



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica

Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica

Procedimiento para la renovación, sin corte de energía, de una subestación eléctrica de distribución aérea, de la empresa concesionaria ENEL

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista

AUTOR

Ebert ARONE ALLCCA

ASESOR

Hugo AVILA VARGAS

Lima, Perú

2021



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Arone, E. (2021). *Procedimiento para la renovación, sin corte de energía, de una subestación eléctrica de distribución aérea, de la empresa concesionaria ENEL*. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Ebert Arone Allcca
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47148199
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-2611-0879
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Hugo Avila Vargas
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	09295655
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-3872-2549
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Alfredo Rocha Jara
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	08645523
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Alfredo Medina Calderon
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09164359

Datos de investigación	
Línea de investigación	No aplica
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Ventanilla Urbanización: Ventanilla Avenida: Los Arquitectos Latitud: -11.818875 Longitud: -77.138343
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2018
URL de disciplinas OCDE	Ingeniería eléctrica, Ingeniería electrónica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.02.01



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA Y ELÉCTRICA
PROGRAMA DE TITULACIÓN EXTRAORDINARIA
Teléfono 619-7000 Anexo 4226
Calle Germán Amezaga 375 – Lima 1 – Perú



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Nº 046/FIEE-EPIE/2021

Los suscritos Miembros del Jurado, nombrados por la Comisión Ejecutiva del Programa de Perfeccionamiento Profesional de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, reunidos en la fecha, Bajo La Presidencia Del **Mg. Rocha Jara, Alfredo** integrado por el **Dr. Avila Vargas, Hugo** y el **Ing. Medina Calderon, Alfredo**.

Después de escuchar la Sustentación de Trabajo de Suficiencia Profesional del **Bach. ARONE ALLCCA, EBERT** con código Nº **11190129** que para optar el Título Profesional de Ingeniero Electricista sustentó su Trabajo de Suficiencia Profesional titulada **“PROCEDIMIENTO PARA LA RENOVACIÓN, SIN CORTE DE ENERGÍA, DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN AÉREA, DE LA EMPRESA CONCESIONARIA ENEL”**

El jurado examinador procedió a formular las preguntas reglamentarias y, luego de una deliberación en privado, decidió aprobar otorgándole el calificativo dieciocho (18)

Ciudad Universitaria, 16 de junio del 2021


Mg. Rocha Jara, Alfredo
Presidente de Jurado


Dr. Avila Vargas, Hugo
Miembro de Jurado


Ing. Medina Calderon, Alfredo
Miembro de Jurado

Dedicatoria

A Dios, por concedernos la vida y la salud.

A mis padres, por su constante motivación, orientación y por enseñarme a conducirme correctamente en la vida. A mis hermanos Wilfredo, Héctor, Regina y Zayda. A mis amigos y a todas las personas que colaboraron de una u otra manera, para hacer posible la culminación de una etapa de mi formación profesional.

RESUMEN

Las subestaciones eléctricas, como cualquier sistema físico, tiende a degradarse como tal, en función de la degradación de sus componentes, esto se traduce en fallas, por lo que amerita mantenimiento, reparación o renovación del mismo.

El tema del presente trabajo, consiste en el desarrollo del procedimiento para la renovación de una subestación eléctrica de distribución aérea de 10 kV/220 V, sin corte de energía (PRSC); el cual garantizará la continuidad del servicio de suministro eléctrico y así, evitar pérdidas económicas por cortes de energía generados.

El procedimiento se aplicó en un tramo del alimentador de media tensión W-04, de la subestación eléctrica de transformación de Zapallal, ubicada en la concesión de la empresa Enel S.A.

De los métodos, a contacto, a potencial y a distancia, para realizar trabajos sin corte de energía, se eligió el método de trabajo a contacto en MT y BT del procedimiento presentado, asegurando de este modo, la continuidad del servicio eléctrico a los usuarios.

Finalmente, se demuestra a través de una tabla comparativa, que aplicando el procedimiento PRSC a la SED 04805A, se mejora la calidad del servicio, mejorando los indicadores de calidad y se beneficia económicamente, tanto al usuario como a la empresa concesionaria.

Palabras clave: Fallas, renovación, continuidad del servicio eléctrico, pérdidas económicas, indicadores de calidad.

ABSTRACT

Electrical substations, like any physical system, tend to degrade as such, depending on the degradation of its components, this translates into failures, which requires maintenance, repair or renewal.

The subject of the present work consists in the development of the procedure for the renovation of a 10 kV / 220 V overhead electrical distribution substation, without power outage (PRSC); which will guarantee the continuity of the electricity supply service and thus avoid economic losses due to power cuts generated.

The procedure was applied in a section of the medium voltage feeder W-04, of the Zapallal electrical transformation substation, located in the concession of the company Enel S.A.

From the methods, contact, potential and remote, to carry out work without power failure, the method of contact work in MV and LV of the presented procedure was chosen, thus ensuring the continuity of the electrical service to the users.

Finally, it is demonstrated through a comparative table, that applying the PRSC procedure to SED 04805A, the quality of the service is improved, improving the quality indicators and financially benefiting both the user and the concessionaire company.

Keywords: Failures, renewal, continuity of electrical service, economic losses, quality indicators.

ÍNDICE

ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo del Informe.....	1
1.2 Estructura del Informe.....	2
CAPÍTULO II INFORMACION DEL LUGAR DONDE SESARROLLÓ LA ACTIVIDAD.....	5
2.1 Realidad del sistema eléctrico de distribución de Lima Norte (ENEL).....	5
2.2 Descripción de interrupciones imprevistas en el sistema de distribución de Lima Norte (ENEL).	8
2.3 Situación actual de los procedimientos de trabajo en redes energizadas.....	9
2.4 Institución donde se desarrollo la actividad.....	11
2.5 Periodo de duracion de la actividad.....	11
2.6 Finalidad y objetivos de la entidad.....	12
2.7 Razón Social.....	12
2.8 Dirección Postal.....	12
2.9 Correo electrónico del profesional a cargo.....	12
CAPÍTULO III DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	13
3.1 Organización de la Actividad.....	13
3.2 Finalidad y Objetivos de la actividad.....	13
3.2.1 Finalidad.....	13
3.2.2 Objetivos.....	13
3.3 Problemática.....	14
3.3.1 Problema General.....	14

3.3.2 Problema Específicos	14
3.4 Metodología	15
3.4.1 Antecedentes de la investigación	15
3.4.2 Bases Teóricas	16
3.4.2.1 Definición de términos.....	17
3.4.2.2 Sistema de distribución eléctrica.	18
3.4.2.3 Subestación eléctrica de distribución.	20
3.4.2.3.1 Principio de funcionamiento.	20
3.4.2.3.2 Tipos de subestaciones de distribución.	21
3.4.2.3.3 Funciones de las subestaciones.	28
3.4.2.3.4 Tablero de Distribución.	28
3.4.2.3.5 Usos de una subestación.....	29
3.4.2.4 Componentes del subsistema de distribución primaria o red de MT.	29
3.4.2.5 Mantenimiento eléctrico en redes de distribución.	35
3.4.2.6 Mantenimiento eléctrico con línea energizada.	37
3.4.2.6.1 Zona de peligro o zona de trabajos en tensión, zona de proximidad y trabajo en proximidad.	37
3.4.2.6.2 Distancias mínimas de acercamiento de trabajadores a circuitos con tensión eléctrica.....	42
3.4.2.6.3 Métodos de trabajo con línea energizada. Existen tres métodos de trabajo con línea energizada o tensión, para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan.	45
3.4.2.6.4 Normatividad para trabajos con línea energizada	49
3.4.2.6.5 Equipos de protección para líneas energizadas.	52
3.4.2.6.6 Equipamiento y herramientas utilizados en líneas energizadas.....	56
3.4.2.6.7 Requisitos y Planificación de los trabajos con líneas energizadas.....	57
3.4.2.6.8 Estándares generales de seguridad en TCT.....	59
3.4.2.6.9 Lineamientos para el proceso de IPERC del procedimiento.....	64
3.4.2.7 Ergonomía en Mantenimiento Eléctrico.	67

3.4.2.8 Marco Legal y Normativo. Sección 44/ Regla 446:	67
3.4.2.9 Calidad de suministro.	70
3.4.2.10 Parámetros Eléctricos.	70
3.4.2.11 Indicadores de Calidad de Suministro.....	72
3.4.2.11.1 <i>Número total de interrupciones por semestre (N)</i>	72
3.4.2.11.2 <i>Duración total ponderada de interrupción por cliente</i> <i>(D)</i>	72
3.4.2.11.3 <i>SAIFI (System Average Interruption Frequency</i> <i>Index)</i>	73
3.4.2.11.4 <i>SAIDI (System Average Interruption Duration Index)</i> ...	73
3.4.2.11.5 <i>Calculo de indicadores SAIFIMT y SAIDIMT ,</i> <i>asociado a las redes de MT.</i>	74
3.4.2.12 Compensaciones..	74
3.4.2 <i>Formulacion de Hipotesis</i>	76
3.4.2.1 Hipótesis General.....	77
3.4.2.2 Hipótesis Especificas	77
3.4.2.3 Variables	77
3.5 Procedimiento presentado	78
3.5.1 <i>Principales aspectos y diagrama de flujo del diseño de la</i> <i>Investigación</i>	78
3.5.1.1 Principales aspectos considerados.	78
3.5.1.2 Diagrama de flujo del diseño de la investigación.	79
3.5.2 <i>Población y Muestra</i>	80
3.5.3 <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	80
3.5.4 <i>Técnicas de procesamiento y análisis de datos.</i>	81
3.5.5 <i>Desarrollo del Procedimiento PRSC, aplicando el método de</i> <i>contacto.</i>	82
3.5.5.1 Secuencia operativa del procedimiento en la MT.....	82
3.5.5.2 Secuencia operativa del procedimiento en BT.	86
3.5.6 <i>Implementación del Procedimiento PRSC, para renovar una SED.</i> 94	
3.5.6.1 Evaluación de las condiciones de la SED a intervenir.	94
3.5.6.2 Aplicación del procedimiento para la renovación de la SED aérea	98
3.6 <i>Resultado de la Actividad</i>	120

3.6.1 <i>Presentación de Resultados</i>	120
3.6.1.1 Estado de las Redes de Distribución del alimentador Zapallal W-04.	120
3.6.1.2 Cálculo de SAIFI, SAIDI, ENS y Compensaciones aplicado para un caso experimental.	120
3.6.1.3 Análisis de Costos.	126
3.6.1.4 Impacto Ambiental	130
3.6.1.5 Impacto Social.	131
3.6.2 <i>Contrastación de Hipótesis</i>	132
3.6.2.1 Contrastación de Hipótesis General.....	132
3.6.2.2 Contrastación de Hipótesis Específicas	132
3.6.3 <i>Discusión de Resultados</i>	133
CAPITULO IV.....	135
CONCLUSIONES	135
4.1 Justificación	135
4.1.1 <i>Justificación e Importancia del trabajo</i>	135
4.1.2 <i>Justificación Práctica</i>	135
4.1.3 <i>Justificación Metodologica</i>	136
4.2 Metodología Aplicada	136
4.3 Descripción de la Implementación del procedimiento PRSC.....	136
4.3.1 <i>Evaluación de las condiciones de la SED a intervenir.</i>	136
4.3.2 <i>Aplicación del procedimiento para la renovación de la SED aérea.</i>	141
4.3.2.1 Aplicación del procedimiento para los trabajos en MT.	141
4.3.2.2 Aplicación del procedimiento para los trabajos en BT	152
4.3.3 Conclusiones	162
CAPÍTULO V.....	164
RECOMENDACIONES.....	164
CAPITULO VI.....	166
BIBLIOGRAFIA.....	166
CAPITULO VII ANEXOS.....	169
ANEXO 1: COMPONENTES DEL PROCEDIMIENTO PRSC.	169
ANEXO 2:LISTA DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO	171

ANEXO 3:ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	173
ANEXO 4:DOCUMENTACIÓN NECESARIA	174
ANEXO 5:ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA LLAVE PUENTE ...	190
ANEXO 6:INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA LLAVE PUENTE.....	194
ANEXO 7:EQUIPOS TET ESTÁNDAR POR BRIGADA - TRABAJOS A CONTACTO	199
ANEXO 8:HERRAMIENTAS ESTÁNDAR POR BRIGADA	200
ANEXO 9:PELIGROS, RIESGOS Y CONSECUENCIAS	201
ANEXO 10:ENCUESTA.....	205

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i>	Indicadores de calidad. Fuente. Infraestructura y Redes, Enel Distribución Perú.....	5
<i>Figura 2.</i>	Evolución de Clientes. Fuente. Memoria anual 2018, Enel.....	6
<i>Figura 3.</i>	Porcentaje de SED's tipo Biposte (SAB) 2018. Fuente. Infraestructura y Redes – Enel Distribución Perú.	8
<i>Figura 4.</i>	Porcentaje por tipo de fallas. Fuente. Base de datos interrupciones ENEL en el primer semestre 2018.....	9
<i>Figura 5.</i>	Sistema Eléctrico. Fuente. Elaboración Propia	18
<i>Figura 6.</i>	Red de distribución primaria y secundaria. Fuente: Curso de capacitación “Redes de distribución Eléctrica” Instituto Tecnológico TECSUP	19
<i>Figura 7.</i>	Red de distribución primaria, armada para cambio de dirección. Fuente: Curso de capacitación “Redes de distribución Eléctrica” Instituto Tecnológico TECSUP.....	20
<i>Figura 8.</i>	Subestación en caseta. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, (Ascencio Yoel, 2019)	22
<i>Figura 9.</i>	Subestación subterránea. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, (Ascencio Yoel, 2019)	23
<i>Figura 10.</i>	Subestación aérea monoposte. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, (Ascencio Yoel., 2019)	24
<i>Figura 11.</i>	Subestación aérea biposte. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, Ascencio Yoel., 2019	25
<i>Figura 12.</i>	Subestación tipo patio. Fuente: Subestaciones y tableros de distribución eléctrica. (2020). Extraído de: http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/subestaciones_y_tableros_de_distribucion_elctrica.pdf	26

- Figura 13.* Subestación tipo pedestal de 1000 KVA. Fuente:
Subestaciones y tableros de distribución eléctrica. (2020).
Extraído de
http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/subestaciones_y_tableros_de_distribuci%C3%B3n.pdf 27
- Figura 14.* Subestación de distribución compacta tipo pedestal. Fuente:
Equipamiento de subestaciones de distribución, Ascencio
Charri, Yoel. 27
- Figura 15.* Tablero de Distribución de una SAB. Fuente: Autoría propia. .. 29
- Figura 16.* *Seccionador fusible tipo cut out.* Fuente: Detalle del producto
– Promotores Eléctricos S.A. – Promelsa (2020). Extraído de:
<http://www.promelsa.com.pe/productos> 30
- Figura 17.* Fusibles primarios del transformador de potencia. Fuente:
Equipamiento de subestaciones de distribución, Ascencio
Charri, Yoel..... 31
- Figura 18.* Transformador de distribución. Fuente: Autoría propia 32
- Figura 19.* *Conductor de cobre (Cu) y aluminio (Al).* Fuente: El cobre
como conductor eléctrico-ionizado-bloggert. (2020). Extraído
de: <http://ionizado.blogspot.com/2010/11/el-cobre-como-conductor-electrico.html> ,
<http://www.incable.com/producto?id=3> 32
- Figura 20.* Poste de MT. Fuente: Autoría propia 33
- Figura 21.* Conector tipo G. Fuente: Conector Tipo G-Global Electric
Solar (2020). Extraído de:
<https://globalelectricsolar.com.pe/conector-tipo-g/> 34
- Figura 22.* Conector H, para conductor de AA. Fuente: Conector de
derivación / compresión Tipo H- Electro Castillo Company.
(2020). Extraído de: <http://electrocastillo.com/ferreteria/conector-de-derivaci%C3%B3n-compresi%C3%B3n-tipo-h/> 34
- Figura 23.* Ejemplo de trabajos con corte de energía eléctrica. Fuente:
Autoría propia. 36
- Figura 24.* Vista del lugar de trabajo, fuera de la zona de peligro.
Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de
Vélez. Instrucción técnica 37

<i>Figura 25.</i>	Vista del lugar de trabajo, dentro de la zona de peligro. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica	38
<i>Figura 26.</i>	Vista de la pantalla separadora del elemento en tensión. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica	38
<i>Figura 27.</i>	Zona de trabajo delimitado con precisión. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica	39
<i>Figura 28.</i>	Zona de trabajo no delimitada con precisión. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica	40
<i>Figura 29.</i>	<i>Zonas de trabajo con elementos con tensión.</i> Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica	41
<i>Figura 30.</i>	Distancias de seguridad. Fuente. Curso Trabajos con línea energizadas empresa Ribra engineers (Brasil)	43
<i>Figura 31.</i>	Distancia de protección Fase – Tierra. Fuente. Elaboración propia.....	44
<i>Figura 32.</i>	Distancia de protección Fase – Fase.Fuente. Elaboración propia.....	44
<i>Figura 33.</i>	Protección de máximo alcance del trabajador. Fuente. Elaboración propia.	46
<i>Figura 34.</i>	<i>Método de trabajo a contacto, con líneas energizadas.</i> Fuente. Autoría propia.	46
<i>Figura 35.</i>	Niveles de aislamiento en el método a contacto. Fuente. Optimización de los indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas en los alimentadores de media tensión en la ciudad de Trujillo, Saune Segundo Miguel, 2017.	47
<i>Figura 36.</i>	Método de trabajo a potencial. Fuente. Seguridad en los trabajos eléctricos (2020). Extraído de: https://www.tuveras.com/seguridad/trabajos/seguridad.htm	47

<i>Figura 37.</i>	Aplicación en mantenimiento del método de trabajo a distancia. Fuente. Método de trabajo a contacto en líneas energizadas. (2020). Extraído de: https://www.flickr.com/photos/cnfl/13470614655/in/photostream/	48
<i>Figura 38.</i>	Esquema de aplicación del método de trabajo a distancia. Fuente. Seguridad en los trabajos eléctricos (2020). Extraído de: https://www.tuveras.com/seguridad/trabajos/seguridad.htm	49
<i>Figura 39.</i>	Probador neumático de guantes. Fuente: Catalogo de herramientas y equipos de protección personal de Salisbury...	53
<i>Figura 40.</i>	<i>Cubiertas aislantes de goma, mantas y tubos.</i> Fuente. Autoría propia.	55
<i>Figura 41.</i>	<i>Equipos de protección rígida.</i> Fuente. Autoría propia.	55
<i>Figura 42.</i>	<i>Protección de punta de cable (de goma).</i> Fuente. Autoría propia.....	55
<i>Figura 43.</i>	Equipo y herramientas necesarias para ejecutar los trabajos. Fuente. Autoría propia.	56
<i>Figura 44.</i>	Herramientas. Fuente. Autoría propia.....	57
<i>Figura 45.</i>	Evaluación de procedimiento. Fuente. Planificación de una actividad de TCT-IPER, Darwin Padilla Gutiérrez.....	57
<i>Figura 46.</i>	<i>Diagrama de Flujo del Proceso de Gestión de Riesgos.</i> Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019.	63
<i>Figura 47.</i>	Procedimiento de evaluación de peligro/ riesgo. Fuente. NFPA 2009	64
<i>Figura 48.</i>	Diagrama de flujo del diseño de la investigación. Fuente. Elaboración Propia.....	79
<i>Figura 49.</i>	Renovación de SED aérea, caso típico 1. Fuente. Autoría propia.....	83
<i>Figura 50.</i>	Caso típico 1, cuando la SED nueva está en el mismo circuito. Fuente. Elaboración propia.....	83
<i>Figura 51.</i>	Caso típico 2, cuando la SED nueva estará en paralelo y al costado. Fuente. Elaboración propia.	84

<i>Figura 52.</i>	Caso típico 3, cuando la SED nueva estará en paralelo y al frente. Fuente. Elaboracion propia.....	86
<i>Figura 53.</i>	Condición inicial. Fuente. Elaboracion propia.	88
<i>Figura 54.</i>	Instalación de las llaves puente. Fuente. Elaboracion propia. ..	89
<i>Figura 55.</i>	Ejecución de punta muerta mediante el uso de la LP-1. Fuente. Elaboracion propia.	90
<i>Figura 56.</i>	Corte temporal y verificación de tensión de retorno. Fuente. Elaboracion propia.	91
<i>Figura 57.</i>	Traslado de carga. Fuente. Elaboracion propia.	92
<i>Figura 58.</i>	Empalme definitivo del cable proyectado. Fuente. Elaboracion propia.	93
<i>Figura 59.</i>	Retiro de las llaves puente y sus accesorios. Fuente. Elaboracion propia.	93
<i>Figura 60.</i>	<i>Esquema Unifilar de SAB 4805 y SAB nueva.</i> Fuente. Elaboracion propia.	94
<i>Figura 61.</i>	Ubicación georeferenciada de la SAB 04805 ^a . Fuente. Base de datos Enel Distribución Perú.....	95
<i>Figura 62.</i>	<i>Condiciones encontradas en campo SAB 04805A.</i> Fuente. Autoría propia.	96
<i>Figura 63.</i>	<i>Estado del transformador de la SAB 04805A.</i> Fuente. Autoría propia.....	96
<i>Figura 64.</i>	<i>Ubicación georeferenciada del circuito a intervenir.</i> Fuente. Base de datos Enel Distribución Perú.....	97
<i>Figura 65.</i>	<i>Esquema unifilar del circuito a intervenir.</i> Fuente. Elaboración propia.....	97
<i>Figura 66.</i>	Preparación de los postes de MT. Fuente. Autoría propia.....	98
<i>Figura 67.</i>	Izamiento de poste con la grúa. Fuente. Autoría propia.	99
<i>Figura 68.</i>	Aislando las líneas energizadas. Fuente. Autoría propia.....	99
<i>Figura 69.</i>	Operación de dos grúas para el aislamiento de las líneas. Fuente. Autoría propia.	100
<i>Figura 70.</i>	Instalación en ménsulas de madera. Fuente. Autoría propia. .	100
<i>Figura 71.</i>	Instalación y sujeción del conductor en la grapa. Fuente. Autoría propia.	101
<i>Figura 72.</i>	Instalación de puesta a tierra. Fuente. Autoría propia.	101

<i>Figura 73.</i>	Instalación de varillas. Fuente. Autoría propia.	102
<i>Figura 74.</i>	Instalación de planchas de cobre tipo J. Fuente. Autoría propia.....	102
<i>Figura 75.</i>	Instalación de seccionadores Cut-Out's. Fuente. Autoría propia.....	103
<i>Figura 76.</i>	Instalación de Sistema de Puesta a Tierra. Fuente. Autoría propia.....	103
<i>Figura 77.</i>	Instalación de sistema de puesta a Tierra en ménsulas. Fuente. Autoría propia.	104
<i>Figura 78.</i>	Estructura con seccionadores y sistema de puesta a tierra. Fuente. Autoría propia.	104
<i>Figura 79.</i>	Instalación del cable de comunicación. Fuente. Autoría propia.....	105
<i>Figura 80.</i>	Instalación de barra de trapecio. Fuente. Autoría propia.	105
<i>Figura 81.</i>	Conexión de Cable de comunicación desde los Cut-Out's hacia la barra MT, fase por fase. Fuente. Autoría propia.....	106
<i>Figura 82.</i>	Conexión de Cable de comunicación desde Cut-Out-s. hacia barra MT terminada. Fuente. Autoría propia.....	106
<i>Figura 83.</i>	<i>SED 04805A Renovado.</i> Fuente: Autoría propia.	107
<i>Figura 84.</i>	Barra y bajada listo para desconexión de cable de comunicación y retiro de transformador de SED antigua. Fuente. Autoría propia.	108
<i>Figura 85.</i>	Retiro de Transformador antiguo de SED 04805A. Fuente. Autoría propia.	108
<i>Figura 86.</i>	Colocando el transformador en el camión para su traslado. Fuente. Autoría propia.	109
<i>Figura 87.</i>	<i>Tablero de distribución a nivel, de la SED.</i> Fuente: Autoría propia.....	110
<i>Figura 88.</i>	<i>Medición de ausencia de tensión de electrizarmento.</i> Fuente. Autoría propia.	110
<i>Figura 89.</i>	Verificación de los circuitos a intervenir. Fuente. Autoría propia.....	111
<i>Figura 90.</i>	Tablero de llaves puente. Fuente. Autoría propia.	111
<i>Figura 91.</i>	Montaje de llaves puente LP1 y LP2. Fuente. Autoría propia.	112

<i>Figura 92.</i>	Tablero de distribución de la SED nueva. Fuente. Autoría propia.....	112
<i>Figura 93.</i>	Midiendo secuencia de fases y tensión en las Llaves Puente LP-1 y LP-2. Fuente. Autoría propia.	113
<i>Figura 94.</i>	Instalación de llaves puentes (LP-1 y LP-2) para el traslado de carga. Fuente. Autoría propia.	114
<i>Figura 95.</i>	Ejecución de empalmes temporales para LP-1 y LP-2. Fuente. Autoría propia.	115
<i>Figura 96.</i>	Realizando los empalmes de cable para llaves puente. Fuente. Autoría propia.	116
<i>Figura 97.</i>	Empalmes provisionales terminados. Fuente. Autoría propia.	116
<i>Figura 98.</i>	Poniendo en operación la llave puente 2. Fuente. Autoría propia.....	117
<i>Figura 99.</i>	Vista que muestra la llave puente LP-1. Fuente. Autoría propia.....	118
<i>Figura 100.</i>	Empalme definitivo del cable proyectado. Fuente. Autoría propia.....	118
<i>Figura 101.</i>	Empalmes de alimentación a la SAB nueva y puntas muertas de SED antigua. Fuente. Autoría propia.	119
<i>Figura 102.</i>	Vista de las puntas muertas retiradas y carga conectada. Fuente. Autoría propia.	119
<i>Figura 103.</i>	Esquema Unifilar de SAB 4805 y SAB nueva. Fuente. Elaboracion propia.	137
<i>Figura 104.</i>	Ubicación georeferenciada de la SAB 04805 ^a . Fuente. Base de datos Enel Distribución Perú.....	138
<i>Figura 105.</i>	Condiciones encontradas en campo SAB 04805A. Fuente. Autoría propia.	139
<i>Figura 106.</i>	Estado del transformador de la SAB 04805A. Fuente. Autoría propia.....	139
<i>Figura 107.</i>	Ubicación georeferenciada del circuito a intervenir. Fuente. Base de datos Enel Distribución Perú.....	140
<i>Figura 108.</i>	Esquema unifilar del circuito a intervenir. Fuente. Elaboración propia.....	140
<i>Figura 109.</i>	Preparación de los postes de MT. Fuente. Autoría propia.....	141

<i>Figura 110.</i> Izamiento de poste con la grúa. Fuente. Autoría propia.	142
<i>Figura 111.</i> Aislando las líneas energizadas. Fuente. Autoría propia.	142
<i>Figura 112.</i> Operación de dos grúas para el aislamiento de las líneas. Fuente. Autoría propia.	143
<i>Figura 113.</i> Instalación en ménsulas de madera. Fuente. Autoría propia. .	143
<i>Figura 114.</i> Instalación y sujeción del conductor en la grapa. Fuente. Autoría propia.	144
<i>Figura 115.</i> Instalación de puesta a tierra. Fuente. Autoría propia.	144
<i>Figura 116.</i> Instalación de varillas. Fuente. Autoría propia.	145
<i>Figura 117.</i> Instalación de planchas de cobre tipo J. Fuente. Autoría propia.	145
<i>Figura 118.</i> Instalación de seccionadores Cut-Out's. Fuente. Autoría propia.	146
<i>Figura 119.</i> Instalación de Sistema de Puesta a Tierra. Fuente. Autoría propia.	146
<i>Figura 120.</i> Instalación de sistema de puesta a Tierra en ménsulas. Fuente. Autoría propia.	147
<i>Figura 121.</i> Estructura con seccionadores y sistema de puesta a tierra. Fuente. Autoría propia.	147
<i>Figura 122.</i> Instalación del cable de comunicación. Fuente. Autoría propia.	148
<i>Figura 123.</i> Instalación de barra de trapecio. Fuente. Autoría propia.	148
<i>Figura 124.</i> Conexión de Cable de comunicación desde los Cut-Out's hacia la barra MT, fase por fase. Fuente. Autoría propia.	149
<i>Figura 125.</i> Conexión de Cable de comunicación desde Cut-Out-s hacia barra MT terminada. Fuente. Autoría propia.	149
<i>Figura 126.</i> SED 04805A Renovado. Fuente: Autoría propia.	150
<i>Figura 127.</i> Barra y bajada listo para desconexión de cable de comunicación y retiro de transformador de SED antigua. Fuente. Autoría propia.	151
<i>Figura 128.</i> Retiro de Transformador antiguo de SED 04805A. Fuente. Autoría propia.	151
<i>Figura 129.</i> Colocando el transformador en el camión para su traslado. Fuente. Autoría propia.	152

<i>Figura 130.</i> Tablero de distribución a nivel, de la SED. Fuente: Autoría propia.....	153
<i>Figura 131.</i> Medición de ausencia de tensión de electrizariento. Fuente. Autoría propia.	153
<i>Figura 132.</i> Verificación de los circuitos a intervenir. Fuente. Autoría propia.....	154
<i>Figura 133.</i> Tablero de llaves puente. Fuente. Autoría propia.	154
<i>Figura 134.</i> Montaje de llaves puente LP1 y LP2. Fuente. Autoría propia.	155
<i>Figura 135.</i> Tablero de distribución de la SED nueva. Fuente. Autoría propia.....	155
<i>Figura 136.</i> Midiendo secuencia de fases y tensión en las Llaves Puente LP-1 y LP-2. Fuente. Autoría propia.	156
<i>Figura 137.</i> Instalación de llaves puentes (LP-1 y LP-2) para el traslado de carga. Fuente. Autoría propia.	157
<i>Figura 138.</i> Ejecución de empalmes temporales para LP-1 y LP-2. Fuente. Autoría propia.	158
<i>Figura 139</i> Realizando los empalmes de cable para llaves puente. Fuente. Autoría propia.	159
<i>Figura 140.</i> Empalmes provisionales terminados. Fuente. Autoría propia.	159
<i>Figura 141.</i> Poniendo en operación la llave puente 2. Fuente. Autoría propia.....	160
<i>Figura 142.</i> Vista que muestra la llave puente LP-1. Fuente. Autoría propia.....	161
<i>Figura 143.</i> Empalme definitivo del cable proyectado. Fuente. Autoría propia.....	161
<i>Figura 144.</i> Empalmes de alimentación a la SAB nueva y puntas muertas de SED antigua. Fuente. Autoría propia.	161
<i>Figura 145.</i> Vista de las puntas muertas retiradas y carga conectada. Fuente. Autoría propia.	162

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Crecimiento de redes</i>	6
<i>Tabla 2. Crecimiento de Subestaciones Eléctricas</i>	7
<i>Tabla 3. Subestaciones Eléctricas de distribución ENEL</i>	7
<i>Tabla 4. Tipo y cantidad de Interrupciones ENEL en primer semestre 2018.</i>	8
<i>Tabla 5. Procedimientos de trabajo en Línea viva, en la distribuidora Enel.</i>	10
<i>Tabla 6. Trabajos en sistemas eléctricos de distribución</i>	35
<i>Tabla 7. Distancias de seguridad en función de la tensión nominal.</i>	41
<i>Tabla 8. Distancias mínimas de acercamiento para trabajos con líneas energizadas con AC.</i>	42
<i>Tabla 9. Equipos de protección personal</i>	52
<i>Tabla 10. Tipo de guantes</i>	52
<i>Tabla 11. Guantes dieléctricos de caucho</i>	53
<i>Tabla 12. Clasificación por color de lentes de seguridad.</i>	53
<i>Tabla 13. Equipos de protección colectiva.</i>	54
<i>Tabla 14. Pruebas de los EPP y su frecuencia.</i>	56
<i>Tabla 15. Requerimientos para ejecutar los TCT.</i>	58
<i>Tabla 16. Evaluación de lesiones en TCT.</i>	60
<i>Tabla 17. Probabilidad de eventos.</i>	61
<i>Tabla 18. Matriz de Riesgos</i>	61
<i>Tabla 19. Matriz de Referencia de Controles Operativos</i>	62
<i>Tabla 20. Aceptabilidad</i>	62
<i>Tabla 21. Tabla de indicadores y puntajes</i>	65
<i>Tabla 22. Descripción del Indicador de Severidad.</i>	65
<i>Tabla 23. Clasificación de riesgos.</i>	66
<i>Tabla 24. Resumen de Marco Legal y Normativo</i>	67
<i>Tabla 25. Número de Interrupciones por cliente (N').</i>	69

<i>Tabla 26. Duración Total Ponderada de Interrupciones por Clientes (D')...</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 27. Factor de ponderación en la duración de la interrupción</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 28. Tolerancias de los indicadores.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 29. Desempeño esperado (D.E).</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 30. Secuencia operativa MT caso 1.....</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 31. Secuencia operativa MT caso 2.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 32. Secuencia operativa MT caso 3.....</i>	<i>85</i>
<i>Tabla 33. Secuencia operativa del PRSC en BT.</i>	<i>86</i>
<i>Tabla 34. Características del alimentador Zapallal W-04.....</i>	<i>120</i>
<i>Tabla 35. Factores de ERS, considerando el mantenimiento correctivo...</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 36. Alimentador MT W-04.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 37. Factor N.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 38. Factor D.....</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 39. Tolerancias</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 40. Cálculo de los indicadores de calidad de suministro para el alimentador W-04 en base a las interrupciones imprevistas.</i>	<i>123</i>
<i>Tabla 41. Factores de ERS, considerando un mantenimiento predictivo..</i>	<i>124</i>
<i>Tabla 42. Cálculo de los indicadores de calidad de suministro para el alimentador W-04, aplicando el procedimiento como mantenimiento predictivo en una de las interrupciones.</i>	<i>125</i>
<i>Tabla 43. Indicadores antes y después de aplicar el procedimiento.....</i>	<i>126</i>
<i>Tabla 44. Características del alimentador W-04, en el tramo de la SAB 04805A, aguas abajo, hasta la última estructura.</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 45. Costo del mantenimiento por estructura con tensión.....</i>	<i>127</i>
<i>Tabla 46. Costos de renovación de SED aérea con tensión.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 47. Pliego tarifario BT5B-residencial.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 48. Costo de energía consumida en un periodo de 5 horas en el tramo de la SAB 04805A, aguas abajo, hasta la última estructura.</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 49. Costo por mantenimiento de estructura, sin tensión</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 50. Costos para la renovación de SED aérea, en el tramo de la SAB 04805A-última estructura, sin tensión.....</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 51. Comparación de Costos, entre alternativas 1 y 2</i>	<i>130</i>

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La calidad de servicio o calidad del suministro eléctrico es controlada por Osinergmin mediante indicadores reconocidos internacionalmente, incluidos dentro de la Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos y conforme a los informes de seguimiento a nivel nacional de las 14 distribuidoras eléctricas.

Los indicadores que miden la continuidad del servicio eléctrico son, de Frecuencia de Interrupción Promedio por Cliente (SAIFI) y Tiempo de Interrupción Promedio por Cliente (SAIDI) ver Figura 1.1 (ENEL, 2018).

Las empresas distribuidoras, con su objetivo de dar servicio eléctrico con calidad y con menores interrupciones de energía, buscan nuevas formas de trabajo que minimicen las interrupciones. De esta manera minimizan pérdidas económicas, y también generan mayor calidad de suministro y confiabilidad.

En la actualidad, se tiene en la concesión de Enel Distribución, mayor cantidad de servicios de mantenimiento en Subestaciones eléctricas de distribución aérea (SED), debido al mayor porcentaje de dichos componentes.

Las interrupciones intempestivas, cortes programados y no programados, son percibidos de manera negativa por los consumidores y derivan en reclamos a los organismos reguladores o medios de comunicación. Esto se debe al crecimiento de las redes eléctricas y la cantidad de clientes, a la exigencia de los consumidores finales, y la mejoría en la calidad de vida, ver anexo figura 1, tabla 2 y tabla 3 (ENEL, 2018).

1.1 Objetivo del Informe

El presente informe tiene como objetivo la elaboración y aplicación del procedimiento para la renovación total de una SED aérea sin corte de energía

garantizará la continuidad del servicio eléctrico, el cual se puede demostrar en campo; tanto su validez como su confiabilidad, se puede aplicar en trabajos de investigación y empresas de distribución.

1.2 Estructura del Informe

En el **Capítulo I**, se trata sobre la realidad del sistema eléctrico, específicamente de la concesionaria ENEL, acorde con los datos históricos de la misma, como indicadores de calidad de los últimos años, además de información referente al crecimiento de redes y cantidad de los diferentes tipos de subestaciones. Asimismo, se hace una revisión de las causas que originan las interrupciones del servicio eléctrico y de los procedimientos de trabajo en redes eléctricas energizadas. Además, se define claramente el problema que resulta de las constantes interrupciones del servicio eléctrico por labores de reparación, mantenimiento, ampliaciones, etc. y los objetivos, general y específicos que se deberán alcanzar a través del presente trabajo, a saber, mejorar los índices de calidad, para beneficio económico tanto del cliente como del concesionario.

En el **Capítulo II**, se hace una exposición de algunos trabajos de tesis, como antecedentes a la presente investigación, que se ocupan de la mejora de los índices de calidad SAIFI y SAIDI, y la correspondiente reducción de costos, mediante la aplicación de procedimientos de mantenimiento preventivo o predictivo en redes eléctricas con tensión.

También se establecen las bases teóricas del presente trabajo, en lo que respecta a los diferentes tipos de redes eléctricas, subestaciones y la descripción de los diferentes elementos que la conforman, poniendo especial énfasis en las SED aéreas; se describe, además, el proceso de mantenimiento en redes de distribución y con líneas energizadas, así como las herramientas y EPP adecuados para este propósito.

Se detalla la gestión de riesgos en TCT y los lineamientos para el proceso de IPERC; así como también el marco legal y normativo, dentro del cual se realiza este procedimiento.

Se definen, además, los conceptos y fórmulas de algunos parámetros eléctricos como, ENS por alimentador, DM, E (energía) y términos como, Calidad de suministro, Indicadores de calidad y Compensaciones.

En el **Capítulo III**, se hace un planteamiento de las hipótesis general y específica, sobre la garantía de la continuidad del SSEE, reducción de riesgos para los técnicos de operaciones en la realización de los TCT, reducción de costos de operación para el CSE y reducción de pérdidas económicas para los USE; así como la definición de las variables dependiente e independiente.

En el **Capítulo IV**, se indica el tipo de investigación llevada a cabo, para establecer el procedimiento de trabajo de recambio de una SED aérea, a saber, de tipo aplicada y exploratoria. También se muestra el diseño de la investigación, a través de un diagrama de flujo, así como la población, muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos, como documentos, aportes de técnicos de la concesionaria ENEL y una encuesta a los clientes del servicio eléctrico. También se hace una exposición detallada del desarrollo del Procedimiento para la Renovación de una SED aérea, “en caliente”, aplicando el método de contacto, considerando la secuencia operativa del procedimiento, para realizar los trabajos, tanto en MT, como en BT.

Se describen los pasos seguidos en una aplicación experimental del PRSC, en la SED aérea biposte 04805A de 160 KVA, ubicada en el distrito de Ventanilla (A.H. Las Lomas, Av. A, Mz. J5, Lt. 1), alimentada de la SET Zapallal, alimentador W-04, tanto en el lado de MT, como en BT, en sus diferentes etapas, como izado de postes, instalación de tablero de distribución, seccionadores, pozo de tierra, transformador, traslado de carga en BT de la SED antigua a la nueva, para finalmente, llevar a cabo el desmantelamiento de la SED antigua.

En el **Capítulo V**, se hace el análisis e interpretación de los resultados de aplicar el PRSC, empezando por una descripción del estado de las redes de distribución, del alimentador Zapallal W-04, en cuanto al medio ambiente que lo rodea y a la creciente demanda energética; para luego evaluar el impacto en la calidad del SSEE, a través del cálculo de los indicadores SAIFI y SAIDI, así como el impacto económico, a través del cálculo de los costos de operación, con y sin la aplicación del procedimiento.

Se hace una evaluación del impacto ambiental y social, que producen los trabajos en las redes eléctricas de la zona, en cuanto a, instalaciones, mantenimientos,

reparaciones, ampliaciones, entre otras actividades, dentro del marco normativo medioambiental.

En el **Capítulo VI**, se detallan una serie de conclusiones, a las cuales se llega, tras aplicar el procedimiento desarrollado, para el recambio de una SED aérea “en caliente”, tales como, beneficio económico, mejora de los indicadores de calidad, reducción de los riesgos a la integridad física, entre otras.

También se detallan una serie de recomendaciones, tales como, hacer extensivo, a otras empresas, este tipo de procedimientos para trabajos con líneas energizadas, establecer una Normativa, acorde con estándares nacionales e internacionales, entre otras.

El desarrollo de nuevas técnicas, procedimientos y nuevas tecnologías, es una preocupación constante, por parte de los especialistas y de las empresas concesionarias, a nivel mundial, para mejorar cada vez más la calidad del SSEE, reducir los costos de operación e incrementar la seguridad en las operaciones con redes eléctricas.

CAPÍTULO II

INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ LA ACTIVIDAD

2.1 Realidad del sistema eléctrico de distribución de Lima Norte (ENEL).

En la actualidad, las empresas distribuidoras eléctricas en el Perú, buscan mejorar los indicadores de calidad, lo cual implica tener mayor confiabilidad y mayor disponibilidad continua de los componentes eléctricos del sistema de distribución eléctrica.

La variación de los indicadores de calidad, para los años 2017 y 2018, puede apreciarse en la fig. 1, donde en términos generales el SAIDI, tiende a bajar y el SAIFI a incrementarse.

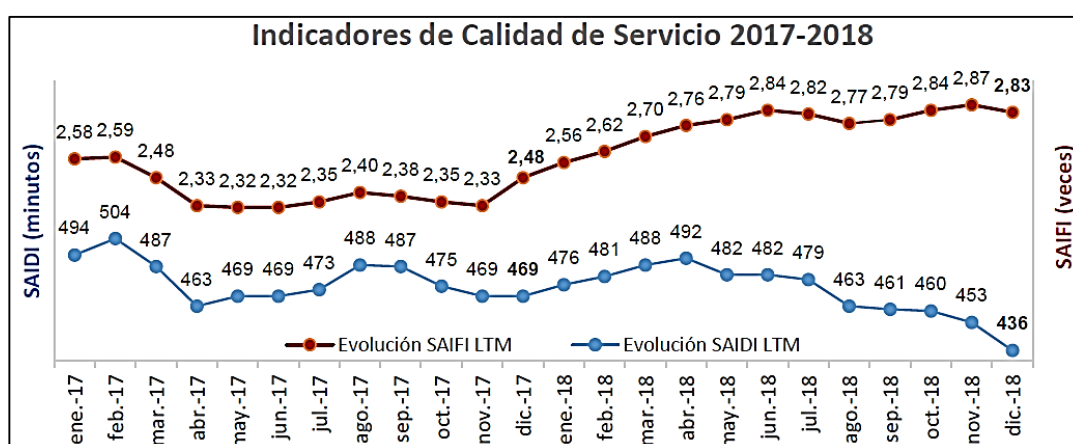


Figura 1. **Indicadores de calidad.** Fuente. Infraestructura y Redes, Enel Distribución Perú.

Con el crecimiento de la población y por ende de la demanda de energía, las empresas concesionarias, tienen que atender mayor cantidad de servicios de mantenimiento en Subestaciones eléctricas de distribución aérea (SED), debido al crecimiento de su infraestructura, es decir, de las redes eléctricas y de los componentes asociados.

Las interrupciones intempestivas, cortes programados y no programados, son percibidas de manera negativa por los consumidores y derivan en reclamos a los organismos reguladores o medios de comunicación. Esto se debe al crecimiento de las redes eléctricas, el número de clientes, la exigencia de los consumidores finales, y la mejora en la calidad de vida, ver fig. 2, tabla 2 y tabla 3 (ENEL, 2018).

Tabla 1. Crecimiento de redes

REDES			Km.	
			2017	2018
Alta tensión		Aéreas	526	546.8
		Subterráneas	133.5	149.9
		Total AT	659.5	696.7
Media tensión		Aéreas	2,132.4	2,148.5
		Subterráneas	2,610.1	2,709.3
		Total MT	4,742.5	4,857.8
Baja tensión	Servicio particular	Aéreas	5,787.7	5,902.9
		Subterráneas	7,048.8	7,101.5
		Subtotal	12,836.4	13,004.4
	Alumbrado público	Aéreas	5,808.7	5,913
		Subterráneas	4,815	4,825.7
		Subtotal	10,623.7	10,738.7
		Total BT	23,460.2	23,743.11
Total de redes (Km).			28,862.2	29,297.6

Fuente. Infraestructura y Redes, Enel Distribución Perú.

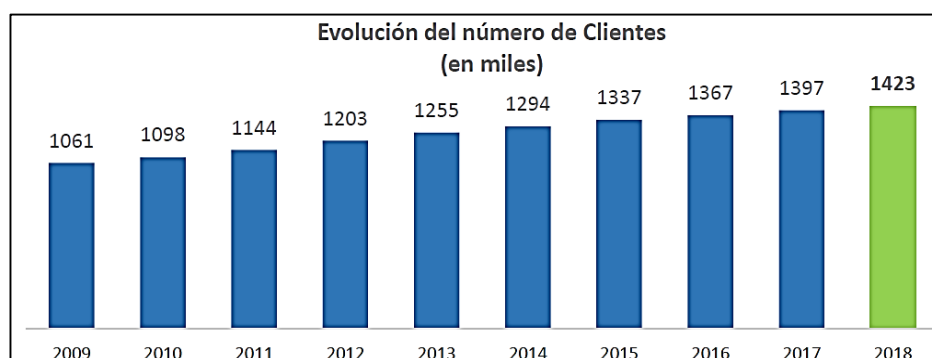


Figura 2. Evolución de Clientes. Fuente. Memoria anual 2018, Enel.

Tabla 2. Crecimiento de Subestaciones Eléctricas

SUBESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN	2017		2018	
	No.	MVA	No.	MVA
Alta tensión / Alta tensión	7	2,174.9	7	2,235
Alta tensión / Media tensión	33	2,186.2	34	2,241.2
Media tensión / Media tensión	4	18.4	5	33.4
Media tensión / Baja tensión	9899	1,930.5	10053	1,992.2

Baja Tensión: < a 1 kV

Media Tensión: entre 1 kV y < a 30 Kv

Alta Tensión: = o > a 30 kV.

Fuente. Infraestructura y Redes, Enel Distribución Perú

La distribuidora Enel, tiene un sistema eléctrico de distribución con el mayor porcentaje de SED's aéreas de tipo biposte (SAB), ver tabla 3 y fig. 3.

Al tener mayor cantidad de SED aérea se realizan más mantenimientos preventivos, correctivos y renovaciones totales.

Tabla 3. Subestaciones Eléctricas de distribución ENEL

	SUBESTACIONES ELECTRICAS ENEL				
	LIMA	NORTE CHICO	CENTROS AISLADOS	TOTAL	%
SCP	722	1	0	723	7%
SE-SUB	190	5	0	195	2%
SE-NIVEL	749	18	0	767	8%
SCB	1006	6	0	1012	10%
SAB	5769	1408	85	7262	73%
TOTAL SED	8436	1438	85	9959	100%

SCP: Subestación Compacta Pedestal

SE-SUB: Subestación convencional subterráneo

SE-NIVEL: Subestación convencional a nivel

SCB: Subestación Compacta Bóveda

SAB: Subestación Aérea Biposte

Fuente. Base de datos de ENEL a agosto 2018

De acuerdo a la tabla 3, en Lima es donde más se concentra el número de subestaciones, y entre éstas, las de tipo SAB son las más numerosas, con 5769

subestaciones, seguida por las de tipo SCB, con 1006 subestaciones. Éstas también son predominantes en el Norte chico y en lugares aislados, donde son las únicas existentes.

A continuación, se observa en el gráfico, que las SAB predominan entre las demás con un 73 %, mientras que las SE-SUB, constituyen el mínimo entre las existentes, con un 2 %.

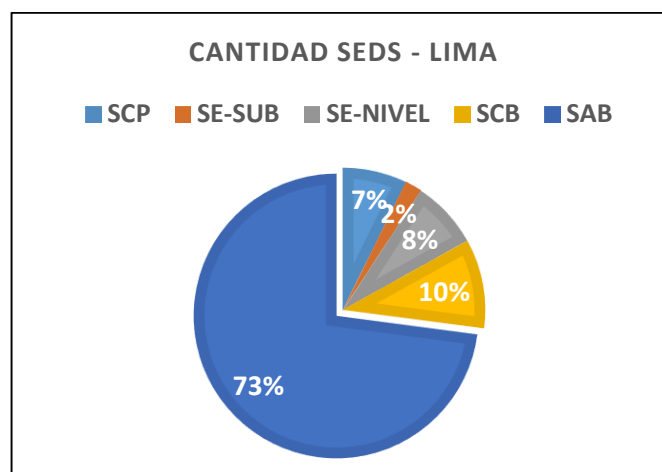


Figura 3. Porcentaje de SED's tipo Biposte (SAB) 2018. Fuente. Infraestructura y Redes – Enel Distribución Perú.

2.2 Descripción de interrupciones imprevistas en el sistema de distribución de Lima Norte (ENEL).

Existen diferentes motivos por los que se originan las interrupciones imprevistas.

Tabla 4. Tipo y cantidad de Interrupciones ENEL en primer semestre 2018.

DESCRIPCION DE FALLA	CANTIDAD	%
Corto circuito	179	22%
Defectos en SED aéreas	209	26%
Emergencia	124	15%
Falla a tierra	282	35%
Otros	7	1%
Total general	801	100%

Fuente. Base de datos interrupciones ENEL en el primer semestre 2018

Pero existe un porcentaje significativo relacionado con defectos o fallas en algún elemento, equipamiento o estructura de las SED aéreas, donde el mayor número los constituyen las fallas a tierra, con un total de 282, que representa el 35 % del total, seguida por las fallas ocasionadas en las SED aéreas, con un 26% del total, como se aprecia en la tabla 4 y fig. 4.

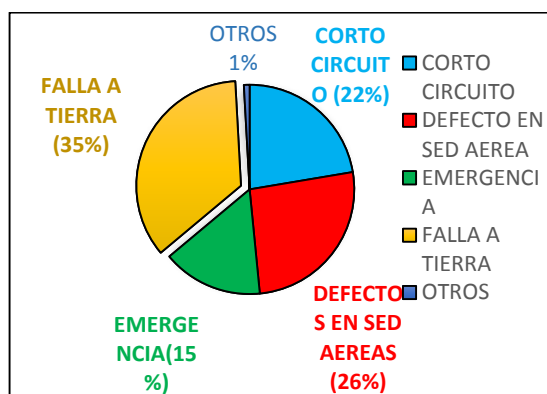


Figura 4. Porcentaje por tipo de fallas. Fuente. Base de datos interrupciones ENEL en el primer semestre 2018

Para reducir la cantidad de interrupciones imprevistas por fallas, se efectuará la renovación total de las SED's a través del mantenimiento predictivo, mejorando de esta manera, la calidad de suministro y la confiabilidad del sistema eléctrico de distribución.

2.3 Situación actual de los procedimientos de trabajo en redes energizadas.

Se observa (según tabla 5), que existen procedimientos para diferentes tipos de trabajo en caliente o línea viva, pero no para la renovación de una SED aérea, por lo que, para llevarla a cabo, se deben efectuar interrupciones del suministro de energía; esto afecta la economía, tanto de la empresa concesionaria, como de los usuarios, además de los indicadores de calidad del SSEE. El impacto producido por las

interrupciones, se puede evaluar a través de los parámetros o indicadores que se detallan a continuación.

- a) De frecuencia de interrupciones ocurridas en las instalaciones eléctricas (SAIFI).
- b) Del tiempo de la duración de la interrupción en las instalaciones eléctricas (SAIDI).
- c) De la Energía No Suministrada (ENS).

Estos trabajos, van desde el mantenimiento, como ajustes, limpieza, renovación de accesorios de ferretería, hasta el recambio de fusibles, seccionadores, aisladores, barras, entre otros, en donde el brazo hidráulico, constituye la herramienta más importante, para llevarlos a cabo, según se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Procedimientos de trabajo en Línea viva, en la distribuidora Enel.

COD. DOC.	NOMBRE DEL DOCUMENTO
AST-ULE-001	Instalación y/o retiro de postes en MT. utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-002	Cambio de seccionadores utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-003	Cambio de aislador extensor de fuga utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-004	Cambio de aislador pin utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-005	Cambio de aisladores de anclaje utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-006	Reprensado y/o cambio de conectores utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-007	Renovación o reparación de bucles o cuellos utilizando brazo
AST-ULE-008	Revisión y reajuste conexiones utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-010	Renovación de redes aéreas utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-011	Renovación de ferretería.
AST-ULE-012	Instalación y/o retiro de crucetas o ménsulas.
AST-ULE-013	Reparación de líneas o hebras rotas utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-014	Retemplado de línea.
AST-ULE-015	Cambio de barras.
AST-ULE-016	Cambio de cable de comunicación utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-017	Cambio de fusibles.
AST-ULE-018	Retiro de elementos extraños en la red utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-019	Instalación de cubiertas aislantes contra aves.
AST-ULE-020	Instalación cubiertas aislantes por DMS.
AST-ULE-021	Poda de árboles.
AST-ULE-022	Trabajos de puntos calientes en transformadores de potencia.
AST-ULE-023	Conexión y desconexión de nodos con brazo hidráulico en MT.

AST-ULE-024	Conexión nuevas redes utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-025	Instalación y/o retiro de equipos de protección utilizando brazo
AST-ULE-026	Apoyo para cambio de transformadores.
AST-ULE-027	Conversión de estructura.
AST-ULE-028	Normalización de enlaces utilizando brazo hidráulico.
AST-ULE-029	Reubicación de fases.
AST-ULE-030	Instalación y/o retiro de señalizadores – mediciones, con brazo
AST-ULE-031	Instalación y/o retiro de puentes provisionales utilizando brazo
AST-ULE-032	Instalación de subestación móvil utilizando brazo hidráulico.

AST-ULE: Análisis Seguro de Trabajo -Unidad de Líneas Energizadas

Fuente: Base de datos Enel-Procedimientos

Para la renovación de las SED aéreas en la actualidad, se programa la interrupción del suministro, con la finalidad de reducir el impacto negativo, provocado por esta, a los usuarios del servicio; a pesar de ello, siempre se afectarán algunos.

El procedimiento para la renovación de una SED aérea en línea viva o energizada, tanto para MT y BT, se desarrollará en base a la experiencia del personal técnico y los procedimientos existentes relacionados, logrando tener un impacto significativo tanto técnico (no se saca fuera de servicio a ningún cliente), como económico (la empresa no se ve afectada económicamente, porque no tiene que compensar a los usuarios).

2.4 Institucion donde se desarrollo la actividad

Las actividades desarrolladas en el presente trabajo se ejecutaron en la concesión de la distribuidora Enel S.A a cargo de la contratista Cobra Perú S.A.

2.5 Periodo de duracion de la actividad

Las actividades que se tocan en el presente trabajo, se desarrollaron durante los años 2017 y 2018.

2.6 Finalidad y objetivos de la entidad

La entidad tiene como finalidad valer como contratista o promotor para pequeñas y grandes empresas y/o Entidades Concesionarias en todo el mundo, crea y opera infraestructuras industriales competitivas y duraderas con la entrega de mejores productos, procesos y tecnologías, con un equipo humano motivado y, atrayendo recursos necesarios para construir el mejor proyecto. Su objetivo es ser un referente mundial que ofrece a sus Clientes servicios de alta calidad mediante equipos locales con capacidad de crear y compartir valores económicos, sociales y medioambientales en la sociedad.

2.7 Razón Social

COBRA PERU S.A

2.8 Dirección Postal

CL Amador Merino Reyna No. 267. Oficina 902. San Isidro, Lima 27

2.9 Correo electrónico del profesional a cargo

equintana@cobraperu.com.pe

CAPÍTULO III

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

3.1 Organización de la Actividad

El profesional a cargo durante las actividades realizadas fue Enrique Quintana y la organización de las actividades llevadas a cabo en el presente trabajo, tomaron en cuenta las realidades observadas de campo desarrollados en realidades nacionales e internacionales.

3.2 Finalidad y Objetivos de la actividad

3.2.1 Finalidad

Mejorar la calidad del servicio, mejorando los indicadores de calidad y se beneficia económicamente, tanto al usuario como a la empresa concesionaria aplicando el nuevo procedimiento.

3.2.2 Objetivos

a) Objetivo General

Desarrollar un nuevo procedimiento de trabajo en caliente para la renovación de una SED aérea sin corte de energía con la finalidad de disminuir el número de interrupciones del servicio eléctrico.

b) Objetivos Específicos

1. Disminuir los riesgos de los técnicos de operaciones al aplicar el procedimiento de trabajo para la renovación de una SED aérea sin corte de energía.

2. Reducir los costos de operación del concesionario del servicio de energía, con la aplicación del procedimiento de trabajo seguro, para la renovación de una SED aérea sin corte de energía.

3. Reducir las pérdidas económicas de los usuarios del servicio eléctrico, con la aplicación del procedimiento de trabajo seguro, para la renovación de una SED aérea sin corte de energía.

3.3 Problemática

3.3.1 Problema General

¿La aplicación de un nuevo procedimiento de trabajo seguro para la renovación de una SED área sin corte de energía, reducirá el número de interrupciones del servicio eléctrico?

3.3.2 Problema Especificos

1. ¿Disminuirá los riesgos de los técnicos de operaciones al aplicar el procedimiento de trabajo para la renovación de una SED aérea sin corte de energía?

2. ¿Reducirá los costos de operación del concesionario del servicio de energía, la aplicación del procedimiento de trabajo seguro, para la renovación de una SED aérea sin corte de energía?

3. ¿Reducirá las pérdidas económicas de los usuarios del servicio eléctrico, la aplicación del procedimiento de trabajo seguro, para la renovación de una SED aérea sin corte de energía?

3.4 Metodología

3.4.1 Antecedentes de la investigación

1. Collantes Velíz, Rubén Segundo (2010), en su tesis de maestría, titulado “Análisis de mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga”.

La tesis realiza un análisis de mejoramiento de la confiabilidad del sistema de distribución eléctrica de alta densidad de carga, para establecer sus indicadores System Average Interruption Frequency Index (SAIFI) y System Average Interruption Duration Index (SAIDI), respondiendo a un equilibrio eficaz entre costos y confiabilidad.

Según los resultados, los indicadores SAIFI y SAIDI permitirán la mejora de la confiabilidad de los sistemas de distribución eléctrica, los cuales llegan a ser en 2.78 fallas/usuario-año y 8.60 horas/usuario-año. Se estima una inversión económica de 12,688 miles US\$ para alcanzar estos indicadores.

Concluye que es una opción de mejora de la confiabilidad para los sistemas de distribución eléctrica de alta densidad de carga, colocar equipos de alta protección y seccionamiento, que, para alimentadores subterráneos, la opción comprende el uso de seccionadores bajo carga en la troncal del alimentador, seccionadores bajo carga con fusible limitador en sus laterales y alimentaciones alternativas manuales.

2. Segundo Miguel Saune Roncal (2017), en su tesis de Ingeniero Mecánico Electricista, titulado “Optimización de los Indicadores de Calidad de Suministro con Mantenimiento de Líneas Energizadas en los Alimentadores de Media Tensión en la Ciudad de Trujillo”.

La tesis tiene la finalidad de mejorar los indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas, unificando los conceptos de SAIFI, SAIDI, energía no suministrada y compensación por baja calidad en el suministro eléctrico.

Al realizar los cálculos y al aplicar el análisis de Pareto, se obtuvo 11 AMT (alimentador media tensión) críticos, que representan el 51.32% del costo que genera interrupciones de 53 alimentadores de media tensión, de ello, el 10.89% representa 62,746.79 US\$ generados por el AMT VIR002 en el primer y segundo semestre del año 2016.

Concluyendo que, con los datos hallados SAIFIMT y SAIDIMT en el primer semestre del 2017, se logró superar los valores del semestre de desempeño esperado en el alimentador seleccionado, se obtienen valores de 2.94 SAIFI MT y 2.5 SAIDI MT.

3. Segundo Roger Barturen Culqui; José German Cayaca Cajusol (2016), tesis de ingeniero Mecánico Electricista, titulada “Propuesta Técnica Económica para el Mantenimiento de 10 KV/22.9 KV/34.5 KV energizadas del alimentador C-212 con un nivel de tensión de 22.9 KV del tramo Chiclayo-Monsefú, 2015”.

En la presente tesis, se desarrollan propuestas técnica-económica eficiente y segura para el mantenimiento predictivo y preventivo de las redes de distribución. Se realiza una comparación técnica y económica del mantenimiento preventivo con corte y sin corte de servicio de electricidad, para lo cual se recomienda el método a contacto.

Concluyendo con dos alternativas:

Alternativa N°1. Se utiliza el mantenimiento predictivo con tensión y el mantenimiento preventivo con tensión.

Alternativa N°2. Se utiliza el mantenimiento predictivo sin tensión y el mantenimiento preventivo con tensión. El resultado fue que para el mantenimiento preventivo sin interrupción del servicio (cambios de conectores) por el método a contacto, es la más económica comparado con el mantenimiento preventivo con interrupción del servicio obteniendo un ahorro promedio anual de S/. 554 240,17 que representa 99,37%.

3.4.2 Bases Teóricas

Teniendo en cuenta los avances tecnológicos, las empresas y organizaciones buscan generar la mayor cantidad de procedimientos para la ejecución de los trabajos de manera óptima, que garanticen altos niveles de seguridad y productividad.

3.4.2.1 Definición de términos. Análisis de riesgo: Permite identificar peligros, describir, evaluar y minimizar los riesgos, del personal, producción, propiedad, público y medio ambiente, asociados a la actividad de la compañía, en la mejora de la productividad y rentabilidad. (Padilla Darwin, 2019)

Factores de riesgo: Es la “condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o enfermedad ocupacional”. (Valencia Jhon, 2014)

EPP: Equipo de protección personal, son accesorios e indumentaria, especialmente diseñados para prevenir accidentes, que puedan poner en riesgo la integridad física y la salud, durante la ejecución de los trabajos.

Unidad Brazo Hidráulico: Transporte pesado, en cuya plataforma está instalado un brazo articulado móvil de fibra de vidrio, accionado por la presión de fluidos y articulaciones mecánicas. En su extremo superior consta de dos canastillas, con sus respectivos controles para los diferentes movimientos del brazo. La estabilidad del brazo está dada por sus brazos estabilizadores apoyados firmemente sobre el piso.

Renovación: Es el cambio total o parcial de las instalaciones con la finalidad de mejorar el funcionamiento en sus diferentes aspectos a fin de brindar el servicio eléctrico adecuado y de calidad.

Arnés de seguridad: es un dispositivo para colocarse en el cuerpo, ya sea el torso, hombros, caderas, cintura y piernas; está compuesto de tirantes, correas y conexiones que detendrán las caídas más severas. Se recomienda para evitar caídas accidentales, desde un nivel igual o mayor a 1.80 m.

Protección contra relámpago de arco: Equipo de protección personal, fabricado con tela anti-inflamable (con propiedad de auto extinción), que tiene como misión minimizar los efectos de quemaduras en el personal operativo, durante un eventual arco eléctrico en el desarrollo de trabajos de mantenimiento preventivo de una SED.

Canastilla: Balde de fibra de vidrio aislado, adosada al extremo del brazo hidráulico, con características dieléctricas adecuadas para los niveles de tensión de trabajo.

Equipos aislados: Equipos fabricados de material aislante, y en algunos casos acoplado con accesorios de fibra de vidrio; permite el mantenimiento preventivo de una SED energizadas con el método a contacto, reduciendo la posibilidad de descarga eléctrica.

Cuadrilla de MT/BT: Cuadrilla formada por 08 personas (1 supervisor, 3 operarios linieros, 2 ayudantes y 2 conductor/ayudante), quienes deberán estar entrenados y habilitados en el procedimiento para realizar trabajos en línea viva con el método a contacto en MT, empalmes en redes subterráneas y aéreas BT, en servicio (en caliente), medición de parámetros eléctricos y conservación de la secuencia de fases en trabajos de redes de BT y MT.

Llave Puente: Está compuesta por un seccionador portafusible, “llave” horizontal o interruptor termomagnético “ITM” y cables.

Tablero de Transferencia Manual de Carga (TTMC): Está compuesto por un conmutador, tablero y cables. La función del tablero de transferencia manual, es la de realizar el traslado de carga de una SED a otra en el menor tiempo posible, haciendo uso del conmutador.

Aviso de Trabajos en Baja Tensión: Documento mediante el cual, se informa a Sala Base la ejecución de trabajos de traslado de carga de BT, entre la subestación antigua y la nueva, con corte menor a tres minutos y trabajos sin corte de energía eléctrica (en caliente).

3.4.2.2 Sistema de distribución eléctrica. Es un sistema donde las instalaciones entregan energía eléctrica a los clientes, en niveles de media y baja tensión. (Instituto Tecnológico Privado TECSUP, 2006)

En el siguiente mapa conceptual se observa cómo se organiza y donde se ubica el sistema de distribución.

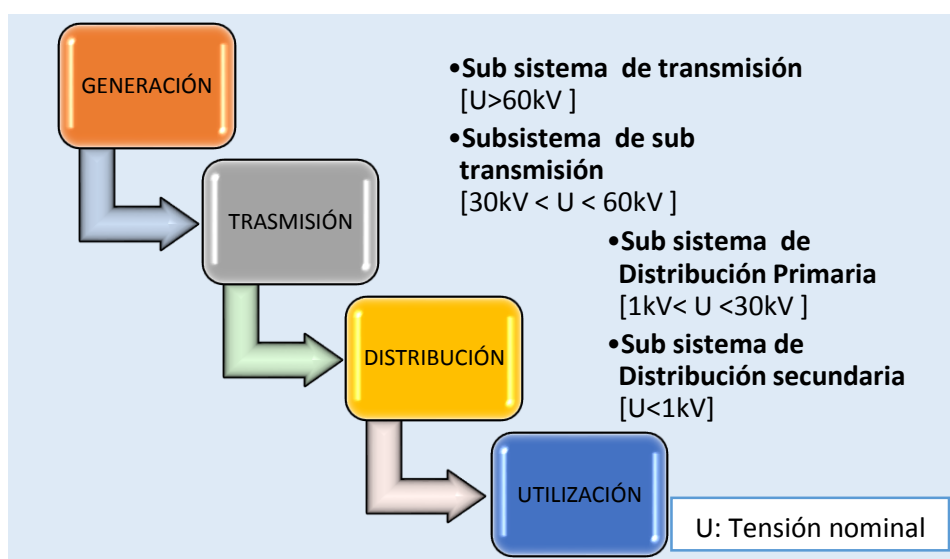


Figura 5. Sistema Eléctrico. Fuente. Elaboración Propia

Está compuesto por los subsistemas de MT y BT, según se aprecia en la fig. 5.

a) Sub sistema de distribución primaria o redes de Media tensión.

Transporta y distribuye la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación (SET's), hacia las subestaciones de distribución con niveles de media tensión [$1 \text{ kV} \leq U < 30 \text{ kV}$], los más usados son los niveles de tensión de 10kV y 13.2kV.

La operación de la red de distribución en MT, se da de manera conjunta entre las subestaciones de distribución y los equipos de maniobra, los que se encargan de la maniobra, interrupción y protección, tanto del lado primario, como del secundario, ver fig. 7.

b) Sub sistema de distribución secundaria o redes de baja tensión

Este sistema transporta y distribuye la energía eléctrica en baja tensión a los clientes, instalaciones de alumbrado público y otros usuarios de la empresa concesionaria de electricidad. [$U < 1 \text{ kV}$], ver fig. 6.



Figura 6. Red de distribución primaria y secundaria. Fuente: Curso de capacitación “Redes de distribución Eléctrica” Instituto Tecnológico TECSUP



Figura 7. Red de distribución primaria, armada para cambio de dirección.

Fuente: Curso de capacitación “Redes de distribución Eléctrica” Instituto Tecnológico TECSUP.

3.4.2.3 Subestación eléctrica de distribución.

Son las instalaciones que se utilizan para la medición, transformación, protección y/o seccionamiento de la energía eléctrica, “que se recibe de una red de distribución primaria (MT) y se entrega a un sub-sistema de distribución secundaria, alumbrado público (BT), a otra red de distribución primaria o a usuarios alimentados en MT o BT, desde la subestación de distribución”. Incluye además el sistema de puesta a tierra y las edificaciones que albergan las instalaciones eléctricas de tipo interior o a la intemperie; cabe anotar que su equipo más importante es el transformador.

Por los niveles de tensión de transformación, podemos mencionar a las subestaciones elevadoras y las reductoras.

3.4.2.3.1 Principio de funcionamiento. Las subestaciones eléctricas elevadoras, situadas en las inmediaciones de las centrales generadoras de energía eléctrica, tienen la función de elevar el nivel de tensión, algunas veces incluso hasta 400 KV, antes de entregar la energía a la red de transporte.

Las subestaciones eléctricas reductoras, son las que disminuyen el nivel de tensión a valores de 13,2, 15, 20, 45 ó 66 kV y dan energía a la red de distribución; a continuación, los centros de transformación disminuyen los niveles de tensión (BT), a valores adecuados, como 230 o 400 V, para el uso doméstico, comercial o industrial.

La necesidad del uso de subestaciones, tiene su razón de ser, en que el transporte de energía se realiza a tensiones elevadas, con la finalidad de reducir las pérdidas de potencia en los conductores de las líneas de transmisión, debido al efecto Joule.

La potencia eléctrica transportada en una red es directamente proporcional al valor de la tensión y la intensidad; esto es, a mayor valor de tensión, menor será la intensidad para transmitir la misma potencia, por lo que, elevando el voltaje, se reducirán las pérdidas.

Las subestaciones contienen transformadores y elementos de maniobra (interruptores, seccionadores, etc.) y protección (fusibles, interruptores automáticos, etc.), necesarios para llevar a cabo las operaciones y trabajos de mantenimiento en las redes de distribución y transporte.

3.4.2.3.2 Tipos de subestaciones de distribución. Según su equipamiento la subestación de distribución es:

1. Convencional (de superficie en caseta o subterránea en edificio),
2. Aérea (monoposte o biposte)
3. Patio y piso, compacta (bóveda o pedestal).

1. Subestación de distribución tipo convencional.

Es de equipamiento de tipo interior, instalado en una caseta apropiada, como se aprecia en la fig. 2.4, en la que se ha previsto pasadizos y espacios de trabajo. Por su ubicación la subestación convencional puede ser de 2 tipos:

- De superficie (en caseta a nivel del piso)
- Subterránea (en sótano de edificios).

a) Subestación en caseta



Figura 8. Subestación en caseta. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, (Ascencio Yoel, 2019)

Equipamiento.

- Transformadores.
- Interruptores.
- Seccionadores unipolares y de potencia.
- Botella terminal.
- Barras y aisladores.
- Interruptor de transferencia.
- Transformadores de medida.
- Instrumentos de medición.
- Pararrayos.
- Banco de condensadores.
- Equipos de comunicación.
- Pozos de tierra.

b) Subestación subterránea

Esta subestación está instalada bajo el nivel del piso en andenes, zonas verdes, o en un predio particular, se conforma por dos bóvedas una para el transformador y la otra para el seccionador de maniobras, que están unidas por un banco de ductos, ver fig. 9.

El seccionador debe ser de tipo inundable de operación bajo carga de 200 A, debe tener codos premoldeados sin partes vivas expuestas, para conectar los terminales de media tensión.

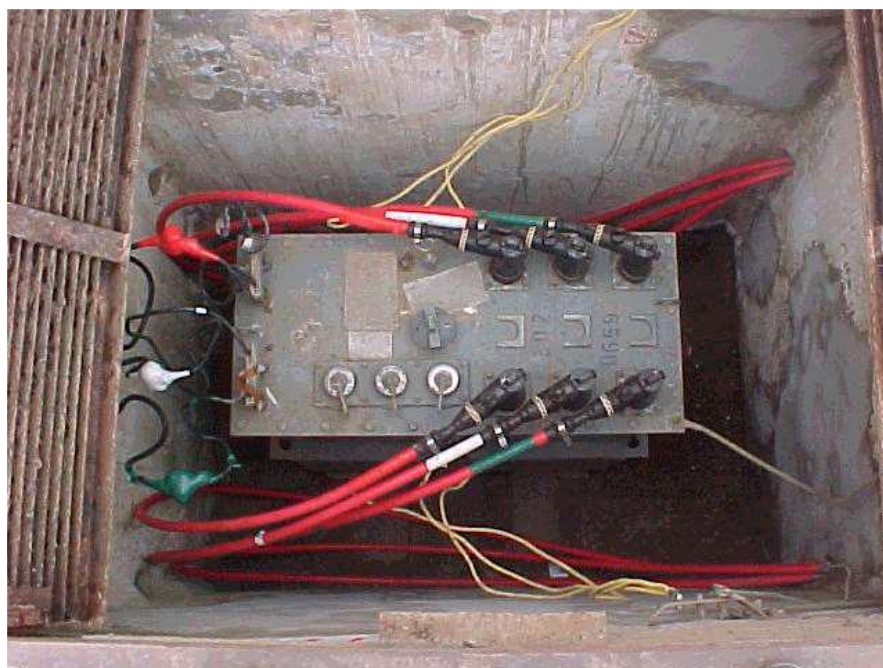


Figura 9. Subestación subterránea. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, (Ascencio Yoel, 2019)

En ocasiones los transformadores podrán estar sumergidos, por lo tanto, se instalan en cajas que se pueden inspeccionar bajo la superficie de la tierra y, en algunos momentos estarán expuestos a inundaciones, por ello, debe capacitarse para soportar hasta tres horas sumergidos aproximadamente dentro del agua, asimismo, las conexiones de cables, fusibles internos y accesorios externos.

2. Subestación aérea

La subestación aérea es de distribución, tiene equipamiento exterior (a la intemperie), su instalación es sobre el nivel del piso, sobre soportes.

Está compuesta por un transformador de distribución, protección contra sobretensión y contra sobre corriente (cortacircuitos); así como también de accesorios necesarios para su montaje, como apoyos, aisladores y herrajes. Existen dos tipos:

a) Subestación aérea tipo monoposte (SAM).

Se soporta en un poste (de concreto armado pretensado).



Figura 10. Subestación aérea monoposte. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, (Ascencio Yoel., 2019)

Una subestación aérea monoposte, se pueden instalar entre 2 o 3 transformadores monofásicos en conexión trifásica, asimismo, también se puede instalar un transformador trifásico de hasta 100 kVA máximo si su peso lo permite, ver fig. 10.

Si la potencia nominal es más de 112.5KVA o el transformador pesa más de los 650kg, es necesario utilizar en la instalación una estructura tipo H.

b) Subestación aérea tipo biposte (SAB).

Cuando lo soportan 2 postes unidos entre sí por una plataforma, (de concreto armado pretensado), se asienta un transformador trifásico.

La alimentación de los transformadores que conforman una subestación aérea se puede hacer por red aérea o subterránea, como se aprecia en la fig. 11.



Figura 11. Subestación aérea biposte. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, Ascencio Yoel., 2019

3. Subestaciones Tipo patio y piso, compacta (bóveda o pedestal).

a) La subestación de piso

Se utiliza en zonas urbanas, para prestar el servicio a usuarios industriales, comerciales, de alumbrado público y residenciales, cuentan con variantes para determina su clasificación: tipo patio, tipo pedestal o pad mounted y tipo capsulada.

Las subestaciones tipo patio se emplean para trabajo en la intemperie en algunas compañías, normalmente se alimentan por redes subterráneas a 34,5 kV y en el lado de BT se manejan niveles de tensión de acuerdo a la necesidad del usuario (ver fig. 12.)



Figura 12. Subestación tipo patio. Fuente: Subestaciones y tableros de distribución eléctrica. (2020). Extraído de:
http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/subestaciones_y_tableros_de_distribuci%C3%B3n.pdf

c) Subestación pedestal

Denominada también pad mounted (tipo jardín), que se puede utilizar en intemperie o dentro de edificios, dan seguridad en su instalación donde existen paso de personas como en parques o avenidas (ver fig. 12 y fig. 13)



Figura 13. Subestación tipo pedestal de 1000 KVA. Fuente: Subestaciones y tableros de distribución eléctrica. (2020). Extraído de http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/subestaciones_y_tableros_de_distribuci%C3%B3n.pdf

La subestación de pedestal, se conforma por dos gabinetes, en uno está alojado el transformador, cuenta con protecciones internas y el otro la caja de maniobras, cada gabinete cuenta con cerradura que no permiten el ingreso del personal no autorizado.

Cuenta con una puesta tierra a la que se conectan las partes metálicas de la subestación, el neutro del transformador y la tierra de los descargadores de sobretensión.



Figura 14. Subestación de distribución compacta tipo pedestal. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, Ascencio Charri, Yoel.

Las subestaciones se clasifican, por la tensión de operación, en subestaciones de: Baja tensión < 1 kV, Media tensión hasta 57,5 kV, Alta tensión 115 kV y 230 kV, Extra alta tensión superior a 230 kV, 500 kV.

3.4.2.3.3 Funciones de las subestaciones.

Protección: Las subestaciones tienen los equipos necesarios para detectar las fallas y aislarlas de las fuentes de energía. Esto es indispensable para la seguridad de las personas y la integridad de los equipos.

Medida: Se miden las tensiones, corrientes, flujos de potencia activa y reactiva, energía, etc. Esta medición de variables es útil desde el punto de vista operativo y comercial.

Maniobra: Para realizar re configuraciones de la red o para retirar de servicio circuitos y equipos para mantenimiento, garantizando la seguridad de las personas y manteniendo la continuidad del servicio.

Supervisión y control: Cuenta con los elementos necesarios para que desde una estación remota se pueda conocer el estado de los diferentes equipos y de las variables eléctricas. También, es posible realizar maniobras en forma remota.

3.4.2.3.4 Tablero de Distribución. Es un conjunto de barras y conexiones de cobre que conectan dispositivos de protección y maniobra en BT, tipo interior (para conexión y desconexión de alimentadores bajo carga), ver fig.2.11. Contiene elementos como:

- Cargas de distribución secundaria.
- Cargas importantes.
- Electrobombas.
- Tableros de alumbrado.



Figura 15. Tablero de Distribución de una SAB. Fuente: Autoría propia.

Los tableros se pueden clasificar en, Empotrados, ubicados en el interior de muros o máquinas y de superficie, apoyados sobre distintas superficies.

3.4.2.3.5 Usos de una subestación.

- Se usan para realizar modificaciones y establecer niveles de tensión de una infraestructura eléctrica de forma que facilite el transporte y la distribución de la energía eléctrica.
- En la alimentación del servicio eléctrico de alta tensión, a un local con gran demanda de energía, para entregar luz, fuerza, calefacción, y otros servicios.
- En la realización de las transformaciones de la tensión, de la frecuencia, de la cantidad de fases o conexión de dos o más circuitos.

3.4.2.4. Componentes del subsistema de distribución primaria o red de MT. Son los diferentes elementos que se encuentran instalados en las redes de MT. Para esta investigación se menciona los más significativos: Seccionadores, Interruptores y Disyuntores, transformadores, conductores, postes, conectores y aisladores.

- a) Seccionadores, Fusibles, Interruptores y Disyuntores.

Son dispositivos de maniobra y protección, que tienen por objetivo interrumpir la corriente o carga dentro del sistema de distribución. (Instituto Tecnológico Privado TECSUP, 2006)

Seccionadores: Elementos que se utilizan para abrir o cerrar un circuito que no cuenta con recorrido de corriente y está previsto para aislar una red bajo tensión, ya sea una maquina o sección de líneas para ser tocados sin correr peligro, para realizar mantenimiento o reparaciones,



Figura 16. Seccionador fusible tipo cut out. Fuente: Detalle del producto – Promotores Eléctricos S.A. – Promelsa (2020). Extraído de: <http://www.promelsa.com.pe/productos>

La condición fundamental es que su ruptura sea visible. No estando preparados para cortar corrientes, la maniobra de sus cuchillas no precisa ser rápida, como se hace en los interruptores, observándose a simple vista el movimiento de desplazamiento de las mismas, ver fig. 16.

Fusible de expulsión de MT: Es una forma eficaz de protección contra cortocircuitos, de líneas aéreas laterales y transformadores, de subestaciones aéreas tipo monoposte y biposte. Se aloja en el portafusible de un fusible-seccionador unipolar de MT tipo aéreo (cut-out), y ya que no tiene características limitantes de corriente, los efectos térmicos del cortocircuito dañan el equipo o material eléctrico protegido si no se selecciona de forma correcta.

Interruptores: Dispositivos que se destinan a la interrupción y la conexión de circuitos con cargas normales.

Interruptores seccionadores: Son los que, en posiciones de apertura, responden a las condiciones impuestas a los seccionadores.

Disyuntores: es un dispositivo que corta el paso o interrumpe o establece circuitos en condiciones de carga normal, y si presentan condiciones anormales como en caso de cortocircuitos. Se puede maniobrar a voluntad (a mano, o a distancia) o automáticamente mediante relés.

a) Transformador de distribución

Es una máquina eléctrica estática transformadora electromagnética de la energía que se recibe de un circuito alimentador, en sus bornes de entrada (primario), en un nivel de MT, para entregarla en sus bornes de salida (secundario), en un nivel de BT. (Rodríguez Miguel, Transformadores.), suele protegerse con fusibles, como se ve en la fig. 17.

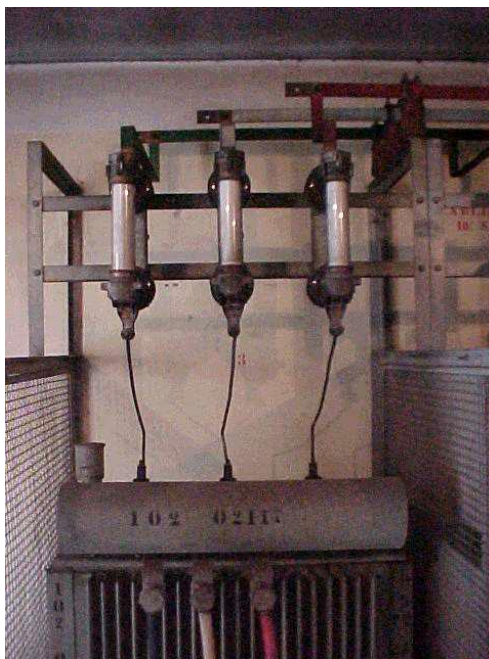


Figura 17. Fusibles primarios del transformador de potencia. Fuente: Equipamiento de subestaciones de distribución, Ascencio Charri, Yoel

La potencia de salida del transformador es entregada al tablero de distribución, para alimentar el tablero del alumbrado público, a los alimentadores de baja tensión de distribución secundaria, electrobombas y a los clientes de cargas importantes. Un ejemplo de transformador de transformación, puede verse en la fig. 18.



Figura 18. Transformador de distribución. Fuente: Autoría propia

a) Conductores

Los conductores utilizados pueden ser de cobre electrolítico en temple duro, solidos o cableados concéntricamente o de aleación de aluminio cableados concéntricamente. Se puede tener conductores de otros materiales o aleaciones, pero deberán tener características eléctricas y mecánicas adecuadas. (Ministerio de Energía y Minas, 1989, Normas de Conductores Eléctricos para distribución aérea), ver fig. 19.

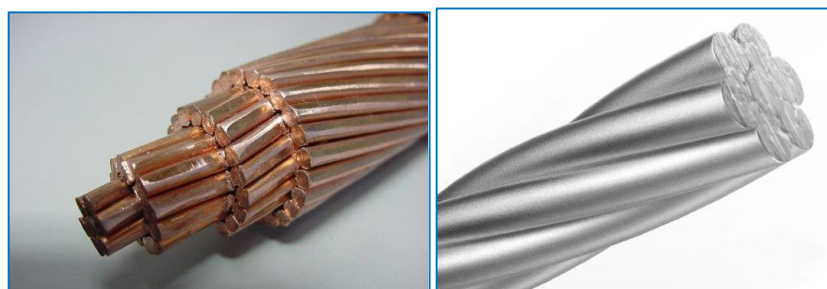


Figura 19. Conductor de cobre (Cu) y aluminio (Al). Fuente: El cobre como conductor eléctrico-ionizado-bloggert. (2020). Extraído de: <http://ionizado.blogspot.com/2010/11/el-cobre-como-conductor-electrico.html> , <http://www.incable.com/producto?id=3>

b) Postes

Estructuras o soportes se puede utilizar diversos materiales como la madera, el concreto, metálicos o de poliéster que tiene que ser reforzado con fibra de vidrio PRFV; su peso, longitud y resistencia a roturas, son importantes en el tipo de construcción de los circuitos. Son utilizados para sistemas urbanos, postes de concreto de 15, 13, 11, 10, 8.7 y 7.5 metros con resistencias de rotura de 400, 300, 200 y 150 kg. (Empresa Distribuidora del Pacífico, 2015, Manual de mantenimiento para redes de alta, media y baja tensión), ver fig. 20.



Figura 20. Poste de MT. Fuente: Autoría propia

c) Conectores

Los conectores eléctricos son dispositivos para unir circuitos eléctricos, donde los terminales a unir, están constituidos por metales como, los de cobre-cobre,

aluminio-aluminio, cobre-aluminio. Los hay en diferentes tipos, como, perno fusible, cuña, piercing, entre otros, destacándose entre sus principales características, la geometría, el tamaño, la resistencia de contacto. (Ayala Javier, 2006, Seguridad en el manejo de energía eléctrica, Línea Viva), ver fig. 21 y fig. 22.



Figura 21. Conector tipo G. Fuente: Conector Tipo G-Global Electric Solar (2020).
Extraído de: <https://globalelectricsolar.com.pe/conector-tipo-g/>



Figura 22. Conector H, para conductor de AA. Fuente: Conector de derivación / compresión Tipo H- Electro Castillo Company. (2020). Extraído de: <http://electrocastillo.com/ferreteria/conector-de-derivación-compresión-tipo-h/>

d) Aisladores

Son materiales cuyas características intrínsecas a nivel atómico, no permiten que sus electrones se desprendan con facilidad. Es por esto que, aun aplicando una elevada diferencia de potencial sobre el material, el desplazamiento de cargas a través de éste se dificulta, convirtiéndolos en elementos que ofrecen elevada resistencia al paso de la corriente eléctrica. (Hernández S. y Martínez A., 2009. Influencia de la humedad y contaminación sobre aisladores EPDM, siliconados)

Aisladores cerámicos.

Los aisladores cerámicos están compuestos de materiales inorgánicos, que incluyen la porcelana y el vidrio templado. Se usan en múltiples aplicaciones en todos los niveles de tensión del sistema eléctrico de potencia; entre estos pueden destacarse aisladores tipo pin, suspensión, de núcleo sólido y hueco, entre otros. Características como durabilidad, eficiencia y confiabilidad, hacen de los aisladores cerámicos una opción atractiva para cualquier diseño eléctrico; Ofreciendo, además, grandes prestaciones a nivel mecánico, tales como rigidez y gran resistencia a la compresión. (Farzaneh M. y Chisholm W., 2005), (Kuffe E., Zaeng W. y Kuffel J., 2000).

Aisladores Poliméricos

Los aisladores poliméricos, se componen a partir de un núcleo de fibra de vidrio recubierto en goma, el cual garantiza su dureza y un alto desempeño mecánico.

Los componentes comúnmente usados para la elaboración de aisladores poliméricos, son los hidrocarburos y elastómeros de silicona; entre estos se incluyen cauchos de etileno-propileno, tales como el monómero de etileno propileno (EPM), el monómero de etileno-propileno dieno (EPDM) y un copolímero de etileno-propileno dieno y silicona (ESP). Sus múltiples aplicaciones van, desde la suspensión de conductores, hasta elementos de entrada y salida de equipos, cuando se usan como cuerpos de paso hueco (Kuffe E., Zaeng W. y Kuffel J., 2000).

3.4.2.5 Mantenimiento eléctrico en redes de distribución. Estos trabajos se realizan principalmente con corte de energía eléctrica, pero existe un mantenimiento especializado, que se realiza sin corte de energía.

Tabla 6. Trabajos en sistemas eléctricos de distribución

TRABAJO EN SISTEMAS ELECTRICOS DE DISTRIBUCION				
Según trabajo: Trabajador, Trabajador Cualificado, Trabajador Autorizado				
TRABAJOS SIN TENSION			TRABAJOS CON TENSION	
5 REGLAS DE ORO	1°	Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.	En las proximidades	Zona de peligro
	2°	Prevenir cualquier posible realimentación: enclavar-bloquear.		Zona de proximidad
	3°	Verificar la ausencia de tensión.	Métodos	A contacto
	4°	Puesta a tierra y en cortocircuito de todas aquellas posibles fuentes de tensión.		A distancia

5°	Delimitar y señalizar la zona de trabajo.		A potencial
----	---	--	-------------

Fuente: Elaboración Propia

Es conocido también, como trabajo realizado con tensión TCT o con línea energizada.

La comparación, entre el trabajo realizado con tensión y el trabajo realizado con corte de energía eléctrica, se muestra en la tabla 6.

Los trabajos sin tensión, se ejecutan realizando el corte de energía eléctrica. De acuerdo al circuito a intervenir, se realizan cortes desde subestación de distribución, postes con seccionamientos, recloser, cuellos o de la misma subestación de transformación, etc. (mediante equipos de maniobra); todo ello teniendo como pilar las cinco reglas de oro de trabajo.

En la figura 23, se observa cómo se realizan los trabajos con corte de energía eléctrica, donde se está llevando a cabo, el cambio de crucetas de concreto por crucetas de madera y la instalación de seccionamiento con bajada, para alimentar a una nueva SED.



Figura 23. Ejemplo de trabajos con corte de energía eléctrica. Fuente: Autoría propia.

3.4.2.6 Mantenimiento eléctrico con línea energizada. Las empresas concesionarias buscan que la energía distribuida sea vendida eficientemente al usuario final y por ende recibir el precio regulado de la energía.

Pero muchas veces, no se entrega de manera continua el servicio eléctrico, debido a interrupciones del SSEE, las cuales pueden ser programadas u ocasionadas por fallas en la red.

El mantenimiento especializado, puede reducir considerablemente los indicadores calidad, las horas hombre y con ello optimizar los recursos del CSE.

Los trabajos con línea energizada, no se ven atados a calendarios de programación de cortes de servicio por mantenimiento, lo cual conduce a mejores planes de mantenimiento. (Padilla Darwin., 2019).

3.4.2.6.1 Zona de peligro o zona de trabajos en tensión, zona de proximidad y trabajo en proximidad. En todo trabajo, en proximidad de elementos en tensión, el trabajador deberá permanecer fuera de la zona de peligro y lo más alejado posible, que el trabajo permita, ver fig. 24.

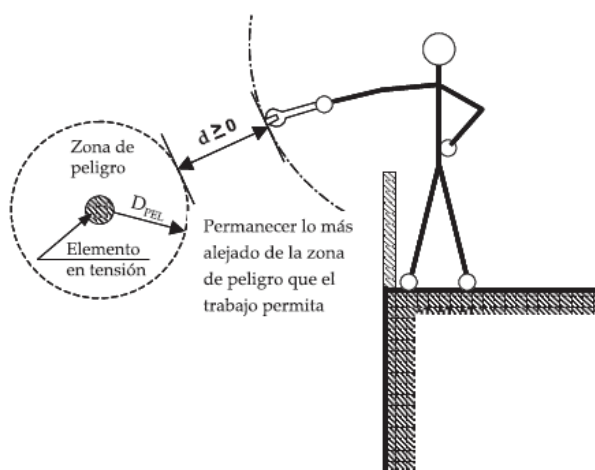


Figura 24. Vista del lugar de trabajo, fuera de la zona de peligro. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica

1. Consideraciones para trabajar en proximidad

De ser el trabajo viable, deberán adoptarse las medidas de seguridad necesarias para reducir el riesgo al mínimo posible, esto se ilustra en la fig. 25, teniendo en cuenta:

- a) El número de elementos en tensión.

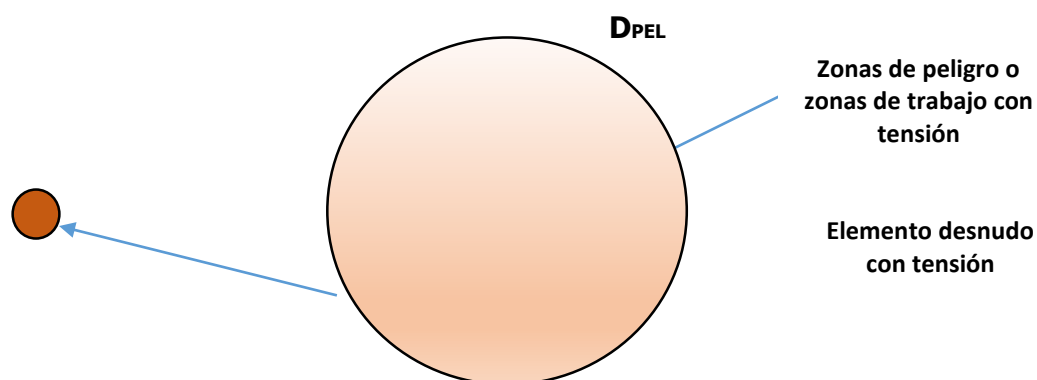


Figura 25. Vista del lugar de trabajo, dentro de la zona de peligro. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica

- b) Separación de zonas de peligro de los elementos en tensión, a través de colocar pantallas, envolventes, barreras o protectores aislantes, cuyas propiedades (mecánicas y eléctricas) y la manera de la instalación, brinden una protección adecuada, ver fig. 26.

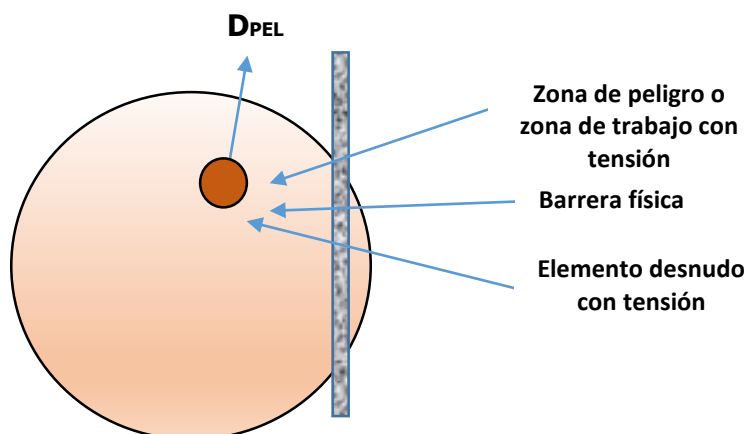


Figura 26. Vista de la pantalla separadora del elemento en tensión. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica

Luego de las medidas adoptadas, aun hay elementos en tensión con zonas peligrosas que son accesibles se debe:

c) Delimitar el lugar de trabajo con respecto a las zonas peligrosas; ello será eficaz de acuerdo a la zona de peligro y se requiere realizar un análisis de la situación, por ello, es importante conocer, mínimo los siguientes datos:

- Las operaciones que serán realizados en proximidad.
- La tensión nominal de la instalación.
- Delimitaciones precisas sobre las zonas en la que se van a realizar los trabajos y en cuáles no se puede realizar con precisión.
- La proximidad máxima prevista en los trabajos, respecto a elementos en tensión que existen.

Obteniendo esta información, se determinará las distancias correspondientes de peligro (DPEL-2 o DPEL-1) y de proximidad (DPROX-1 o DPROX-2) y se delimitará la zona de trabajo con respecto a la zona de peligro, para que ningún trabajador sobrepase los límites de la zona de peligro.

La precisión más importante para la delimitación, es la que está en relación con el elemento o elementos en tensión.

En la fig. 27 y fig. 28, mostradas a continuación, se especifican las delimitaciones de las distintas zonas.

1. Trabajos donde la zona de ejecución se **delimita** con precisión.

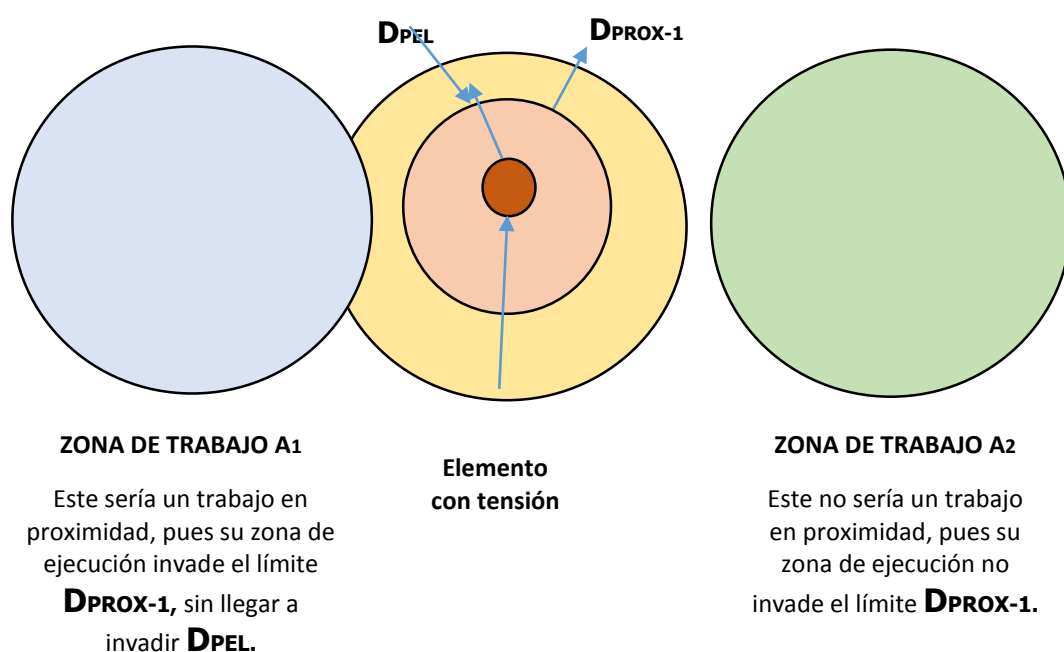


Figura 27. Zona de trabajo delimitado con precisión. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica

2. Trabajos cuya zona de ejecución **no se puede delimitar** con precisión.

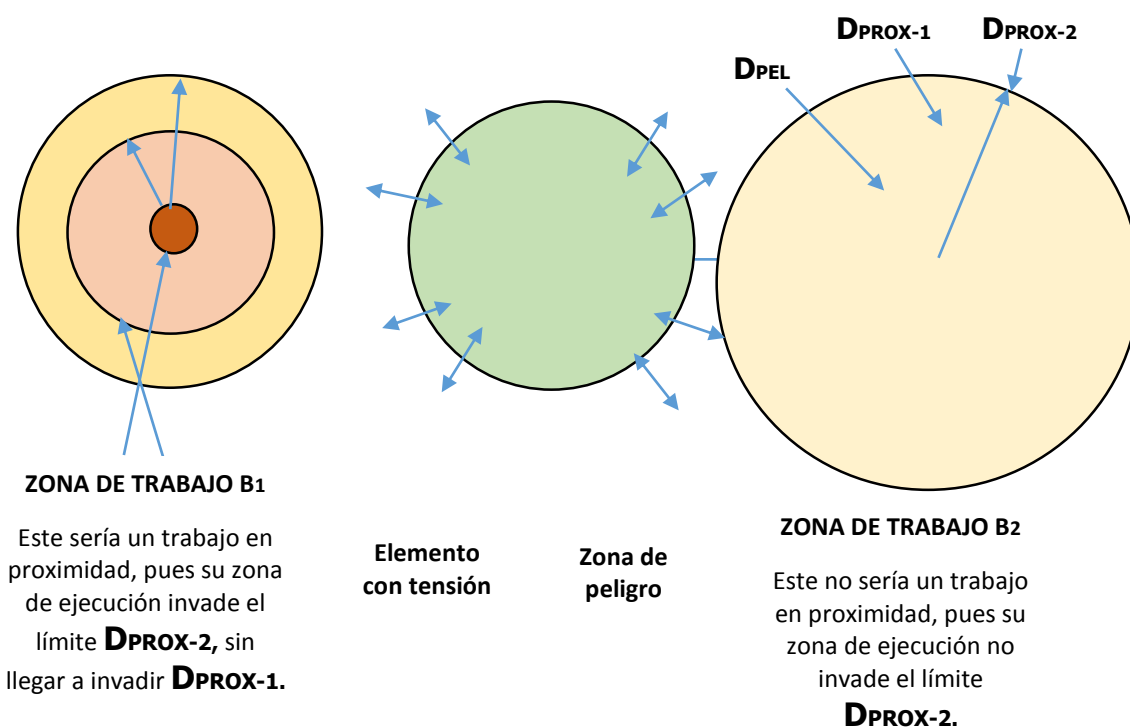


Figura 28. Zona de trabajo no delimitada con precisión. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica

Asimismo, se delimita el perímetro de la zona de trabajo en proximidad, para que ingresen solo personas autorizadas, tal como se ve en la fig. 29.

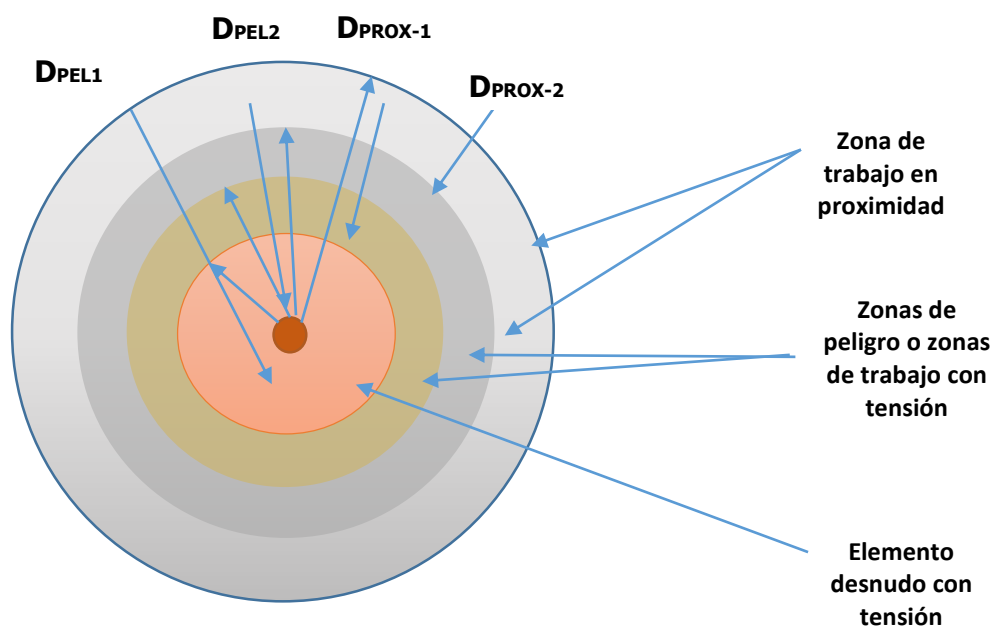


Figura 29. Zonas de trabajo con elementos con tensión. Fuente. Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. Instrucción técnica

En la tabla 7, se especifican las tensiones y distancias de seguridad.

Tabla 7. Distancias de seguridad en función de la tensión nominal.

U□	DPEL-1	DPEL-2	DPROX-1	DPROX-2
≤1	50	50	70	300
3	62	52	112	300
6	62	53	112	300
10	65	55	115	300
15	66	57	116	300
20	72	60	122	300
30	82	66	132	300
45	98	73	148	300
66	120	85	170	300
110	160	100	210	500
132	180	110	330	500
220	260	160	410	500
380	390	250	540	700

Dónde:

U□: Tensión nominal de la instalación (kV).

DPEL-1: Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro, cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPEL-2: Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro, cuando no exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).

DPROX-1: Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad, cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

DPROX-2: Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad, cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).

3.4.2.6.2 Distancias mínimas de acercamiento de trabajadores a circuitos con tensión eléctrica. Las distancias mínimas de acercamiento de cualquier parte del cuerpo del personal habilitado, deben ser igual o mayor a los valores indicados en la tabla 8.

Tabla 8. Distancias mínimas de acercamiento para trabajos con líneas energizadas con AC.

TENSIÓN FASE A FASE*	DISTANCIA AL TRABAJADOR	
	FASE A TIERRA (m).	FASE A TIERRA (m).
Hasta 50 V.	No especificada	No especificada
51 a 300 V	Evitar contacto	Evitar contacto
301 a 750 V.	0.31	0.31
751 V a 15 kV.	0.65	0.67
15.1 a 36 kV.	0.77	0.86
36.1 a 46 kV.	0.84	0.96
46.1 a 72.5 kV.	1.00	1.20
72.6 a 121 kV.	0.95	1.29
138 a 145 kV.	1.09	1.50
161 a 169 kV.	1.22	1.71
230 a 242 kV.	1.59	2.27

Fuente. Código Nacional de Electricidad, normas de suministro. Ministerio de Energía y Minas

Cabe resaltar, que las distancias indicadas consideran el mayor valor de sobretensión transitoria, a la exposición de una persona en algún sistema eléctrico, donde el medio aislante es el aire y la mayor tensión, se indica en la tabla según el CNE (Sección 44, Reglas adicionales para los trabajadores, Tabla 441-1).

De la tabla 8, se indica que la distancia “Fase a Tierra”, es aplicable en situaciones en que el trabajador está en contacto con el suelo o estructura eléctrica conectada a tierra, y éste se encuentre cerca a otro potencial diferente.

En la fig. 30, se muestran las distancias de seguridad y en las figuras 31 y 32, se representan las distancias de acercamiento, fase-tierra y fase - fase, indicadas en la tabla 8, para tomar medidas de seguridad por causa de un contacto involuntario a la línea de energía.

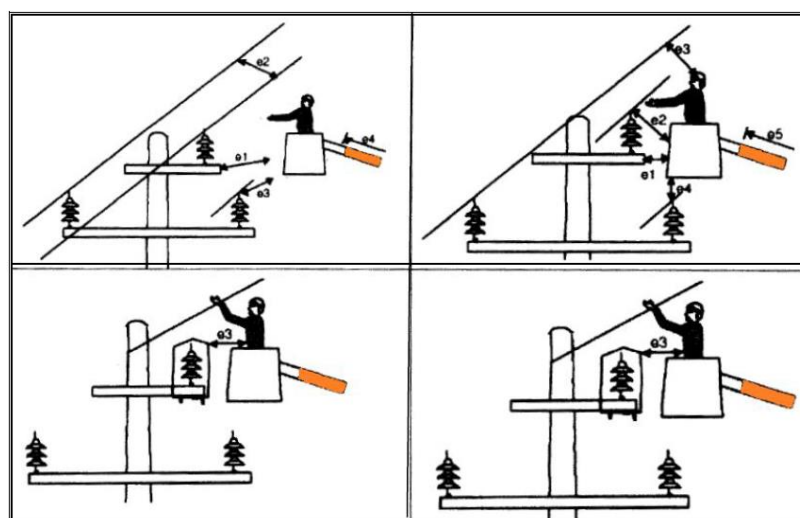


Figura 30. Distancias de seguridad. Fuente. Curso Trabajos con línea energizadas empresa Ribra engineers (Brasil)

La distancia “Fase a Tierra” se aplica como por ejemplo para un circuito de 10 kV:

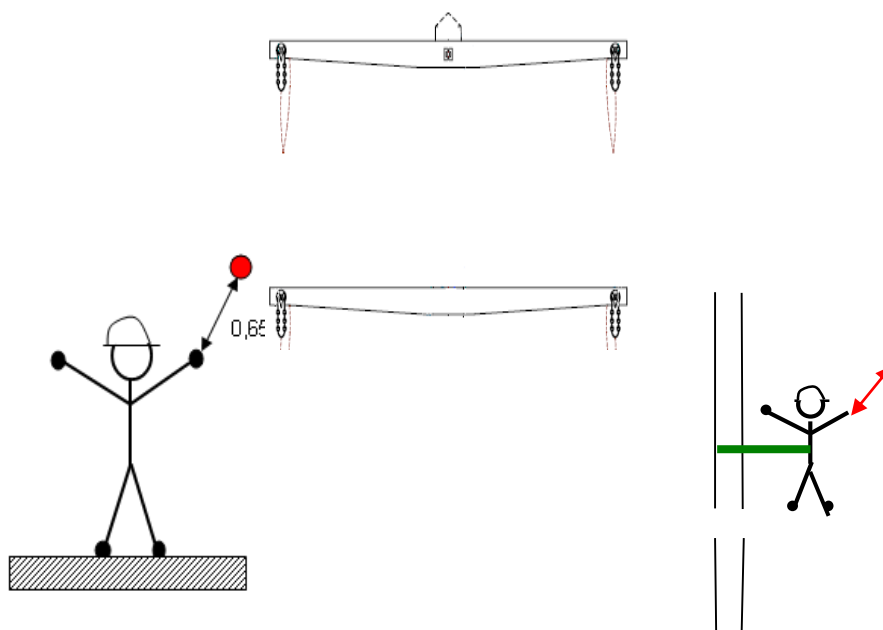


Figura 31. Distancia de protección Fase – Tierra. Fuente. Elaboración propia.

La distancia “Fase a Fase”, se aplica en trabajos con tensión bajo la “Técnica a Potencial” como en el ejemplo siguiente.

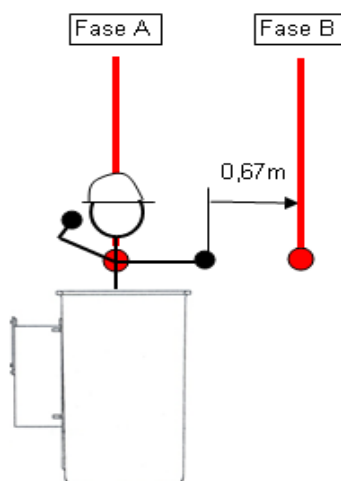


Figura 32. Distancia de protección Fase – Fase. Fuente. Elaboración propia.

Por ejemplo: Distancia a un circuito de 10 kV.

3.4.2.6.3 Métodos de trabajo con línea energizada. Existen tres métodos de trabajo con línea energizada o tensión, para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan.

1. Método de trabajo a contacto

En este método, el técnico se aísla del conductor en el que trabaja y de los elementos tomados como masa, por medio de elementos de protección personal, dispositivos y equipos aislantes. (Valencia Jhon, 2014)

Niveles de aislamiento

- Primer nivel aislamiento: Guantes dieléctricos, mangas aislantes de caucho.
- Segundo nivel de aislamiento: Brazo hidráulico, plataformas andamios, pértigas aisladas de fibra de vidrio, escaleras aisladas de fibra de vidrio.

Con ello, se proporciona doble aislamiento con respecto a distintos potenciales, tal como se muestra en la figura 2.30.

Para aplicar esta técnica de trabajo, es necesario:

- Se debe utilizar guantes y mangas que tengan el mismo o superior nivel de aislamiento de tensión del circuito; asimismo, el trabajador debe permanecer aislado de tierra, por ello, debe estar ubicado en un equipo aislado, como brazo hidráulico, plataforma, andamio, u otros que tenga la condición de aislamiento eléctrico, para el nivel de tensión del circuito.
- Proteger los conductores energizados o que puedan ser energizados, que sean accesibles y dentro del alcance del trabajador, salvo el conductor donde trabaje, ver fig. 33.

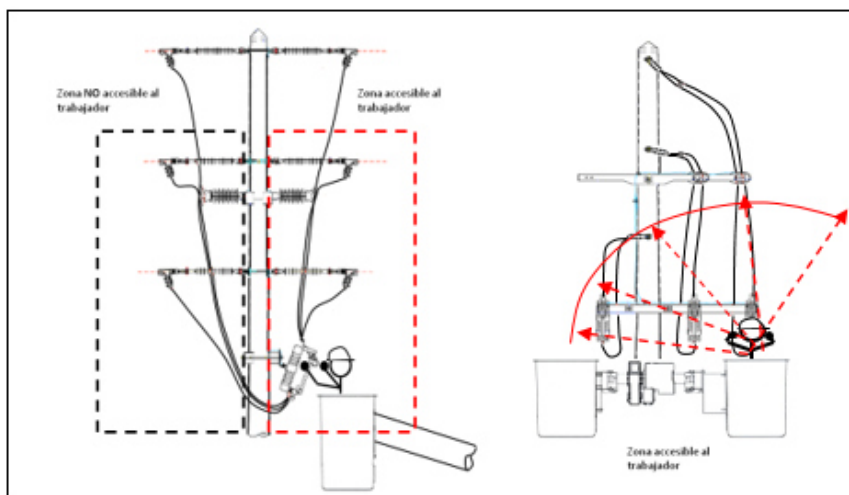


Figura 33. Protección de máximo alcance del trabajador. Fuente. Elaboración propia.

El alcance del trabajador, es la zona de trabajo de ubicación del trabajo y entrar en contacto con el circuito eléctrico, ya sea con su cuerpo, herramientas o materiales.



Figura 34. Método de trabajo a contacto, con líneas energizadas. Fuente. Autoría propia.

Analizar si la instalación de protección indica una mayor exposición y riesgo, para este caso, la protección hasta el máximo alcance del trabajador en la zona de

trabajo. Esta protección cubrirá la zona de trabajo, y la posición más extendida en que el trabajador pueda llegar, ver figura 34.

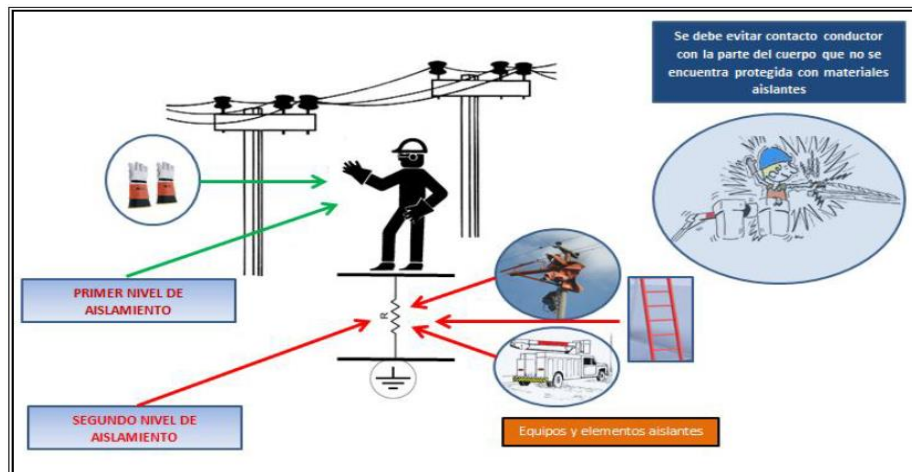


Figura 35. Niveles de aislamiento en el método a contacto. Fuente. Optimización de los indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas en los alimentadores de media tensión en la ciudad de Trujillo, Saune Segundo Miguel, 2017.

1. Método de trabajo a potencial

Se utiliza principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión, ver fig. 36.

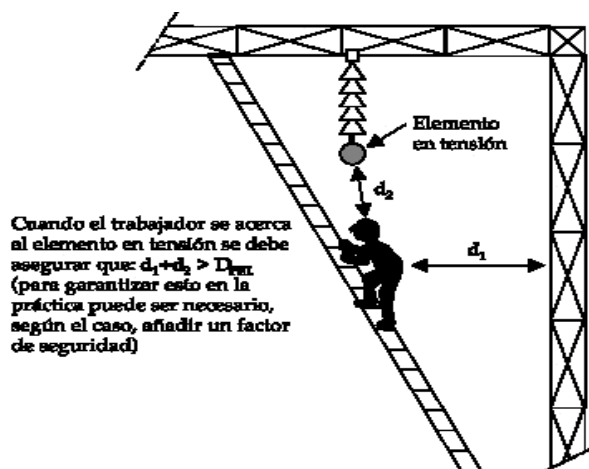


Figura 36. Método de trabajo a potencial. Fuente. Seguridad en los trabajos eléctricos (2020). Extraído de:

<https://www.tuveras.com/seguridad/trabajos/seguridad.htm>

Este método requiere que el trabajador manipule directamente los conductores o elementos en tensión, por ello es necesario, poner al mismo potencial del elemento de la instalación de trabajo. En estos contextos, se debe asegurar el aislamiento con respecto a tierra y a otras fases de instalación a través de elementos aislantes apropiados a diferencias potenciales existentes. (Caldas Paola. Ensayo de trabajos sin tensión y trabajo con tensión).

2. Método de trabajo a distancia

Se emplea en redes de distribución en MT y en algunos casos en redes de AT.



Figura 37. Aplicación en mantenimiento del método de trabajo a distancia.

Fuente. Método de trabajo a contacto en líneas energizadas. (2020). Extraído de:
<https://www.flickr.com/photos/cnfl/13470614655/in/photostream/>

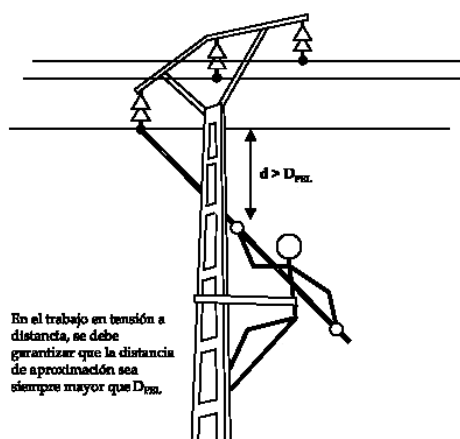


Figura 38. Esquema de aplicación del método de trabajo a distancia. Fuente. Seguridad en los trabajos eléctricos (2020). Extraído de: <https://www.tuveras.com/seguridad/trabajos/seguridad.htm>

Con este método, el trabajador, permanece al potencial de tierra, bien sea en el suelo, en los apoyos de una línea aérea u otra estructura o plataforma. El trabajo se hace a través de herramientas acopladas al extremo de pértigas aislantes; las pértigas están formadas por tubos de fibra de vidrio con resinas epoxi, y las herramientas acopladas a sus extremos, deben tener el diseño específico para realizar este tipo de trabajo. (Caldas Paola. Ensayo de trabajos sin tensión y trabajo con tensión), ver fig. 37 y fig. 38.

3.4.2.6.4 Normatividad para trabajos con línea energizada. Se consideraron las normas IEEE, IEC, ASTM, MEN, nacionales como internacionales, vigentes, que tratan sobre ensayos y fabricación de elementos de protección personal.

Tener en cuenta que los EPP y EPC asignados, deben ser seleccionados de acuerdo a las condiciones de trabajo, condiciones climáticas y contextura del trabajador, proporcionar una protección efectiva, no deberán poseer características que interfieran o generen condiciones, que afecten significativamente el trabajo normal del personal operativo; asimismo deberán ser cómodos y de rápida adaptación, no originan problemas para la integridad física del trabajador.

Su deterioro o su falta de uso, tendrá que ser detectable a través de inspecciones sencillas; además, la empresa concesionaria deberá revisar y registrar la operatividad y calidad de los equipos asignados a cada personal operativo o a la cuadrilla completa. (Ministerio de Energía y Minas, 2001)

Normas que rigen la fabricación y pruebas de los EPP y EPC, utilizados en los TCT.

ANSI/ISEA Z89.1-2014: Estándar Nacional Americano para protección industrial a la cabeza, la norma establece tipos y clases de cascos de seguridad para facilitar a los empleadores, la opción adecuada para cada uno de los riesgos, de acuerdo al trabajo desarrollado. Existen dos tipos:

Tipo I: En este tipo el casco tiene protección solo superior.

Tipo II: En este tipo de casco, tiene protección superior, frontal, posterior y laterales.

Este tipo de casco tiene subdivisiones en varias clases:

- ✓ Clase E (eléctrico), soportan 20.000 V.
- ✓ Clase G (general), se prueban a 220 V.
- ✓ Clase C (conductor), no proporcionan ninguna protección eléctrica.

Norma IEC 903 y ASTM D-120: Estas normas detallan la fabricación de guantes aislantes de goma y menciona que se tiene dos clases de guantes, ver tabla 9. (Padilla Darwin., 2019, Pruebas y ensayos para elementos de protección personal en TCT)

Norma ASTM D-1048: Esta norma detalla la elaboración y fabricación de mantas aislantes de goma. Se realiza una inspección visual.

Las mantas presentan características como:

- ✓ Absorción de humedad.
- ✓ Alargamiento a la rotura.
- ✓ Resistencia a la rotura.
- ✓ Dureza.
- ✓ Envejecimiento acelerado.
- ✓ Ensayo de tensión aplicada.
- ✓ Ensayo dimensional.

Norma ASTM D-1050: esta norma cubre las pruebas de aceptación de mangueras aislantes.

Norma IEC 60984: Esta norma especifica la elaboración, que cubre la fabricación y ensayo de mangas dieléctricas.

Se usan para protección de hombros y brazos y complementa la protección brindada por el guante dieléctrico al personal habilitado.

La clasificación es similar a la de los guantes dieléctricos, pero en este caso empieza desde la clase 1 hasta la clase 4.

Se amoldan al brazo del operario y se pueden fijar entre ellas a través de ojales reforzados aislados que permiten la instalación de las corres aisladas de fijación.

Como cuidado del equipo, se recomienda realizar una prueba dieléctrica anual en laboratorios autorizados y calificados.

Los EPP y EPC, antes de salir de la fábrica, pasan por las siguientes pruebas:

- ✓ Resistencia a la tracción.
- ✓ Absorción de la humedad.
- ✓ Prueba de resistencia al ozono.
- ✓ Prueba de resistencia a los pinchazos.
- ✓ Ensayo de resistencia.
- ✓ Prueba química.
- ✓ Resistencia al desgarro.

Lo anterior se determinará bajo las siguientes normas:

Norma ASTM F-496: La norma es de chequeo, cubre el cuidado en el servicio, inspección, ensayo, y la tensión de utilización de guantes aislantes y mangas.

Norma ASTM F-914: Método que indica un procedimiento de ensayo no destructivo, a través de emisión acústica (EA), para vehículos montados en dispositivos de aislamiento; que proporciona un medio de evaluación de emisiones acústicas, que las genera la rápida liberación de energía que procede de una fuente, sirve para la verificación del aislamiento del vehículo.

Norma ASTM D-149: Consiste en la rigidez dieléctrica de un material aislante (pértigas), determina la capacidad del material en el método de prueba de fábrica, aplicado a un voltaje de 100 kV por pie de largo.

3.4.2.6.5 Equipos de protección para líneas energizadas.

a) Equipos de protección personal EPP.

Son el primer nivel de aislamiento, indispensables para garantizar la seguridad personal, durante la ejecución de los trabajos; en la tabla 9, se detallan los elementos (partes del cuerpo y accesorios), que protegen los diferentes EPP. (Saune Segundo, 2017).

Tabla 9. Equipos de protección personal

EPP	ELEMENTO QUE PROTEGE
Casco.	La cabeza ante golpes y caídas.
Anteojos.	Los ojos, ante proyecciones de partículas en el aire.
Arnés	La persona, ante caídas.
Guantes Dieléctricos clase 2,3 y 4.	Las manos, ante electrocución.
Mangas Dieléctricas.	Los brazos, ante electrocuciones.
Guantes de protección mecánica	Los guantes dieléctricos, ante trabajos mecánicos.
Calzado de seguridad.	Los pies ante los golpes.
Ropa ignífuga.	El cuerpo, ante agresores mecánicos y térmicos.

Fuente. Optimización de indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas en alimentadores de media tensión en la ciudad de Trujillo.

En la tabla 10 y tabla 11, se detallan los tipos, clases y voltajes de uso de guantes dieléctricos de caucho.

Tabla 10. Tipo de guantes

GUANTES TIPO I	GUANTES TIPO II
Hechos a base de materiales naturales que ofrecen una gran flexibilidad.	Están fabricados en forma artificial y por ello que tienen mayor resistencia a la flexión.
Recomendables para los trabajos a contacto y a distancia.	Recomendable para el método de trabajo a distancia debido a que solo se requiere de habilidad de sujeción y giro.
Tiene menor resistencia a la oxidación.	Tienen mayor resistencia a la oxidación.

Fuente. Pruebas y ensayos para elementos de protección personal en TCT, Darwin Padilla Gutiérrez.

Tabla 11. Guantes dieléctricos de caucho

CLASE	LONGITUD	VOLTAJE MÁXIMO DE USO AC/DC	TAMAÑO
E00	11 o 14	500/750	7, 8, 8H, 9, 9H, 10, 10H, 11, 11H, 12
E1	11 o 14	1000/1500	
E2	14,16 o 18	17000/25500	
E3	14,16 o 18	30000/60000	
E4	14,16 o 18	40000/70000	

Fuente. Catalogo marca Salisbury de equipos de protección eléctrica.

Se debe verificar que los guantes no tengan perforaciones, utilizando para ello un insuflador de aire neumático, tal como se muestra en la fig. 39.



Figura 39. **Probador neumático de guantes.** Fuente: Catalogo de herramientas y equipos de protección personal de Salisbury.

Los lentes de seguridad se pueden clasificar por color, tal como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12. Clasificación por color de lentes de seguridad.

COLOR	USO
Transparente	Baja iluminación natural o en clima nublado.
Negro	Alta iluminación natural o en clima muy templado
Amarillo	Puede ser usado en lugar del transparente o del negro.

Fuente. Pruebas y ensayos para elementos de protección personal en TCT, Darwin Padilla Gutiérrez.

b) Equipos de protección colectiva EPC.

Son el segundo nivel de aislamiento, indispensables para garantizar la seguridad colectiva, durante la ejecución de los trabajos; en la tabla 13, se describen algunas características de los equipos de protección colectiva.

Algunos de los EPC, como, cubiertas aislantes, equipos de protección rígida y protectores de punta de cable de goma, se muestran en la fig. 40, fig. 41 y fig. 42.

Tabla 13. Equipos de protección colectiva.

EPC	DESCRIPCIÓN
Hidroelevadores, plataformas y andamios aislados.	Equipos y elementos con grado de aislamiento apropiado para niveles de tensión de trabajo.
Cubiertas aislantes.	Pueden ser rígidos o de caucho y protegen contra cortocircuitos, según el nivel de tensión.
Pértigas.	Son elementos para uso eventual, en la colocación de puentes y cubiertas.
Elementos de señalización.	Compuestos por conos, mallas, palitroques; se usa para señalización de vehículos en la vía pública. Delimita la zona de trabajo, donde solo debe estar la persona autorizada.

Fuente. Optimización de indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas en alimentadores de media tensión en la ciudad de Trujillo.

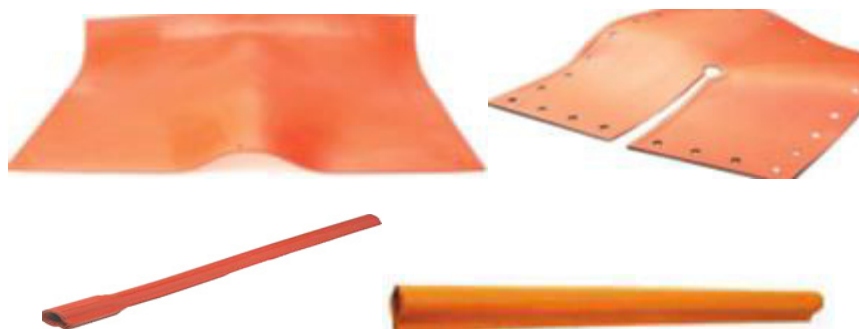


Figura 40. Cubiertas aislantes de goma, mantas y tubos. Fuente. Autoría propia.



Figura 41. Equipos de protección rígida. Fuente. Autoría propia.



Figura 42. Protección de punta de cable (de goma). Fuente. Autoría propia.

c) Pruebas de los EPP y EPC.

Para garantizar la seguridad del personal autorizado en la realización de los TCT, los EPP y EPC, deberán someterse a una serie pruebas con una frecuencia determinada, las cuales se detallan en la tabla 14.



Figura 44. Herramientas. Fuente. Autoría propia.

3.4.2.6.7 Requisitos y Planificación de los trabajos con líneas energizadas. La empresa especializada encargada de realizar los trabajos con líneas energizadas se encarga de desarrollar e implementar procedimientos de trabajo, evaluando los factores que se pueda tener en cada actividad y asimismo cuenta con un sistema integrado de gestión. Se revisará periódicamente el mejoramiento de cada procedimiento existente y si se tiene una nueva actividad, se reunirá a los expertos y elaborará un nuevo procedimiento.

Siempre que se tenga cualquier actividad, los jefes de cuadrilla o supervisores y coordinador, siguen los pasos mostrados en el esquema de la fig. 45.

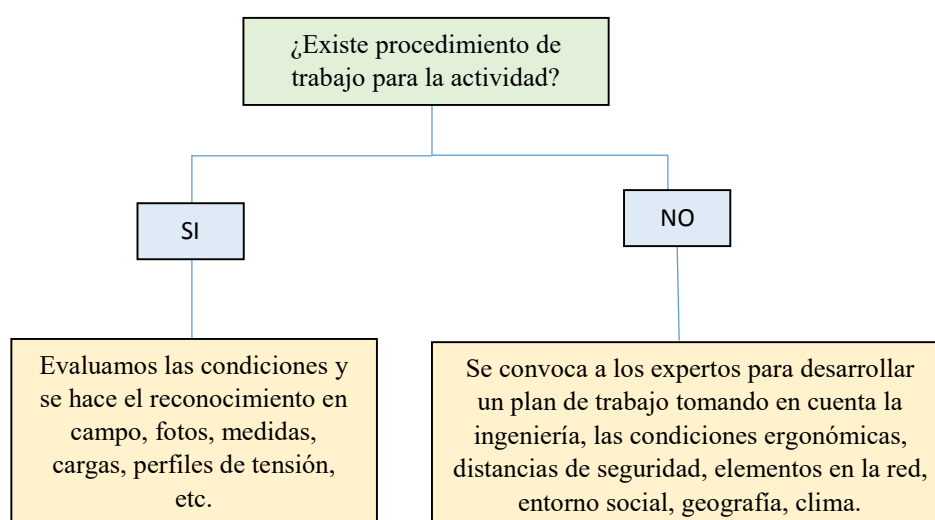


Figura 45. Evaluación de procedimiento. Fuente. Planificación de una actividad de TCT-IPER, Darwin Padilla Gutiérrez.

Previo al desarrollo de una actividad se debe tomar en cuenta lo siguiente:

1. Protocolos y controles de aislamiento vigentes, de los guantes, mangas y mantas aislantes, que se emplearán en la actividad.
2. Protocolos vigentes de aislamiento de las unidades vehiculares, que se consideren para la actividad.
3. Documentación en regla de los vehículos adicionales, necesarios para los TCT o que sirven de apoyo.

Para el desarrollo de las actividades relacionados con TCT, se deben de tener en cuenta una serie de requerimientos, tal como se detallan en la tabla 15.

Tabla 15. Requerimientos para ejecutar los TCT.

IT	REQUERIMIENTOS
1	Número de trabajadores habilitados necesarios.
2	Número de trabajadores competentes necesarios.
3	Materiales y equipos de protección personal.
4	Vehículos y herramientas necesarias.
5	Fecha de trabajo y duración de la actividad.
6	Número de supervisores.
7	Permisos de trabajo para intervenir el circuito.
8	Aprobación del Centro de Control.
9	IPER para la actividad.
10	Procedimiento de trabajo vigente para la actividad.
11	Prueba de los equipos, días antes de la maniobra.

Fuente. Planificación de una actividad de TCT-IPER, Darwin Padilla Gutiérrez

“Todos los procedimientos de trabajo, disposiciones operativas o normas, son de fiel cumplimiento”. Para poder hacer una correcta planificación de la actividad, es necesario que el conocimiento de la actividad y de las condiciones asociadas (entorno, red, geografía, sociedad, etc.), esté claramente identificado antes de la gestión de armado de las cuadrillas. Ésa es gestión del conocimiento; no solo se refiere al conocimiento técnico, el cual es muy valioso, sino también se refiere al conocimiento adquirido por la experiencia.

Los cursos de reciclaje anual o de análisis y mejoramiento de los procedimientos, normas aplicables, leyes, revisión de incidentes de otras empresas del medio, forman una parte muy importante en la planificación de la actividad, pues es el paso inmediato anterior a la aceptación del trabajo. (Darwin Padilla Gutiérrez, 2019, Planificación de una actividad de TCT – IPER).

3.4.2.6.8 Estándares generales de seguridad en TCT. Una adecuada gestión de riesgos, implica identificar peligros y evaluarlos, y controlar posibles eventos futuros y riesgos. Además, es proactiva, en lugar de reactiva.

Todo el personal operativo (coordinador, supervisores, prevencionista de riesgo, ayudantes, conductores), participaran en la gestión de riesgos obligadamente y tienen el derecho de hacerlo, cada uno de ellos participará en sus respectivas actividades.

a) Consideraciones en la Gestión de Riesgos en TCT

- Actividades realizadas con mayor frecuencia y las poco frecuentes.
- Actividades de todo el personal operativo que tiene acceso la zona de trabajo.
- Aptitud, actitud, estado físico y otros factores asociados a las personas.
- Peligros generados por las actividades con líneas energizadas ya sea en las proximidades o relacionado a la actividad.
- Equipos, materiales en el lugar de trabajo necesarios para las actividades de trabajos con líneas energizadas u otros.
- Actualización al Sistema de Gestión de seguridad y Salud Ocupacional, que incluyen cambios temporales e impactos en las operaciones, procesos y actividades.
- Es un requerimiento legal que se aplica a la Gestión de Riesgos y la implementación de controles necesarios.
- Diseño del ámbito de trabajo, procesos, instalaciones, maquinarias, procedimiento operacional, organización del trabajo y adaptación a la capacidad humana.

b) Proceso de la Gestión de Riesgos

1. El contexto, donde se definen, las áreas que serán consideradas en la evaluación, los procesos, subprocesos, actividades y tareas en un diagrama de proceso; que actividades o cambios serán considerados en la evaluación, fecha y lugar del Taller de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.
2. Durante el taller participará un equipo calificado, y se deberá brindar una breve introducción a los participantes sobre cómo se realizará la gestión de riesgos.
3. La identificación de los peligros; implica, que los participantes del IPER se realicen una tormenta de ideas, que peligros se tienen identificados en las actividades de rutina o no rutinarias.
4. Hay que tener en cuenta, que ya se tiene identificado una lista de peligros y riesgos asociados de la actividad normal, en caso de no ser así, se identifica como un nuevo peligro y riesgo. (Padilla Darwin, 2019, Análisis IPER para trabajos con tensión)
5. La evaluación y valoración de los riesgos; implica, que participantes del IPER deberán determinar las probabilidades en base a la praxis diarias o en base a estadísticas históricas, pero se adecuarán los controles actuales, y el desenvolvimiento y capacidad física de las personas; evaluarán el riesgo por peligro, y se combina la consecuencia más alta obtenida y la probabilidad basado en las tablas 16 y 17, se determinarán las consecuencias para el personal operativo, propiedad y proceso, considerando el evento más razonable, pero sin considerar los controles actuales, según la tabla 16. Para evaluar las lesiones, ver tabla 17.

Tabla 16. Evaluación de lesiones en TCT.

CONSECUENCIA	NIVEL	PERSONA	PROPIEDAD	PROCESO
Catastrófica	5	Fatal	CM>2000X	PP>24 h
Mayor	4	Tiempo perdido	200X<CM<2000X	12 h<PP<24h
Moderada	3	Tratamiento medico	20X<CM<200X	6 h<PP<12 h
Menor	2	Lesión menor	X<CM<20X	1 h<PP<6 h

Insignificante	1	Ninguna lesión	CM<X	PP< 1 h
----------------	---	----------------	------	---------

X: Se considera para cada empresa una variable, por ejemplo, UIT, U\$ 1,000, etc.

CM: Costo de material. PP: Perdida de proceso.

Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019

Tabla 17. Probabilidad de eventos

PROBABILIDAD	NIVEL	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA
Siempre	5	El evento ocurrirá en la mayor parte de las actividades	Ocorre más de una vez a la semana
Muy probable	4	Se espera que el evento ocurra en la mayor parte de las actividades.	Ocorre más de una vez al mes
Probable	3	El evento se dará en algún momento.	Actividad que se realizará más de 3 veces al mes.
Poco probable	2	El evento podría ocurrir en algún momento.	Actividad que se realizará menos de 3 veces en un año.
Raro	1	Evento que ocurre bajo circunstancias excepcionales.	Actividad que rara vez se realiza, o una vez cada 2 años.

Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019

Tabla 18. Matriz de Riesgos

		CONSECUENCIA				
		INSIGNIF.	MENOR	MODER.	MAYOR	CATAST.
PROBABILIDAD	Siempre	Alto	Alto	Crítico	Crítico	Crítico
	Muy probable	Moderado	Alto	Alto	Crítico	Crítico
	Probable	Bajo	Moderado	Alto	Crítico	Crítico
	Poco probable	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Crítico
	Raro	Bajo	Bajo	Moderado	Alto	Alto

Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019

Tabla 19. Matriz de Referencia de Controles Operativos

ACEPTABILIDAD	NIVEL DE RIESGO	CONTROLES OPERATIVOS	
		ACTUALES	ADICIONALES
ACEPTABLE	BAJO	Entrenamiento y sensibilización en la tarea. Equipos de Protección Personal.	Revisión de AST's. Reunión de Sub Comité de Seguridad.
	MODERADO	Entrenamiento y sensibilización en la tarea. Equipos de Protección Personal.	Revisión de AST's. Reunión de Sub Comité de Seguridad.
	ALTO	Entrenamiento y sensibilización en la tarea. Equipos de Protección Personal.	Revisión de AST's. Reunión de Sub Comité de Seguridad.
NO ACEPTABLE	EXTREMO	Suspensión de la actividad hasta que sea ACEPTABLE	Revisión de la ingeniería.Revisión de los Procedimientos de trabajo.Incrementar los recursos humanos y materiales.

Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019

Con dichas evaluaciones de los riesgos se logrará una aceptabilidad del riesgo, según se muestra en la tabla 19.

Tabla 20. Aceptabilidad

NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
Extremo	No Aceptable
Alto Moderado Bajo	Aceptable

Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019.

El control de los riesgos; esto implica, que los participantes del IPER deberán identificar los riesgos críticos y riesgos altos, a fin de poder priorizar la aplicación de

controles, en caso no se pueda lograr, no se realizará el trabajo, pero si es factible, se efectuará la supervisión permanente del mismo, con sus respectivos procedimientos.

Asimismo, deberán definir controles para las actividades de riesgos moderados y bajos.

Con todos los resultados se deberá actualizar el IPER periódicamente y se deberá realizar un inventario de tareas de riesgo alto, equipos de riesgo alto y áreas de riesgo alto los cuales deberán reflejarse dentro del IPER. El proceso de gestión de riesgos se muestra a través de un diagrama de flujo, en la fig. 46. y el procedimiento de evaluación de peligro/riesgo, se muestra en la fig.47.



Figura 46. Diagrama de Flujo del Proceso de Gestión de Riesgos. Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019.

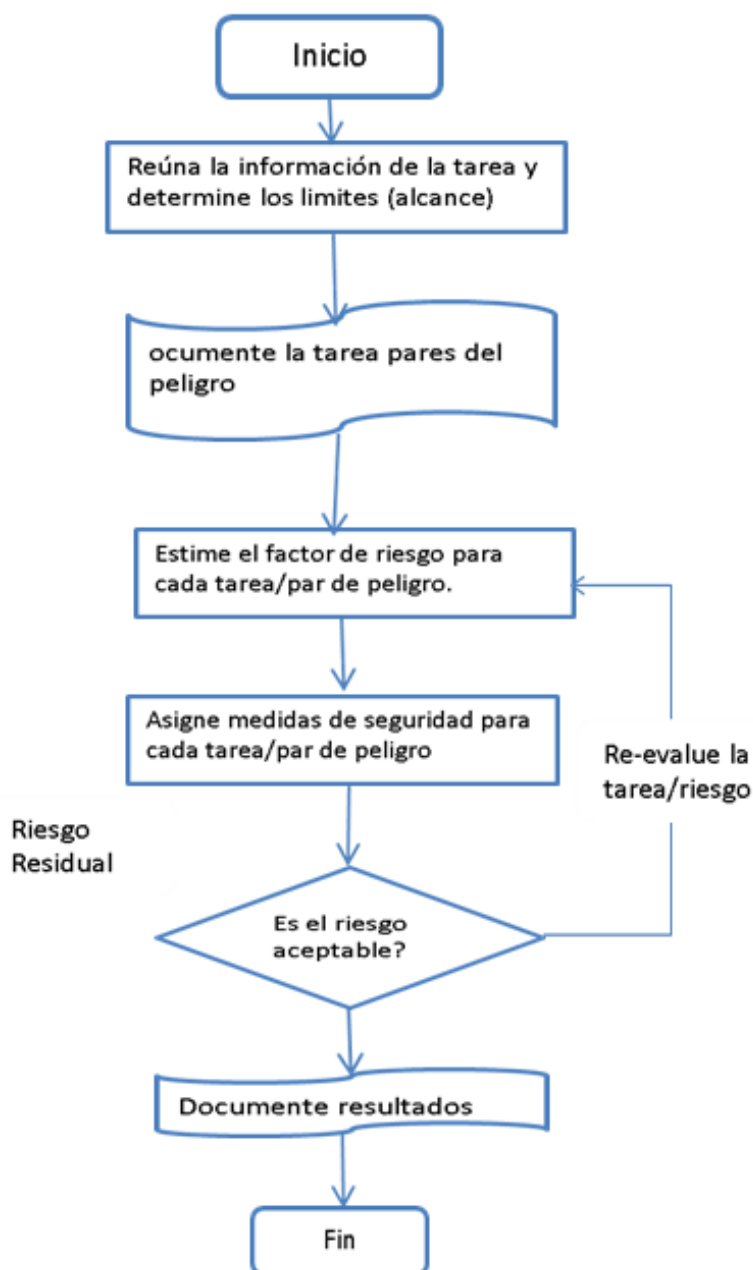


Figura 47. Procedimiento de evaluación de peligro/ riesgo. Fuente. NFPA 2009

3.4.2.6.9 Lineamientos para el proceso de IPERC del procedimiento. Se establecen los lineamientos para un proceso sistemático de **identificación continua de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles** que se relacionan a la Seguridad y Salud Ocupacional de las actividades del personal, para el procedimiento.

a. Evaluación y presentación de IPERC del procedimiento

Tomando como referencia el análisis presentado en el punto 2.2.6.8 sobre el proceso de gestión de riesgos, se realiza el análisis en base a indicadores, ver tabla 20, los cuales permiten cuantificar la probabilidad de un accidente; asimismo, se emplea un indicador de severidad, ver tabla 21, y finalmente el producto de estos indicadores se compara en una tabla de valores, para dar el grado de riesgo y el criterio de tolerancia de nuestro procedimiento.

Así se tiene la siguiente regla para el análisis de IPERC del procedimiento:

Tabla 21. Tabla de indicadores y puntajes

INDICADORES		DESCRIPCIÓN Y PUNTAJE	
		1 a 3 personas	4 a 12 personas
Índice de personas expuestas	PE	1	2
		Inadecuados	Adecuados
Índice de Procedimientos	PT	1	0
		No cuenta	Cuenta
Índice de Capacitación	C	1	0
		1 vez por año	1 vez por mes
Índice de exposición al riesgo	ER	1	2
Índice de Probabilidad	Ip	PE+PT+C+ER	
Índice de probabilidad del procedimiento desarrollado	Ip	PE+PT+C+ER	

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 22. Descripción del Indicador de Severidad.

Is	DESCRIPCIÓN
1	Lesión sin incapacidad, incomodidad temporal.
2	Lesión incapacitante temporal, daño salud reversible.
3	Incapacidad permanente, daño salud irreversible.
4	Muerte.

Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019.

El resultado del producto de Ip por Is, indica el grado de tolerancia de los riesgos, si es significativo o no, según se muestra en la tabla 2.16.

$$IpxIs = (PE + PT + C + ER) * (Is)$$

Tabla 23. Clasificación de riesgos.

	Rango <i>IpxIs</i>		OBSERVACIÓN
Tolerable	4-24	No significativo	En este caso, no es necesario hacer grandes cambios en los procedimientos de trabajo o re ingenierías de las técnicas de seguridad y trabajo en caliente.
	24-60	Significativo	Tener controles especiales, hacer nuevos procedimientos de trabajo, revisar la ingeniería del equipamiento, herramientas y otros controles, que reduzcan de SIGNIFICATIVO a NO SIGNIFICATIVO la calificación del trabajo en la matriz IPER.
Intolerable			Detención de la tarea

Fuente. Análisis IPER para trabajos con tensión, Darwin Padilla Gutiérrez –Año 2019

Finalmente, se tiene identificadas medidas estándares de control, los cuales pueden ser aplicables en la fuente (F), en la persona (P) o en el medio (M).

b. Principales peligros, riesgos y consecuencias de la actividad.

En el anexo 9, se muestra una tabla de los peligros a que se exponen los técnicos operarios que realizan trabajos con tensión, los cuales deben conocer, cuando se aplica el PRSC.

En ella se especifican los tipos de peligro, como, locativo, mecánico, químico, eléctrico, físico químico, físico, biológico, ergonómico, psico social y los peligros provenientes de fenómenos naturales; así como también los riesgos y sus consecuencias.

3.4.2.7 Ergonomía en Mantenimiento Eléctrico. En los diferentes trabajos realizados con tensión, se evalúa la carga postural en cada uno de ellos, mediante el método REBA (Rapid Entire Body Assessment). (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2001)

El estrés asociado al cansancio genera muchos accidentes, y por ello los estudios de ergonomía deben aplicarse en el campo de las operaciones con redes eléctricas.

3.4.2.8 Marco Legal y Normativo. Sección 44/ Regla 446: Trabajo con tensión (trabajo en caliente), ver tabla 24 ([OSINERGMIN, Código Nacional de Electricidad](#))

Tabla 24. Resumen de Marco Legal y Normativo

TRABAJOS EN LINEAS ENERGIZADAS	
CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD (SUMINISTRO 2011) CNE RM-214-2011-MEM-DM	REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CON ELECTRICIDAD (RESESATE) RM N° 111-2013-MEM-DM
PARTE/SECCIÓN/REGLA	ARTÍCULOS ESPECÍFICOS DEL TEMA
Parte 4/Sección 44/Regla 446 Parte 4/Sección 44/Regla 441 A.3.b, A.3.b(1), A.3.b(2) y A.3.d	Artículo 30 Artículo 36 Artículo 60 Artículo 72 Artículo 81
CALIDAD DE SUMINISTRO ELECTRICO Y COMPENSACIONES	
LEY DE CONCESIONES ELECTRICAS DECRETO LEY N°25844 Publicada 19/11/1992.	REGLAMENTO LEY DE CONCESIONES ELÉCTRICAS DECRETO SUPREMO N°009-93 EM Publicada 19/02/1993.
ARTÍCULOS ESPECÍFICOS DEL TEMA	
Artículo 62 Artículo 86 Artículo 102	Artículo 139 Artículo 168
NORMA TECNICA DE CALIDAD DE SERVICIOS ELECTRICOS (NTCSE) -D.S. N° 020-97-EM-	Norma que establece los niveles mínimos de calidad

	de los servicios eléctricos,
--	---------------------------------

Regla 446. De la separación de las partes energizadas de las conectadas a tierra.

Regla 441. Del alejamiento de los trabajadores de las partes energizadas.

441.A.3.B. Del uso de guantes de goma, al estar cerca de partes energizadas.

441.A.3.b(1) Del uso de mangas de goma aisladas para la máxima tensión de uso.

Fuente. Autoría propia.

3.4.2.8.1 Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011).

441.A.3.b(2) De la cubierta con un protector aislante de las partes energizadas.

441.A.3.d. De la cubierta con un material aislante de las partes energizadas, más allá del alcance de trabajo del técnico.

3.4.2.8.2 Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad

(RESESATE). Artículos específicos del tema: 30, 36, 60, 72 y 81, ver cuadro 2.3. (OSINERGMIN, Código Nacional de Electricidad)

- ✓ **Artículo 30°.** De la señalización de las áreas de acceso a instalaciones electrificadas.
- ✓ **Artículo 36°.** De los casos en los que podrán ejecutarse trabajos en instalaciones energizadas.
- ✓ **Artículo 60.** De los casos en los que se efectuara la protección de partes energizadas.
- ✓ **Artículo 72.** De los casos en los que se podrá realizar trabajos en caliente o con tensión o línea viva o energizada.
- ✓ **Artículo 81.** Consideraciones a tener en cuenta, para efectuar trabajos con tensión en sistemas de distribución, para garantizar la seguridad.

3.4.2.8.3 Ley de Concesiones Eléctricas. Artículos específicos del tema:

62, 86 y 102, ver tabla 19 (OSINERGMIN. Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento).

- ✓ **Artículo 62°.** De las competencias de OSINERG, en las compensaciones y discrepancias a y con los usuarios.
- ✓ **Artículo 86°.** De las compensaciones a los usuarios, por la interrupción total o parcial del suministro de energía.
- ✓ **Artículo 102.** De las compensaciones, sanciones y/o multas por incumplimiento.

3.4.2.8.4 Reglamento Ley de Concesiones Eléctricas Decreto Supremo 009-93. Artículos específicos del tema: 139 y 168, ver tabla 19 (OSINERGMIN. Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento).

- ✓ **Artículo 139°.** De las formas en que se efectuaran las compensaciones.
- ✓ **Artículo 168°.** De las condiciones en las que se efectuaran las compensaciones.

3.4.2.8.5 Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos (NTCSE). Según a lo que indica la NTCSE, la calidad del suministro eléctrico está expresado en función de la continuidad del servicio de luz y para realizar la evaluación de dicha calidad, se considera los indicadores que miden el número de interrupciones del servicio eléctrico, ver tabla 25, la duración de las mismas, ver tabla 26 y la energía no suministrada por causa de ellas. El período de control de interrupciones es de 06 meses por calendario de duración (OSINERGMIN. Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos).

En el numeral 6.1.2, de la NTCSE, es la interrupción de toda falta de suministro eléctrico en un punto de entrega. Las causas de las interrupciones pueden ser entre otros, por salidas de equipos de las instalaciones del suministrador u otras instalaciones que lo alimentan, y se producen por mantenimiento, maniobras, ampliaciones, etc., o aleatoriamente por mal funcionamiento o fallas; o lo que incluye, las programadas oportunamente. Para efectos de la Norma, no se pueden considerar interrupciones totales de suministro si tiene una duración menor de tres (3) minutos ni las que se relacionan con casos de fuerza mayor comprobados y calificados como tales por la Autoridad.

Asimismo, la NTCSE indica que los suministradores compensaran al cliente por los suministros que se haya comprobado que su calidad de servicio no satisface las tolerancias fijadas según su nivel de tensión.

Tabla 25. Número de Interrupciones por cliente (N').

CLIENTES	INTERRUPCIONES / SEMESTRE
MAT	2
MT	4
BT	6

Fuente: Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos, OSINERGMIN

Tabla 26. Duración Total Ponderada de Interrupciones por Clientes (D').

CLIENTES	HORAS/SEMESTRE
MAT	4
MT	7
BT	10

Fuente: Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos, OSINERGMIN

3.4.2.9 Calidad de suministro. El concepto de calidad de suministro está en función a la continuidad del servicio eléctrico a los clientes finales tanto de baja tensión y media tensión, ello está de acuerdo a las interrupciones de servicio en el sistema eléctrico de distribución. (Ministerio de Energía y Minas, 1997, Norma técnica de calidad de servicios eléctricos)

Se mide la calidad de suministro con indicadores individuales N y D y con indicadores del sistema SAIDI y SAIFI. La calidad de suministro es importante y crítico, pues los clientes son afectados cuando sucede una interrupción de servicio programado o no programado, o cuando se daña algún componente eléctrico o electrónico del cliente.

Se considera como interrupción programada o no programada a toda falta de suministro eléctrico en un punto de entrega. Las interrupciones se pueden ocasionar, tanto por salidas de equipos de las instalaciones del suministro u otras instalaciones que lo alimenten, y que se produzcan por mantenimiento, maniobras, ampliaciones o fallas, así mismo, las que se hayan programado en tiempo y forma. Para efectos de la Norma, no es considerado de las interrupciones totales de suministro cuyo corte breve no supere los tres (3) minutos, ni las que se relacionan con casos de fuerza mayor debidamente verificadas y calificadas como tales por la Autoridad (mediante policía u otra verificación). (Ministerio de Energía y Minas, 1997, Norma técnica de calidad de servicios eléctricos)

3.4.2.10 Parámetros Eléctricos.

a) ENS por Alimentador

Es la energía no suministrada (ENS) a los usuarios pertenecientes al alimentador de media tensión seleccionada en un determinado periodo; la formula es la siguiente:

$$ENS = \frac{\text{Energía registrada en un año (kWh)}}{(8760 - SAIDI)} * SAIDI \quad (1.1)$$

La suma de la energía no suministrada por cada usuario del alimentador se aproxima con mas exactitud.

La fórmula propuesta es de inferir la ecuación 1.8 para un alimentador de media tensión y en un periodo de un año. La ENS (durante un año) es proporcional a la energía que se registra durante el año y al SAIDI anual. (Minem, 1997, Norma técnica de calidad de servicios eléctricos).

b) Demanda máxima mensual (DM)

El mayor valor de las demandas de potencia activa, se integran en periodos sucesivos de 15 minutos, por un mes. Se registra a través de un medidor electrónico (Valencia Jhon, 2014. Metodologías Para trabajos en Redes Eléctricas Energizadas).

c) Energía activa.

Es la energía eléctrica al trabajo que se desarrolla en un circuito eléctrico por un tiempo determinado, su unidad es el vatio (W).

La energía activa produce trabajo útil, además produce luz, calor y movimiento

Componentes de la energía activa:

- ✓ Potencia activa: Es la potencia que produce trabajo efectivo en el receptor (resistencias óhmicas, motores, etc.), su unidad es el vatio (W).
- ✓ Tiempo: la unidad usual es la hora (h). De ahí que el consumo de energía sea proporcional al tiempo de uso del equipo.

Su unidad de medida es el kWh, y se mide a través del Medidor o Contador de energía activa (kWh).

$$E = P * t \quad (1.2)$$

3.4.2.11 Indicadores de Calidad de Suministro. La Calidad del Suministro se valora con el uso de los dos (2) indicadores calculados en Períodos de Control semestral. (Minem, 1997, Norma técnica de calidad de servicios eléctricos)

3.4.2.11.1 Número total de interrupciones por semestre (N).

En la cantidad total de interrupciones en el suministro por Cliente durante un Período semestral de Control:

N = Número de Interrupciones; (expresada en: interrupciones / semestre).

El número de interrupciones programadas* por expansión o reforzamiento de redes que deben incluirse en el cálculo de este indicador, se ponderan por un factor de cincuenta por ciento (50%).

3.4.2.11.2 Duración total ponderada de interrupción por cliente (D).

Es la sumatoria de las duraciones individuales ponderadas, según un factor de ponderación mostrado en la tabla 27, de todas las interrupciones en el suministro eléctrico al Cliente durante un Período de Control de un semestre.

Tabla 27. Factor de ponderación en la duración de la interrupción

INTERRUPCIONES	Ki
Programadas* por expansión o reforzamiento	0.5
Programadas por mantenimiento	0.25
Por Falla u otras	1

Fuente. Norma técnica de calidad de servicios eléctricos

$$D = \sum(Kixdi) ; \text{expresada en horas} \quad (1.3)$$

d_i : Es la duración individual de la interrupción i .

K_i : Son factores de ponderación de la duración de las interrupciones.

La tabla 2.16 muestra los factores de ponderación por tipo de interrupción.

*El término “Interrupciones programadas” se refiere exclusivamente a actividades de expansión o reforzamiento de redes; o, mantenimiento de redes, ambas programadas oportunamente, sustentadas ante la Autoridad y notificadas a los Clientes con una anticipación mínima de 48 horas, señalando horas exactas de inicio y culminación de trabajos.

En la tabla 28 se indica las tolerancias de los indicadores N y D para cada nivel de tensión:

Tabla 28. Tolerancias de los indicadores

N.T	N'	D'
B.T	8	13
M.T	6	10
A.T	3	6

Fuente. Norma técnica de calidad de servicios eléctricos

Estos indicadores tendrán las siguientes exoneraciones:

Se excluyen: las interrupciones que son menores a 3 minutos, las que se califican como fuerza mayor, se asocian a obras grandes de interés público de otros sectores, por reforzamiento de las instalaciones de transmisión, por la congestión, por la transmisión o por no tener abastecimiento en el ducto del gas natural.

3.4.2.11.3 SAIFI (System Average Interruption Frequency Index). La Frecuencia Media de Interrupción por usuario SAIFI, mide la frecuencia de ocurrencia de las interrupciones en las instalaciones eléctricas de los sistemas eléctricos, en un periodo determinado, ante las fallas de componentes, las maniobras afectan a los sistemas eléctricos, pueden ser propias (sistemas de protección, diseño de redes, estado de las instalaciones) y externas (medio ambiente y terceros), (OSINERGMIN, Código Nacional de Electricidad).

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n U_i}{N} \quad (1.4)$$

Dónde:

U_i : Número de usuarios afectados en cada interrupción “i”

n: Número de interrupciones en el periodo

N: Número de usuarios del sistema eléctrico al final del periodo.

3.4.2.11.4 SAIDI (System Average Interruption Duration Index).

Es el Tiempo Total Promedio de Interrupción por usuario SAIDI, de cierto periodo, mide el tiempo de duración de la interrupción, se relaciona con la ubicación, intensidad de la falla y los recursos que se disponen para la reposición como: cuadrillas, vehículos, materiales, medios de comunicación, asimismo, como las vías de acceso, la longitud de redes, etc. (OSINERGMIN, Código Nacional de Electricidad).

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i x U_i}{N} \quad (1.5)$$

Dónde:

U_i: Número de usuarios afectados en cada interrupción “i”

t_i: Duración de cada interrupción “i” (medido en horas)

N: Número de usuarios del sistema eléctrico al final del periodo

3.4.2.11.5 Cálculo de indicadores $SAIFI_{MT}$ y $SAIDI_{MT}$, asociado a las redes de MT. Son indicadores considerados en la evaluación de la performance de la operación en distribución, En este caso se considera solo las interrupciones que hayan tenido origen en las redes de MT, exceptuando los eventos declarados como fuerza mayor por Osinergmin.

Los indicadores de performance tienen un desempeño esperado, según lo determine Osinergmin, para cada sector típico al que pertenece el sistema eléctrico.

La tabla 29, muestra el desempeño esperado de los indicadores de calidad por sistema eléctrico.

Tabla 29. Desempeño esperado (D.E).

Sector Típico	$SAIFI_{MT}$	$SAIDI_{MT}$
1	3	6.5
2	5	9
3	7	12
4	12	24
5	16	40
Especial	12	27

Fuente. Resolución 028-2003-OS/CD

3.4.2.12 Compensaciones. Es el monto que pagará la empresa distribuidora, por la baja calidad del suministro.

Estas compensaciones se deben calcular en periodos de semestres en función de la Energía Teóricamente No Suministrada (ENS), el Número de Interrupciones por Cliente por Semestre (N) y la Duración Total Acumulada de Interrupciones (D), según a la siguiente fórmula:

$$\text{Compensaciones por interrupciones} = e \cdot E \cdot ENS \quad (1.6)$$

Dónde:

e: Es la compensación unitaria por incumplimiento en la Calidad de Suministro, cuyo valor es:

$$e = 0,35 \text{ US\$/kWh}$$

E: Es el factor que toma en consideración la magnitud de los indicadores de calidad de suministro y está definido de la siguiente manera:

$$E = \left[1 + \left(\frac{N-N'}{N'} \right) + \left(\frac{D-D'}{D'} \right) \right] \quad (1.7)$$

Las cantidades que no llevan apostrofe son los indicadores de calidad, y las que llevan apóstrofes son los límites de tolerancia para indicadores respectivos. El segundo y/o tercer término del miembro derecho de esta expresión se considera en la evaluación de las compensaciones, solo si sus valores individuales son positivos. Si tanto N y D existen dentro de tolerancias, el factor E no se evalúa y asume el valor cero. (Ministerio de Energía y Minas, 1997, Norma técnica de calidad de servicios eléctricos).

Energía no suministrada (ENS)

Es la Energía Teóricamente No Suministrada a un Cliente determinado, el cálculo se hace de la siguiente manera:

$$ENS = ERS / (NHS - \sum di) \cdot D \text{ (Expresada en kW-h)} \quad (1.8)$$

Dónde:

ERS: Es la energía registrada en el semestre.

NHS: Es el número de horas del semestre.

$\sum di$: Es la duración total real de las interrupciones ocurridas en el semestre.

Referencia de siglas y abreviaturas

AC:	Corriente alterna.
AP:	Alumbrado Público.
AT:	Alta Tensión.
AMT:	Alimentador de media tensión.
BT:	Baja Tensión.
CNE:	Código Nacional de Electricidad.
CSE:	Concesionario de servicio de suministro de energía eléctrica.
IPERC:	Identificación continua de peligros, evaluación de riesgos y determinación de controles.
ITM:	Interruptor termomagnético
LCE:	Ley de Concesiones Eléctricas.
MT:	Media Tensión.
NTCSE:	Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos.
OSINERGMIN:	El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.
PRSC:	Procedimiento para la renovación de una Subestación eléctrica de distribución aérea de 10 kV/220 V, sin corte de energía.
RDA:	Red de Distribución Aérea.
RLCE:	Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.
SAB:	Subestación aérea biposte.
SAIDI:	System Average Interruption Duration Index.
SAIFI:	System Average Interruption Frequency Index.
SED:	Subestación Eléctrica de Distribución.
SET:	Subestación Eléctrica de Transformación.
SSEE:	Servicio de Suministro de Energía Eléctrica.
TCT:	Trabajos con tensión o con línea energizada.
TST:	Trabajos sin tensión.
TTMC:	Tablero de Transferencia Manual de Carga.
USE:	Usuario del servicio de energía eléctrica.

3.4.3 Formulación de Hipotesis

3.4.3.1 Hipótesis General. La aplicación del nuevo procedimiento de trabajo para la renovación de una SED aérea sin corte de energía, reducirá el número de interrupciones del servicio eléctrico.

3.4.3.2 Hipótesis Específicas

1. Se disminuirá los riesgos de los técnicos de operaciones, al aplicar el procedimiento de trabajo para la renovación de una SED área sin corte de energía.
2. Reducirá los costos de operación del concesionario del servicio de energía, la aplicación del procedimiento de trabajo seguro, para la renovación de una SED aérea sin corte de energía.
3. Reducirá las pérdidas económicas de los usuarios del servicio eléctrico, la aplicación del procedimiento de trabajo seguro, para la renovación de una SED aérea sin corte de energía.

3.4.3.3 Variables

a) Variable independiente o explicativa. Procedimiento de trabajo seguro para la renovación de una subestación eléctrica de distribución aérea 10kV/220 V, sin corte de energía.

b) Variables dependientes.

- V1: Seguridad de los técnicos de operaciones.
- V2: Calidad del servicio de energía eléctrica.
- V3: Costos de operación del concesionario del servicio de suministro de energía.
- V4: Pérdidas económicas de los usuarios del servicio de energía eléctrica.

3.5 Procedimiento presentado

3.5.1 Principales aspectos y diagrama de flujo del diseño de la Investigación.

3.5.1.1 Principales aspectos considerados.

1. Problemas

- a) Interrupciones del SSEE por mantenimiento o expansión de redes.
- b) Baja calidad del SSEE.
- c) Pérdidas económicas para la empresa CSE.
- d) Pérdidas económicas para los USE's.

2. Antecedentes

Análisis de procedimientos de trabajos existentes relacionados con el proyecto.

3. Diseño del procedimiento

Desarrollo del procedimiento en base a la experiencia de trabajos ejecutados anteriormente.

4. Análisis técnico y económico.

- a) Cálculo de los indicadores SAIDI, SAIFI y Compensaciones.
- b) Evaluación de Costos.

5. Alternativas

- a) Renovación de una SED aérea, con corte de energía eléctrica.
- b) Renovación de una SED aérea, sin corte de energía eléctrica, aplicando el PRSC.

6. Comparación de las alternativas 1 y 2.

7. Evaluación de resultados

- a) Reducción de las interrupciones del SSEE.
- b) Mejora de la calidad del SSEE.
- c) Reducción de los costos de operación del CSE.
- d) Reducción de las pérdidas económicas de los USE's.

3.5.1.2 Diagrama de flujo del diseño de la investigación. Los pasos seguidos para el diseño del procedimiento PRSC, se muestran en la fig. 48.

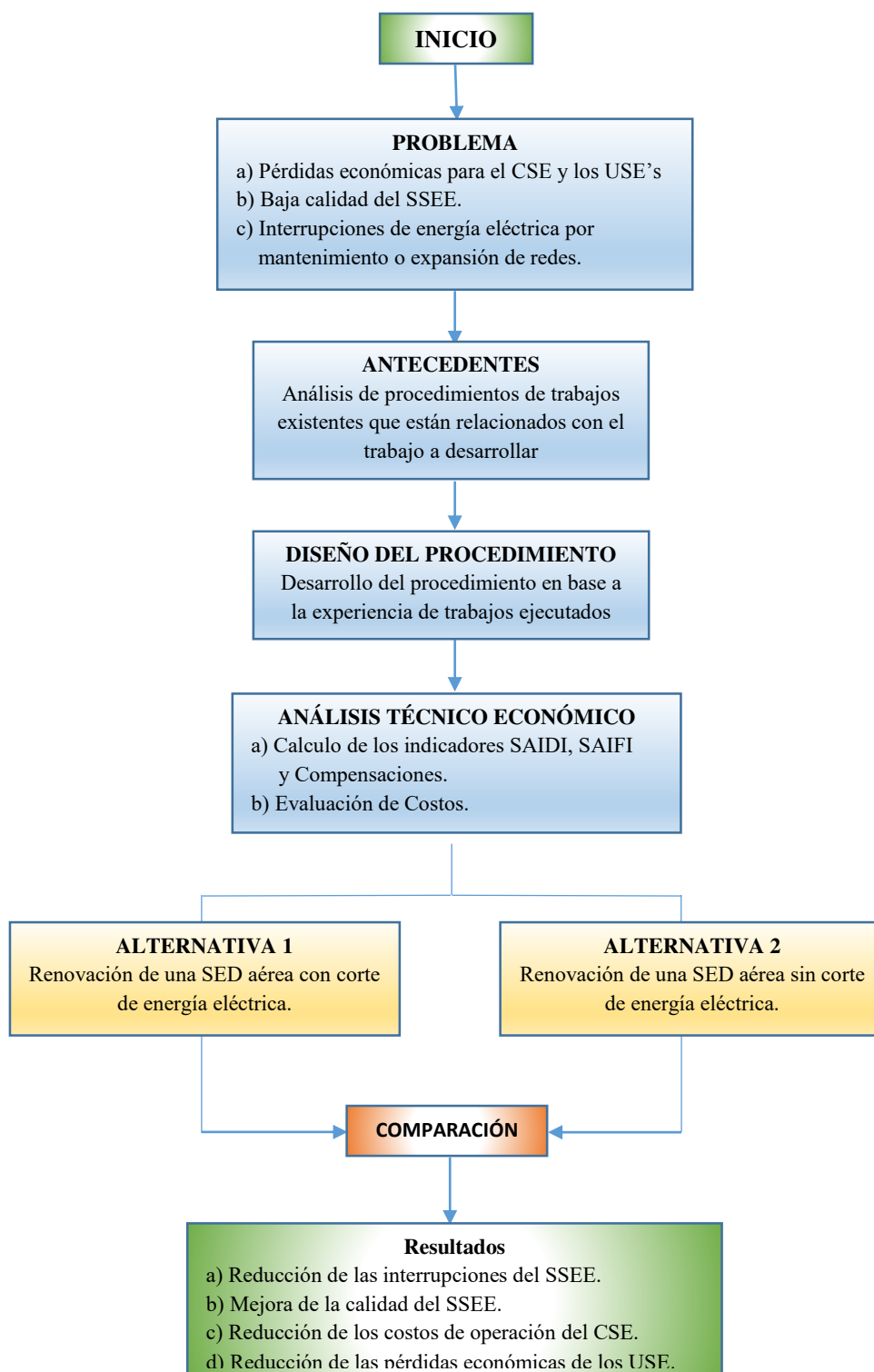


Figura 48. Diagrama de flujo del diseño de la investigación. Fuente. Elaboración Propia

3.5.2 Población y Muestra

- **Población:** Está conformada por 930 clientes en el alimentador de Zapallal, del tramo de la subestación aérea 04805A aguas abajo, hasta la última estructura.
- **Muestra:** Está conformada por 40 clientes encuestados en el alimentador de Zapallal, del tramo de la subestación aérea 04805A aguas abajo, hasta la última estructura.

Es necesario remarcar que la “muestra” se obtuvo, después de tener un banco de casos de clientes a los cuales se les hizo una encuesta, cuyo resultado mostraba una mala imagen del CSE, por la baja calidad del SSEE, debido a las constantes interrupciones.

3.5.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

1. Técnicas de recolección de datos.

Se ha utilizado las siguientes técnicas de investigación:

- **Análisis de documentos:** Se realizó fundamentalmente con la base de datos del área de Unidad Operativa de Mantenimiento de Enel y el área de Mantenimiento Preventivo de Cobra Perú; dicha información fue obtenida en forma directa, tales como base de datos de los clientes, estructuras de la red, registro de trabajos en caliente, procedimientos de trabajo sin corte de energía, registro de interrupciones a clientes en la zona de concesión y registro de inspecciones.
- **Aportes Técnicos:** Del personal del área de TCT de Cobra Perú, conformado por un coordinador, tres supervisores y nueve técnicos.
- **Encuesta:** Se llevó a cabo una encuesta de diez preguntas a 40 usuarios de la red.

2. Descripción de los instrumentos utilizados.

Se realizaron entrevistas a través de un cuestionario a usuarios del servicio eléctrico, con el objetivo de la recopilación de la información y con ello, verificar la validez de las suposiciones efectuadas. (Ver anexo 10).

3.5.4 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para determinar el PRSC, se utilizó el criterio de porcentaje de cantidad de SED's aéreas en la concesión Enel y los costos generados por las interrupciones, efectuadas para renovar las SED's aéreas.

Asimismo, luego del diseño del PRSC, se implementó el mismo en una subestación pendiente de renovación.

Se utilizó el método no experimental para efectuar la comparación, entre renovar una SED área con corte y renovarla sin corte de servicio eléctrico (utilizando el método a contacto).

En el presente proyecto se utilizó el método experimental, para realizar el procedimiento y no – experimental para analizar el escenario de una comparación entre una renovación de SED área con corte y sin corte de servicio eléctrico (utilizando el método a contacto).

La energía eléctrica, es una forma de energía muy utilizada en las actividades diarias de los sectores urbano, comercial, industrial, entre otros. Desde las centrales generadoras, es transportada y distribuida a través de redes de distribución AT, MT y BT, pasando por subestaciones para su acondicionamiento; encargándose de su distribución y entrega a los USE, la empresa concesionaria, la cual se encarga del mantenimiento, reparación, ampliación, renovación, entre otras operaciones, las cuales requieren la interrupción del SSEE; generándose así pérdidas económicas para los USE e incrementándose los costos de operación para el CSE.

Es por esto, que lo más conveniente es ejecutar la mayor parte de los trabajos en línea viva, es decir sin efectuar interrupciones del SSEE, eso sí, adoptando todas las medidas de seguridad. Esta forma de operar se ha observado en la RDA sección de MT, del CSE Enel, en el cual generalmente se realizan operaciones de mantenimiento con cortes de energía prolongados por horas; es por esta razón que va nuestro aporte, el cual consiste en el diseño del PRSC y la verificación de su efectividad, a través de su implementación en una SED aérea.

3.5.5 Desarrollo del Procedimiento PRSC, aplicando el método de contacto.

El proceso que se describe a continuación, se llevará a cabo, sin la interrupción del servicio eléctrico. Para esto se tendrá en cuenta los componentes del PRSC, detallados en el anexo 1.

Se debe tener en cuenta, que en el numeral 6.1.2 de la NTCSE, está considerado como interrupción, a la falta de suministro eléctrico. Estas interrupciones pueden causar el retiro de equipos u otras instalaciones que lo alimentan, producidas por el mantenimiento, maniobra, ampliación, reparación, entre otros, incluyendo las actividades programadas. Los esquemas mostrados en los apartados 4.6.1 y 4.6.2, se basan en el anexo 3.

3.5.5.1 Secuencia operativa del procedimiento en la MT. Se presentará la secuencia operativa para cada caso típico, que se presenta en campo, de instalaciones de SED aéreas nuevas.

Para el análisis en MT se presentan 3 casos:

- a. Caso típico 1: **Cuando la SED nueva está en el mismo circuito**
- b. Caso típico 2: **Cuando la SED nueva está en paralelo y al costado.**
- c. Caso típico 3: **Cuando la SED nueva está en paralelo y al frente.**
- a. **Caso típico 1: Cuando la SED nueva está en el mismo circuito, ver tabla 30 y fig. 49.**

Tabla 30. Secuencia operativa MT caso 1.

PROCESO DE RENOVACIÓN DE UNA SED AEREA EN CALIENTE			
CASOS TÍPICOS EN CAMPO	DESCRIPCIÓN	EJECUCIÓN DE TRABAJOS	
		ETAPAS	DESCRIPCIÓN
CASO 1: CUANDO LA SED NUEVA ESTA EN EL MISMO CIRCUITO	Cuando La SED nueva se instala antes (aguas arriba) o después (aguas abajo) de la SED antigua y	1	Se realiza la ejecución de los hoyos y luego el izado de los postes MT en caliente, con plataforma y ménsulas de concreto o madera y reubicación de conductor de MT. En el lado de BT se deja instalado y

	en el mismo circuito.		equipado el tablero de distribución, con el cable de comunicación listo para ser conectado, desde las barras en BT hacia la salida del transformador en lado de BT.
		2	Se procede a vestir la SED nueva (instalación de cruceta de madera de 11 pies, instalación de seccionadores Cut-Out's, sistema de puesta a tierra de la SED, etc.), todo en caliente.
		3	Se instala el transformador nuevo o reciclado, se conecta con cable del Bushing MT hacia los seccionadores Cut-Out's.

Fuente. Elaboración propia.



Figura 49. Renovación de SED aérea, caso típico 1. Fuente. Autoría propia.

El esquema unifilar para el caso típico 1, se muestra en la fig. 50.

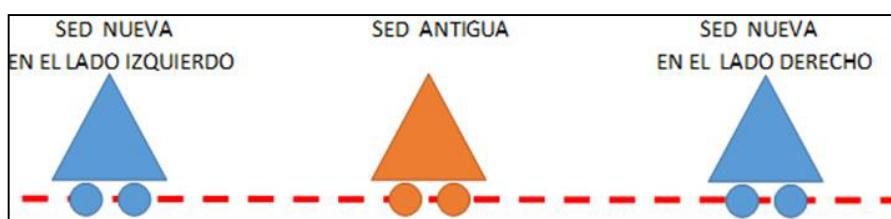


Figura 50. Caso típico 1, cuando la SED nueva está en el mismo circuito. Fuente. Elaboración propia.

b. Caso típico 2: Cuando la SED nueva estará en paralelo y al costado, ver tabla 31.

Tabla 31. Secuencia operativa MT caso 2.

PROCESO DE RENOVACIÓN DE UNA SED AEREA EN CALIENTE			
CASOS TÍPICOS EN CAMPO	DESCRIPCIÓN	EJECUCIÓN DE TRABAJOS	
		ETAPAS	DESCRIPCIÓN
CASO 2: CUANDO LA SED NUEVA ESTARÁ EN PARALELO Y AL COSTADO	Cuando la SED nueva se instala en forma perpendicular a una distancia mínima (D_{min}) de seguridad de la SED antigua. Este caso se presenta, cuando se tiene retiro suficiente o la SED está ubicada en la berma central, con espacio suficiente para renovarla al costado.	1	Se energiza el transformador (conectando el cable de comunicación desde los Cut-Out's hacia la barra en MT, fase por fase) y en el lado de BT, se conecta el cable de comunicación, para tensionar el tablero de distribución.
		2	Se realiza el traslado de carga en BT, en caliente, de la SED antigua a la SED nueva.
		3	Se desmantela la subestación antigua, primero se pone fuera de servicio las llaves en BT, después se abren los seccionadores Cut-Out's, luego se desconecta el cable de comunicación, desde las barras en MT hacia los seccionadores Cut-Out's, y se retira el transformador antiguo. En el lado de BT, se retira el cable de comunicación y tablero de distribución, finalmente se retira la estructura de la SED aérea, todo en caliente.

Fuente. Elaboración propia.

El esquema unifilar para el caso típico 2, se muestra en la fig. 51

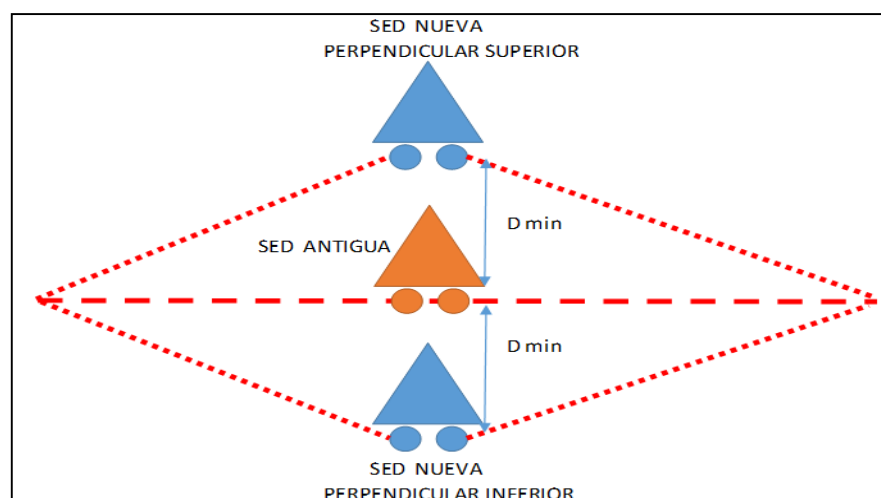


Figura 51. Caso típico 2, cuando la SED nueva estará en paralelo y al costado.

Fuente. Elaboración propia.

- d. Caso típico 3:** Cuando la SED nueva estará en paralelo y al frente, ver tabla 32.

Tabla 32. Secuencia operativa MT caso 3.

PROCESO DE RENOVACIÓN DE UNA SED AÉREA EN CALIENTE			
CASOS TÍPICOS EN CAMPO	DESCRIPCIÓN	EJECUCIÓN DE TRABAJOS	
		ETAPAS	DESCRIPCIÓN
CASO 3: CUANDO LA SED NUEVA ESTARÁ EN PARALELO Y AL FRENTE.	Cuando la SED nueva se ubica en forma paralela, pero al frente de la calzada, que por motivos diferentes, hacen necesario el cambio de ubicación (DMS a vivienda, reclamos de población, poco espacio para una nueva estructura de mayor dimensión en el mismo lugar, etc).	1	Se cavan los hoyos para el izado de los postes MT con plataforma, ménsulas de concreto o madera. En el lado de BT se deja instalado y equipado todo el tablero de distribución, con el cable de comunicación listo para ser conectado desde las barras en BT, hacia la salida en BT del transformador.
		2	Se procede a vestir la SED nueva (instalación de palomilla o cruceta de madera de 11 pies, instalación de seccionadores Cut-Out's, sistema de puesta a tierra de la SED, etc.).
		3	Se instala el transformador nuevo o reciclado, se conecta con cable del Bushing MT hacia los seccionadores Cut-Out's, y en el lado de BT se conecta el cable de comunicación para el tablero de distribución.
		4	Se energiza la barra de la SED en MT, instalando dos ternas de nuevo conductor aéreo, uno desde la SED nueva hacia la primera estructura aguas arriba y otro desde la primera estructura aguas abajo, hacia SED nueva, cada terna se levantará fase por fase; después el transformador, conectando el cable de comunicación desde los Cut-Out's, hacia la barra en MT fase por fase y por último el tablero de distribución BT, conectando el cable de comunicación en BT.
		5	Se efectúa el traslado de carga en caliente, de la SED antigua a la SED nueva en BT.
		6	Se desmantela la subestación antigua abriendo las llaves en BT y luego los seccionadores Cut-Out's, luego se procede con la desconexión del cable de comunicación en MT, se retira el transformador antiguo, y por último, se retiran los conductores en MT de los vanos contiguos de la SED antigua, fase por fase en caliente, para finalmente, retirar toda la estructura de la SED antigua en frío.

Fuente. Elaboración propia.

El esquema unifilar para el caso típico 3, se muestra en la fig. 52.

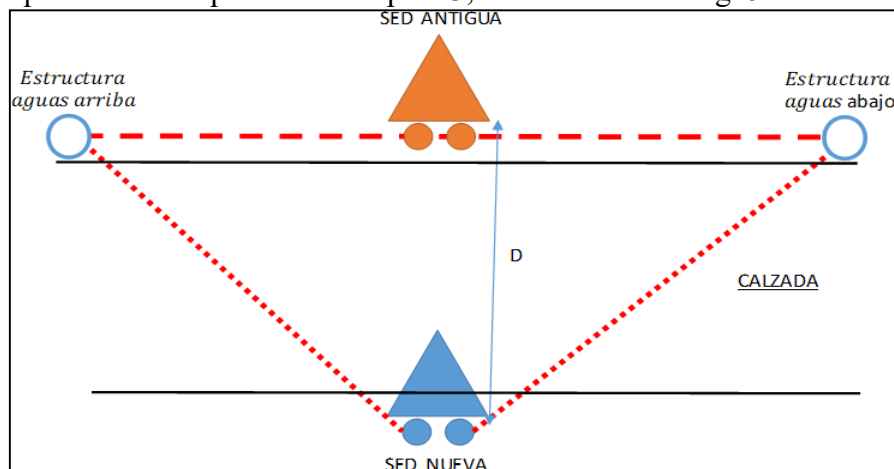


Figura 52. Caso típico 3, cuando la SED nueva estará en paralelo y al frente.

Fuente. Elaboracion propia.

3.5.5.2 Secuencia operativa del procedimiento en BT. Una vez culminado los trabajos en MT en la SED nueva, que comprende, desde la instalación y el conexionado de un nuevo transformador, hasta la energización de las barras en baja tensión, se procede a realizar el traslado de carga en BT, de la SED antigua a la nueva, según las 6 etapas del procedimiento mostrado en la tabla 33.

Para los trabajos en caliente, se procederá a trabajar con un tablero de transferencia, así, el corte de energía será menor a 3 minutos, cumpliéndose así con el numeral 6.1.2 de la norma NTCSE, donde se establece que la interrupción total de suministro, que tienen duración menor a 3 min y las que se relacionan con casos de fuerza mayor, que este comprobado debidamente, no se consideran como tales, por la autoridad.

Tabla 33. Secuencia operativa del PRSC en BT.

ETAPAS	DESCRIPCIÓN
1	Trabajos previos.
2	Verificación e Identificación de los circuitos a Intervenir.
3	Medición de Secuencia de fases y tensión.
4	Instalación de las Llaves Puente y el Cable proyectado.
	Instalación de Llave Puente 1 (LP-1).
	Instalación de Llave Puente 2 (LP-2) y Cable proyectado.
5	Secuencia de maniobras.

	Operación en Llave Puente 1 (LP-1).
	Corte menor a tres minutos.
	Operación en Llave Puente 2 (LP-2).
6	Traslado de carga definitivo y retiro de empalmes temporales.

Fuente. Autoría propia.

1. Trabajos previos.

Para realizar los trabajos de excavación manual.

- Si la zona donde se realizarán los trabajos cuenta con vereda, pavimento de asfalto y concreto, proceder con el corte de veredas, pavimento de asfalto y concreto, recomendándose la manipulación de los cascotes con cuidado.
- Siempre cortar la vereda con máquina, luego usar la comba para romper la vereda cortada y después retirar los cascotes.
- Para trabajos en redes aéreas, se debe instalar, tanto en el ingreso como en la salida de la LP-1 y LP-2 una subida temporal, de tal forma, que permita la maniobra de dichas llaves a nivel del terreno; tener presente, que la secuencia de pasos para realizar el traslado de carga de BT, entre llaves de las subestaciones aéreas con corte menor a 3 minutos es el mismo, tanto para redes aéreas, como para redes subterráneas.

2. Verificación e identificación de los circuitos a intervenir.

- Con la ayuda de los planos y realizando la ejecución de sondeos y calicatas, cuidados en trabajos de zanjas, identificar la subestación, número de circuito y tipo de cable a intervenir.
- Ubicar los tramos donde se instalará la llave puente y se realizarán los empalmes, ver fig. 53.

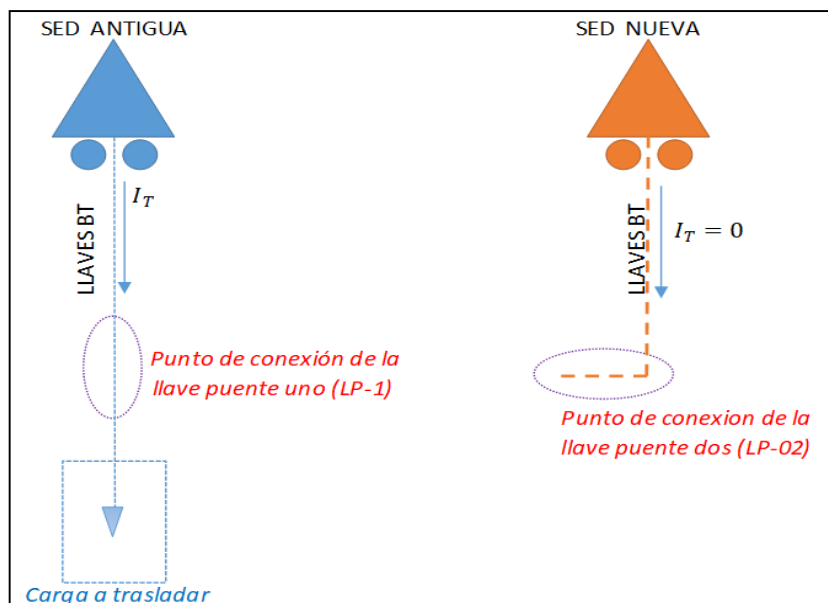


Figura 53. **Condición inicial.** Fuente. Elaboracion propia.

3. Medición de secuencia de fases y tensión.

- Tomar como referencia un suministro trifásico de la carga a trasladar y verificar e identificar la secuencia de fases y el número de circuito al cual pertenece.
- Determinar la secuencia de fases en los cables a intervenir y dejarlos marcados con la cinta de colores (verde, blanco y rojo).
- Medir tensión de línea en el ingreso y salida de las llaves puente a instalar.

4. Instalación de las Llaves Puente y el cable proyectado

- Si los cables a empalmar son de diferente material (cobre o aluminio), colocar un tramo de transición, evitando los abultamientos de los empalmes provisionales.
- Previo a la instalación de las llaves, se debe considerar que las dimensiones de la zanja son de 1.20 x 1 m.
- Para la ejecución de los empalmes en derivación y punta muerta, se debe tener en cuenta los conocimientos y habilitación; asimismo, para el cambio de cables de BT en caliente, se debe identificar la fase, luego medir tensiones ($V=0$) y determinar la correspondencia para empalmar.
- Se debe efectuar la comprobación de las llaves puente, teniendo en cuenta sus especificaciones técnicas, las cuales son detalladas en los anexos 5 y 6.

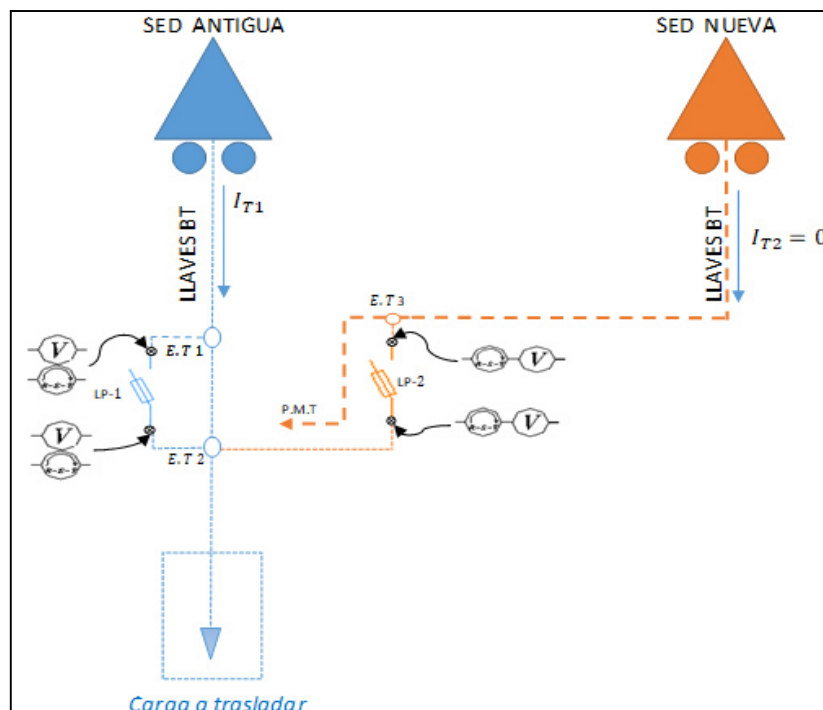


Figura 54. **Instalación de las llaves puente.** Fuente. Elaboracion propia.

a. Instalación de la Llave Puente 1 (LP-1).

- Retirar la tapa portafusible de la LP-1, para el caso del interruptor, verificar que se encuentre en la posición cero "0".
- Verificar la secuencia de fases, señalada en el tramo a intervenir.
- Con la llave puente en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal ET1, entre el cable de ingreso a LP-1 y el cable que se traslada con la carga.
- Siempre con la llave puente en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal ET2 entre el cable de salida de la LP-1 y el cable que se traslada con la carga, ver fig. 4.7 - Circuito SED 1.
- Antes de realizar la maniobra, verificar electrizar de la LP-1 por seguridad.

b. Instalación de Llave Puente 2 (LP-2) y cable proyectado.

- Retirar la tapa portafusible de la LP-2, para el caso de interruptor verificar que se encuentre en la posición cero "0".
- Verificar y señalizar la secuencia de fases en el tramo a intervenir.

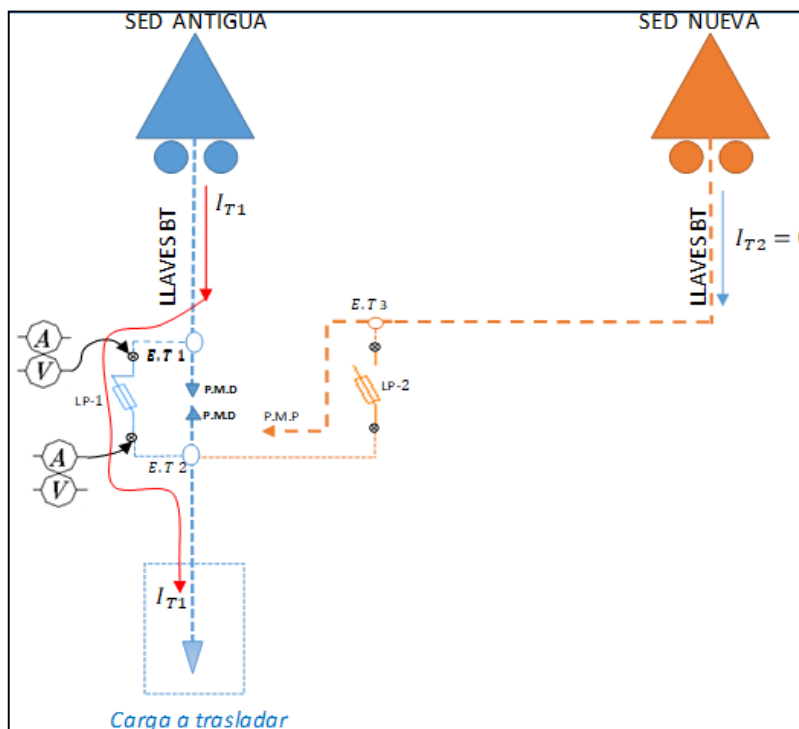


Figura 55. Ejecución de punta muerta mediante el uso de la LP-1. Fuente. Elaboración propia.

- Con uno de los extremos del cable proyectado aislado mediante una punta muerta temporal PMT, realice el empalme definitivo ED1, conectando el cable proyectado con el tramo de cable que asumirá la carga en la SED nueva.
- Con la LP-2 en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal ET3 entre el cable de ingreso a la LP-2 y el cable proyectado.
- Siempre con la LP-2 en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal ET2, entre el cable de salida de la LP-2 y el cable que tiene la carga a trasladar, ver Fig. 56.
- Realizar la medición de parámetros eléctricos en la red BT.
- Antes de realizar la maniobra, verificar electrificación de la LP-2 por seguridad.

5. Medición de Secuencia de Fases y Tensión.

- El personal encargado de realizar la maniobra, debe estar incluido en la lista de personal autorizado y debe verificar que el aviso de los trabajos en BT haya sido tramitado con la Sala Base.

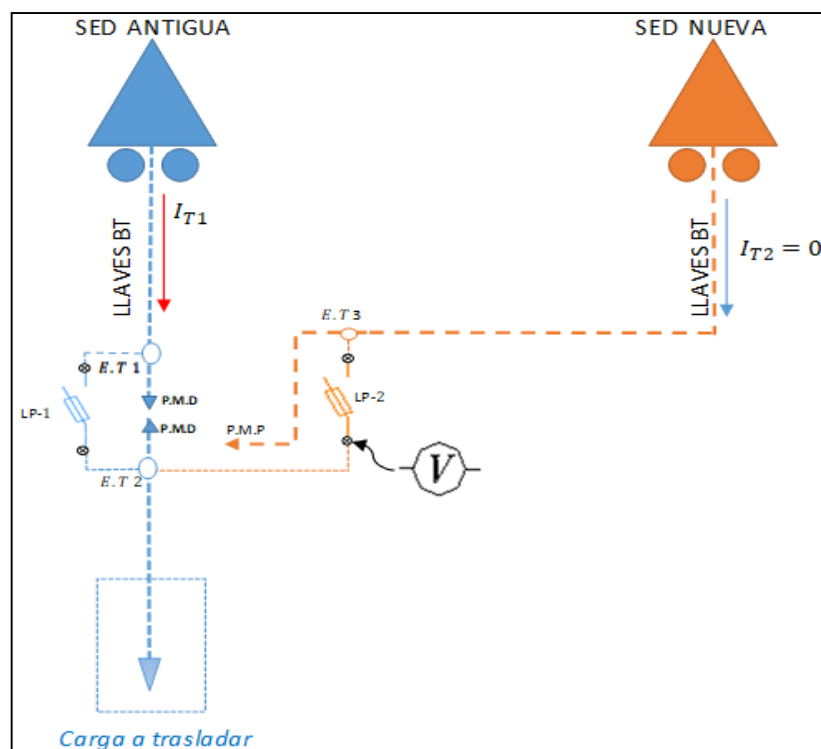


Figura 56. Corte temporal y verificación de tensión de retorno. Fuente. Elaboración propia.

- Colocar la tapa porta fusible en la LP-1 y LP-2, las cuales no deben contener fusibles y estar en posición abierta.
- La capacidad de los fusibles y la regulación de ITM, debe ir de acuerdo a la carga a trasladar.

a. Operación en Llave Puente 1 (LP-1)

- Cerrar la LP-1 (para el caso del interruptor realizar el cierre), verificar que la corriente circule tanto por la LP-1 y el tramo de la carga a trasladar.
- Hacer punta muerta definitiva (PMD), en el tramo que viene de la SED antigua y el tramo de donde se trasladará la carga SED nueva.
- Una vez ejecutada la punta muerta definitiva (PMD), verificar la corriente y tensión de fases en el ingreso y salida de LP-1, ver fig. 57.

b. Corte menor a tres minutos

- Verificar la tensión al ingreso en la LP-1.
- Estando la LP-2 abierta, abrir la LP-1 y retirar la tapa porta fusible de esta última (para el caso del interruptor, abrir el interruptor). Esto ocasionará un corte de servicio a los suministros a trasladar.

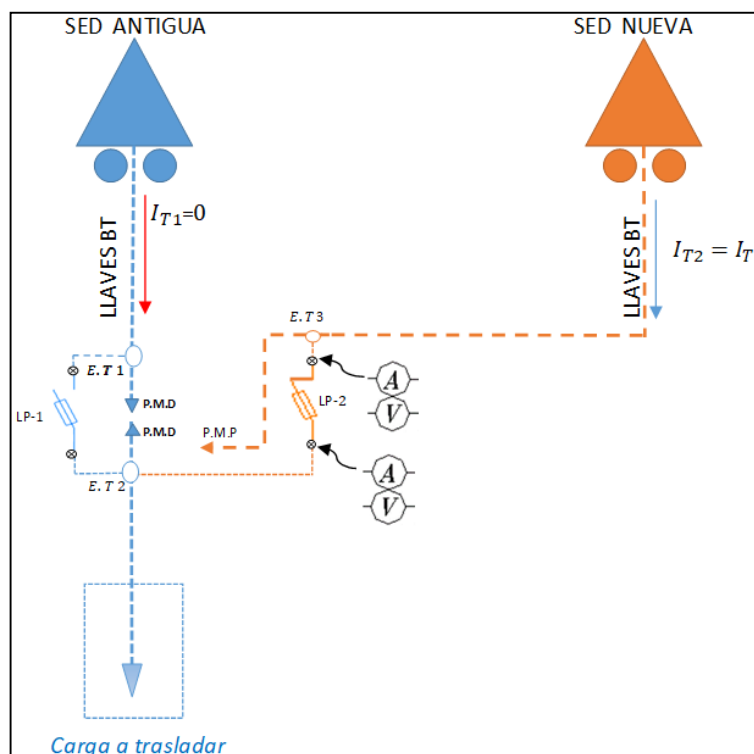


Figura 57. **Traslado de carga.** Fuente. Elaboracion propia.

- Verificar que no exista tensión de retorno en la salida de la LP-2, ver fig. 58. Si verifica la existencia de tensión de retorno, avise a su supervisor o encargado de cuadrilla, quien deberá normalizar el circuito a la condición anterior hasta la subsanación. Recuerde que para proseguir no debe existir tensión de retorno.

c. Operación en Llave Puente 2 (LP-2)

- Si no existe tensión de retorno en el paso anterior, cerrar la LP-2, verificar la corriente y tensiones de fase en el ingreso y salida de la LP-2.
- Con el cierre de la LP-2 la trasferencia de carga se encuentra ejecutada, ver fig. 59.

6. Traslado de carga definitivo y retiro de empalmes temporales

- Una vez realizado la trasferencia de carga, verificar la correspondencia de la secuencia de fases en el suministro de referencia, medido antes de realizar los trabajos (no debe haber variado).

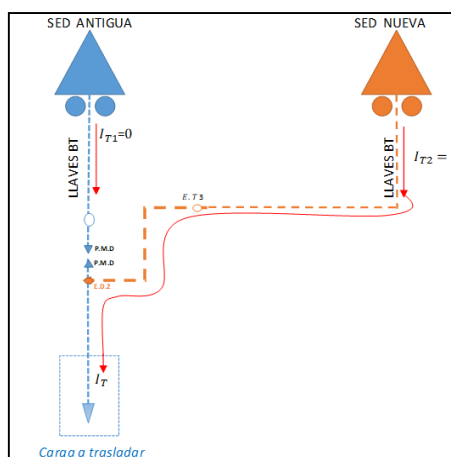


Figura 58. **Empalme definitivo del cable proyectado.** Fuente. Elaboracion propia.

- Retirar la punta muerta provisional del cable proyectado y realizar el empalme definitivo ED2 con el tramo de la carga a trasladar.

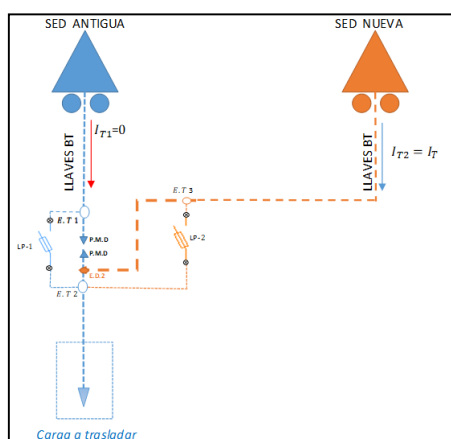


Figura 59. **Retiro de las llaves puente y sus accesorios.** Fuente. Elaboracion propia.

- Abrir la LP-2 y retire la tapa porta fusible, ver fig. 58.

- Retirar los empalmes y conexiones temporales, ver fig. 59.
- Recuperar el aislamiento de los cables donde instaló los conectores tipo perno partido.

3.5.6 Implementación del Procedimiento PRSC, para renovar una SED.

Consiste de dos partes, la evaluación de las condiciones en las que se halló la SED aérea y la aplicación del PRSC, para lo cual se necesita previamente, cumplir con la documentación necesaria para llevar a cabo, este tipo de operaciones, la misma que se detalla en el anexo 4 y su subanexos.

3.5.6.1 Evaluación de las condiciones de la SED a intervenir. Para el caso aplicativo, se consideró una SED aérea biposte (SAB), ver fig. 60, evaluándose el estado de su transformador, según se ve en la fig. 61, debido a que en la zona de concesión de ENEL se tiene mayor porcentaje de este tipo de SED's, según la ubicación georeferenciada, mostrada en la fig. 61.

Se considerará la renovación total de la SED aérea biposte 04805A de 160 KVA, ubicada en el distrito de Ventanilla, A.H. Las Lomas, Av. A, Mz. J5, Lt. 1, alimentada de la SET Zapallal, alimentador W-04, según se ilustra en el diagrama unifilar de la fig. 62.

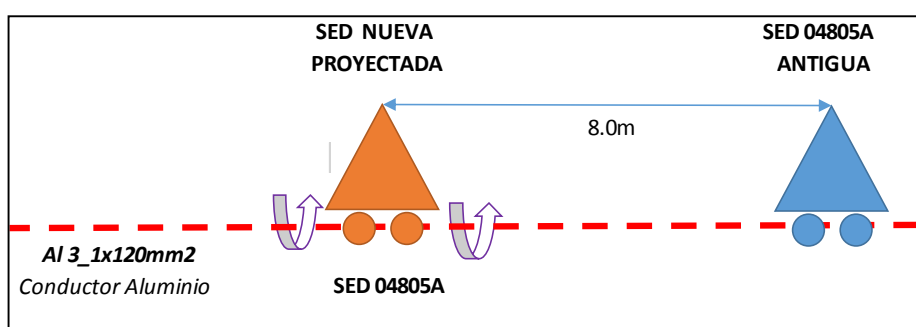


Figura 60. Esquema Unifilar de SAB 4805 y SAB nueva. Fuente. Elaboración propia.

El circuito a intervenir, del tramo de la SED 04805A hasta la SED 04810A, involucra las subestaciones 16175A, 04811A, 21374A, 13365A, 04810A, 16107A,

cuya distribución se muestra en la fig. 61 y que se encuentran conectadas según el diagrama unifilar de la fig. 62.

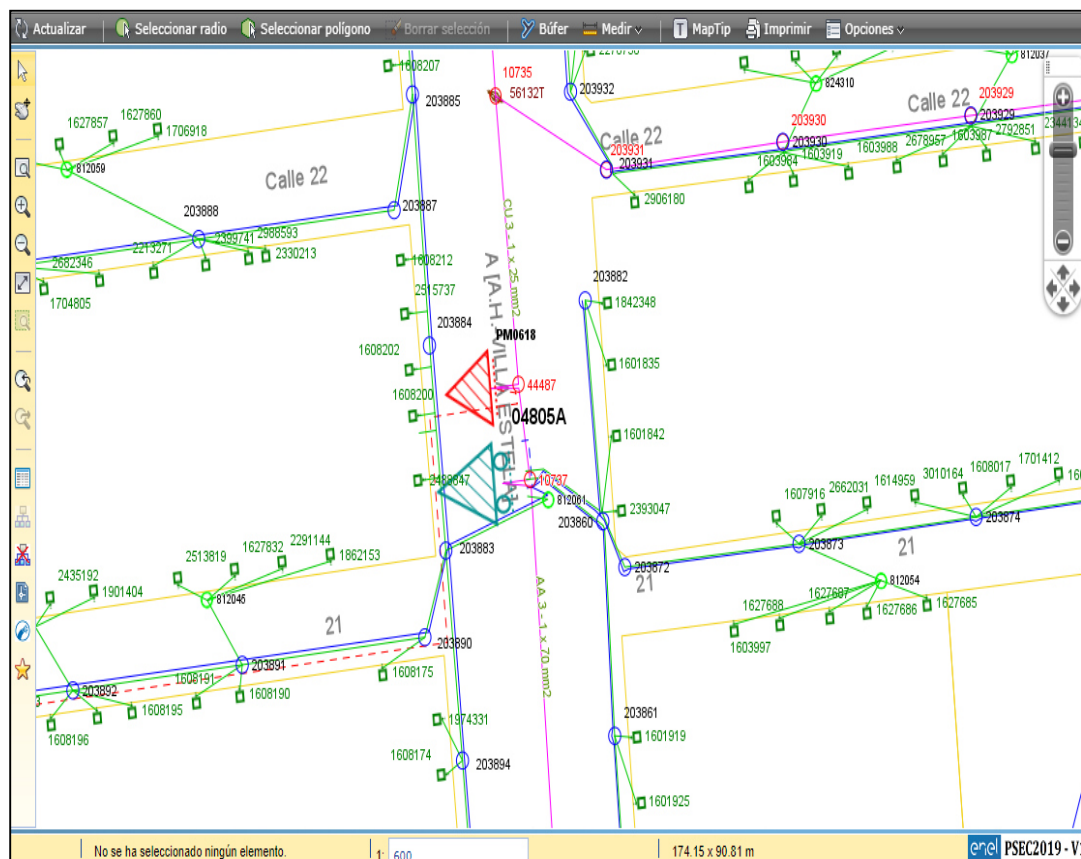


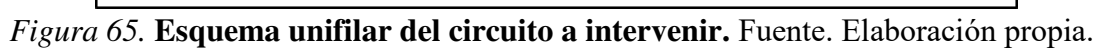
Figura 61. Ubicación georreferenciada de la SAB 04805^a. Fuente. Base de datos Enel Distribución Perú.



Figura 62. Condiciones encontradas en campo SAB 04805A. Fuente. Autoría propia.



Figura 63. Estado del transformador de la SAB 04805A. Fuente. Autoría propia.



3.5.6.2 Aplicación del procedimiento para la renovación de la SED aérea. Se realizarán trabajos en caliente tanto para la MT como para la BT.

3.5.7.2.1 Aplicación del procedimiento para los trabajos en MT. Se tendrá como base el procedimiento desarrollado en el apartado 4.6.1, siguiendo las etapas del cuadro 4.3.

Para el ejemplo aplicativo, se considerará la renovación SED 04805A similar al caso 3, por las condiciones encontradas en campo.

1. Se realiza la excavación de los hoyos y luego el izado de los postes MT en caliente con plataforma y ménsulas de concreto o madera, ver fig. 66 y fig. 67, el aislamiento de las líneas energizadas, ver fig. 68 y fig. 69 y la instalación de accesorios y puesta a tierra, ver fig. 40, fig. 71, fig. 72, fig. 73, fig. 74 y la reubicación de conductor de MT. En el lado de BT se dejará instalado y equipado el tablero de distribución con el cable de comunicación listo para ser conectado desde las barras en BT hacia la salida del transformador en lado de BT.



Figura 66. Preparación de los postes de MT. Fuente. Autoría propia.



Figura 67. Izamiento de poste con la grúa. Fuente. Autoría propia.



Figura 68. Aislando las líneas energizadas. Fuente. Autoría propia.



Figura 69. Operación de dos grúas para el aislamiento de las líneas. Fuente. Autoría propia.

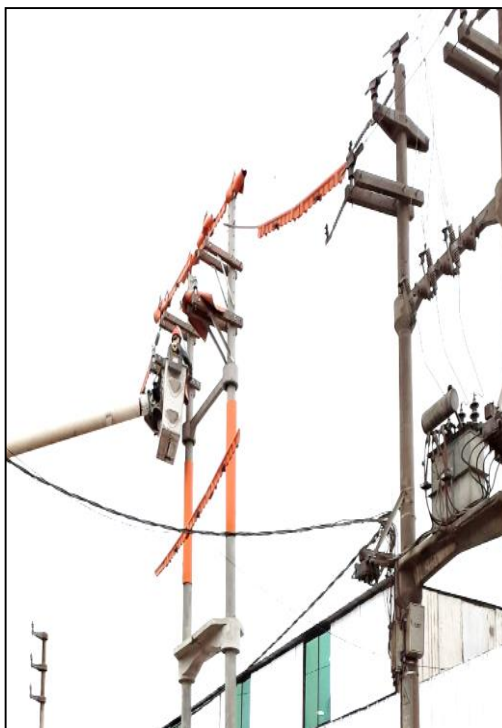


Figura 70. Instalación en ménsulas de madera. Fuente. Autoría propia.



Figura 71. Instalación y sujeción del conductor en la grapa. Fuente. Autoría propia.



Figura 72. Instalación de puesta a tierra. Fuente. Autoría propia.



Figura 73. Instalación de varillas. Fuente. Autoría propia.



Figura 74. Instalación de planchas de cobre tipo J. Fuente. Autoría propia.

2. Se procede a vestir la SED nueva, que comprende, la instalación de cruceta de madera de 11 pies, instalación de seccionadores Cut-Out's, sistema de puesta

a tierra de la SED, entre otros, todo en caliente, ver fig. 75, fig. 76, fig. 77 y fig. 78.



Figura 75. Instalación de seccionadores Cut-Out's. Fuente. Autoría propia.



Figura 76. Instalación de Sistema de Puesta a Tierra. Fuente. Autoría propia.



Figura 77. Instalación de sistema de puesta a Tierra en ménsulas. Fuente. Autoría propia.



Figura 78. Estructura con seccionadores y sistema de puesta a tierra. Fuente. Autoría propia.

3. Se instala el transformador nuevo o reciclado y se conecta con cable, desde los Bushing MT hacia los seccionadores Cut-Out's, ver fig. 79 y fig. 80.



Figura 79. Instalación del cable de comunicación. Fuente. Autoría propia.



Figura 80. Instalación de barra de trapecio. Fuente. Autoría propia.

4. Se energiza el transformador (conectando el cable de comunicación, desde los Cut-Out's hacia la barra en MT, fase por fase) y en el lado de BT, se conecta el cable de comunicación para tensionar el tablero de distribución, ver fig. 81 y fig. 82.



Figura 81. Conexión de Cable de comunicación desde los Cut-Out's hacia la barra MT, fase por fase. Fuente. Autoría propia.



Figura 82. Conexión de Cable de comunicación desde Cut-Out-s. hacia barra MT terminada. Fuente. Autoría propia.



Figura 83. SED 04805A Renovado. Fuente: Autoría propia.

5. Se realiza el traslado de carga en BT, en caliente, de la SED antigua a la SED nueva.
6. Se desmantela la subestación antigua, primero se abren las llaves en BT, los seccionadores Cut-Out's en MT, luego se desconecta el cable de comunicación desde las barras en MT hacia los seccionadores Cut-Out's, y se retira el transformador antiguo, todo en caliente. En el lado de BT, se retira el cable de comunicación y tablero de distribución, después se retira la estructura de la SED, todo en caliente, ver fig. 80, fig. 81 y fig. 82, para finalmente dejar la SED 04805A completamente renovada, como se muestra en la fig. 83.

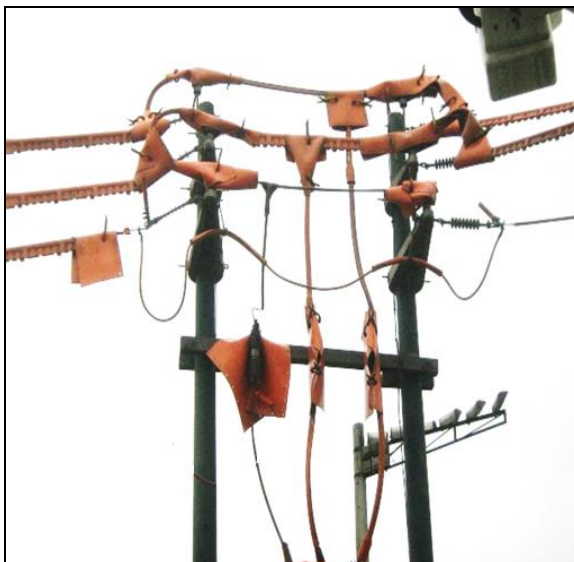


Figura 84. Barra y bajada listo para desconexión de cable de comunicación y retiro de transformador de SED antigua. Fuente. Autoría propia.



Figura 85. Retiro de Transformador antiguo de SED 04805A. Fuente. Autoría propia.



Figura 86. Colocando el transformador en el camión para su traslado. Fuente. Autoría propia.

3.5.7.2.2 Aplicación del procedimiento para los trabajos en BT.

Una vez culminado los trabajos de instalación de la SAB proyectada, que incluye la instalación del transformador nuevo con el conexonado respectivo, hasta la energización de las barras en baja tensión, se procede a realizar el traslado de carga en BT, de la SED 04805A a la SED nueva.

Se realizarán los trabajos en la sección de BT, acorde con las etapas mostradas en la tabla 33.

1. Trabajos previos.

Se realizan los trabajos previos, como descarte de electrizaramiento en el tablero de distribución nuevo y excavación de zanja, donde se realizarán los empalmes para el traslado de carga de la SED antigua a la nueva, ver fig. 87 y fig. 88.



Figura 87. Tablero de distribución a nivel, de la SED. Fuente: Autoría propia.



Figura 88. Medición de ausencia de tensión de electrizamiento. Fuente. Autoría propia.

2. Verificación e identificación de los circuitos a intervenir.

Con el plano de trabajo y realizando la ejecución de Sondeos y calicatas, cuidados en trabajos de zanjas, número de circuito y tipos de cable a intervenir; se

ubicarán los tramos donde se realizará la instalación de las llaves puente y los empalmes, ver fig. 89, 90, 91 y 92.



Figura 89. Verificación de los circuitos a intervenir. Fuente. Autoría propia.



Figura 90. Tablero de llaves puente. Fuente. Autoría propia.

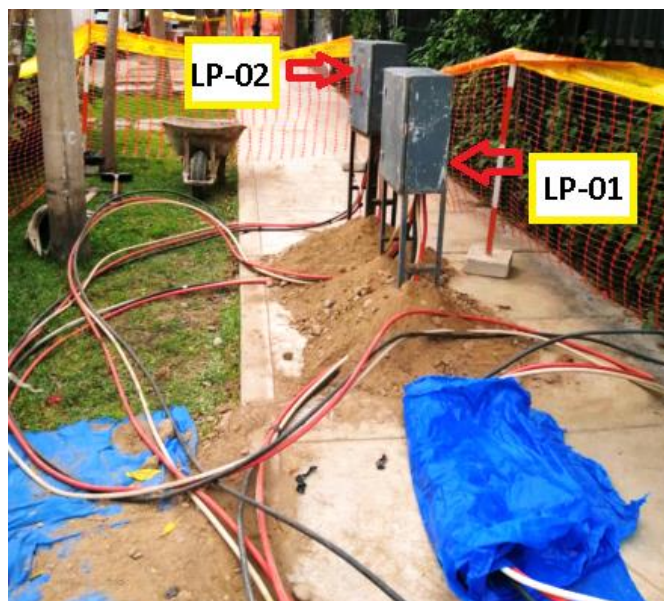


Figura 91. Montaje de llaves puente LP1 y LP2. Fuente. Autoría propia.

3. Medición de secuencia de fases y tensión.

Se mide en el tablero de distribución de la SED 4805A y de la nueva, la secuencia de fases y el nivel de tensión que se tiene en cada llave y en las barras. De la misma manera en las llaves puente LP-1 y LP-2, ver fig.92 y fig. 93.



Figura 92. Tablero de distribución de la SED nueva. Fuente. Autoría propia.



Figura 93. Midiendo secuencia de fases y tensión en las Llaves Puente LP-1 y LP-2. Fuente. Autoría propia.

4. Instalación de las Llaves puente y el cable proyectado de la SED nueva.

Para la ejecución de los empalmes en derivación en las llaves puente y punta muerta de los cables que salen del tablero de la SED antigua 04805A, se debe tener en cuenta el cambio de cables de BT en caliente, se debe identificar la fase, luego medir tensiones $V=0$ y determinar la correspondencia para empalmar, ver fig. 93 y fig. 94.

a. Instalación de Llave Puente 1 (LP-1)

- Verificar la secuencia de fases señalada en el tramo a intervenir.
- Con la llave puente en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal (ET1) entre el cable de ingreso a LP-1 y el cable que se trasladará con la carga.
- Siempre con la llave puente en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal (ET2), entre el cable de salida de la LP-1 y el cable que se traslada con la carga, ver fig. 94.
- Antes de realizar la maniobra verificar electrizar de la LP-1 por seguridad.

b. Instalación de Llave Puente 2 (LP-2) y cable proyectado

- Verificar y señalizar la secuencia de fases en el tramo a intervenir.
- Con uno de los extremos del cable proyectado aislado mediante una punta muerta temporal (PMT), realice el empalme definitivo (ED1), conectando el cable proyectado con el tramo de cable que asumirá la carga en la SED nueva.
- Con la LP-2 en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal (ET3), entre el cable de ingreso a la LP-2 y el cable proyectado.
- Siempre con la LP-2 en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal (ET2), entre el cable de salida de la LP-2 y el cable que tiene la carga a trasladar, ver fig. 94.
- Realizar la medición de parámetros eléctricos en redes de BT.
- Antes de realizar la maniobra verificar electrizaramiento de la LP-2 por seguridad.



Figura 94. Instalación de llaves puentes (LP-1 y LP-2) para el traslado de carga.
Fuente. Autoría propia.

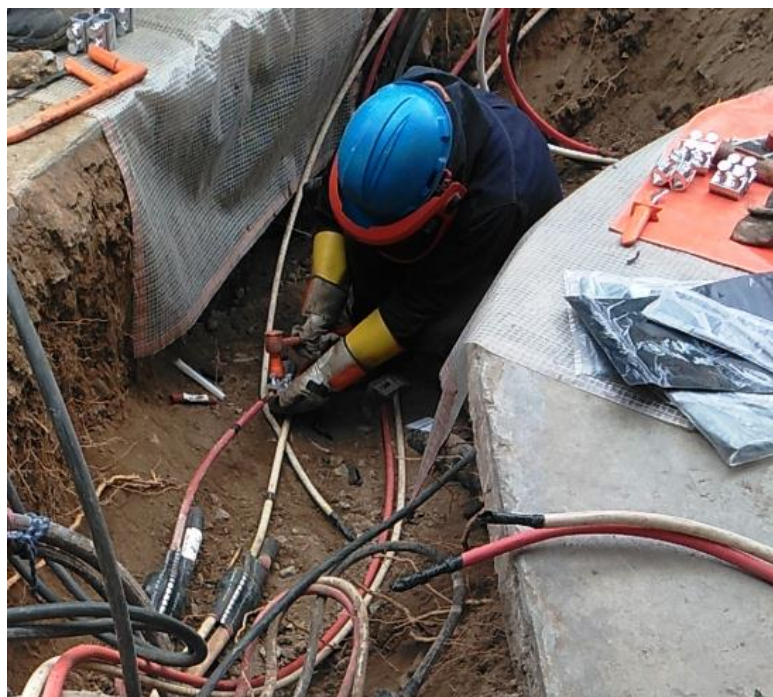


Figura 95. Ejecución de empalmes temporales para LP-1 y LP-2. Fuente. Autoría propia.

5. Medición de Secuencia de Fases y Tensión.

Colocar la tapa porta fusible en la LP-1 y LP-2, dichas tapas no deben contener fusibles y estar en la posición abierta.

La capacidad de los fusibles y la regulación del ITM debe ir de acuerdo a la carga a trasladar.

a. Operación en Llave puente 1 (LP-1)

- Cerrar la LP-1 (para el caso del interruptor realizar el cierre), verificar que la corriente circule por la LP- 1 y el tramo de la carga a trasladar, ver fig. 95 y fig. 96.
- Hacer punta muerta definitiva (PMD) en el tramo que viene de la SED antigua y el tramo de donde se trasladará la carga SED nueva.
- Una vez ejecutada la punta muerta definitiva (PMD), verificar la corriente y tensión de fase en el ingreso y salida de LP-1, ver fig. 96.

b. Corte menor a tres minutos

- Verificar la tensión al ingreso en la LP-1.

- Mantener LP-2 abierta, abrir LP-1 y retirar la tapa porta fusible de esta última (para el caso del interruptor, abrir el interruptor). Esto ocasionará un corte de servicio a los suministros a trasladar.
- Verificar que no exista tensión de retorno en la salida de LP-2, ver fig. 97. Si se verifica la existencia de tensión de retorno, se deberá notificar al supervisor o encargado de cuadrilla, quien deberá normalizar el circuito a la condición anterior hasta la subsanación; solo se debe proseguir, si se verifica que no existe tensión de retorno.



Figura 96. Realizando los empalmes de cable para llaves puente. Fuente. Autoría propia.

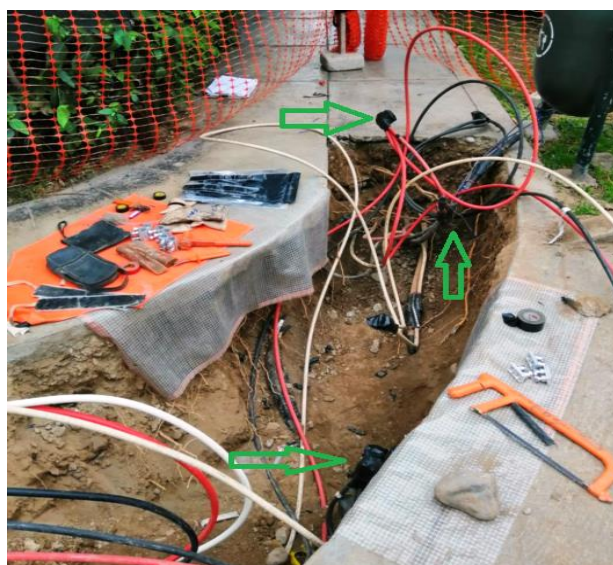


Figura 97. Empalmes provisionales terminados. Fuente. Autoría propia.

c. Operación en Llave puente 2 (LP-2)

- Si no existe tensión de retorno en el paso anterior, cerrar LP-2, verificar la corriente y tensiones de fase en el ingreso y salida de LP-2, ver fig. 98.
- Con el cierre de LP-2, la transferencia de carga se encuentra realizada, ver fig. 99.



Figura 98. Poniendo en operación la llave puente 2. Fuente. Autoría propia.

6. Traslado de carga definitivo y retiro de empalmes temporales.

Una vez realizada la transferencia de carga, verificar la secuencia de fases en el suministro de referencia, medido antes de realizar los trabajos (no debe haber variado), ver fig. 99, fig. 100.

- Retirar la punta muerta provisional del cable proyectado y realizar el empalme definitivo (ED2) con el tramo de la carga a trasladar, ver fig. 101 y fig. 102.
- Abrir LP-2 y retirar la tapa porta fusible.
- Retirar los empalmes y conexiones temporales, ver fig. 103 y fig. 104.
- Recuperar el aislamiento de los cables, donde se instalaron los conectores tipo perno partido.



Figura 99. Vista que muestra la llave puente LP-1. Fuente. Autoría propia.



Figura 100. Empalme definitivo del cable proyectado. Fuente. Autoría propia.



Figura 101. Empalmes de alimentación a la SAB nueva y puntas muertas de SED antigua. Fuente. Autoría propia.



Figura 102. Vista de las puntas muertas retiradas y carga conectada. Fuente. Autoría propia.

3.6 Resultado de la Actividad

3.6.1 Presentación de Resultados.

3.6.1.1 Estado de las Redes de Distribución del alimentador Zapallal W-04. El Alimentador en Media Tensión Zapallal W-04, del circuito de la subestación 04805A aguas abajo hasta la última estructura MT, con tensión de operación de 10 kV, pertenece al Sistema Eléctrico de Enel y sus características se detallan en la tabla 34.

Tabla 34. Características del alimentador Zapallal W-04.

CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
Del medio ambiente del alimentador	El clima de la zona donde se ubica el alimentador, es templado, desde la salida en Zapallal en Lima Norte, hasta el distrito de Puente Piedra, donde llega el sistema, tiene baja humedad atmosférica, relativa nubosidad en invierno, con “garúa” o “llovizna” típico del clima de la zona; la temperatura media anual es 18.5°C, la máxima promedio en verano llega a 30°C y la mínima en invierno 12°C. Por tener cercanía al litoral y estar ubicados en las inmediaciones del río Chillón, se presentan vientos fuertes a moderados que arrastran arenilla en cantidades apreciables.
Contexto actual	Debido al crecimiento demográfico, crece la actividad industrial, comercial y residencial y con ello se incrementa la demanda de energía eléctrica.

Fuente. Base de datos de ENEL.

3.6.1.2 Cálculo de SAIFI, SAIDI, ENS y Compensaciones aplicado para un caso experimental. Se realizará el cálculo de los indicadores de calidad para el alimentador W-04, en base a las interrupciones registradas en el primer semestre del 2018, luego se efectuarán los cálculos aplicando el procedimiento, como mantenimiento predictivo en una de las interrupciones imprevistas, relacionada con un defecto en una SED aérea.

A) Cálculo de los indicadores SAIFI, SAIDI y Compensación para el alimentador W-04.

a) Cálculo de SAIFI y SAIDI

Se calculan los indicadores SAIFI y SAIDI en base a las interrupciones ocurridas en el alimentador W-04 en el primer semestre del 2018, ver tablas 35, 36, 37, 38, 39

b) Cálculo de Compensación

Para el cálculo de la compensación, se necesitan factores, tales como se detallan en la tabla 35.

Tabla 35. Factores de ERS, considerando el mantenimiento correctivo.

ERS (kWh) ENER. REGIST. SEMEST.	100000
HRS (Horas del semestre)	4368
N' (tolerancias)	6
N interrup. X Semestre	9
D' (tolerancia)	10
D (Durac. Total pond. De interr.)	28.65
Σd_i (horas)	28.65
e (\$/kWh) Compen. Unitaria	0.35

Fuente. Base de datos de ENEL.

$$D = \Sigma k_i \cdot d_i$$

Cálculo del factor E

$$E = \left[1 + \left(\frac{N - N'}{N'} \right) + \left(\frac{D - D'}{D'} \right) \right]$$

E = 3.365

Cálculo de ENS

$$ENS = \left(\frac{ERS}{HRS - \Sigma d_i} \right) (D)$$

$$ENS = 660.24 \text{ kWh.}$$

Compensación

$$\text{Compensaciones por interrupciones} = e \cdot E \cdot ENS$$

$$\text{Compensaciones por interrupciones} = 0.35 \times 3.365 \times 660.24$$

$$\text{Compensaciones por interrupciones} = 777.59 \text{ Dólares}$$

Tabla 36. Alimentador MT W-04

ENERGÍA REGISTRADA SEMESTRE	100000	kWh.
Horas del semestre	4368	Horas
N' (Tolerancias)	6	Veces
D' (Tolerancias)	10	Horas
e (Compensación Unitaria)	0.35	Dólar/kWh

Fuente. Base de datos de ENEL.

Tabla 37. Factor N

INTERRUPCIONES	Ki
Progra. por expansión o reforzamiento	0.5
Progra. por mantenimiento	1
Por falla u otras	1

Fuente. Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos, OSINERGMIN.

Tabla 38. Factor D

INTERRUPCIONES	Ki
Progra. por expansión o reforzamiento	0.5
Progra. por mantenimiento	0.25
Por falla u otras	1

Fuente. Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos, OSINERGMIN.

Tabla 39. Tolerancias

N.T	N'	D'
A.T	3	6
M.T	6	10
B.T	8	13

Fuente. Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos, OSINERGMIN.

Tabla 40. Cálculo de los indicadores de calidad de suministro para el alimentador W-04 en base a las interrupciones imprevistas.

ITEM	EVENTOS	DESCRIPCIÓN	HORA INICIO	HORA FINAL	CLIENTES AFECTADOS	CLIENTES TOTALES	Σdi	FACTOR D	FACTOR N	N	D	SAIFI	SAIDI
1	Falla por falso contacto.	Falla por falso contacto en seccionador a la salida del alimentador.	20:25	03:17	7962	7962	6.88	1	1	1	6.88	1	6.88
2	Falla por corrosión.	Fusible fundido de SED área por corrosión.	00:02	01:51	376	7962	1.82	1	1	1	1.82	0.04722432	0.09
3	Falla por falso contacto.	En SED aérea se encontró una fase de cable de comunicación desprendido.	03:45	04:35	135	7962	0.83	1	1	1	0.83	0.01695554	0.01
4	Falla en terminal de cable MT.	Falla a tierra, por avería en terminación de cable MT de SED aérea.	00:27	06:32	882	7962	6.07	1	1	1	6.07	0.11077619	0.67
5	Falla no determinada.	No se encuentran fallas, se normaliza.	02:15	03:59	2772	7962	1.73	1	1	1	1.73	0.34815373	0.60
6	Falla por línea caída de enlace a SAB.	Línea caída de enlace al SED aérea por envejecimiento en anclaje de estructura de SED.	18:55	22:45	1144	7962	3.84	1	1	1	3.84	0.14368249	0.55
7	Falla a tierra.	Redes contaminadas de clientes en PMI.	05:38	07:30	2803	7962	1.92	1	1	1	1.92	0.35204722	0.68
8	Fuerza mayor.	Contacto de cable telefónico con red MT.	18:59	19:09	842	7962	0.16	1	1	1	0.16	0.10575232	0.02
9	Falla por falso contacto.	Portafusible quemado de Cut-Out de SED aérea.	07:05	12:29	210	7962	5.40	1	1	1	5.40	0.02637528	0.14
										9	28.65	2.15096709	9.64

Fuente: Base de datos de ENE

B) Cálculo de los indicadores SAIFI, SAIDI y Compensación para el alimentador W-04, aplicando el procedimiento.

Se realiza el cálculo aplicando el procedimiento, como un mantenimiento predictivo en una de las interrupciones imprevistas, relacionadas con un defecto en una SED aérea. De ésta manera, se ve el impacto en los indicadores, ya que los tiempos de interrupción serán nulos.

a) Cálculo de SAIFI y SAIDI

Para el cálculo de los indicadores SAIFI y SAIDI, se tendrá en cuenta el hipotético caso que se hubiera realizado un mantenimiento predictivo en la interrupción del ITEM 6, considerando, que es un evento ocurrido por el envejecimiento del anclaje de línea en la estructura de la SED aérea, el cual se pudo prevenir, ver tabla 41 Para el cálculo de la compensación ver tabla 40.

b) Cálculo de compensación

Tabla 41. Factores de ERS, considerando un mantenimiento predictivo.

ERS (kWh) ENER. REGIST. SEMEST.	100000
HRS (Horas del semestre)	4368
N'(tolerancias).	6
Num. interrup. X Semestre	8
D' (tolerancia).	10
D (Durac. total pond. de interr. $D = \sum ki \cdot di$)	24.81
$\sum di$ (horas).	24.81
e (\$/kWh) Compen. Unitaria	0.35

Fuente: Autoría propia.

Cálculo de factor E

$$E = [1 + (\frac{N - N'}{N'}) + (\frac{D - D'}{D'})]$$

$E = 2.814$

Cálculo de ENS

$$ENS = (\frac{ERS}{HRS - \sum di}) (D)$$

$ENS = 562.68 \text{ kWh.}$

Compensación

Compensaciones por interrupciones = e . E . ENS=554.18 Dólares

Tabla 42. Cálculo de los indicadores de calidad de suministro para el alimentador W-04, aplicando el procedimiento como mantenimiento predictivo en una de las interrupciones.

ITEM	EVENTO	DESCRIPCIÓN	HORA INICIO	HORA FINAL	CLIENTES AFECTADOS	CLIENTES TOTALES	ΣDI	FACTOR D	FACTOR N	N	D	SAIFI	SAIDI
1	Falla por falso contacto.	Falla por falso contacto en seccionador a la salida del alimentador.	20:25	03:17	7962	7962	6.88	1	1	1	6.88	1	6.88
2	Falla por corrosión.	Fusible fundido de SED aérea por corrosión.	00:02	01:51	376	7962	1.82	1	1	1	1.82	0.04722432	0.09
3	Falla por falso contacto.	En SED aérea se encontró una fase de cable de comunicación desprendido.	03:45	04:35	135	7962	0.83	1	1	1	0.83	0.01695554	0.01
4	Falla en terminal de cable MT.	Falla a tierra, por avería en terminación de cable MT de SED aérea.	00:27	06:32	882	7962	6.07	1	1	1	6.07	0.11077619	0.67
5	Falla no determinada.	No se encuentran fallas, se normaliza.	02:15	03:59	2772	7962	1.73	1	1	1	1.73	0.34815373	0.60
6	Falla por línea caída de enlace a SAB.	Línea caída de enlace a la SED aérea por envejecimiento en anclaje de estructura de SED.	00:00	00:00	0	7962	0.00	0	0	0	0.00	0	0.00
7	Falla a tierra.	Redes contaminadas de clientes en PML.	05:38	07:30	2803	7962	1.92	1	1	1	1.92	0.35204722	0.68
8	Fuerza mayor.	Contacto de cable telefónico con red MT.	18:59	19:09	842	7962	0.16	1	1	1	0.16	0.10575232	0.02
9	Falla por falso contacto.	Porta fusible quemado de Cut-Out de SED aérea.	07:05	12:29	210	7962	5.40	1	1	1	5.40	0.02637528	0.14
										8	24.81	2.0072846	9.09

Fuente: Autoría propia

C) Comparación de resultados

Se muestran los resultados, en ambos casos, para su comparación en la tabla 42, antes y después de aplicar el procedimiento, como parte de un mantenimiento predictivo para evitar una de las interrupciones originadas en el alimentador W-04, en el primer semestre del 2018.

Tabla 43. Indicadores antes y después de aplicar el procedimiento.

	e (Comp) \$	N	D	SAIFI	SAIDI
Alimentador W-04 antes de aplicar el procedimiento PRSC	777.59	9	28.65	2.151	9.64
Alimentador W-04 aplicando el procedimiento PRSC	554.18	8	24.81	2.007	9.09

Fuente: Autoría propia.

Se puede observar que los indicadores de calidad SAIDI y SAIFI bajan, cuando se aplica el procedimiento.

3.6.1.3 Análisis de Costos. Para realizar el análisis, evaluación y comparación de los Costos, antes y después de la aplicación del PRSC, se han considerado las siguientes alternativas:

1. Renovación de SED aérea con tensión.
2. Renovación de SED aérea sin tensión.

A) Alternativa 1: Renovación de SED aérea con tensión.

Para la renovación de una SED aérea con tensión y ver el costo detallado en la tabla 43 (Costo de renovación de SED aérea con tensión), se han utilizado las características del alimentador W-04, ver tabla 44.

Se debe tener en cuenta, que los valores de la tabla 44, son de la energía dejada de suministrar aguas abajo, desde la SED 004805A hasta el último cliente, en el circuito que pertenece al alimentador W-04.

Tabla 44. Características del alimentador W-04, en el tramo de la SAB 04805A, aguas abajo, hasta la última estructura.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
Número aproximado de clientes.	930
Energía aproximada, suministrada por mes (kw-h).	11,6670
Energía suministrada, en un periodo de 5 horas (kw-h).	810.21
Estructuras de media tensión.	63

Fuente. Concesionaria Enel S.A

Los costos unitarios de trabajos por estructura con tensión (renovación de SED aérea) y el costo de la mano de obra, del técnico habilitado para realizarlos, se detallan en la tabla 45.

Tabla 45. Costo del mantenimiento por estructura con tensión

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
Instalación o Retiro, solo de Poste MT de 10 a 15 metros C/LLEE .	1,625.59
Retemplado de línea (Levantar o Bajar redes MT) C/ LLEE.	887.98
Conexión o desconexión de nodo, con retiro y reubicación de línea.	1,017.16
Cambio de barra (trapezio).	2,166.97
Cambio de Desconectador o Seccionador 1F (juego) C/LLEE.	419.41
Apoyo para cambio de transformador.	650.22
Trabajos en frio (traslado, empalme de cables de BT e instalación de tablero de distribución con cable de comunicación).	700.00
SUB TOTAL (S/.)	7,467.33
Costo por día, de la mano de obra del técnico de mantenimiento (S/.)	150.00

Fuente. Concesionaria Enel S.A.

El resultado de multiplicar los datos de la tabla 44 por los de la tabla 45, se muestran en la tabla 46.

Tabla 46. Costos de renovación de SED aérea con tensión

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
Costo del mantenimiento con tensión (renovación de una estructura).	7,467.33
Sueldo del técnico de mantenimiento (8 técnicos).	1,200.00
Consumo diario de petróleo diésel.	100.00
TOTAL (S/.)	8,767.33

Fuente. Elaboración propia.

B) Alternativa n° 2: Renovación de SED aérea sin tensión.

Los costos de operación, implicados en la renovación de una SED aérea sin tensión, se muestran en la tabla 46. Se han utilizado las características del alimentador Zapallal W-04, ver tabla 45, y para el costo de consumo de energía, se ha utilizado el pliego tarifario en media tensión BT5B – Residencial, ver tabla 47.

Tabla 47. Pliego tarifario BT5B-residencial

TARIFA BT5B	TARIFA CON SIMPLE MEDICIÓN DE ENERGÍA 1E		
Residencial	a) Usuarios con consumos $\leq$ a 100 kWh/mes.		
	b) Usuarios con consumos $>$ a 100 kWh/mes.		
	Cargo Fijo Mensual	S../mes	3.04
	Cargo por Energía Activa	ctm. S../kWh	50.84

Fuente. Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria GART-OSINERGMIN

Tabla 48. Costo de energía consumida en un periodo de 5 horas en el tramo de la SAB 04805A, aguas abajo, hasta la última estructura.

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
Cargo Fijo Mensual	2,827.20
Cargo por Energía Activa	41,190.99
TOTAL (S/.)	44,018.19

Fuente. Elaboración propia.

El resultado de multiplicar los datos de la tabla 46, por los de la tabla 47, da como resultado, costo de la energía consumida por un periodo de 5 horas, ver Tabla 48.

Además, se muestran los costos implicados en el mantenimiento de una estructura de SED aérea sin tensión y el costo unitario de la mano de obra del técnico habilitado para realizarlo, en la tabla 49.

Tabla 49. Costo por mantenimiento de estructura, sin tensión

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
Instalación de cable BT todas las secciones.	147.92
Apertura y cierre de zanja de profundidad inferior a 1,50 m En	573.12
Instalación de cables de BT.	84.58
Cambio de postes de MT (2 postes para la SED).	2,377.91
Instalación de transformador (Monofásico o Trifásico).	644.51
Instalación de puesta a tierra MT y BT.	585.68
Normalización de Tableros Aéreos retirando tableros DAC por	655.38
Cambio o Instalación de Aislador Extensor de Línea de Fuga.	201.33
Prueba de aislamiento y relación de transformación en	50.60
Cambio o Instalación de Conectores.	26.06
Templar o Tensionar o Soltar conductor de cualquier tipo y	25.71
Traslado de línea y cambio de conductor.	1,307.33
Demolición y Reconstrucción o Reposición de baldosa normal de	328.01
SUBTOTAL (S/.)	7,008.14
Costo por día, de la mano de obra del técnico de mantenimiento.	100.00

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de las tablas 48, 49 y adicionales, se muestran en la tabla 50.

Tabla 50. Costos para la renovación de SED aérea, en el tramo de la SAB 04805A-última estructura, sin tensión.

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
Costo del mantenimiento con tensión (renovación de una estructura).	7,008.14
Energía dejada de vender (5 horas sin servicio).	44,018.19
Mano de obra del técnico de mantenimiento (8 técnicos).	800.00
Consumo de petróleo diésel diario.	100.00
TOTAL (S/.)	51,926.33

Fuente: Elaboración propia.

C) Comparación de alternativas 1 y 2.

La comparación de costos entre ambas alternativas, se muestra en la tabla 51.

Tabla 51. Comparación de Costos, entre alternativas 1 y 2

DESCRIPCIÓN	MONTO (S/.)
Costo de renovación de SED aérea con tensión.	8,767.33
Costo de renovación de SED aérea sin tensión.	51,926.33
MONTO DE AHORRO DE LA EMPRESA ENEL S.A:	43,159.01

Fuente. Elaboración propia.

Evaluación económica

Como se aprecia en la tabla N° 51, la empresa ENEL ahorró la suma de **S/. 43,159.01**.

Proyectándose, de esta manera, un ahorro anual de 83% y el beneficio económico, tanto para el cliente, como para la empresa concesionaria. La empresa Enel realiza 4 trabajos de este tipo cada año.

3.6.1.4 Impacto Ambiental. En la zona de investigación se puede observar espacios con niveles de contaminación, que afectan el suelo, agua y aire como consecuencia de actividades domiciliarias, transporte urbano, industriales y de servicios; además se observa contaminación por sustancias tóxicas, químicas y de residuos sólidos que son originados por falta de control y limpieza de las municipalidades de cada distrito, también por falta de control en el transporte, de lugares de depósitos en lugares no apropiados o autorizados.

Por las condiciones propias de crecimiento urbanístico y en algunas ocasiones por la falta de cultura, algunas personas de la zona arrojan objetos a la línea de MT, generando contaminación e interrupciones del servicio eléctrico.

La Constitución política del Perú, en el Art. N° 67, indica que “el Estado es responsable de establecer la Política Nacional de medio ambiente y de promover el uso sostenible de los recursos naturales, de proteger el derecho de las personas a la tranquilidad, tiempo libre, descanso, disfrutar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”.

Según la Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. N° 25844), en el Art. 9°, indica que “el Estado previene y promueve la conservación del medio ambiente y del Patrimonio Cultural de la Nación, así como el uso racional de los recursos naturales, en las actividades vinculadas a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica”.

Por ello, el mantenimiento y las redes de distribución, no generan impacto negativo en el suelo. En la movilización de los puntos de mantenimiento se identifican y usan vías y caminos públicos; así como también los equipos, herramientas y vehículos utilizados para las operaciones de mantenimiento, garantiza no solo la seguridad de las personas, sino también la del medio ambiente y las zonas agrícolas de la zona.

El mantenimiento preventivo de una SED, se efectúa en zonas que no afectan las tierras agrícolas, bosques, paisaje natural ni al entorno. La energía transportada y distribuida a los USE, es limpia y no tiene efectos contaminantes al medio ambiente.

En caso que sucediera el derrame de algún líquido contaminante, como aceite de transformador o aceite aislante, derrame de hidrolina de las partes mecánicas de la grúa y brazos hidráulicos u otro aceite, se seguirá un procedimiento para remediación de derrames de materiales peligrosos, a fin de reducir el daño al medio ambiente.

Al final de la jornada se efectuará un reporte de residuos generados, en un formato como el que se muestra en el anexo 4.5.

3.6.1.5 Impacto Social. La principal función de la distribución eléctrica en el sector Zapallal, es de transportar energía eléctrica para el beneficio de los consumidores y cubrir la demanda (14,101 clientes), el nivel de tensión es de 10 kV. El alimentador de MT W-04 en 10 kV, debe estar disponible las 24 horas del día, los 365 días al año, salvo las veces en las que se realiza el mantenimiento correctivo programado; así como también, exceptuando el mantenimiento que se ha programado con una frecuencia semestral, que debe estar disponible las 8,760 horas en el año.

Las dificultades del sistema eléctrico en la zona, por fallas o mantenimiento de la red de distribución, causa lo siguiente:

- a) Se interrumpe el servicio de energía, se indispone el sistema domiciliario, productivo y de servicios en la zona.
- b) Se deteriora el sistema eléctrico y causa efectos negativos en los equipos, maquinaria, alumbrado público, entre otros.

c) Se solicita mayor compensación de consumidores, por el deterioro de equipos eléctricos, equipos electrónicos y maquinaria en general.

d) Activa elementos de inseguridad ciudadana, lo cuales trasgreden la tolerancia y las leyes en la ciudad.

la red de distribución de energía eléctrica, permite disponer de la energía necesaria para el funcionamiento de los sistemas de iluminación, comunicaciones, procesamiento de datos, seguridad, transporte y todo tipo de equipos eléctricos y electrónicos necesarios para las actividades de la vida diaria, en los ámbitos residencial, comercial e industrial.

Es por esto, que los trabajos de mantenimiento de las redes eléctricas en sus diferentes tipos y la aplicación de nuevos procedimientos para TCT's, son vitales para reducir cada vez más, la frecuencia de las interrupciones del SSEE.

La calidad del SSEE, determinada por la frecuencia de las interrupciones del mismo, afectarán en mayor o menor medida lo siguiente:

- Sistemas de alumbrado público y domiciliario.
- Sistemas de comunicación, seguridad y tecnologías de la información.
- Equipos, maquinarias, instrumentos y herramientas.
- Sistema de transporte.

Por tanto, la operación ininterrumpida del SSEE, redundará en beneficio de los usuarios, las empresas concesionarias y la sociedad en general, en cuanto a economía, confort y seguridad, entre otros aspectos.

3.6.2 Contrastación de Hipótesis

3.6.2.1 Contrastación de Hipótesis General. Se confirma que, mediante la aplicación del PRSC, se ha logrado reducir el número de interrupciones del servicio eléctrico.

3.6.2.2 Contrastación de Hipótesis Específicas

1. Contrastación de Hipótesis Específica N° 1

Con la aplicación del PRSC, se garantiza la seguridad de los técnicos de operaciones.

2. Contrastación de Hipótesis Específica N° 2

Se comprueba que, con la aplicación del PRSC, se reducen los costos de operación del CSE.

3. Contratación de Hipótesis Específica N° 3

Se comprueba que, con la aplicación del PRSC, se reducen las pérdidas económicas de los USE.

3.6.3 Discusión de Resultados

La presente investigación, tiene por objetivo determinar la propuesta técnica económica más conveniente, para la renovación de SED aérea en redes de distribución de 10 kV/20 kV, energizadas para el alimentador TV, con nivel de tensión de 10 kV, del tramo de la SED aérea 04805A aguas abajo, hasta la última estructura MT. Para lograr dicho objetivo, se comparó y evaluó la actividad técnica económica, entre la renovación sin interrupción del servicio eléctrico (con el uso del método a contacto) y la renovación con interrupción de servicio, basado en un corte programado o no programado.

Previamente, se desarrolló un procedimiento nuevo para realizar ésta actividad, siguiendo y analizando los peligros y riesgos presentes en la misma.

Haciendo la comparación de los costos, de la renovación de SED aérea con y sin tensión en el tramo 04805A aguas abajo, hasta la última estructura MT, podemos observar que con la Alternativa N° 1, se tiene un ahorro de 83 %, el cual es considerable comparado con la alternativa N° 2.

En la alternativa N° 2, se toma la tarifa BT5B residencial, debido a que se trata de una zona residencial en Lima Norte y con ello se calcula el costo de energía consumida, considerando el cargo fijo mensual, como el cargo por energía activa en un periodo de 5 horas, que es el tiempo de corte de energía para el mantenimiento.

El resultado, tiene relación con la investigación realizada por Según Miguel Saune Roncal (2017), sobre “Optimización de indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas en los alimentadores de Media Tensión en la ciudad de Trujillo”, en la cual concluye, que los trabajos con líneas energizadas o con tensión, tienen un impacto significativo en los indicadores SAIFI, SAIDI, ENS y Compensaciones a los clientes; esto es logrado a través del análisis de los

alimentadores críticos, mediante un Pareto y la elaboración de un plan de mantenimiento semestral con línea energizada.

Este resultado tiene relación con el estudio realizado por Valencia (2014), sobre las “Metodologías para trabajos en redes eléctricas energizadas”, concluyéndose allí, que elaborar una guía en la realización de trabajos de mantenimiento, se puede usando el método de contacto; para lo cual, hubo de establecer procedimientos en los que se consideraron, factores de riesgo y mecanismos de control, para cuando se lleven a cabo labores de mantenimiento de las redes eléctricas energizadas; asimismo, la aplicación de estas metodologías, disminuye la presión por abreviar el tiempo de interrupción del servicio, cuando se realizan trabajos en las redes de alta tensión. El personal utiliza el método a contacto con el área y necesita de protección apropiada; los accidentes en líneas energizadas son mayores y mortales, por ello, es necesario la protección del área de influencia para eliminar los riesgos.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES

4.1 Justificacion

4.1.1 Justificacion e Importancia del trabajo

Durante muchos años se vienen realizando distintos trabajos en las redes de energía de la empresa concesionaria Enel y de estos se han documentado algunos de los procedimientos que establecen una forma segura de realizarlo, y en otros casos, no documentados, los trabajos se realizan a través de la experiencia de técnicos especializados del área de mantenimiento; como ejemplo y estudio, es el caso de la renovación de una SED aérea sin corte de energía.

En la actualidad, las compañías que se dedican a distribuir energía en el Perú, establecen procesos de seguridad en los diferentes tipos de trabajo en redes energizadas, comunicarlo a todos los intervinientes, con la garantía que la información se mantenga clara y actualizada, según lo establece el RESESATE en el artículo 36; cabe añadir que, aún no existe reglamento sobre los procedimientos para realizar este tipo de trabajos, por parte de las empresas CSE.

4.1.2 Justificacion Práctica

Esta investigación, presenta una solución práctica a la problemática descrita, a través del desarrollo de un procedimiento seguro y estándar para la renovación total de una SED aérea sin corte de energía, para minimizar los accidentes que se derivan de las intervenciones, sosteniendo la confiabilidad en operaciones de la empresa en un ambiente laboral seguro.

4.1.3 Justificación Metodológica

La elaboración y aplicación del procedimiento para la renovación total de una SED aérea sin corte de energía garantizará la continuidad del servicio eléctrico, el cual se puede demostrar en campo; luego de ser demostrada su validez y confiabilidad, se aplicará en nuevos trabajos de investigación y empresas de distribución.

4.2 Metodología Aplicada

El procedimiento de trabajo se debe aplicar en cualquier lugar y por ello, presenta una metodología de trabajo de tipo **aplicada**; es **exploratoria**, porque no se experimenta en un laboratorio con la totalidad de variables, este nivel de investigación logra el manejo de la variable independiente, de forma que se evidencian los beneficios económicos y la calidad del servicio, tras la aplicación del procedimiento.

4.3 Descripción de la Implementación del procedimiento PRSC

Consiste de dos partes, la evaluación de las condiciones en las que se halló la SED aérea y la aplicación del PRSC, para lo cual se necesita previamente, cumplir con la documentación necesaria para llevar a cabo, éste tipo de operaciones, la misma que se detalla en el anexo 4 y su subanexos.

4.3.1 Evaluación de las condiciones de la SED a intervenir.

Para el caso aplicativo, se consideró una SED aérea biposte (SAB), ver 103, evaluándose el estado de su transformador, según se ve en la fig. 104, debido a que en la zona de concesión de ENEL se tiene mayor porcentaje de este tipo de SED's, según la ubicación georeferenciada, mostrada en la fig. 105.

Se considerará la renovación total de la SED aérea biposte 04805A de 160 KVA, ubicada en el distrito de Ventanilla, A.H. Las Lomas, Av. A, Mz. J5, Lt. 1, alimentada de la SET Zapallal, alimentador W-04, según se ilustra en el diagrama unifilar de la fig. 103.

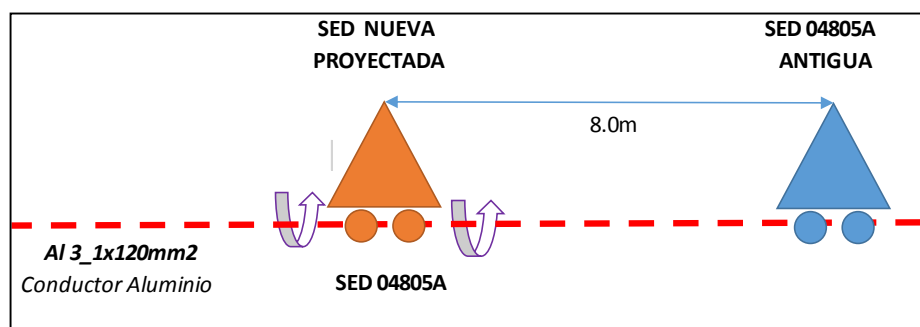


Figura 103. Esquema Unifilar de SAB 4805 y SAB nueva. Fuente. Elaboracion propia.

El circuito a intervenir, del tramo de la SED 04805A hasta la SED 04810A, involucra las subestaciones 16175A, 04811A, 21374A, 13365A, 04810A, 16107A, cuya distribución se muestra en la fig. 103 y que se encuentran conectadas según el diagrama unifilar de la fig. 104.

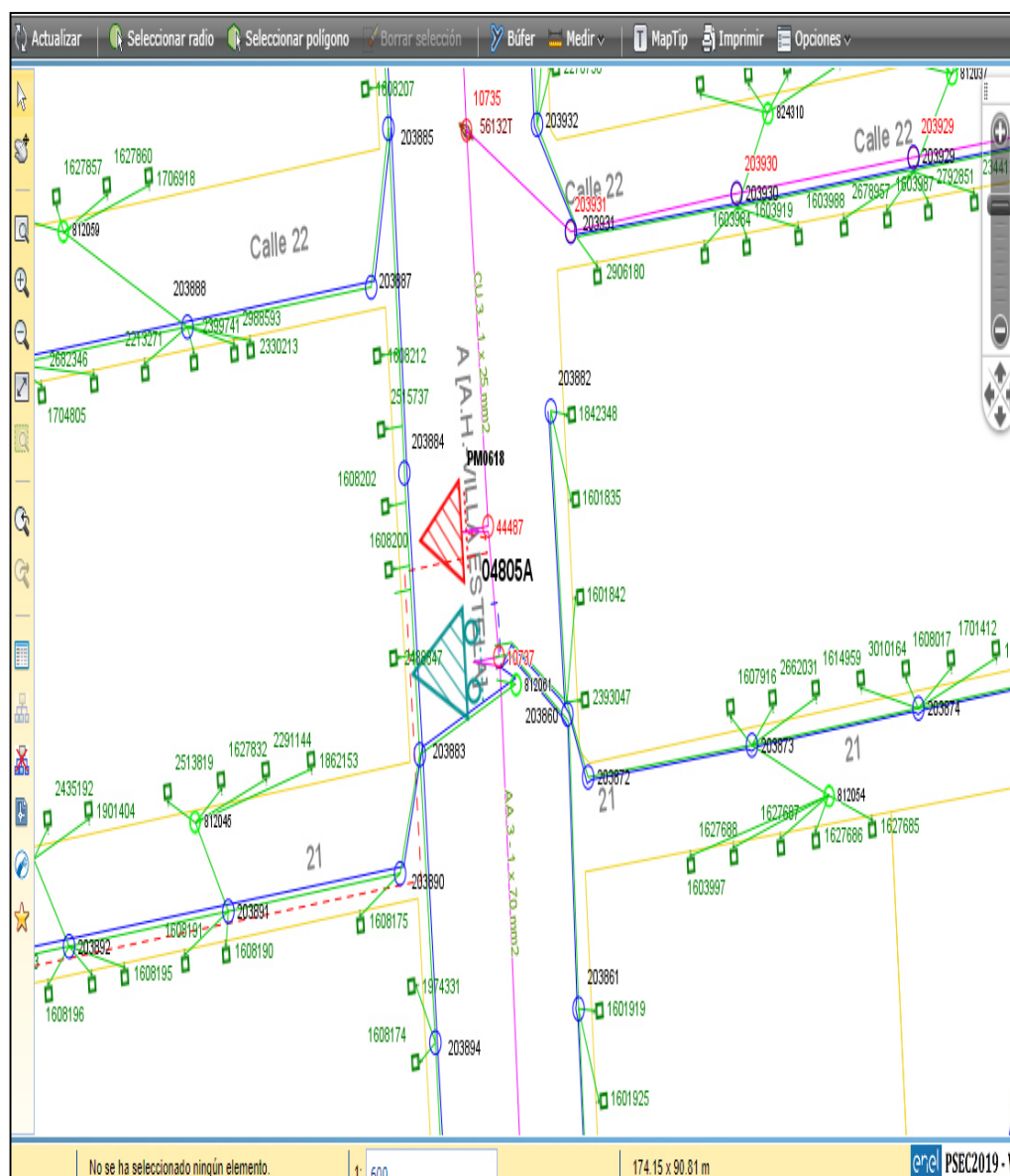


Figura 104. Ubicación georeferenciado de la SAB 04805^a. Fuente. Base de datos Enel Distribución Perú.



Figura 105. Condiciones encontradas en campo SAB 04805A. Fuente. Autoría propia.



Figura 106. Estado del transformador de la SAB 04805A. Fuente. Autoría propia.

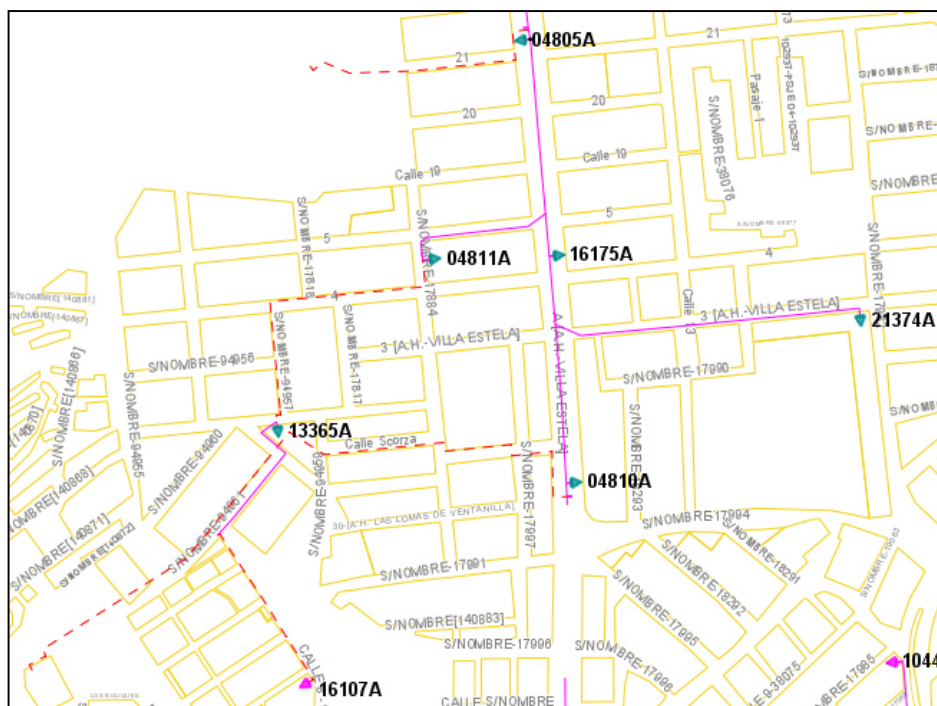


Figura 107. Ubicación georreferenciado del circuito a intervenir. Fuente. Base de datos Enel Distribución Perú.

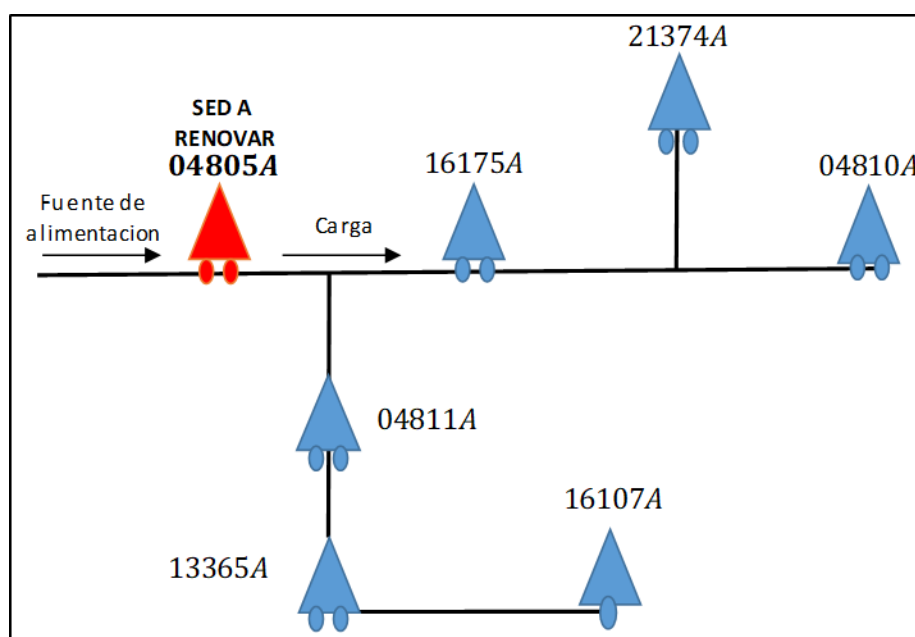


Figura 108. Esquema unifilar del circuito a intervenir. Fuente. Elaboración propia.

4.3.2 Aplicación del procedimiento para la renovación de la SED aérea.

Se realizarán trabajos en caliente tanto para la MT como para la BT.

4.3.2.1 Aplicación del procedimiento para los trabajos en MT. Se tendrá como base el procedimiento desarrollado en el apartado 4.6.1, siguiendo las etapas del cuadro 4.3.

Para el ejemplo aplicativo, se considerará la renovación SED 04805A similar al caso 3, por las condiciones encontradas en campo.

1. Se realiza la excavación de los hoyos y luego el izado de los postes MT en caliente con plataforma y ménsulas de concreto o madera, ver fig. 109 y fig. 110, el aislamiento de las líneas energizadas, ver fig. 111 y fig. 112 y la instalación de accesorios y puesta a tierra, ver fig. 113, fig. 114, fig. 115, fig. 116, fig. 117 y la reubicación de conductor de MT. En el lado de BT se dejará instalado y equipado el tablero de distribución con el cable de comunicación listo para ser conectado desde las barras en BT hacia la salida del transformador en lado de BT.



Figura 109. Preparación de los postes de MT. Fuente. Autoría propia.



Figura 110. Izamiento de poste con la grúa. Fuente. Autoría propia.



Figura 111. Aislando las líneas energizadas. Fuente. Autoría propia.



Figura 112. Operación de dos grúas para el aislamiento de las líneas. Fuente. Autoría propia.



Figura 113. Instalación en ménsulas de madera. Fuente. Autoría propia.



Figura 114. Instalación y sujeción del conductor en la grapa. Fuente. Autoría propia.



Figura 115. Instalación de puesta a tierra. Fuente. Autoría propia.



Figura 116. Instalación de varillas. Fuente. Autoría propia.



Figura 117. Instalación de planchas de cobre tipo J. Fuente. Autoría propia.

2. Se procede a vestir la SED nueva, que comprende, la instalación de cruceta de madera de 11 pies, instalación de seccionadores Cut-Out's, sistema de puesta a tierra de la SED, entre otros, todo en caliente, ver fig. 4.28, fig. 4.29, fig. 4.30 y fig. 4.31.



Figura 118. Instalación de seccionadores Cut-Out's. Fuente. Autoría propia.



Figura 119. Instalación de Sistema de Puesta a Tierra. Fuente. Autoría propia.



Figura 120. Instalación de sistema de puesta a Tierra en ménsulas. Fuente. Autoría propia.



Figura 121. Estructura con seccionadores y sistema de puesta a tierra. Fuente. Autoría propia.

3. Se instala el transformador nuevo o reciclado y se conecta con cable, desde los Bushing MT hacia los seccionadores Cut-Out's, ver fig. 122 y fig. 123.



Figura 122. Instalación del cable de comunicación. Fuente. Autoría propia.



Figura 123. Instalación de barra de trapecio. Fuente. Autoría propia.

4. Se energiza el transformador (conectando el cable de comunicación, desde los Cut-Out's hacia la barra en MT, fase por fase) y en el lado de BT, se conecta el cable de comunicación para tensionar el tablero de distribución, ver fig. 124 y fig. 125.



Figura 124. Conexión de Cable de comunicación desde los Cut-Out's hacia la barra MT, fase por fase. Fuente. Autoría propia.



Figura 125. Conexión de Cable de comunicación desde Cut-Out-s hacia barra MT terminada. Fuente. Autoría propia.



Figura 126. SED 04805A Renovado. Fuente: Autoría propia.

5. Se realiza el traslado de carga en BT, en caliente, de la SED antigua a la SED nueva.
6. Se desmantela la subestación antigua, primero se abren las llaves en BT, los seccionadores Cut-Out's en MT, luego se desconecta el cable de comunicación desde las barras en MT hacia los seccionadores Cut-Out's, y se retira el transformador antiguo, todo en caliente. En el lado de BT, se retira el cable de comunicación y tablero de distribución, después se retira la estructura de la SED, todo en caliente, ver fig. 4.37, fig. 4.38 y fig. 4.39, para finalmente dejar la SED 04805A completamente renovada, como se muestra en la fig. 126.

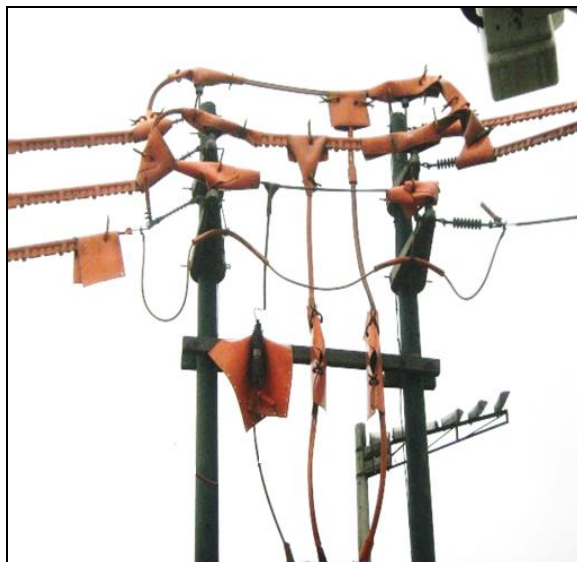


Figura 127. Barra y bajada listo para desconexión de cable de comunicación y retiro de transformador de SED antigua. Fuente. Autoría propia.



Figura 128. Retiro de Transformador antiguo de SED 04805A. Fuente. Autoría propia.



Figura 129. Colocando el transformador en el camión para su traslado. Fuente. Autoría propia.

4.3.2.2 Aplicación del procedimiento para los trabajos en BT. Una vez culminado los trabajos de instalación de la SAB proyectada, que incluye la instalación del transformador nuevo con el conexionado respectivo, hasta la energización de las barras en baja tensión, se procede a realizar el traslado de carga en BT, de la SED 04805A a la SED nueva.

Se realizarán los trabajos en la sección de BT, acorde con las etapas mostradas en el cuadro 4.4

1. Trabajos previos.

Se realizan los trabajos previos, como descarte de electrizaramiento en el tablero de distribución nuevo y excavación de zanja, donde se realizarán los empalmes para el traslado de carga de la SED antigua a la nueva, ver fig. 130 y fig. 131.



Figura 130. Tablero de distribución a nivel, de la SED. Fuente: Autoría propia.



Figura 131. Medición de ausencia de tensión de electrizamiento. Fuente. Autoría propia.

2. Verificación e identificación de los circuitos a intervenir.

Con el plano de trabajo y realizando la ejecución de Sondeos y calicatas, cuidados en trabajos de zanjas, número de circuito y tipos de cable a intervenir; se

ubicarán los tramos donde se realizará la instalación de las llaves puente y los empalmes, ver fig. 132, 133, 134 y 135.



Figura 132. Verificación de los circuitos a intervenir. Fuente. Autoría propia.

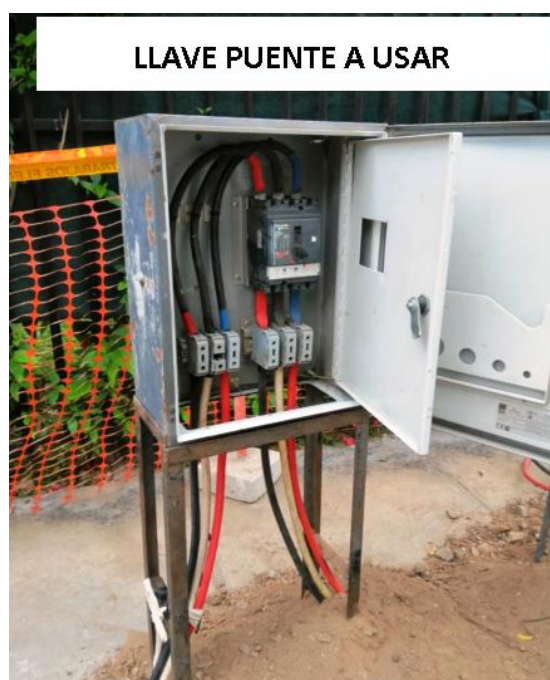


Figura 133. Tablero de llaves puente. Fuente. Autoría propia.

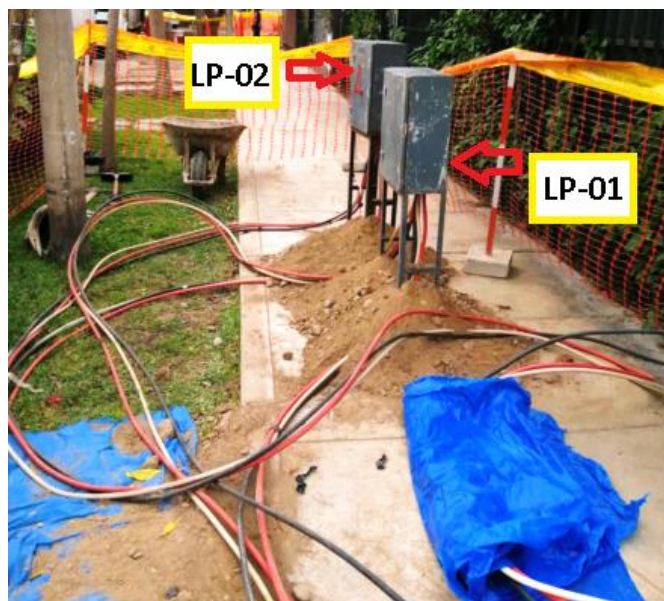


Figura 134. Montaje de llaves puente LP1 y LP2. Fuente. Autoría propia.

3. Medición de secuencia de fases y tensión.

Se mide en el tablero de distribución de la SED 4805A y de la nueva, la secuencia de fases y el nivel de tensión que se tiene en cada llave y en las barras. De la misma manera en las llaves puente LP-1 y LP-2, ver fig.135 y fig.136.



Figura 135. Tablero de distribución de la SED nueva. Fuente. Autoría propia.



Figura 136. Midiendo secuencia de fases y tensión en las Llaves Puente LP-1 y LP-2. Fuente. Autoría propia.

4. Instalación de las Llaves puente y el cable proyectado de la SED nueva.

Para la ejecución de los empalmes en derivación en las llaves puente y punta muerta de los cables que salen del tablero de la SED antigua 04805A, se debe tener en cuenta el cambio de cables de BT en caliente, se debe identificar la fase, luego medir tensiones $V=0$ y determinar la correspondencia para empalmar, ver fig. 137 y fig. 138.

c. Instalación de Llave Puente 1 (LP-1)

- Verificar la secuencia de fases señalada en el tramo a intervenir.
- Con la llave puente en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal (ET1) entre el cable de ingreso a LP-1 y el cable que se trasladará con la carga.
- Siempre con la llave puente en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal (ET2), entre el cable de salida de la LP-1 y el cable que se traslada con la carga, ver fig. 4.7.
- Antes de realizar la maniobra verificar electrificación de la LP-1 por seguridad.

d. Instalación de Llave Puente 2 (LP-2) y cable proyectado

- Verificar y señalar la secuencia de fases en el tramo a intervenir.

- Con uno de los extremos del cable proyectado aislado mediante una punta muerta temporal (PMT), realice el empalme definitivo (ED1), conectando el cable proyectado con el tramo de cable que asumirá la carga en la SED nueva.
- Con la LP-2 en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal (ET3), entre el cable de ingreso a la LP-2 y el cable proyectado.
- Siempre con la LP-2 en posición abierta y con el uso de perno partido, realizar el empalme temporal (ET2), entre el cable de salida de la LP-2 y el cable que tiene la carga a trasladar, ver fig. 4.7.
- Realizar la medición de parámetros eléctricos en redes de BT.
- Antes de realizar la maniobra verificar electrificación de la LP-2 por seguridad.



Figura 137. Instalación de llaves puentes (LP-1 y LP-2) para el traslado de carga. Fuente. Autoría propia.

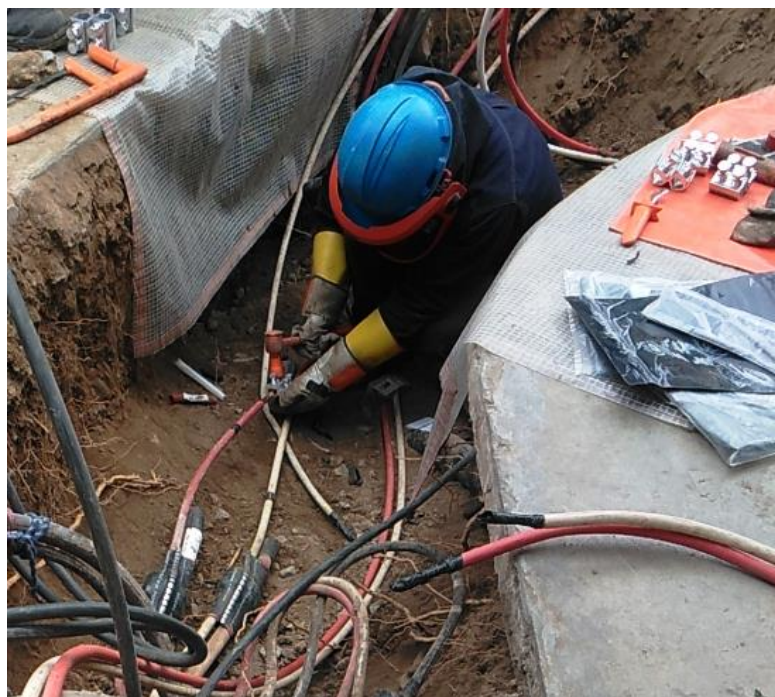


Figura 138. Ejecución de empalmes temporales para LP-1 y LP-2. Fuente. Autoría propia.

5. Medición de Secuencia de Fases y Tensión.

Colocar la tapa porta fusible en la LP-1 y LP-2, dichas tapas no deben contener fusibles y estar en la posición abierta.

La capacidad de los fusibles y la regulación del ITM debe ir de acuerdo a la carga a trasladar.

d. Operación en Llave puente 1 (LP-1)

- Cerrar la LP-1 (para el caso del interruptor realizar el cierre), verificar que la corriente circule por la LP- 1 y el tramo de la carga a trasladar, ver fig. 139 y fig. 140.
- Hacer punta muerta definitiva (PMD) en el tramo que viene de la SED antigua y el tramo de donde se trasladará la carga SED nueva.
- Una vez ejecutada la punta muerta definitiva (PMD), verificar la corriente y tensión de fase en el ingreso y salida de LP-1, ver fig. 138.

e. Corte menor a tres minutos

- Verificar la tensión al ingreso en la LP-1.

- Mantener LP-2 abierta, abrir LP-1 y retirar la tapa porta fusible de esta última (para el caso del interruptor, abrir el interruptor). Esto ocasionará un corte de servicio a los suministros a trasladar.
- Verificar que no exista tensión de retorno en la salida de LP-2, ver fig. 139. Si se verifica la existencia de tensión de retorno, se deberá notificar al supervisor o encargado de cuadrilla, quien deberá normalizar el circuito a la condición anterior hasta la subsanación; solo se debe proseguir, si se verifica que no existe tensión de retorno.



Figura 139. Realizando los empalmes de cable para llaves puente. Fuente. Autoría propia.

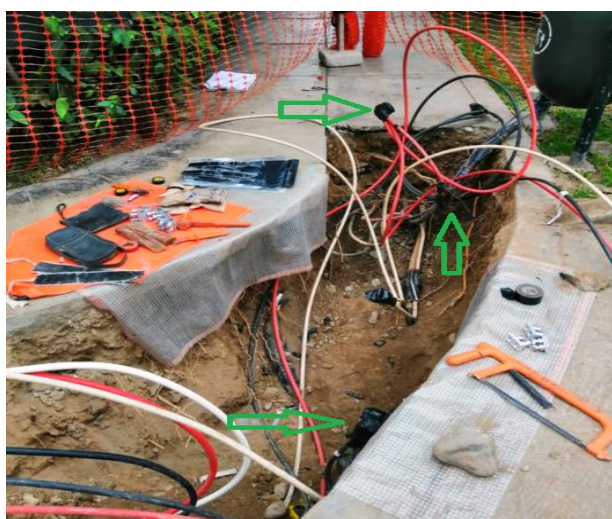


Figura 140. Empalmes provisionales terminados. Fuente. Autoría propia.

f. Operación en Llave puente 2 (LP-2)

- Si no existe tensión de retorno en el paso anterior, cerrar LP-2, verificar la corriente y tensiones de fase en el ingreso y salida de LP-2, ver fig. 141.
- Con el cierre de LP-2, la transferencia de carga se encuentra realizada, ver fig. 140.



Figura 141. Poniendo en operación la llave puente 2. Fuente. Autoría propia.

6. Traslado de carga definitivo y retiro de empalmes temporales.

Una vez realizada la transferencia de carga, verificar la secuencia de fases en el suministro de referencia, medido antes de realizar los trabajos (no debe haber variado), ver fig. 142, fig. 143.

- Retirar la punta muerta provisional del cable proyectado y realizar el empalme definitivo (ED2) con el tramo de la carga a trasladar, ver fig. 4.11 y fig. 144.
- Abrir LP-2 y retirar la tapa porta fusible.
- Retirar los empalmes y conexiones temporales, ver fig. 142 y fig. 145.
- Recuperar el aislamiento de los cables, donde se instalaron los conectores tipo perno partido.



Figura 142. Vista que muestra la llave puente LP-1. Fuente. Autoría propia



Figura 143. Empalme definitivo del cable proyectado. Fuente. Autoría propia.



Figura 144. Empalmes de alimentación a la SAB nueva y puntas muertas de SED antigua. Fuente. Autoría propia.



Figura 145. Vista de las puntas muertas retiradas y carga conectada. Fuente. Autoría propia.

4.3.3 Conclusiones

Con el nuevo procedimiento desarrollado en la presente tesis se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 1) El procedimiento propuesto es beneficioso, tanto para la empresa ENEL, como para los clientes; además cabe anotar, que actualmente se está aplicando como proyecto piloto, ya que ha cumplido con los objetivos propuestos y está listo para ser utilizado como procedimiento general.
- 2) El contraste permitió demostrar que, la renovación de SED aérea sin interrumpir el servicio (renovación en caliente), a través del método a contacto, resultó ser la alternativa más conveniente, comparado con la renovación de SED aérea con interrupción de servicio, ahorrándose un promedio **S/. 43,159.01** por año, lo que representa el 83%.

- 3) Al considerar la alternativa 1, se concluye que se tiene un impacto significativo en los indicadores SAIFI, SAIDI, ENS y Compensaciones, debido a que se logra continuidad en el servicio de suministro.
- 4) Las renovaciones de SED aéreas, en las redes de distribución en caliente, son una garantía social de criterios como:
 - El alumbrado publico y domestico tienen beneficios económicos en la iluminación
 - Funcionamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
 - Funcionamiento de las maquinarias, equipos y herramientas a nivel económico productivo.
 - Funcionamiento en el proceso de la distribución y del sistema de comercialización.
- 5) Las actividades de renovación de SED's aéreas en caliente y las mismas instalaciones de redes de distribución, no generan ningún impacto negativo en el medio físico (suelo, aire y agua), medio biológico (flora y fauna), medio social, cultural, paisaje y otros aspectos del medio ambiente; cumpliendo, de esta manera, con lo establecido en la Ley de Concesiones Eléctricas (D.L. N° 25844), artículo N° 9.
- 6) El procedimiento planteado en la presente tesis, contiene la convocatoria, selección y capacitación de personal profesional calificado, para trabajar con líneas energizadas, incluyendo, además, la adquisición de los equipos y herramientas a usar, adecuados para éste propósito; así como también, el conocimiento e implementación de las reglas y procedimientos de seguridad y control.

CAPÍTULO V

RECOMENDACIONES

- 1) Para brindar mayor continuidad en el servicio de suministro de energía, las empresas del subsector eléctrico, en este caso, de distribución, deben realizar mayor cantidad de trabajos de mantenimiento en redes eléctricas energizadas; adquiriendo equipos y brindando la capacitación adecuada a su personal, para este propósito; desde luego tomando en cuenta estándares nacionales e internacionales.
- 2) Se puede resaltar que los resultados del presente estudio, se presenten y expongan a compañías que también ofrecer servicios de suministro y mantenimiento de distribución de energía con redes eléctricas de media y baja tensión, ya sea en concesionarios como en contratistas; esto, por ser una opción viable, segura y rentable, ya que garantiza la continuidad del servicio eléctrico y, por ende, ofrecer un servicio de mayor calidad.
- 3) En la actualidad, el país no cuenta con una normatividad bastante detallada, acerca de los trabajos en redes eléctricas con tensión, solo cuenta con una descripción general en el RESESATE título VI, en el artículo 36. Cabe anotar que, en comparación con otros países de la región, nuestro país tiene mucho por mejorar en cuanto al sistema normativo.
- 4) Las compañías del rubro eléctrico, deben agregar en su organigrama, el mantenimiento preventivo con tensión, que sea una estrategia y política de la empresa, para que la empresa tenga un servicio de alta calidad; de esta manera, la presente propuesta técnica y económica pase a ser una propuesta política y estratégica de la compañía. Para ello debe haber mayor legislación en cuanto a este tipo de trabajos, debido a que en muchos casos se realizan diferentes procedimientos, pero el que nos ocupa, no se realiza por ser poco común en el sub sector eléctrico.

- 5) Se recomienda realizar mayor cantidad de trabajos en caliente debido a que no es necesario operar o maniobrar equipos de desconexión o de corte, lo que implica la prolongación de su vida útil.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

- Ascensio, Y. (2019). *Equipamiento de subestaciones de distribución*. (Tecsop). Lima: Editorial Propia.
- Ayala, J. (2006). *Seguridad en el manejo de energía eléctrica, Línea Viva*. Santander: Universidad Industrial de Santander.
- Caldas, P. (2018). *Ensayo de trabajos sin tensión y trabajo con tensión*. Institución Universitaria Antonio José Camacho.
- Catálogo de productos – Incable (2020). Extraído de: <http://www.incable.com/producto?id=3>
- Conector de derivación / compresión Tipo H- Electro Castillo Company. (2020). Extraído de: <http://electrocastillo.com/ferreteria/conector-de-derivacion-compresion-tipo-h/>
- Conector Tipo G-Global Electric Solar (2020). Extraído de: <https://globalelectricsolar.com.pe/conector-tipo-g/>
- Departamento de PRL del Excmo. Ayuntamiento de Vélez. (1919). *Instrucción técnica “Instrucciones técnicas de prevención, para la realización de trabajos, en proximidad de elementos en tensión*. (Versión 01). Málaga España.
- Detalle del producto – Promotores Eléctricos S.A. – Promelsa (2020). Extraído de: <http://www.promelsa.com.pe/productos>
- El cobre como conductor eléctrico-ionizado-bloggert. (2020). Extraído de: <http://ionizado.blogspot.com/2010/11/el-cobre-como-conductor-electrico.html>
- Empresa Distribuidora del Pacífico. (2015). *Manual de mantenimiento para redes de alta, media y baja tensión*, versión 1. Choco: Editorial Propia.
- ENEL. (2017-2018). *Memoria Anual*. (Publicación). Lima: Editorial Propia.
- Equipos y tecnologías para redes de electricidad, de agua y de gas. (2020). Extraído de: <http://www.myeel.com.ar/producto/Seccionalizador>

- Farzaneh, M. and Chisholm, W. (2005). *Insulators for Icing and Polluted Environments, Series*. Editorial IEEE.
- Hernández, S. y Martínez, A. (2009). *Influencia de la Humedad y Contaminación Sobre aisladores EPDM, siliconados*. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. (2001). *Evaluación de las condiciones de trabajo, Carga postural*. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). (NTP 601). Lima Perú.
- Instituto Tecnológico Privado TECSUP. (2006). *Redes de distribución Eléctrica UND I*. (Curso de capacitación). Lima: Editorial Propia.
- Instituto Tecnológico Privado TECSUP. (2006). *Redes de distribución Eléctrica UND III*. (Curso de capacitación). Lima: Editorial Propia.
- Kuffel, E., Zaengl, W., and Kuffel, J. (2000). *High Voltage Engineering, Fundamentals* - 2nd ed. London.
- Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Electricidad. (1989). *Normas de Conductores Eléctricos para distribución aérea*. (R.D. N° 124-89-EM/DG 1989.08.23). Lima: Editorial Propia.
- Método de trabajo a distancias en líneas energizadas. (2020). <https://www.flickr.com/photos/cnfl/13470614655/in/photostream/>
- Método de trabajo a contacto en líneas energizadas. (2020). Extraído de: <https://www.flickr.com/photos/cnfl/13539538213>
- Ministerio de Energía y Minas. (2001). *Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad*. (Resolución Ministerial N° 263-2001-EM/VME). Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2001). *Código Nacional de Electricidad, normas de suministro*. (Resolución Ministerial N° 366-2001- EM/VME). Lima Perú.
- Ministerio de Energía y Minas. (1997). *Norma técnica de calidad de servicios eléctricos*. (Decreto Supremo N° 020-97-EM, título sexto, Calidad de Suministro). Lima Perú.
- OSINERGMIN. (2019). *Código Nacional de Electricidad*. (Ley y Reglamento). Lima Perú: Editorial Propia.
- OSINERGMIN. (2019). *Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento*. (Ley y Reglamento). Lima Perú: Editorial Propia.

- OSINERGMIN. (2018). *Norma Técnica de Calidad de Servicios Eléctricos*. (NTCSE). (Ley y Reglamento). Lima Perú: Editorial Propia.
- Padilla, D. (2019). *Análisis IPER para trabajos con tensión*. Lima: Publicaciones UDOCZ.
- Padilla, D. (2019). *Planificación de una actividad de TCT – IPER*. Lima Perú: Publicaciones UDOCZ.
- Padilla, D. (2019). *Pruebas y ensayos para elementos de protección personal en TCT*. Lima Perú: Publicaciones UDOCZ.
- Padilla, D. (2019). *Costo beneficio de los trabajos con tensión*. Lima Perú: Publicaciones UDOCZ.
- Rodríguez, M. (2016). *Transformadores*. Universidad de Cantabria.
- Saune, S. (2017). *Optimización de los indicadores de calidad de suministro con mantenimiento de líneas energizadas en los alimentadores de media tensión en la ciudad de Trujillo*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Seguridad en los trabajos eléctricos (2020). Extraído de: <https://www.tuveras.com/seguridad/trabajos/seguridad.htm>
- Subestaciones y tableros de distribución eléctrica. (2020). Extraído de: http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/subestaciones_y_tableros_de_distribuci%C3%B3n.pdf
- Trabajos Eléctricos y Seguridad Eléctrica. (2020). Extraído de: <https://es.slideshare.net/mariaprv/clase-seguridad-electrica-tec-altten>
- Valencia, J. (2014). *Metodologías Para trabajos en Redes Eléctricas Energizadas*. Universidad Autónoma de Occidente.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

ANEXO 1: COMPONENTES DEL PROCEDIMIENTO PRSC.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Riesgos	Seguridad: Quemaduras y Electrocutión por: • Relámpago de Arco <i>por corto circuito entre fases</i> • Descarga eléctrica Traumatismos / Contusiones por: • Golpes • Caída de objetos y herramientas. • Caídas, resbalones a nivel del suelo. • Caída de trabajador al realizar trabajos en altura • Caídas por falta de orden y limpieza. • Hostilidad personas violentas • Volcadura, atropello, colisión. • Ingreso de Terceros. Heridas por: • Cortes con herramientas punzo cortantes • Aplastamiento por manipulación de carga (cables, equipos y herramientas) Salud: • Enfermedades osteomusculares por movimientos repetitivos, posturas forzadas y sobre esfuerzo • Daños a la piel por exposición a radiación solar • Mordedura por animales agresivos – Enfermedades infecciosas (rabia)
Aspectos Ambientales	Generación de residuos.
Tiempo de ejecución	9 horas
Integrantes de cuadrilla	01 Supervisor de cuadrilla o encargado, 03 operarios linieros, 2 ayudantes, 02 conductor/ayudante.

EPP	Casco dieléctrico clase E, barbiquejo $\geq 20 \text{ cal/cm}^2$. Cubre nuca $\geq 20 \text{ cal/cm}^2$. Anteojos de protección visual. Kit de protección facial contra Relámpago de arco $\geq 8 \text{ cal/cm}^2$ (Careta y soporte). Ropa de protección contra Relámpago de arco $\geq 20 \text{ cal/cm}^2$ (Traje, Careta y Balaclava). Respirador para polvo, humos metálicos. Guantes dieléctricos clase 0 Guantes dieléctricos clase 2 Guantes dieléctricos clase 3 (solo cuando se trabaje en redes de 22.9kV). Guantes protectores de cuero. Equipo de protección contra caídas (arnés, línea de vida, bloque retráctil, eslinga de anclaje, estrobos), según el procedimiento TS-PO-PO-002, Escalamiento de estructura BT-MT. Botines Dieléctricos
Equipos Instrumentos Herramientas	Tranquera de señalización, parantes con malla Multímetro digital (voltímetro, amperímetro). Maleta de herramientas. Secuencímetro. 02 seccionador portafusible "llave" tipo horizontal 250A o interruptor tripolar 400/630A. 09 fusibles NH1, 250A (o según la carga a trasladar) 12 Pernos partido de bronce para cable de 120mm^2
Tipo de supervisión	Parcial: En trabajos previos (sondeo, identificación señalización). Permanente: Izado de estructura SED nueva, traslado de red MT de SED antigua a nueva, instalación de Transformador nuevo, retiro de transformador y estructura de SED antigua, en mediciones en tablero BT, empalmes y secuencia de apertura y cierre de llaves puente.
Entrenamientos de tarea	• Habilitación como liniero operativo en líneas energizadas MT. • Entrenamiento en ejecución de empalme subterráneo • Entrenamiento en ejecución de empalme aéreo con prensa hidráulica en redes MT y BT. • Identificación y conservación de secuencia de fases • Identificación de cables BT y conductor aéreo MT. • Escalamiento de estructuras. • Medición de parámetros eléctricos.
Departamentos que ejecutan la tarea	Personal contratado por empresa proveedora de servicios.

ANEXO 2: LISTA DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE TRABAJO

Fecha _____

N°	Elementos de Protección	Requiere para la actividad	Tiene		Debe Tener		Estado		Observaciones
			Si	No	Si	No	B	M	
1	Casco dieléctrico clase "E"								
2	Barbiquejo o carrilera <i>contra relámpago</i> $\geq 20 \text{ cal/cm}^2$								
3	Lentes de Seguridad (claros/negros) <i>con protección UV</i>								
4	Pantalla facial <i>Contra relámpago de arco</i> $\geq 20 \text{ Cal/cm}^2$								
5	Bolsa protectora para casco y pantalla facial								
6	<i>Balaclava contra relámpago</i> $\geq 20 \text{ cal/cm}^2$								
7	<i>Cubrenuca contra relámpago</i> $\geq 20 \text{ cal/cm}^2$								
8	Mascarilla para Polvo y/o Humos metálicos								
9	Protectores auditivos								
10	Guantes Dieléctricos clase 0								
11	Guantes Dieléctricos clase 2								
12	Guantes Dieléctricos clase 3								
13	Guantes de hilo								
14	Guantes de cuero liviano (badana)								
15	Guantes de cuero Pesado								
16	Bolsa para guantes								
17	Camisa <i>Contra relámpago de arco</i> $\geq 8 \text{ cal/cm}^2$.								
18	Pantalón <i>Contra relámpago de arco</i> $\geq 8 \text{ cal/cm}^2$.								
19	Camisa <i>Contra relámpago de arco</i> $\geq 20 \text{ cal/cm}^2$.								
20	Pantalón <i>Contra relámpago de arco</i> $\geq 20 \text{ cal/cm}^2$.								
21	Botines con planta dieléctrica								
22	Tranqueras de señalización								
23	<i>Kit para escalamiento de estructura BT-MT</i>								
N°	Elementos de Protección	Requiere para la actividad	Tiene		Debe Tener		Estado		Observaciones
			Si	No	Si	No	B	M	
1	Juego de dados aislados								
2	Juego de desarmadores aislados								
3	Alicate de corte aislado								
4	Alicate universal aislado								
5	Alicate pico de loro aislado								
6	Arco de Sierra aislado								
7	Cizalla de corte aislado								
8	Llave francesa aislada								
9	<i>Bobina de flujo electromagnético</i>								
10	Prensa mecánica o Hidráulica								
11	Pernos partidos								
12	Manta y/o alfombra aislada								
13	Separador de fase								
14	Protector de cable tipo capuchón								
15	Protectores olic -0-3000								
N°	Elementos de Protección	Requiere para la actividad	Tiene		Debe Tener		Estado		Observaciones
			Si	No	Si	No	B	M	

1	Llave puente							
2	Multímetro digital (<i>voltímetro,</i> <i>amperímetro</i>)							
3	Pinza flexible							
	Secuencímetro							

Técnico Inspector _____ ID/caso _____

ANEXO 3: ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

ID	ABREVIATURA	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	SÍMBOLO
1	SED	<i>Subestación Eléctrica de Distribución</i>	Es una instalación destinada a modificar y establecer los niveles de tensión de una infraestructura eléctrica, para facilitar el transporte y distribución de la energía eléctrica.	
	LP-1	<i>Seccionador portafusible "llave" horizontal o interruptor termomagnético (ITM)</i>	Tiene dos funciones, la primera es mantener la continuidad del servicio eléctrico durante la ejecución de la punta muerta y la segunda es realizar el seccionamiento del tramo con la carga a trasladar.	
2	LP-2	<i>Seccionador portafusible "llave" horizontal o interruptor termomagnético (ITM)</i>	Tiene dos funciones, la primera es realizar la conexión rápida de la carga a trasladar y la segunda es mantener la continuidad del servicio eléctrico durante la instalación del tramo proyectado.	
5	P.M.D.	Punta Muerta Definitiva	Aislar eléctricamente el conductor del cable de forma definitiva.	
6	P.M.T.	Punta Muerta Temporal	Aislar eléctricamente el conductor del cable de forma temporal.	
7	E.D1-2	Empalme Definitivo uno y dos	Brinda el aislamiento definitivo de las conexiones realizadas.	
8	E.T.1,2 y 3	Empalme Temporal tipo olic uno, dos y tres	Brinda el aislamiento temporal de los pernos partidos.	
9	T.P.	Tramo Proyectado	Trasladar carga de forma temporal mediante los empalmes temporales y definitivo luego de realizar los empalmes definitivos.	
14	I	Recorrido del flujo de corriente	-	
15	-	Voltímetro	Medir tensión de línea o fase	
16	-	Secuencímetro	Medir secuencia de fases	
17	-	Pinza amperimétrica	Medir corriente por fase	

ANEXO 4: DOCUMENTACIÓN NECESARIA

4.1 CONTROL PREVENTIVO, LISTA DE AUTOCHEQUEO

		CONTROL PREVENTIVO Lista de autochequeo de trabajos con Electricidad		N° 023060 Fecha: 05-03-18									
DELEGACIÓN: 9117		ACTIVIDAD: Trabajos en Tensión											
OPERARIO: 1. Víctor Martínez Sotus 2. Carlos Cantero David 3. Gonzalo Moreno Elru		AREA: TET											
Campo a verificar al inicio de la jornada (en la base)													
PROTECCIONES INDIVIDUALES Y ESPECIFICAS	DISPONIBLE (SÍ/NO/NA)	ESTADO (BIEN, MAL)	MEDIOS DE TRABAJO	DISPONIBLE (SÍ/NO/NA)	ESTADO (BIEN, MAL)								
Casco dieléctrico con barbiquejo	SI	B	Escalera embonable (revisión)	NO									
Botín dieléctrico	SI	B	Escalera de 28 pasos (revisión)	NO									
Botas caña alta: Jefe ☐ Dielect. ☐	NO		Conos y sujetadores de mallas	SI	B								
Lentes de seguridad	SI	B	Medio de comunicación	SI	B								
Guantes de hilo	SI	B	Herramientas aisladas	SI	B								
Guantes: Dieléctricos ☐	SI	B	Mantas aislantes	SI	B								
Guantes: Cuero Liv. ☒ Cuero Ref. ☐	SI	B	Revelador de Tensión BT/MT	SI	B								
Guantes de badana: BT ☐ MT ☒	SI	B	Load Buster	NA									
Careta de Protección facial	SI	B	Secuencímetro	SI	B								
Mangas dieléctricas	SI	B	Pinza Volt Amperimétrica	SI	B								
Capucha ignífuga	SI	B	Prensa Hidráulica	SI	B								
Chaleco reflectante	SI	B	Pértigas: 8 cps ☒ 5 cps ☐ 1 cp ☐	SI	B								
Tapones u orejeras	NA		Fotocheck	SI	B								
Uniforme: Algodón ☒ Ignífugo ☐	SI	B	Condiciones Normales de Salud	SI	B								
Respirador: Polvo ☐ Gases ☐	NA		Licencia de conducir	SI	B								
Sistema anticaídas:			Vehículo: Placa.....										
Arnés anticaídas	SI	B	Año de fabricación:										
Soga de Nylon de 1/2 pulgada x 25 metros (Fijación al poste)	NO		Botiquín	SI	B								
Soga estática de 11 mm (25 mts.)	NO		Extintor	SI	B								
Estrobo de posicionamiento	NO		Gata	SI	B								
Freno de Cuerda (Grip ó Asap)	NO		Señalización vehicular	SI	B								
Línea de Vida c/absorvedor imp.	SI	B	Soat	SI	B								
Sistema de Rescate (Gri Gri)	NO		Revisión técnica	SI	B								
Mosquetón de cierre automático	NO		Llanta de repuesto	SI	B								
Bloque retráctil	NO		Logotipo	SI	B								
Anclaje Tie off, polea 2"	NO		Orden y Limpieza	SI	B								
A verificar antes de la ejecución de cada orden de servicio													
ORDEN:	TIPO DE ORDEN:	DIRECCIÓN:											
1. Delimitación de la zona de trabajo: Conos con cuerdas, sujetadores de malla, guarda cámaras, etc. 2. Condiciones del entorno (Interferencia con terceros, climatología, etc) 3. Trabajo en proximidad con energía eléctrica: Fuente: Osinergmin													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>TENSION NOMINAL</th> <th>DMS (Distancias mínima de Seguridad)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60 KVA (Alta Tensión)</td> <td>3.60 metros</td> </tr> <tr> <td>10 KVA (Media Tensión)</td> <td>1.80 metros</td> </tr> <tr> <td>220 Voltios (Baja Tensión)</td> <td>0.60 metros</td> </tr> </tbody> </table>						TENSION NOMINAL	DMS (Distancias mínima de Seguridad)	60 KVA (Alta Tensión)	3.60 metros	10 KVA (Media Tensión)	1.80 metros	220 Voltios (Baja Tensión)	0.60 metros
TENSION NOMINAL	DMS (Distancias mínima de Seguridad)												
60 KVA (Alta Tensión)	3.60 metros												
10 KVA (Media Tensión)	1.80 metros												
220 Voltios (Baja Tensión)	0.60 metros												
Nota: Considerar la DMS desde el conductor energizado hasta el primer punto de contacto (Cabeza, mano, brazo, hombro, etc.)													
4. Trabajo en altura: - Escaleras (zapatas, estado de peldaños, largueros, revisión, atado correcto...) - Sistema anticaída (arnés anticaídas, cuerda semiestática, estrobo, grip, línea de vida...)													
5. Cinco reglas de oro: Corte efectivo de fuentes de tensión ☐ ; Bloqueo de los aparatos corte ☐ ; Verificar ausencia tensión ☐ ; Puesta a tierra y en corto circuito ☐ ; Señalización de la Zona de trabajo ☐													
6. Autorización para ingreso a circuito: Boleta de Liberación ☐ ; Tarjeta de Seguridad Personal ☐ ; Clave de Maniobra ☒													
7. Identificación de los riesgos de la tarea / Ejecución de Charla Pre Operacional													
DOCUMENTACION													
1. Procedimientos de trabajo: AST's y Asg's SI													
2. Orden de trabajo vigente. SI													
3. Previsto vigente (Caso Obras)													
4. Línea a tierra temporaria SI PUESTO A TIERRA DE EMERGENCIA													
5. Póliza SCTR: Salud y pensión. SI													
6. Protocolo de guantes dieléctricos vigente. SI													
7. Planos del punto de trabajo a intervenir y/o Guías de las instalaciones vigentes SI													

4.2 CHARLA PRE-POST OPERACIONAL DE SEGURIDAD

CHARLA PRE POST OPERACIONAL DE SEGURIDAD				Nº 133102
NOMBRE EMPRESA: COBISA PERU S.A. - AST-UE 005				Clave: SI 026
SUPERVISOR Y/O RESPONSABLE DE TRABAJO: ARMANDO HOLGUIN CH.				
INSPECTOR ENEL: ING. RAFAELINO SALDANA NODOFO				
TITULO DEL TRABAJO: APROYECIONADO POSTE MT.				
INSTALACION O EQUIPO: AL-0104-0460SA-PM.0618				
LUGAR: Av. Los Huancabambas			Fecha: 05/03/18	Hora: 14:00
ANTES DE REALIZAR LOS TRABAJOS ASIGNADOS VERIFICAR Y REALIZAR LO SIGUIENTE:				
☒ Charla Pre Operacional, reconociendo previamente con toda la cuadrilla la zona de trabajo. Identificar los peligros y evaluar los riesgos, estableciendo las medidas de control vinculadas. ☒ Revisar que los EPP, herramientas y equipos de trabajos se encuentren en buen estado de conservación. ☒ El supervisor tendrá a mano y verificará que el personal a intervenir conozca las OT, AST'S y/o ASG'S de las actividades a ejecutarse. ☒ Cumplir rigurosamente las 5 REGLAS DE ORO de Seguridad				
Peligros/Riesgos de trabajo a ejecutarse:		Medidas de Control del Riesgo		
Trabajos en altura nivel (Caida de Personal)		Inspecciones previas del Establecimiento base de poste, Red Area MT. Señalizan Zona Trabajo		
Trabajos a distinto nivel (Caida de Personal)		Uso de Arnes I-80 M. Sujetase a Auto Fijador		
Trabajos en altura, con Herramientas,		Cesta. Arroyo y desahucio por personas Vanionilla		
Apoyables y/o Caida de Objetos		Uso casco protección personal frente de zona		
Trabajos a gran altura, Choques golpes		De influencia bombesales a zona de Cesta		
Movimiento de maquinaria (Atropello)		Están concertados en cada actividad		
Elementos y/o superficie punzo cortante		Están atento al movimiento de barricada		
Desmembramiento de partes, curvas, proyecciones		Uso de gafas, y casco con careta facial		
Proyección sobre superficies de deformación		Uso de guantes de protección		
Tráfico de vehículos choques atropello		Cumplir normas de tránsito Highway a defensiva		
Trabajos en tensión contacto directo		Uso de EPP. Equipos de protección de línea		
Inductivo arco eléctrico		Power a tierra la barricada personal a intervenir están concertados (Casi)		
RIESGO IDENTIFICADO				
☒ Caída de personas al mismo nivel	☐ Desprendido, desplomes y derumb	☒ Atrapamiento	☒ Contacto eléctrico	☐ Carga física y sobreesfuerzo
☒ Caída de personas a distinto nivel	☒ Choques y golpes	☒ Cortes	☐ Maq. autom. y vehic. (en centro de trabajo)	☒ Agresión de seres vivos
☒ Caída de objetos	☐ Riesgo de explosión	☒ Proyecciones	☐ Ruido	☐ Sobrecarga térmica
☐ Contacto térmico	☐ Radiación ionizante	☒ Radiación no ionizante	☐ Espacio confinado	☐ Agentes químicos
☐ Vibraciones	☐ Agentes biológicos	☒ Tráfico (fuera del centro de trabajo)	☐ Iluminación	☐ otros
ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS		MEDIDAS PARA CONTROLAR EL IMPACTO		
☐ Residuos peligrosos (Derrame de aceite, Partículas de Asbesto) ☐ Poda de árboles ☒ Desmontes varios y residuos en general ☐ Ruido excesivo		Instructivo operativo URB.		
QUE HACER EN CASO DE ACCIDENTES				
Brindar primeros auxilios al accidentado; comunicar inmediatamente a la Central de Seguridad de ENEL Cel.: 969820041; trasladar al accidentado a un centro médico asistencial.				
PARTICIPANTES				
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	FIRMA	
1	Manuel Fernandez Joran	Cond. Ay.	[Firma]	
2	Cedus Santos Doria	cond. Ay.	[Firma]	
3	Vicktorio Gardiner Santos	OP. TET	[Firma]	
4	Zonilla Huanca Ecu	OP. TET	[Firma]	
5				
6				
7				
8				
FIRMA DEL SUPERVISOR O RESPONSABLE DE TRABAJO Armando Holguin Ch.				

4.3 FORMATO DE INSPECCIÓN PREVIA.

cobra		FORMATO DE INSPECCIÓN PREVIA TRABAJOS CON LÍNEAS ENERGIZADAS		OT-65898							
EJECUTADO POR	FERNANDO REYES	FIRMA:		FECHA:	27/12/2017						
COORDINADOR / SUP. CAMPO	ENRIQUE QUINTANA	FIRMA COORD / SUP. CAMPO:									
DATOS DEL SOLICITANTE											
SECTOR	MANTENIMIENTO	INSPECTOR	WALTER CANCHANYA	FIRMA:							
DATOS DEL TRABAJO											
AUMENTADOR	J-01	TRABAJO A EJECUTAR	TIEMPO ESTIMADO (hh:mm)								
CIRCUITO	03213A	CAMBIO DE MENSULAS ASIMÉTRICAS CORROIDAS POR CRUCETAS DE MADERA E INSTALACIÓN DE DIAGONAL EN CRUCETA DE INCLINADA EN ESTRUCTURA SAB 03213A, SO WEB ID 22903	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CUADRELLA</th> <th>CANTIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LIVIANA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PESADA</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>			CUADRELLA	CANTIDAD	LIVIANA		PESADA	1
CUADRELLA	CANTIDAD										
LIVIANA											
PESADA	1										
DIRECCIÓN	S.J.L.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>BUENO</th> <th>CORROÍDO</th> <th>OTRO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			BUENO	CORROÍDO	OTRO				
BUENO	CORROÍDO	OTRO									
DISTRITO	S.J.L.	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ACCESIBLE</th> <th>ZANJA</th> <th>DELINCUENCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			ACCESIBLE	ZANJA	DELINCUENCIA	X			
ACCESIBLE	ZANJA	DELINCUENCIA									
X											
DESARROLLO DEL TRABAJO (ESPECIFICAR LO MÁS RELEVANTE) AS-1/UE-012 Instalación Retiro de crucetas y mensulas TENER EN CUENTA LAS ETAPAS DE TRABAJO: PREPARACIÓN IDENTIFICACIÓN Y COORDINACIÓN LA EJECUCIÓN Y LA CULMINACIÓN MANTENER PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DEL TRABAJO											
RIESGOS ASOCIADOS CONTACTO ENTRE LAS FASES DURANTE EL TRABAJO TRÁFICO MODERADO CAÍDA DE OBJETOS DURANTE LA EJECUCIÓN DEL TRABAJO CAÍDA A L.M.E.O. NIVEL											
MEDIDAS DE CONTROL INSTALAR CUBIERTAS MANTAS, PROTECCIONES RESIDAS ETC. REALIZAR UNA ADECUADA SEÑALIZACIÓN ESTAR FUERA DEL RAYO DE ACCIÓN, ESTAR LUCIDOS ATENTOS USAR CINTAS ESTAR ATENTOS											
MATERIALES A UTILIZAR											
DESCRIPCIÓN		CANTIDAD		DESCRIPCIÓN							
COMENTARIOS Y OBSERVACIONES											
MENSULA CORROÍDA ASIMÉTRICA CORROÍDA GRADO 2 EN SAB 03213A, CONDUCTOR DE AL											
RECOMENDACIONES PARA INSPECCIONAR uso de binoculares y cámara digital con zoom óptico (no zoom digital), de ser necesario brazo hidráulico y termopunto Postes/estructura: verificar, corrosión, cimentación, retenidas, inclinación, Conductores: verificar tipo, calibre, empalmes, hebras rotas, disposición, separación entre fases, DMS: verificar a otros cables BT/MT/comunicaciones, a edificaciones, a letreros, árboles Ferretería: verificar corrosión, estado, Terreno: verificar accesibilidad, inclinación del terreno, zanjas u canal de regadío con flujo, delincuencia, animales, insectos											

Plano de ubicación de las subestaciones



Fotos de la subestación y redes eléctricas que serán intervenidas.



4.4 ORDEN DE TRABAJO.

ORDEN DE TRABAJO ASIGNADO A CONTRATISTA		Nº	OT 67196			
(En cumplimiento del artículo 27º inciso c) del Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo con Electricidad (R.M Nº 111-2013-MEM/DM))						
A. SOLICITANTE (ENEL)						
CECO EJECUTOR	ED3410	Departamento Mantenimiento Distribución	OT RELACIONADA			
CECO RESPONSABLE	ED3180	Sección Proyectos Distribución	SEMANA Nº			
SERVICIO	S200001154; -16,2		FECHA REGISTRO OT			
ELEM. PEP - ORDEN	D00256137-500000820322		FECHA INICIO TRABAJO			
DISTRITO	VENTANILLA		FECHA FIN TRABAJO			
S.E.T.	0	ALIMENTADOR	0			
CIRCUITO (S)	varios		FECHA EJECUCIÓN			
S.E.D.			TIPO ACTIVIDAD			
DESCRIPCION DEL TRABAJO	TRABAJOS CON LINEAS ENERGIZADAS ACTIVIDAD: APOYO CAMBIO DE POSTES MT LIQUIDACION : MARZO - 2018		ORIGEN DEL TRABAJO			
INSPECTOR EDELNOR	GUERREROS DIAZ, JORGE LUIS		ORIGEN PRESUPUESTAL			
OBSERVACIONES		COORDINADOR ULE: ENRIQUE QUINTANA. LA ACTIVIDAD APLICA TODAS LAS ZONAS				
ROL		PEEDEC08399				
AUTORIZADO POR		INSPECTOR EDELNOR				
Nombre:		GUERREROS DIAZ, JORGE LUIS				
B. PROVEEDOR DEL SERVICIO						
EMPRESA CONTRATISTA	COBRAPERU S.A.	CONTRATO SIE	S200001154			
SERVICIOS A EJECUTAR						
CODIGO	DESCRIPCION	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	P.U (\$/.)	CANTIDAD	TOTAL (\$/.)
579691	Cambio Aisladores Estructura Paso CALLEE	0	0	728.34	1.00	728.34
579693	Instalacion o Retiro de cubiertas CALLEE	0	0	40.59	2.00	81.18
579686	Insta o Retiro Poste MT de 10-15 mt C/LL	0	0	812.80	5.00	4,063.98
579704	Conex o descono nodo con retiro y reubi	0	0	1,017.16	2.00	2,034.31
579707	Conexion de nuevas redes aereas	0	0	1,202.85	2.00	2,405.69
MATERIAL ESPECIALIZADO A UTILIZAR						
CODIGO	DESCRIPCION	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	P.U (\$/.)	CANTIDAD	TOTAL (\$/.)
6784216	CUBIERTA PROTEC.LIN. AER. 50-185MM2.15KV	0	0	28.12	6.00	168.72
		0	0		1.00	78.42
COSTO DE SERVICIOS A EJECUTAR (\$/.)						9,313.50
COSTO DE MATERIALES ESPECIALIZADOS A UTILIZAR (\$/.)						247.14
TOTAL (\$/.)						9,560.64
Importante:						
1.- El contratista cumplirá la orden de trabajo luego de verificar: 1.1.- Que los trabajadores usen los implementos de seguridad. 1.2.- Que se ha cumplido con la colocación de los elementos de señalización de peligro en el área de trabajo. 2.- El contratista cumplirá con las normas de seguridad y las Acciones Seguras de Trabajo asociadas al trabajo. 3.- El contratista es responsable de las consecuencias que acarrea el incumplimiento de las precauciones citadas en los numerales 1 y 2, razón por lo que se firma la presente orden de trabajo.						
REPRESENTANTE CONTRATISTA						Nombre:

4.5 REPORTE DE RESIDUOS GENERADOS

		A.1 Reporte de Residuos Generados		Página 1 de 1 Versión 2 20 Octubre 2009 Visto por: Gerencia de Organización y RRHH	
Requisitos a Contratistas Relacionados con la Gestión Ambiental de ENEL		NTA.002			

REPORTE DE RESIDUOS GENERADOS

Obra : Trabajos en Tensión

Lugar : VENTANA I/P.

Inspector de ENEL : ING.

Supervisor del Contratista : ARMANDO JIMENEZ C.H.

N° de OT : _____

Fecha : 05-03-18

TIPOS DE RESIDUOS	Unidad	Cant.	Otra Medida	Almacén Temporal	Disposición Final
Residuos Peligrosos (*) de:					
Tocuyo con: Solvente Dieléctrico ☐ Hollín ☐	Kg				
Trapo indust. con: Jabón Líquido Desengrasante ☐	Kg				
Trapo Industrial con: Aceite ☐ Grasa ☐ <u>7. Enma</u>	Kg	<u>550</u>		<u>BASE COMA</u>	
Trapo Industrial con: Pintura ☐ Thinner ☐ Diluyente ☐	Kg				
Trapo Indust. con: Removedor ☐ Acondicionador Metales ☐	Kg				
Waypes con: Silicona ☐ Aceite o Grasa ☐	Kg				
Solventes Dieléctricos	Lt				
Jabón Líquido	Lt				
Pintura	Lt				
Diluyentes ☐ Thinner ☐	Lt				
Removedor de Pinturas	Lt				
Acondicionador de Metales	Lt				
Aceite Mineral ☐ Dieléctrico ☐	Lt				
Envases Contaminados:	Unid.				
Arena y/o Tierra Impregnada en Aceite u otro químico	Kg				
Lámparas de Mercurio ☐ Sodio ☐	Unid.				
Pilas ☐ Baterías ☐	Unid.				
Equipos ☐ Cables ☐ Impregnados c/aceite	Kg				
EPP Contaminados	Unid.				
Partes de PC:	Unid.				
Material Asbesto	Kg				
Otros:					
Residuos Inertes Metálicos de:					
Conductores de Cobre ☐ Aluminio ☐ No Contaminados	Kg				
Equipos ☐ No Contaminados	Kg				
Cilindros de Fierro ☐ Bronce ☐	Unid.				
Piezas de Cobre ☐ Aluminio ☐ Bronce ☐ en Desuso	Kg				
Chatarra: Ferrosa ☐ No Ferrosa ☐	Kg				
Envases de Metal No Contaminados	Unid.				
Otros:					
Residuos Inertes No Metálicos de:					
Desmonte: Escombros ☐ Tierra ☐	m3				
Trapos Sucios c/terra No contaminados c/químicos	Kg				
Residuos Vegetales	Kg				
Plástico ☐ Jebe ☐	Kg				
Papel ☒ Cartón ☐	Kg	<u>700</u>		<u>BASE COMA</u>	
Carretes de Madera ☐ y Parihuelas ☐	Unid.				
Vidrio	Kg				
Envases de Plástico No Contaminados	Unid.				
Embalajes	Kg				
Tecknopor	Kg				
Elem. d/Señalización en Desuso	Kg				
Otros:					

(*) Características de Peligrosidad de Residuos: Corrosividad, Reactividad, Explosividad, Toxicidad, Inflamabilidad, Patogenicidad.

OBSERVACIONES:

Residuos presentados para
colecta de Aprox 7000 paste MT. A personal
HAUTTO. Limpieza de Equipos

Firma y nombre del Supervisor Contratista: _____

Nota: Formato a ser entregado máximo por el Contratista a las 48 horas de haber ejecutado el trabajo.

4.6 PRUEBA DE RIGIDEZ DIELÉCTRICA DE BRAZO HIDRÁULICO.



ICM
EIRL

INSTITUTO DE CERTIFICACIÓN, METROLOGÍA Y ENSAYOS

CERTIFICADO DE ENSAYOS

CE-LM-04/18-1295

Fecha: 2018-04-08
Expediente: TDM1324G
Página: 1 de 2

Metrología y Ensayos

Empresa Solicitante	: TDM EIRL.
Cliente	: COBRA PERU S.A.
Dirección	: Cal. Amador Merino Reyna Nro. 267 Int. 902 San Isidro - Lima.
Descripción del Equipo	: Camión con Brazo Hidráulico para uso de trabajos en Líneas Energizadas Identificado con Placa de rodaje ANB-816, Marca <i>INTERNATIONAL</i> , Modelo 4300 SBA 4X2.
Fabricante / Modelo	: ALTEC
Número de Serie	: 0989U0330
Ensayo Solicitado	: Ensayos Eléctricos Para Equipos Aéreos Aislados.
Referencia Normativa	: ANSI/SIA A92.2-2009 "Vehicle-Mounted Elevating and Rotating Aerial Devices" Numeral 5.3

A solicitud del Cliente, el Departamento de Metrología y Ensayos de ICM, certifica que los resultados obtenidos en el ensayo, no superan los límites de corriente de fuga indicado en la Norma ANSI/SIA A92.2-2009 "Vehicle-Mounted Elevating and Rotating Aerial Devices" Numeral 5.3.

El departamento de Metrología y Ensayos de ICM, garantiza que sus mediciones y los procedimientos aplicados cumplen con los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025. Los procedimientos de ensayo y mediciones se definen en la Política de Calidad del Manual LM-MSG-01 y los procedimientos asociados.

Este certificado sólo se aplica al instrumento/equipo antes mencionado, y no se permite la reproducción que no sea en su totalidad, sin la aprobación escrita de ICM EIRL. El usuario está obligado a que el instrumento/Equipo se ensaye nuevamente a intervalos apropiados. Los certificados sin firmas no son válidos.

PROCEDIMIENTO Y MÉTODO DE ENSAYO

El equipo antes mencionado fue ensayado en las instalaciones de ICM, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma de referencia numeral 5.4.2.2 y procedimiento LM-PR-5.4-16 "Procedimiento de Ensayo de Vehículo con Brazo Hidráulico Aislado" - ver 01

El método: Medición Directa de la Corriente de Fuga.

Equipos de referencia:

Fabricante	Modelo	Nº Serial	Certificado de Calibración
HAEFELY HIPOTRONICS	800PL 8120-5PL-B	P1311828	CC-LM-1680/17

Lugar del Ensayo : Mz. K Lte. 13 Urb. Sesquicentenario Callao.	Fecha de Ensayo : 2018-04-08 Próximo Ensayo : 2018-10-08
---	---



Wilder Montoya Noli
Jefe del Laboratorio
Laboratorio de Metrología



Eslyn Chavarria Córdova
Técnico Metrólogo
Laboratorio de Metrología

Mz. K Lote 13 Urb. Sesquicentenario - Pro. Const. del Callao - Lima - Perú
Teléf.: 575-5254 / icm@icm.org.pe - www.icm.org.pe



REPORTE DE ENSAYO ELECTRICOS

Fecha: 2018-04-08
Certificado: CE-LM-04/18-1295
Expediente: TDM1324G
Página: 2 de 2

INSTITUTO DE CERTIFICACIÓN, METROLOGÍA Y ENSAYOS

Metrología y Ensayos
Vehículos con brazo hidráulico aislado

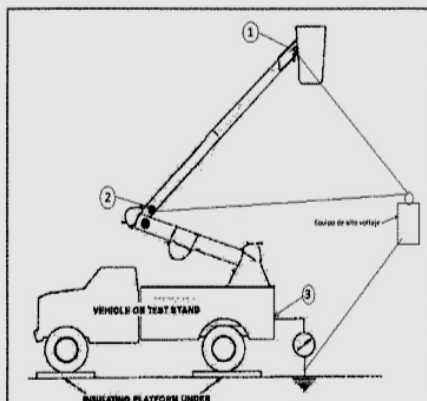
Características del Equipo:

Datos del Vehículo		Datos de la Grúa			
Marca	: INTERNATIONAL	Fabricante	: ALTEC	Altura (Pluma)	: 51 ft.
Modelo	: 4300 SBA 4X2	Serie	: 0989U0330	Categoría	: B
Placa	: ANB-816	Modelo	: AN - 650	Voltaje Nominal	: 69 kV.
Color	: BLANCO / AZUL.	Cestas	: 02 Un.	Estado	: Usado

Equipos Utilizados:

Fabricante	Modelo	Nº Serial	Certificado de Calibración	Fecha de Calibración
HAEFELY HIPOTRONICS	800PL	P1311828	CC-LM-01512/16	2016-06-06

Parámetros de Ensayo:



DESCRIPCIÓN

Tensión de ensayo	: Tramo 3-1: 84kV. Tramo 3-2: 50 kV.
Número de tramos	: 02
Tiempo de ensayo	: 3 minutos.
Referencia Normativa	: ANSI/SIA A92.2-2009 Numeral 5.3
Requisito	: Corriente de fuga : Tramo 3-1 : < 42 μ A Tramo 3-2 : < 100 μ A.

CONDICIONES AMBIENTALES

Variable	Unidad	Valor Promedio
Humedad Relativa	% HR	65.2
Temperatura	°C	22.8

Resultados:

Puntos de Ensayo	Tensión de Prueba	Corriente de Fuga	Requisito (ANSI/SIA A92.2-2009 Numeral 5.3)	Resultado Pass/Fail
3 - 1	84kV	2.5 μ A	< 42 μ A	PASS
3 - 2	50kV	2.6 μ A	< 100 μ A	PASS

Observaciones:

- ✓ **Pass:** Es cuando el valor medido (Lectura) se encuentra dentro de los límites superior e inferior.
- ✓ **Fail:** Es cuando el valor medido (Lectura) se encuentra fuera de los límites superior e inferior.
- ✓ Para fines de identificación del ensayo, se ha colocado una etiqueta en el equipo con el número de certificado.
- ✓ El equipo debe ser ensayado en un periodo de 06 meses por recomendación de la norma internacional de referencia y/o periodos establecidos en las normativas locales vigentes.

Mz. K Lote 13 Urb. Sesquicentenario - Pro. Const. del Callao - Lima - Perú
Teléf.: 575-5254 / icm@icm.org.pe - www.icm.org.pe

4.7 ESTADO DE OPERATIVIDAD DE GRÚA HIDRÁULICA ARTICULADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Energía – Lab. 05

INFORME TÉCNICO
ESTADO DE OPERATIVIDAD DE GRUA HIDRAULICA ARTICULADA DE
TRANSPORTE DE MATERIALES

Informe : 227/LAB. N° 05/2018
 Solicitante : COBRA PERU S.A.
 Fecha : Lima 15 de Agosto del 2018
 N° de Orden : 0000301

El Laboratorio de Energía N°5 de la Facultad de Ingeniería Mecánica - UNI:

VERIFICA:

Haber efectuado la Inspección Técnica respecto de las condiciones de operatividad de la siguiente grúa hidráulica articulada, ensamblada sobre un vehículo camión de placa ANB-816:

1	Titular o Propietario	COBRA PERU S.A.			
2	Marca	ALTEC	7	Procedencia	
3	Modelo	AN-650	8	Alcance máximo (m)	23
4	Código	---	9	Carga máxima (Kg)	2 000 a 30°
5	N° de Serie	0989U0330	10	Angulo de giro	Indefinido
6	Año de fabricación	1989	11	Nombre del chofer	Variable

Mediante el presente documento, se verifica que el brazo de la Grúa hidráulica, materia de inspección, destinado al Servicio de Transporte de Materiales e Instalaciones en general, ha aprobado la Inspección Técnica al haberse verificado que se encuentra en buenas condiciones mecánicas de operación, según consta en el Expediente Técnico N° 227A - 2018.

Se expide el presente Informe Técnico en la ciudad de Lima a los 15 días del mes de Agosto del 2018.


ING. SEBASTIAN LAZO OCHOA
 CIP. 74236
 Jefe (e) del laboratorio de Energía- Lab. 05

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú
 Telf.: 481-1070 Anexo 4433 / 482-3638
 E-mail: lab5energiafim@uni.edu.pe


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Energía - Lab. 05
EXPEDIENTE TECNICO DE EVALUACION N° 227A - 2018
DATOS DE LA GRUA HIDRAULICA ARTICULADA

Empresa	COBRA PERU S.A.				
Marca	ALTEC	Modelo	AN - 650	Código	----
Número de Serie	0989U0330	Procedencia		Año de Fabricación	1989

A. ELEMENTOS BASICOS

1. Base o Carretón
2. Corona de giro de orientación
3. Plataforma giratorio
4. Pluma o flecha
5. Poliganchos o pasto
6. Mandos ergonómicos
7. Recuperación de caudal
8. Válvulas pilotadas
9. Engrase centralizado
10. Apertura de los estabilizadores
11. Distribuidor

	FL	FG	MG	SF
1				✓
2				✓
3				✓
4				✓
5				✓
6				✓
7				✓
8				✓
9				✓
10				✓
11				✓

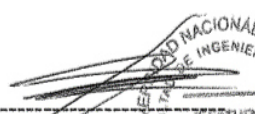
B. VELOCIDADES

1. Velocidad de Elevación
2. Velocidad de giro

	FL	FG	MG	SF
1				✓
2				✓

FL : Falla leve
FG : Falla grave

MG : Falla muy grave
SF : Sin Falla


ING. SEBASTIAN LAZO OCHOA
 CIP. 74236
 Jefe (e) del laboratorio de Energía- Lab. 05

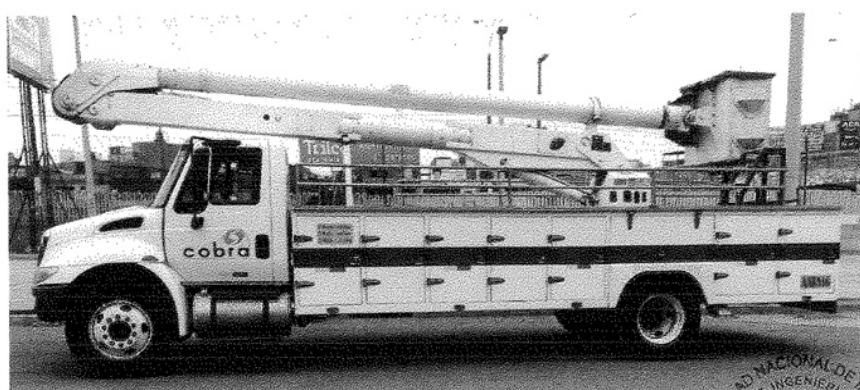
Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú
 Telf.: 481-1070 Anexo 4433 / 482-3638
 E-mail: lab5energiafim@uni.edu.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Mecánica

Laboratorio de Energía – Lab. 05



Av. Túpac Amaru 210, Lima 25, Perú
Telf.: 481-1070 Anexo 4433 / 482-3638
E-mail: lab5energiafim@uni.edu.pe

4.8 PRUEBAS DIELECTRICAS DE GUANTES, MANGAS Y EQUIPOS.

4.8.1 Guantes dieléctricos



LOGYTEC
"Instrumentos de medición eléctrica y herramientas para profesionales"

LOGYTEC S.A. Equipos Electro-Electrónicos para Campo y Laboratorio
ISIDORO SUÁREZ 236, SAN MIGUEL, LIMA 32
TELEFOS: (511) 452 3111 – (511) 561 0684 – (511) 561 1342.
E-mail: calibraciones@logytec.com.pe
Web: www.logytec.com.pe

Página 1 de 1

INFORME DE VERIFICACION N° 184610

1. Datos generales:

Equipo: Guante dieléctrico
Marca: SALISBURY
Clase: 3
Serie: 18101003
Fecha de verificación: 2018-10-15

2. Método de verificación:

Inspección visual y rigidez dieléctrica en conformidad con norma técnica ASTM-F496.

3. Resultado de pruebas de verificación:

3.1. Inspección preliminar:

LADO	ESTADO FÍSICO	CON INFLADOR	RESULTADO APTO/ NO APTO
IZQ	OK	OK	APTO
DERECHO	OK	OK	APTO

3.2. Verificación de rigidez dieléctrica

LADO	CLASE	TENSIÓN DE PRUEBA (AC)	CORRIENTE MÁXIMA (mA)	CORRIENTE MEDIDA (mA)	RESULTADO APTO/ NO APTO
IZQ	3	30 KV	18	10,9	APTO
DERECHO	3	30 KV	18	11,1	APTO

Nota:

Para las pruebas de verificación dieléctrica, se utilizó un generador de alto voltaje marca Phenix modelo BK 130/36

4. Condiciones ambientales:

Temperatura ambiente: $(19 \pm 1) ^\circ\text{C}$

Humedad: $(60 \pm 5) \%$

5. Lugar de calibración:

Laboratorio de alta tensión de Logytec S.A.

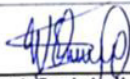
6. Conclusión:

El par de guantes se encuentra en óptimas condiciones de operación según pruebas realizadas.

7. Recomendaciones:

Se recomienda realizar su próxima verificación en un plazo no mayor a 6 meses.

Aprobado por:


Eduardo Fernández U
Departamento Técnico

 **LOGYTEC S.A.**
LABORATORIO - CALIBRACIONES

Toda reproducción de este documento deberá ser integral y sin ninguna alteración

4.8.2 Mangas dieléctricas



Fecha: 2018-08-20
Expediente: 0488
Página: 1 de 1

Laboratorio de Ensayos

INFORME DE ENSAYO LE-2829/18

1. DATOS GENERALES

Empresa Solicitante : COBRA PERU S.A.
Descripción : Cal. Amador Merino Reyna N° 267 Int. 902 / San Isidro.
Fabricante : Mangas de Material Aislante para Trabajos en Tensión
Tipo : Salisbury.
Clase : I D1051
Número/Código : 4
Procedencia : COB-MGAD-TET-029
Tensión Nominal : USA.
Condición : 36000V AC.
Tipo de prueba solicitado : Usado.
Eléctricas de Rutina.

2. PROCEDIMIENTO Y MÉTODO DEL ENSAYO

El EPP antes mencionado fue ensayado en el Laboratorio de TDM, de acuerdo con el procedimiento de ensayo LE-PRE-5.4-024 "Procedimiento de Ensayos de Mangas Aislantes" ver 01, basado en la norma UNE-EN 60984 2003.

El método de ensayo es por medición de la corriente de fuga con la tensión aplicada con magnitudes descritas en el apartado 6.5.4.2 "Prueba Eléctrica con Corriente Alterna" de la Norma UNE-EN 60984:2003.

3. EQUIPOS UTILIZADOS

Fabricante	Modelo	Descripción	N° Serial
FLUKE	971	Termohigrómetro	14671666
FLUKE	89 IV	Multímetro Digital	EA-LM-002
TDM	PGD	Equipo para Pruebas de Guantes Dieléctricos	IP-002
METREL	MI3200	Megohmetro Digital	10400126

4. LUGAR Y FECHA DE ENSAYO

Lugar del Ensayo : Laboratorio de Ensayos TDM.
Mz. K Lt. 13 Urb. Sesquicentenario Callao.

Fecha de Ensayo : 2018/08/20



Wilder Montoya Noli
Jefe del Laboratorio
Laboratorio de Metrología

Grisela Pocca Soto
Responsable del Ensayo
Laboratorio de Metrología

Mz. K, Lote 13, Urb. Sesquicentenario - Callao - Perú - Prov. Const. del Callao - Prov. Const. del Callao
Telf: +(51) 5755254 / tdm@tdmperu.com.pe / www.tdmperu.com.pe



Fecha: 2018-08-20
LE-2829/18
Expediente: 0488
Página: 2 de 2

REPORTE DEL ENSAYO

PARÁMETROS DE ENSAYO

DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS
Tensión de ensayo	40kV
Frecuencia	60Hz
Tiempo	90s
Criterio de evaluación	No se debe producir descargas disruptivas u otro fallo eléctrico
Referencia Normativa	UNE-EN 60984 2003 Numeral 6.5.4.2

RESULTADOS DEL ENSAYO

GUANTE	TENSION (60Hz)	PRESENCIA DE DESCARGA		PASS / FAIL
		SI	NO	
DERECHO	40kV		X	PASS
IZQUIERDO	40kV		X	PASS

CONDICIONES AMBIENTALES

Las condiciones ambientales no variaron fuera de la tolerancia permisible indicadas en el procedimiento de ensayo y normas de referencia. En el presente documento se declara magnitudes promedios de los datos registrados durante el proceso de ensayos y verificación.

VARIABLE	UNIDAD	VALOR PROMEDIO	VARIACIÓN
Humedad Relativa	% HR	68.9	1.4
Temperatura	°C	21.2	0.2

OBSERVACIONES

- ✓ **Pass:** Se declara cuando cumple con el criterio de evaluación.
- ✓ **Fail:** Se declara cuando no cumple con el criterio de evaluación.
- ✓ Con fines de identificación se ha rotulado el implemento de seguridad personal, indicando la fecha del ensayo.
- ✓ Los ensayos debe realizarse en periodos que el usuario vea conveniente en función del uso, conservación y mantenimiento del mismo o a reglamentaciones y normas vigentes.

Este informe de ensayo sólo se aplica al par de mangas ensayadas y no se permite la reproducción que no sea en su totalidad, sin la aprobación escrita del Laboratorio de Ensayos de TDM.



4.9 HOJA DE TRABAJO EN TENSIÓN.

 SGD - Hoja de Trabajo en Tensión			
Ref.Descargo:	485887	Fecha:	15-08-2017
		Pág:	1 de 2
EN SUBESTACIONES VERIFICAR ESTÉ OPERATIVA LA PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRAS, SI EXISTE.			
Instalación dependiente de: CC AT: ☐ CC MT: ☒ CC BT: ☐ Producción ☐ CC AT/MT (Envolvente): ☐ CC MT/BT (Envolvente): ☐		Estado: CONFIRMADO U.resp.: ANALISIS TECNICO Fecha Inicio: 15-08-2017 10:00 Fecha Final: 15-08-2017 14:00 A.resp.:	
		Tipo: TeT Clase: MT-RR Tramitación: Normal Empresa: COBRA	
Solicitante Nombre: PALOMINO SALDAÑA ; RODOLFO		Teléfono:	
Instalación solicitada Desde DR O-12/D.20432A a CD 11290A		Elementos abiertos 	
Puestas a tierra		Automatismos bloqueados	
Trabajos previstos Otros trabajos - Trabajos previos de hizado de postes Refuerzo			
Afectaciones Afecta clientes ☐ Afecta maniobras red MT ☐ No Afecta operadores S.E. ☐ No Afecta otra unidad ☐ No Afecta otras empresas ☐ No Afecta comunicaciones ☐ No Afecta cogeneración ☐ No Afecta esquema ☐ No		Descargos relacionados 	
		Trabajos relacionados 	
FECHA Y HORARIO		ACORDADO Día/Mes/Hora/Minuto	
		REAL Vistas asociadas a la definición del descargo	
Inicio maniobra			Repercusiónhorademora 1
Corte suministro			
Entrega	15-08-2017 10:00		
Devolución	15-08-2017 14:00		Devolución
Reanudación suministro			Hora
Tiempo reposición	Sin ☒		
Aviso operador subestación			
Firmas(s) electrónica(s)			
Solicitante PALOMINO SALDAÑA ; RODOLFO Fecha: 15-08-2017 09:48	Jefe instalación PALOMINO SALDAÑA ; RODOLFO Fecha: 15-08-2017 09:48	Centro Control CUESTAS CAMPOS ; ALDO ALBERTO Fecha: 15-08-2017 09:50	Confirmación Fecha: 15-08-2017 09:50
Observaciones P--			

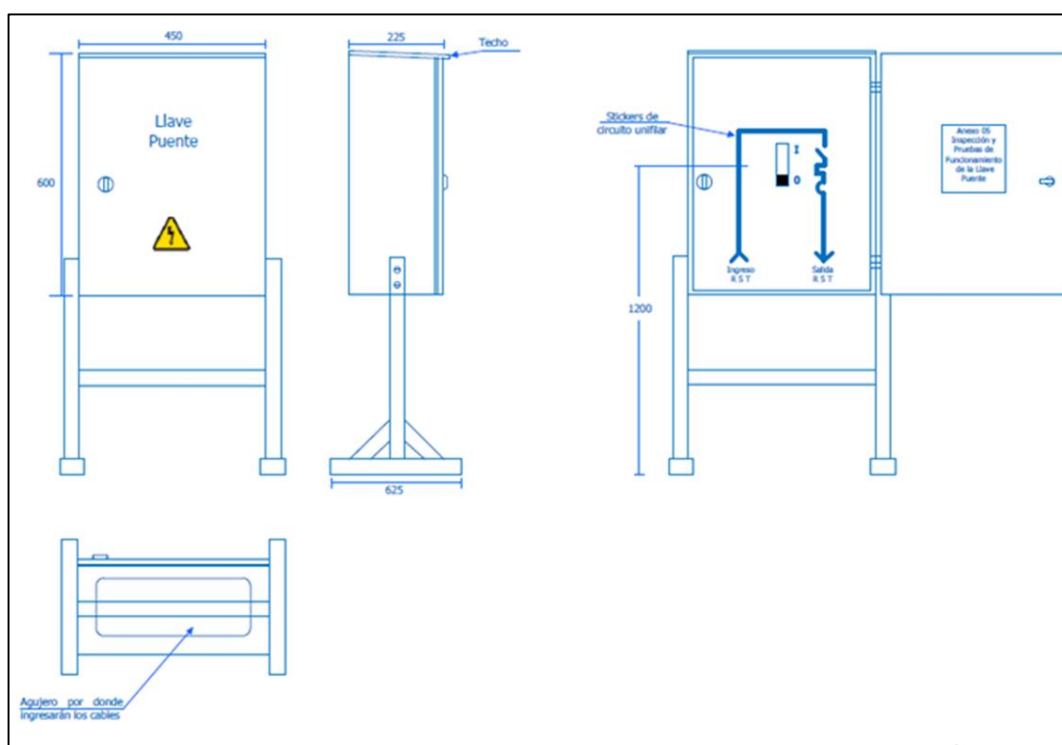
		SGD - Hoja de Trabajo en Tensión		 synapsis Sistemas y Servicios	
Ref.Descargo:		485887		Fecha: 15-08-2017	
				Pág: 2 de 2	
Observaciones CC					
Personal que interviene	Apellidos; Nombres		Unidad/Empresa	Teléfono o móvil	
Jefe de trabajo 1					
Técnico	TAPIA VERA ; RUBBERT		A3 / COBRA		
Comunicación	Móvil nº	Canal		Teléfono	
Procedimiento ejecución nº	D		Fecha avisado Prev. Técnica	15-08-2017	
Trabajos en tensión					
Tipo de apoyo			Tipo de aislamiento		
Armado			TM		
Alineación/Ángulo			Tipo de conductor		
Situación eléctrica					
Material					
Situación					
Cumplimiento Reglamento		Si			
Orden de Trabajo					
ATENCIÓN: LAS CODIFICACIONES DEL TIPO XXXX SON INFORMATIVAS Y NO SE UTILIZARÁN PARA IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS DE MANIOBRA					

ANEXO 5:ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA LLAVE PUENTE

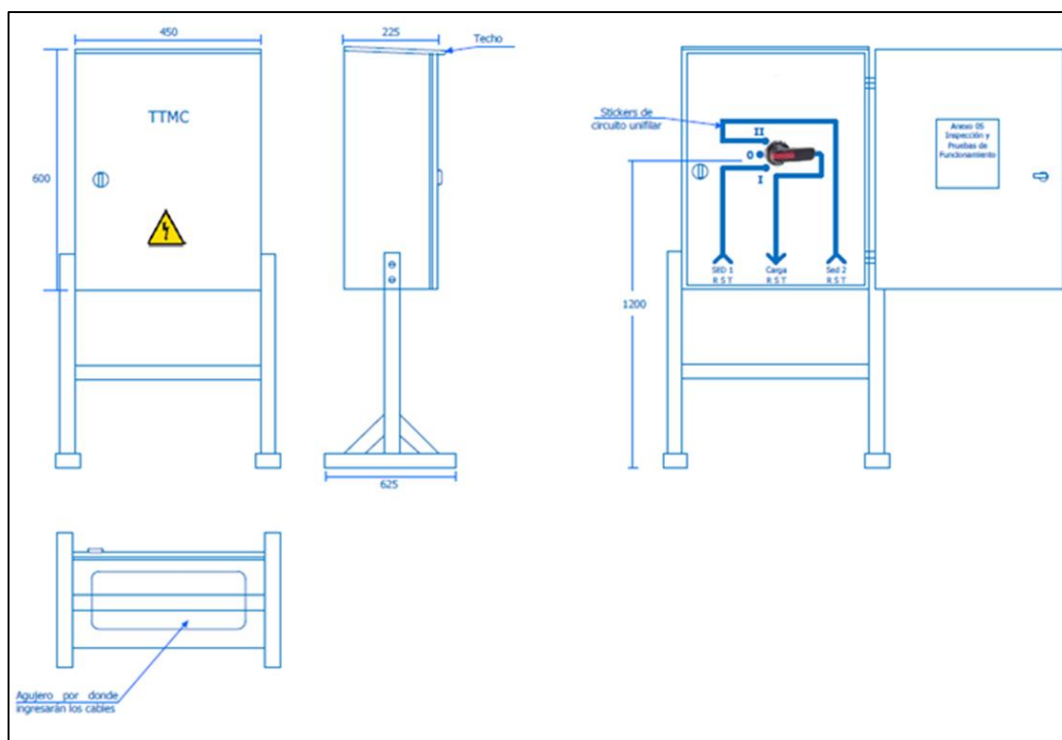
La llave puente **está** compuesta por un tablero, equipo de maniobra (seccionador portafusible horizontal, interruptor termomagnético ITM de caja moldeada regulable) o conmutador, circuito de fuerza y borneras.

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
TABLERO	Para uso: Intemperie Gabinete: Lámina de acero de 2mm o poliéster Pintura: anticorrosiva Protección: IP54 Dimensiones (referencial): 600 x 450 x 225 (L x A x P) (dependerá del equipo de maniobra) Tipo: auto soportado Normas: IEC: 61-439-1,
EQUIPO DE MANIOBRA SECCIONADOR PORTAFUSIBLE (LLAVE) HORIZONTAL	Tensión: 220VAC Corriente: 250/400A Frecuencia: 60Hz Fases: Tripolar
INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO (ITM)	Tensión: 220VAC Corriente: 250/400/630A Frecuencia: 60Hz Fases: Tripolar Tipo: Caja moldeada
CONMUTADOR	Tensión: 220VAC Corriente: 400A Frecuencia: 60Hz Fases: Tripolar
BORNERAS/ BLOQUE DE CONEXIÓN	Tensión: 220VAC Corriente: 250/400/630A Frecuencia: 60Hz Fijación: En riel DIN o adosado sobre placa
CIRCUITO DE FUERZA	Puede estar compuesto por cables (N2XY o NA2XY) o barras (aisladas), deben ser dimensionados en función a la capacidad del equipo de maniobra. Tensión: 220 Vac, Frecuencia: 60Hz, Fases: 3 (sin neutro)

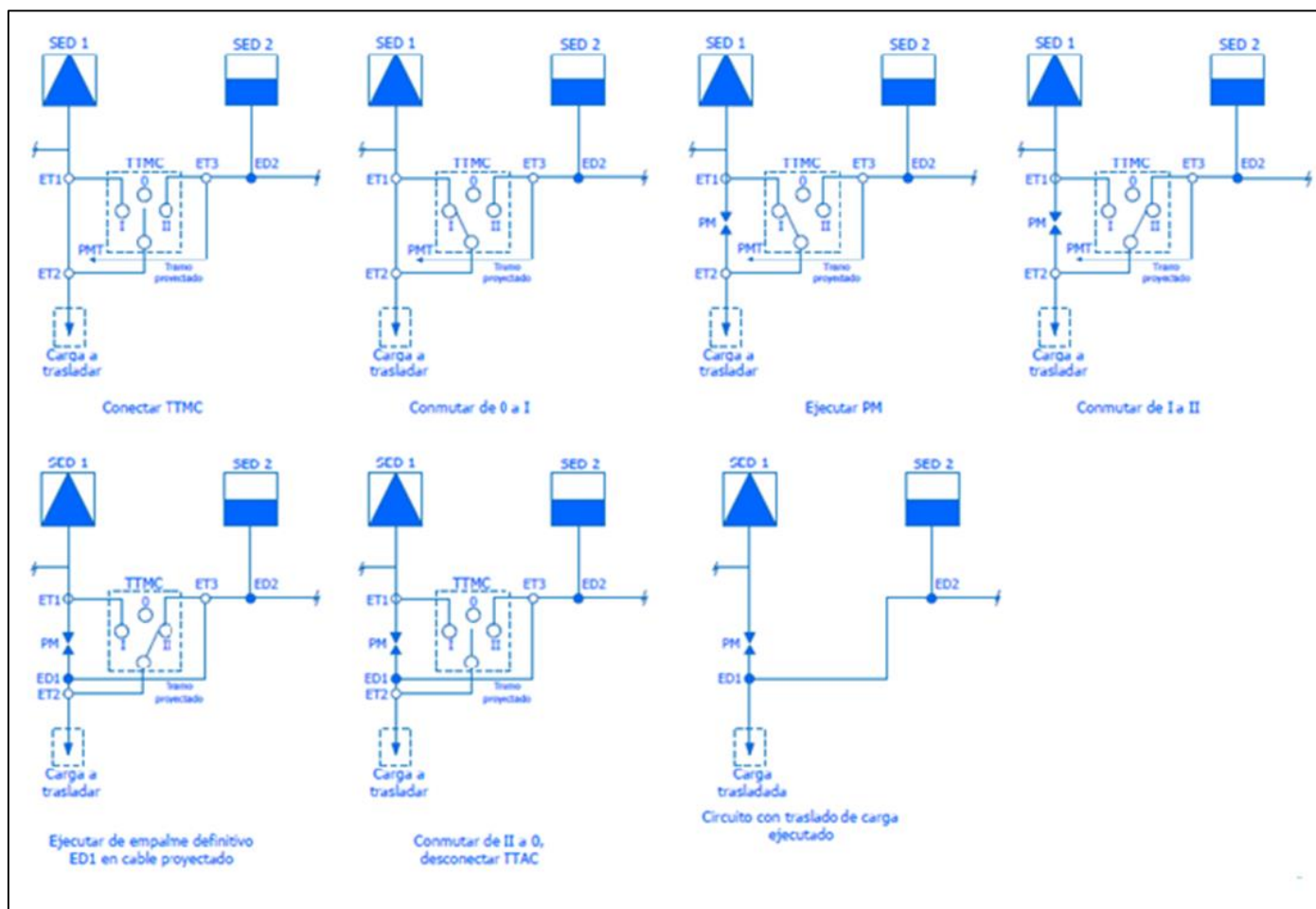
5.1 PLANO DE LLAVE PUENTE



5.2 PLANO DE TABLERO DE TRANSFERENCIA MANUAL DE CARGA (TTMC)



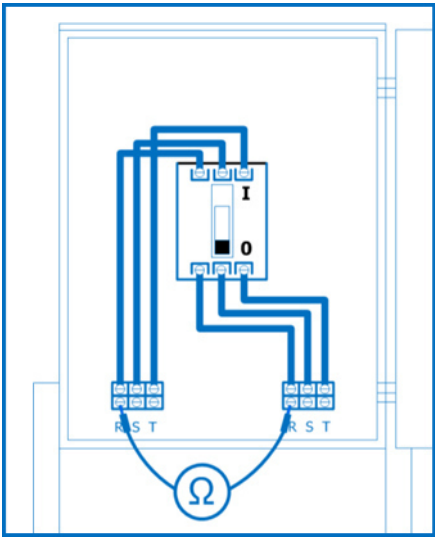
5.3 SECUENCIA DE TRASLADO DE CARGA CON TABLERO DE TRANSFERENCIA MANUAL DE CARGA (TTMC)



ANEXO 6:INSPECCIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DE LA LLAVE PUENTE

PRUEBA	DESCRIPCIÓN
Inspección visual de la llave puente	Verificar el buen estado del tablero. Verificar que no exista deterioro de algún componente, ocasionado por un falso contacto o golpe. Verificar el buen estado de los componentes internos de la llave puente.
Prueba de Medición de Continuidad por Fase en la Posición Cero “0” Abierto	Colocar en la posición abierta o cero “0” la llave puente, con el multímetro medir la continuidad fase por fase en el ingreso y salida de la llave puente, ver esquema y tabla A 6.1
Prueba de Medición de Continuidad por Fase en la Posición Uno “1” Cerrado	Colocar en la posición cerrado o uno “1” la llave puente con el multímetro medir la continuidad fase por fase en el ingreso y salida de la llave puente, ver esquema y tabla A 6.2
Prueba de Medición de Continuidad Fase Tierra	Colocar en la posición cerrada o uno “1” la llave puente con el multímetro medir la continuidad fase a tierra ingreso de la llave puente, ver esquema y tabla A 6.3
Inspección Visual y Prueba de Continuidad del Cable de la Llave Puente	Mediante una inspección visual verificar que el cable no presente daños tanto en su cubierta como en el aislamiento. Con el multímetro medir la continuidad del cable por fase, ver esquema y tabla A 6.4 Se podrá hacer uso del cable para la llave puente, siempre y cuando los resultados de la inspección visual y los de ésta prueba sea satisfactorios.

6.1 PRUEBA DE AISLAMIENTO DE LLAVE PUENTE, ESQUEMA Y TABLA.

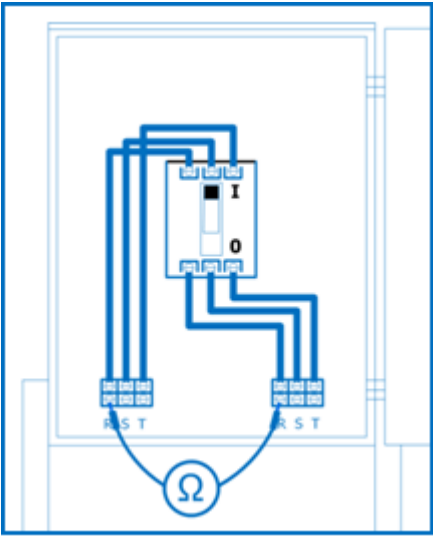


Esquema A 6.1. Prueba de aislamiento de la llave puente apagada.

Tabla A 6.1
Resultados de la prueba de aislamiento

	INGRESO - SALIDA					
Fase	R-R	R-S	R-T	S-S	S-T	T-T
Marca Continuidad	No	No	No	No	No	No
Conclusión	Si las seis mediciones de continuidad dan como resultado “No”, el resultado de la prueba es “conforme”.					

6.2 PRUEBA DE CONTINUIDAD DE LA LLAVE PUENTE, ESQUEMA Y TABLA.



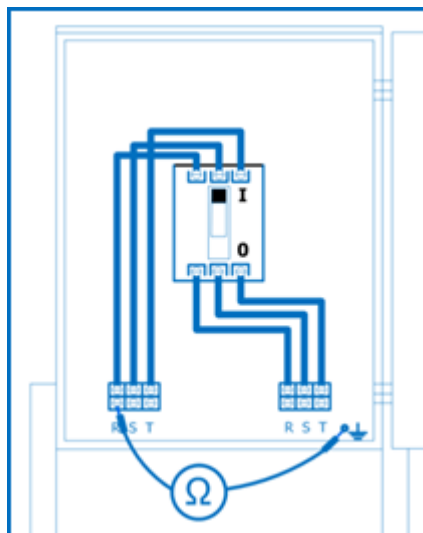
Esquema A 6.2. Prueba de continuidad de la llave puente encendida.

Tabla A 6.2

Resultados de la prueba de continuidad.

	INGRESO - SALIDA					
Fase	R-R	R-S	R-T	S-S	S-T	T-T
Marca Continuidad	Si	No	No	Si	No	Si
Conclusión	Si las mediciones de continuidad: R-R, S-S y T-T dan como resultado “Si”, el resultado de la prueba es “conforme”.					

6.3 PRUEBA DE AISLAMIENTO FASE - TIERRA DE LA LLAVE PUENTE ESQUEMA Y TABLA.



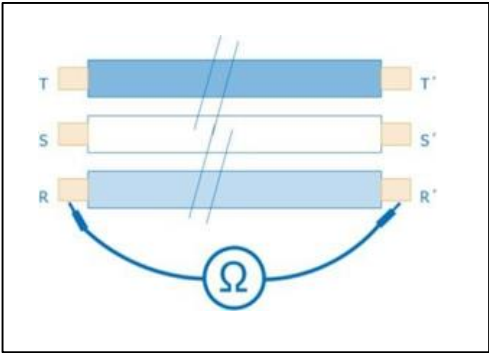
Esquema A 6.3. Prueba de aislamiento Fase Tierra de la llave puente.

Tabla A 6.3

Resultados de la prueba de aislamiento Fase - Tierra

	Tierra (t)		
Fase	R-t	S-t	T-t
Marca Continuidad	No	No	No
Conclusión	Si las tres mediciones de continuidad dan como resultado "No", el resultado de la prueba es "conforme".		

6.4 PRUEBA DE CONTINUIDAD DEL CABLE DE LA LLAVE PUENTE
ESQUEMA Y TABLA.



Esquema A 6.4. Prueba de continuidad del cable de la llave puente.

Tabla A 6.4

Resultados de la prueba de continuidad del cable

Fase	R-R'	R-S'	R-T'	S-S'	S-T'	T-T'
Marca	Si	No	No	Si	No	Si
Continuidad						
Conclusión	Si las mediciones de continuidad R-R', S-S', y T-T', dan como resultado "Si", el resultado de la prueba es "conforme".					

ANEXO 7: EQUIPOS TET ESTÁNDAR POR BRIGADA - TRABAJOS A CONTACTO

IT	DETALLE	UNID	CANT	MARCA
1	APAREJOS DOBLE AISLADO (con SOGA DIELECTRICA)	U	2	CHANCE
2	BASTON DE MANIOBRA	U	1	RITZ - RH1760
3	CUBRIDOR DE AISLADORES PIN 15 KV. - AB CHANCE	U	3	SALISBURY - UH
4	CUBRIDOR DE CRUCETAS - AB CHANCE	U	3	SALISBURY - 1186
5	CUBRIDOR DE POSTE - AB CHANCE	U	2	CHANCE - M49376
6	CUBRIDOR PUNTA DEL POSTE - AB CHANCE	U	1	CHANCE - C4060097
7	CUBRIDOR SECCIONADOR CUT OUT - AB CHANCE	U	3	CHANCE - C4060009
8	CUBRIDORES DE AISLADORES DE SUSPENSIÓN 15 KV. - AB CHANCE	U	6	SALISBURY - OR124
9	EQUIPO PROBADOR PARALELO MT	U	1	HDELECTRIC - DVM80
10	ESTROBOS DIELECTRICOS CORTOS	JGO	1	NACIONAL
11	GANCHO PARA CUERDA AUXILIAR	U	1	NACIONAL
12	GANCHOS DIELECTRICOS PARA SUJETAR MANTAS	U	22	SALISBURY - S21
13	GARRUCHA DIELECTRICA PARA LINEA VIVA	U	2	CHANCE - PSC3090323
14	JUEGO DE COPAS O RATCHING	U	1	UNIOR - 190VDE6P11A
15	JUMPER LARGOS 1.5 METROS C/BORNERA	U	3	CHANCE - G4758 15kv
16	JUMPER LARGOS 3 METROS C/BORNERA	U	3	CHANCE - G4758 15kv
17	JUMPER LARGOS 5 METROS C/BORNERA	U	3	CHANCE - G4758 15kv
18	LINEA DE TIERRA TRIFÁSICAS PARA REDES AÉREAS Y CELDAS - LARGAS	JGO	1	RITZ
19	LOAD BUSTER	U	1	SANDC - 5300R3-S101
20	MANGUERA DIELECTRICA CLASE 4 PARA CUELLOS - AB CHANCE	U	3	AB CHANCE
21	MANGUERA DIELECTRICA CLASE 3 180 CM. C/CONECTOR EN PUNTA - AB CHANCE	U	4	AB CHANCE
22	MANGUERA DIELECTRICA CLASE 4 180 CM. C/CONECTOR EN PUNTA - AB CHANCE	U	4	AB CHANCE
23	MANTAS ABIERTAS CLASE 4	U	8	SALISBURY - 1300

IT	DETALLE	UNID	CANT	MARCA
24	MANTAS CERRADAS CLASE 4	U	4	SALISBURY
25	PERTIGA LISTIN	U	-	RITZ
26	PERTIGA PARKING CLAN	U	-	RITZ
27	PERTIGA RABILLO UNIVERSAL	U	-	RITZ
28	PERTIGA SUJETA CABLE 1.20 M	U	-	RITZ
29	PERTIGA TELESCÓPICA 8 CUERPOS	U	1	RITZ - VTT18
30	PERTIGA TIPO ESCOPETA	U	-	RITZ - 900 E
31	PINZA AMPREIMETRICA MT 10 KV	U	1	ECAMEC - UAMP1000
32	PINZA VOLT AMPERIMETRICA BT	U	1	SANWA - DCL1000
33	PISTOLA LASER PARA TEMPERATURA	U	1	EXTECH - 42530
34	PORTA HERRAMIENTA PARA BARQUILLA	U	1	NACIONAL
35	PROTECTORES DE LINEAS RIGIDAS - AB CHANCE	U	12	CHANCE - C4060181GA
36	REVELADOR DE TENSION	U	1	SALISBURY
37	SOGA DE SERVICIO DIELECTRICO DE POLIPROPILENO N° 18	M	50	NACIONAL
38	SOGA DE SERVICIO DIELECTRICO DE POLIPROPILENO N° 8	M	50	NACIONAL
39	SOPORTE TEMPORARIO DE LINEA - CRUCETA TEMPORARIA	U	1	CHANCE - C6010013
40	TUBOS RETRACTIL	U	24	NACIONAL
41	UNIONES PARA VAINA	U	3	AB CHANCE
42	VAINA 1.5 CLASE 3	U	3	AB CHANCE
43	VAINA 1.8 CLASE 4	U	4	AB CHANCE

ANEXO 8:HERRAMIENTAS ESTÁNDAR POR BRIGADA

IT	DETALLE	CANT	UNID
1	Alicate de Corte Lateral Aislada de 8" - CATU	2	u
2	Alicate de Punta Aislada de 6" – CATU	2	u
3	Alicate Universal Aislado de 8" – CATU	2	u
4	Arco de Siera Aislado – CATU	2	u
6	Barruco 3/4"	2	u
7	Bolsa de herramientas para TET importada	2	u
8	Cinzel de acero punta C/Protector	2	u
9	Cinzel de Acero Punta Plana c/protector	2	u
10	Cizalla para conductor de Aluminio	1	u
11	Comba de 4 Lb.	2	u
12	Cuchillo Curvo Aislado para Electricista - CATU	2	u
13	Destornillador Estrella Aislado de 15 cm	2	u
13	Destornillador Estrella Aislado de 25 cm	2	u
14	Destornillador Punta Plana Aislado de 15 cm x 6 mm	2	u
15	Destornillador Punta Plana Aislado de 25 cm x 10 mm	2	u
16	Enzunchadora	1	u
17	Escobilla de Fierro con manija	2	u
17	Escuadra	2	u
18	Formón punta plana con ancho de 3/4"	2	u
18	Grapa Tensora de Líneas - Come Along de Bronce hasta 120 mm2	2	u
19	Grapa Tensora de Líneas - Come Along de Bronce hasta 240 mm2	2	u
20	Grapa Tensora de Líneas - Come Along de Bronce hasta 35 mm2	2	u
21	Grapa Tensora de Líneas - Come Along de Bronce hasta 70 mm2	2	u
22	Lima redonda aislada	2	u
25	Llave de Boca Aislada de 12 mm	2	u
26	Llave de Boca Aislada de 13 mm	2	u
27	Llave de Boca Aislada de 14 mm	2	u
27	Llave de Boca Aislada de 19 mm	2	u
27	Llave de Boca Aislada de 22 mm	2	u
27	Llave de Boca Aislada de 24 mm	2	u
27	Llave Francesa Aislada de 10" – CATU	2	u
27	Llave Francesa Aislada de 12" – CATU	2	u
27	Llaves tipo Rachet Aisladas	1	jgo
27	Martillo de Bola de 1/2 Lb	2	u
28	Prensa Burndy para Red Aérea (inc. juego de dados completos)	1	u
29	Taladro 1/2" Electrico 800 Watts	1	u
31	Tornillo de Banco	1	u
32	Tricot de 3/4 Tn	1	u

ANEXO 9: PELIGROS, RIESGOS Y CONSECUENCIAS

TIPO PELIGRO	PELIGRO	RIESGO ASOCIADO	CONSECUENCIA
Locativo	Pisos resbaladizos y disparejos Objetos en el suelo Líquidos en el suelo Superficies irregulares o en mal estado Malos apoyos	Caídas al mismo nivel	Cortes, golpes, magulladuras, esguince.
	Huecos en el lugar de trabajo Uso de escaleras portátiles Uso de escaleras fijas Uso de andamios y plataformas temporales Escalamiento de tejados y muros Desniveles, zanjas en el área de trabajo. Uso de apoyos de madera Uso de apoyos de hormigón Uso de apoyos metálicos Uso de poste como punto de apoyo. Escalamiento a torres metálicas de transporte Escalamiento a estructura, pórticos, grúa, brazo hidráulico Escalamiento a árboles Equipos de protección personal en malas condiciones	Caídas a distinto nivel	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas.
	Manipulación manual de objetos. y herramientas en alturas Elementos manipulados con aparatos elevadores Elementos apilados inadecuadamente Transporte inadecuado de carga.	Caída de Objetos	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas.
	Elementos de montaje mal asegurados Desprendimiento de muros Hundimientos del terreno Zanjas no entibadas	Derrumbe	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas.
Locativo	Tránsito vehicular	Choques y atropellos	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas y quemaduras.

	Recintos cerrados con atmósferas deficientes en oxígeno. Recintos cerrados de acceso limitado o dificultoso.	Exposición prolongada	Asfixia, golpes, cortes y magulladuras
	Zona peligrosa	Robos y agresiones de terceros	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas y quemaduras.
Mecánico	Objetos móviles no asegurados Herramientas o equipos manuales no asegurados Herramientas defectuosas	Golpe	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas.
	Herramientas manuales de presión en mal estado. Herramientas eléctricas en mal estado. Máquinas o equipos no resguardados. Mecanismos móviles sin protección.	Atrapamiento	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas.
	Herramientas portátiles eléctricas punzo cortantes. Herramientas manuales cortantes. Maquinas o equipos fijos con piezas cortantes. Objetos o superficies	Corte	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas.
	Desprendimiento de fragmentos o partículas sólidas. Salpicadura de líquidos	Proyecciones	Lesiones a la vista o a la cara
Químico	Sustancias corrosivas Sustancias irritantes o alergizantes Sustancias asfixiantes Sustancias narcotizantes Otras sustancias tóxicas	Contacto Exposición prolongada Niveles superiores a límites permitidos	Quemaduras, envenenamiento, asfixia, alergias
Eléctrico	Baja Tensión Media Tensión Alta Tensión	Contactos directos Contactos indirectos Electricidad estática Arco eléctrico	Quemaduras, fibrilación auricular, paro respiratorio, lesiones a la vista o a la cara

Físico-químico	Atmósferas explosivas Fuga de líquidos inflamables y explosivos Acumulación de material combustible Almacenamiento y trasvase de productos inflamables Focos de ignición Atmósferas inflamables Proyecciones de partículas incandescentes Llamas abiertas Descarga eléctrica estática Cortocircuito	Explosión Incendio Generación de humo	Quemaduras, envenenamiento, asfixia, fibrilación auricular, lesiones a la vista o a la cara
Físico	Fluidos o sustancias calientes Focos de calor o frío Ambientes con altas o muy bajas temperaturas (estrés térmico) Cambios bruscos de temperatura	Contacto con sustancias o superficies Estrés térmico Niveles superiores a límites permitidos Exposiciones prolongadas	Erupción cutánea, calambres, síncope por calor, deshidratación, golpes de calor, agotamiento por calor
	Polvo	Contacto Exposición prolongada Niveles superiores a límites permitidos	Asfixia, alergias, enfermedades respiratorias
	Ruido debido a maquinas o equipos Ruido debido a trabajos con herramientas de golpe	Niveles superiores a límites permitidos Exposiciones prolongadas	Pérdida del nivel de audición
	Vibración debido a maquinas o equipos Vibración debido a trabajos con herramientas de golpe	Niveles superiores a límites permitidos Exposiciones prolongadas	Daños osteomusculares, neurológicos y vasculares
	Campos electromagnéticos Radiación UV Radiación IR PVD (monitores)	Niveles superiores a límites permitidos Exposiciones prolongadas	Irritación, estrés, inflamaciones

	Iluminación	Niveles superiores a límites permitidos Niveles inferiores a límites permitidos Mal diseño (deslumbramientos, colores inadecuados, reflejos)	Pérdida del nivel de visión
Biológico	Exposición a agentes patógenos en aire, suelo o agua Presencia de vectores, artrópodos, parásitos Presencia de animales agresores	Agresión de animales, picaduras de insectos	Picaduras, mordeduras, envenenamiento, reacción alérgica
Ergonómico	Esfuerzos por empujar o tirar de objetos Esfuerzo por el uso de herramientas Esfuerzos por la manipulación de cargas Movimientos repetitivos Movimientos bruscos Posturas inadecuadas	Exposición prolongada y sobreesfuerzo	Dolores musculares, lumbalgia
Psicosocial	Hostilidad del trabajador Hostilidad de terceros Contenido de la tarea (monotonía, repetitividad, insatisfacción) Relaciones humanas (jerarquía, función, participación) Organización del tiempo (Ritmo, pausas, turnos, recarga) Gestión del personal (Inducción, capacitación, motivación)	Agresión de personas Estrés Falta de motivación Fatiga Desconocimiento	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas y quemaduras.
Fenómenos Naturales	Rayos Inundaciones Terremoto, maremoto, tsunami Neblinas Vientos huracanados	Contactos directos Contactos Indirectos Electricidad estática Arco eléctrico Agresión de animales Picaduras de insectos Derrumbe	Cortes, golpes, magulladuras, fracturas, quemaduras, picaduras, mordeduras, envenenamiento.

ANEXO 10:ENCUESTA

Encuesta dirigida a clientes consumidores de energía eléctrica, de un promedio de 40 personas del tramo de la subestación eléctrica de distribución 04805A, aguas abajo, hasta la última estructura.

A continuación, encontrarán una serie de preguntas relacionadas a las interrupciones del servicio eléctrico en tiempos prolongados y las posibles causas de las fallas eléctricas.

Cuestionario.

1. ¿Constantemente usted tiene interrupciones del servicio eléctrico?
Sí ☐ No ☐
2. ¿Los cortes de energía eléctrica que le suceden a usted, son restablecidos en un tiempo corto?
Sí ☐ No ☐
3. ¿Es necesario para usted el uso de la energía eléctrica en sus actividades diarias?
Sí ☐ No ☐
4. ¿Las reparaciones de las líneas de distribución de energía eléctrica son constantes?
Sí ☐ No ☐
5. ¿Considera usted que debería haber un plan de prevención para las interrupciones de energía eléctrica?
Sí ☐ No ☐
6. ¿Considera usted que, para reducir el número de interrupciones del servicio eléctrico, deberían aumentarse los trabajos de mantenimiento para las líneas de distribución?
Sí ☐ No ☐
7. ¿Considera usted que está pagando por un servicio de energía eléctrica de calidad?
Sí ☐ No ☐
8. ¿Ocurren incidentes en sus actividades diarias, debido a los cortes de energía eléctrica?
Sí ☐ No ☐