para cada linea de trasmision quebrada koni	
34	75020034																													
35	75020035																													
36	75020036																												cambio de poste por que se encuentra rajado y chueco	
37	75020037																													
38	75020038																													
39	75020039																													poste con seccionadores o cutados para cada linea
40	75020040																													
41	75020041																													
42	75020042																													poste pareado en forma de H inclinado y cruceta deteriorado
43	75020043																													poste pareado en forma de H y cruceta deteriorado
44	75020044																													
45	75020045																													
46	75020046																													
47	75020047																													falta la poza de descarga atmosferica
48	75020048																													
49	75020049																													
50	75020050																													conductor de descarga atmosferica cortada
51	75020051																													



ITEM	Elementos de la L.T.	Estado del Descargador y Conductor de bajada			Estado de la Varilla de la PAT			Estado de caja de registro de la PAT			Señalización PAT			Estado de las Estructuras			Estado de Cruceta			Codificación en Estructuras			Aisladores y accesorios			Conductores y accesorios			Observaciones
		Código	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	
52	75020052													1															falta la poza de descarga atmosferica
53	75020053													1			1												
54	75020054													1															conductor de descarga atmosferica cortada
55	75020055													1			1												
56	75020056													1			1												poste con seccionadores para cada linea y derivacion a patambuco
57	75020057													1			1												
58	75020058													1															conductor de descarga atmosferica cortada
59	75020059													1															
60	75020060													1			1												
61	75020061													1			1												
62	75020062													1			1												instalacion nuevo replanteo desde el poste 62 hasta el poste 85
63	75020063													1			1												
64	75020064													1			1												
65	75020065													1			1												poste pareado en forma de H
66	75020066													1															poste de palo para cada linea de trasmision
67	75020067													1															poste de palo para cada linea de trasmision
68	75020068													1			1												poste pareado en forma de H
69	75020069													1			1												
70	75020070													1			1												
71	75020071													1			1												
72	75020072													1			1												
73	75020073													1			1												
74	75020074													1			1												
75	75020075													1			1												
76	75020076													1			1												
77	75020077													1															
78	75020078													1			1												
79	75020079													1			1												
80	75020080													1			1												
81	75020081													1			1												poste pareado en forma de H
82	75020082													1			1												poste pareado en forma de H





ITEM	Elementos de la L.T.	Estado del Descargador y Conductor de bajada			Estado de la Varilla de la PAT			Estado de caja de registro de la PAT			Señalización PAT			Estado de las Estructuras			Estado de Cruceta			Codificación en Estructuras			Aisladores y accesorios			Conductores y accesorios			Observaciones		
		Código	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular		Deficiente	
112	75020112		1			1				1			1						1										1	conductor de descarga atmosférica cortada	
113	75020113			1			1					1				1				1									1		
114	75020114		1				1					1	1			1				1	1								1		
115	75020115		1				1					1	1			1				1		1							1		
116	75020116			1				1					1	1							1	1								1	antecedentes del conductor de la línea de transmisión roto
117	75020117		1				1						1			1				1		1							1		
118	75020118			1				1					1	1			1				1		1						1		
119	75020119			1				1					1			1					1	1							1		
120	75020120			1				1					1			1					1		1							1	poste por encima de la piscina jhautun putina inclinado por caer
121	75020121			1				1					1	1			1				1		1						1		
122	75020122			1				1					1			1					1	1							1	conductor de descarga atmosférica cortada	
123	75020123		1					1					1			1					1		1						1		
124	75020124			1				1					1			1					1		1						1		
125	75020125			1				1					1	1			1				1	1								1	postes afectados por incendio forestal
126	75020126	1						1					1			1					1		1						1	poste con seccionadores para cada línea	
127	75020127			1				1					1	1			1				1	1							1	poste quemado y remplazado por otro	
128	75020128			1				1					1			1					1								1	1	
129	75020129			1				1					1	1			1				1	1							1	afectado por incendio instalación nueva	
130	75020130			1				1					1			1					1								1	poste sin aislador uno de las líneas cruceta rota	
131	75020131		1					1					1			1					1		1						1		
132	75020132		1					1					1			1					1		1						1		
133	75020133			1				1					1			1					1								1	conductor de descarga atmosférica cortada	
134	75020134		1					1					1			1					1		1						1		
135	75020135		1					1					1			1					1		1						1		
136	75020136			1				1					1			1					1	1								1	poste por caer inclinado por encima de casas en tambillo
137	75020137		1					1					1			1					1		1						1		
138	75020138	1						1					1	1			1				1		1						1		
139	75020139			1				1					1			1					1								1	1	
140	75020140		1					1					1			1					1		1							1	cable roto de la línea bano muy largo
141	75020141			1				1					1			1					1		1						1		



ITEM	Elementos de la L.T.	Estado del Descargador y Conductor de bajada			Estado de la Varilla de la PAT			Estado de caja de registro de la PAT			Señalización PAT			Estado de las Estructuras			Estado de Cruceta			Codificación en Estructuras			Aisladores y accesorios			Conductores y accesorios			Observaciones	
		Código	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular		Deficiente
142	75020142	1				1				1			1	1			1						1	1					1	primer poste en tambillo pata
143	75020143		1				1				1				1								1	1			1			
144	75020144		1			1					1			1	1								1	1			1			
145	75020145		1			1					1			1	1								1	1			1			
146	75020146	1				1					1			1	1								1	1			1			
147	75020147		1				1				1			1	1								1	1			1			
148	75020148			1			1				1				1								1			1	1			
149	75020149			1			1				1			1	1								1	1			1			
150	75020150			1			1				1			1	1				1				1	1			1			
151	75020151			1			1				1			1	1								1	1			1			
152	75020152		1				1				1			1	1								1	1			1			
153	75020153		1				1				1			1	1								1	1			1			
154	75020154			1			1				1			1	1								1	1			1			
155	75020155		1			1					1			1	1								1	1			1			conductor de descarga atmosférica cortada
156	75020156			1			1				1			1	1								1	1			1			
157	75020157		1			1					1			1	1								1	1			1			
158	75020158		1				1				1			1	1								1	1			1			
159	75020159			1			1				1			1	1								1	1			1			
160	75020160		1				1				1			1	1								1	1			1			
161	75020161			1			1				1			1	1								1	1			1			
162	75020162		1				1				1			1	1								1	1			1			
163	75020163		1				1				1			1	1								1	1		1	1			
164	75020164		1				1				1			1	1								1	1			1			
165	75020165		1				1				1			1	1								1	1			1			
166	75020166			1			1				1			1	1								1	1			1			conductor de descarga atmosférica cortada
167	75020167		1				1				1			1	1								1	1			1			
168	75020168			1			1				1			1	1								1	1			1			
169	75020169		1				1				1			1	1								1	1			1			
170	75020170		1				1				1			1	1								1	1			1			
171	75020171		1				1				1			1	1								1	1			1			
172	75020172		1				1				1			1	1								1	1			1			
173	75020173			1			1				1			1	1								1	1		1	1			
174	75020174		1				1				1			1	1								1	1			1			
175	75020175		1				1				1			1	1								1	1			1			
176	75020176		1				1				1			1	1								1	1			1			
177	75020177		1			1					1			1	1								1	1			1			
178	75020178	1				1					1			1	1								1	1			1			



ITEM	Elementos de la L.T.	Estado del Descargador y Conductor de bajada			Estado de la Varilla de la PAT			Estado de caja de registro de la PAT			Señalización PAT			Estado de las Estructuras			Estado de Cruceta			Codificación en Estructuras			Aisladores y accesorios			Conductores y accesorios			Observaciones			
		Código	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular		Deficiente		
179	75020179	1				1			1			1	1			1			1			1			1							
180	75020180	1				1			1			1	1			1			1			1			1							
181	75020181		1			1			1			1	1			1			1			1			1							
182	75020182		1			1			1			1	1			1			1	1			1			1						
183	75020183		1			1			1			1	1		1	1			1			1			1		1					
184	75020184	1				1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
185	75020185		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
186	75020186		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
187	75020187			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1					1	
188	75020188			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
189	75020189			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
190	75020190		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
191	75020191	1				1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
192	75020192			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
193	75020193		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
194	75020194			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						1
195	75020195		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
196	75020196			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						1
197	75020197		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
198	75020198		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
199	75020199		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
200	75020200		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
201	75020201		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						1
202	75020202			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
203	75020203	1				1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
204	75020204		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
205	75020205			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						1
206	75020206			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
207	75020207		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
208	75020208			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
209	75020209			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
210	75020210		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						1
211	75020211		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
212	75020212		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						falta realizar mantenimiento de 1 cruceta y aisladores
213	75020213			1		1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						1
214	75020214		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
215	75020215		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						
216	75020216		1			1			1			1	1		1	1			1	1			1			1						

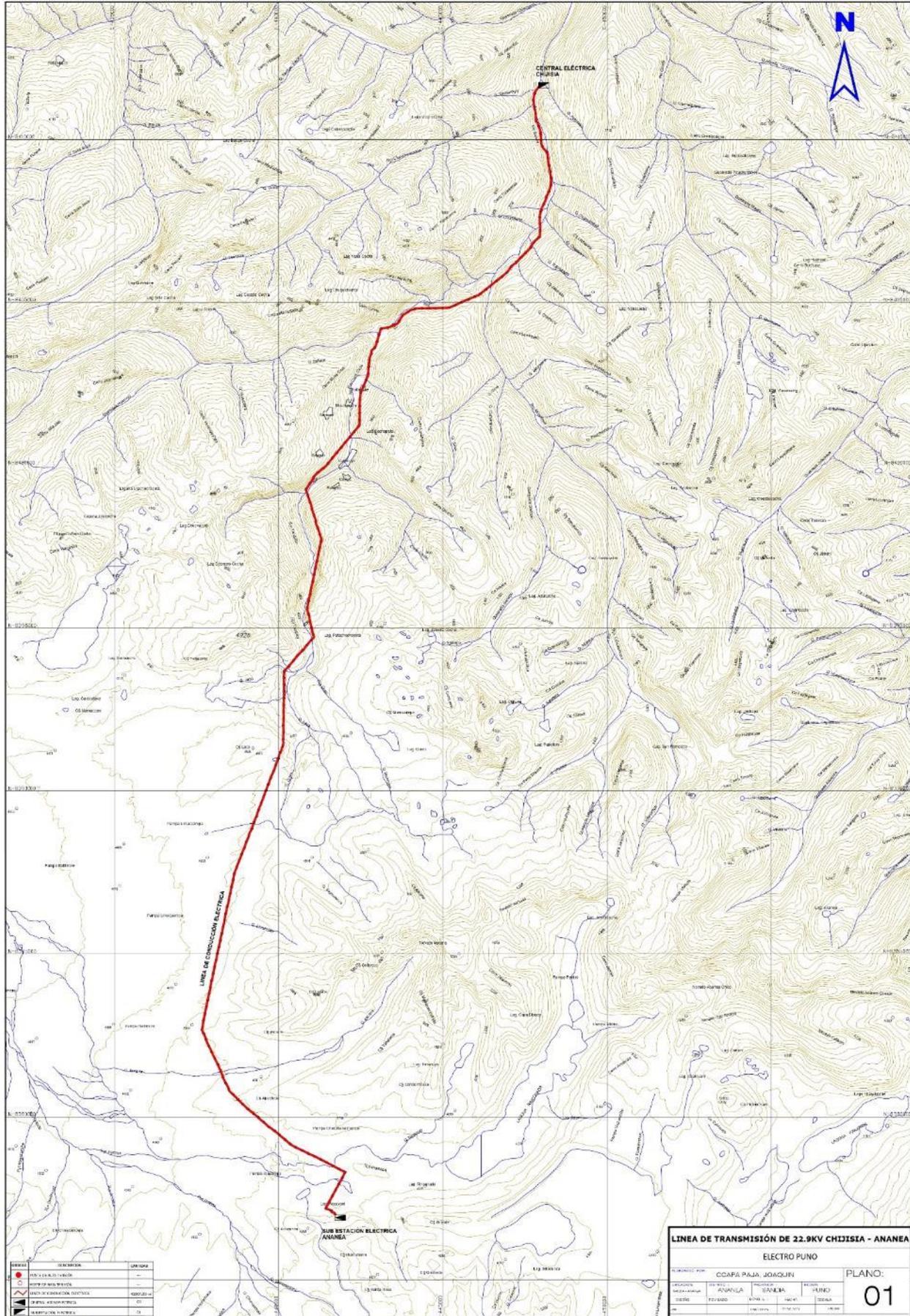


ITEM	Elementos de la L.T.	Estado del Descargador y Conductor de bajada			Estado de la Varilla de la PAT			Estado de caja de registro de la PAT			Señalización PAT			Estado de las Estructuras			Estado de Cruceta			Codificación en Estructuras			Aisladores y accesorios			Conductores y accesorios			Observaciones	
		Estado Código	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular		Deficiente
217	75020217		1			1			1			1	1			1			1			1	1			1	1			
218	75020218			1			1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
219	75020219		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
220	75020220	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
221	75020221			1			1		1			1	1			1			1			1	1			1	1			
222	75020222		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
223	75020223		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
224	75020224		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
225	75020225	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
226	75020226			1			1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
227	75020227		1				1			1			1	1			1		1			1	1			1	1			
228	75020228		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
229	75020229	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
230	75020230		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
231	75020231			1			1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
232	75020232		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
233	75020233		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
234	75020234		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
235	75020235	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
236	75020236			1			1			1			1	1			1		1			1	1			1	1			
237	75020237	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
238	75020238	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		falta realizar mantenimiento de 1 cruceta y aisladores
239	75020239			1			1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
240	75020240	1					1			1			1	1			1		1			1	1			1	1			
241	75020241		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
242	75020242		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
243	75020243	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
244	75020244		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
245	75020245		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
246	75020246	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		poste inclinado falta instauración una retenida
247	75020247		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
248	75020248			1			1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
249	75020249	1					1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
250	75020250		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
251	75020251		1				1			1			1	1			1		1			1	1			1	1			
252	75020252		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		
253	75020253		1				1			1			1	1			1			1			1	1			1	1		



ITEM	Elementos de la L.T.	Estado del Descargador y Conductor de bajada			Estado de la Varilla de la PAT			Estado de caja de registro de la PAT			Señalización PAT			Estado de las Estructuras			Estado de Cruceta			Codificación en Estructuras			Aisladores y accesorios			Conductores y accesorios			Observaciones							
		Código	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular	Deficiente	Bueno	Regular		Deficiente						
254	75020254		1			1			1			1			1				1			1					1									
255	75020255			1								1			1					1			1				1									
256	75020256		1						1										1			1			1											
257	75020257		1									1			1							1			1											
258	75020258	1							1			1			1							1			1											
259	75020259	1							1			1			1							1			1											
260	75020260	1																																	aisladores falta de mantenimiento afectado por vibración eólica	
261	75020261	1													1							1			1											
262	75020262		1												1							1			1										poste inclinado por caer y cruceta deteriorado	
263	75020263		1												1							1			1											
264	75020264	1													1							1			1											
265	75020265	1													1							1			1										la línea primaria 22.9kv de Chijisia interconexión con la línea SET Ananea	

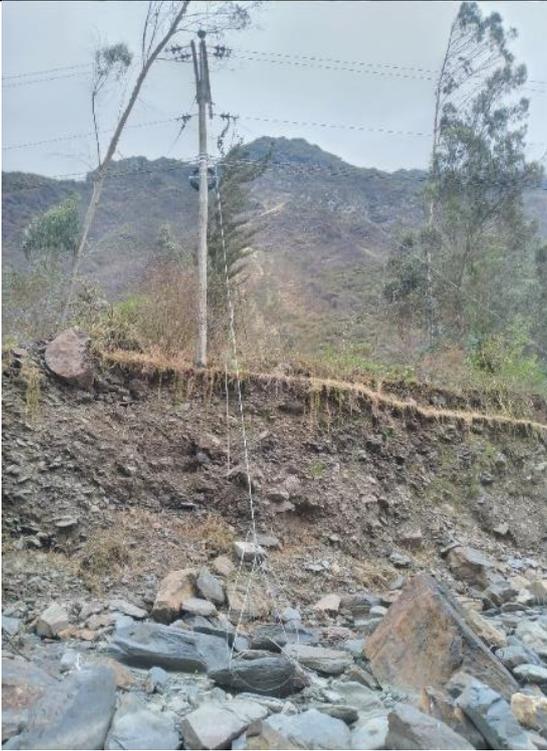
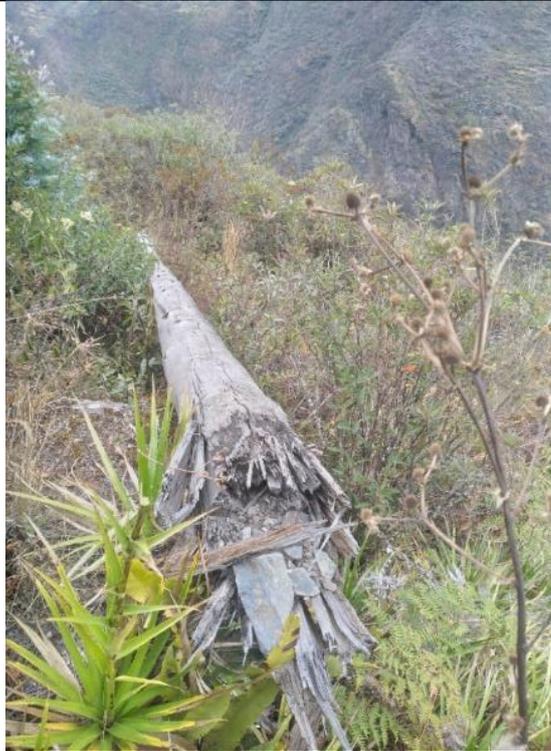
### Anexo 3. Recorrido de la Línea de Transmisión en 22.9 kV, Chijisia - Ananea



**Anexo 4. Panel Fotográfico**

<b>Foto N° 01</b>	<b>Foto N° 02</b>
	
<p>Poste N° 89 Conductor de descarga atmosférica extraído.</p>	<p>Poste N° 94 Descargador atmosférica inclinada falta de mantenimiento.</p>
<b>Foto N° 3</b>	<b>Foto N° 4</b>
	
<p>Poste N° 109 Conductor de descarga atmosférica cortada.</p>	<p>Poste N° 141 Descargador atmosférica inclinado y conductor de descarga cortado.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Foto N° 5</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Foto N° 6</b></p> 
<p>Poste N° 50 Conductor de descarga atmosférica cortada varrilla de cobre extraído.</p>	<p>Poste N° 122 Conductor de descarga atmosférica cortada no tiene poza a tierra.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Foto N° 7</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Foto N° 8</b></p> 
<p>Poste N° 147 Expuesto las conexiones a puesta a tierra, no tiene caja de registro.</p>	<p>Poste N° 166 Conductor de descarga atmosférica cortado y conector dañado.</p>

<b>Foto N° 9</b>	<b>Foto N° 10</b>
	
<p>Poste N° 15 Retenida dentro del rio inambari anclado a una piedra.</p>	<p>Poste N° 23 Cambio de poste por que se encuentra caído, vano muy largo.</p>
<b>Foto N° 11</b>	<b>Foto N° 12</b>
	
<p>Poste N°93 Afectado por incendio forestal lamitad de poste quemado.</p>	<p>Poste N°120 Poste por encima de la piscina jhautun putina Cuyocuyo inclinado por caer.</p>

<b>Foto N° 13</b>	<b>Foto N° 14</b>
	
<p>Poste N°141 Aislador eléctrico de la línea de transmisión inclinado.</p>	<p>Poste N° 154 Aisladores deteriorado e inclinado falta mantenimiento.</p>
<b>Foto N° 15</b>	
	
<p>Poste N° 130 Una línea de transmisión sin aislador eléctrico y el vano eléctrico muy largo, se encuentra la cruceta roto sin aislador y no tiene descargador atmosférica.</p>	