



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE MECÁNICA ELECTRICA**

Plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión para corregir interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Mecánico Electricista

**AUTORES:**

Neciosup Infante, Jimmy Hudson (ORCID: 0000-0002-8622-2805)

Rivera Gonzáles, Fredy Rolando (ORCID: 0000-0003-1772-3320)

**ASESOR:**

Dr. Carranza Montenegro Daniel (ORCID: 0000-0001-6743-6915)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistemas y Planes de Mantenimiento.

**CHICLAYO – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, a mis padres Luis y Rosario, a mis hermanos Maycol, Melissa, Harold y a mi hija Antonella que por ellos es lo que soy ahora, por darme su fortaleza y apoyo incondicional en cada paso que daba durante mi formación profesional y por la confianza que depositaron en mí en todo momento.

NECIOSUP INFANTE JIMMY HUDSON

Dedico esta tesis primeramente a Dios por darme la fuerza y fortaleza, a mi padre Mariano que goza de la gracia de Dios y por haberme inculcado de buenos valores, a mi madre Irene que se viene recuperando de problemas de salud y a la vez estar muy pendiente de mi crecimiento profesional, a todos mis familiares que con su apoyo moral y confianza depositado en mí hacen que logre mis objetivos

RIVERA GONZALES FREDY ROLANDO

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios y a nuestros padres y familiares porque nos brindaron su apoyo tanto moral como económico para culminar nuestros estudios y lograr nuestros objetivos trazados para un futuro y ser el orgullo de ellos y de toda la familia.

De igual manera a nuestros docentes formadores que estuvieron en todo el proceso de nuestra carrera profesional en la escuela de ingeniería mecánica eléctrica, a nuestros asesores de esta prestigiosa casa de estudios, a la Dra. María Pérez Campomanes quien nos dio la asesoría y nos guío en todo este proceso, al mejor maestro electricista José Escalante Soplín a quien agradecemos su apoyo y todo el conocimiento que nos brindó para realizar esta tesis, al maestro Tito Esquivel Vílchez por todo su apoyo y en especial por compartirnos su conocimiento en el ámbito de la ingeniería y a todos mis compañeros de estudios por compartir gratos momentos.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract .....	ix
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO.....	4
III.METODOLOGÍA.....	11
3.1.Tipo y diseño de Investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos .....	13
3.6 Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos .....	15
IV.RESULTADOS.....	16
V.DISCUSIÓN .....	54
VI.CONCLUSIONES .....	58
VII.RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS .....	66

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. Método de análisis de datos.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 2. Características técnicas del transformix en el PMI Hornillos .....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 3. Características climatológicas del distrito de Pamparomás.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 4. Características técnicas de las líneas primarias del tramo PMI Hornillos - Pamparomás.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 5. Suministro de materiales de la red de media tensión del tramo PMI Hornillos - Pamparomás.....</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 6. Reportes de interrupciones de los meses enero - agosto del 2021 de la red de media tensión del tramo PMI Hornillos - Pamparomás. ....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 7. Propuesta de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 8. Procedimiento de cambio de crucetas de madera .....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 9. Análisis de falla de cambio de crucetas de madera .....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 10. Procedimiento de cambio de aisladores.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 11. Análisis de falla de cambio de aisladores.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 12. Procedimiento de cambio de retiro e instalación de postes.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 13. Análisis de falla de retiro e instalación de postes .....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 14. Procedimiento de mantenimiento de puesta a tierra .....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 15. Análisis de falla de mantenimiento de puesta a tierra.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 16. Procedimiento de podamiento de árboles.....</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 17. Análisis de falla de podamiento de árboles.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 18. Procedimiento de cambio de pararrayos.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 19. Análisis de falla de cambio de pararrayos.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 20. Procedimiento de cambio de seccionador fusible.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 21. Análisis de falla de cambio de seccionador fusibles.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 22. Presupuesto de propuesta de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del tramo PMI Hornillos - Pamparomás.....</i>	<i>49</i>

<i>Tabla 23. Datos para el cálculo de indicadores VAN y TIR de la propuesta de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 24. Detalle de flujo neto efectivo proyectado para un periodo de 5 años de la propuesta respectiva de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 25. Cálculo de indicador VAN de la propuesta respectiva de plan de mantenimiento correctivo para la red de media tensión en el distrito de Pamparomás.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 26. Cálculo de indicador TIR de la propuesta respectiva de plan de mantenimiento correctivo para la red de media tensión en el distrito de Pamparomás. .....</i>	<i>53</i>

## Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 1: Procedimientos de investigación</i> .....	13
<i>Figura 2: Diagrama Unifilar de Carga</i> .....	26
<i>Figura 3: Informe de Inspección 1</i> .....	27
<i>Figura 4: Informe de Inspección 2</i> .....	28
<i>Figura 5: Crucetas de madera deterioradas.</i> .....	29
<i>Figura 6: Cuellos muertos en mal estado.</i> .....	29
<i>Figura 7: Postes de madera deterioradas.</i> .....	30
<i>Figura 8: Aislador polimérico roto.</i> .....	31
<i>Figura 9: Puesta a tierra en mal estado.</i> .....	31
<i>Figura 10: Arboles cerca de la línea de media tensión.</i> .....	32

## **Resumen**

El plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás. Se tomó una población constituida por la distribución de la línea primaria de media tensión que transmite el alimentador SJC052 de Nepeña. La muestra se constituyó por la distribución de las líneas primarias de media tensión en el tramo Hornillos – Pamparomás con un nivel de tensión de 22.9 kV. La presente investigación será de tipo aplicada porque tiene como objetivo adoptar un plan de mantenimiento correctivo, que permita corregir las interrupciones de energía eléctrica. El diseño de esta investigación será No Experimental – Descriptivo. La técnica empleada será la observación directa realizada en campo y se recurrió a los instrumentos de recolección de datos por parte de la municipalidad de la localidad, y el registro del diagrama unifilar de la red de media tensión. Se realizó la propuesta de plan de mantenimiento correctivo, las cuales presentan el procedimiento para realizar dichas actividades por un periodo anual, considerando que estas actividades deberán realizarse en los meses correspondientes y su vez, inspeccionando en los meses restantes los elementos involucrados de cada actividad, logrando corregir las interrupciones de energía.

### **Palabras clave:**

Mantenimiento correctivo, red de media tensión e interrupciones, energía.



## **Abstract**

The corrective maintenance plan for the medium voltage network to correct power interruptions in the Pamparomás district. The population consisted of the distribution of the medium-voltage primary line that transmits the Nepeña SJC052 feeder. The sample was constituted by the distribution of the medium voltage primary lines in the Hornillos - Pamparomás section with a voltage level of 22.9 kV. The present research will be applied because its objective is to adopt a corrective maintenance plan that will allow correcting power interruptions. The design of this research will be Non Experimental - Descriptive. The technique used will be direct observation in the field and the data collection instruments were used by the local municipality, and the registration of the single-line diagram of the medium voltage network. The corrective maintenance plan proposal was made, which presents the procedure to perform these activities for an annual period, considering that these activities should be performed in the corresponding months and in turn, inspecting in the remaining months the elements involved in each activity, managing to correct power outages.

### **Key words:**

Corrective maintenance, medium voltage network, power interruptions.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Las interrupciones de energía que se expone toda red eléctrica son dadas por fallas que ocurren a menudo cuando no se tiene un plan de mantenimiento que corrija estas interferencias eléctricas. Esta primera etapa en la evolución del mantenimiento se limitaba a la reparación tras una falla o avería realizándose con instrumentos y sistema de control básicos, lo cual era muy complejo descubrir donde está la falla, estas tareas de mantenimiento lo realizaban los trabajadores en base a su experiencia, sin ningún tipo de conocimiento o capacitación.

Las empresas concesionarias del sector eléctrico están pendientes en el tema del mantenimiento, fijando su punto de vista técnico y económico; considerando el cuándo, dónde y cómo se debe realizar, esto amerita a invertir en labores de mantenimiento ya que tienen que asumir las pérdidas económicas por interrupciones de energía en la red eléctrica.

Las pérdidas de energía eléctrica en países de primer nivel han oscilado entre el 6% y 8% total de la producción de la energía, aún existen obstáculos para determinar los tipos de fallas o averías en la transmisión y distribución de la energía.

Según los estudios del Organismo Superior de la Inversión en Energía y Minas del Perú las causales de fallas principales y su origen se producen por región, su análisis en el año 2017 fue que las interrupciones por clientes fue 7.78 veces en provincia que en Lima metropolitana con un 2.91 veces, como también el tiempo de interrupción por cliente fue un 14.79% en provincias y 9.61% en Lima Metropolitana, midiéndose estos indicadores en el transcurso del año definido en el estándar IEEE 1366-2012.

La investigación se desarrolló en un tramo de la red de media tensión que abarca el punto de medición PMI Hornillos hacia el distrito de Pamparomás ubicado geográficamente en la provincia de Huaylas, donde su nivel de tensión es de 22.9 Kv y la distribución de la energía en esta línea primaria abarca el suministro a toda la población y a la mina Colquipocro. Se inició un rediseño de esta red en el año 2014 mejorando el suministro eléctrico ya que inicialmente fue diseñado para una tensión

de 13.2Kv, a su vez incrementando su potencia a 424.28 kW con el fin de dotar de energía eléctrica a nuevos usuarios.

Dentro de la red existen factores que ocasionan cortes en el servicio eléctrico como es el caso del abastecimiento de energía eléctrica a la mina Colquipocro, debido a problemas que se vienen presentando en la red de media tensión, ocasionan incumplimiento en su producción y genera pérdidas a la concesionaria que se desarrolla en la mina. A su vez la población ha sido afectada en su estilo de vida por las constantes interrupciones de energía y en consecuencia se han presentado denuncias a la municipalidad del distrito.

Ante lo expuesto se plantea la siguiente pregunta ¿Cuál será el efecto de un plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás?

El presente estudio de investigación se justificó de forma teórica, para emplear conocimientos acerca de algunas teorías relacionadas a las interrupciones de energía, el cual está dirigido el presente estudio, profundizándolos para conocimiento de estas variables de estudio desarrollado en el contexto de un trabajo de construcción de la red de media tensión.

Se justificó de manera práctica, puesto que fue útil para solucionar la problemática elegida por los autores con la investigación, permitiendo a la organización manejar de mejor forma los riesgos presentados en el trabajo, generar un correcto mantenimiento mejorando la continuidad del servicio, lo cual permite el correcto abastecimiento de la energía y mejorar el estilo de vida de la población.

La investigación tiene justificación a nivel social, ya que presentó un favorable impacto en otras redes de media tensión del mismo rubro o de rubros diferentes, debido a que se podrá tomar esta investigación como guía en temas de mantenimiento correctivo. A nivel metodológico, esta investigación servirá como antecedente para otras investigaciones que tomen en cuenta el mismo tema para su estudio, a su vez, los instrumentos que se elaborarán en la investigación servirán como fuente de recolección de datos para los futuros investigadores.

La hipótesis que se plantea será que el plan de mantenimiento correctivo corregirá las interrupciones de energía en la red de media tensión en el distrito de Pamparomás.

De acuerdo al planteamiento del problema se desarrolló el objetivo general. Elaborar un plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás. Para poder conseguir el objetivo general, se planteó como objetivos específicos. Determinar el diagnóstico situacional en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás. Identificar los elementos críticos y fallas en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás. Además, Elaborar la propuesta respectiva del plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás.

## II. MARCO TEÓRICO

Para tener un sustento teórico y metodológico, para la investigación se tomó como referencias a los siguientes antecedentes, extraídos de algunas tesis nacionales e internacionales.

En la investigación de Villanueva (2017), Puno - Perú: universidad nacional del altiplano, la presente investigación tiene como objetivo realizar un diseño para un sistema de gestión de mantenimiento de distribución de energía eléctrica, del Servicio Eléctrico San Gabán – Ollachea de la empresa Electro Puno S.A.A., se aplica la metodología basada en la confiabilidad y del análisis de fallas de los elementos y componentes del sistema eléctrico. Se empleó métodos estadísticos para hacer una programación adecuada del mantenimiento preventivo de los elementos críticos de equipos y sistemas eléctricos, también se realizó la descripción de pruebas de confiabilidad de datos de campo y la metodología de recolección de datos para deducir las funciones generales de confiabilidad. Con los resultados obtenidos en los análisis de falla, se tomaron las acciones y recomendaciones correspondientes para realizar los planes de mantenimiento de los componentes de los sistemas eléctricos con eso se pretende mejorar la confiabilidad y disponibilidad del sistema, se utilizó la metodología para el análisis de datos de falla de la distribución de Weibull, por el cual llegamos a la toma de decisiones y conclusiones.

En la investigación de Vizcarra (2019), el presente trabajo se trató sobre la “Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas del parque metropolitano la muralla, con ubicación Jirón Amazonas 130-140 Cercado de Lima 15001, enfocando a brindar una guía confiable de los tipos de mantenimiento para las instalaciones eléctricas del mencionado parque. Para el análisis, se realizó un levantamiento de información de la condición actual de las instalaciones eléctricas del Parque Metropolitano La Muralla, administrado por SERPAR LIMA, como también la identificación del tipo de mantenimiento que se ha venido realizando durante los últimos años. El diseño de la investigación será del tipo no experimental y prospectiva, se utilizó la herramienta matriz de criticidad para determinar las condiciones de los

equipos, por medio de un análisis que comienza por la especificación del proceso operativo, determina en qué etapa del proceso se presenta mayor necesidad de enfoque.

En la investigación de Enríquez (2017), este estudio consiste en analizar el registro de interrupciones de suministro eléctrico de Media Tensión producidos en el Sistema Eléctrico Chimbote de la Empresa Hidrandina S.A; en el periodo comprendido entre Enero 2013 y Diciembre 2015, con el fin de evaluar cuantitativa y cualitativamente las causas características que las generan. Se efectuó mediante la aplicación de tablas, gráficas, porcentajes, medias y coeficiente de variación. Y para finalizar se plantea una propuesta de mejora con respecto al proceso de mantenimiento, utilizando medidas de protección y Monitoreo y Control en líneas de Media Tensión.

En la investigación de Pérez (2018), cd madero - México: instituto tecnológico de ciudad madero, Uno de los principales motivos para la realización de este proyecto es dar la atención a la instrucción de la Dirección de Distribución de elaborar programas de mantenimientos orientados a prevenir y disminuir el riesgo de falla en las instalaciones y estandarizar la metodología para determinar las prioridades del proceso de mantenimiento en las diferentes especialidades, tomando en consideración los resultados de indicadores y la evaluación de confiabilidad de las instalaciones. Al finalizar la investigación, se contará con una estrategia de mantenimiento basada en confiabilidad en las líneas y redes eléctricas, con el conocimiento de los factores que intervienen en su implementación, con ventajas competitivas, optimizando los activos y obteniendo beneficios en actividades de mantenimiento.

En la investigación de Peña (2018), Lima - Perú: Universidad tecnológica del Perú, el programa se aplicó en las 56 Subestaciones eléctricas de distribución secundaria, consta de dos partes, la primera parte menciona cuanto se hizo como parte eléctrica con aplicación de soluciones técnicas mediante un diseño de ingeniería, la segunda parte menciona cuanto se hizo como parte civil y como resultado una buena calidad de trabajo, el procedimiento de esta área de Emergencia Baja y Media Tensión esta

impuesto por Edelnor y están dispuestos para cualquier actualización en mejora del desarrollo. Después de implementar el Programa de Mantenimiento Correctivo, se mantiene el sistema de red secundaria libre de alguna perturbación manteniendo estabilidad en el sistema.

En la investigación de Sigüencia (2020), Guayaquil, Ecuador: Universidad católica de Santiago de Guayaquil, la presente investigación tiene como objetivo realizar un manual de mantenimiento preventivo y correctivo en la subestación de 5MVA a 69-13.8kv para la empresa Tecnova S.A, la finalidad es determinar los tipos de mantenimiento en la subestación. Conforme a normas y parámetros para estas actividades, con esta información se elaboró un plan de mantenimiento donde presenta las actividades y equipos de prueba a utilizar, así mismo establece recomendaciones para estos trabajos y la frecuencia que deben realizarse. Este manual de mantenimiento preventivo y correctivo permitirá establecer los parámetros para los equipos que conforman la subestación y también la continuidad del cronograma de mantenimiento cuando se dé el cambio del personal administrativo o también de la persona encargada de la gestión de mantenimiento de la subestación.

Las redes de distribución se encargan de llevar la energía eléctrica desde un centro de generación hacia los consumidores (Villanueva, 2017, p. 12).

La energía generada se acondiciona para transportar a los lugares de consumo con pérdidas de energía mínimas, elevando el voltaje (Villanueva, 2017, p.13).

Los niveles de tensión de acuerdo a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad –Suministro 2011, los niveles de tensión en el Perú están establecidas de la siguiente manera:

Baja Tensión: 380 / 220 V. 440 / 220 V. Media Tensión: 20,0 kV. 22,9 kV. 22,9 / 13,2 kV. 33 kV. 33 / 19 kV. Alta Tensión: 60 kV. 138 kV. 220 kV. Muy Alta Tensión: 500 Kv (Boyer 2018, p. 20).

El transformix es un transformador auxiliar que sirve para la medición de la tensión y la corriente, para ello usa un reductor de voltaje y corriente. (Álvarez 2019, p.12).

Los conductores eléctricos se encargan de transportar la energía eléctrica desde las subestaciones de distribución a la subestación montada en poste (Brenes & Robles, 2016, p. 14).

En las líneas de transmisión se utilizan distintos tipos de conductores eléctricos, entre los utilizados están: Conductor de aleación (AAAC), este conductor es muy resistente ante la corrosión de los ambientes en comparación al conductor ACSR, no tienen necesidad de aplicar materiales para su mantenimiento. Conductor con refuerzo de aleación de aluminio (ACAR), este conductor tiene un nivel alto de resistencia ante la presencia de corrosión, comúnmente utilizados en ambientes industriales y marítimos severos. Conductor ACSR, tiene una alta capacidad de rotura, no tiene buena conductividad eléctrica por motivo que gran parte este hecho de acero el cual no contribuye a la conducción (Dejo, 2019, p. 20).

Los postes utilizados para la red de distribución son de material metálico, de concreto o de madera, dentro de sus características se encuentra la longitud, el peso y la resistencia de rotura, que es dimensionada por el tipo de construcción (Garrido, 2021, p. 7).

Los conductores eléctricos que se emplean en las líneas aéreas son desnudos en la mayoría de casos, por lo cual se necesita aislarlos de las estructuras por medio de los aisladores, éstos son fabricados de distintos materiales como la porcelana, vidrio o poliméricos, etc (Espinoza, 2019, p.47).

La porcelana fue el primer material empleado en la fabricación de aisladores. Se trata de una porcelana especial, conocida como electrotécnica, está formada por una mezcla de arcilla plástica, cuarzo y feldespato en polvo fino. (García, 2019, p. 8).



El vidrio templado es utilizado primordialmente en la fabricación de aisladores tipo suspensión. (Morales, 2019, p. 6).

Los aisladores poliméricos están contruidos de fibra de vidrio reforzada con resina epoxilítica que proporcionan una gran resistencia mecánica y a su vez consta de una cubierta polimérica la cual actúa como protección para condiciones abrasivas y en sus extremos consta de conectores metálicos (Sigüencia, 2020, p. 26).

Las crucetas son de material de madera, éstas son inmunizadas para tener una mayor vida útil posible y así evitar su deterioro (Neyra, 2018, p. 23).

Los soportes o estructuras sirven para que los conductores se encuentren a una cierta altura con respecto a la tierra, esta debe ser suficiente para mantenerlos distancias entre sí. (Serrano, 2019, p. 48).

La retenida es un elemento que sirve para mantener una simétrica al poste, en algunos casos, sirve como apoyo, ángulo o para fin de línea. (Fuentes, 2018, p. 42).

El pararrayos es un elemento de la red de distribución que tiene como objetivo proteger a las redes de energía, condensadores, personas, cables y construcciones de modo que no cause daño por las descargas atmosféricas como rayos, truenos y grandes tormentas (Chero & Yacupaico, 2020, p. 19).

Se llama herrajes a todo el conjunto de elementos que sirven para la fijación de los aisladores al apoyo y conductor eléctrico, cable de tierra y protección eléctrica de los aisladores (Sigüencia, 2020, p 29).

Los seccionadores fusibles conocidos como cut out son dispositivos que sirven para la protección de los conductores eléctricos de las redes eléctricas de distribución. (Simeón, 2019, p. 48).

El vano es la distancia horizontal entre dos soportes ubicados secuencialmente. Son utilizados según el tipo y fines de diseño, dentro de lo más utilizados son de tipo viento y peso para proyectos electromecánicos (Barturén, Callaca, 2016, p. 39).

La flecha es definida como la longitud vertical máxima entre la línea que pasa por el cable y la línea imaginaria horizontal entre dos apoyos consecutivos (Chávez, Paz, 2020, p. 12).

La descarga atmosférica es un fenómeno natural conocida como rayo, la concentración de las cargas genera un campo eléctrico creado por la nube o entre nubes (Pérez 2019, p.25).

Es fundamental que para el funcionamiento de una línea de transmisión se realice un mantenimiento de manera óptima, una necesidad ya que se encuentran ubicadas a la intemperie (Mayta 2018, p. 24).

Para el sector industrial se desarrolla distintas actividades, por ese motivo es menester tener planes de mantenimiento para poder cumplir con las metas de la organización (Blas, 2017, p. 18).

El mantenimiento rutinario se ejecuta empleando actividades manuales de forma constante para sirve para reparar pequeños defectos en superficies, realizar limpieza y dar señalización (Mamani,2019, p. 30).

El termino de mantenimiento programado se puede utilizar como forma de mantenimiento preventivo, ya que depende de las recomendaciones de los fabricantes

o personas que conocen el tema a tratar, en consecuencia, se obtiene un cronograma para aplicar este mantenimiento (González,2016, p. 33).

El mantenimiento correctivo se ejecuta a los activos luego de que se ha detectado la falla, ese trabajo se realiza cuando el activo se encuentra en estado de espera, para volverlos a un estado el cual pueda cumplir con su función (Llamuca 2017, p. 11).

El mantenimiento predictivo asume el proceso realizar, seguir y monitorear los parámetros y condiciones que relaciones predeciblemente el ciclo de vida de un equipo o instalación, para garantiza la calidad de servicio, y así minimizar el mantenimiento preventivo y correctivo (Pulla & Ulloa 2018, p. 24).

El mantenimiento preventivo es realizado durante intervalos de tiempo, donde se aplica criterios fundamentales con la finalidad del deterioro y la degradación de instalaciones, sistemas y/o equipos (Neira, 2020, p. 10).

La servidumbre es el derecho que tiene un concesionario del sector eléctrico para ejecutar distintas actividades respecto al servicio eléctrico dentro de los predios de terceros, restringiendo el dominio sobre éstos (Orozco,2019 p. 33).

El SAIDI es un indicador que establece a la interrupción como una ausencia de tensión por un intervalo no mayor a 3 minutos (Ortiz,2019 p. 29).

El SAIFI es un indicador que responde a la cantidad promedio de interrupciones durante un intervalo de tiempo que presenta un usuario. La manera de mejorar este indicador es reducir la cantidad de interrupciones (Muñoz,2018 p. 22).

El CAIFI es un índice que se basa en la frecuencia de interrupción de la cantidad de clientes que han experimentado uno o más interrupciones por el lapso de un año (Román,2020 p. 47).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de Investigación

La investigación aplicada se orienta a conseguir un nuevo conocimiento destinado que permita soluciones de problemas prácticos (Álvarez, 2020 p. 3). La presente investigación fue de tipo aplicada porque tiene como objetivo adoptar un plan de mantenimiento correctivo, que permita corregir las interrupciones de energía eléctrica y el desabastecimiento del fluido eléctrico. La información obtenida debe ser también aplicable en cualquier lugar.

La investigación descriptiva recopila los datos que ocurre en la realidad, en consecuencia, de ello se podrá describir, analizar e interpretar como se comporta las variables del estudio (Zorrilla, 2019 p. 25). El diseño de esta investigación será No Experimental – Descriptivo, debido a que el estudio comienza con la identificación de la situación actual, posteriormente se establecen los elementos críticos y fallas y finalmente se elabora la propuesta respectiva del plan de mantenimiento correctivo. Por tanto, la temporalidad de su ejecución es transversal.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión.

**Definición conceptual:** Corrigen las fallas que se presentan en momentos determinados, evaluando la duración del restablecimiento del servicio y el menor costo posible, determina también que "el mantenimiento correctivo es inevitable, así se haya implementado un buen programa de mantenimiento preventivo (López 2019, p.19).

**Variable dependiente:** Corregir interrupciones de energía

**Definición conceptual:** La interrupción es toda falla que ocurre en un punto de entrega. Éstas pueden ser causadas por otras instalaciones que lo alimentan o por equipos salidas instaladas del suministrador. No se considera interrupciones totales se ministro cuya duración es de 3 minutos o menos (Enríquez 2017, p.22).

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

La población según Velásquez (2017) es definida como el conjunto de todas las posibles unidades de observación que son objeto del problema a considerar. Por ella la población de este presente proyecto de investigación estuvo constituida por la distribución de la línea primaria de media tensión que transmite el alimentador SJC052 de Nepeña hacia las localidades de Huarcampón, Hornillos, Pamparomás, Santa Lucía, Huanca Putaca, Chorrillos, Cemico y Chacanclayo.

Según López y Fachelli (2017) una muestra no es más que la elección de una parte de un todo que es la población. La muestra estuvo constituida por la distribución de las líneas primarias de media tensión en el tramo Hornillos – Pamparomás con un nivel de tensión de 22.9 kV.

En esta investigación el muestreo fue no probabilístico por conveniencia, ya que todos los elementos de la muestra tienen la probabilidad de ser elegidas aleatoriamente al recojo de información.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas son los recursos para reunir información de fuentes directas e indirectas como entrevistas, observaciones, cuestionarios, etc (Sánchez, 2018 p. 45). La técnica empleada fue la observación directa realizada en campo en el tramo de la red del PMI Hornillos hacia el distrito de Pamparomás.

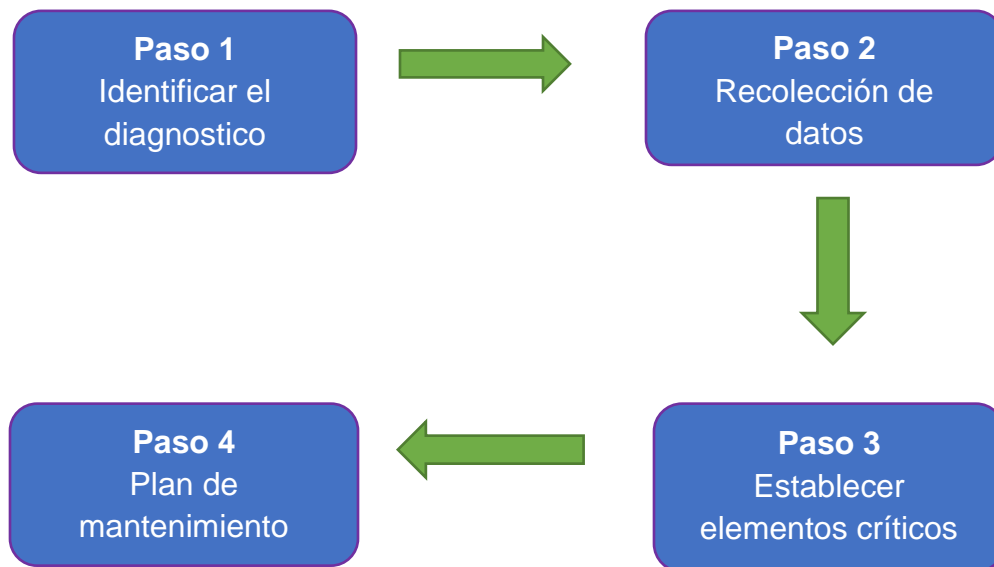
El Instrumento de recolección de datos es el medio por el cual el investigador tiene para acercarse a los fenómenos y extraer la información requerida (Palella y Martins, 2017 p. 125).

En ese sentido se recurre a los siguientes instrumentos de recolección de datos:

Se recurre a recolectar datos técnicos de la red de media tensión por parte de la municipalidad (Anexo 5 y 6), como también se solicitará los reportes de interrupciones de la concesionaria eléctrica para tener claridad de las interrupciones en el alimentador SJC052 que forma la población de la investigación (Anexo 3) y los reportes por la municipalidad de Pamparomás para identificar la situación actual de la muestra (Anexo

4). El registro de diagrama Unifilar de la red de media tensión (Anexo 7) y los Formatos de inspección que están validados (Orozco, 2019, p. 43) (Anexo 2).

### 3.5. Procedimientos



**Figura 1:** Procedimientos de investigación.

**Fuente:** Elaboración Propia.

#### **Paso 1:** Identificar el diagnóstico situacional

Mediante los constantes problemas producidos por las interrupciones de energía eléctrica se procedió a identificar y realizar un diagnóstico en las redes de media tensión en el distrito de Pamparomás. Se realizó mediante la recolección de datos de la red de media tensión del distrito de Pamparomás y la evaluación de indicadores SAIFI y SAIDI, estas interrupciones afectaban al desarrollo y la calidad de vida de los usuarios ocasionando pérdidas de los productos de primera necesidad y la educación de los niños, de este modo nace esta investigación con el objetivo de dar solución al problema.

**Paso 2:** Recolección de datos

Se procedió a la recolección de los datos de las interrupciones, los reportes de interrupción de energía eléctrica de la municipalidad distrital de Pamparomás y de la concesionaria, con los datos obtenidos y el uso de los formatos de inspección se tomó las acciones correspondientes para la mejora.

**Paso 3:** Establecer elementos críticos

Con los datos obtenidos se procede a identificar los elementos críticos y los puntos donde se ocasionan las fallas utilizando como técnica la observación directa y formatos de inspección ya validados (Orozco, 2019, p. 43) (Anexo 2). como instrumento de recolección de datos, en el tramo PMI Hornillos – Pamparomás y así elaborar nuestro plan de mantenimiento correctivo para corregir las interrupciones de energía.

**Paso 4:** Plan de mantenimiento correctivo.

Con la evaluación e identificación de las fallas y elementos críticos se realizó el plan de mantenimiento correctivo, que consta de actividades propuestas para corregir las interrupciones de energía. Así mismo se estableció que dichas actividades se desarrollaron anualmente en los meses indicados. Además, se determinó el análisis técnico / económico aplicando el VAN y el TIR, en el plan de mantenimiento correctivo para determinar su viabilidad.

### 3.6 Método de análisis de datos

Tabla 1.

*Método de análisis de datos.*

<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Técnica De Procesamiento</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Resultado</b>
Identificar el diagnóstico situacional en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás.	Observación directa	Recolección de datos técnicos (Anexo 5 y 6)	Se diagnosticará la situación actual en la red de media tensión en el distrito de Pamparomás.
Establecer los elementos críticos y fallas en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás.	Análisis de datos	Reportes de la Municipalidad de Pamparomás (Anexo 4)	Se analizará los elementos críticos y fallas en la red de media tensión en el distrito de Pamparomás.
Elaborar la propuesta respectiva del plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás.	Análisis de datos	Formato de Inspección (Anexo 2)	Se diseñará el plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión en el distrito de Pamparomás.

**Fuente:** Elaboración Propia.

### 3.7. Aspectos éticos

La investigación presenta la confiabilidad y condiciones éticas en la resolución del consejo estudiantil universitario N°012-2017-UCV. Será evaluado por mediante el software turnitin para evaluar la veracidad y autenticidad para garantizar la fiabilidad



sin cometer ningún tipo de plagio. Como investigadores nos comprometemos a mantener la veracidad de los resultados y la confiabilidad de los recursos proporcionados para esta investigación.

#### IV. RESULTADOS

Se identificó el diagnóstico situacional en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás que detallamos a continuación.

La red de media tensión es una línea de distribución aérea trifásica que transporta la energía eléctrica; inicia en el PMI Hornillos donde está ubicado un transformix, cuyas características se detalla a continuación:

**Tabla 2.**

*Características Técnicas de Transformix en el PMI Hornillos.*

Transformix (Hornillos)	
Tipo Sistema	Aérea montada en un poste Trifásico (3Ø)
Relación de transformación	25 / 5 A

**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en la tabla anterior que el transformix se encuentra ubicado a la intemperie, montado en un poste, tiene un sistema trifásico con una tensión de 22.9 kV siendo 25/5 A, la transformación de la corriente. Las líneas primarias de red de media tensión entran al transformix que sirve como sistema de medición y a la salida de éste se derivan hacia la localidad de Pamparomás, cuyas características climatológicas se detalla a continuación:

**Tabla 3.**

*Características climatológicas del distrito de Pamparomás.*

Características climatológicas	
Temperatura mínima	10°C
Temperatura media	17°C
Temperatura máxima	22°C
Velocidad del viento	80 km/h
Altitud	3000 m.s.n.m

**Fuente:** Elaboración propia (Anexo 5)

Se observa en la tabla anterior que las características climatológicas del distrito de Pamparomás (a 3000 m.s.n.m) tiende a ser de clima templado en los meses de diciembre a marzo, con una temperatura mínima de 10°C, siendo muy caluroso en los meses de abril a noviembre con una temperatura máxima de 22°C. Cabe mencionar que, cuando alcanza su temperatura máxima, se produce la elongación de los conductores eléctricos, en consecuencia, cambia la distancia del flechado del vano (que comprende el cable entre dos postes). La velocidad del viento presente en la zona, contribuye a la presencia de fallas debido a que levanta polvo y tierra que se adhiere a los aisladores eléctricos produciendo que haya conducción eléctrica no deseada.

**Tabla 4.**

*Características técnicas de las líneas primarias del tramo PMI*

*Hornillos – Pamparomás.*

Características técnicas del sistema	
Tensión nominal	22.9 kV
Tensión máxima	25 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Factor de Potencia	0.9 (atraso)
Conexión del sistema	neutro aterrado S.E principal
	250 MVA

Potencia de cortocircuito mínima	
Nivel de Contaminación	Alto nivel III

**Fuente:** Elaboración propia

Se observa en la tabla anterior que los conductores eléctricos son de tipo AAAC de 35 mm<sup>2</sup> con una tensión nominal de 22.9 kV y una tensión máxima de 25 kV en el tramo PMI Hornillos – Pamparomás, el cual es afectado por el nivel alto de contaminación que existe en todo el sistema eléctrico de la red de media tensión

**Tabla 5.**

*Suministro de materiales de la red de media tensión del tramo PMI Hornillos – Pamparomás.*

Ítem	Descripción	Características
1	Postes	C.A.C 13m/400kg protegido con sellador y madera de 12m
2	Conductor eléctrico	Aluminio tipo AAAC de 35mm <sup>2</sup>
3	Aisladores	Poliméricos tipo suspensión de 25 kV Poliméricos tipo pin de 25 kV (híbrido)
4	Protección	Seccionador fusible 38 kV ( <i>cut out</i> ) Resistividad <15 ohmios.
5	Puesta a tierra	Varilla cooperweld de 5/8"Ø x 2.40m Cable de cobre desnudo de 35mm <sup>2</sup>
6	Retenidas	Cable de acero grado siemens martin de 3/8" Ø
7	Accesorios	Cruceta de madera
8	Transformador	Trifásico de 424.28 kW
9	Ferretería	Acero forjado y galvanizado en caliente, espesor mínimo de 100 micrones
10	Grapas de anclaje	De tipo pistola de aluminio para conductor de 25-35 mm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla anterior se muestra los elementos que conforman la red de media tensión desde el PMI Hornillos hacia el distrito de Pamparomás, donde los conductores eléctricos son de tipo AAAC de 35 mm<sup>2</sup>, los cuales ingresan al transformix (transformador de paso) que sirve para hacer la medición de la corriente eléctrica. La retenida se usa para una mejor simetría vertical del poste, dentro de la retenida se encuentra los cuellos muertos de tipo ojo que sirve para su anclaje y darle una estabilidad segura. Las crucetas de tipo asimétrica va de poste a poste y sirven como base de sujeción del pararrayo y de los seccionadores fusibles (*cut out*); en cada poste se coloca la cruceta de tipo simétrica, el cual sirve para sujetar como base a los aisladores para que los conductores eléctricos de la red de media tensión puedan tener un buen flechado; los aisladores poliméricos sirven para aislar las líneas primarias (línea a línea) para evitar el contacto eléctrico con el poste y las grapas de anclaje tipo pistola sirven para sujetar los conductores eléctricos de punto a punto, ya sea de poste a poste o para los *cut out*. Los *cut out* se usa para recepcionar la corriente de transmisión y dar pase hasta el transformador ubicado en el distrito de Pamparomás, para darle seguridad en corriente de cortocircuito. Asimismo, los pararrayos se ubican detrás de los *cut out*, éstos sirven para cubrir y proteger al transformador de corriente de descargas excesivas (rayos, truenos, cortocircuito, etc.). Los pararrayos, el transformador y el tablero (caja de conexionado) están aterrados a sus respectivos pozos a tierra en su corriente de descarga. Por último, de los *cut out* ingresan a los puntos de conexiones (terminales) primarios del transformador.

**Tabla 6.**

*Reportes de Interrupciones de los meses enero – agosto del 2021 de la red de media tensión del tramo PMI Hornillos - Pamparomás*

Ítem	Motivo	Nº veces	Tiempo de falla
1	Falla por roce de arboles	4	Febrero, mayo, junio y agosto.
2	Falla por corto circuito	2	Febrero y junio
3	Falla por descarga atmosférica	1	Marzo
4	Falla por falso contacto	1	Julio

**Fuente:** Municipalidad de Pamparomás (2021). (Anexo 4)

Como se observa en la tabla anterior, los reportes de los meses enero - agosto del presente año 2021 nos indica que las interrupciones de energía en su mayoría se debieron a fallas por:

Roces de árboles, según el código nacional de electricidad (CNE) y las normas técnicas DGE/MEM, la distancia radial establecida entre el conductor y los árboles laterales es de 0.5m y la distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles es de 2.5m; sin embargo, en la zona se puede apreciar que hay una distancia aproximada de 50 cm entre los árboles y el poste, lo cual genera cortes de energía, como apagones e incendio en las ramas de los árboles.

Falla por cortocircuito, esto debido a que la distancia entre líneas primarias se encuentra muy cerca, al aperturar los *cut out* se forma arcos eléctricos que repercute a una de las líneas primarias abriendo el circuito de otra de las líneas primarias evitando la continuidad del fluido eléctrico.

Falla por descarga atmosférica, debido a que, en los meses de lluvia, se presenta truenos que impactan las líneas primarias generando explosión en las mismas.

Falla por falso contacto, esta falla se debe a las partículas extrañas que se forma en los aisladores eléctricos debido a la presencia de polvo y tierra, lo cual trae como consecuencia la fuga de energía eléctrica, posteriormente chispas y arcos eléctricos.

Se calcularán los indicadores SAIFI y SAIDI de los meses de Enero – Agosto del presente año 2021, para determinar la frecuencia y duración promedio de las interrupciones de la situación actual de la red de media tensión del distrito de Pamparomás, estos datos fueron obtenidos del reporte de interrupciones de la municipalidad del distrito de Pamparomás (Anexo 4).

Mes de Enero:

En el mes de Enero no se reportó interrupciones de energía en la red de media tensión del distrito de Pamparomás.

SAIFI= 0

SAIDI= 0

Mes de Febrero:

Calculando el SAIFI:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^n x \mu_i}{N} = \frac{152+307}{1750} = \frac{459}{1750}$$
$$= 0.262285 \text{ inter / usuario}$$

Donde:

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Calculando el SAIDI:

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i x \mu_i}{N} = \frac{6.8 x 152 + 2.25 x 307}{1750} = \frac{1724.35}{1750}$$
$$= 0.985342 \text{ h / cons afectado}$$

$t_i$ : Duración de cada interrupción

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Mes de Marzo:

Calculando el SAIFI:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^n x \mu_i}{N} = \frac{600}{1750}$$
$$= 0.342857 \text{ inter / usuario}$$

Donde:

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Calculando el SAIDI:

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i x \mu_i}{N} = \frac{8.25 x 600}{1750} = \frac{4950}{1750}$$
$$= 2.828571 \text{ h / cons afectado}$$

Donde:

$t_i$ : Duración de cada interrupción

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Mes de Abril:

En el mes de Abril no se reportó interrupciones de energía en la red de media tensión del distrito de Pamparomás.

SAIFI= 0

SAIDI= 0

Mes de Mayo:

Calculando el SAIFI:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^n x \mu_i}{N} = \frac{724}{1750}$$
$$= 0.413714 \text{ inter / usuario}$$

Donde:

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Calculando el SAIDI:

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i x \mu_i}{N} = \frac{5.58 x 724}{1750} = \frac{4039}{1750}$$
$$= 2.3080 \text{ h / cons afectado}$$

Donde:

$t_i$ : Duración de cada interrupción

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Mes de Junio:

Calculando el SAIFI:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^n x \mu_i}{N} = \frac{183+402}{1750} = \frac{585}{1750}$$
$$= 0.334285 \text{ inter / usuario}$$



Donde:

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Calculando el SAIDI:

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times \mu_i}{N} = \frac{20.76 \times 183 + 3.95 \times 402}{1750} = \frac{5387}{1750}$$
$$= 3.078285 \text{ h / cons afectado}$$

Donde:

$t_i$ : Duración de cada interrupción

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Mes de Julio:

Calculando el SAIFI:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{\mu_i}}{N} = \frac{520}{1750}$$
$$= 0.297142 \text{ inter / usuario}$$

Donde:

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Calculando el SAIDI:

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times \mu_i}{N} = \frac{17.5 \times 520}{1750} = \frac{9100}{1750}$$
$$= 5.20 \text{ h / cons afectado}$$

Donde:

$t_i$ : Duración de cada interrupción

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

$n$ : Número de interrupciones del periodo.

$N$ : Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Mes de Agosto:

Calculando el SAIFI:

$$\text{SAIFI} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i}{N} = \frac{860}{1750}$$
$$= 0.91428 \text{ inter / usuario}$$

Donde:

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

$n$ : Número de interrupciones del periodo.

$N$ : Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.

Calculando el SAIDI:

$$\text{SAIDI} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times \mu_i}{N} = \frac{3.3 \times 860}{1750} = \frac{2838}{1750}$$
$$= 1.621714 \text{ h / cons afectado}$$

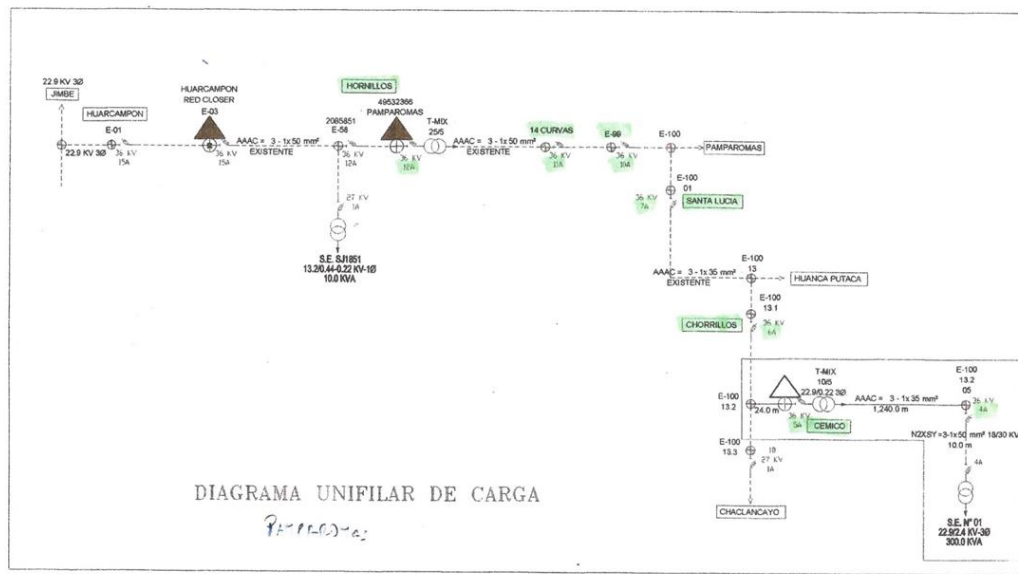
Donde:

$t_i$ : Duración de cada interrupción

$\mu_i$ : Número de usuarios afectados en cada interrupción.

n: Número de interrupciones del periodo.

N: Número de usuarios del sistema eléctrico o concesionaria al final del mes.



**Figura 2:** Diagrama Unifilar de Carga

**Fuente:** Municipalidad del distrito de Pamparomás

En la Figura anterior se presenta el diagrama unifilar de la red de media tensión, la cual nos indica el recorrido del alimentador principal hacia el distrito de Pamparomás. Para el segundo objetivo específico, se identificó los elementos críticos y fallas en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás, para esto se aplica los formatos de inspección tal como se muestra en el (Anexo 2), los cuales nos permiten determinar los riesgos operacionales que causan las averías en las líneas primarias de media tensión que se detalla a continuación.

**INFORME DE INSPECCIÓN**

<b>CÓDIGO</b> PYXX.XX.XX	<b>VERSION</b> X
<b>FECHA</b>	

PERMISO DE TRABAJO N°: 01      FECHA: 22/09/2021

1. LUGAR O ZONA DE LA INSPECCIÓN:  
PMI Hornillos - Pamparomás

2. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS REDES INSPECCIONADAS:

AMT N° 04	ESTRUCTURA N°
SED N°	CIRCUITO N°

3. DETALLAR RIESGO OPERACIONAL:

RIESGO OPERACIONAL	ESTADO	VALO			DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA COMENTARIOS U OBSERVACIONES RESPECTO DEL ESTADO.
		BUENO	ALTO	MODERADO	
POSTE DETERIORADO				X	
AISLADOR ROTO					X
MENSULA DETERIORADA					
CRUCETA DETERIORADA		X			Madera en mal estado.
PUESTA A TIERRA		X			Resistencia > 250Ωm.
CUELLOS MUERTOS			X		
VANOS			X		No cumple distancia de flechado.
EMPALMES		X			Mal entorche.
OTROS (ESPECIFICAR)					

4. PLANO O DIAGRAMA DE LA ZONA PARA IDENTIFICAR ESTRUCTURA:

NOTA: SE ADJUNTA FOTO COMO ANEXO DE FALLA:  SI  NO

6. RECOMENDACION PARA SUBSANACION DEL RIESGO OPERACIONAL:

7. DETALLAR MATERIALES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA SUBSANACION DEL RIESGO OPERACIONAL:

MATERIALES			EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	
Descripción	Unidad	Cantidad		
Thor gel	bol.	01	llave francesa, cable de pulido, conector, telep.	
cruceta de madera	und.	02	llaves, arnes, escalera telec, entrobos.	
conector tipo cana	und.	06	Alicate, arnes, escalera telec, entrobos.	
			Tierra temporaria, perfi gas, TLFOR.	
			Equipos de protección personal.	

8. OBSERVACIONES:

INSPECCIONADO POR: Firma:

Nombre y apellido:

APROBACION PARA EJECUCION DE TRABAJO INSPECCIONADO

VIB\* - SUPERVISOR       VIB\* - JEFE

**Figura 3:** Informe de Inspección 1

**Fuente:** (Orozco, 2019, p. 43) (Anexo 2)

En la figura anterior se muestra el resultado del informe de inspección 1 aplicado al tramo PMI Hornillos – Pamparomás donde se concluye que los riesgos operacionales que existen en la red de media tensión, se inicia desde la cruceta deteriorada y cuellos muertos en mal estado, posteriormente el poste deteriorado que incluye a los aisladores rotos, la puesta a tierra supera la resistencia máxima permisible en el Código Nacional de Electricidad (CNE), que establece una resistividad menor a 15 ohmios para media tensión, vanos muy holgados y empalmes mal realizados producto de una deficiencia en la supervisión.

INFORME DE INSPECCIÓN

PERMISO DE TRABAJO N°: 02	CODIGO: P006XXLXX VERSION: X FECHA: 22/09/2021
---------------------------	--

1. LUGAR O ZONA DE LA INSPECCIÓN:  
*PMI Hornillos - Pamparomás*

2. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS REDES INSPECCIONADAS:

ASIT N°: 01	ESTRUCTURA N°:
SED N°:	CIRCUITO N°:

3. DETALLAR RIESGO OPERACIONAL:

RIESGO OPERACIONAL	SI	NO	DISTANCIA A LA RED	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
DMS				
RED INCUMPLE DMS		X		
PANEL INCUMPLE DMS				
PREDIO INCUMPLE DMS		X		
OTROS (ESPECIFICAR)				
FRANJA DE SERVIDUMBRE				
ÁRBOL CERCA DE LA RED	X		50 cm	No cumple distancia mínima.
VEGETACIÓN EN BASE DE POSTE		X		
VEGETACIÓN EN LA BRETANDA		X		
OTROS (ESPECIFICAR)				

4. PLANO O DIAGRAMA DE LA ZONA PARA IDENTIFICAR ESTRUCTURA:

NOTA: SE ADJUNTA FOTO COMO ANEXO DE FALLA:  SI  NO

5. RECOMENDACIÓN PARA SUBSANACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL:  
*Se recomienda la poda de los respectivos árboles.*

7. DETALLAR MATERIALES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA SUBSANACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL:

MATERIALES			EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	
Descripción	Unidad	Cantidad		
Jugas	urd.	02	Motosierra y Equipo de protección personal	

8. OBSERVACIONES:

INSPECCIONADO POR:  
Firma: \_\_\_\_\_  
Nombre y apellido: \_\_\_\_\_

APROBACIÓN PARA EJECUCIÓN DE TRABAJO INSPECCIONADO  
VºBº - SUPERVISOR: \_\_\_\_\_ VºBº - JEFE: \_\_\_\_\_

**Figura 4:** Informe de Inspección 2

**Fuente:** (Orozco, 2019, p. 43) (Anexo 2)

En la figura anterior se muestra el resultado del segundo informe de inspección aplicado al tramo PMI Hornillos – Pamparomás donde el detalle de los riesgos operacionales fueron: inspeccionar la franja de servidumbre y la distancia mínima de seguridad (DMS), se identificó que existen árboles cerca de la red, tienen una distancia vertical y radial no mayor a 50 cm aproximadamente, la cual no cumple con la norma DGE “Bases para el diseño de líneas y redes primarias para electrificación rural” la cual establece que la distancia vertical entre conductor y los árboles es de 2.5 m y la distancia radial entre conductor y los árboles laterales es de 0.50 m (Anexo 8)

En las figuras siguientes se pueden apreciar con más detalle, los riesgos operacionales que se encontraron en la inspección realizada en el tramo PMI Hornillos - Pamparomás, tomando como referencia los resultados obtenidos de los informes anteriormente explicados.



**Figura 5:** Crucetas de madera deterioradas.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la figura anterior que las crucetas de madera se encuentran en estado de deterioro poniendo en riesgo que el pararrayos y los seccionadores fusibles quede colgando y en el peor de los casos se desprendan del cable.



**Figura 6:** Cuellos muertos en mal estado.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la figura anterior que los cuellos muertos se encuentran en mal estado poniendo en riesgo que la retenida no tenga estabilidad segura y en consecuencia, el poste pierda su simetría vertical.



**Figura 7:** Postes de madera deterioradas.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la figura anterior que los postes de madera se encuentran en estado de deterioro poniendo en peligro a que el conductor eléctrico pierda su límite de ruptura y haya caída de las líneas primarias.



**Figura 8:** Aislador polimérico roto.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la figura anterior que el aislador tipo polimérico está roto, por lo tanto, pone en peligro al conductor eléctrico ya que se encuentra suelto, sin aislamiento a tierra y otros conductores.



**Figura 9:** Puesta a tierra en mal estado.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la figura anterior que la puesta a tierra está en mal estado, lo cual genera inseguridad ya sea que está aterrado al transformador, pararrayos y caja de conexionado, además su resistividad no cumple con el código nacional de electricidad que indica una resistividad  $<15$  ohmios.





**Figura 10:** Árboles cerca de la línea de media tensión.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la figura anterior que los árboles que se encuentran en el tramo PMI Hornillos – Pamparomás están muy cerca de la línea primaria lo cual ocasiona que haya interrupciones de energía en el sistema debido a que no guarda la distancia mínima de seguridad y Franja de Servidumbre.

Por lo tanto, los riesgos operacionales que establecen los elementos críticos y fallas en la red de media tensión son: Crucetas de madera deterioradas, cuellos muertos en mal estado, postes de madera deteriorados, aisladores rotos, puesta a tierra en mal estado y árboles cerca de la línea de media tensión la cual no guarda la distancia mínima de seguridad.

A continuación, luego de establecer los elementos críticos y fallas, se elaboró la propuesta de plan de mantenimiento correctivo para corregir estos riesgos operacionales que causan las interrupciones de energía en el tramo PMI Hornillos – Pamparomás.

La propuesta respectiva al plan de mantenimiento correctivo consiste en realizar una programación anual que comprende entre los meses de enero – diciembre del año

2022 donde se plantea las actividades respectivas para corregir las interrupciones de energía en el tramo PMI Hornillos - Pamparomás. Estas actividades fueron identificadas en el resultado de los objetivos anteriormente mencionados, donde se involucra los elementos críticos y fallas, así mismo los reportes de las interrupciones de energía recopiladas de la Municipalidad del distrito de Pamparomás de los meses enero – agosto del presente año, indican que existen fallas medio ambientales como las descargas atmosféricas el cual se mitigará esta falla mediante un apartarrayos , el cual se conecta al sistema de forma permanente para descargar la energía a tierra cuando se presenta alguna sobretensión de alta magnitud.

Para el desarrollo de las actividades propuestas del plan de mantenimiento correctivo, se requiere el uso de equipos de protección personal: casco dieléctrico, guantes dieléctricos, botas dieléctricas, mangas dieléctricas, cinturón de seguridad para canasta. Estos equipos de protección personal deben ser inspeccionados al inicio de cada actividad, se adjunta su certificado de calidad para realizar cada actividad correspondiente, así mismo para los equipos, herramientas y materiales, bajo las normas técnicas peruanas, normas internacionales *International Electrotechnical Commission* (IEC) e *Internacional Organization for Standardization* (ISO).

Para realizar las siguientes actividades propuestas del plan de mantenimiento correctivo, es de carácter obligatorio cumplir con los siguientes requisitos:

El personal debe estar altamente capacitado y tener la autorización para el desarrollo de la actividad.

El personal debe estar entrenado para el uso correcto de los equipos de protección, materiales, herramientas y equipos.

El personal debe recibir la charla de seguridad por un tiempo mínimo de 5 minutos, antes de iniciar su labor o actividad.

El personal debe estar capacitado en primeros auxilios y resucitación cardio pulmonar (RCP).

El personal debe contar con el SCTR correspondiente establecido en el Decreto Supremo 009-97-SA. para brindar atenciones médicas y prestaciones económicas en caso de un accidente laboral o enfermedad profesional.

Normas Aplicables para el mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás:

- Norma DGE 024-T-3/1983: "Terminología Utilizada en los Servicios Eléctricos".
- CNE Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011
- Norma RD 027\_2003\_EMDGE: "Especificaciones técnicas para el suministro de materiales y equipos de subestaciones para electrificación rural".
- R.M. N° 012-2003-EM/DM: "Contraste del Sistema de Medición de Energía Eléctrica".
- N° 020-97-EM: Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE)
- Decreto Supremo N° 025-2007-EM: "Ley General de Electrificación Rural"
- IEC 60044-1: transformadores de medida - Parte 1: Transformadores de corriente
- IEC 60186: "Electrotecnia. Transformadores de Tensión"
- IEC 60099-3: *Surge Arresters -Part 3: Artificial Pollution testing of Surge arresters*
- IEC 60099-4: *Surge Arresters -Part: Metal - oxide surge arresters Without gaps for a.c. systems.*
- ANSI C37.40: *Standard Service Conditions and definitions or High-Voltage Fuses, and Accessories.*
- ANSI C37.42: *Specifications for Distribution Cut Outs and Fuse Links.*
- IEC 60502: *Extruded solid dielectric insulated power cables for rated voltage from 1 to 30 kV.*
- IEC 60228: *Conductors of insulated cables*
- IEC 60540: *Test method of insulation and sheaths of electric cables and Cords*
- IEC 60230: *Impulse test on cables and their accesories*
- IEC 60071-2: Coordinación de aislamiento.

**Tabla 7.**

Propuesta del plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás.

Propuesta del plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión PMI Hornillos - Pamparomás														
Ítem	Actividades	Meses del año												
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
1	Poda de árboles	■												
2	Cambio de aisladores													■
3	Cambio de crucetas de madera			■	■	■	■							
4	Retiro e instalación de postes						■	■	■	■				
5	Mantenimiento de puesta a tierra									■				
6	Cambio de pararrayos										■			
7	Cambio de fusibles											■		

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla anterior se describe las actividades a realizarse en el tiempo correspondiente de la propuesta del plan de mantenimiento. Estas actividades se desarrollan mediante un procedimiento, el cual se detalla a continuación:

**Tabla 8.**

Procedimiento de cambio de crucetas de madera.

N° actividad	Descripción de la actividad	Equipos y herramientas a utilizar
1	Planificar el área de trabajo y, realizar un análisis de riesgo para identificar los peligros y condiciones que pueden afectar la ejecución de la actividad y perjudicar la salud del trabajador.	

2	Verificar el estado de los equipos de protección personal, las herramientas y equipos a utilizar para esta actividad	
3	Delimitar el área de trabajo mediante el uso de conos, cintas de seguridad	
4	Se hará el procedimiento para abrir los circuitos energizados del área de trabajo	
5	Realizar el corte visible para aislar la instalación donde se realizará el trabajo aperturando los fusibles y seccionadores	Pértiga telescópica y guantes dieléctricos.
6	Ubicar y asegurar la escalera para el manejo de la misma	
7	Para subir a los postes, el trabajador se ubicará frente a la cruceta a una distancia segura para evitar los puntos energizados y de contacto.	Eslinga y retenedor de caída
8	Verificar que cada fase de la red se encuentre sin tensión, ubicándose a una distancia segura de las fases	Pértiga y detector de tensión
9	Se colocará las puestas a tierra necesarias, manteniendo una distancia segura de las fases	Guantes dieléctricos y pértiga
10	Se procederá a retirar los amarres de los aisladores	
11	Aflojar los diagonales	
12	Asegurar el conductor al poste mediante el uso de agarradores y diferenciales para el calibre de 35mm <sup>2</sup>	
13	Retirar los aisladores de la cruceta y retirar los amarres de los aisladores	
14	Amarrar la cruceta a una cuerda de servicio para luego soltar la cruceta por medio de la polea de la cuerda y llevarlo hasta el piso	
15	Subir la nueva cruceta, fijarla y asegurarla al poste	
16	Colocar las diagonales a la cruceta y al poste, y ajustar los tornillos	
17	Reubicar los conductores con las diferenciales para cada aislador	
18	Instalar nuevos amarres para los aisladores	
19	Retirar la puesta a tierra	
20	Retirar los desperdicios o material excedente	
21	Retirar la escalera y demarcar los conos y cintas de seguridad del área de trabajo	
22	Comunicar la culminación y cierre de la actividad	

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior (7) se requiere el cambio de las crucetas, cada tercer y cuarto mes del año por el cual los meses restantes se realiza la inspección correspondiente para tener un control de su estado actual, considerando que por ser éstas de madera, se ven afectadas por su grado de calidad y el nivel de contaminación de la zona (Nivel III). Por lo tanto, se presenta en la tabla anterior (8) el procedimiento a realizar para esta actividad y corregir este riesgo operacional.

**Tabla 9.**

Análisis de falla de cambio de crucetas de madera.

Análisis de falla de procedimiento			
Actividad:	Cambio de crucetas de madera	Fecha:	
Función	Falla Funcional	Hora:	
Sujetar como base a los aisladores, pararrayos y seccionadores fusibles	Vida útil	1 Modo de falla (causa) Tensión longitudinal en exceso	Efecto de Fallas Fractura transversal
		2 Descomposición de la sustancia leñosa por acción de hongos xilófagos.	Pudrición de la madera
		3 Peso del transformador	Deformación permanente

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se presenta un análisis de falla de crucetas de madera, la cual sirve para prevenir los posibles causas y efectos de falla.

**Tabla 10.**

Procedimiento de cambio de aisladores.

Nº actividad	Descripción de la actividad	Equipos y herramientas a utilizar
1	Planificar el área de trabajo y, realizar un análisis de riesgo para identificar los peligros y condiciones que	

---

	pueden afectar la ejecución de la actividad y perjudicar la salud del trabajador.	
2	Verificar el estado de los equipos de protección personal, las herramientas y equipos a utilizar para esta actividad	
3	Delimitar el área de trabajo mediante el uso de conos, cintas de seguridad	
4	Se hará el procedimiento para abrir los circuitos energizados del área de trabajo	
5	Realizar el corte visible para aislar la instalación donde se realizará el trabajo aperturando los fusibles y seccionadores	Pértiga telescópica
6	Ubicar y asegurar la escalera para el manejo de la misma	
7	Para subir a los postes, el trabajador se ubicará frente a la cruceta a una distancia segura para evitar los puntos energizados y de contacto.	Eslinga y retenedor de caída
8	Verificar que cada fase de la red se encuentre sin tensión, ubicándose a una distancia segura de las fases	Pértiga y detector de tensión
9	Se colocará las puestas a tierra necesarias, manteniendo una distancia segura de las fases	Guantes dieléctricos y pértiga
10	Se revisará el estado de los conductores	
11	Si el aislador se encuentra en una cruceta con estructura tipo línea recta, suelte los amarres del aislador y descargue el conductor sobre la cruceta	
12	Si el aislador se encuentra en un ángulo, alivie el esfuerzo de la línea sobre el aislador, utilizando aparejo, la garrucha o diferenciales o el juego de motones y suelte los amarres de los aisladores	
13	Retirar los aisladores de la cruceta y retirar los amarres de los aisladores	
14	colocar el pin junto al nuevo aislador	
15	Colocar el conductor sobre el nuevo pin, y amárrelo al aislador,	
16	Asegurar los conductores a los aisladores	
17	Reubicar los conductores con las diferenciales para cada aislador	
18	Instalar nuevos amarres para los aisladores	
19	Retirar la puesta a tierra	
20	Retirar los desperdicios o material excedente	
21	Retirar la escalera y demarcar los conos y cintas de seguridad del área de trabajo	
22	Comunicar la culminación y cierre de la actividad	

---

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior (7) se requiere el cambio de los aisladores, el último mes del año, por el cual los meses restantes se realiza la inspección correspondiente para tener un control de su estado actual, considerando que, por motivo de contaminación en la zona y corrosión, éstas perdieron su aislamiento en el alimentador. Por lo tanto, se presenta en la tabla anterior (10) el procedimiento a realizar para esta actividad y corregir este riesgo operacional.

**Tabla 11.**

Análisis de falla de cambio de aisladores.

Análisis de falla de procedimiento			
Actividad:	Cambio de Aisladores	Fecha:	
Función	Falla Funcional	Hora:	
		Modo de falla (causa)	Efecto de fallas
Sujetar mecánicamente a los conductores eléctricos que forman parte de la línea, manteniéndolos aislados de tierra y otros conductores	Ruptura de aisladores	1 Fisura por golpes	Se produce descargas eléctricas entre conductores
		2 Partículas extrañas por suciedad	Fuga de corriente eléctrica no deseada
		3 Variación de temperatura	El aislador se encuentra expuesto a la intemperie
		4 Periodo de vida útil	Envejecimiento

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se presenta un análisis de falla de aisladores, la cual sirve para prevenir los posibles causas y efectos de falla.



**Tabla 12.**

Procedimiento de retiro e instalación de postes.

N° actividad	Descripción de la actividad	Equipos y herramientas a utilizar
1	Planificar el área de trabajo y, realizar un análisis de riesgo para identificar los peligros y condiciones que pueden afectar la ejecución de la actividad y perjudicar la salud del trabajador.	
2	Verificar el estado de los equipos de protección personal, las herramientas y equipos a utilizar para esta actividad	
3	Delimitar el área de trabajo mediante el uso de conos, cintas de seguridad	
4	Se hará el procedimiento para abrir los circuitos energizados del área de trabajo	
5	Colocarse el equipo de protección personal: Casco, arnés de seguridad, banda de posicionamiento, eslinga con retenedor de caída y guantes de cuero	
6	Se procede a aperturar los circuitos que energizan la zona, manteniendo la distancia mínima de seguridad	
7	Haga corte visible, realizando apertura de seccionadores y corta circuitos	Pértiga telescópica y guantes dieléctricos
8	Colocar puentes para evitar retornos de tensión	
9	Ubicar la grúa en posición verificando el estado del aparejo de izaje	Grúa
10	Asegura el cable de la grúa a 10 cm de la marca del poste y excavar alrededor del poste para su liberación	Grúa
11	Extraer el poste con la grúa y colocarlo en una zona donde no sufra daños.	Grúa
12	Para la instalación del nuevo poste, se procede a realizar el hoyo a una profundidad establecida en las normas	Grúa
13	Instalar el estrobo al nuevo poste	Grúa
14	Levantar el poste a metro de altura	Grúa

15	Se aplome y se alinea el poste asegurándolo firmemente	Grúa
16	Rellenar alrededor del poste con concreto	
17	Se retira la puesta a tierra	
18	Retirar los desperdicios o material excedente	
19	Retirar y demarcar los conos y cintas de seguridad del área de trabajo	
20	Comunicar la culminación y cierre de la actividad	

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior (7) se requiere el retiro e instalación de postes, esta actividad se realizará en el sexto, séptimo y octavo mes del año en un rango de 10 años aproximadamente ya que es el tiempo aproximado de vida útil de los postes, por lo tanto, el tiempo restante se realizará la inspección correspondiente para tener un control de su estado actual, considerando que la humedad en los meses de lluvia y la aparición de hongos afecta al deterioro de los postes. Por lo tanto, se presenta en la tabla anterior (12) el procedimiento a realizar para esta actividad y corregir este riesgo operacional.

**Tabla 13.**

Análisis de falla de retiro e instalación de postes.

Análisis de falla de procedimiento			
Actividad:	Retiro e instalación de postes	Fecha:	
Función	Falla Funcional	Hora:	Efecto de fallas
Sostener líneas aéreas destinadas a la conducción de energía eléctrica	Pudrición por vida útil y carga nominal inadecuada	1	Modo de falla (causa) Descomposición de la sustancia leñosa por acción de hongos xilófagos.
		2	Humedad en época de lluvia
		3	Ataque de insectos
			Pudrición de la madera  Abarca químicamente suelos desde ácidos alcalinos Taladrado del poste por insectos o larvas

4	Colapso	Exceso de carga aplicada
5	Deformación permanente	Carga permanente sobre el poste

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se presenta un análisis de falla de retiro e instalación de postes, la cual sirve para prevenir los posibles causas y efectos de falla.

**Tabla 14.**

Procedimiento de mantenimiento de puesta a tierra.

N° actividad	Descripción de la actividad	Equipos y herramientas a utilizar
1	Planificar el área de trabajo y, realizar un análisis de riesgo para identificar los peligros y condiciones que pueden afectar la ejecución de la actividad y perjudicar la salud del trabajador.	
2	Verificar el estado de los equipos de protección personal, las herramientas y equipos a utilizar para esta actividad	
3	Delimitar el área de trabajo mediante el uso de conos, cintas de seguridad	
4	Se desmonta la caja de registro	
5	Se realiza la excavación a un 1 m de profundidad	
6	Se vierte la dosis química mezclada con agua hasta que la tierra lo absorba	
7	Se cambia la varilla de cooperweld	
8	Se rellena el pozo con tierra de cultivo cernida y bentonita por capas de 20 cm compactándolo	
9	Se procede a realizar las capas hasta 10 cm de distancia entre la varilla y la caja de registro	
10	Se realiza la medición del pozo a tierra, el cual es < 15 ohmios para media tensión	Telurómetro
11	Se efectúa la conexión eléctrica del electrodo	Alicate universal o llave mixta
12	Se coloca la caja de registro	
13	Retirar los desperdicios o material excedente	

14	Retirar la escalera y demarcar los conos y cintas de seguridad del área de trabajo
15	Comunicar la culminación y cierre de la actividad

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior (7) se requiere el mantenimiento de puesta a tierra, cada noveno mes de año por el cual los meses restantes se realiza la inspección correspondiente para tener un control de su estado actual, por motivo de brindar seguridad a las personas, evitando las descargas no deseadas por sobretensión que hay en el sistema. Por lo tanto, se presenta en la tabla anterior (14) el procedimiento a realizar para esta actividad y corregir este riesgo operacional.

**Tabla 15.**

Análisis de falla de mantenimiento de puesta a tierra.

Análisis de falla de procedimiento			
Actividad:	Mantenimiento de puesta a tierra	Fecha:	
Función	Falla Funcional	Hora:	
		Modo de falla (causa)	Efecto de fallas
Derivación de la energía por sobretensión hacia la puesta a tierra	Alta resistencia (ohm)	1 Conector tipo AB sulfatado	No habrá continuidad de corriente de descarga.
		2 Ruptura de cable de cobre desnudo	No habrá continuidad de corriente de descarga.
		3 Cambios ambientales adversas	Variación de la resistencia del pozo a tierra.
		4 Alta resistividad del terreno	Tratamiento de pozo mediante aditivos

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se presenta un análisis de falla de aisladores, la cual sirve para prevenir los posibles causas y efectos de falla.

**Tabla 16.**

Procedimiento de podamiento de árboles.

Podamiento de árboles		
N° actividad	Descripción de la actividad	Equipos y herramientas a utilizar
1	Planificar el área de trabajo y, realizar un análisis de riesgo para identificar los peligros y condiciones que pueden afectar la ejecución de la actividad y perjudicar la salud del trabajador.	
2	Verificar el estado de los equipos de protección personal, las herramientas y equipos a utilizar para esta actividad	
3	Delimitar el área de trabajo mediante el uso de conos, cintas de seguridad	
4	Empezar a podar las copas de los árboles manualmente o mecánicamente	Cuchillas cortadoras eléctricas o manuales
5	Retirar los desperdicios o material excedente	
6	Retirar la escalera y demarcar los conos y cintas de seguridad del área de trabajo	
7	Comunicar la culminación y cierre de la actividad	

**Fuente:** Elaboración propia

Como se observa en la tabla anterior (7) se requiere el podamiento de árboles, cada primer mes del año, por el cual los meses restantes se realiza la inspección correspondiente para tener un control de su estado actual, considerando que dentro de éstas existe cuellos muertos en mal estado, desequilibra las fuerzas longitudinales en los vanos y los ángulos de deflexión de los esfuerzos de flexión del poste. Por lo tanto, se presenta en la tabla anterior (16) el procedimiento a realizar para esta actividad y corregir este riesgo operacional.

**Tabla 17.**

Análisis de falla de podamiento de árboles.

Análisis de falla de procedimiento			
Actividad:	Podamiento de Árboles	Fecha:	
Función	Falla Funcional	Modo de falla (causa)	Efecto de fallas
Mantener la limpieza apropiado de los conductores de media tensión para mejorar la confiabilidad en el sistema	Se produce cortocircuito por falla a tierra.	1	Forestación inadecuada (desmedida)
			Conducción de corriente eléctrica a través de los árboles poniendo en peligro a los equipos y personas cercanas.

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se presenta un análisis de falla de puesta a tierra, la cual sirve para prevenir los posibles causas y efectos de falla.

**Tabla 18.**

Procedimiento de cambio de pararrayos.

N° actividad	Descripción de la actividad	Equipos y herramientas a utilizar
1	Planificar el área de trabajo y, realizar un análisis de riesgo para identificar los peligros y condiciones que pueden afectar la ejecución de la actividad y perjudicar la salud del trabajador.	
2	Verificar el estado de los equipos de protección personal, las herramientas y equipos a utilizar para esta actividad	
3	Delimitar el área de trabajo mediante el uso de conos, cintas de seguridad	
4	Se hará el procedimiento para abrir los circuitos energizados del área de trabajo	

5	Realizar el corte visible para aislar la instalación donde se realizará el trabajo aperturando los fusibles y seccionadores	Pértiga telescópica
6	Ubicar y asegurar la escalera para el manejo de la misma	
7	Para subir a los postes, el trabajador se ubicará frente a la cruceta a una distancia segura para evitar los puntos energizados y de contacto.	Eslinga y retenedor de caída
8	Verificar que cada fase de la red se encuentre sin tensión, ubicándose a una distancia segura de las fases	Pértiga y detector de tensión
9	Se colocará las puestas a tierra necesarias, manteniendo una distancia segura de las fases	Guantes dieléctricos y pértiga
10	Se revisará el estado de los conductores	
11	Aperturar los cortacircuitos	
12	Se procede a desconectar la entrada y salida de los cortacircuitos	
13	Bajar los corta circuito o descargadores	
14	Realizar la medición de la varilla a tierra, informar si supera la máxima permisible para un tratamiento del terreno.	
15	Subir los nuevos corta circuito o descargador y conectar el cable de entrada y salida de los descargadores y corta circuito.	
16	Realizar el cierre del corta circuito	
17	Medir la corriente del cable a tierra para detectar fugas	
18	Instalar nuevos amarres para los aisladores	
19	Retirar los desperdicios o material excedente	
20	Retirar la escalera y demarcar los conos y cintas de seguridad del área de trabajo	
21	Comunicar la culminación y cierre de la actividad	

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior (7) se requiere el cambio de pararrayos, cada décimo mes del año por el cual los meses restantes se realiza la inspección correspondiente para tener un control de su estado actual, considerando que éstos se deterioran con el paso del tiempo por la magnitud de los rayos que impactan, existe el riesgo que, si en caso ocurra la presencia de un rayo, el impacto no pueda controlarlo dañando los elementos del sistema. Por lo tanto, se presenta en la tabla anterior (18) el procedimiento a realizar para esta actividad y corregir este riesgo operacional.

**Tabla 19.**

Análisis de falla de cambio de pararrayos.

Análisis de falla de procedimiento			
Actividad:	Cambio de Pararrayo	Fecha:	
Función	Falla funcional	Hora:	
Producir descargas por efecto de sobretensiones múltiples, principalmente por descargas atmosféricas	Mal empalme de los conectores	Modo de falla (causa)	Efecto de fallas
		Deterioro por ruptura dieléctrica	Alta impedancia en condición de sobretensión
		Exceso de zarro y polvo en el ambiente	Cabeza terminal y bornes de conexión sulfatados

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se presenta un análisis de pararrayo, la cual sirve para prevenir los posibles causas y efectos de falla.

**Tabla 20.**

Procedimiento de cambio de seccionador fusible.

N° actividad	Descripción de la actividad	Equipos y herramientas a utilizar
1	Planificar el área de trabajo y, realizar un análisis de riesgo para identificar los peligros y condiciones que pueden afectar la ejecución de la actividad y perjudicar la salud del trabajador.	
2	Verificar el estado de los equipos de protección personal, las herramientas y equipos a utilizar para esta actividad	
3	Delimitar el área de trabajo mediante el uso de conos, cintas de seguridad	
4	Se hará el procedimiento para abrir los circuitos energizados del área de trabajo	
5	Realizar el corte visible para aislar la instalación donde se realizará el trabajo aperturando los fusibles y seccionadores	Pértiga telescópica



6	Ubicar y asegurar la escalera para el manejo de la misma	
7	Para subir a los postes, el trabajador se ubicará frente a la cruceta a una distancia segura para evitar los puntos energizados y de contacto.	Eslinga y retenedor de caída
8	Verificar que cada fase de la red se encuentre sin tensión, ubicándose a una distancia segura de las fases	Pértiga y detector de tensión
9	Se colocará las puestas a tierra necesarias, manteniendo una distancia segura de las fases	Guantes dieléctricos y pértiga
10	Los cables de entrada y salida serán retirados.	
11	Instalar un estrobo y una cuerda para bajar y orientar el descenso del seccionador fusible	
12	Bajar el seccionador fusible por medio de la grúa, con la manila para que no sea golpeado durante el proceso.	
13	Identificar las dimensiones de las abrazaderas o pernos de anclaje para posteriormente instalarlo en el nuevo seccionador fusible	
14	Izar el seccionado fusible mediante el estrobo y siendo orientado por la cuerda de la grúa.	
15	Fijar las abrazaderas para instalar los nuevos terminales	
16	Instalar la entrada y salida del seccionador fusible	
17	Proceder a retirar la puesta a tierra	
18	Normalizar el servicio mediante maniobras respectivas	
19	Retirar los desperdicios o material excedente	
20	Retirar la escalera y demarcar los conos y cintas de seguridad del área de trabajo	
21	Comunicar la culminación y cierre de la actividad	

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior (7) se requiere el cambio de los seccionadores fusibles, cada penúltimo mes del año, por el cual los meses restantes se realiza la inspección correspondiente para tener un control de su estado actual, considerando que esta zona tiene un clima templado la mayor parte del año, la humedad y el levantamiento del polvo y tierra a través de la contaminación ambiental daña los fusibles aislándose con respecto al alimentador, la cual deja de proteger al sistema de las sobretensiones que puedan ocurrir. Por lo tanto, se presenta en la tabla anterior (20) el procedimiento a realizar para esta actividad y corregir este riesgo operacional.

**Tabla 21.**

Análisis de falla de cambio de fusibles.

Análisis de falla de procedimiento			
Actividad:	Cambio de Fusibles	Fecha:	
		Hora:	
Función	Falla funcional	Modo de falla (causa)	Efecto de fallas
Interrumpe o funde cuando la corriente es excesiva	Defecto de fábrica	No cumple con valores de corriente mínimo y máximo requeridos para fundir los fusibles	No protege adecuadamente a las líneas primarias

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se presenta un análisis de falla de fusibles, la cual sirve para prevenir los posibles causas y efectos de falla.

**Tabla 22.**

Presupuesto de propuesta de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del tramo PMI Hornillos - Pamparomás.

Presupuesto					
Mantenimiento correctivo de red de media tensión PMI Hornillos - Pamparomás					
<b>1</b> Instalaciones eléctricas					
Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	Instalaciones eléctricas en red de media tensión				<b>40,903.85</b>
01.01	mantenimiento correctivo en el tramo PMI hornillos - Pamparomás				<b>40,903.85</b>
01.01.01	Podamiento de arboles	und	20.00	137.73	2,754.60
01.01.02	Cambio de aisladores	und	5.00	242.53	1,212.65
01.01.03	Cambio de crucetas de madera	und	10.00	643.43	6,434.30
01.01.04	Retiro e instalación de postes de madera	und	8.00	2,117.13	16,937.04

01.01.05	Mantenimiento de puestas a tierra	und	20.00	447.34	8,946.80
01.01.06	Cambio de pararrayos	und	5.00	393.28	1,966.40
01.01.07	Cambio de seccionador fusible	und	6.00	442.01	2,652.06
	Costo directo				40,903.85
	Gastos generales (Incl. Bioseguridad Covid – 19) 19.26%				7,878.08
	Utilidad 10%				4,090.39
	Subtotal				52,872.32
	Impuesto (IGV 18%)				9,517.02
	<b>Total presupuesto</b>				<b>62,389.34</b>

**Son: Sesentidos mil trescientos ochentinueve y 34/100 nuevos soles.**

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla anterior se presenta el presupuesto respectivo para la ejecución de la propuesta de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás. El presupuesto tiende a ser de S/. 62,389.34, lo cual se requiere para la ejecución de todas las actividades mencionadas en la tabla 7. Además, se presenta el análisis de precios unitarios, en el cual se determina el costo unitario directo, así como también el desagregado (mano de obra, materiales, equipos) y el rendimiento para cada partida que corresponde al presupuesto (Anexo 10).

A continuación, se calcularán los indicadores técnicos y económicos VAN y TIR.

Formula del indicador VAN y TIR

$$VAN = -D_0 + \frac{FC1}{(1+i)^1} + \frac{FC2}{(1+i)^2} + \frac{FC3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{FCn}{(1+i)^n} > 0$$

Donde:

CF = Flujo de caja del periodo.

D<sub>0</sub> = Desembolso inicial.

$i$  = Tasa de actualización

$n$  = Duración de la inversión.

Posibles resultados que nos servirán para determinar la viabilidad del proyecto en cuestión:

$VAN = 0$ . Sí el resultado es igual a cero (0), se determina que el proyecto no dará ganancias ni pérdidas, o sea, es indiferente.

$VAN > 0$ . Cuando el valor obtenido es mayor a cero (0) se asume que el proyecto será rentable.

$VAN < 0$ . Si el valor obtenido es menor a cero (0) se considera el proyecto no viable.

Si la TIR es  $< r$  se determina que el proyecto debe ser rechazado.

Si la TIR es  $> r$  entonces el proyecto será viable y puede ser aprobado.

En el caso de que la TIR = 0, el proyecto en principio debe ser rechazado. Es cierto, que desde el punto de vista estratégico puro, se podría decidir invertir, pero a nivel financiero no compensa asumir dicho riesgo.

### **Tabla 23.**

Datos para el cálculo de indicadores VAN y TIR de la propuesta de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás.

Datos	Valores
Número de periodos	5
Tipo de periodo	Anual
Tasa de descuento	10%

**Fuente:** Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se muestra un número de periodos de 5 años, una tasa de descuento del 10% en un periodo anual como datos técnicos y económicos para calcular el valor actual neto y determinar la viabilidad de la propuesta respectiva de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás.

**Tabla 24.**

Detalle de flujo neto efectivo proyectado para un periodo de 5 años de la propuesta respectiva de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás.

Detalle	Periodo					
	0	1	2	3	4	5
Flujo neto efectivo proyectado	-62,389.34	17,845.00	18,734.00	19,325.00	20,618.00	15,251.00

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la tabla anterior que hay un valor de S/. 62,389.34 nuevos soles, el cual fue presupuestado en la tabla 22, se tomará este valor como el desembolso inicial de la inversión; así mismo se indica los flujos netos a los periodos correspondientes, por lo tanto, con estos datos se pasará a calcular el valor actual neto.

**Tabla 25.**

Cálculo de indicador VAN de la propuesta respectiva de plan de mantenimiento correctivo para la red de media tensión en el distrito de Pamparomás.

Número	FNE	(1+i)^
0	-62389.34	
1	17,845.00	1.10
2	18,734.00	1.21
3	19,325.00	1.33
4	20,618.00	1.46
5	15,251.00	1.61
	VAN	S/ 7,387.23

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla anterior se realizó el cálculo para determinar el indicador VAN obteniendo como resultado un valor de S/. 7,387.23 nuevos soles, en consecuencia, la propuesta respectiva de plan de mantenimiento es viable.

**Tabla 26.**

Cálculo de indicador TIR de la propuesta respectiva de plan de mantenimiento correctivo para la red de media tensión en el distrito de Pamparomás.

Tasa interna de retorno	
Tasa de descuento	VAN
0%	S/ 29,383.66
5%	S/ 17,203.89
10%	S/ 7,387.23
15%	-S/ 629.00
20%	-S/ 7,253.21
25%	-S/ 29,141.59
30%	-S/ 25,404.78
35%	-S/ 27,141.91
40%	-S/ 29,657.57
45%	-S/ 31,953.68
50%	-S/ 33,947.66
TIR	15%

**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa en la tabla anterior que se obtuvo una tasa interna de retorno del 15 %, este valor es superior a la tasa de descuento del 10% por lo tanto el proyecto es rentable, así mismo se realizó un cálculo por tanteo para el indicador VAN con diferentes tasas de descuento y se determinó que el viable hasta un valor no superior del 10% de tasa de descuento.

## V. DISCUSIÓN

Uno de los principales desafíos que tiene a diario el distrito de Pamparomás, es brindar el servicio de la energía eléctrica para todos sus usuarios, lo que significa que el abastecimiento de la energía eléctrica debe ser continua y fluida. De tal manera, en términos de brindar un servicio de calidad, se requiere que todo el conjunto de elementos que conforman la red de distribución eléctrica esté en buen estado y en correcto funcionamiento; se han presentado fallas y averías que genera cortes de la energía y esto ha afectado a toda la población. Por consiguiente, la investigación tuvo como propósito elaborar un plan de mantenimiento correctivo para corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás.

Con relación al resultado donde se determinó el diagnóstico situacional, nos ha permitido determinar que la situación actual de la red de distribución en el tramo PMI Hornillos – Pamparomás fueron: La contaminación de la zona elonga el conductor eléctrico, la velocidad del viento levanta polvo y tierra que se adhiere a los aisladores eléctricos produciendo que haya conducción eléctrica no deseada, arboles cerca a los conductores eléctricos lo cual provoca cortes de energía, como apagones e incendio en las ramas de los árboles. Líneas primarias que se encuentran muy cerca, formando arcos eléctricos evitando la continuidad del fluido eléctrico, presencia de trueno en los meses de lluvia generando cortes de energía eléctrica y la presencia de partículas extrañas que provocan fuga de energía eléctrica, chispas y arcos eléctricos. Así mismo se determinó los indicadores SAIFI y SAIDI que establecen la cantidad promedio de interrupciones durante un intervalo de tiempo. Se encuentra similitud con Vizcarra (2019), ya que señala que se realizó un levantamiento de información de la condición actual para su respectivo análisis y a través de ello poder identificar el tipo de mantenimiento que se ha estado realizando durante los últimos años para determinar la condición de los equipos. Además, coincide con Enríquez (2017), ya su investigación consiste en analizar el registro de interrupciones eléctricas de media tensión, el cual menciona que, por la pérdida de energía dejada de vender, ha afectado a la empresa

generando mala imagen ante sus clientes, en consecuencia, por las molestias que causan las interrupciones del servicio de los usuarios y las empresas industriales.

Respecto al resultado donde se identificaron los elementos críticos y fallas de la red de media tensión a través de la ejecución de formatos de inspección realizadas en campo, se determinó los riesgos operacionales que existen en la red de media tensión, éstas inician desde la cruceta de madera deteriorada y cuellos muertos en mal estado, posteriormente el poste de madera deteriorado que incluye a los aisladores poliméricos rotos, la puesta a tierra supera la resistencia máxima permisible, vanos muy holgados y empalmes mal realizados, así mismo, la existencia de árboles cerca de la red, la cual no cumple con la norma DGE. El resultado anterior coincide con lo obtenido por Villanueva (2017) , ya que aplico una metodología basado en la confiabilidad y un análisis de fallas de los elementos y componentes del sistema eléctrico donde también se realizó la descripción de pruebas de confiabilidad de datos de campo y la metodología de recolección de datos para que con los resultados obtenidos se tomaran acciones y recomendaciones para realizar los planes de mantenimiento de los componentes, con el cual se pretende mejorar la confiabilidad y disponibilidad del sistema utilizando una metodología del análisis de los datos de falla para la toma de decisiones y conclusiones.

En cuanto al resultado de la elaboración de la propuesta de plan de mantenimiento correctivo con la finalidad de corregir las interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás, se obtiene una lista de actividades a realizar durante el periodo de 1 año, el cual menciona el procedimiento a realizar para corregir los riesgos operacionales así como también las normas técnicas correspondientes y requisitos de seguridad, equipos, herramientas a emplear; determina que estas actividades empiezan por el cambio de crucetas de madera, mantenimiento de aisladores, retiro e instalación de postes, mantenimiento de puestas a tierra, mantenimiento de retenidas, cambio de pararrayos, cambio de fusibles, se determina el análisis de falla de cada



actividad del plan de mantenimiento correctivo y se calculan los indicadores técnico / económico de VAR y TIR para determinar la viabilidad económica de la presente investigación, así mismo se calcula el presupuesto total para la ejecución del plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás . El resultado mencionado, coincide con lo obtenido por Pérez (2018), ya que elabora programas de mantenimiento orientas a prevenir y disminuir el riesgo en las líneas y redes eléctricas utilizando una estrategia de mantenimiento en enfoques diferentes para variar los costos y determinar las prioridades del proceso de mantenimiento de las diferentes especialidades, ventajas competitivas y optimizando los activos y obteniendo beneficios en actividades de mantenimiento.

A su vez, el resultado tiene similitud conseguido por Peña (2018) ya que ambas después de implementar el programa de mantenimiento correctivo, se mantiene la red eléctrica libre de alguna perturbación manteniendo la estabilidad en el sistema. Por último, el resultado de este objetivo específico también se asemeja a Sigüencia (2020), ya que ambos establecen procedimientos para el tipo de mantenimiento a realizar, conforme a parámetros y normas internacionales de seguridad vigentes y la seguridad del personal inmerso en estas actividades, con el fin de que se cumplan con todos los aspectos del mantenimiento y garantizar la confiabilidad y continuidad de los componentes del sistema, también permitirá la continuidad del cronograma del mantenimiento cuando se dé el cambio del personal, ya sea administrativo o el personal encargado de la gestión del mantenimiento. Además, especifica los trabajos a realizar, así como las pruebas eléctricas para cada uno de los componentes del sistema, registra cada actividad y sus respectivos equipos de prueba e implementos de seguridad, registrando los parámetros iniciales y finales, lo cual será de utilidad para mantener una base de datos que proporciona toda la información y permita fallas futuras.

Respecto a las fortalezas de la metodología de la presente investigación, se considera que abarca las necesidades de la organización investigada. Otra de las fortalezas es que existe facilidades para la publicación y divulgación de los resultados obtenidos, mediante la difusión mediante los diferentes medios. Por otra parte, dentro de ésta no existe un mecanismo que impulse a los directivos de la municipalidad a desarrollar la investigación, lo cual es considerado como una debilidad dentro de la metodología empleada.

Por último, esta investigación es relevante y de suma importancia ya que gestionará la red de media tensión del distrito de Pamparomás, de manera fiable, efectiva con la finalidad de brindar una calidad de servicio eléctrico, evitar denuncias, reclamos por parte de la población garantizando la calidad de su estilo de vida. Así mismo afectará favorablemente a la municipalidad del distrito ya que para futuras mejoras del sistema se podrá tener un mejor control de la misma.

## **VI. CONCLUSIONES**

Luego de haber realizado la investigación y según los resultados obtenidos, se llega a las siguientes conclusiones:

1. Se logró identificar el diagnóstico situacional en la red de media tensión del distrito de Pamparomás, lo que permitió identificar los parámetros que presentan en la actualidad, con el fin de establecer los riesgos operacionales que afectan a la red de distribución de esta localidad.
2. Se puede apreciar que en el peor de los casos respecto al indicador SAIFI se presenta en el mes de Agosto con un valor de 0.91428 inter. / usuario y al indicador SAIDI se presenta en el mes de Julio en un valor de 5.20 h / cons. Afectado.
3. Se establecieron los riesgos operacionales aplicando los formatos de inspección que se realizaron en campo, para determinar los elementos críticos y fallas que presenta el sistema, las cuales fueron resultado para elaborar la propuesta de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión.
4. Luego de establecer los elementos críticos y fallas se realizó la propuesta de plan de mantenimiento correctivo, las cuales presentan el procedimiento para realizar dichas actividades por un periodo anual, considerando que estas actividades deberán realizarse en los meses correspondientes y su vez, inspeccionando en los meses restantes los elementos involucrados de cada actividad, logrando corregir las interrupciones de energía.
5. Se estableció el presupuesto de la propuesta de plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión del distrito de Pamparomás, el cual asciende a una suma de S/. 62,389.34, por lo tanto, se concluye que realizar este mantenimiento

correctivo representa una fuerte suma de dinero a emplear para su ejecución, pero se tendrá un beneficio social mejorando el estilo de la vida de la población, se evitará cortes de energía reduciendo pérdidas económicas y evitar denuncias, reclamos a la municipalidad del distrito.

6. Posteriormente al presupuesto, se realizó el respectivo cálculo para determinar los indicadores técnicos y económicos VAN y TIR, el cual nos da un valor de S/.7,387.23 nuevos soles como valor actual neto ( $VAN > 0$ ) y una tasa interna de retorno del 15%, en consecuencia, el proyecto es viable y rentable.
7. Además, se concluye las mejoras de los parámetros eléctricos como resultado del plan de mantenimiento correctivo en la red de media tensión para corregir interrupciones de energía en el distrito de Pamparomás, que se detalla a continuación:
8. En cuanto a la poda de árboles las mejoras fueron positivas, las interrupciones de energía que se presentaba al principio se pudieron mitigar aplicando el corte total de los árboles que estuvieron dentro de lo especificado por la franja de servidumbre que es de 11 metros para el nivel de tensión que se tiene.
9. Aplicando el cambio de aisladores se mejoró el alto consumo que se venía reportando en los pagos realizados a la concesionaria, debido a la fuga de energía hacia tierra.
10. Realizando el cambio de crucetas se evita que las líneas de media tensión y las ferreterías ubicadas en ello puedan caer, así mantenemos la confiabilidad del sistema y la mejora continua.

11. Con la sustitución de postes se proporciona un suministro más fiable, y se puede ahorrar pérdidas en soles y reducir costos de la red.
  
12. Con las mejoras realizadas a los pozos a tierra mantenemos la confiabilidad del sistema ante una descarga eléctrica ya sea por corto circuito o descarga atmosférica, así mismo se mantiene los ohmios especificados en el código nacional de electricidad.
  
13. Con el cambio de pararrayos se mejora la calidad de suministro de los sistemas de distribución de energía eléctrica, también se evita daños a los demás componentes de la red así mejorando la disponibilidad del sistema.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la entidad involucrada, hacer uso de esta propuesta de plan de mantenimiento correctivo basado en su diagnóstico situacional, utilizándola como una herramienta esencial para determinar los riesgos operacionales que afectan a la red de media tensión, con la finalidad de lograr con los objetivos de la investigación.

También se recomienda a la entidad involucrada, darle la debida importancia a esta investigación, con el único propósito de corregir las interrupciones de energía que la red de media tensión presenta en la actualidad, con el objetivo de alcanzar el propósito de esta investigación.

Es menester que las empresas que se dedican al mantenimiento en redes de distribución eléctrica, establezcan procedimientos y normas como también capacitación al personal para los trabajos a realizar, a su vez capacitación para el uso de los equipos, herramientas y equipos de protección personal para su seguridad personal a fin de evitar los peligros que afecten su vida propia.

La implementación del plan de mantenimiento correctivo permite prevenir y corregir las fallas futuras que puedan afectar a la red de media tensión a comparación por los otros tipos de mantenimiento, de esta manera se minimiza los daños a largo plazo generando un fuerte impacto en el tiempo y la economía de la entidad involucrada.

## REFERENCIAS

- ALVAREZ , Aldo . 2020.** *Clasificación d elas investigaciones.* LIma. Lima : s.n., 2020.
- ALVAREZ, James Luis. 2019.** *Diseño de alimentador en media tensión 10 - 22.9kV y subestación compacta de 160 KVA para la empresa Servicio de Administración Tributaria de Trujillo - SATT.* Trujillo : s.n., 2019.
- BARTUREN , Segundo Roger y CAYACA, Jose German. 2016.** *"Propuesta técnica, económica para el mantenimiento predictivo y preventivo de redes de distribución de 10KV/22,9KV/34,5KV energizadas del alimentador C-212 con un nivel de tensión de 22,9KV del tramo Chiclayo-Monsefú,* 2015. Trujillo : s.n., 2016.
- BLAS, José Luis. 2017.** *"Implementación de un plan de mantenimiento efectivo para el sistema de transmisión eléctrica de 60 KV.L-717 Zapallal - Ipen".* Lima : s.n., 2017.
- BOYER, Humberto Marcelino. 2018.** *"Distribución del sistema eléctrico y su relación en la calidad de producto de la energía eléctrica en los clientes de la empresa Electro Oriente S.A de Tarapoto,* 2018. Tarapoto : s.n., 2018.
- BRENES, Grethel Vanessa y ROBLES, Denis Isaac. 2016.** *Diseño, cálculos eléctricos y mecánicos de un proyecto de electrificación rural en la comunidad Tisey Municipio de Wiwili.* Managua : s.n., 2016.
- CABRERA, Wilhert Neilston y DUÑAS, Yuri Alex. 2019.** *Propuesta de planificación de mantenimiento de redes de baja tensión por subestaciones, con aplicaciones Arcgis,* Cusco - Perú. 2019.
- CHAVEZ , Franco Fabio y PAZ, André Martín. 2020.** *Metodología del diseño geotécnico de las cimentaciones en líneas de transmisión.* Piura : s.n., 2020.
- CHERO, Wilson Henry y Yacupaico, John Eiler. 2020.** *Estudio de coordinación de aislamiento para implementar sistema de protección contra sobretensiones atmosféricas en líneas de transmisión 1-6989/60 kv Sihuas - Pomabamba, Ancash.* Trujillo : s.n., 2020.
- CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD . DIRECCION DE NORMAS ELECTRICAS.**
- DEJO, Ricardo Augusto. 2019.** *Metodología para el diseño de una línea de transmisión de 220 kV en el Perú, según consideraciones nacionales e internacionales.* Chiclayo : s.n., 2019.
- ENRIQUEZ, César Augusto. 2017.** *Análisis para disminuir las Interrupciones Eléctricas en Media Tensión de la empresa Hidrandina - Chimbote.* Chimbote : s.n., 2017.

**ESPINOZA , Rodolfo Ronald. 2019.** *Plan de mantenimiento en base a registros históricos de falla en redes de distribución eléctrica Arequipa.* Arequipa : s.n., 2019.

**FUENTES, Irvin Jhoan. 2018.** *Propuesta de diseño de poste armable para redes de distribución rural en baja tensión en región Alto Andina.* Chiclayo : s.n., 2018.

**GARCIA, Nicolás Augusto. 2019.** *Modelamiento y simulación del efecto "Flashover Voltage" en los aisladores de suspensión de las líneas de transmisión de 500 KV, ante el impacto de la caída de ceniza del volcán Cotopaxi en la zona de mayor influencia.* Latacunga : s.n., 2019.

**GARRIDO, Andrés Felipe. 2021.** *Diseño de redes de baja y media tensión para la empresa AIR-E.* Medellín : s.n., 2021.

**GONZALES, Jorge Luis. 2016.** *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa Latercer S.A.C.* Chiclayo : s.n., 2016.

**LLAMUCA, Danny Javier. 2017.** *"Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el sistema de tratamiento de aguas residuales Star-Paraíso, ubicada en Santo Domingo de los Tsáchilas".* Riobamba : s.n., 2017.

**LOPEZ, Christian Andrés. 2019.** *Metodología para la planificación y control de la ejecución para mantenimientos preventivos y correctivos de líneas de subtransmisión.* Quito : s.n., 2019.

**MAMANI, Fidel. 2019.** *Evaluación del mantenimiento rutinario y propuesta de pavimento económico del tramo Huarza-Colque-Unión del distrito de Pucara-Lampa-Puno, 2017.* Puno : s.n., 2019.

**MAYTA, Jovana Jesica. 2018.** *"Plan de mantenimiento para reducir las interrupciones imprevistas de la línea de transmisión de 60 KV, L-6021 S.E. Azángaro - S.E. San Rafael de Electro Puno reportadas al Osinergmin".* Lima : s.n., 2018.

*Metodología de la investigación Social Cuantitativa.* **LOPEZ, Pedro y FACHELLI, Sandra. 2017.** España : s.n., 2017.

**MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS.** BASES PARA EL DISEÑO DE LINEAS Y REDES SECUNDARIAS CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES PARA ELECTRIFICACION RURAL. *NORMA DGE.*

**MORALES , Carlos Augusto. 2019.** *Análisis en la selección de aisladores para una línea de transmisión.* Ciudad de México : s.n., 2019.

**MUÑOZ SAUCEDO, Jorge Albert. 2018.** *EVALUACION TECNICA Y ECONOMICA DE LA INSTALACION DE SEÑALIZADORES DE FALLAS PARA INCREMENTAR*



LOS INDICADORES DE CONFIABILIDAD EN UNA RED DE DISTRIBUCION EN MEDIA TENSION. Chiclayo : s.n., 2018.

**NEIRA, Omar Luis. 2020.** *Gestión de mantenimiento del sistema de transmisión de la línea eléctrica Charcani -Yura 138 KV.* Puno : s.n., 2020.

**NEYRA, Anival Wenceslao. 2018.** *"Diseño de una línea de transmisión de 13.2 KV a la subestación Punta Arenas Refinería Talara".* Callao : s.n., 2018.

**OROZCO, Mario Rafael. 2019.** *"Aplicación de la metodología del mantenimiento autonomo para mejorar el plan de mantenimiento correctivo y preventivo de los sistemas eléctricos de distribución de la unidad de negocios Bellavista - Electro Oriente S.A - San Martín.* 2019.

**ORTIZ MENESES, Royer Andree. 2019.** *Transferencia automatica de carga para mejorar los indicadores Saifi y Saidi del alimentador A4013 perteneciente a la Unidad de Negocio Ayacucho - Electrocentro S.A."* 2019.

**PACHECO, Arturo. 2016.** *Mejoramiento en el mantenimiento del sistema eléctrico de distribución de Arequipa de sociedad electrica del sur oeste s.a."Arequipa - Perú.* Arequipa : s.n., 2016.

**PALELLA, Santa y MARTINS, Feliberto. 2017.** *Metodología de la Investigación Cuantitativa.* Caracas : s.n., 2017. Vol. 4ta edición.

**PEÑA, Dimas José. 2018.** *Implementación de un programa de mantenimiento correctivo a las redes de baja tensión 220 voltios para reducir las fallas en los sistemas de distribución secundaria en la Concesión de Edelnor.* Lima : s.n., 2018.

**PEREZ, Hector . 2018.** *Aplicación de la estrategia de mantenimiento basado en la confiabilidad en las líneas y redes eléctricas de la zona Tampico en el periodo 2016 - 2017.* México : s.n., 2018.

**PEREZ, Jose Luis. 2019.** *Mejoramiento del diseño de protección contra eventos atmosféricos de una línea de transmisión en 10 KV para la unidad minera Tambomayo a más de 4500 M.S.N.M.* Arequipa : s.n., 2019.

**PULLA, Andres Dario y ULLOA, Romel Adrián. 2018.** *"Guía de procedimientos del mantenimiento preventivo de alimentadores primarios y generación de indicadores asociados a dichas actividades, en la empresa eléctrica Regional Centro Sur C.A".* Cuenca : s.n., 2018.

**ROMÁN, José Luis. 2020.** *"REDUCCION DE ÍNDICES DE CONFIABILIDAD IEEE CON UBICACION ÓPTIMA DE RECLOSERS DEL ALIMENTADOR A4027 DE SE SAN FRANCISCO AYACUCHO ELECTROCENTRO".* Huancayo : s.n., 2020.

**SERRANO, Jose Miguel. 2019.** *Influencia de la pérdida por caída de tensión en la línea de transmisión de la selva oriental San Martin.* Huancayo : s.n., 2019.

**SIGUENCIA, Jonathan Fernando. 2020.** *Manual de mantenimiento preventivo y correctivo de la subestación de 5 MVA de 69 - 13.8 kV de la empresa Tecnova S.A.* Guayaquil : s.n., 2020.

**SIMEON, Franklin Jesus. 2019.** *Ubicación óptima del seccionador fusible para mejorar los indicadores SAIDI y SAIFI en el sistema eléctrico rural de Ayacucho.* Huancayo : s.n., 2019.

**VELASQUEZ, Alberto. 2017.** *Conceptos básicos de estadística.* Ciudad de México : s.n., 2017.

**VILLANUEVA, Marcos Jose. 2017.** *Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad de las redes del subsistema de distribución eléctrico 22.9/13.2kV de San Gaban - Ollachea.* Puno : s.n., 2017.

**VIZCARRA, Gianmarco. 2019.** *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo en las instalaciones eléctricas del parque metropolitano La Muralla.* Lima : s.n., 2019.

**ZORRILLA , José Antonio. 2019.** *Propuesta de Implementación del plan de mantenimiento basado en criterios de RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) para una línea de transmisión de 500kV.* Arequipa : s.n., 2019.

## ANEXOS

**Tabla 1.**

Matriz de operacionalización de las variables.

<b>Variables de Estudio</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimension</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Plan de Mantenimiento Correctivo en la red de media tensión</b>	Tiene como objetivo corregir fallas que se presentan en determinados momentos, tratando en lo posible de restablecer el servicio lo más rápido y al menor costo posible. (López 2019, p.19).	El plan de mantenimiento correctivo se implementará para corregir averías o fallas cuando éstas se presentan.	Características técnicas	Tensión nominal (V)	Nominal
				Frecuencia	Nominal
				Relación de transformación	Escalar
			Valor actual neto	Características climatológicas (°C)	Escalar
				VAN	Razón
				TIR	Razón
<b>Corregir interrupciones de energía</b>	Se considera como interrupción a toda falta de suministro eléctrico en un punto de entrega. (Enríquez 2017, p.22)	Las interrupciones de energía se controlarán a través de los reportes y seguimientos de la concesionaria	Elementos críticos y fallas	Cortocircuito	Nominal
				Descargas atmosféricas	Nominal
				Roce de árboles	Nominal
			Frecuencia promedio	SAIFI	Razón
				SAIDI	Razón

**Fuente:** Elaboración propia.

## Anexo 2

### Tabla 2.

Validación de instrumentos de recolección de datos.

### FICHA DE REGISTRO DE DATOS

#### I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

##### **Apellidos y Nombres:**

VASQUEZ CANCHANO FROILAN CRICENCIO

##### **DNI:**

32933574

##### **Profesión**

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

##### **Grado académico:**

INGENIERO TITULADO Y COLEGIADO

##### **Actividad laboral actual:**

CONSULTOR DE OBRAS



## INDICACIONES AL EXPERTO.

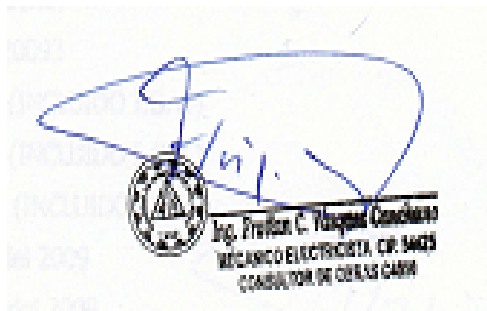
A continuación, se presentan dos apartados distintos referentes al conocimiento y la influencia sobre el tema de la tesis evaluada:

- En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una "X" conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1 Ninguno	2 Poco	3 Regular	4 Alto	5 Muy alto
--------------	-----------	--------------	-----------	---------------

- Sírvase marcar con una "X" las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
a) Análisis teóricos realización (AT)	X		
b) Experiencia como profesional (EP)	X		
c) Trabajos estudiados de autores nacionales (AN)	X		
d) Trabajos estudiados de autores extranjeros (AE)		X	
e) Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación (CP)	X		



Firma del Entrevistado

**Estimado(a) experto(a):**

El instrumento de recolección de datos a validar es una guía de observación y una ficha de investigación, cuyo título es “PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN LA RED DE MEDIA TENSIÓN PARA CORREGIR INTERRUPCIONES DE ENERGÍA EN EL DISTRITO DE PAMPAROMÁS” Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de recolección de datos, por favor le pedimos responda a las siguientes interrogantes:

1. ¿Considera pertinente la aplicación de esta guía para los fines establecidos en la investigación?

Es pertinente: X      Poco pertinente: \_\_\_      No es pertinente: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

Se debe de realizar los mantenimientos correctivos en los plazos  
más cortos, debido a que la población usuaria no se puede quedar  
sin el servicio de energía eléctrica por mucho tiempo

2. ¿Considera que la guía, tiene lo suficiente para los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: X      Insuficientes: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

En las entidades públicas los recursos son limitados por  
tal motivo no se puede requerir equipos más sofisticados  
con lo que se menciona se puede solucionar el problema

3. ¿Considera que la información solicitada formulada de manera tal que el tesista no tenga dudas en la elección y/o redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: X      Poco adecuadas: \_\_\_      Inadecuadas: \_\_\_

Por favor, indique las razones:

La información es la adecuada, contiene los términos que  
se requiere para realizar la actividad propuesta.

4. Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos. (Marque con una X)

Ítem	Descripción	Ítem	Descripción
1	Poste deteriorado	5	Puesta a tierra
2	Aislador roto	6	Cuellos muertos
3	Ménsula deteriorada	7	Vanos de línea
4	Cruceta deteriorada	8	Empalmes

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco relevante	Irrelevante	
1	X			X			revisión periódica
2		X			X		revisión visual
3		X			X		revisión visual
4		X			X		revisión visual
5	X			X			revisión periódica
6		X			X		revisión visual
7		X			X		revisión visual
8		X			X		revisión visual

Ítem	Descripción	Ítem	Descripción
1	Red incumple DMS	5	Árbol cerca de la red
2	Panel incumple DMS	6	Vegetación en base de poste
3	Predio incumple DMS	7	Vegetación en la retenida
4	Otros	8	Otros

Ítem	Precisión			Relevancia			Sugerencias
	Muy precisa	Poco precisa	No es precisa	Muy relevante	Poco relevante	Irrelevante	
1	X			X			revisión periódica
2		X			X		revisión visual
3	X				X		revisión visual
4							
5	X			X			revisión visual
6		X			X		revisión periodica

7	X	X	revisión periodica
8			

5. ¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

La revisión en estos tipos de redes solo es visual debido a que

las redes de media tensión en 22.9 kv están energizadas, por lo que

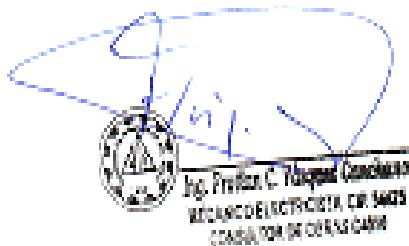
limita realizar una inspección más certera, cuando se realizan los

mantenimientos se van recolectando datos y desperfectos para

ser corregidos en una futura programación de mantenimiento.

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación: 01/02/2022



Ing. Freddy C. Valverde González  
 MECÁNICO ELECTRICISTA, CIP 34029  
 COABATOR DE COABATORIA

Firma del Experto

**Fuente:** Especialista mecánico Electricista (2022).



### Anexo 3

INFORME DE INSPECCIÓN					CÓDIGO	PXXX-XX-XX
					VERSIÓN	X
					FECHA	
PERMISO DE TRABAJO N°: <input style="width: 90%;" type="text"/>					FECHA: / /	
1. LUGAR O ZONA DE LA INSPECCIÓN:						
2. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS REDES INSPECCIONADAS:						
AMT N° <input style="width: 90%;" type="text"/>				ESTRUCTURA N° <input style="width: 90%;" type="text"/>		
SED N° <input style="width: 90%;" type="text"/>				CIRCUITO N° <input style="width: 90%;" type="text"/>		
3. DETALLAR RIESGO OPERACIONAL:						
RIESGO OPERACIONAL	BUENO	ESTADO MALO			DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA COMENTARIOS U OBSERVACIONES RESPECTO DEL ESTADO.	
		ALTO	MODERADO	BAJO		
POSTE DETERIORADO						
AISLADOR ROTO						
MENSULA DETERIORADA						
CRUCETA DETERIORADA						
PUESTA A TIERRA						
CUELLOS MUERTOS						
VANOS						
EMPALMES						
OTROS (ESPECIFICAR)						
4. PLANO O DIAGRAMA DE LA ZONA PARA IDENTIFICAR ESTRUCTURA:						
NOTA: SE ADJUNTA FOTO COMO ANEXO DE FALLA: <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO						
6. RECOMENDACIÓN PARA SUBSANACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL:						
7. DETALLAR MATERIALES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA SUBSANACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL:						
MATERIALES				EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		
Descripción	Unidad	Cantidad				
8. OBSERVACIONES:						
INSPECCIONADO POR:				APROBACION PARA EJECUCION DE TRABAJO INSPECCIONADO		
Firma: <input style="width: 90%;" type="text"/>				V'B* - SUPERVISOR		V'B* - JEFE
Nombre y apellido: <input style="width: 90%;" type="text"/>				<input style="width: 90%;" type="text"/>		<input style="width: 90%;" type="text"/>

Figura 1: Informe de Inspección 1

Fuente: (Orozco, 2019, p.41)

**INFORME DE INSPECCIÓN**

CÓDIGO	PXXX-XX-XX
VERSIÓN	X
FECHA	

PERMISO DE TRABAJO N°:

FECHA:  /  /

**1. LUGAR O ZONA DE LA INSPECCIÓN:**

---

**2. INFORMACIÓN TÉCNICA DE LAS REDES INSPECCIONADAS:**

AMT N° <input style="width: 90%;" type="text"/>	ESTRUCTURA N° <input style="width: 90%;" type="text"/>
SED N° <input style="width: 90%;" type="text"/>	CIRCUITO N° <input style="width: 90%;" type="text"/>

**3. DETALLAR RIESGO OPERACIONAL:**

RIESGO OPERACIONAL		SI	NO	DISTANCIA A LA RED	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA
DMS	RED INCUMPLE DMS				
	PANEL INCUMPLE DMS				
	PREDIO INCUMPLE DMS				
	OTROS (ESPECIFICAR)				
FRANJA DE SERVIDUMBRE	ARBOL CERCA DE LA RED				
	VEGETACION EM BASE DE POSTE				
	VEGETACION EN LA RETENIDA				
	OTROS (ESPECIFICAR)				

**4. PLANO O DIAGRAMA DE LA ZONA PARA IDENTIFICAR ESTRUCTURA:**

NOTA: SE ADJUNTA FOTO COMO ANEXO DE FALLA:  SI  NO

**6. RECOMENDACIÓN PARA SUBSANACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL:**

---

**7. DETALLAR MATERIALES Y EQUIPOS NECESARIOS PARA SUBSANACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL:**

MATERIALES			EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
Descripción	Unidad	Cantidad	

**8. OBSERVACIONES:**

---

<b>INSPECCIONADO POR:</b> Firma: <input style="width: 100%;" type="text"/> Nombre y apellido: <input style="width: 100%;" type="text"/>	<b>APROBACION PARA EJECUCION DE TRABAJO INSPECCIONADO</b> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">V'B° - SUPERVISOR</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">V'B° - JEFE</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input style="width: 90%; height: 40px;" type="text"/></td> <td style="text-align: center;"><input style="width: 90%; height: 40px;" type="text"/></td> </tr> </table>	V'B° - SUPERVISOR	V'B° - JEFE	<input style="width: 90%; height: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 40px;" type="text"/>
V'B° - SUPERVISOR	V'B° - JEFE				
<input style="width: 90%; height: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 90%; height: 40px;" type="text"/>				

**Figura 2:** Informe de Inspección 2

**Fuente:** (Orozco, 2019, p.42)

## Anexo 4

**Tabla 3.**

Reportes de Interrupciones de los meses enero – agosto del 2021 del alimentador SJC052.

Item	Nro. interrupción	Item	Motivo	Elemento eléctrico interrumpido	Clientes Inter.	Fecha interrupción	Fecha reposición	Tiempo total
1	5510279901	0	(Otros y/o terceros) Colisión de vehículo contra estructuras	SJC052 Moro-Jimbe	6651	31/08/2021 11:50:00	31/08/2021 12:58:00	00:01:08:0 0
2	5510278128	0	(Falla) Cortocircuito	SJC052 Moro-Jimbe	6718	1/08/2021 10:15:00	1/08/2021 12:34:00	00:02:19:0 0
4	5510273048	0	(Falla) Cortocircuito	SJC052 Moro-Jimbe	6716	12/04/2021 21:00:42	12/04/2021 21:03:00	00:00:02:1 8
5	5510271970	3	(Falla) Cortocircuito	SJC052 Moro-Jimbe	6715	30/04/2021 09:52:20	30/04/2021 09:52:30	00:00:00:1 0
6	5510270784	0	(Falla) No identificado	SJC052 Moro-Jimbe	6708	19/04/2021 19:09:22	19/04/2021 19:10:50	00:00:01:2 8
8	5510269278	0	(Falla) Cortocircuito	SJC052 Moro-Jimbe	6688	22/03/2021 20:53:46	22/03/2021 20:59:47	00:00:06:0 1
9	5510269099	0	(Por maniobra sin aviso, corta) Reparación de Falso contacto/Punto caliente	SJC052 Moro-Jimbe	6705	19/03/2021 01:00:00	19/03/2021 01:16:00	00:00:16:0 0
10	5510266579	7	(Interrupción por Expansión y Reforzamiento) Incremento de aislamiento	SJC052 Moro-Jimbe	6676	14/02/2021 16:54:00	14/02/2021 16:54:10	00:00:00:1 0
11	5510266522	0	(Falla) Cortocircuito	SJC052 Moro-Jimbe	6676	10/02/2021 19:34:13	10/02/2021 19:37:00	00:00:02:4 7
13	5510266111	0	(Falla) Cortocircuito	SJC052 Moro-Jimbe	6683	3/02/2021 20:33:58	3/02/2021 20:36:55	00:00:02:5 7
14	5510265509	0	(Falla) Cortocircuito	SJC052 Moro-Jimbe	6688	23/01/2021 19:15:00	23/01/2021 20:39:00	00:01:24:0 0

**Fuente:** Empresa Concesionaria (2021).

## Anexo 5

**Tabla 4.**

Reportes de Interrupciones de los meses enero – agosto del 2021 del Distrito de Pamparomás.

Ítem	Motivo	Elemento eléctrico interrumpido	Fecha de interrupción	Fecha de reposición	Nro usuarios Afectados	Medida correctiva	Observaciones
1	(Falla) roce de arboles	49532366 / MORO-C. P. QUILLHU-MUNICIPALIDAD PAMPAROMAS-SJ0501	10/02/2021 08:34:13	10/02/2021 15:20:00	152	Poda de arboles	Se coordinó con el personal del servicio para inspección de la línea a fin de ubicar el origen de la interrupción.
2	(Falla) corto circuito	49532366 / MORO-C. P. QUILLHU-MUNICIPALIDAD PAMPAROMAS-SJ0501	22/02/2021 13:05:13	22/02/2021 15:20:00	307	Se revisará la distancia mínima entre cut-out.	Se coordinó con el personal para reubicar y la distancia entre los cut-out
3	(Falla) descarga atmosférica	49532366 / MORO-C. P. QUILLHU-MUNICIPALIDAD PAMPAROMAS-SJ0502	17/03/2021 20:50:10	18/03/2021 09:05:01	600	Revisar sistemas de protección	Se coordinó con el personal para reemplazar los sistemas de protección.

4	(Falla) roce de arboles	49532366 QUILLHU-MUNICIPALIDADPAMPAROMAS-SJ0501	/	MORO-C.	P.	05/05/2021 11:45:28	05/05/2021 17:20:30	724	Poda de arboles	Se coordinó con el personal del servicio para inspección de la línea a fin de ubicar el origen de la interrupción.
5	(Falla) corto circuito	49532366 QUILLHU-MUNICIPALIDAD PAMPAROMAS-SJ0501	/	MORO-C.	P.	02/06/2021 13:24:11	03/06/2021 10:10:06	183	Se revisará la línea de MT.	Se coordinó con el personal para el levantamiento de la línea
6	(Falla) roce de arboles	49532366 QUILLHU-MUNICIPALIDAD PAMPAROMAS-SJ0501	/	MORO-C.	P.	29/06/2021 08:23:00	29/06/2021 12:20:15	402	Poda de arboles	Se coordinó con el personal del servicio para inspección de la línea a fin de ubicar el origen de la interrupción.
7	(Falla) reparación de falso contacto	49532366 QUILLHU-MUNICIPALIDAD PAMPAROMAS-SJ0501	/	MORO-C.	P.	09/07/2021 18:00:100	10/07/2021 11:30:07	520	Se revisará la línea de MT.	Se programó la reparación y mantenimiento en la zona afectada.

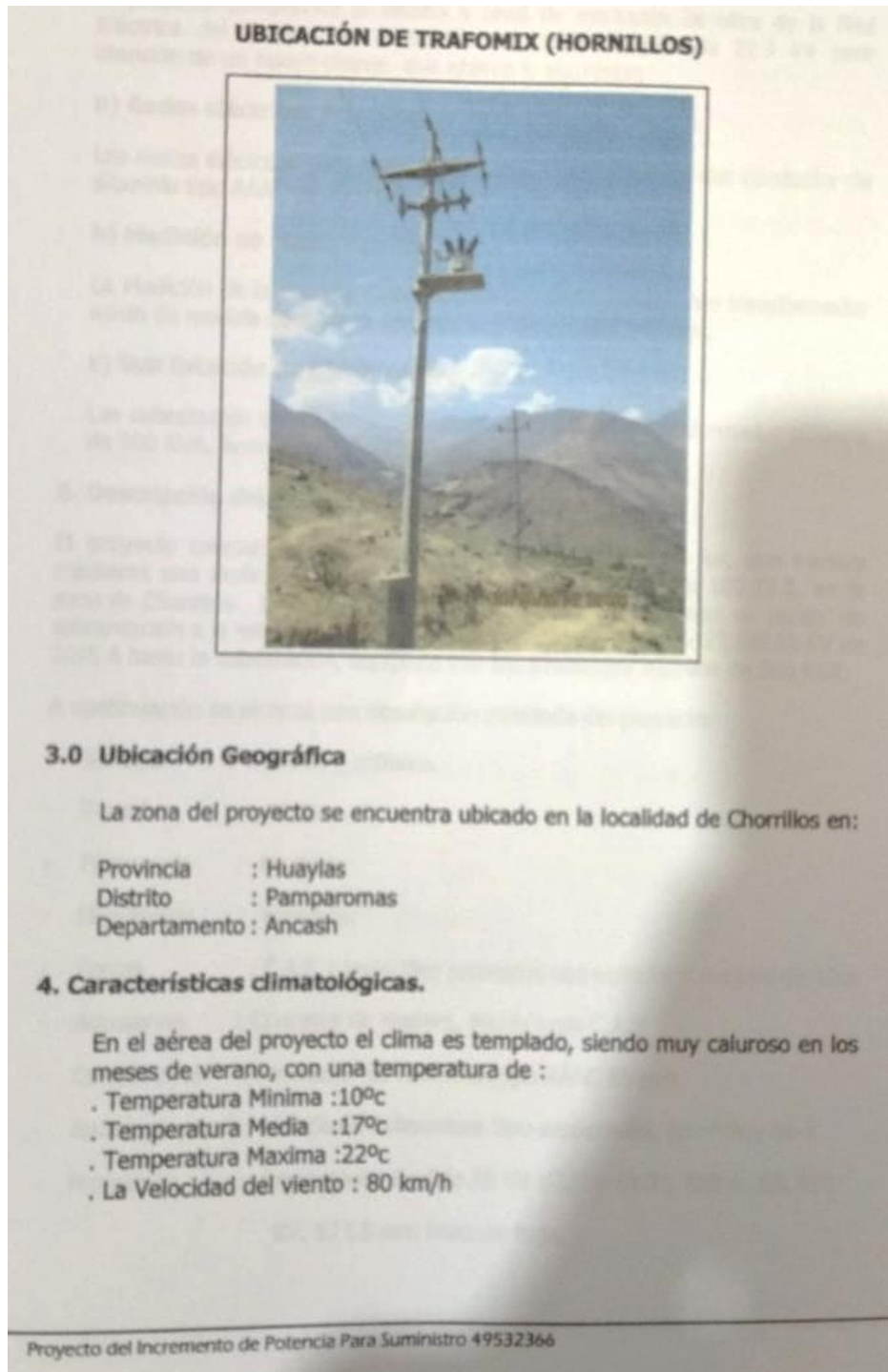
---

8	(Falla) roce de arboles	49532366 / QUILLHU-MUNICIPALIDAD PAMPAROMAS-SJ0501	MORO-C. P.	25/08/2021 10:01:50	25/08/2021 13:20:05	860	Poda de arboles	Se coordinó con el personal del servicio para inspección de la línea a fin de ubicar el origen de la interrupción.
---	----------------------------	--	------------	------------------------	------------------------	-----	--------------------	---

---

**Fuente:** Municipalidad de Pamparomás (2021).

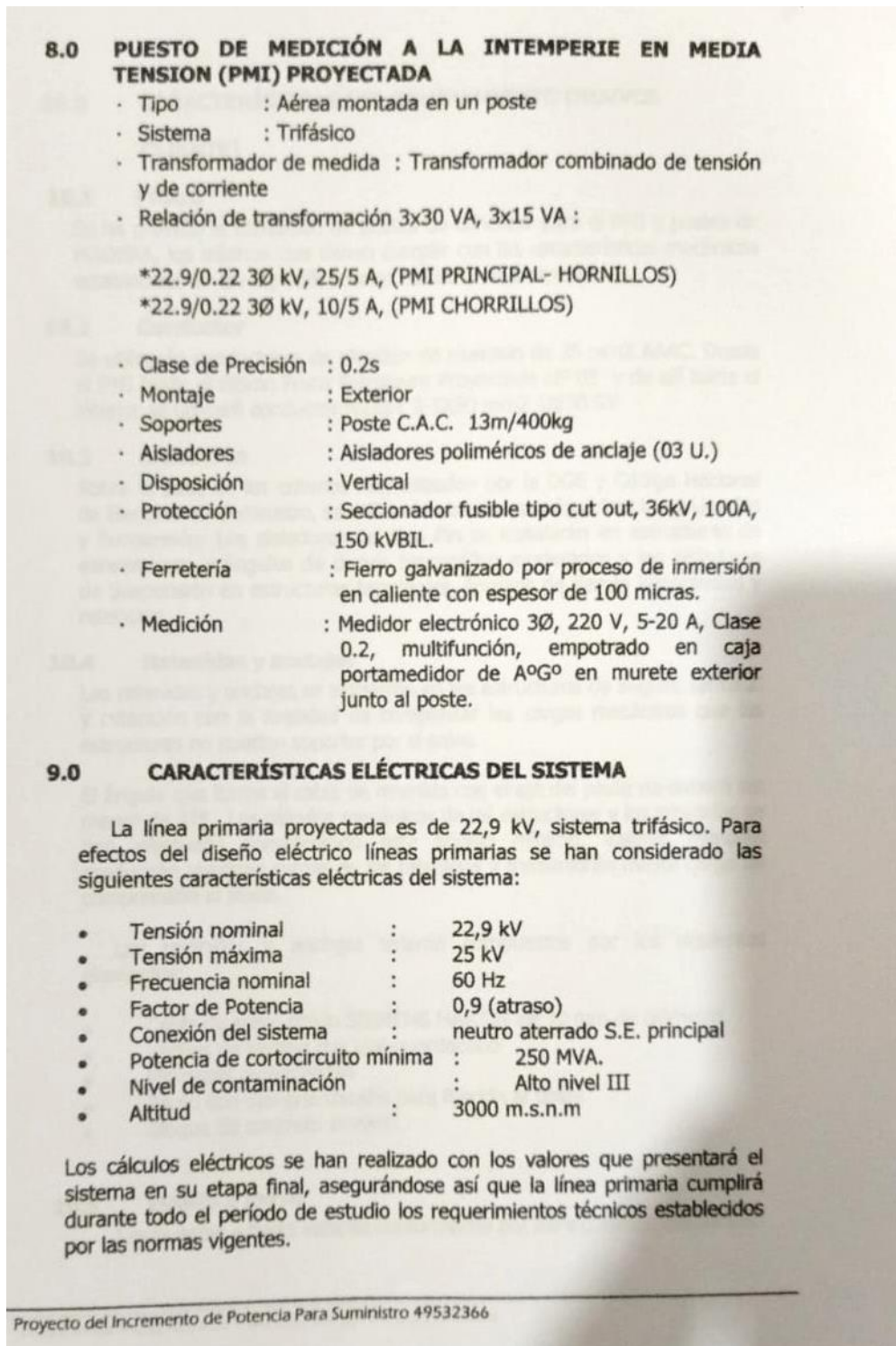
## Anexo 6. Ubicación geográfica de transformix (Hornillos)



**Figura 3:** Ubicación del PMI Hornillos.

**Fuente:** Municipalidad de Pamparomás (2021).

## Anexo 7. Características eléctricas de la red de media tensión

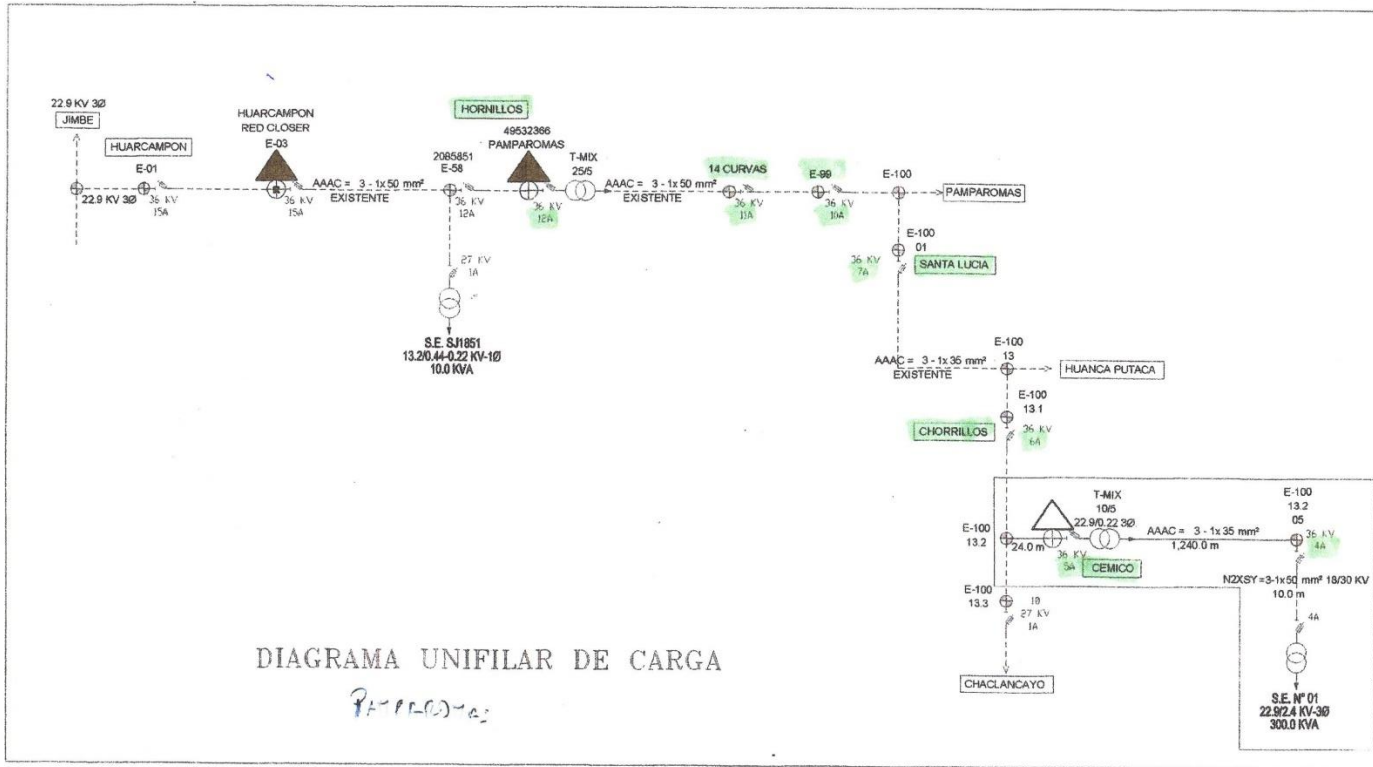


**Figura 4:** Características eléctricas de la red de media tensión.

**Fuente:** Municipalidad de Pamparomás (2021).



**Anexo 8.** Diagrama unifilar de carga del alimentador SJC052.



**Fuente:** Empresa Concesionaria (2021)

## **Anexo 9.** Distancias mínimas a Terrenos Rocosos o Árboles Aislados

### **3.8 DISTANCIAS MÍNIMAS A TERRENOS ROCOSOS O ÁRBOLES AISLADOS**

- Distancia vertical entre el conductor inferior y los árboles : 2,50 m
- Distancia radial entre el conductor y los árboles laterales : 0,50 m

#### **Notas:**

- Las distancias verticales se determinarán a la máxima temperatura prevista.
- Las distancias radiales se determinarán a la temperatura en la condición PDC (Parámetros de la catenaria) y declinación con carga máxima de viento.
- Las distancias radiales podrán incrementarse cuando haya peligro que los árboles caigan sobre los conductores.

**Fuente:** Ministerio de energía y minas (2015).

**Anexo 10.** Anchos mínimos de franja de servidumbre.

Ancho mínimo de la faja de servidumbre de electroducto, según nivel de tensión (voltaje):

De 10 a 15 kV = 6 m

De 20 a 36 kV = 11 m

De 60 a 70 kV = 16 m

De 115 a 145 kV = 20 m

Hasta 220 kV = 25 m

500 kV = 64 m

**Fuente:** Osinergmin (2015)

## Anexo 11. Análisis de precios unitarios para el mantenimiento correctivo de la red de media tensión

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE RED DE MEDIA TENSION PMI HORNILLOS - PAMPAROMAS</b>						
Subpresupuesto	<b>1</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>					
Partida	<b>01.01.01</b>	<b>PODAMIENTO DE ARBOLES</b>					
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>8.0000</b>	EQ.	<b>8.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>137.73</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh	3.1818	3.1818	21.86	69.55
0101010005	PEON		hh	3.1818	3.1818	15.78	50.21
	<b>119.76</b>						
	<b>Equipos</b>						
0348010002	HERRAMIENTAS		%mo		5.0000	119.76	5.99
0348010004	EQUIPOS DE SEGURIDAD		%mo		10.0000	119.76	11.98
	<b>17.97</b>						
Partida	<b>01.01.02</b>	<b>CAMBIO DE AISLADORES</b>					
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>10.0000</b>	EQ.	<b>10.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>242.53</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO		hh	1.0000	0.8000	21.86	17.49
0147010004	PEON		hh	1.0000	0.8000	15.78	12.62
	<b>30.11</b>						
	<b>Materiales</b>						
0202070005	ARANDELA CUADRADA PLANA DE 57X57X5MM AGUJERO 18MM		und		2.0000	2.20	4.40
0271050145	AISLADOR POLIMERICO DE 25 KV		pza		1.0000	142.00	142.00
0272070040	GRAPA DE ANCLAJE TIPO PISTOLA		pza		1.0000	38.00	38.00
0272070041	PERNO OJO DE FG Ø16MMX356MM C/TUERCA Y ARANDELA		pza		1.0000	8.50	8.50

							<b>192.90</b>
		<b>Equipos</b>					
0301220010	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO)	hm	0.3750	0.3000	50.00	15.00	
0348010002	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	30.11	1.51	
0348010004	EQUIPOS DE SEGURIDAD	%mo		10.0000	30.11	3.01	
							<b>19.52</b>

Partida **01.01.03** **CAMBIO DE CRUCETAS DE MADERA**

Rendimiento **und/DIA 8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **643.43**

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	21.86	21.86
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	17.51	17.51
0147010004	PEON	hh	1.0000	1.0000	15.78	15.78
						<b>55.15</b>
	<b>Materiales</b>					
0251080012	PERFIL "U" DE FG DE 50X50X6MM X2.20M	pza		1.0000	250.00	250.00
0271050144	CRUCETA ASIMETRICA. MEDIA LOZA C.A.V	und		1.0000	295.00	295.00
0272070039	PERNO DE FG DE 1.5X2.0 M INC. T. Y A.	und		2.0000	10.00	20.00
						<b>565.00</b>

		<b>Equipos</b>					
0301220010	CAMION GRUA (BRAZO ARTICULADO)	hm	0.3000	0.3000	50.00	15.00	
0348010002	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	55.15	2.76	
0348010004	EQUIPOS DE SEGURIDAD	%mo		10.0000	55.15	5.52	
							<b>23.28</b>

Partida **01.01.04** **RETIRO E INSTALACION DE POSTES DE MADERA**

Rendimiento **und/DIA 3.5000** EQ. **3.5000** Costo unitario directo por : und **2,117.13**

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010005	PEON	hh	1.0000	2.2857	15.78	36.07

0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	2.2857	21.86	49.97
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	2.2857	17.51	40.02
						<b>126.06</b>

**Materiales**

0205320001	AGUA	m3		0.3500	5.68	1.99
0207020001	ARENA	m3		0.0600	60.00	3.60
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		2.3000	18.90	43.47
02630200010008	POSTE DE C.A.C 13.00/400/180/355	und		1.0000	1,250.00	1,250.00
						<b>1,299.06</b>

**Equipos**

03012100010004	GRUA CAPACIDAD DE CARGA 1TN	hm	1.2500	2.8571	200.00	571.42
0301220011	CAMION RURAL 4X4	hm	1.0000	2.2857	50.00	114.29
0348010002	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	126.06	6.30
						<b>692.01</b>

Partida **01.01.05** **MANTENIMIENTO DE PUESTAS A TIERRA**

Rendimiento **und/DIA** **1.1000** EQ. **1.1000** Costo unitario directo por : und **447.34**

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	7.2727	21.86	158.98
0101010005	PEON	hh	1.0000	7.2727	15.78	114.76
						<b>273.74</b>
<b>Materiales</b>						
0205320001	AGUA	m3		0.0200	5.68	0.11
0272040041	DOSIS THOR GEL	bol		2.0000	79.90	159.80
						<b>159.91</b>
<b>Equipos</b>						
0348010002	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	273.74	13.69
						<b>13.69</b>

Partida **01.01.06** **CAMBIO DE PARARRAYOS**

Rendimiento      **und/DIA**                      **8.0000**                      EQ. **8.0000**                      Costo unitario directo por : und                      **393.28**

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	21.86	21.86
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.0000	15.78	15.78
<b>37.64</b>						
<b>Materiales</b>						
0274050002	PARARRAYOS DE 25 KV	und		1.0000	350.00	350.00
<b>350.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0348010002	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	37.64	1.88
0348010004	EQUIPOS DE SEGURIDAD	%mo		10.0000	37.64	3.76
<b>5.64</b>						

Partida      **01.01.07**                      **CAMBIO DE SECCIONADOR FUSIBLE**

Rendimiento      **und/DIA**                      **5.0000**                      EQ. **5.0000**                      Costo unitario directo por : und                      **442.01**

<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.6000	21.86	34.98
0101010005	PEON	hh	0.7500	1.2000	15.78	18.94
<b>53.92</b>						
<b>Materiales</b>						
0271050146	SECCIONADOR CUT OUT 27KV, 8 AMP	und		1.0000	380.00	380.00
<b>380.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0348010002	HERRAMIENTAS	%mo		5.0000	53.92	2.70
0348010004	EQUIPOS DE SEGURIDAD	%mo		10.0000	53.92	5.39
<b>8.09</b>						

**Fuente:** Elaboración propia.