

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



**“MANTENIMIENTO DE CELDA DE SISTEMA DE  
ACOPLAMIENTO ELECTRICO RURAL CANCHIS 22,9 kV”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRICISTA

AUTORES:

DIAZ VILLANUEVA, ALEJANDRO PEDRO

HURTADO ZAMORA, JUAN CARLOS

VILLEGAS GOMEZ, RENZO FABIAN

Callao, 2019

PERÚ

Acta para la Obtención de Título Profesional por la Modalidad de Tesis sin Ciclo de Tesis

A los 05 días del mes de abril del 2019 siendo las 12:00 horas, se reunió el Jurado Examinador de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, conformado por los siguientes Docentes Ordinarios de la Universidad Nacional del Callao, RD N° 042 -2019- DEITEE.

- Dr. Ing. Santiago Linder Rubino Jimenez
- Mg. Ing. Nino Alain Marcon Cueva
- Mg. Ing. Ernesto Rano Torres

Con el fin de dar inicio a la exposición de Tesis de los Señores Bachilleros en Ing. Eléctrica, quien habiendo cumplido con los requisitos establecidos en la Normativa, sustentarán la tesis titulada:

\* Modelo de Gestión para el Mantenimiento de celdas de Sistemas de Alimentación Eléctrica Rural, caso: LTX Lanchos 22,9 KV

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición, considerando lo establecido en el Reglamento de Grados y Títulos, correspondiente al otorgamiento al Título Profesional por la Modalidad de Tesis sin ciclo de Tesis, efectuadas las deliberaciones pertinentes se acordó:

- Dar por aprobados calificativos Buena nota: Quince a los expositores Bachiller Diaz Villanueva, Alejandro Pedro
- Bachiller Hurtado Zamora, Juan Carlos
- Bachiller Villegas, Renzo Fabian

Con lo cual se dio por concluida la sesión siendo las 13:00 horas del día 05 de abril del 2019.

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
 OFICINA DE SECRETARIA GENERAL  
 EL SECRETARIO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO que suscribe, CERTIFICA: que la presente es copia fiel del original. Se expide la presente certificación a solicitud del (a) interesado (a) para los fines que juzgue conveniente  
 Callao, 20 de NOV. 2019 del 20...

Dr. Ing. Santiago Linder Rubino Jimenez

Mg. Nino Alain Marcon Cueva

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
 Oficina de Secretaría General  
 Mg. César Guillermo Jáuregui Villaverde  
 Secretario General

Ing. Ernesto Rano Torres

## **DEDICATORIA**

La presente tesis la dedicamos a nuestros padres y familiares que siempre estuvieron incondicionalmente en los momentos más complicados durante nuestra vida universitaria, y que gracias a sus consejos y apoyo supimos cómo superar las distintas adversidades.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a Dios por darnos la fortaleza como profesionales y como personas de aporte a la sociedad, a nuestros padres y hermanos, que estuvieron siempre lado a lado cuando requeríamos de ellos.

A nuestra alma mater la Universidad Nacional del Callao, a nuestros docentes y a nuestra querida Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica que durante el paso de este tiempo nos albergó incondicionalmente en sus instalaciones para brindarnos conocimientos científicos, tecnológicos, prácticos y forjando nuestros valores día a día.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	3
ABSTRACT .....	4
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	5
1.1 Descripción de la realidad problemática .....	5
1.2 Formulación del problema.....	7
1.2.1 Problema General.....	7
1.3 Objetivos .....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos .....	7
1.4 Justificación.....	8
1.4.1 Tecnológica .....	8
1.4.2 Académica .....	8
1.4.3 Seguridad .....	9
1.5 Limitaciones de la investigación .....	9
II. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1 Antecedentes .....	10
2.2 Bases teóricas.....	13
2.2.1 Mantenimiento de celda de sistema de acoplamiento eléctrico .....	13
2.2.2 Sistemas eléctricos.....	32
2.2.3 Proyectos de electrificación rural .....	34
2.3 Definición de términos básicos.....	36
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	38
3.1 HIPÓTESIS .....	38
3.1.1 Hipótesis General .....	38
3.1.2 Hipótesis Específica .....	38
3.2 VARIABLES .....	38
3.2.1 Operacionalización de variables .....	39
IV. DISEÑO METODOLÓGICO .....	40
4.1 Tipo y diseño de investigación .....	40
4.2 Método de investigación.....	40

4.3 Población y muestra.....	41
4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado .....	41
4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	41
4.6 Análisis y procesamiento de datos.....	41
V. RESULTADOS .....	42
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	52
6.1 Contrastación de la Hipótesis con los resultados.....	52
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares .....	52
CONCLUSIONES .....	56
RECOMENDACIONES .....	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	58
ANEXOS .....	61
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	62
Anexo 2. Glosario.....	63
Anexo 3. Manual de Mantenimiento para Subestaciones Eléctricas Rurales ..	65

## RESUMEN

La obra Sistema Eléctrico Rural, tiene por objeto dotar de energía eléctrica en forma permanente y confiable a 9 localidades, mediante línea primaria en 22,9 kV, con neutro aterrado el cual ha sido desarrollado tomando en consideración los criterios técnicos de los sistemas económicamente adaptados. Esta instalación recibe la energía alterna de alta tensión procedente de las empresas suministradoras, la procesa, adapta y la distribuye como corriente continua a la línea de contacto o catenaria. Asimismo, puede dar tensión a las señales y otros sistemas de gestión del tráfico, lo que la convierte en un dispositivo esencial para el funcionamiento del servicio. En este contexto, el objetivo de la investigación fue determinar un modelo de mantenimiento de líneas de transmisión para mejorar la operación y mantenimiento de las Líneas de Transmisión de Sistema de Acoplamiento Eléctrico Rural Canchis 22,9 kV. La metodología utilizada fue tecnológica. Concluyendo que Mediante la implementación de un modelo de mantenimiento de líneas de transmisión mejoró la operación y mantenimiento de las líneas de transmisión del sistema de acoplamiento eléctrico rural, caso CANCHIS- 22.9kV. Se estableció un procedimiento para la ejecución de trabajos de mantenimientos preventivos en Celdas de Acoplamiento de 20.9 KV. ya que de ello depende el buen servicio de los equipos electromecánicos en las Subestaciones de Transmisión. Se implementó de un modelo de mantenimiento, que permitió mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico rural que beneficia a 995 usuarios con un consumo de potencia de 1 82.43kW.

**Palabras clave:** Modelo de mantenimiento, sistema eléctrico rural

## **ABSTRACT**

The purpose of the Rural Electric System work is to provide 9 localities permanently and reliably with electric power, through a 22.9 kV primary line, with a neutral ground which has been developed taking into consideration the technical criteria of economically adapted systems. This installation receives the high voltage alternating energy from the supplying companies, processes it, adapts it and distributes it as direct current to the contact or catenary line. It can also give tension to signals and other traffic management systems, which makes it an essential device for the operation of the service. In this context, the objective of the investigation was to determine a transmission line maintenance model to improve the operation and maintenance of the 22.9 kV Canchis Rural Electric Coupling System Transmission Lines. The methodology used was technological. Concluding that through the implementation of a transmission line maintenance model, the operation and maintenance of the transmission lines of the rural electrical coupling system was improved, case Canchis-22.9kV. A procedure for the execution of preventive maintenance works in 20.9 KV Coupling Cells was established since it depends on the good service of the electromechanical equipment in the Transmission Substations. It was implemented of a maintenance model, which allowed improving the reliability of the rural electrical system that benefits 995 users with a power consumption of 1 82.43kW.

**Keywords:** Maintenance model, rural electrical system



## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

El Banco Mundial (2016) sostiene que la falta de acceso a la electricidad combinada con la escasez de otros servicios de infraestructura, limita el desarrollo económico y obstaculiza las mejoras en los estándares de vida en el Perú. Limita la calidad de la atención médica y la disponibilidad de oportunidades educativas. Los elevados niveles de pobreza en las áreas rurales del Perú y la creciente brecha en la calidad de vida con el rápido desarrollo de las áreas urbanas resaltan la importancia de invertir en infraestructura rural básica, tal como la electricidad, como parte de la agenda de desarrollo nacional.

En el Perú, se impulsó el Proyecto de Electrificación Rural con el objetivo de proveer del servicio de electrificación rural sostenible y eficiente al asegurar que las compañías de distribución de electricidad prepararan, ejecutaran y operaran sub-proyectos de electrificación rural como parte de sus operaciones comerciales regulares. Dicho proyecto comenzó a mediados del 2006, más de seis millones de personas en las áreas rurales predominantemente pobres del Perú no tenían acceso a la electricidad. Con una cobertura de 30 por ciento, ésta fue una de las tarifas por electrificación rural más bajas en Latinoamérica. Los resultados clave del proyecto incluyeron más de 105,000 usuarios domésticos y pequeñas empresas que representan aproximadamente a 450,000 personas beneficiadas al recibir una nueva conexión a la electricidad, los colegios, hospitales y centros comunitarios se beneficiaron de un total de 2,900 conexiones nuevas de electricidad (OSINERMIN, 2014)

El Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, ha venido ejecutando obras de electrificación, utilizando para ello, diversas tecnologías aplicadas sobre la base de una selección de fuentes de energía, que consideran como primera alternativa la extensión de redes del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y la de los Sistemas Aislados (SSAA), a partir de las cuales se

desarrollan los Sistemas Eléctricos Rurales.

El servicio básico de electricidad, en condiciones confiables y sostenibles, genera mejoras notables en la calidad de vida de la población. Sin embargo, aún existe una brecha en los niveles de cobertura y una reducida calidad del servicio eléctrico que se brinda en las áreas rurales. Por ello, se hace necesario garantizar un servicio de calidad y para ello se requiere la ejecución de un modelo de mantenimiento de los sistemas eléctricos rurales.

El mantenimiento a Líneas de Transmisión está homologado en el ámbito nacional en 48 actividades, que están normalizadas por el Comité de especialistas de Líneas de Transmisión y contemplan: Inspecciones, mantenimientos, pruebas y atención de fallas. Para lograr un mejor control y por ende la toma de decisiones oportuna para el mantenimiento se inició con un proyecto piloto, en el cual la oferta original del fabricante fue modificada y adaptada a las necesidades particulares de los trabajadores de líneas. Las modificaciones (software) se hicieron adaptándose a los sistemas operativos existentes en las Áreas de Transmisión Oriente y Baja California. Actualmente el sistema se encuentra en operación en la totalidad de estas, y en proceso a nivel nacional, aplicándose a líneas de 400 y 230 kV. Las 48 actividades normalizadas se estructuraron en 7 menús de captura de información, el sistema genera reportes sistematizados, que cumplen con los requisitos de los Sistemas de Aseguramiento de Calidad.

Apurarse a marcar “su tarjeta de control”, relojes sin sincronía horaria, el hecho que la unidad de transporte nunca pase por el reloj de control y finalmente que en cada terminal de transporte se requiere una “máquina” sumadora humana de retrasos según las tarjetas o “el controlador” para dar salidas o castigo a cada unidad de su empresa, el trabajo de los controladores con frecuencia genera suspicacias por favoritismos a las unidades. Siendo estos quienes finalmente terminan de empeorar el servicio de transporte cuando no se actúan en forma transparente.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿Un modelo de mantenimiento de celda mejorará la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV?

#### **Problemas secundarios**

¿Mediante actividades de planeación, programación, control y supervisión, de mantenimiento se preserva las funciones principales y secundarias de la infraestructura de las líneas de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV?

¿Cuáles son los procedimientos de trabajo de mantenimiento preventivo que mejorará la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Establecer un modelo de mantenimiento de celda para mejorar la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Establecer las actividades de planeación, programación, control y supervisión de mantenimiento orientados a preservar las funciones principales y secundarias de la infraestructura de las líneas de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.

Establecer procedimientos para la ejecución de trabajos de mantenimientos preventivos para mejorar la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.

## **1.4 Justificación**

### **Económico**

El mantenimiento a Líneas de Transmisión está homologado en el ámbito nacional en 48 actividades, que están normalizadas por el Comité de especialistas de Líneas de Transmisión y contemplan: Inspecciones, mantenimientos, pruebas y atención de fallas. Para lograr un mejor control y por ende la toma de decisiones oportuna para el mantenimiento se inicio con un proyecto piloto, en el cual la oferta original del fabricante fue modificada y adaptada a las necesidades particulares de los trabajadores de líneas. Las modificaciones (software) se hicieron adaptándose a los sistemas operativos existentes en las Áreasde Transmisión Oriente y Baja California. Actualmente el sistema se encuentra en operación en la totalidad de estas, y en proceso a nivel nacional, aplicándose a líneas de 400 y 230 kV. Las 48 actividades normalizadas se estructuraron en 7 menús de captura de información, el sistema genera reportes sistematizados, que cumplen con los requisitos de los Sistemas de Aseguramiento de Calidad.

#### **1.4.1 Tecnológica**

El proyecto se justifica tecnológicamente porque permitirá a la empresa contar con un mecanismo automático para el control para la ruta de los vehículos, lo que permitirá tener información precisa en todo momento sobre las unidades conociendo su ubicación y recorrido.

#### **1.4.2 Académica**

Este proyecto se justifica académicamente porque se pondrá en práctico los conocimientos aprendidos, se tendrá que realizar investigación de la nuevas tecnologías el cual nos proporcionara la información al momento de desarrollar nuestra tesis.

### **1.4.3 Seguridad**

Ante cualquier eventualidad en ruta sea por: avería mecánica, falta de combustible, calle bloqueada, alto tráfico, pérdida de llave, robo, etc. se podrá tomar la información de la ubicación, en conjunto con el informe del conductor, así dar la solución al problema en forma adecuada reduciendo los tiempos a la eventualidad que se presente on-site.

### **1.5 Limitaciones de la investigación**

La efectividad de éste hasta la fecha, ha sido probada pues se ha logrado abatir los índices de líneas de transmisión de 400 kV de 4.5 en 1977 a 0.99 en el 2000 y en líneas de 230 kV de 1.90 en 1977 a 1.401 en el 2000, esto ha significado un esfuerzo permanente respecto a innovaciones y capacitación del personal.

### **Facilidades**

- Tecnología vigente, ya que el sistema GPS se utiliza en la actualidad con gran demanda.
- El Sistema Localización es accesible y gratuito en los receptores GPS.
- Los Beneficios que permita mejora en ahorro de combustible y tiempo/hombre en el desplazamiento de las unidades.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

#### Antecedentes internacionales

Calderón (2015) en Venezuela, realizó la investigación “Desarrollo de un plan de mantenimiento integral de subestaciones eléctricas compactas en pequeñas y medianas empresas. Caso de estudio edificio profesional Torre Stratos”. El objetivo fue presentar al mantenimiento como un sistema integrado que requiere planeación, diseño, ingeniería y control mediante el empleo de diferentes técnicas de diagnóstico de los equipos de una subestación, asimismo enmarcar, sintetizar y reconducir de la manera más óptima las metodologías, procedimientos y criterios asociados a estructuras de mantenimiento ya definidas que servirán de base para la creación de un modelo de gestión de mantenimiento integral de una subestación compacta industrial, constituyendo en un todo cada elemento que interviene en el proceso de mantenimiento y generando así una metodología general de trabajo basada en el desarrollo de un modelo sistemático y modular de mantenimiento integral cuyo alcance abarque puntos claves como la gestión de información, la gestión de repuestos, la gestión de equipos y la gestión de control, dando pie a una estrategia oportuna para contribuir con la solución total o parcial de algunos problemas ocasionados por fallas metodológicas y organizacionales en la gestión de mantenimiento que comprometan la continuidad productiva de la industria y atenten contra el crecimiento económico. Concluyendo que con el análisis económico sobre la factibilidad a la que conlleva la decisión de desarrollar o tercerizar dicha gestión de mantenimiento. Por otro lado constituirá una herramienta más para la mejora del proceso de capacitación del personal técnico calificado que labora en dicha área y enriquecería el proceso de enseñanza-aprendizaje desde el punto de vista teórico y práctico.

López (2015) en México, realizó la tesis titulada “Mantenimiento en sistemas eléctricos de distribución”, quien concluye que en este trabajo mencionamos la

periodicidad del mantenimiento a los diferentes equipos y esto es algo que se ignora en la mayor parte de las personas encargadas de realizar esta tarea. Por lo general, la mayor parte de las industrias dan mantenimiento a todos sus equipos una vez al año, lo cual no es recomendable ya que cada elemento de un sistema eléctrico demanda diferentes periodos y procesos en su mantenimiento, además, cuando el mantenimiento es adecuado, se aumenta la seguridad de los equipos y del personal, cosa que es lo más importante en cualquier empresa. Al tener el equipo en buen estado, y funcionando correctamente, se reducen los gastos para la empresa, incluyendo los seguros que las respaldan, ya que su costo va en función del número de accidentes que se tienen. Si el mantenimiento es el adecuado los accidentes se reducen drásticamente.

Mora (2016). Localización de Faltas en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica usando Métodos Basados en el Modelo y Métodos de Clasificación Basados en el Conocimiento. (Tesis doctoral). Universitat de Girona. La calidad de energía eléctrica incluye la calidad del suministro y la calidad de la atención al cliente. La calidad del suministro a su vez se considera que la conforman dos partes, la forma de onda y la continuidad. En esta tesis se aborda la continuidad del suministro a través de la localización de faltas. Este problema se encuentra relativamente resuelto en los sistemas de transmisión, donde por las características homogéneas de la línea, la medición en ambos terminales y la disponibilidad de diversos equipos, permiten localizar el sitio de falta con una precisión relativamente alta. En sistemas de distribución, sin embargo, la localización de faltas es un problema complejo y aún no resuelto. La complejidad es debida principalmente a la presencia de conductores no homogéneos, cargas intermedias, derivaciones laterales y desbalances en el sistema y la carga. Además, normalmente, en estos sistemas sólo se cuenta con medidas en la subestación, y un modelo simplificado del circuito. Los principales esfuerzos en la localización han estado orientados al desarrollo de métodos que utilicen el fundamental de la tensión y de la corriente en la subestación, para estimar la reactancia hasta la falta. Como la obtención de la reactancia permite cuantificar la distancia al sitio de falta a partir del uso del

modelo, el Método se considera Basado en el Modelo (MBM). Sin embargo, algunas de sus desventajas están asociadas a la necesidad de un buen modelo del sistema y a la posibilidad de tener varios sitios donde puede haber ocurrido la falta, esto es, se puede presentar múltiple estimación del sitio de falta. Como aporte, en esta tesis se presenta un análisis y prueba comparativa entre varios de los MBM frecuentemente referenciados. Adicionalmente se complementa la solución con métodos que utilizan otro tipo de información, como la obtenida de las bases históricas de faltas con registros de tensión y corriente medidos en la subestación (no se limita solamente al fundamental). Como herramienta de extracción de información se utilizan y prueban dos técnicas de clasificación (LAMDA y SVM). Éstas relacionan las características obtenidas de la señal, con la zona bajo falta y se denominan en este documento como Métodos de Clasificación Basados en el Conocimiento (MCBC).

### **Antecedentes nacionales**

Canal (2015) en el Cusco, realizó el “Estudio para el mejoramiento de la operación en estado estacionario del sistema eléctrico rural Chumbivilcas. Universidad Nacional de san Antonio Abad”. El objetivo general fue desarrollar el estudio que permita mejorar la operación en estado estable del sistema eléctrico rural Chumbivilcas para el periodo 2014-2034, previa evaluación de la operación actual del SER Chumbivilcas, propuestas de alternativas de solución para mejorar la operación en estado estacionario del SER Chumbivilcas, cumpliendo los márgenes establecidos por la NTC SER y desarrollar la mejor alternativa de solución. La hipótesis que plantea este trabajo de tesis es: el mejoramiento de la operación en estado estacionario del sistema eléctrico rural Chumbivilcas. permitirá resolver problemas de efecto Ferranti, calidad de servicio (calidad de producto y suministro) y crecimiento de la demanda. El sistema eléctrico rural Chumbivilcas operará en una tensión de 60kV, que contempla la implementación de una línea de subtransmisión desde la SET de Combapata hasta la SET Llusco. Con el cambio de nivel de tensión en el SER Chumbivilcas, se mejora considerablemente la operación en estado estacionario del SER Chumbivilcas, obteniendo niveles adecuados de tensión



en todos los nodos del sistema, los cuales operan dentro de la tolerancia establecida por la NTCSE, aseverando de este modo a la hipótesis planteada.

Márquez (2016). Ampliación de los aspectos técnicos de electrificación urbana en la ciudad de Huancayo. Instituto de Investigación de la Facultad de Eléctrica Electrónica. El desarrollo de la investigación se efectuó a fin de mejorar la Calidad del servicio eléctrico mediante la Ampliación de los aspectos técnicos de electrificación urbana en la ciudad de Huancayo, considerando primordialmente la evaluación de los parámetros técnicos de las Redes Primarias, Secundarias y Subestaciones en función a las Leyes y Normas vigentes emitidas por el Ministerio de Energía y Minas, considerando que el Sistema Eléctrico tiene la función de brindar calidad de servicio en el ámbito de concesión de su competencia y por lo tanto debe cumplir con la Ley de Concesiones Eléctricas. Concluyendo que a fin de contribuir con el logro de los objetivos planteados, como el de asegurar una oferta eléctrica confiable, que el sistema eléctrico funcione de manera eficiente, que se aplique una tarifa correcta a los consumidores finales, que se use de manera óptima los recursos energéticos disponibles, permitiendo un mercado preparado para la expansión a fin de unirse a sistemas eléctricos extranjeros, contribuyendo con el desarrollo socio-económico y sostenible del país, por lo cual debemos empezar por lograrlo en el sistema eléctrico de la ciudad de Huancayo.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Mantenimiento de celda de sistema de acoplamiento eléctrico**

#### **A. Mantenimiento**

El mantenimiento es la acción eficaz para mejorar aspectos operativos relevantes de un establecimiento tales como funcionalidad, seguridad, productividad, confort, imagen corporativa, salubridad e higiene. Otorga la posibilidad de racionalizar costos de operación. El mantenimiento debe ser tanto periódico como permanente, preventivo y correctivo. Con una buena planificación y programas oportunos de inspecciones rutinarias.

## **B. Principio y objetivos del mantenimiento**

El principio fundamental del mantenimiento es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas para:

- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente.
- Maximizar el beneficio global.

Porque el mantenimiento representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario a quien esta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos. El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos.

El objetivo principal en el mantenimiento de equipo eléctrico es mantener la disponibilidad de los equipos por lo cual es prioritario reducir la cantidad de fallas repentinas en el sistema. Todo esto debe ser conseguido con un nivel óptimo tanto de calidad como de costo. A medida que la tecnología avanza debe obligadamente suceder un desarrollo de nuevas herramientas y métodos de mantenimiento y pruebas del equipo permitiendo subsistir en mejores condiciones y por más tiempo el sistema eléctrico. En consecuencia a todo este desarrollo también han ido en aumento las exigencias de calidad, lo cual ha permitido una importante evolución en el mantenimiento de equipo eléctrico (Calderón, 2015).

## **C. Finalidad del mantenimiento**

Conservar la planta industrial con el equipo, los edificios, los servicios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser

utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y a un programa de uso definidos por los requerimientos de producción (García y Santiago, 2003).

#### **D. Gestión de mantenimiento integral**

Las áreas de mantenimiento de la industria moderna deben prepararse para un entorno dinámico, propio de una economía globalizada y de constante evolución tecnológica, adoptando esquemas flexibles que le permitan cambiar y evolucionar en todos los aspectos de la organización a fin de asegurar su viabilidad futura (Rivera, 2011).

La Gestión Integral del Mantenimiento busca garantizar la disponibilidad de los activos fijos, cuando lo requieran con confiabilidad y seguridad total, durante el tiempo óptimo necesario para operar con las condiciones tecnológicas exigidas previamente, para producir bienes o servicios que satisfagan necesidades, deseos o requerimientos de los usuarios, con los niveles de calidad, cantidad y tiempo solicitados, en el momento oportuno, al menor costo posible y con los mayores índices de productividad, rentabilidad y competitividad (Rivera, 2011).

Sobre la periodicidad en el mantenimiento, es necesario tomar en cuenta el aspecto de la periodicidad en la atención de los equipos y dispositivos que conforman el sistema eléctrico, es un concepto que ha venido variando significativamente con el tiempo; producto principalmente del continuo desarrollo tecnológico alcanzado tanto en el diseño y fabricación de tales componentes, como en la implementación de nuevas y mejores técnicas de prueba, verificación, supervisión, monitoreo y diagnóstico.

#### **E. Celdas**

Cuando se van a implementar las celdas de media tensión, se tienen en cuenta características generales como los niveles de tensión, capacidad de la barra, niveles de corto circuito, entre otros. Además de esto se tienen en cuenta características como tal del sistema, como por ejemplo la topología de la red,

que requerimientos de control necesita la aplicación, entre otros.

Según Albarado (2017), la celda, es una estructura metálica que contiene elementos de media tensión como lo son: Interruptores de potencia, transformadores, seccionadores, relés de control y protección, panel de alarmas y equipos de medida. Se encuentran principalmente en subestaciones capsuladas de 34,5 kV y 13,8 kV. Esta debe cumplir con condiciones mecánicas y de seguridad.

Las celdas de media tensión están clasificadas de manera general en varios tipos de acuerdo a su funcionalidad básica, las cuales son: Celda de línea: la cual puede ser de entrada o de salida lo cual definirá su funcionalidad de recibir o entregar los cables provenientes de la acometida. Vienen equipadas con un seccionador de corte.

**Celda de protección general:** La cual está encargada de proteger la instalación de una posible falla. Se ubica luego de la celda de entrada y viene equipada por un interruptor o por unos fusibles.

**Celda de medida:** básicamente consiste en una celda adicional que contiene unos transformadores que adaptan los niveles de voltaje y de corriente a valores que puedan ser utilizados por los equipos de medida.

Se puede implementar el sistema de medida en diferentes tipos de configuración en las celdas, por ejemplo, se puede implementar medida a una celda de remonte o la celda de línea.

**Celda de seccionamiento pasante:** Es implementada cuando se quiere aislar parte de la instalación del propio TC.

**Celda de remonte:** La cual es bastante aplicada y se implementa con el fin de subir los cables hasta el embarrado, es decir, por medio de esta celda se suben los cables que vienen por debajo hasta las barras de la celda.

## **E. Mantenimiento en las celdas de media tensión**

Por consecuencia de los daños que ocurren en las celdas de media tensión debido a los diferentes factores que influyen en ella, el operario o encargado de mantenimiento de la subestación debe tomar acciones de acuerdo a la falla presentada. Existen distintos tipos de mantenimiento que se le puede realizar a un sistema que varían de acuerdo a la falla que se presente, pueden mantenimiento de tipo preventivo, correctivo, predictivo o proactivo (Chávez, 2016).

### **E1. Mantenimiento correctivo**

Inicialmente se manejaba una técnica llamada mantenimiento correctivo, la cual consiste en la revisión y reparación del equipo únicamente cuando se presenta una falla o avería en el sistema, o cuando se alteran las condiciones normales de funcionamiento del mismo. Esta es por lo tanto la idea más antigua del mantenimiento, y que ahora es utilizada solamente en equipo de muy bajo costo.

El mantenimiento correctivo es aquel que se realiza después de ocurrida una falla la cual puede ser de grado avanzado o por una falla de mayor magnitud que afecte varios aspectos del equipo. Se llama correctivo pues su ejecución es inmediata y no se establece dentro de un cronograma de actividades pues ocurre sin un previo aviso. Las consecuencias de este tipo de mantenimientos será la necesidad de realizar parada al equipo, en este caso se debe desenergizar la celda de media tensión además de costos que se generan que pueden ser elevados. En el caso de ocurrir una falla en una subestación puede costar la vida de los componentes de las celdas y también la vida de los operarios de estas (Chávez, 2016).

La principal desventaja que tenía esta práctica era el gasto que tenía que hacerse para reemplazar el equipo dañado y en consecuencia no era posible realizar una buena planeación para la inversión.

Otro inconveniente es la baja calidad en las reparaciones debido a la rapidez en la intervención, y a la prioridad de rehabilitar el funcionamiento antes que reparar definitivamente, por lo que produce un hábito a trabajar defectuosamente, este tipo de intervenciones a menudo generan otras al cabo del tiempo por mala reparación.

Este tipo de mantenimiento requiere poca planeación y control, pero sus desventajas lo hacen inaceptable en grandes instalaciones, ya que el trabajo es realizado sobre una base de emergencia, la cual resultaba en un ineficiente empleo de la mano de obra y ocasionaba interrupciones del servicio.

## **E.2 Mantenimiento preventivo**

Posteriormente surge el mantenimiento preventivo como una necesidad de reducir la cantidad de reparaciones y costos. Esto se logra mediante una rutina de inspecciones periódicas en los equipos sin importar su estado y la renovación de los elementos dañados.

Las actividades de mantenimiento preventivo tienen la finalidad de impedir o evitar que el equipo falle durante el período de su vida útil y la técnica de su aplicación se apoya en experiencias de operación que determinan que el equipo después de pasar el período de puesta en servicio reduce sus posibilidades de falla.

## **E.3 Mantenimiento predictivo**

Es aquel que su base es la pronosticación de las posibles fallas en un punto específico. Este tipo de mantenimiento está basado en un monitoreo, registro y análisis de ciertas variables que permitan determinar el estado del equipo o del componente. Por medio de este mantenimiento predictivo se pueden realizar intervenciones y arreglos en el sistema antes de que se genere la falla. Para el mantenimiento predictivo, en primer lugar se realiza un estudio del equipo, en este caso de la celda de media tensión, evaluando su estado y detectando cuáles son los factores que provocan las fallas o el deterioro en el estado de

esta. Luego de esto se busca la solución más adecuada para el monitoreo de estas variables. Al igual que con el mantenimiento preventivo, se evita la suspensión del servicio, además de poder deducir el tiempo de vida que puede tener un componente de la celda. Por ejemplo, en el caso de las descargas parciales es necesario realizar mantenimientos predictivos en la celda para evitar que el deterioro de los aislamientos llegue a ocasionar fallas en el Switchgear, lo cual conlleva a una discontinuidad del fluido eléctrico y una inversión extra en mantenimientos correctivos que puede llegar a ser muy costosa. Para esto los mantenimientos predictivos recurren a equipos extras que ayuden específicamente a estas funciones de monitoreo. Aunque puedan tener una inversión inicial mayor, el retorno de inversión o el beneficio de implementación se verá a largo plazo al momento de haberse eliminado problemas como las fallas imprevistas, disminución de la cantidad de revisiones comparado con el mantenimiento preventivo, entre otras.

Con el surgimiento de nuevas tecnologías y necesidades se comienza a utilizar una nueva técnica llamada mantenimiento predictivo. Este tipo de mantenimiento se basa en predecir la falla antes de que ésta se produzca. Se trata de adelantarse a la falla o al momento en que el equipo o elemento deja de trabajar en sus condiciones óptimas. Estas técnicas predictivas tienen como idea principal de actuación la realización de intervenciones al equipo únicamente cuando es necesario.

Esta técnica nos obliga a dominar el proceso y a obtener datos técnicos, lo cual nos compromete con un método científico de trabajo riguroso y objetivo.

El tipo de mantenimiento predictivo tiene como finalidad combinar las ventajas de los dos tipos de mantenimiento anteriores; para lograr el máximo tiempo de operación del equipo, se aplican técnicas de revisión y pruebas más avanzadas, requiere de controles rigurosos para su planeación y ejecución.

Además durante los últimos años se han venido desarrollando diversas técnicas de diagnóstico tanto en línea como por muestreo que no requiere desenergizar al equipo primario difiriendo los periodos de atención de aquellas

pruebas tradicionales consideradas dentro del mantenimiento predictivo y que requieren necesariamente sacar de servicio el equipo.

El mantenimiento predictivo se basa en que el equipo, después de pasar su período de puesta en servicio, reduce sus posibilidades de falla y comienza o se encuentra dentro de su período de vida útil, posteriormente el equipo envejece y crecen sus posibilidades de falla. El mantenimiento predictivo tiende a reducir la cantidad de trabajos a realizar durante el período de vida útil, con solamente aplicarlo cerca del final o durante ese período.

## **F. Pruebas de Campo**

Este tipo de pruebas se realizan una vez que el equipo se encuentra instalado en el lugar donde va a ser utilizado permanentemente y ya se encuentra en operación o en proceso de ser puesto en servicio.

Los equipos pueden sufrir fallas por el deterioro debido a su envejecimiento o bien como consecuencia de causas externas a éste. Cabe mencionar que éstas últimas son las más difíciles de predecir. Por tal motivo, resulta sumamente importante el conocer la situación o el estado del equipo para que se pueda realizar el mantenimiento más adecuado.

Para poder conservar el equipo eléctrico en buenas condiciones y llevar un buen manejo de su mantenimiento se le deben realizar una serie de pruebas de manera regular y adecuada.

Las pruebas de campo son actividades dentro de los trabajos de mantenimiento y puesta en servicio, que se deben llevar a cabo en forma periódica, con la finalidad de mantener índices de confiabilidad y continuidad aceptables.

Las pruebas de campo se clasifican de la siguiente forma:

- Pruebas de recepción y/o verificación. Se deben realizar a todos los equipos recién instalados, ya sean nuevos o reparados ya que pudieron sufrir daños



al ser trasladados, por lo cual se requiere una escrupulosa inspección de todas sus partes.

- Pruebas de puesta en servicio. Una vez que el equipo ya fue debidamente instalado y ajustado debe verificarse si se encuentra en condiciones de ser puesto en servicio.
- Pruebas de mantenimiento. Se efectúan periódicamente conforme a programas y a criterios de mantenimiento elegidos y condiciones operativas del equipo.

### **Descripción de las pruebas**

A continuación se mencionan las principales pruebas de campo aplicadas a equipo eléctrico:

- **Prueba de resistencia de aislamiento**

La resistencia de aislamiento es la oposición al paso de una corriente eléctrica que ofrece un aislamiento al aplicarle una tensión de corriente directa durante un tiempo dado, medido a partir de la aplicación del mismo y generalmente expresada en Megaohms, Gigaohms o Teraohms.

Cuando se aplica corriente directa a un equipo, a la resultante de esta se le denomina corriente de aislamiento y se compone de dos partes principales, la primera es la corriente que fluye dentro del volumen de aislamiento y a su vez está compuesta por la corriente capacitiva, la corriente de absorción dieléctrica y la corriente de conducción irreversible. La otra componente de la corriente de aislamiento es la corriente de fuga que es la que fluye sobre la superficie del aislamiento, esta corriente es igual a la corriente de conducción irreversible, se considera constante y ambas constituyen el factor principal en la determinación de las condiciones en que se encuentra un aislamiento.

La resistencia de aislamiento aumenta en proporción directa con el espesor del aislamiento e inversamente al área del mismo; cuando repentinamente se aplica una tensión de corriente directa a un aislamiento, la resistencia se inicia

con un valor bajo y gradualmente va aumentando con el tiempo hasta estabilizarse.

Si graficamos los valores de resistencia de aislamiento con respecto al tiempo, se obtiene una curva denominada de absorción dieléctrica; indicando su pendiente el grado relativo de secado y limpieza o suciedad del aislamiento. Si el aislamiento está húmedo o sucio, se alcanzará un valor estable en uno o dos minutos después de haber iniciado la prueba y como resultado se obtendrá una curva con baja pendiente.

La pendiente de la curva puede expresarse mediante la relación de dos lecturas de resistencia de aislamiento, tomadas a diferentes intervalos de tiempo, durante la misma prueba. A la relación de 60 a 30 segundos se le conoce como "Índice de Absorción", y a la relación de 10 a 1 minuto como "Índice de Polarización".

Los índices mencionados, son útiles para la evaluación del estado del aislamiento de devanados de transformadores de potencia y generadores.

Existen algunos factores que afectan la prueba, reduciendo la resistencia de aislamiento considerablemente y son la suciedad, la humedad relativa, la temperatura y la inducción electromagnética principalmente, por lo cual es necesario eliminar todo tipo de polvo aceites o cualquier material que se encuentre en la superficie del aislamiento, en cuanto a la humedad es recomendable realizar las pruebas a una temperatura mayor a la de rocío.

La resistencia de aislamiento varía inversamente con la temperatura en la mayor parte de los materiales aislantes, para comparar adecuadamente las mediciones periódicas de resistencia de aislamiento, es necesario efectuar las mediciones a la misma temperatura o convertir cada medición a una misma base.

- **Prueba de factor de potencia a los aislamientos**

Una de las aplicaciones de esta prueba es la de conocer el estado de los

aislamientos, se basa en la comparación de un dieléctrico con un condensador, en donde el conductor energizado se puede considerar una placa y la carcasa o tierra del equipo como la otra placa del capacitor.

El equipo de prueba de aislamiento F.P. mide la corriente de carga y Watts de pérdida, en donde el factor de potencia, capacitancia y resistencia de corriente alterna pueden ser fácilmente calculados para una tensión de prueba dado. El factor de potencia de un aislamiento es una cantidad adimensional normalmente expresada en porciento, que se obtiene de la resultante formada por la corriente de carga y la corriente de pérdidas que toma el aislamiento al aplicarle un tensión determinado, es en sí, una característica propia del aislamiento al ser sometido a campos eléctricos.

Debido a la situación de no ser aislantes perfectos, además de una corriente de carga puramente capacitiva, siempre los atravesará una corriente que está en fase con la tensión aplicada ( $I_r$ ), a esta corriente se le denomina de pérdidas dieléctricas.

Para aislamientos con bajo factor de potencia, ( $I_c$ ), e, son sustancialmente de la misma magnitud y la corriente de pérdidas ( $I_r$ ) muy pequeña, en estas condiciones el ángulo  $\theta$  es muy pequeño y el Factor de Potencia estará dado entonces por:

$$FP = \cos\theta = \frac{I_r}{I} \text{ y prácticamente } = \tan\sigma$$

De lo anterior se desprende que el Factor de Potencia siempre será la relación de los Watts de pérdidas ( $I_r$ ), entre la carga en Volts- Amperes del dieléctrico bajo prueba ( $I$ ). El método de medida del equipo de prueba, se fundamenta, en un circuito puente de resistencias y capacitores. Con el conocimiento de los valores de la corriente de carga, la tensión de prueba y la frecuencia, la capacitancia del aislamiento puede ser determinada de la siguiente manera.

$$\begin{array}{lcl} X & = & V \\ c & & I \\ C & = & 1 \end{array}$$

$w \quad * \quad X_c$

La prueba consiste en aplicar una diferencia de potencial determinada al aislamiento que se desea probar, medir la potencia real que se disipa a través de él y medir la potencia aparente del mismo. El Factor de Potencia se calcula dividiendo la potencia real entre la potencia aparente.

Para la interpretación de los resultados de la prueba, es necesario el conocimiento de valores típicos de Factor de Potencia de los materiales aislantes.

El principio fundamental de las pruebas es la detección de cambios en las características del aislamiento, producidos por envejecimiento, contaminación del mismo, como resultado del tiempo, condiciones de operación del equipo y los producidos por el efecto corona.

- **Prueba de corriente de excitación**

La corriente de excitación de un transformador, es aquella que circula en el devanado primario al aplicar a éste una tensión, manteniendo el devanado secundario en circuito abierto.

La corriente de excitación consta de dos componentes: una en cuadratura (IL) y la otra en fase (IR). La componente en cuadratura corresponde a la corriente reactiva que se encarga de magnetizar el núcleo del transformador, mientras que la componente en fase incluye las pérdidas en el núcleo, cobre y aislamiento.

La magnitud de la Corriente de Excitación, depende en parte de la tensión aplicada, del número de vueltas en el devanado, de la reluctancia y de otras condiciones tanto geométricas como eléctricas que existen en el transformador.

Esta prueba en los transformadores es de gran utilidad para determinar la existencia de espiras en corto circuito, el desplazamiento de devanados y núcleo, también ayuda a encontrar conexiones defectuosas, etc.

- **Prueba de relación de transformación y polaridad**

Como sabemos la relación de transformación se define como la relación de vueltas del devanado primario al secundario de un transformador, o la relación de corrientes del secundario al primario y se obtiene por la relación:

$$N \quad V \quad I \quad R T = \quad P = P = S$$

$$N S \quad V S \quad I P$$

Mediante la aplicación de esta prueba es posible detectar corto circuito entre espiras, falsos contactos, circuitos abiertos, etc.

El método más utilizado para llevar a cabo estas pruebas es con el medidor de relación de vueltas, Transformer Turn Ratio (T.T.R.), que opera bajo el principio de que cuando dos transformadores que nominalmente tienen la misma relación de transformación y polaridad, y se excitan en paralelo, con la más pequeña diferencia en la relación de alguno de ellos, se produce una corriente circulante entre ambos relativamente alta.

El equipo para medición de relación de transformación, está formado básicamente; por un transformador de referencia con relación ajustable desde "0" hasta "130", una fuente de excitación de corriente alterna, un galvanómetro detector de cero corriente, un voltímetro, un amperímetro y un juego de terminales de prueba, contenidos en una caja metálica o de fibra de plástico. Para relaciones de transformación mayores de 130, a este equipo se le acoplan transformadores auxiliares.

Debe mencionarse que en la actualidad existen medidores de relación de transformación diseñados a base de microprocesadores que nos permiten realizar la prueba de relación de transformación a transformadores trifásicos o monofásicos en menor tiempo, por su característica digital. Además cuenta con un sistema programado para su autoverificación; con este equipo se pueden hacer mediciones de relación desde 0.08 hasta 2700.

También existen otros métodos de prueba como el método por comparación de capacitancias, utilizando un probador de factor de potencia.

La polaridad de un transformador es muy importante también ya que permite verificar el diagrama de conexión de los transformadores monofásicos y trifásicos, más aun, cuando se tengan transformadores cuya placa se ha extraviado o no se pueda leer fácilmente. Esta puede medirse fácilmente con el medidor de relación, conectándolo al transformador, y colocando las carátulas del medidor en ceros. Posteriormente se debe girar la manivela un cuarto de vuelta. Si la aguja del galvanómetro se desvía a la izquierda, la polaridad es substractiva, si desvía a la derecha, la polaridad es aditiva; en caso de polaridad aditiva, deberán intercambiarse las terminales H1 y H2, para adecuar el medidor a un transformador de esa polaridad.

- **Prueba de resistencia óhmica de devanados**

La resistencia, es una propiedad de los conductores, que determina la proporción en que la energía eléctrica es convertida en calor y tiene un valor tal que, multiplicado por el cuadrado de la corriente, da el coeficiente de conversión de energía. La relación física por la que puede ser calculada la resistencia de un material de sección uniforme es:

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

A

Donde:

R = resistencia en ohms.

$\rho$  = resistividad específica del material en Ohm-cm. L= longitud en centímetros

A = área de la sección transversal en cm<sup>2</sup>.

Esta prueba es aplicable a transformadores de potencia, de instrumento, autotransformadores, reguladores, reactores. Y nos sirve también para calcular las pérdidas en el cobre ( $I^2R$ ).

El método más inmediato para medir la resistencia de un circuito, es conectarlo

a una fuente de corriente directa, como una batería y medir la intensidad de corriente por medio de un amperímetro. Cuando se emplee este método, es importante seleccionar una tensión adecuada para el equipo de que se trate, ya que valores grandes de corriente pueden causar calentamiento y cambia el valor de la resistencia.

Otro método para la medición de Resistencia Óhmica es utilizando un medidor de indicación directa llamado óhmetro, su principio de operación es el mismo del voltímetro y amperímetro con una fuente de corriente directa, integrada en el medidor.

Para las mediciones de Resistencia Óhmica, existen equipos de prueba específicamente diseñados para ello, como son los puentes de Wheatstone y Kelvin.

- **Prueba de reactancia de dispersión**

Los procesos de transferencia de energía en un transformador implican pérdidas que ocurren debido a algunos factores presentes en este tipo de equipos, dichos factores son resistencia de los devanados, pérdida de flujo magnético, corriente para producir flujo magnético, pérdidas por histéresis y por corrientes de Eddy en el núcleo, pérdidas en el circuito dieléctrico.

Debido a lo anterior, para el análisis de transformadores de dos devanados se utiliza un circuito equivalente, donde para propósitos prácticos se supone una relación de 1:1

Donde:

$R_{P-dc}$  y  $R_{S-dc}$  = Resistencia en DC para los devanados primario y secundario.

$R_L$  = Pérdidas por corrientes de Eddy, causadas por el flujo disperso en ambos devanados y partes estructurales (tanque, herrajes y núcleo).

$X =$  Caída de tensión debido a pérdidas de flujo.

$gC =$  Componente de la corriente de excitación en fase (se refiere a las corrientes por pérdidas de histéresis y de Eddy en el núcleo).

$Bm =$  Componente inductiva de la corriente de excitación (corresponde a la corriente que magnetiza al núcleo).

Es conveniente mostrar  $RL$  y  $X$  en el secundario, ya que las pérdidas de flujo se presentan solamente cuando el transformador está con carga.

Es común describir el fenómeno de pérdidas de flujo en transformadores separándolo en dos componentes: El debido a la corriente en el devanado primario que no induce al secundario, y el flujo en el secundario que no induce al primario, aunque en realidad el fenómeno es más complejo.

Sin aplicar carga, la corriente de excitación en el devanado energizado crea un flujo de magnetización, el cual está casi enteramente confinado al núcleo. Con la carga presente la corriente primaria se incrementa y la corriente en el secundario crea un flujo neto en el núcleo (el cual tiende a oponerse al flujo magnetizante) lo suficientemente grande para balancear la tensión aplicada al primario. Al mismo tiempo la acción combinada de ambas corrientes presenta un flujo en el espacio de permeabilidad (aire/aceite) que incluye los espacios entre los devanados, dentro de los devanados y entre los devanados y el tanque (o pantalla del tanque). El flujo que no es confinado al núcleo para toda la longitud de su camino, puede ser definido como flujo disperso y se considera como una pérdida.

Algunas de las pérdidas de flujo magnético forman círculos en algunas de las espiras del devanado primario (línea A), mientras que otra porción une todo el devanado primario (línea B). Asimismo, para el secundario (líneas C y D). Puede observarse también que el devanado primario está unido así en su totalidad por el flujo magnetizante, mientras que el devanado secundario muestra pocas pérdidas por el flujo. Esto es debido a que el devanado primario



tiene una mayor tensión inducida en cada una de sus espiras bajo carga, que el secundario.

El flujo magnetizante en un transformador con núcleo de hierro, es confinado al núcleo. Debido al magnetismo no lineal del hierro, este flujo no es directamente proporcional a la corriente que lo produce. El flujo parásito, ocurre en el medio aislante (aceite o aire) en una parte considerable de su camino, ya que la reluctancia del hierro es menor que la del medio aislante. Por lo anterior se tiene que la reluctancia que el flujo parásito encuentra, está determinada en su mayor parte por la porción de aislante que existe en su trayectoria. El flujo parásito es proporcional a la corriente que lo produce.

Ya que la relación es lineal entre los flujos parásitos y la corriente, la relación  $\Delta L / I$  es independiente del valor de la corriente.  $\Delta L$  es la diferencia de pérdida de flujo (o Flujo parásito) entre dos devanados. Como la fórmula es igual a la de la autoinductancia, es conveniente introducir los parámetros de inductancia para el cálculo de caída de tensión debido al flujo parásito.  $L = \Delta L / I$ . La correspondiente pérdida de Reactancia  $X$  es obtenida multiplicando  $L$  por  $2\pi f$ .

En resumen, el flujo parásito para todos los propósitos prácticos es proporcional a la corriente que lo produce y la caída de tensión debida a estas pérdidas de flujo, puede ser calculado introduciendo una Reactancia serie en el circuito equivalente del transformador.

Las pérdidas por reactancias para la mayoría de los transformadores son constantes y pueden ser medidas sin la presencia del flujo, debido a la carga total admisible, permitiendo llevar a cabo la medición mediante la aplicación de valores bajos de corriente y tensión. Las trayectorias del flujo parásito incluyen a la región ocupada por los devanados. Estos flujos son sensibles a variaciones por deformaciones en el devanado.

La medición de la Reactancia de Dispersión es una prueba complementaria para verificar el estado físico del transformador, mediante la variación de la Reactancia en el canal de dispersión. Esta variación está especialmente ligada

al flujo magnético y puede generarse por cambios físicos o modificaciones en el circuito magnético. A través de la variación de su magnitud es posible detectar problemas asociados con cortos circuitos entre espiras, espiras abiertas, problemas en núcleo, etc., sin embargo es especialmente sensible a cambios físicos en la geometría del transformador, que son comúnmente derivados de:

- Deformaciones en devanados o desplazamientos de los mismos.
- Pérdida de apriete en la sujeción mecánica del conjunto núcleo- bobinas.

La prueba para medición de la Reactancia de dispersión se lleva a cabo energizando a tensión reducida, el devanado de alta tensión del transformador y manteniendo en corto circuito el devanado de media tensión, con ello se mide la impedancia (Resistencia y Reactancia) que resultan del flujo magnético que circula en trayectorias de fuga o dispersión. La reactancia de fuga es sensible a cambios geométricos en la trayectoria del flujo de dispersión el cual incluye predominantemente el espacio entre los devanados y el espacio entre los devanados y el tanque, no es sensible a la temperatura, y no es influenciada por la presencia de contaminación en los aislamientos.

Un método conveniente para medir la Reactancia de corto circuito de un transformador es el método voltímetro-amperímetro. Este método es aplicable para probar transformadores monofásicos y trifásicos. Una fuente de poder se utiliza para inyectar corriente a través de la impedancia. La corriente y la tensión en la impedancia se miden simultáneamente. La impedancia es entonces dada por el cociente entre la tensión medida y la corriente.

En un transformador de dos devanados, generalmente se cortocircuita el devanado de media tensión, aplicando tensión a la frecuencia nominal al devanado de alta. La tensión aplicada se ajusta para que circule una corriente del orden de 0.5 a 1.0% de la corriente nominal del devanado o de 2 a 10 Amperes, dependiendo de la capacidad del transformador bajo prueba y de la fuente a utilizar, cuidando siempre que la forma de onda sea lo más pura posible, sin contenido de armónicas.

Para mediciones precisas, el voltímetro debe estar conectado directamente a las terminales del transformador para evitar la caída de tensión en los cables. La corriente y la tensión deben de leerse simultáneamente.

La impedancia en por ciento (%Z) de un transformador monofásico se puede calcular usando la siguiente fórmula:

$\%Z =$

$E_m$  (kVAn)

$1\phi \ 10 I_m(kVn)^2$

Donde:

$E_m$  = la tensión medida

$I_m$  = la corriente medida

kVAn = la capacidad nominal del transformador en kilovoltamperes

kVn = la tensión nominal del devanado en kilovolts.

- **Prueba de resistencia de contactos**

Los puntos con alta resistencia en partes de conducción, son fuente de problemas en los circuitos eléctricos, ya que originan caídas de tensión, fuentes de calor, pérdidas de potencia, etc.; ésta prueba nos detecta esos puntos.

En general, ésta se utiliza en todo circuito eléctrico en el que existen puntos de contacto a presión deslizables, tales circuitos se encuentran en interruptores, restauradores, dedos de contacto de reguladores, o de cambiadores de derivaciones y cuchillas seccionadoras.

- **Pruebas de tiempo de operación y simultaneidad de cierre y apertura en interruptores**

El objetivo de esta prueba es la determinación de los tiempos de operación de interruptores de potencia, en sus diferentes formas de maniobra, así como la verificación del sincronismo de sus polos o fases. Lo anterior permite comprobar si estas características se mantienen durante su operación dentro

de los límites permitidos o garantizados por el fabricante o bien lo establecido por las normas correspondientes, de no ser así, se deben programar para efectuar ajustes al interruptor para recuperar sus valores o límites originales.

Estas pruebas deberán efectuarse en forma periódica a todos los interruptores de potencia, de acuerdo a lo establecido por manuales y guías de mantenimiento. El principio de esta prueba es en base a una referencia trazada sobre el papel de equipo de prueba, se obtienen los trazos de los instantes en que los diferentes contactos de un interruptor se tocan o separan, a partir de las señales de apertura y cierre de los dispositivos de mando del interruptor, estas señales de mando también son registradas sobre la gráfica, la señal de referencia permite entonces medir en tiempo y secuencia los eventos anteriores.

## **2.2.2 Sistemas eléctricos**

### **SISTEMA DE TRANSMISIÓN**

Es el conjunto de instalaciones para el transporte de energía eléctrica producida por el sistema de generación (Harper, 2005).

#### **Subsistema de transmisión**

Es aquel destinado a transportar la energía eléctrica suministrada a altas tensiones por un sistema de generación, generalmente a grandes distancias, hasta su entrega a un subsistema de subtransmisión, sistema de distribución y/o a uno o más usuarios, abarca tanto las redes como las subestaciones intermedias y/o finales de transformación (Harper, 2005).

#### **Subsistema de subtransmisión**

Es aquel destinado a transportar la energía eléctrica suministrada por un sistema de generación y eventualmente un subsistema de transmisión a un sistema de distribución y/o a uno o más usuarios que abarca tanto las redes como las subestaciones intermedias y/o finales de (Harper, 2005).

## **Sistema de distribución**

Es aquel conjunto de instalaciones de entrega de energía eléctrica a los diferentes usuarios (Harper, 2005).

Comprende:

- Subsistema de distribución primaria.
- Subsistema de distribución secundaria.
- Instalaciones de alumbrado público.
- Conexiones.
- Punto de entrega.

## **Red de distribución primaria**

Conjunto de cables o conductores, sus elementos de instalación y sus accesorios, proyectado para operar atenciones normalizadas de distribución primarias, que partiendo de un sistema de generación o de un sistema de transmisión, está destinado a alimentar/interconectar una o más subestaciones de distribución; abarca los terminales de salida desde el sistema alimentador hasta los de entrada a la subestación alimentada (Harper, 2005).

## **Sistema eléctrico rural (SER)**

Previa evaluación satisfactoria se califica como SER a las instalaciones eléctricas o proyecto de instalaciones eléctricas, que cumplan con las características establecidas en el artículo 4 del reglamento de la Ley General de Electrificación rural. "Todas las instalaciones ubicadas en zonas rurales, localidades aisladas y de frontera del país, que sirven para abastecer al Servicio Público de Electricidad según lo establecido en el artículo 2 de la Ley de Concesiones Eléctricas, constituyen los Sistemas Eléctricos Rurales por su condición eje necesidad nacional, utilidad pública y de preferente interés social (OSINERG, 2008).

### **Media demanda**

Valor medio de la carga de un sistema eléctrico durante un período de tiempo dado, por ejemplo, un día, un mes, un año.

### **Mínima demanda**

Valor mínimo de la carga de un sistema eléctrico durante un período de tiempo dado, por ejemplo, un día, un mes, un año.

### **2.2.3 Proyectos de electrificación rural**

Los proyectos de electrificación rural desarrollados por la DGER son clasificados como Proyectos de Inversión Pública (PIP), los mismos que de acuerdo al Título III, Art. 10 de la Ley 28749, Ley General de Electrificación Rural, forman parte del Plan Nacional de Electrificación Rural (PNER) y se enmarcan en el proceso de ampliación de la frontera eléctrica en las zonas rurales, localidades aisladas y de frontera del Perú. Los PIP están sujetos a una evaluación técnico-económica a fin de identificar su rentabilidad social y su sostenibilidad administrativa, operativa y financiera a largo plazo, siguiendo la secuencia de planificación e implementación definido en los lineamientos de la Ley N° 27293 y su Reglamento, mediante los cuales se creó el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) para optimizar las inversiones destinadas a los PIP.

Por otro lado, la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos del Ministerio de Energía y Minas (DGAAE/MEM) o las Direcciones Regionales de Energía y Minas autorizadas, tienen la misión de proponer la política y las normas técnicas legales para conservación y protección del medio ambiente por las actividades relacionadas con los hidrocarburos y la electricidad, en el marco de un desarrollo sostenible de las actividades energéticas y de la necesidad de cobertura de energía a nivel nacional. Las Direcciones Regionales de Energía y Minas, conjuntamente con el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), también tiene la misión de evaluar y aprobar los Estudios

Ambientales de los proyectos de electrificación rural energéticos que se presenten al Ministerio de Energía y Minas.

El Proyecto N° 01 del Grupo 8, elaborado para el SER Abancay II Etapa, forma parte del grupo de proyectos financiados por la Dirección General de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas.

ELECTRO SUR ESTE S.A.A. es la empresa concesionaria de la distribución y comercialización de energía eléctrica en los Departamentos de Cusco, Apurímac y Madre de Dios; y tiene al área de Apurímac como Gerencia Subregional Apurímac la misma que integra a los sistemas eléctricos Abancay, Abancay Rural y Andahuaylas, sistemas eléctricos interconectados al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), quien recepciona la obra para su administración.

Según Decreto Supremo N° 026-2007-EM, así como de la Ley del marco de modernización de la gestión del estado, se ha creado la Dirección General de Electrificación Rural (DGER), como la fusión del Proyecto de Mejoramiento de la Electrificación Rural mediante la Aplicación de Fondos Concursales (FONER) y la Dirección Ejecutiva de Proyectos (DEP) del Ministerio de Energía y Minas. La DGER inicia sus actividades a partir de enero del 2008 y es la entidad encargada de coordinar con los gobiernos regionales y locales, empresas concesionarias de distribución eléctrica y electrificación rural y demás entidades y programas del gobierno nacional relacionadas con la ejecución de obras, su administración, operación o mantenimiento, así como fue encargado de elaborar el Plan Nacional de Electrificación Rural-PNER.

## 2.3 Definición de términos básicos

**Celda:** Es una estructura metálica que contiene elementos de media tensión como lo son: Interruptores de potencia, transformadores, seccionadores, relés de control y protección, panel de alarmas y equipos de medida. Se encuentran principalmente en subestaciones capsuladas de 34,5 kV y 13,8 kV. Esta debe cumplir con condiciones mecánicas y de seguridad.

**Equipos de media tensión:** Son equipos que funcionan con un nivel de tensión entre 1 kV y 57,5 kV. Generalmente los encontramos en subestaciones capsuladas de distribución de energía eléctrica, algunos de estos equipos son: Transformadores de potencia, Transformadores de corriente, Transformadores de medida, Interruptores, Seccionadores, Descargadores de sobretensiones. (DPS).

**Mantenimiento Preventivo:** Mantenimiento programado que se efectúa a un bien, servicio o instalación con el propósito de reducir la probabilidad de fallo, mantener condiciones seguras y preestablecidas de operación, prolongar la vida útil y evitar accidentes.

**Mantenimiento Correctivo:** Reparación que se realiza al bien, servicio o instalación una vez que se ha producido el fallo con el objetivo de restablecer el funcionamiento y eliminar la causa que haya producido la falla.

**Mantenimiento Predictivo:** Pruebas que se realizan a los equipos con el propósito de conocer su estado actual y predecir posibles fallas que se podrían ocasionar. El resultado de este mantenimiento permite tomar acciones correctivas y/o preventivas para optimizar su funcionamiento.

**El plan de mantenimiento:** Es una guía indispensable para verificar y evidenciar el correcto funcionamiento de los equipos, ya que el ingeniero residente consignará en un informe todo lo realizado por los técnicos, además de las observaciones y las sugerencias que él tenga al respecto. Este informe



contiene como introducción los datos importantes de la orden de trabajo, las principales características del equipo a intervenir, procedimientos de seguridad, actividades indispensables de mantenimiento y las actividades adicionales.

**Subestación:** Lugar en el cual se encuentra una instalación eléctrica con un conjunto de equipos que se encargan de transformar, transmitir y/o distribuir la energía eléctrica a los usuarios.

## **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **3.1 HIPÓTESIS**

#### **3.1.1 Hipótesis General**

La implementación de un modelo de mantenimiento de líneas de transmisión mejorará el Sistema de Acoplamiento Eléctrico Rural Canchis 22,9kV.

#### **3.1.2 Hipótesis Específica**

H1. Las actividades de planeación, programación, control y supervisión de mantenimiento contribuyen a preservar las funciones principales y secundarias de la infraestructura de las líneas de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.

H2. Con los procedimientos de trabajo de configuración y puesta en marcha mantenimiento en celdas, reparación y reacondicionamiento de la infraestructura para la ejecución de trabajos de mantenimientos preventivos mejorará la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.

### **3.2 VARIABLES**

#### **Variable independiente:**

Modelo de Mantenimiento de líneas de transmisión

#### **Variable dependiente:**

Sistema de acoplamiento eléctrico rural

### 3.2.1 Operacionalización de variables

**Tabla 3.1 Variables Independiente**

Variables	Dimensiones	Indicadores
Modelo de mantenimiento de líneas de transmisión	-Actividades de planeación, programación, control y supervisión. -Procedimientos de trabajo de configuración y puesta en marcha mantenimiento en celdas, reparación y reacondicionamiento de la infraestructura	-Herramientas de administración -Herramientas de diseño -Requerimientos de ingeniería -Ampliación o modificación más simple -Configuración y puesta en marcha

**Tabla 3. 2 Variables Dependiente**

Variables	Dimensiones	Indicadores
Sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9Kv.	- Infraestructura de las líneas de trasmisión -Diseño de equipos tecnológicos. -Sistema de comunicación y protección de la subestación. -Software para el programa de automatización.	-Líneas primarias -Tableros de distribución -Transformadores de Distribución monofásicos -Menor cableado -Flexibilidad

## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **4.1 Tipo y diseño de investigación**

El diseño de la investigación es, no experimental, ya que no existe manipulación activa de alguna variable. Además, se trata de un diseño correlacional, transaccional, ya que se busca establecer la relación de variables medidas en la muestra, en un único momento del tiempo, tal como lo sostiene (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 267).

La investigación científica busca explicar un fenómeno, hecho o proceso formulando teorías al respecto. La investigación tecnológica, en cambio, pretende modificar un determinado hecho o proceso para beneficio de la colectividad (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). Por lo tanto el estudio es una investigación tecnológica porque se pretende la implementación de un Modelo de Mantenimiento de líneas de transmisión mejorará el Sistema de Acoplamiento Eléctrico Rural Canchis 22,9kV.

Por la naturaleza del estudio, esta investigación es de tipo explicativo y clase prospectiva. Es explicativo porque responde a las causas del problema del Sistema de Acoplamiento Eléctrico Rural Canchis 22,9kV, previo análisis de cada parámetro determinado que interviene en la operación del mencionado sistema eléctrico. Y es de clase prospectiva porque busca encontrar una alternativa de solución.

### **4.2 Método de investigación**

El método de análisis Documental, permitirá realizar el sustento teórico del trabajo de investigación permitiendo describir los fundamentos del trabajo y obtener información sobre modelos de autoevaluación escrita por algún profesional.

### **4.3 Población y muestra**

La población está formada por todas las subestaciones de distribución rurales de Cusco. La muestra que se utilizará para llevar cabo el presente trabajo de investigación está conformada por el Sistema de Acoplamiento Eléctrico Rural Canchis 22,9kV.

### **4.4 Lugar de estudio y periodo desarrollado**

El área de influencia de la Obra se encuentra ubicado en las provincias de Abancay y Aymaraes, del departamento de Apurímac, entre las coordenadas WGS84 UTM 18L 693 559 8 513 614; 18L 728 865 8 489 530; 18L 723 904 8 479 571 y 18L 695 901 8 485 685; encontrándose dentro de los cuadrángulos: hojas 27P – Pacaypata; 28P – Andahuaylas; 28Q - Abancay de las cartas del Instituto Geográfico Nacional – IGN.

La investigación se realizó en el año 2018.

### **4.5 Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

Para la recolección de datos en el presente trabajo de investigación se usaron los archivos del propio diseño del Sistema de Acoplamiento Eléctrico Rural Canchis 22,9kV, el mismo que fueron facilitados por la empresa Electro Surte Este S.A.A. como aporte a la investigación universitaria. También se recolectaron información a través de: Osinerming, el Ministerio de Energía y Minas, datos de proyecciones de demandas y otras fuentes que nos permita utilizar la información para el presente trabajo de investigación.

### **4.6 Análisis y procesamiento de datos**

Procedimos a analizar la información recopilada e investigando antecedentes para analizar las posibles mejoras de la propia subestación.

## V. RESULTADOS

### Descripción del área de estudio

El área de influencia de la Obra se encuentra ubicado en las provincias de Abancay y Aymaraes, del departamento de Apurímac, entre las coordenadas WGS84 UTM 18L 693 559 8 513 614; 18L 728 865 8 489 530; 18L 723 904 8 479 571 y 18L 695 901 8 485 685; encontrándose dentro de los cuadrángulos: hojas 27P – Pacaypata; 28P – Andahuaylas; 28Q - Abancay de las cartas del Instituto Geográfico Nacional – IGN.

Las localidades que comprendieron la Obra se ubican en altitudes desde los 2378 m.s.n.m. hasta los 4400 m.s.n.m.



- **Relación de localidades beneficiadas**

A continuación se muestra la relación final de localidades beneficiadas.

### Localidades beneficiadas de la Obra

Ítem	Nº Localidad	Localidad	Distrito	Provincia	Maxima Demanda (kW)	Nº usuarios actual
1	1	Asillo Alta	Abancay	Abancay	6.88	46
2	2	Asillo Baja	Abancay	Abancay	4.57	22
3	3	Atumpata Alta	Abancay	Abancay	7.62	36
4	4	Ayaorcco	Abancay	Abancay	6.30	27
5	5	Aymas Alto	Abancay	Abancay	5.23	40
6	6	Castillo Pata	Abancay	Abancay	3.89	18
7	7	Chacabamba	Abancay	Abancay	4.16	20
8	8	Condado	Abancay	Abancay	4.64	37
9	10	Huarmipampa	Abancay	Abancay	2.63	16
10	11	Humaccata	Abancay	Abancay	12.97	63
11	13	Imponeda	Abancay	Abancay	3.55	22
12	14	Imponeda Baja	Abancay	Abancay	1.66	8
13	16	LlañucanCHA Alta	Abancay	Abancay	4.14	24
14	17	LlañucanCHA Baja	Abancay	Abancay	8.83	49
15	19	Molinopata Baja	Abancay	Abancay	26.95	142
16	20	Moyoc Corral Baja	Abancay	Abancay	16.51	86
17	21	Pachachaca Baja	Abancay	Abancay	11.74	53
18	23	Puruchacca	Abancay	Abancay	1.98	9
19	26	Ranrayoc	Abancay	Abancay	4.26	22
20	28	San Gabriel	Abancay	Abancay	4.02	30
21	30	Trujipata	Abancay	Abancay	15.47	77
22	34	Cruzpata	Huancarama	Andahuaylas	4.10	23
23	40	Pariapucara	Huancarama	Andahuaylas	3.86	27
24	45	Ochuyllulu	Kishuara	Andahuaylas	4.14	24
25	46	Oyocchuacho	Kishuara	Andahuaylas	3.76	17
26	50	Ccochapata	Pacobamba	Andahuaylas	4.29	25
27	56	Pantillay	Abancay	Abancay	4.28	32
					182.43	995

- **Alcances de la obra**

El proyecto implementado comprendió las siguientes instalaciones eléctricas:

### **Líneas primarias**

Línea Primaria en 22,9 y 13,2 kV, longitud total de 14,322 km conformado por:

- Línea Primaria 1Ø-MRT - 13,2 kV, 1x35 mm<sup>2</sup> AAAC : 2,145 km
- Línea Primaria 2Ø - 22,9 kV, 2x35 mm<sup>2</sup> AAAC : 12,177 km

### **Redes primarias**

Redes Primarias en 22,9 y 13,2 kV, 2Ø 2x35 mm<sup>2</sup> AAAC y 1Ø -MRT 1x35 mm<sup>2</sup> respectivamente.

- Tensión nominal del sistema : 22,9/13,2 kV
- Configuración : 2Ø , 1Ø-MRT
- Tensión Máxima de Servicio : 25 kV (60 Hz)
- Factor de Potencia : 0,90 (atraso)
- Conexión del Neutro : Efectivamente puesto a tierra
- Nivel isoceraúnico : 40 (según mapa Isoceraunico CIER)

La distancia promedio entre estructuras (postes) para las líneas primarias es de 160 m, mientras que las redes primarias tuvo una separación entre 115 y 50 metros.

### **Subestaciones de distribución**

32 Transformadores de Distribución monofásicos:

- De 5 kVA - 22.9 kV 16 unidades, De 5 kVA - 13.2 kV 05 unidades
- De 10 kVA - 22.9 kV 05 unidades, De 10 kVA - 13.2 kV 02 unidades
- De 15 kVA - 22.9 kV 04 unidades
- Seccionador fusible Tipo Cut Out, 27/38 kV, 150 kV-BIL, 100 A. Pararrayos Oxido Metálico 21 kV clase distribución.
- Puesta a tierra está compuesta por varilla de acero recubierto de cobre de



2,4 m x 16 mm Ø, conductor bajada de Cu 16 mm<sup>2</sup>.

### **Subestaciones existentes**

En la localidad de Humaccata de 15kVA y de 25kVA En la localidad de Pantillay de 15 kVA

### **Redes secundarias**

#### **Redes de servicio particular**

Las redes secundarias son aéreas y operan con las siguientes tensiones nominales normalizadas: 460/220 V y 230 V.

Se emplearon cables autoportantes de aluminio:

<b>Cód.</b>	<b>sección</b>	<b>Cód.</b>	<b>Sección</b>
a	CAAI 1x16+ ND 25 mm <sup>2</sup> 0,6/1 KV	e	CAAI 2X25 + ND 25 mm <sup>2</sup> 0,6/1Kv
b	CAAI 1x16+1x16+ND 25 mm <sup>2</sup> 0,6/1 KV	f	CAAI 2x25+1X16+ ND 25 mm <sup>2</sup> 0,6/ 1KV
c	CAAI 2X16+ ND 25mm <sup>2</sup> 0,6/1 KV	g	CAAI 2X35 + 1X16 +ND 25mm <sup>2</sup> 0,6/1kV
d	CAAI 2X16+1X16 + ND 25 mm <sup>2</sup> 0,6/1 kV		

Se emplearon postes de concreto armado de 8 m/200 daN y postes de madera de 8 metros clase 7 y de 11 metros clase 6 para zonas inaccesibles y para cumplir con las distancias mínimas de seguridad.

### **Redes de alumbrado público**

El alumbrado público consta de luminarias con lámparas de vapor de sodio de alta presión de 50 W soportadas por pastorales de características mostradas en las láminas de la Obra.

### **Conexiones domiciliarias**

Las conexiones domiciliarias son aéreas, compuestas de cable concéntrico con conductor de cobre de 2x4 mm<sup>2</sup>, caja portamedidor y material accesorio de conexión y soporte del cable de acometida.

Para el presente proyecto se utilizaron las siguientes acometidas domiciliarias:

- **Acometidas domiciliarias, configuración corta y larga en murete.** Se utilizaron muretes para las acometidas domiciliarias largas y cortas en viviendas con precariedad en las fachadas.
- **Acometidas domiciliarias, configuración corta y larga empotradas.** En el caso de viviendas de material noble y/o adobe la caja porta medidor y el tubo de acometida se empotró en la pared y son cubiertos con mortero de cemento-arena o yeso dependiendo de la naturaleza de la pared de la vivienda.

Los vanos máximos de conexión domiciliaria por tipo de configuración son:

Configuración corta en murete	:	19 m
Configuración larga en murete	:	33 m
Configuración corta	:	19 m
Configuración larga	:	33 m

- **Características del Equipamiento**

### **Líneas y Redes Primarias**

#### **-Postes y Crucetas**

Se utilizó postes de madera de 11m para LP, las cuales cumplen con las características mecánicas establecidas en las especificaciones técnicas del proyecto.

Las crucetas son de madera con las dimensiones especificadas en el proyecto. Accesorios metálicos para postes y crucetas que se utilizaron en líneas y redes primarias son: pernos maquinados, perno-ojo, tuerca-ojo, perno tipo doble armado, espaciador para espigas de cabeza de poste, tubo espaciador, brazo angular, braquete angular, perno con horquilla, tirafondo y arandelas los cuales fueron galvanizados en caliente para evitar la corrosión de estos materiales.

En lo que respecta a las RP se usaron postes de madera importada de 11m y 12m para el equipamiento de las S.E. y listones de madera para la bajada de la puesta a tierra.

### **-Conductor**

El conductor que se utilizó es de aleación de aluminio; y la sección del conductor fue de 35mm<sup>2</sup>.

Los accesorios de los conductores que se utilizaron en las líneas y redes primarias son: grapa de ángulos, grapa de anclaje, grapa de doble vía, varilla de armar, manguito de empalme, pasta para aplicación de empalmes, amortiguadores de vibración y alambre de amarre.

### **-Aisladores**

Según el análisis de selección del aislamiento y sobre la base de los criterios normalizados por la MEM/DGER para 22,9/13,2 kV, se utilizaron aisladores de porcelana de los tipos Pin 56-3 y aislador de porcelana tipo suspensión clase ANSI 52-3. Los aisladores del tipo Pin se instalaron en estructuras de alineamiento y ángulos de desvío topográfico moderados y los aisladores de suspensión en estructuras terminales, ángulos de desvío importantes y retención.

### **-Retenidas y Anclajes**

Las retenidas y anclajes se instalaron en las estructuras de ángulo, terminal y retención con la finalidad de compensar las cargas mecánicas que las estructuras no puedan soportar.

Las retenidas están compuestas por los siguientes elementos:

- Cable de acero grado SIEMENS MARTÍN de 10 mm de diámetro
- 7 hilos Varillas de anclaje con ojal-guardacabo
- Mordazas preformadas
- Perno con ojal-guardacabo para fijación al poste
- Bloque de concreto armado.
- Aislador de tracción 54-2
- Alambre de acero №12 para entorchado

## **-Puesta a Tierra**

Las puestas a tierra están conformadas por los siguientes elementos:

- Electrodo de acero recubierto de cobre de 2,4 m, 16 mm  $\varnothing$
- Conductor de cobre recocido para la bajada a tierra 16 mm<sup>2</sup>
- Accesorios de conexión y fijación
- Tierra cernida o de cultivo. En Líneas y Redes Primarias:

En la LP y RP se utilizaron puestas a tierra en cada estructura tipo PAT-1C (con contrapeso circular).

Para las estructuras de seccionamiento se implementaron puesta a tierra tipo PAT-1, compuesto por una varilla de acero con recubrimiento de cobre de 2,4 m, 16 mm., conductor de cobre de 16 mm<sup>2</sup> y conector de cobre; el valor de resistencia de puesta a tierra no fue mayor de 25.

## **Subestaciones de Distribución:**

En las subestaciones de distribución se contaron con una puesta a tierra, seleccionada de acuerdo a su resistividad, pudiendo ser del tipo PAT-2 o PAT-3, la cual se conectaron al borne del neutro de AT, al borne del neutro de BT y la carcasa. Los electrodos son de 2,4 m y 16 mm<sup>2</sup>, y el conductor de bajada de cobre es de 16 mm<sup>2</sup>, los pozos de puestas a tierras llevan caja registro de concreto y la unión varilla  $\varnothing$ 16mm y conductor de Cu 16 mm<sup>2</sup> fue con accesorios de fijación y conexión.

### **• Material de Ferretería**

Todos los elementos de hierro y acero, tales como pernos, abrazaderas y accesorios de aisladores, fueron galvanizados en caliente a fin de protegerlos contra la corrosión. Las características mecánicas de estos elementos fueron definidas sobre la base de las cargas a las que estarán sometidas.

## **Subestaciones de Distribución**

Se han implementado con un total de 32 subestaciones de distribución:

**Tabla 1: Distribución de transformadores por localidades**

ITEM	Nº Loc.	Localidad	Distrito	Provincia	5kVA 22.9kV	10kVA 22.9kV	15kVA 22.9kV
1	1	Asillo Alta	Abancay	Abancay		1	
2	2	Asillo Baja	Abancay	Abancay	1		
3	3	Atumpata Alta	Abancay	Abancay		1	
4	4	Ayaorcco	Abancay	Abancay			1
5	5	Aymas Alto	Abancay	Abancay		1	
6	6	Castillo Pata	Abancay	Abancay	1		
7	7	Chacabamba	Abancay	Abancay	1		
8	8	Condado	Abancay	Abancay	1		
9	10	Huarmipampa	Abancay	Abancay	1		
10	11	Humaccata	Abancay	Abancay			
11	13	Imponeda	Abancay	Abancay	1		
12	14	Imponeda Baja	Abancay	Abancay	1		
13	16	Llañucancha Alta	Abancay	Abancay	13.2kV 1		
14	17	Llañucancha Baja	Abancay	Abancay		13.2kV 1	
15	19	Molinopata Baja	Abancay	Abancay	2		2
16	20	Moyoc Corral Baja	Abancay	Abancay		1	1
17	21	Pachachaca	Abancay	Abancay	13.2kV 1	13.2kV 1	
18	23	Puruchacca	Abancay	Abancay	1		
19	26	Ranrayoc	Abancay	Abancay	1		
20	28	San Gabriel	Abancay	Abancay	1		
21	30	Trujipata	Abancay	Abancay	2	1	
22	34	Cruzpata	Huancarama	Andahuaylas	13.2kV 1		
23	40	Pariapucara	Huancarama	Andahuaylas	1		
24	45	Ochuyllulu	Kishuara	Andahuaylas	1		
25	46	Oyocchuacho	Kishuara	Andahuaylas	13.2kV 1		
26	50	Ccochapata	Pacobamba	Andahuaylas	13.2kV 1		
27	56	Pantillay	Abancay	Abancay			
					21	7	4

### Totales de transformadores Instalados

De 5 kVA	- 22.9 kV	16 unidades
De 5 kVA	- 13.2 kV	05 unidades
De 10 kVA	- 22.9 kV	05 unidades
De 10 kVA	- 13.2 kV	02 unidades
De 15 kVA	22.9 kV	04 unidades
Total		32 unidades

### SUBESTACIONES EXISTENTES

11	HUMACCATA	Abancay	Abancay	15kVA- 1U	25kVA-1U.	
56	PANTILLAY	Abancay	Abancay	15KVA- 1U		

- **Equipos de protección**

Seccionador fusible Tipo Cut Out, 27/38 kV, 150 kV-BIL, 100 A. Pararrayos Oxido Metálico 21 kV clase distribución.

- **Los tableros de distribución**

Son los adecuados y de acuerdo a la configuración y potencia de cada subestación (considerando la sobrecarga permisible), llevan dos contadores de energía (totalizador y para AP), los circuitos para servicio particular y alumbrado público es con interruptores termomagnéticos del tipo miniatura, el control del alumbrado público es con fotocelda. El equipamiento de los tableros es el siguiente:

### Equipamiento de Tableros de Distribución

Transformador	Int. Termomagnético (A)			Transform. Corriente	Contador de Energía	
	C-1	C-2	AP		Totalizador	AP
5 kVA-2ø	2x16	-	1x6	-	10 (40)A 2x220V	10 (40)A
10 kVA-2ø	2x32	-	1x6	-	10 (40)A 2x220V	10 (40)A
15 kVA-2ø	2x48		1x6		10 (40)A 2x220v	10(40)A

- **Cables de energía**

Los conductores de conexión del tipo NYY de cobre.

- **Puesta a tierra**

Cuentan con puesta a tierra del tipo PAT-2, el conductor de cobre se conectó al borne del neutro de AT, al borne del neutro de BT y la carcasa. Los electrodos son de 2,4 m y de 16 mm<sup>2</sup>, y el conductor de bajada de cobre es de 16 mm<sup>2</sup>, los pozos de puestas a tierras llevan caja registro de concreto y la unión varilla  $\varnothing$ 16mm y conductor de Cu 16 mm<sup>2</sup> fue con accesorios de fijación y conexión.

Los valores máximos de la resistencia de puesta tierra en las subestaciones de distribución, son menores a 25 Ohm con la que se garantiza que las tensiones de toque serán menores a 25 V.

### **Conformidad del Punto de Alimentación del Concesionario**

Para el suministro de energía eléctrica se consideró los puntos de alimentación proporcionado por Electro Surte Este S.A.A las mismas tomados en cuenta durante la operación experimental el proyecto implementado.

## **VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **6.1 Contrastación de la Hipótesis con los resultados**

En el presente trabajo se planteó una hipótesis general: La implementación de un modelo de mantenimiento de líneas de transmisión mejorará el Sistema de Acoplamiento Eléctrico Rural Canchis 22,9kV.

Contraste: mediante el estudio se pudo establecer las actividades de planeación, programación, control y supervisión de mantenimiento que contribuirán a preservar las funciones principales y secundarias de la infraestructura de las líneas de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV, así como los procedimientos de trabajo de configuración y puesta en marcha mantenimiento en celdas, reparación y reacondicionamiento de la infraestructura para la ejecución de trabajos de mantenimientos preventivos.

Planear, supervisar y controlar los trabajos de mantenimiento preventivo y/o correctivo orientados a preservar las funciones principales y secundarias de la infraestructura de líneas de transmisión de EEB, mediante actividades de planeación, programación, control, supervisión, reparación y reacondicionamiento de la infraestructura de líneas de transmisión de EEB, desarrollando las actividades en concordancia con las políticas de mantenimiento y directrices de la gestión de riesgos, ambiental y de seguridad y salud ocupacional establecidas por los responsables de HSE.

### **6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares**

Se han seleccionado cuatro estudios de rango nacional e internacional de los revisados para contrastarlos con los resultados de la investigación, lo cual se describe a continuación:



Calderón (2015) en Venezuela, en su investigación “Desarrollo de un plan de mantenimiento integral de subestaciones eléctricas compactas en pequeñas y medianas empresas. Caso de estudio edificio profesional Torre Stratos”, mostró que el mantenimiento como un sistema integrado requiere planeación, diseño, ingeniería y control mediante el empleo de diferentes técnicas de diagnóstico de los equipos de una subestación, asimismo enmarcar, sintetizar y reconducir de la manera más óptima las metodologías, procedimientos y criterios asociados a estructuras de mantenimiento ya definidas que servirán de base para la creación de un modelo de gestión de mantenimiento integral de una subestación compacta industrial, constituyendo en un todo cada elemento que interviene en el proceso de mantenimiento y generando así una metodología general de trabajo basada en el desarrollo de un modelo sistemático y modular de mantenimiento integral cuyo alcance abarque puntos claves como la gestión de información, la gestión de repuestos, la gestión de equipos y la gestión de control, dando pie a una estrategia oportuna para contribuir con la solución total o parcial de algunos problemas ocasionados por fallas metodológicas y organizacionales en la gestión de mantenimiento que comprometan la continuidad productiva de la industria y atenten contra el crecimiento económico.

Asimismo López (2015) en México, en su tesis “Mantenimiento en sistemas eléctricos de distribución”, concluye que la periodicidad del mantenimiento a los diferentes equipos y esto es algo que se ignora en la mayor parte de las personas encargadas de realizar esta tarea. Por lo general, la mayor parte de las industrias dan mantenimiento a todos sus equipos una vez al año, lo cual no es recomendable ya que cada elemento de un sistema eléctrico demanda diferentes periodos y procesos en su mantenimiento, además, cuando el mantenimiento es adecuado, se aumenta la seguridad de los equipos y del personal, cosa que es lo más importante en cualquier empresa. Al tener el equipo en buen estado, y funcionando correctamente, se reducen los gastos para la empresa, incluyendo los seguros que las respaldan, ya que su costo va en función del número de accidentes que se tienen. Si el mantenimiento es el adecuado los accidentes se reducen drásticamente.

Por su parte Mora (2016) concluye que la calidad de energía eléctrica incluye la calidad del suministro y la calidad de la atención al cliente. La calidad del suministro a su vez se considera que la conforman dos partes, la forma de onda y la continuidad. En esta tesis se aborda la continuidad del suministro a través de la localización de faltas. Este problema se encuentra relativamente resuelto en los sistemas de transmisión, donde por las características homogéneas de la línea, la medición en ambos terminales y la disponibilidad de diversos equipos, permiten localizar el sitio de falta con una precisión relativamente alta. En sistemas de distribución, sin embargo, la localización de faltas es un problema complejo y aún no resuelto. La complejidad es debida principalmente a la presencia de conductores no homogéneos, cargas intermedias, derivaciones laterales y desbalances en el sistema y la carga. Además, normalmente, en estos sistemas sólo se cuenta con medidas en la subestación, y un modelo simplificado del circuito. Los principales esfuerzos en la localización han estado orientados al desarrollo de métodos que utilicen el fundamental de la tensión y de la corriente en la subestación, para estimar la reactancia hasta la falta. Como la obtención de la reactancia permite cuantificar la distancia al sitio de falta a partir del uso del modelo, el Método se considera Basado en el Modelo (MBM). Sin embargo, algunas de sus desventajas están asociadas a la necesidad de un buen modelo del sistema y a la posibilidad de tener varios sitios donde puede haber ocurrido la falta, esto es, se puede presentar múltiple estimación del sitio de falta. Como aporte, en esta tesis se presenta un análisis y prueba comparativa entre varios de los MBM frecuentemente referenciados. Adicionalmente se complementa la solución con métodos que utilizan otro tipo de información, como la obtenida de las bases históricas de faltas con registros de tensión y corriente medidos en la subestación (no se limita solamente al fundamental). Como herramienta de extracción de información se utilizan y prueban dos técnicas de clasificación (LAMDA y SVM). Éstas relacionan las características obtenidas de la señal, con la zona bajo falta y se denominan en este documento como Métodos de Clasificación Basados en el Conocimiento (MCBC).

A nivel nacional, Canal (2015) en el Cusco, en su “Estudio para el mejoramiento de la operación en estado estacionario del sistema eléctrico rural Chumbivilcas. Universidad Nacional de san Antonio Abad” sostiene que el mejoramiento de la operación en estado estacionario del sistema eléctrico rural Chumbivilcas. permitirá resolver problemas de efecto Ferranti, calidad de servicio (calidad de producto y suministro) y crecimiento de la demanda. El sistema eléctrico rural Chumbivilcas operará en una tensión de 60kV, que contempla la implementación de una línea de subtransmisión desde la SET de Combapata hasta la SET Llusco. Con el cambio de nivel de tensión en el SER Chumbivilcas, se mejora considerablemente la operación en estado estacionario del SER Chumbivilcas, obteniendo niveles adecuados de tensión en todos los nodos del sistema, los cuales operan dentro de la tolerancia establecida por la NTCSE, aseverando de este modo a la hipótesis planteada.

Y Márquez (2016) en su estudio “Ampliación de los aspectos técnicos de electrificación urbana en la ciudad de Huancayo. Instituto de Investigación de la Facultad de Eléctrica Electrónica” concluye que a fin de contribuir con el logro de los objetivos planteados, como el de asegurar una oferta eléctrica confiable, que el sistema eléctrico funcione de manera eficiente, que se aplique una tarifa correcta a los consumidores finales, que se use de manera óptima los recursos energéticos disponibles, permitiendo un mercado preparado para la expansión a fin de unirse a sistemas eléctricos extranjeros, contribuyendo con el desarrollo socio-económico y sostenible del país, por lo cual debemos empezar por lograrlo en el sistema eléctrico de la ciudad de Huancayo.

## CONCLUSIONES

- Mediante la implementación de un modelo de mantenimiento de líneas de transmisión mejoró la operación y mantenimiento de las líneas de transmisión del sistema de acoplamiento eléctrico rural, caso CANCHIS- 22.9kV.
- Se estableció un procedimiento para la ejecución de trabajos de mantenimientos preventivos en Celdas de Acoplamiento de 20.9 KV. ya que de ello depende el buen servicio de los equipos electromecánicos en las Subestaciones de Transmisión.
- Se implementó de un modelo de mantenimiento, que permitió mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico rural que beneficia a 995 usuarios con un consumo de potencia de 1 82.43kW.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda implementar modelos de mantenimiento estandarizando los sistema de acoplamiento eléctricos rural en el Perú.
- Se sugiere ahondar más en nuevas tecnologías para el mantenimiento confiabilidad de los sistemas eléctricos de acoplamiento eléctrico rural.
- Se recomienda que debido a que la zona posee una condición ambiental con mucha polución se deberá considerar proteger los aisladores (seccionadores, interruptores, transformadores de medida) con Silicagen para minimizar su tasa de falla.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arnold, M. (1989). Teoría de Sistemas, Nuevo Paradigmas: Enfoque de Niklas Luhmann. *Revista Paraguaya de Sociología*, 51-72. CIA. (1992). A guide to Hazard and Operability Studies. Chemical Industries Association, London, UK.
- Albarado D. (2017). *Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo de los equipos críticos de las principales subestaciones de la empresa de energía de BOYACÁ S.A. E.S.P. aplicado por la empresa asistencia técnica industrial Ltda.* Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Recuperado de [https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2722/1/TGT\\_1317.pdf](https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2722/1/TGT_1317.pdf)
- Calderón, J. (2015) en Venezuela, realizó la investigación “Desarrollo de un plan de mantenimiento integral de subestaciones eléctricas compactas en pequeñas y medianas empresas. Caso de estudio edificio profesional Torre Stratos”. Universidad de Carabobo, Venezuela. Recuperado de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/5306/calderonj.pdf?sequence=1>
- Canal, V. (2015). *Estudio para el mejoramiento de la operación en estado estacionario del sistema eléctrico rural Chumbivilcas.* Universidad Nacional de san Antonio Abad, Cusco, Perú.
- Chaves, A. La Gestión de Mantenimiento: Un Enfoque Completo de Calidad. Recuperado de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/PonenciaChaves.pdf>
- García G., Santiago (2003). *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento.* Primera Edición. Editorial Díaz de Santos. Madrid, España
- Harper, E. (2005). *Maquinas Eléctricas.* Editorial Limusa.
- INCADE. (2 de 02 de 2011). *Área de Seguridad Industrial e Higiene, Investigación de Incidentes Relevantes.*

- López, G. (2015). *Mantenimiento en sistemas eléctricos de distribución*. (Tesis para obtener el título de Ingeniero Eléctrico). Universidad Autónoma de México.
- Márquez, R. (). *Ampliación de los aspectos técnicos de electrificación urbana en la ciudad de Huancayo*. Instituto de Investigación de la Facultad de Eléctrica Electrónica. Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Mejía, S. (2003). *Subestaciones de Alta y Extra Alta Tensión*. (2ª ed.). Bogotá: Ingenieros Consultores – HVM Ingenieros.
- Mora, J. (2016). *Localización de Faltas en Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica usando Métodos Basados en el Modelo y Métodos de Clasificación Basados en el Conocimiento*. (Tesis doctoral). Universitat de Girona.
- OSINERG (2008). *Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos Rurales (Ntcser) Resolución Directoral N° 016-2008-EM/DGE*. Recuperado de <http://www2.osinerg.gob.pe/MarcoLegal/docrev/RD-016-2008-EM-DGE.pdf>
- OSINERMING (2014). *Plan Nacional de Electrificación Rural*. Lima: Dirección General de Electrificación Rural. Recuperado de [http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/ForoApurimac/2/Plan\\_Nacional\\_de\\_Electrificacion\\_Rural.pdf](http://www.osinergmin.gob.pe/newweb/uploads/Publico/OficinaComunicaciones/EventosRealizados/ForoApurimac/2/Plan_Nacional_de_Electrificacion_Rural.pdf)
- Rivera, E. M. (2011). *Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial*. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Facultad de Ingeniería Industrial. Lima, Perú. Recuperado de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/rivera\\_re.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/rivera_re.pdf)
- Harper, E. Elementos de diseño de subestaciones eléctricas. Elementos de diseño de subestaciones eléctricas. México: Limusa.
- Harper, E. Líneas de transmisión y redes de distribución de potencia eléctrica. En G. Enríquez Harper, Líneas de transmisión y redes de distribución de

potencia eléctrica. México: Limusa.

Evolución de la transportación en la Ciudad de México. (1989). Metro metrópoli México, 17. México, D.F.: Instituto de Investigaciones Económicas.

Google. (2011). *Ubicación Geográfica de la Subestación Eléctrica de Potencia*. México DF: Elaboración Propia.

Johannsen, O. (1975). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*. Chile: Universidad de Chile.

STC-metro. (2011). Información Técnica del STC metro 2011. México DF: STC metro. Teoría General de Sistemas. (12 de Julio de 2007)

Principios Básicos de Teoría y Metodología de Sistemas. Cartagena de Indias: Universidad Tecnológica de Bolívar.



## **ANEXOS**

## Anexo 01. Matriz de consistencia

<b>MANTENIMIENTO DE CELDAS DEL SISTEMA DE ACOPLAMIENTO ELECTRICO RURAL, CANCHIS 22.9kV</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
<p><b>Problema principal</b> ¿Un modelo de mantenimiento de celda mejorará la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV?</p> <p><b>Problemas secundarios</b> ¿Mediante actividades de planeación, programación, control y supervisión, de mantenimiento se preserva las funciones principales y secundarias de la infraestructura de las líneas de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV?</p> <p>¿Cuáles son los procedimientos de trabajo de mantenimiento preventivo que mejorará la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV?</p>	<p><b>Objetivo principal</b> Establecer un modelo de mantenimiento de celda para mejorar la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV?</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Establecer las actividades de planeación, programación, control y supervisión de mantenimiento orientados a preservar las funciones principales y secundarias de la infraestructura de las líneas de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.</p> <p>Establecer procedimientos para la ejecución de trabajos de mantenimientos preventivos para mejorar la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.</p>	<p><b>Hipótesis principal</b> La implementación de un modelo de mantenimiento de líneas de transmisión mejorará el Sistema de Acoplamiento Eléctrico Rural Canchis 22,9kV.</p> <p><b>Hipótesis secundarias</b> H1. Las actividades de planeación, programación, control y supervisión de mantenimiento contribuyen a preservar las funciones principales y secundarias de la infraestructura de las líneas de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.</p> <p>H2. Con los procedimientos de trabajo de configuración y puesta en marcha de mantenimiento en celdas, reparación y reacondicionamiento de la infraestructura para la ejecución de trabajos de mantenimientos preventivos mejorará la operación y confiabilidad de la línea de transmisión de sistema de acoplamiento eléctrico rural Canchis 22,9 kV.</p>	<p><b>Variable independiente</b> Modelo de mantenimiento de celda</p> <p><b>Variables dependientes</b> Sistema de acoplamiento eléctrico rural</p>	<p>-Actividades de planeación, programación, control y supervisión. -Procedimientos de trabajo de configuración y puesta en marcha mantenimiento en celdas, reparación y reacondicionamiento de la infraestructura</p> <p>- Infraestructura de las líneas de transmisión -Diseño de equipos tecnológicos. -Sistema de comunicación y protección de la subestación. -Software para el programa de automatización.</p>

## **Anexo 2. Glosario**

### **AMT**

Alimentador en Media Tensión; Medio conductor por el cual se desplaza una señal electromagnética, a una tensión nominal comprendida entre los 10 kV hasta los 33kV.

### **SEP**

Subestación de Transformación; es el lugar donde se transforma la tensión de un nivel a otro, por medio de transformadores de potencia.

### **IEC**

International Electrotechnical Commission

### **SEIN**

Sistema Eléctrico Interconectado Nacional

### **Efecto capacitivo**

Los conductores de una línea, aislados entre sí y aislados de tierra, son desde el punto de vista eléctrico.

### **Efecto Ferranti**

Este se genera en la apertura de una línea de transmisión. Su efecto es sobrevoltaje en las terminales de remate de la línea o cuando desconectan cargas importantes del sistema.

### **REP**

Red de energía del Perú (empresa de transmisión eléctrica y subestaciones de potencia)

**SER**

Sistema Eléctrico Rural.

**SET**

Sub Estación de Transmisión.

**BT**

Baja Tensión.

**MT**

Media Tensión.

**AT**

Alta Tensión.

**AMT**

Alimentador de Media Tensión.

**NTCSER**

Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico Rural.

**Anexo 3. Manual de Mantenimiento para Subestaciones Eléctricas  
Rurales**



# MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELECTRICAS RURALES

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

## Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	9
2	DEFINICIONES .....	9
3	TIPOS DE MANTENIMIENTO A CONSIDERAR .....	12
4	DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA EL MANTENIMIENTO.....	12
5	OTRAS ACTIVIDADES QUE HACEN PARTE DEL MANTENIMIENTO Y TRATAREMOS EN EL PRESENTE MANUAL .....	13
6	FUNCIONES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO.....	13
6.1	Un Ingeniero de Mantenimiento. Profesional de tiempo completo.....	13
6.2	Un Ingeniero Planeamiento del Mantenimiento. Profesional junior.....	14
6.3	Un Profesional HSE.....	15
6.4	Un Técnico Electricista 1A. Clasificación E11 .....	17
6.5	Ayudantes. Clasificación B4 .....	18
7	EQUIPOS Y SISTEMAS OBJETO DE MANTENIMIENTO EN UNA SUBESTACIÓN ELECTRICA .....	18
8	ASPECTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL A Y SALUD OCUPACIONAL A TENER EN CUENTA EN EL MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS. ....	19
8.1	Definiciones.....	19
8.2	Procedimientos de Seguridad generales para trabajos de mantenimiento en subestaciones eléctricas. ....	21
8.3	Reglas de seguridad para ejecutar trabajos sin tensión: .....	23
9	PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL PARA MANTENIMIENTO .....	26
9.1	Programa de Salud Ocupacional .....	26
9.2	Servicio de salud y cubrimiento de riesgos.....	28

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

10	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR EN MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS. ....	28
11	ÁREAS RESPONSABLES DEL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA .....	29
12	TIPOS DE POSIBLES FALLAS EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.....	29
13	DIAGNÓSTICO DE UNA SUBESTACIÓN.....	31
14	ORDENES DE TRABAJO.....	31
15	NORMAS PARA PRUEBAS EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE SUBESTACIONES.....	32
15.1	Normas para pruebas a Transformadores de potencia.....	33
15.2	Normas para pruebas para interruptores de potencia.....	34
15.3	Normas para pruebas a seccionadores de potencia.....	34
15.4	Normas para pruebas en transformadores de corriente.....	35
15.5	Normas para pruebas en transformadores de tensión.....	35
15.6	Normas para pruebas en descargadores de sobretensión.....	35
15.7	Normas para pruebas a relés y control.....	35
16	LISTADO DE PRUEBAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	35
16.1	Transformador de potencia – Pruebas para Mantenimiento Preventivo.....	35
16.2	Interruptor de Potencia – Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	36
16.3	Seccionadores de Potencia – Pruebas para mantenimiento Preventivo .....	37
16.4	Transformadores de Corriente Pruebas para mantenimiento Preventivo.....	38
16.5	Transformadores de Tensión – Pruebas para Mantenimiento Preventivo.....	38
16.6	Descargadores de Sobretensión – Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	39
16.7	Reactores.....	39
16.8	Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento – Pruebas para Mantenimiento Preventivo.....	39



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

16.9	Barrajes y Cables desnudos – Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	40
16.10	Celdas 34,5/13.8 kV – Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	40
16.11	Tableros de Control y Medida – Pruebas para Mantenimiento Preventivo.....	40
16.12	Tableros de Relés – Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	41
16.13	Tableros de Servicios Auxiliares – Pruebas para Mantenimiento Preventivo..	41
16.14	Cargadores – Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	42
16.15	Baterías – Pruebas para Mantenimiento Preventivo.....	42
16.16	Planta diesel de emergencia – Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	42
16.17	Sistema de Instalaciones Eléctricas E iluminación.- Pruebas mantenimiento Preventivo .....	43
16.18	Reconectores – Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	43
16.19	Motores de corriente alterna y continua .....	43
16.20	Bandejas Portacables.- Pruebas para Mantenimiento Preventivo .....	44
16.21	Conectores y Terminales. – Pruebas para Mantenimiento Preventivo.....	44
17	MATERIALES PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	44
18	HERRAMIENTAS INDIVIDUALES TECNICO DE MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES.....	45
18.1	CANTIDAD.....	45
19	HERRAMIENTAS PARA EL GRUPO DE MANTENIMIENTO SUBESTACIONES .46	
	DESCRIPCION O NOMBRE.....	46
	CANTIDAD .....	46
20	EQUIPOS ESPECIALIZADOS PARA EL GRUPO DE MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES .....	48
21	GRUPO DE TRABAJO UTILIZADO MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	49
22	LISTADO DE PRUEBAS PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO .....	49

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

22.1	Transformadores de Potencia - Pruebas para Mantenimiento Predictivo .....	50
22.2	Interruptores de potencia – Pruebas para Mantenimiento Predictivo .....	50
22.3	Seccionadores de Potencia – Pruebas para Mantenimiento Predictivo.....	51
22.4	Transformadores de Corriente – Pruebas para Mantenimiento Predictivo .....	51
22.5	Transformadores de Tensión – Pruebas para Mantenimiento Predictivo .....	52
22.6	Descargador de Sobretensiones – Pruebas para Mantenimiento Predictivo .....	52
22.7	Malla de Puesta a Tierra – Pruebas para Mantenimiento Predictivo .....	52
22.8	Barrajes, Cables desnudos y conectores de alta – Pruebas para Mantenimiento Predictivo .....	52
22.9	Celdas 34,5/13.8 kV – Pruebas para Mantenimiento Predictivo .....	53
22.10	Cables de Potencia Aislados – Para Mantenimiento Predictivo.....	53
22.11	Relés de Protecciones. ....	53
22.12	Reconectores.....	53
22.13	Motores de corriente alterna y continua.....	53
22.14	Listado de equipos de prueba para mantenimiento predictivo. ....	54
22.15	Grupo de trabajo utilizado mantenimiento predictivo .....	55
23	MANTENIMIENTO CORRECTIVO ACTIVIDADES. ....	55
23.1	Mantenimiento Correctivo a Transformadores de Potencia.....	55
23.2	Mantenimiento Correctivo a Interruptores de Potencia.....	56
23.3	Mantenimiento Correctivo a Seccionadores de Potencia. ....	56
23.4	Mantenimiento Correctivo a Transformadores de Corriente.....	56
23.5	Mantenimiento Correctivo a Transformadores de tensión. ....	56
23.6	Mantenimiento Correctivo a Descargador de Sobretensiones.....	56
23.7	Mantenimiento Correctivo a Malla de Puesta a Tierra.....	57
23.8	Mantenimiento Correctivo a Barrajes y conectores.....	57

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

23.9	Mantenimiento Correctivo Tableros de control, medidas y protecciones. ....	57
23.10	Mantenimiento Correctivo Celdas 34,5/13.8 kV.....	57
24	PROCEDIMIENTO PARA LAS PRUEBAS.....	57
24.1	Pruebas a Transformadores de potencia.....	57
25	MANTENIMIENTO LOCATIVO DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS DE SUBESTACIONES, ASEO, FUMIGACIONES, DESMONTE. POSA SÉPTICA, TUBERÍAS, DRENAJES, CANALES Y OFICINAS. ....	65
25.1	Aseo de instalaciones.....	66
25.1.1	Conservación ordinaria.....	66
25.1.2	Conservación intensiva .....	66
25.1.3	Frecuencia de ejecución.....	66
25.2	FUMIGACIONES.....	66
25.2.1	Frecuencia de ejecución.....	67
25.3	DESRATIZACIÓN.....	67
25.3.1	Tratamiento .....	67
25.3.2	Frecuencia de ejecución.....	68
25.4	Plaguicidas .....	68
25.4.1	Tratamiento .....	68
25.4.2	Frecuencia de ejecución.....	68
25.5	Tratamiento con herbicidas.....	68
25.5.1	Herbicidas y procedimientos.....	69
25.5.2	Aplicación.....	69
25.5.3	Frecuencia de ejecución.....	69
25.5.4	Garantías .....	69
25.5.5	Transporte y Almacenaje.....	69

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

25.6	Desmante y poda .....	70
25.6.1	Desmante .....	70
25.6.2	Poda de árbol .....	70
25.6.3	Frecuencia de ejecución.....	71
25.7	Poza Séptica .....	71
25.7.1	Procedimiento Técnico .....	71
25.7.2	Manejo de residuos .....	72
25.7.3	Disposición final de residuos .....	72
25.7.4	Disposición final de Residuos de la poza séptica.....	73
25.7.5	Normas de seguridad para Fumigaciones .....	73
25.7.6	Elementos de Protección personal para fumigación .....	74
25.7.7	Normas de Seguridad para ejecutar trabajos en subestaciones energizadas 74	
25.7.8	Normas de seguridad para mantenimiento de Pozas sépticas.....	75
25.7.9	Elementos de protección personal para mantenimiento de pozas sépticas .	75
26	INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE MANTENIMIENTO.....	76
27	INFORMES DEL MANTENIMIENTO.....	76
28	REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES.....	76
28.1	Repuestos para Transformadores de Potencia.....	77
28.2	Repuestos para interruptores de potencia .....	77
28.3	Repuestos para seccionadores de potencia. ....	77
28.4	Repuestos para protecciones .....	78
28.5	Repuestos para transformador de medida.....	78
28.6	Repuestos para DPS.....	78

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

28.7	Repuestos para aisladores soporte, barrajes y conectores .....	78
28.8	Repuestos para celdas .....	78
28.9	Repuestos para servicios auxiliares de corriente alterna y continua. ....	79
28.10	Repuestos para cable de potencia.....	79
28.11	Repuestos para cables de control y fuerza.....	80
ANEXO 1 - INSPECCIONES TÉCNICA PARA DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO ..		81
ANEXO 2 – ORDEN DE TRABAJO .....		120
ANEXO 3 – FRECUENCIA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y PREDICTIVO..		126
ANEXO 4 – TIEMPOS PARA REALIZAR MANTENIMIENTOS.....		145

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES  
ALTA, MEDIA Y BAJA TENSIÓN**

**1 INTRODUCCIÓN**

El presente Manual tiene como objetivo básico definir los procedimientos necesarios para el óptimo desarrollo del Mantenimiento Preventivo, Predictivo y Correctivo para Subestaciones Eléctricas de Alta, Media y Baja Tensión.

**2 DEFINICIONES**

**a) Inspecciones**

La inspección es la primera actividad del mantenimiento y establece someter a la subestación y al equipo en particular a una serie de observaciones detalladas y obtención de datos característicos a fin de tener una información del estado físico y operación de los mismos.

**b) Revisión**

Se refiere a un estado físico del equipo con la finalidad de detectar daños, anomalías y/o deficiencias.

**c) Mantenimiento Preventivo**

Mantenimiento programado que se efectúa a un bien, servicio o instalación con el propósito de reducir la probabilidad de fallo, mantener condiciones seguras y preestablecidas de operación, prolongar la vida útil y evitar accidentes.

El mantenimiento preventivo tiene la finalidad de evitar que el equipo falle durante el periodo de su vida útil: y la técnica de su aplicación se apoya en experiencias de operación que determinan que el equipo, después de pasar el periodo de puesta en servicio, reduzca sus posibilidades de falla.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

#### **d) Mantenimiento Predictivo**

Son Pruebas que se realizan a los equipos con el propósito de conocer su estado actual y predecir posibles fallas que se podrían ocasionar. El resultado de este mantenimiento permite tomar acciones correctivas y/o preventivas para optimizar su funcionamiento.

El mantenimiento predictivo tiene la finalidad de anticiparse a que el equipo falle; la técnica de su aplicación se apoya en la experiencia adquirida con resultados estadísticos, que determinan que el equipo está más propenso a fallar cuando se encuentra en el periodo inicial de operación, a partir de su puesta en servicio y cuando se acerca al final de su vida útil.

#### **e) Mantenimiento Correctivo**

Es la reparación que se realiza al bien, servicio o instalación una vez que se ha producido el fallo con el objetivo de restablecer el funcionamiento y eliminar la causa que ha producido la falla.

El mantenimiento correctivo tiene la finalidad de reemplazar los elementos o equipos averiados y que no pueden funcionar operativamente en la subestación, el reemplazo también se da cuando los equipos han cumplido las horas de trabajo para las que fue fabricado.

#### **f) Equipo Criterio de crítico**

Para equipos cuya falla provoque serias consecuencias en la operación del sistema, como son seguridad, producción, costos, etc., es considerado **crítico**.

#### **g) Equipo No crítico.**

Aquel equipo que su falla no tenga serias consecuencias sobre el sistema, será considerado **no crítico**.

#### **h) Criterio de datos del fabricante.**

Este procedimiento permite información sobre límites de vida esperada, periodos de tiempo para efectuar pruebas y dar mantenimiento en función del servicio del equipo.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**i) Criterios de límites permisibles.**

Este se basa en establecer valores, generalmente resultados de pruebas, que indican cuando el equipo se acerca a una condición límite y que esta sea peligrosa. Una reparación o reposición se hace necesaria.

**j) Protocolo de Pruebas**

Conjunto de operaciones y registros a realizar en la recepción de equipos o sistemas, con definición de alcance, datos de los resultados obtenidos, registro de fecha y firma del responsable, para su entrega a una responsable del mantenimiento de la empresa por otra responsable de su realización.

**k) Termografía**

Medición del calor emitido por los elementos de la instalación eléctrica. Estos resultados permiten detectar temperaturas de funcionamiento elevadas, conexiones sueltas o deterioradas, descompensación de fases (circuitos sobrecargados, desequilibrios de carga), mal aislamiento y/o interruptores defectuosos.

La inspección termográfica se debe realizar durante los periodos de máxima demanda del sistema, identificando las fallas presentadas y el grado de urgencia para su reparación

**l) Prueba Rigidez Dieléctrica Aceite Transformadores**

Determinación de la tensión de ruptura del líquido aislante por medio de un Medidor de Aceite Dieléctrico o Chispómetro.

**m) Prueba de Aislamiento de los Devanados**

Medición de la resistencia mínima soportable por los aislamientos del transformador durante su operación. Esta prueba permite verificar la calidad de los aislamientos, comprobar la adecuada conexión entre sus devanados y la tierra, determinar el grado de humedad y detectar defectos en el aislamiento.

**n) Resistencia óhmica y Prueba de Relación de Transformación**

Estas dos pruebas verifican el correcto estado de las bobinas de alta y baja tensión, identificando posibles cortocircuitos entre espiras.



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**o) Medición y Análisis de Carga en el Transformador**

Esta medición permite conocer el perfil de carga del transformador y determinar la potencia a la cual está operando. Para asegurar una completa efectividad de la prueba se debe realizar en periodos donde el transformador este trabajando con toda la carga instalada con el fin de determinar si la demanda excede los límites a los cuales está diseñado el transformador y tomar acciones si es necesario.

**p) Calidad de Energía del Sistema**

Permite conocer cómo se encuentra el sistema en cuanto a las perturbaciones que intervienen en el análisis de calidad y emitir conceptos del comportamiento del sistema.

**3 TIPOS DE MANTENIMIENTO A CONSIDERAR**

- 1.1. Mantenimiento PREVENTIVO de equipos y sistemas. Listado de Pruebas.
- 1.2. Mantenimiento PREDICTIVO de equipos y sistemas. Listado de Pruebas.
- 1.3. Mantenimiento CORRECTIVO de equipos y sistemas.
- 1.4. Mantenimiento LOCATIVO de las instalaciones físicas ASEO, FUMIGACIONES, DESMONTE. POSA SÉPTICA, TUBERÍAS, DRENAJES, CANALES Y OFICINAS.

**4 DOCUMENTOS REQUERIDOS PARA EL MANTENIMIENTO**

- a) Manual de mantenimiento de la Empresa.
- b) Manual de mantenimiento del fabricante de los equipos.
- c) Formato para diagnóstico e inspección de equipos
- d) Hoja de vida de los equipos.
- e) Normas para pruebas de equipos.
- f) Procedimientos para realización de las pruebas.
- g) Formatos para reporte de las pruebas.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

## 5 OTRAS ACTIVIDADES QUE HACEN PARTE DEL MANTENIMIENTO Y TRATAREMOS EN EL PRESENTE MANUAL

- a) Tiempos y frecuencias recomendadas para el mantenimiento.
- b) Formato con experiencia y conocimientos técnicos del personal y los contratistas del mantenimiento.
- c) Cantidad de personal técnico y recursos para realizar el mantenimiento.
- d) Repuestos para el mantenimiento.
- e) Seguridad industrial en el mantenimiento.
- f) Programas de salud ocupacional en el mantenimiento.
- g) Manejo de la información (archivos físicos y magnéticos).
- h) Entrega de Informe final con recomendaciones de cada una de las actividades realizadas y de los hallazgos positivos y negativos encontrados.

## 6 FUNCIONES DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

### 6.1 Un Ingeniero de Mantenimiento. Profesional de tiempo completo

- **Profesión:** Ingeniero Electricista o Ingeniero Electromecánico con matrícula profesional de acuerdo a la Ley 51 de 1986 y su Decreto Reglamentario 1873 de 1996.
- **Experiencia:** Mínimo diez (10) años en labores de Mantenimiento y/o construcción de subestaciones de Alta, Media o Baja tensión.
- **Funciones:**
  - Realizar el control detallado de los trabajos y responder por los recursos y herramientas requeridos.
  - Permanecer atento al desarrollo de los trabajos del día a día y a realizar los ajustes requeridos para su normal desarrollo, de acuerdo con el avance establecido en el cronograma de actividades.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Acordar y controlar con el capataz el desarrollo del trabajo diario y futuro.
- Asegurar que en cada frente de trabajo, se divulgue el procedimiento de trabajo a aplicar en cada actividad.
- Liderar la elaboración y mejora de los procedimientos de trabajo
- Responder en el sitio de obra por la calidad de los trabajos realizados
- Velar por el cumplimiento de las normas de seguridad que cada labor requiera y el uso de los implementos de seguridad del personal.
- Responder por el desarrollo general de los trabajos.
- Mantener un medio de comunicación permanente que le garantice contacto continuo con el capataz.
- Velar por el cumplimiento de las actividades establecidas en el cronograma de trabajo señalado por el gestor técnico.
- Garantizar el cumplimiento de la programación semanal de actividades.

## **6.2 Un Ingeniero Planeamiento del Mantenimiento. Profesional junior.**

- Profesión: Ing. Electricista o Ingeniero Electromecánico con matrícula profesional de acuerdo a la Ley 51 de 1986 y su Decreto Reglamentario 1873 de 1996.
- Experiencia: Mínimo cinco (5) años en labores de gestión de mantenimiento de subestaciones eléctricas como planeador y/o supervisor. Conocimientos certificados en mantenimiento centrado en confiabilidad.
- **Funciones.**
  - Planificar las actividades de mantenimiento día a día.
  - Asegurar los recursos de mano de obra y materiales versus las órdenes de trabajo solicitadas.
  - Solicitar con suficiente antelación y teniendo en cuenta el tipo de material, al gestor técnico, la entrega oportuna de los materiales para los mantenimientos.
  - Creación de órdenes de trabajo.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Entregar la Orden de trabajo al ejecutor según requerimiento. En esta Orden de trabajo deberá estar consignado el procedimiento y/o estándar de trabajo de la actividad a ejecutar.
- Interactuar con el gestor técnico para la entrega de materiales según el mantenimiento a realizar.
- Efectuar levantamiento de información de campo según consideraciones de la Gestoría técnica.
- Analizar dicha información y establecer el plan de trabajo.

### **6.3 Un Profesional HSE**

- Profesional de cualquier especialidad con experiencia laboral mínima de dos (2) años en HSE (Salud Ocupacional, Seguridad Industrial y de Proceso y Medio Ambiente), de los cuales por lo menos un (1) año debe corresponder a experiencia específica asociadas al mantenimiento subestaciones de Alta, media y baja tensión ejerciendo funciones de HSE.
- **Funciones:**
  - Difundir entre los trabajadores de su compañía, las políticas, objetivos y metas HSE de la Empresa, y los objetivos HSE y metas propios del Contrato.
  - Asegurar el cumplimiento legal en salud ocupacional, medio ambiente y seguridad industrial, aplicable.
  - Asegurar el cumplimiento y correcta ejecución de los estándares, normas, reglamentos, procedimientos e instructivos de la EMPRESA, incluyendo, Permisos de trabajo, Manejo y Gestión de Residuos Sólidos, Sistema de Aislamiento Seguro y demás normas establecidas; así como la divulgación de los mismos en caso de que se deroguen, modifiquen o emitan nuevos documentos.
  - Diseñar el Plan HSE del Contrato o proyecto y hacer seguimiento a la implementación de este durante el tiempo de duración del mismo.
  - Definir los mecanismos necesarios para la implementación de procedimientos,

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

estándares y normas HSE.

- Coordinar actividades con la ARP de la Empresa como capacitaciones, visitas de campo, etc.
- Participar en la investigación de los incidentes, y hacer seguimiento a la implementación de las acciones que se deriven de la investigación de las fallas de control e incidentes.
- Coordinar programas preventivos de Salud e Higiene y estrategias HSE para el control de ausentismo laboral.
- Supervisar y/o participar en las actividades específicas de promoción y protección de la salud laboral, en temas como diagnóstico de salud, programas de vigilancia epidemiológica, estilos de vida saludable, autocuidado de la salud, monitoreo y control de riesgos para la Salud (entre otros: ruido, iluminación, temperaturas extremas, material particulado, vibraciones).
- Elaborar los Informes HSE mensuales y finales, y cualquier otro requerido por LA EMPRESA.
- Participar en las reuniones programadas por los representantes HSE de LA EMPRESA y la reunión mensual HSE.
- Asegurar el funcionamiento del Comité Paritario de Salud Ocupacional COPASO.
- Realizar para los trabajadores de su compañía, la inducción frente a los peligros y aspectos específicos asociados a las actividades a ejecutar.
- Coordinar la conformación y entrenamiento de las Brigadas de Emergencia de la firma contratista, alineada a las de LA EMPRESA; y la participación de los trabajadores en las prácticas contra incendio, control de emergencias y rescate; y garantizar la realización de los simulacros, de acuerdo con la programación presentada en el plan HSE, así como su evaluación y planes de mejora.
- Realizar recorridos HSE durante el transcurso del servicio y de manera inmediata corregir las fallas de control evidenciadas, como actos o condiciones sub-estándar, o en su defecto, suspender las actividades si lo anteriormente indicado no es posible.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Divulgar y asegurar el despliegue de las campañas corporativas en materia de HSE realizadas por LA EMPRESA.
- Asegurar el cumplimiento de las actividades propuestas en las Fichas del PMA del área operativa donde se ejecute el contrato o proyecto.
- Mantener disponible la información requerida por LA EMPRESA para el índice de cumplimiento legal ambiental ICLA.
- Suministrar la información requerida para la respuesta de los actos administrativos emitidos por las Autoridades Ambientales y entes de Control; y para la elaboración de los ICLA- Informes de Cumplimiento Ambiental de acuerdo al Manual de Seguimiento Ambiental de Proyectos, del Ministerio del Medio Ambiente

#### **6.4 Un Técnico Electricista 1A. Clasificación E11**

- Profesión: Técnico o tecnólogo electricista o electromecánico con matrícula profesional o certificado CONTE clasificado mínimo en T-1, T-3, T-4 y T-5.
- Experiencia: Mínimo cinco (5) años en labores de Mantenimiento y/o construcción de subestaciones de alta y/o media y baja tensión aéreas. Cuando no sea técnico o tecnólogo, la experiencia será de diez (10) años en Mantenimiento y/o construcción de subestaciones de alta y/o media y baja tensión con certificación CONTE clasificado mínimo en T-1, T-3, T-4 y T-5
- Acreditar conocimiento detallado en interpretación de planos unifilares, conocimiento y análisis de maniobras en circuitos eléctricos de alta, media y baja tensión.
- **Funciones:**
  - Realizar las labores diarias y dar el apoyo técnico a los electricistas 1 para realizar las labores programadas.
  - Garantizar que los trabajos realizados con su personal a cargo cumplan las exigencias de calidad correspondientes con el fin de asegurar la correcta realización del mantenimiento. La calidad de las intervenciones

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

y trabajos realizados será continuamente evaluada por el Gestor técnico.

- Asistir al Ingeniero Residente con el fin de realizar evaluaciones periódicas del personal que realiza las labores diarias de mantenimiento.
- Proveer información de soporte al Ingeniero Residente para que este último conozca a tiempo las necesidades y requerimientos de personal que garanticen el avance del mantenimiento según el cronograma de actividades acordado entre la Gestoría técnica y el Ingeniero Residente.
- Velar para que el cumplimiento en los tiempos de intervención y/o maniobra sean lo más cercano a lo planeado.

#### **6.5 Ayudantes. Clasificación B4**

- Profesión: Técnico Electricista con certificado CONTE clasificado mínimo en T-1.
- Experiencia: Acreditar experiencia mínima de un (1) año en mantenimiento de subestaciones y/o construcción de subestaciones.

### **7 EQUIPOS Y SISTEMAS OBJETO DE MANTENIMIENTO EN UNA SUBESTACIÓN ELECTRICA**

- 1) Transformadores de potencia y/o distribución
- 2) Interruptores
- 3) Seccionadores
- 4) Pararrayos (Descargadores de sobretensión)
- 5) Transformadores de corriente
- 6) Transformadores de tensión
- 7) Fusibles
- 8) Reactores y Capacitores
- 9) Sistemas de protecciones.
- 10) Sistemas de medición y control

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- 11) Sistema de comunicaciones
- 12) Sistema de barras colectoras (buses)
- 13) Sistemas servicios auxiliares de la S/E.
- 14) Sistema de Instalaciones eléctricas e iluminación.
- 15) Sistema de Puesta a Tierra.
- 16) Sistema de Apantallamiento
- 17) Cables aislados de Potencia, de fuerza y control.
- 18) Cables desnudos de aluminio y cobre.
- 19) Reconectores.
- 20) Motores de corriente alterna y continua.
- 21) Celdas de media tensión 34,5/13,8 kV.
- 22) Bandejas portacables.
- 23) Conectores y Terminales.

## **8 ASPECTOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL A Y SALUD OCUPACIONAL A TENER EN CUENTA EN EL MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELECTRICAS.**

### **8.1 Definiciones**

- a) **Zona de Aislamiento:** Suministrar una ambiente seguro que independice a las personas y los equipos de los peligros, ésta se produce cuando se cubre un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad.
- b) **Bloqueo:** Instalar un candado sobre un dispositivo fijo asociado con el equipo o sistema, evitando una activación inadvertida del peligro o alteración de la posición.
- c) **Certificado de apoyo:** Documento adjunto al permiso de trabajo para autorizaciones de actividades criticas como son: ingreso en espacios



		Código:
	MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES	Versión:
		Fecha:

confinados, trabajo en altura, trabajo en caliente, trabajo en circuitos (sistemas) eléctricos y trabajos especiales (excavación, izaje de cargas, montaje de equipos especiales).

- d) **Peligro:** Situación, fuente o acto que puede causar daño al (os) trabajador (es) o la(s) organización(es).
- e) **Permiso de trabajo:** Autorización por escrito que permite la realización de un trabajo, que incluye la ubicación y el tipo de actividad a realizar, el mismo certifica que los riesgos fueron evaluados por personal capacitado y se determinaron las medidas de control necesarias para la realización segura del trabajo.
- f) **Tarjeta de seguridad:** Aviso escrito y predeterminado que se utiliza para confirmar el aislamiento de una planta, equipo o sistema eléctrico.
- g) **Energización:** Suministrar tensión a un equipo o elemento eléctrico.
- h) **Distancias mínimas de seguridad:** las distancias mínimas de seguridad para los trabajos en tensión a efectuar en la proximidad de las instalaciones no protegidas y sometidas a tensión, son las medidas entre el punto más próximo en tensión y cualquier parte externa del trabajador, herramientas o elementos que pueda manipular en movimientos voluntarios o accidentales.
- i) **Pértiga:** Es un tubo telescópico de material aislante dotado de una grapa que permite la conexión a la catenaria. A esta grapa va unido un cable que posibilita cortocircuitar la línea con el carril. Se utiliza como medio de seguridad para contrarrestar cualquier puesta en tensión accidental de la línea mientras se esté trabajando en ella.
- j) **Trabajos en tensión:** Métodos de trabajo, en los cuales un operario entra en contacto con elementos energizados o entra en la zona de influencia directa del campo electromagnético que este produce, bien sea con una parte de su cuerpo o con herramientas, equipos o los dispositivos que manipula.
- k) **Puesta a tierra:** Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

- l) **Elementos conductores:** Todos aquellos que son susceptibles de conducir corrientes eléctricas.

## **8.2 Procedimientos de Seguridad generales para trabajos de mantenimiento en subestaciones eléctricas.**

Los siguientes son los procedimientos de seguridad generales que deben tenerse en cuenta durante el mantenimiento de subestaciones eléctricas.

- Todo trabajo eléctrico deberá estar soportado por un permiso de trabajo que deberá ser solicitado al inicio y cerrado al finalizar las labores correspondientes.
- Todo trabajo eléctrico deberá ser bloqueado y tarjetado según un Instructivo Bloqueo y Tarjeteo.
- Todo trabajo en una instalación eléctrica sólo podrá ser realizada por personal calificado y autorizado.
- Los trabajadores no podrán realizar trabajos eléctricos con ningún objeto metálico tal como joyas, pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Utilizar los elementos de protección personal adecuados como son: Casco dieléctrico, guantes de protección de acuerdo al trabajo a realizar, botas dieléctricas, gafas de seguridad contra rayos ultravioleta, careta de protección facial, cinturón de seguridad, arnés, líneas de tierra, linterna, pinza voltiamperimétrica, tapones auditivos, conexiones a tierra portátiles.
- Vestir ropa de trabajo sin elementos conductores y de materiales resistentes al fuego de acuerdo con las especificaciones técnicas emitidas por Salud Ocupacional.
- Antes de iniciar los trabajos se comprobará el buen estado de las herramientas y se utilizarán herramientas dieléctricas.
- Planificar el procedimiento de trabajo, de forma que durante todo el trabajo se mantengan las distancias mínimas en las condiciones más desfavorables.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Toda persona que pueda tocar a un trabajador, bien directamente o por medio de una herramienta u otros objetos, deberá llevar botas y guantes aislantes.
- En caso de tormentas eléctricas, los trabajos serán interrumpidos o no iniciados, retirando al personal del área hasta que las condiciones atmosféricas vuelvan a ser favorables.
- Señalizar la zona de trabajo.
- No utilizar equipo eléctrico que esté mojado, ni trabajar con las manos húmedas.
- Todos los trabajos eléctricos deberán ser ejecutados mínimo por dos trabajadores.
- Para trabajos en tensión, se deben acatar las distancias mínimas de acercamiento mostradas en la siguiente tabla:
- Los trabajadores deben asegurarse de contar con los equipos y materiales de trabajo necesarios de acuerdo a las características del trabajo, tensión de servicio y método de trabajo a emplear.
- El casco de seguridad debe ser de uso obligatorio para las personas que realicen trabajos en instalaciones de cualquier tipo. Este nunca deberá ser perforado con el fin de adaptar elementos de seguridad no previstos en el diseño original. El casco debe ser cambiado cuando reciba algún impacto o cuando se encuentre dañado o cuando tenga tres años de uso.
- Los anteojos de protección o la careta de protección facial es de uso obligatorio para toda persona expuesta a riesgo ocular o riesgo facial por arco eléctrico, proyección de gases y partículas, polvos y otros.
- Los guantes dieléctricos son de uso obligatorio para el trabajador que interviene circuitos energizados o circuitos sin tensión que se consideren como si estuvieran con tensión.
- La tela y el hilo de la ropa de trabajo debe ser 100% de algodón sin contener elementos sintéticos en su fabricación. Para los trabajos con exposición a riesgo eléctrico es obligatorio el uso de camisa de manga larga.
- Las escaleras deben ser aisladas. No se deben utilizar escaleras metálicas.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- El cinturón de seguridad o el arnés de cuerpo entero serán de material (neopreno impregnado con Nylon) o nylon respectivamente y es de uso obligatorio para todo aquel que deba ascender a un poste o estructura.
- Es responsabilidad de los trabajadores mantener las condiciones de aseo y funcionamiento adecuadas del sitio de trabajo al comienzo, durante y al final de las actividades de mantenimiento y de la señalización de las zonas.
- Es responsabilidad del trabajador repetir la orden recibida y después de que haya sido confirmada proceder a su ejecución.
- Todo trabajador debe dar aviso al responsable del trabajo en caso que detecte la existencia de condiciones inseguras en su entorno de trabajo, incluyendo materiales o herramientas que se encuentren en mal estado
- En caso que cualquier trabajador se encuentre bajo tratamiento médico, debe dar aviso al supervisor o jefe encargado, quien deberá consultar con el médico para que determine si se encuentra en condiciones para ejecutar el trabajo.
- En caso de que existan dudas o anomalías durante la ejecución del trabajo, este debe suspenderse hasta que la duda o anomalía haya sido resuelta adecuadamente.
- Los trabajadores deben contar con equipos de comunicación de acuerdo a un Procedimiento de Comunicación para maniobras y trabajos eléctricos.
- Está prohibido realizar trabajos con tensión en lugares en donde exista riesgo de explosión por presencia de materiales inflamables o volátiles.

### **8.3 Reglas de seguridad para ejecutar trabajos sin tensión:**

#### **PRIMERA REGLA: CORTE EFECTIVO DE TODAS LAS FUENTES DE TENSIÓN.**

- Esta regla implica abrir, con corte visible (que se pueda comprobar por inspección visual la apertura del circuito eléctrico), todas las fuentes de tensión a través de interruptores, fusibles, puentes, uniones desarmables u otros dispositivos de corte, de tal manera que se impida el retorno de tensión.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Se debe considerar que las fuentes de tensión no siempre se van a encontrar “aguas arriba” del punto donde se están realizando los trabajos, sino que estas pueden estar ubicadas “aguas abajo” (p.e. Grupos electrógenos).

### **SEGUNDA REGLA: BLOQUEO DE LOS APARATOS DE CORTE O SECCIONAMIENTO E INSTALACIÓN DE SU RESPECTIVA SEÑALIZACIÓN.**

- Por enclavamiento o bloqueo se deberá entender el grupo de acciones tendientes a impedir el accionamiento accidental de los aparatos de corte, que puede deberse a diversas causas como un error humano, acción de terceros o un fallo técnico.
- Existen diferentes formas de realizar el bloqueo de los aparatos de corte:
- Bloqueo mecánico: que consiste e inmovilizar un mando de los aparatos a través de candados, cerraduras, cadenas etc.
- **Bloqueo físico:** que consiste en impedir el accionamiento del aparato de corte colocando un elemento de bloqueo entre los cuchillas del mismo, de modo que se imposibilite la unión de sus contactos,
- **Bloqueo eléctrico:** consiste en imposibilitar la operación del aparato de corte abriendo su circuito de accionamiento
- La señalización de los aparatos de corte deberá ubicarse en el respectivo mando de accionamiento, o en el propio aparato o en su vecindad, si es que este no dispone de tal dispositivo de mando. En el caso de aparatos que adicionalmente cuenten con accionamientos a distancia, la señalización se deberá instalar en ambos mandos.

### **TERCER REGLA: COMPROBACIÓN DE AUSENCIA DE TENSIÓN**

- Esta regla implica medir la tensión usando equipo de medición y protección personal adecuados, hasta tener la completa certeza de que todas las posibles fuentes de tensión han sido abiertas. “Hasta que se haya demostrado la ausencia de tensión se deberá proceder como si las instalaciones estuvieran energizadas”
- La medición de tensión deberá ser efectuada en todos los conductores y equipos que se encuentren en la zona en que se realicen los trabajos.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Para ello se utilizarán los equipos de medición adecuados a las características de los elementos a medir.
- Previamente a la medición deberá verificarse el funcionamiento de los instrumentos de medición. Para ello se pulsará el botón de prueba en aquellos instrumentos de prueba luminosos o sonoros que dispongan del mismo (chicharas). En caso contrario se deberá poner éste en contacto con un elemento para el cual se haya comprobado que se encuentra energizado.

**CUARTA REGLA: PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO DE TODAS LAS FUENTES POSIBLES DE TENSIÓN.**

- Se entenderá por puesta a tierra y en cortocircuito la acción de conectar parte de un equipo o circuito eléctrico a tierra, y luego unir entre sí todas las fases mediante un elemento conductor de material y sección adecuada y con conectores normalizados.
- Se debe considerar que aun cuando se hayan aplicado las anteriores reglas, aún existe riesgo de electrocución para el personal que vaya a efectuar los trabajos:
  - - Por efectos capacitivos
  - - Pueden surgir tensiones inesperadas una vez comenzados los trabajos, los cuales pueden alcanzar valores muy diversos y tener diversos orígenes: tensiones por fenómenos de inducción magnética, caída de conductores en cruces de línea, tensiones por fenómenos atmosféricos y por cierre intempestivo.
- **Un equipo de puesta a tierra debe constar esencialmente de los siguientes elementos:**
  - Pinzas (conectores, mordazas, terminales) de conexión
  - Grapas
  - Conductores de puesta a tierra
  - Conductor de puesta en cortocircuito
- Algunos aspectos que se deben considerar al realizar el proceso de conexión de la puesta a tierra son:

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Debe hacerse uso en todo momento de los implementos de seguridad: pértiga, guantes aislantes del nivel de tensión que corresponda, casco y cinturón de seguridad
- Previo a la conexión se debe descartar la presencia de tensión en el elemento a ser conectado a tierra. Para ellos debe utilizarse un detector de tensión acoplado a la pértiga, siguiendo las recomendaciones dadas en la tercera regla.
- Las tierras de trabajo deberán ser instaladas lo más cerca posible de las instalaciones donde se ejecutara el trabajo y ubicada a la vista de los trabajadores. Se utilizará un número de ellas que permita aislar completamente la zona de trabajo de todas las fuentes posibles de tensión.

#### **QUINTA REGLA: SEÑALIZACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO**

- Deben colocarse señales de seguridad adecuadas, delimitando las zonas de trabajo. Se debe delimitar la zona de trabajo con cintas, vallas y cadenas, que se deben acompañar de banderolas y carteles.
- Se deben utilizar cintas de delimitación de colores negro y amarillo para demarcar físicamente el paso a zonas energizadas donde el acceso a una distancia menor constituye un peligro
- Para los trabajos que se realicen en vía pública, la correcta señalización y delimitación de la zona de trabajo tiene como fin, no solo proteger al trabajador de riesgo de electrocución, sino proteger al peatón del riesgo de accidentes – electrocución o caídas a zanjas o choque con vehículos.
- En la noche se debe incluir la utilización de luces autónomas o intermitentes que indiquen precaución.

### **9 PROGRAMA DE SALUD OCUPACIONAL PARA MANTENIMIENTO**

#### **9.1 Programa de Salud Ocupacional**

- Presentar para aprobación, un mes antes de iniciar los diferentes trabajos, el programa de salud ocupacional y su cronograma mensual de actividades a realizar

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

durante el mantenimiento. Este documento debe llevar la firma de la persona encargada de coordinarlo y desarrollarlo.

- Destinar los recursos humanos, físicos, financieros y técnicos, necesarios para el buen desarrollo del programa de salud ocupacional.
- Poseer al inicio de la obra un Equipo Humano de Trabajo que se responsabilice del desarrollo y evaluación del programa de salud ocupacional presentado para el mantenimiento.
- Cumplir en los ambientes de trabajo y campamentos, con óptimas condiciones de higiene y seguridad. Igualmente en lo relacionado con la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas y equipos de control.
- Presentar semanalmente a la Empresa, copias de las novedades de personal, reportes de accidentes de trabajo y de las respectivas investigaciones.
- Se deben mantener actualizados los registros e informes establecidos por la empresa y contemplados en su programa de salud ocupacional. Entre otros:
  - Listados de materias primas y sustancias empleadas en la obra.
  - Panorama y mapa de factores de riesgo por sitio de trabajo y actividades.
  - Registros y relación de elementos de protección personal suministrados a los trabajadores.
  - Recopilación y análisis de accidentalidad laboral y enfermedades profesionales.
  - Relación de los resultados de las investigaciones de los accidentes de trabajo y el Plan de acción preventivo y correctivas establecido.
  - Relación e historias médicas ocupacionales de los trabajadores.
  - Plan específico de emergencia.
  - Relación y registros de ausentismo general, por accidentes de trabajo, enfermedad profesional y enfermedad común.
  - Establecer medidas para la prevención y control de riesgos.



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Conformar y poner en funcionamiento del Comité Paritario de Salud Ocupacional.
- Permisos para trabajo en altura.

## 9.2 Servicio de salud y cubrimiento de riesgos

- Previo al inicio de los trabajos, presentar los registros de inscripción de cada uno de los trabajadores ante una entidad promotora de salud-E.P.S y una administradora de riegos profesionales-A.R.L; al igual que copia de los contratos o los convenios firmados con instituciones o profesionales de la salud para la atención médica particular.
- Definir en cada frente de trabajo, una persona capacitada y con experiencia para atención de primeros auxilios.
- Disponer en cada frente de trabajo un Botiquín de Primeros auxilios donde se contemple los medicamentos básicos y la presencia de suero antiofídico.
- Establecer en cada frente de trabajo un Plan de acción para actuar en caso de accidente laboral, en el que se contemple también una relación de las instituciones del área de influencia a acudir.
- Conformar una Brigada de emergencia y establecer el cronograma de actividades.

## 10 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR EN MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.

- Gafas protección ultravioleta, lente oscuro.
- Guantes de nitrilo.
- Protectores de oídos contra ruido
- Protector de tela para cabeza y cuello.
- Casco de seguridad dieléctrico con barbuquejo.
- Guantes para la utilización de Pértiga.
- Respirador de cartucho para vapores orgánicos.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Botas dieléctricas con puntera en fibra de vidrio, certificadas.
- Botas pantaneras con puntera de acero (zonas pantanosas).
- Ropa apropiada (pantalón y camisa o enterizo) marcada con el nombre de la empresa
- Guantes no dieléctricos de vaqueta.
- Cada persona que trabaje en alturas superiores a 1.5m debe poseer un Sistema de detención de caídas el cual debe contener como mínimo un arnés de seguridad, una línea de seguridad, un absolvedor de choque y un conector a un punto de anclaje. El único arné aceptable para detención de caídas es el de cuerpo completo (Si una persona cae, un arnés bien puesto repartirá la fuerza de detención por los muslos, la pelvis, el pecho y los hombros).

## 11 ÁREAS RESPONSABLES DEL MANTENIMIENTO EN UNA EMPRESA

- Mantenimiento Subestaciones.
- Mantenimiento de Protecciones y Telecontrol.
- Operación del Sistema.
- Manejo de la Base de Datos del Sistema.
- Aseguramiento de la Calidad del Sistema.
- Departamento de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial

## 12 TIPOS DE POSIBLES FALLAS EN SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

A continuación, se describen las fallas que frecuentemente se presentan en las subestaciones eléctricas, las cuales incluyen fallas de sistema y fallas externas:

- **Fallas de aislamiento:** es aquel que se refiere a que algún elemento (aislador, cables aislado, cadena de aisladores), en particular disminuye su aislamiento por humedad o envejecimiento, la cual da lugar al paso de corrientes de falla de fase a tierra.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- **Fallas de protección:** Se refiere al funcionamiento inadecuado de los relés de protección que no actuaron de manera apropiada para proteger zonas con sobrecarga, sobretensiones o sobrecorrientes transitorias.
- **Fallas por lluvia o tormentas:** Esta es debido a fuerte lluvia, que puede, debido a vientos huracanados, provocar acercamiento de los conductores, los cuales pueden hacer corto circuito.
- **Fallas por Rayos o descargas Atmosféricas:** Los rayos o descargas atmosféricas provocan fallas debido a la inyección de altas corrientes en el sistema eléctrico. Esto puede producirse por las descargas consecutivas o por descargas que no nos detectadas por los DPS debido a que son más bajas que el Nivel de Protección del DPS. Estas descargas o fallas son de corta duración y por lo general son reestablecidas, ocasionando fallas transitorias. Pueden afectarse también por flameos inversos o descargas a tierra cercanas a las líneas.
- **No determinados:** Son fallas que luego de una inspección, no fue posible determinar su causa.
- **Falla a tierra:** Ocasionadas por la caída de una fase a tierra o por contacto de algún elemento con una fase.
- **Falla provocada por incendio:** se refiere a una falla por incendio de terrenos en la cercanía de la subestación, la cual causó la suspensión del servicio en prevención de posibles cortocircuitos al quemarse los conductores.
- **Desbalance de carga:** Es cuando la carga en una barra no es distribuida de forma balanceada, ocurre un desbalance de corrientes, por lo cual ocurre una falla.
- **Falla en transformador:** Es cuando algún transformador está funcionando de forma inapropiada por altas temperaturas los devanados o en el aceite, lo cual produce una falla en el sistema que hace operar el relé Buchholz produciendo un disparo.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- **Corto Circuito provocado por aves:** Las aves que circundan y se depositan sobre los conductores o las cubas de los transformadores pueden provocar corto circuitos al entrar en contacto con los conductores.
- **Fallas en interruptor:** Un interruptor de potencia, no realiza la maniobra de una manera adecuada, abrir o cerrar el circuito puede producir una falla por causa del arco eléctrico.
- **Movimiento sísmico:** Un movimiento sísmico afecta las estructuras de la subestación, pudiendo provocar corto circuito si los cables conductores chocan entre sí o entran en contacto con las estructuras aterrizadas.
- **Línea rota:** Simplemente se refiere a que una línea se rompe por un motivo cualquiera, provocando una falla fase a tierra o entre fases.
- **Fallas en otra subestación:** Se produce cuando una falla, en otra subestación, causa transitorios en el sistema que esté cercano a la misma y que no se haya podido liberar la falla o por medio de un disparo transferido.

### **13 DIAGNÓSTICO DE UNA SUBESTACIÓN**

Antes de iniciar el mantenimiento de una subestación es necesario contar con un DIAGNÓSTICO del estado actual de los equipos, para lo cual deberá emplearse el FORMATO DE DIANÓSTICO indicado en el ANEXO-1 adjunto.

### **14 ORDENES DE TRABAJO**

Para realizar cada actividad de Mantenimiento se requiere diligenciar una ORDEN DE TRABAJO, tal como la que se adjunta en el ANEXO 2.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

## **15 NORMAS PARA PRUEBAS EN MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE SUBESTACIONES**

- ASTM D3487-88 (Reaff 1993), Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus.
- ASTM D 923-91, Test Method for Sampling Electrical Insulating Liquids.
- ASTM D3612-93, Test Method for Analysis of Gases Dissolved in Electrical Insulating Oil by Gas Chromatography.
- ASTM D1816-97, Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage of Insulating Oils of Petroleum Origin Using VDE Electrodes.
- ASTM D924-92(b), Test Method for Dissipation Factor (or Power Factor) and Relative Permittivity (Dielectric Constant) of Electrical Insulating Liquids.
- ASTM D971-91, Test Method for Interfacial Tension of Oil Against Water by the Ring Method.
- ASTM D974-92, Test Method for Neutralization Number by Color-Indicator Titration.
- ASTM D1500-91, Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale).
- ASTM D 1298-85 (Reaff 1990), Practice for Density, Relative Density (Specific Gravity), or API Gravity of Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products by Hydrometer Method.
- ASTM D1524-84 (Reaff 1990), Method for Visual Examination of Used Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin in the Field.
- ASTM D 2285-85 (Reaff 1990), Test Method for Interfacial Tension of Electrical Insulating Oils of Petroleum Origin Against Water by the Drop-Weight Method.
- ASTM D1533-88, Test Method for Water in Insulating Liquids (Karl Fischer Method).
- ASTM D 3612-93, Test Method for Analysis of Gases Dissolved in Electrical Insulating Oil by Gas Chromatography.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- ASTM D 3613-92, Test Methods of Sampling Electrical Insulating Oils for Gas Analysis and Determination of Water Content.
- ASTM D 5837-99 (2005), Standard Test Methods for Furanic Compounds in Electrical Insulating Liquids by High Performance Liquid Chromatography (HPLC).
- Medida de la relación de transformación, verificación de polaridad y relación de fase según la Norma ICONTEC No. 471.
- Medida de resistencia óhmica de devanados de acuerdo con la Norma ICONTEC No. 375.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra de cada transformador (RETIE Capítulo 15.)
- Revisar y medir puesta a tierra de pararrayos – RETIE Capítulo 15.
- IEEE-400.1- 2001 Pruebas de campo para medir el aislamiento de cables aislados.
- IEC – International Electrothechnical Commission.

### **15.1 Normas para pruebas a Transformadores de potencia**

- Examen Visual Norma ASTM D-1524.
- Rigidez Dieléctrica Norma ASTM D-877.
- Índice Colorimétrico Norma ASTM D-1500.
- Número de Neutralización Norma ASTM D-974.
- Tensión Interfacial Norma ASTM D-971.
- Contenido de Agua Norma ASTM D-1533.
- Gravedad Específica Norma ASTM D-1298.
- Análisis cromatográfico del aceite según Norma ASTM D-3612-93.
- Relación de transformación y Polaridad; ANSI/IEEE C57.12.91.
- Resistencia de devanados; ANSI/IEEE Std. 62-1995.
- Corriente de Excitación; ANSI/IEEE Std. 62-1995.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Impedancia; ANSI/IEEE Std. 62-1995.
- Factor de potencia y capacitancia de los devanados; ANSI/IEEE Std. 62-1995.
- Resistencia de aislamiento; ANSI/IEEE C57.12.91.
- Respuesta de frecuencia de barrido. (FRA); IEEE C57-159/D5.
- Físico - Químico (Según IEEE C57.106-2006).
- Compuestos Furanicos (Según estándar ASTM D5837, IEC 61198).
- Gases Disueltos por el proceso de Cromatografía (Según IEC 60599).
- Análisis de PCB's (Según estándar ASTM-D4059) y Contenido de Inhibidor (Según estándar ASTM-D2668).
- Pruebas dieléctricas. (IEC-60076-3).
- Medida del nivel de ruido. (IEC-60076-10).

### **15.2 Normas para pruebas para interruptores de potencia**

- High-voltage switches- Part 1; Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV" - IEC 62271-103 ed1.0 (2011-06).
- High-voltage switches- Part 2; High-voltage switches for rated voltages of 52 kV an above". - IEC - 62271-104 ed1.0 (2009-04).
- Specification of technical grade sulfur hexafluoride (sf6) for use in electrical equipment. - IEC – IEC – 60376- 2006.
- High-voltage switchgear and controlgear - Part 101: Synthetic testing. - IEC 62271 – 101 – 2006

### **15.3 Normas para pruebas a seccionadores de potencia**

- Alternating current disconnectors (isolators) and earthing switches- IEC 62271-102
- High voltage switches. - IEC 62271-103 ed1.0 (2011-06).

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

#### **15.4 Normas para pruebas en transformadores de corriente**

- Instrument transformers” part 6: "Requirements for protective current transformers for transient performance". - IEC 61869-2 ed1.0 (2012-09).

#### **15.5 Normas para pruebas en transformadores de tensión**

- "Instrument Transformers” part 3: “Inductive voltage Transformers”. - IEC 61869-3 ed1.0 (2011-07)
- “Instrument Transformers” part 5: “Capacitor voltage Transformers”. IEC 61869-5 ed1.0 (2011-07)

#### **15.6 Normas para pruebas en descargadores de sobretensión**

- Surge arresters- Part 4: Metal –oxide surge arresters without gaps for a.c. systems. - IEC 60099- 2007.

#### **15.7 Normas para pruebas a relés y control**

- Electrical relays- IEC 60255- 2006
- Telecontrol equipment and systems- IEC 60870 – 2011
- Electromagnetic compatibility (ECM) - IEC 61000-2003

### **16 LISTADO DE PRUEBAS PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Para el mantenimiento Preventivo se deben realizar las siguientes pruebas a los equipos:

#### **16.1 Transformador de potencia – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección visual al estado de la Pintura en general.
- b). Verificar presión del tanque principal.
- c). Verificación de anclaje.
- d). Verificación de conexiones a tierra.
- e). Verificación de niveles de aceite transformador y cambiador.



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- f). Pruebas dieléctricas del aceite - tratamiento si se requiere - secado.
- g). Pruebas de Aislamiento.
- h). Inspección indicadores de temperatura, lecturas, calibración.
- i). Inspección válvula de seguridad de sobrepresión - operación.
- j). Cambio del aceite en el regulador.
- k). Pruebas de funcionamiento operativo de los dispositivos de control local y remoto. e indicación de la temperatura del aceite y de los devanados (Imagen Térmica).
- l). Inspección relé Buchholz – operación.
- m). Hermeticidad.
- n). Ventiladores - Verificación conexión de alimentación, rotación protección operación de mando.
- o). Verificación cambiador de derivaciones, funcionamiento operativo de mecanismos de accionamiento, señalización, protecciones y mandos.
- p). Verificación a la calefacción del tablero local.
- q). Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales de conector.
- r). Limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas.
- s). Ajuste en terminales de puesta a tierra.
- t). Corrección de fugas de aceite en válvulas, radiadores, bujes- tapones de purga.
- u). Mantenimiento a cambiadores de tomas
- v). Cambio de silicagel y mantenimiento a los vasos del deshumetador.
- w). Pruebas operativas al de relé Buchholz.
- x). Reposición del nivel de aceite al transformador.

## **16.2 Interruptor de Potencia – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección visual de la pintura o galvanizado.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- b). Inspección y verificación de mecanismos de operación, apertura y cierre manual.
- c). Verificación presión de gas.
- d). Verificación de mando local y a distancia, apertura y cierre.
- e). Verificación de hermeticidad.
- f). Prueba de operación mecanismo de accionamiento.
- g). Verificación de disparos por protecciones.
- h). Verificar la puesta a tierra. Ajuste en terminales de puesta a tierra
- i). Verificación de equipo de supervisión del gas.
- j). Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.
- k). Limpieza manual con trapo a porcelanas.
- l). Comprobar en el armario de mando el estado de la calefacción.
- m). Detectar y corregir escapes de SF6 por racores, manómetros, bridas, cabezotes y tuberías.
- n). Comprobar las presiones de SF6.

### **16.3 Seccionadores de Potencia – Pruebas para mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección visual de la pintura o galvanizado.
- b). Verificación de Alineación – anclaje y conexiones.
- c). Verificación apertura y cierre local - remoto
- d). Operación cuchilla de puesta a tierra.
- e). Verificar la puesta a tierra.
- f). Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.
- g). Limpieza a contactos del seccionador y aplicación de grasa conductora.
- h). Limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- i). Verificar el perfecto alineamiento del seccionador y posición de contactos o cuchillas.
- j). Lubricar articulaciones y partes móviles del seccionador.
- k). Ajuste en terminales de puesta a tierra
- l). comprobar en el armario de mando el estado de la calefacción.
- m). Ajuste de las cajas de mando.
- n). Comprobar la operación manual del seccionador en las diferentes direcciones y detectar e identificar cualquier anomalía en sus rodamientos.

#### **16.4 Transformadores de Corriente Pruebas para mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección visual de la pintura o galvanizado.
- b). Verificación de anclaje y conexiones.
- c). Verificación de conexiones en alta y baja tensión.
- d). Inspección de hermeticidad y nivel de aceite sí lo tiene.
- e). Verificar la puesta a tierra.
- f). Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.
- g). Limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas
- h). Ajuste en terminales de puesta a tierra.

#### **16.5 Transformadores de Tensión – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección visual a la pintura o galvanizado.
- b). Verificación, anclaje y conexiones.
- c). Verificar conexiones en alta y baja tensión.
- d). Hermeticidad y nivel de aceite si lo tiene.
- e). Verificar la puesta a tierra.
- f). Verificación de la placa de características.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- g). Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conductor.
- h). Limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas.
- i). Ajuste en terminales de puesta a tierra.

#### **16.6 Descargadores de Sobretensión – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Verificación anclaje y conexiones.
- b). Contador de descarga, verificación de operación.
- c). Verificar la puesta a tierra.
- d). Verificar corriente de fuga
- e). Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión aplicar grasa conductora en terminales del conector.
- f). limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas
- g). ajuste en terminales de puesta a tierra.

#### **16.7 Reactores**

(Aplican las mismas pruebas de los transformadores de potencia.)

#### **16.8 Malla de Puesta a Tierra y Apantallamiento – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección calibre del cable de puesta a tierra.
- b). Inspección de los electrodos de puesta a tierra, características técnicas.
- c). Verificación cajas de pruebas.
- d). Limpieza de gravilla.
- e). Medida de la resistencia de puesta a tierra.
- f). Verificación, conexiones de los equipos y estructuras a la malla de puesta a tierra.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- g). Medición de las tensiones de paso y contacto en los sitios acordados con la Interventoría, mediante la inyección de corriente por electrodo remoto.

#### **16.9 Barrajes y Cables desnudos – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Verificación tipo del estado del material (tubo o cable).
- b). Inspección soportes: cadenas, aisladores, grapas, conectores.
- c). Verificación bajantes y conexiones de equipos.
- d). Verificación distancia crítica mínima.
- e). Inspección y ajuste de conectores y terminales.

#### **16.10 Celdas 34,5/13.8 kV – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección anclaje de las celdas al piso.
- b). Verificación, conexiones a barras y cables.
- c). Verificar Puesta a tierra.
- d). Verificación, conexiones de transformadores de corriente y potencial e inyección de corriente primaria.
- e). Verificación de Fusibles.
- f). Verificación accionamiento mecánico.
- g). Protecciones, disparos.
- h). Verificación calefacción e iluminación.
- i). Presión de gas y hermeticidad (en celdas encapsuladas en SF6).
- j). Verificación entrada y salida del carro interruptor.

#### **16.11 Tableros de Control y Medida – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección visual de la pintura.
- b). Anclaje al piso.
- c). Calefacción.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- d). Verificar Puesta a tierra.
- e). Verificación lista de equipos y accesorios.
- f). Verificación identificación de cables y borneras.
- g). Verificación señales desde transformadores de corriente y de potencial.
- h). Verificación y operación de instrumentos.
- i). Verificación de mandos.
- j). Verificación de señalización
- k). Verificación de sincronismo.
- l). Verificación de alarmas.
- m). Identificación de elementos.

#### **16.12 Tableros de Relés – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección visual de la pintura.
- b). Anclaje al piso
- c). Verificación e identificación de cables y borneras.
- d). Verificación Puesta a tierra.
- e). Verificación de alarmas.
- f). Verificación de disparos
- g). Verificar Identificación de elementos.

#### **16.13 Tableros de Servicios Auxiliares – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Inspección visual
- b). Verificación e identificación de cables y borneras.
- c). Verificar anclaje al piso
- d). Verificar Puesta a tierra.
- e). Verificar Identificación de barras y cables

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- f). Interruptores: verificación de capacidad nominal
- g). Mandos, Alarmas y enclavamientos
- h). Verificación de operación de relés y alarmas
- i). Identificación de elementos

#### **16.14 Cargadores – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Anclaje al piso
- b). Verificación calefacción.
- c). Verificación Puesta a tierra
- d). Identificación de cables y borneras
- e). Identificación de elementos
- f). Verificación de mandos
- g). Verificación de enclavamientos.
- h). Verificación de voltajes y corriente de carga

#### **16.15 Baterías – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Verificación de tensión.
- b). Verificación de la densidad del electrolito
- c). Verificación del nivel del electrolito
- d). Verificación de conexiones entre celdas
- e). Verificación de conexiones a tableros de distribución
- f). Carga rápida- lenta-temperatura
- g). Ventilación adecuada.

#### **16.16 Planta diesel de emergencia – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Anclaje al piso, alineación, nivelación.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- b). Verificar puesta a tierra.
- c). Verificación ciclos de operación
- d). Enclavamientos.
- e). Equipos de medida y señalización.
- f). Revisión del generador y sus conexiones.
- g). Conexiones al tanque de ACPM.
- h). Nivel de aceite, reposición.
- i). Verificación carga de Baterías.
- j). Limpieza general.

**16.17 Sistema de Instalaciones Eléctricas E iluminación.- Pruebas mantenimiento Preventivo**

- a) Verificar en contacto seguro en las conexiones y borneas.
- b) Realizar limpieza de elementos que puedan ser afectados por el polvo y la contaminación.
- c) Medir el nivel de tensión o regulación.

**16.18 Reconectores – Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Verificar el estado de la pintura o del galvanizado de la estructura soporte.
- b). Detectar fugas de aceite o de gas.
- c). Realizar limpieza de polvo o contaminación.
- d). Verificar el ajuste de las conexiones.

**16.19 Motores de corriente alterna y continua**

- a). Verificar estado de fijación a la base.
- b). Verificar conexiones.
- c). Verificar Puesta a tierra.



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- d). Prueba de termografía.
- e). Verifica estado de la pintura o galvanizado.
- f). Medir tensión de operación.

#### **16.20 Bandejas Portacables.- Pruebas para Mantenimiento Preventivo**

- a). Verificar el estado del galvanizado.
- b). Verificar el estado de los empalmes.
- c). Verificar la puesta a tierra.

#### **16.21 Conectores y Terminales. – Pruebas para Mantenimiento Preventivo.**

- a). Verificar el apriete de las conexiones.

### **17 MATERIALES PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- a). Aeropack penetrante de 16 onzas
- b). Penetrox a13 de ocho (8)onzas
- c). Tornillos con su tuerca M12\*60 rosca corrida de acero inoxidable.
- d). Arandelas planas para tornillo M12 en acero inoxidable.
- e). Arandelas de presión para tornillo M12.
- f). Cepillos de acero
- g). Pliegos de lija 400
- h). Kilos de trapo
- i). Grasa.
- j). Aceite SAE40.
- k). Un (1) cilindro de SF6
- l). Empaquetadura de neopreno.
- m). Loctite pegante

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**18 HERRAMIENTAS INDIVIDUALES TECNICO DE MANTENIMIENTO DE  
SUBESTACIONES**

DESCRIPCION O NOMBRE	18.1 CANTIDAD AD
ALICATE AISLADO 9"	1
ALICATE DE CORTE DIAGONAL DE 6"	1
CAJA DE HERRAMIENTAS 50X18X20 cm	1
CAUTIN ELECTRICO 50W	1
PINZA VOLTIAMPERIMETRICA DIGITAL	1
JUEGO DE DESTORNILLADORES DE PALA 3"x5-3/4, 4"x7-1/2, 6"x10, 7"x11-1/4	1
JUEGO DE DESTORNILLADORES DE ESTRIA 2-3/8 x 5-1/8, 3-1/8 x 6- 3/4, 4"x8", 6"x 10-1/4"	1
LLAVE DE EXPANSION INSULADA DE 10"	1
ALICATE MULTIPROPOSITO 8"	1
FLEXOMETRO 5m	1
PIE DE REY	1
JUEGO DE LLAVES TORK ( T40,T30,T27, T25, T20, T15, T10, T9)	1
RECOGEDOR MAGNETICO FLEXIBLE	1
JUEGO DE LLAVES HEXAGONALES (ALLEN) DE 1.5 mm A 10 mm	1
JUEGO DE LLAVES HEXAGONALES (ALLEN) DE 5/64" A 1/4"	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

## 19 HERRAMIENTAS PARA EL GRUPO DE MANTENIMIENTO SUBESTACIONES

DESCRIPCION O NOMBRE	CANTIDAD
ALICATE INSULADO 9"	1
ALICATE DE CORTE DIAGONAL DE 6"	1
ALICATE PELACABLE	1
ALICATE MULTIPROPOSITO 8"	1
PINZA PICO LORO DE 9"	1
BOLSA PORTA HERRAMIENTAS	1
CAJA DE HERRAMIENTAS 50X18X20 cm	1
CANDADOS PARA LA CAJA	2
CAUTIN ELECTRICO 50W	1
JUEGO DE CINCEL ACERADO 10 A 12"	1
CUCHILLA DE CORTE RETRACTIL	1
JUEGO DE DESTORNILLADORES DE PALA 3"x5-3/4, 4"x7-1/2, 6"x10, 7"x11-1/4	1
JUEGO DE DESTORNILLADORES DE ESTRIA 2-3/8 x 5-1/8, 3-1/8 x 6-3/4, 4"x8", 6"x 10-1/4"	1
JUEGO DE LLAVES MIXTAS 3/8" A 1"	1
JUEGO DE LLAVES MIXTAS 7 A 21 mm	1
JUEGO DE COPAS MILIMETRICAS 10 a 26 CON MANDO DE 1/2"	1
JUEGO DE COPAS DE 3/8" A 1-1/4" CON MANDO DE 1/2"	1
ESTROBO DE SEGURIDAD 1,8m	1
FLEXOMETRO 5m	1
JUEGO DE LLAVES HEXAGONALES (ALLEN) DE 1.5 mm A 10 mm	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION O NOMBRE	CANTIDAD
JUEGO DE LLAVES HEXAGONALES (ALLEN) DE 5/64" A 1/4"	1
EXTRACTORES DE FUSIBLES	1
EXTENSION ELECTRICA 30M	1
JUEGO DE PUNZONES O BOTADORES DE 0.8 A 4.0 mm X 6" DE LARGO	1
JUEGO DE CENTRO PUNTO DE 0.8 A 2.4 mm X 5" DE LARGO	1
JUEGO DE LLAVES TORX 10 PIEZAS 2-3/8" A 5-3/16"	1
JUEGO DE BROCAS DE 1/16 A 1/2"	1
LLAVE DE TUBO DE 14"	1
LLAVE DE TUBO DE 18"	1
LAMPARA FLUORESCENTE CON EXTENSION	1
HOMBRE SOLO BOCA RECTA 10"	1
LLAVE DE EXPANSION INSULADA DE 12"	1
TALADRO PERCUTOR 4500 rpm	1
TORQUIMETRO	1
REMACHADORA PROFESIONAL	1
PINZA VOLTIAMPERIMETRICA DIGITAL	1
SEGUETA INSULADA	1
LIMA REDONDA 10"	1
LIMA PLANA 10"	1
MARTILLO DE BOLA DE 2-1/2 LB	1
MULTIMETRO DIGITAL	1
MANILA O CUERDA DE SERVICIO 50m	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

## 20 EQUIPOS ESPECIALIZADOS PARA EL GRUPO DE MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES

DESCRIPCION O NOMBRE	CANTIDAD
COMPRESOR NEUMATICO 100LB min.	1
PISTOLA DE PINTURA CON BOQUILLA DE CORTO ALCANCE	1
PISTOLA DE PINTURA CON BOQUILLA DE LARGO ALCANCE	1
BOMBA SUMERGIBLE	1
BOMBA TIPO RELOJ PARA ACEITES	1
ESMERIL DE BANCO	1
PRENSA PORTATIL	1
MEGGER 5Kv	1
ASPIRADORA INDUSTRIAL MEDIANA	1
MOTOR TOOL	1
PULIDORA 4500 RPM	1
JUEGO DE EXTRACTORES DE TORNILLOS	1
SECADOR	2
SIERRA DE AGUJEROS	1
MOTOR TOOL	1
CALIBRADOR DE ROSCAS	1
CALADORA	1
PRENSA FIJA	1
PISTOLA DE SOLDADURA DE 250W	1
PINZA VOLTIAMPERIMETRICA DIGITAL	1
PLANTA ELECTRICA 1HP	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION O NOMBRE	CANTIDAD
JUEGO DE EXTRACTOR DE 6 TON.	1
PONCHADORA HIDRAULICA	1
BINOCULO 7x35	1
ESCALERAS DOBLE, DE FIBRA DE OCHO (8) METROS.	2
DETECTOR DE SF6.	1
EQUIPO PARA LLENADO DE SF6.	1
BOMBA MOTORIZADA PARA TRASEGAR ACEITE DIELECTRICO.	1
REGULADOR DE PRESIÓN PARA SF6.	1
GRÚA PORTÁTIL PARA CAMBIADORES DE TOMAS.	1
GRÚA TELESCÓPICA PARA RETIRAR BUJES Y RADIADORES CON PESOS DE 400 KILOS.	1
CINTURONES DE SEGURIDAD.	6
GRASERA.	1
ACEITERA.	1

## 21 GRUPO DE TRABAJO UTILIZADO MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Un (1) ingeniero coordinador del Mantenimiento Preventivo,
- Dos (2) técnicos.
- Cuatro (4) operarios calificados.

## 22 LISTADO DE PRUEBAS PARA MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Para el Mantenimiento Predictivo se deben realizar las siguientes pruebas a los equipos:

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

### **22.1 Transformadores de Potencia - Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Relación de transformación.
- b) Factor de potencia al aislamiento de devanados.
- c) Resistencia de aislamiento en devanados.
- d) Collar caliente a boquillas de alta tensión.
- e) Termografía.
- f) Prueba Rigidez dieléctrica Aceite Transformadores.
- g) Prueba de aislamiento de los devanados.
- h) Medición de la resistencia óhmica de los devanados.
- i) Medición y análisis de carga del transformador.
- j) Medidas del nivel de ruido.
- k) Al aceite aislante:
  - Factor de potencia.
  - Resistividad.
  - Rigidez dieléctrica.
  - Coloración.
  - acidez.

### **22.2 Interruptores de potencia – Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Resistencia de Aislamiento
- b) Tiempo de Operación
- c) Consumo y Resistencia de Bobinas de Cierre y Apertura
- d) Medida de Desplazamiento
- e) Medida de Sobrealcance y Rebote
- f) Consumo y Resistencia del motor

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- g) Prueba de simultaneidad de polos al cierre a la apertura.
- h) Factor de potencia.
- i) Follar caliente a boquillas.
- j) Sincronismo de apertura y cierre.
- k) Termografía.
- l) Medida de resistencia de contacto dinámica.
- m) Medida de velocidad y desplazamiento, da indicación del estado del accionamiento mecánico.
- n) Medida de resistencia de contacto a diferentes corrientes, 200, 300, 400, 500, 600 A, para
- o) Medida del punto de rocío, está asociado al grado de pureza del SF6 en cuanto a su contaminación.
- p) Análisis de propiedades eléctricas y físicas del gas, similar a los ensayos al aceite de transformadores. Humedad y rigidez dieléctrica.
- q) Análisis químico de subproductos de la descomposición del gas SF6.

### **22.3 Seccionadores de Potencia – Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Prueba de resistencia de contactos.
- b) Pruebas de Aislamiento.
- c) Verificación de cierre total y apertura total.
- d) Prueba de resistencia de contactos.

### **22.4 Transformadores de Corriente – Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Pruebas de Aislamiento.
- b) Factor de Potencia.
- c) Verificación de la relación de transformación y polaridad.
- d) Verificación Resistencia de devanados



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- e) Curvas de saturación.
- f) Resistencia del Lazo de Conexión (para cada núcleo)
- g) Curva de Magnetización
- h) Polaridad

#### **22.5 Transformadores de Tensión – Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Pruebas de Aislamiento.
- b) Factor de Potencia.
- c) Verificación de la relación de transformación y polaridad.
- d) Verificación Resistencia de devanados
- e) Curvas de saturación.
- f) Resistencia del Lazo de Conexión (para cada núcleo)
- g) Curva de Magnetización
- h) Relación de Transformación

#### **22.6 Descargador de Sobretensiones – Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Pruebas de aislamiento.
- b) Factor de Potencia.
- c) Prueba de corriente de fuga.

#### **22.7 Malla de Puesta a Tierra – Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Medida de la resistencia de puesta a tierra.
- b) Medida de tensiones de paso y contacto.

#### **22.8 Barrajes, Cables desnudos y conectores de alta – Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Pruebas de aislamiento.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- b) Termografía.

### **22.9 Celdas 34,5/13.8 kV – Pruebas para Mantenimiento Predictivo**

- a) Pruebas de aislamiento al barraje.
- b) Pruebas a los interruptores.
- c) Termografía.

### **22.10 Cables de Potencia Aislados – Para Mantenimiento Predictivo.**

- a) Pruebas de aislamiento.

### **22.11 Relés de Protecciones.**

- a) Inyección de corrientes.
- b) Calibración de corrientes y de tiempos.
- c) Comprobación de disparos y alarmas.
- d) Pruebas dieléctricas.
- e) Verificar ajuste de conexiones.
- f) Termografía.
- g) Simultaneidad de polos.

### **22.12 Reconectores.**

### **22.13 Motores de corriente alterna y continua.**

- a). Pruebas dieléctricas.
- b). Termografía.
- c). Prueba de vibraciones.
- d). Prueba del nivel de ruido.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

#### **22.14 Listado de equipos de prueba para mantenimiento predictivo.**

Los siguientes son los equipos mínimos que se deben utilizar en el mantenimiento predictivo:

- 1- Tangente Delta ABO- 672000-10kV.
- 2- Equipo para prueba de aislamiento - Megger ABO- BM11D.
- 3- Chispómetro para prueba de aislamiento del aceite – 60 kV.
- 4- Equipo para prueba de TTR- BIDLE.
- 5- CPC-100, medida de factor de potencia y relación de transformación.
- 6- Equipo para prueba de termografía.
- 7- Equipo para prueba de resistividad del terreno- Telurómetro.
- 8- Pinzas Amperimétricas – Fluke.
- 9- Voltímetro – Fluke.
- 10- Equipo para prueba de Interruptores, tiempos y simultaneidad de polos.
- 11- Medidor de Resistencia de contactos – 200<sup>a</sup>.
- 12- Tensiómetro interfacial – GERING- IT9.
- 13- Colorímetro De Aceite.
- 14- Filtro Prensa – Hering-2000
- 15- Equipo de tratamiento de SF6 – DILO.
- 16- Medidor de Humedad de SF6 – DILO.
- 17- Detector de SF6- DILO.
- 18- Medidor de Pureza de SF6.
- 19- Equipo para inyección de corrientes y prueba de Relés.
- 20- Prueba de aislamiento o HI-POT.
- 21- Equipo de pruebas MULTIAMP tipo SR-51-E, 0-100 Amp, 0-300 VAC/VDC,  
Inyección monofásica y trifásica

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:



HI – POT.

### 22.15 Grupo de trabajo utilizado mantenimiento predictivo

- Un (1) ingeniero coordinador del Mantenimiento Preventivo, especialista en pruebas.
- Un (1) especialista en protecciones
- Dos (2) técnicos.
- Cuatro (4) operarios calificados.

## 23 MANTENIMIENTO CORRECTIVO ACTIVIDADES.

Las siguientes son las actividades que deben realizar para el mantenimiento correctivo de equipos de subestaciones:

### 23.1 Mantenimiento Correctivo a Transformadores de Potencia.

- a) Cambio de radiadores averiados.
- b) Cambio de bujes averiados.
- c) Cambio de ventiladores.
- d) Cambio del regulador.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- e) Cambio del aceite.
- f) Cambio del Transformador de potencia.

### **23.2 Mantenimiento Correctivo a Interruptores de Potencia.**

- a) Cambio de contactos de potencia Fijo y Móvil.
- b) Cambio del SF6
- c) Cambio del mecanismo de operación.
- d) Cambio del Interruptor de Potencia.

### **23.3 Mantenimiento Correctivo a Seccionadores de Potencia.**

- a) Cambio de contactos.
- b) Cambio del mecanismo de operación.
- c) Cambio de Brazos de corriente.
- d) Cambio de aisladores soporte.
- e) Cambio de sistema de engranaje.
- f) Cambio del Seccionador de Potencia.

### **23.4 Mantenimiento Correctivo a Transformadores de Corriente.**

- a) Cambio del Aceite.
- b) Cambio del Transformador de Corriente.

### **23.5 Mantenimiento Correctivo a Transformadores de tensión.**

- a) Cambio del Aceite.
- b) Cambio del Transformador de Corriente.

### **23.6 Mantenimiento Correctivo a Descargador de Sobretensiones.**

- a) Cambio del Descargador de sobretensiones.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

### **23.7 Mantenimiento Correctivo a Malla de Puesta a Tierra.**

- a) Cambio o refuerzo del conductor de la malla y de las colas
- b) Cambio de las conexiones.
- c) Reposición de gravilla.

### **23.8 Mantenimiento Correctivo a Barrajes y conectores.**

- a) Cambio del conductor o del barraje tubular

### **23.9 Mantenimiento Correctivo Tableros de control, medidas y protecciones.**

- a) Cambio de borneras.
- b) Cambio del tablero.

### **23.10 Mantenimiento Correctivo Celdas 34,5/13.8 kV.**

- a) Cambio de Interruptor de potencia
- b) Cambio de borneras.
- c) Cambio de aisladores soporte.
- d) Cambio de la Celda.

## **24 PROCEDIMIENTO PARA LAS PRUEBAS**

### **24.1 Pruebas a Transformadores de potencia**

#### **a) Descripción de la prueba de factor de potencia.**

El factor de potencia es el criterio principal para juzgar las condiciones del aislamiento de devanados de un transformador y es particularmente recomendado para detectar humedad en los mismos.

El aparato de prueba generalmente usado es el probador de aislamiento tipo meu-2500 fabricado por la "doble engineering co.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

El factor de potencia siempre será la relación entre los miliwatts de pérdidas entre los milivoltamperes de carga; y el valor obtenido será independientemente del área o espesor del aislamiento y dependerá únicamente de la humedad y de la temperatura del equipo en las condiciones en que está operando. Esta es una prueba de corriente alterna

Debido a que la temperatura del equipo bajo prueba hace variar los resultados de la medición del factor de potencia de aislamiento en cuestión, todas sus lecturas deberán corregirse a una temperatura base de referencia que es 20°C.

Los criterios a seguir para considerar un valor aceptable de factor de potencia, son los siguientes:

El valor de norma se ha establecido desde 0.5 % de un transformador nuevo hasta 2.0 % para un transformador contaminado o degradado en su aislamiento, siempre referido a 20°C.

Para valores mayores de 2 %, se recomienda que se investigue la causa que está provocando la debilidad del aislamiento. Esto puede ser debido, penetración de agua en el aceite aislante.

#### **b) Descripción de la prueba de resistencia de aislamiento**

La resistencia de aislamiento se define como la resistencia en Megohms que ofrece un aislamiento al aplicarle un voltaje de corriente directa durante un tiempo dado, medido a partir de la aplicación del mismo a la aplicación de una tensión constante durante el tiempo que dura la prueba, resulta una pequeña corriente de fuga a través del aislamiento del equipo bajo prueba; la cual durante los primeros 2 -3 minutos se ve frenada o disminuida muy sensiblemente por el efecto capacitivo del aislamiento y es llamada corriente de absorción dieléctrica. A partir de ese momento, es decir desde el minuto 3 - 10 la corriente de fuga se debe ir reduciendo hasta quedar en un valor mínimo casi constante. En estas condiciones es llamada corriente de conducción irreversible.

Estas dos condiciones constituyen los factores básicos para juzgar las condiciones del aislamiento.

Resumiendo todo lo anterior, para valorar el estado en que se encuentra el aislamiento de un transformador, se toman dos índices:

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- a) “**el índice de absorción**” que se obtiene del cociente de las lecturas del minuto 1 entre la lectura de 30 segundos.
- b) “**el índice de polarización**” que se obtiene del cociente de las lecturas del minuto 10 entre la lectura del minuto 1

LOS VALORES MINIMOS DE CADA UNO DE LOS INDICES SON:

ABSORCION 1.45

POLARIZACION 1.50

ENTRE MAYORES SEAN ESTOS INDICES, MEJOR RESULTA SER LA CONDICION DEL AISLAMIENTO.

LOS VALORES MINIMOS DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO A 20°C SON:

PARA 15.0 KV ----- 410 MEGOHMS.

34.5 KV -----930 MEGOHMS.

230/115 KV ----- 3100 MEGOHMS.

EL MEGOHMETRO “MEGGER” HA SIDO EL INSTRUMENTO NORMALIZADO PARA LA MEDICION DE LA RESISTENCIA DE LOS AISLAMIENTOS. DE ESTOS APARATOS EXISTEN 3 TIPOS: LOS DE OPERACION MANUAL, LOS ACCIONADOS CON MOTOR Y LOS ELECTRONICOS.

**c) Descripción de la prueba de relación de transformación.**

La relación de transformación se define como la relación de espiras o de tensiones entre los devanados primario y secundario de los transformadores.

$$N_p / N_s = E_p / E_s$$

El método más utilizado para llevar a cabo la prueba de relación de transformación, es con el medidor de relación de vueltas “**TTR**” por sus siglas en inglés, el cual opera bajo el conocido principio de que cuando dos transformadores que nominalmente tienen la misma



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

relación de transformación y polaridad, excitados y conectados en paralelo, con la más pequeña diferencia en la relación de cualquiera de ellos, se produce una corriente circulante entre ambos.

El equipo **TTR** está formado básicamente por:

- Un transformador de referencia con relación ajustable de 0 - 130
- Una fuente de excitación de corriente alterna
- Un voltímetro
- Un amperímetro
- Un galvanómetro detector de corriente nula
- Así como un juego de terminales para su conexión.

El % de diferencia entre la relación de transformación teórica y la realmente medida se calcula por la expresión:

$$\% \text{ REL} = (\text{REL. TEOR.} - \text{REL. MED.}) \times 100 / \text{REL. TEOR.}$$

Por norma el mínimo de diferencia aceptable es: +- 0.4 %

Mediante la aplicación de esta prueba, es posible detectar corto circuitos entre espiras, polaridad, secuencia de fases, circuitos abiertos, etc.

**d) Prueba de resistencia óhmica a devanados.**

Esta prueba es aplicable a transformadores de potencia, de distribución, de instrumentos, autotransformadores, reguladores de voltaje, reactores y contactos de interruptores; así como de cuchillas.

Para efectuar mediciones de resistencia óhmica, existen equipos de prueba específicamente diseñados para ello, como son los puentes de wheatstone, kelvin y/o combinaciones de ambos.

Esta prueba en lo práctico sirve para identificar la existencia de falsos contactos o puntos de alta resistencia en las soldaduras de los devanados.

En lo específico se realiza para la comprobación del cálculo de pérdidas totales de un transformador.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

El aparato empleado para esta medición es un óhmetro con rangos desde 10 micro-ohms, hasta 1999 ohms, llamados comúnmente **ducter o miliohmetro**.

Los resultados de las mediciones de esta prueba deben ser muy similares entre las 3 fases de cada uno de los devanados. Cuando existan discrepancias, esto es indicativo de un falso contacto interno de la fase que presente mayor valor, lo cual provoca calentamiento en el equipo y a la larga un daño muy severo que obligara a retirar el equipo del servicio para su reparación en taller especializado.

Tratándose de interruptores donde existen puntos de contacto a presión y que interrumpen altas corrientes de operación y de fallas, estos se deterioran con mayor facilidad dependiendo del número de operaciones, los datos del fabricante son muy importantes para la comparación contra los valores obtenidos en campo con el fin de proceder a su revisión o cambio.

**e) Prueba de alto potencial o rigidez dieléctrica.**

La prueba de rigidez dieléctrica es una de las pruebas de campo que se usan para detectar las condiciones de servicio del aceite aislante.

La rigidez dieléctrica del aceite es la tensión (en kV's) mínima a la cual se produce un arco entre dos electrodos metálicos y esto nos da idea de la capacidad del aceite para soportar esfuerzos eléctricos sin fallar.

Baja rigidez dieléctrica indica contaminación con agua, carbón o contaminantes extraños, sin embargo, una alta rigidez dieléctrica no quiere decir que el que el aceite se encuentre en condiciones óptimas de operación.

El aparato que se usa para efectuar la prueba de rigidez dieléctrica consiste de un transformador, un regulador de voltaje (0-60 kV), un interruptor, un voltímetro y una copa de prueba, la copa tiene dos electrodos planos separados entre si a 0.1" con las caras perfectamente paralelas, su operación puede ser manual o automática y el conjunto debe ser portátil.

La copa se debe llenar a un nivel no menor de 20 mm sobre los electrodos deberá dejarse reposar entre 2 y 3 minutos antes de aplicar la tensión, al aplicar la tensión esta será incrementada a una velocidad constante de 3 kV por segundo hasta que se produzca el arco entre los electrodos y dispararse el interruptor.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

El operador deberá leer el voltímetro y registrar su lectura en kV's, se prueban tres muestras de cada transformador y estas no deberán discrepar más de 4 kV's. finalmente se obtiene el promedio.

El valor mínimo permitido de rigidez dieléctrica para un aceite en operación es de 25 kV's

La prueba de resistividad es de gran importancia cuando se investiga un transformador cuya resistencia de aislamiento sea notoriamente baja y estancada, pudiendo ser causa de una baja resistividad del aceite.

Esta prueba se hace con aparatos de alta tensión de corriente directa preferentemente.

Se aplica el alto potencial al espécimen bajo prueba, en pasos de 5 o de 10 kV, anotándose en cada paso la corriente de fuga en microamper a través del aislamiento, después de que se haya estabilizado el micro amperímetro, cuando se llega al máximo voltaje de prueba, indicado por el fabricante o la norma aplicable, este se mantiene finalmente hasta completar 15 minutos de prueba.

Conociendo el voltaje de prueba y la corriente de fuga a través del aislamiento, se puede determinar la resistencia de aislamiento aplicando La ley de ohm

$$R_a = E / I_f$$

En donde:

R<sub>a</sub> = Resistencia de aislamiento en Megohms.

E = tensión de prueba en volts

I<sub>f</sub> = corriente de fuga en micro amperes.

Para cables de potencia según fabricantes.

#### **TENSION DE PRUEBA VALOR**

**EN FABRICA = 100 %**

**DE ACEPTACION = 80 %**

**DE 0 - 1 AÑO = 60 %**

**DE 1 - 5 AÑOS = 45 %**

**DE 5 AÑOS EN ADELANTE = 30 %**

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**f) Prueba de collar caliente a buje de A.T.**

Esta es una prueba para detectar contaminación o fisuras en las porcelanas y es muy importante para discriminar los altos valores de f.p. en un transformador.

Se realiza con el aparato de medición de factor de potencia de la siguiente manera:

Se limpia perfectamente el buje en su exterior y en el 2º escalón de arriba se le coloca una banda conductora bien ajustada que es el punto de aplicación del potencial del equipo de prueba; la otra terminal (L.V.) se conecta en el conector normal del buje.

Se realiza la prueba tomándose las lecturas de MVA y de MW

El valor más importante resulta ser la fuga de potencia en (MW), cuyo valor no deberá ser mayor de 6 MW.

Por experiencia en campo, se ha encontrado que más de 4 MW de fuga en los bujes, inciden negativamente en las pruebas de f.p. del transformador y al cambiarse los bujes por nuevos, los resultados de una nueva prueba de f.p. al devanado de alta tensión del transformador en cuestión, resultan muy favorables.

**g) Prueba de acidez o número de neutralización**

**La prueba de acidez o número de neutralización** es aplicable a aislantes líquidos como son los aceites para transformadores e interruptores. Su determinación en aceites usados y su comparación contra valores de aceites nuevos es útil como una indicación de cambios químicos en el propio aceite, o bien en sus aditivos, como consecuencia de la reacción con otros materiales o sustancias con las que ha estado en contacto.

El número de neutralización consiste en determinar los miligramos de hidróxido de potasio (KOH) que son necesarios para neutralizar el ácido contenido en un gramo de aceite bajo prueba.

Los aceites nuevos prácticamente no contienen ácidos.

Los ácidos son los responsables directos de la formación de lodos.

Experimentalmente se ha determinado que la formación de lodos comienza cuando el número de neutralización tiene el valor de 0.4 o más.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

Los aceites nuevos deben tener un índice de acidez de 0.08 o menos; y en condiciones normales y dependiendo de los ciclos de temperatura a que se somete el transformador, este valor aumenta en 0.01 a 0.02 por año.

#### **h) Prueba de coloración**

La **prueba de coloración** es por comparación valiéndose de un disco giratorio montado sobre una cámara donde se coloca una probeta con el aceite de la muestra a través de la mirilla se observa tanto el color de la muestra como el color del disco, se gira el disco hasta igualar ambos colores hasta obtener el grado de color correspondiente al aceite de muestra. Cuando un aceite se ha oscurecido rápidamente, es indicativo de que algo está ocurriendo dentro del equipo.

Aceites nuevos: color 0.5 (claro y transparente)

Aceites degradados color 4.5 o más (rojizo, vino y con sedimentos).

#### **i) Pruebas de laboratorio fisicoquímicas:**

P.P.M. de agua, tensión interfacial, densidad, viscosidad, f.p. 100 °c., cromatografía de gases disueltos en el aceite: esta prueba es de gran importancia para transformadores de gran capacidad y de extra alta tensión, pues según los porcentajes de gases y su naturaleza se pueden detectar fallas incipientes internas del transformador y debido a que este equipo no se puede sacar de servicio para hacerle pruebas rutinarias de campo, este análisis de gases dan la pauta para prever su mantenimiento.

<b><u>valores límites para los ensayos físico-químicos establecidos</u></b>			
<b>por la norma ASTM</b>			
<b>ENSAYO</b>	<b>NORMAS</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADES</b>
Índice Calorimétrico	ASTM D1500	<1.5	
Tensión Interfacial	ASTM D971	<38	Dinas- cm
Número de Neutralización	ASTM D974	0.05	mg KOH/g
Rigidez Dieléctrica	ASTM 1816	>32	KV.
Contenido de Humedad	ASTM D1533	10	ppm

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**valores límites para los ensayos físico-químicos establecidos**

por la norma ASTM			
ENSAYO	NORMAS	VALOR	UNIDADES
Factor de Potencia 25°C	ASTM D924	0.05	%
Factor de Potencia 100°C	ASTM D924	<0.9	%
Contenido de Inhibidor	ASTM D2668	0.3	%

**j) Contenido de PCB's**

Contenido de PCB's: Esta prueba es obligada por las autoridades ambientales para el control ecológico ya que se refiere a la contaminación por askareles en ppm, no más de 50, esto normalmente es debido a la contaminación por filtrados en campo.

**k) Puntos calientes en las terminales**

Mediante una cámara termografía para medir puntos calientes, se determinará la temperatura de los conectores y puentes de entrada y salida del interruptor, comprobando si esta temperatura no supera los 60°C, que se considera normal. Si se encuentra entre 60 y 75 °C, tiene una valoración leve; si ésta es mayor a 75°C, se califica como grave.

**25 MANTENIMIENTO LOCATIVO DE LAS INSTALACIONES FÍSICAS DE SUBESTACIONES, ASEO, FUMIGACIONES, DESMONTE. POSA SÉPTICA, TUBERÍAS, DRENAJES, CANALES Y OFICINAS.**

Se describen a continuación los trabajos a realizar para llevar a cabo el mantenimiento el mantenimiento locativo de las instalaciones físicas de las subestaciones:

- a) Aseo.
- b) Fumigaciones, desratización, suministro de plaguicidas.
- c) Desmonte, Poda y suministro de Herbicidas.
- d) Limpieza de Posas Sépticas.
- e) Limpieza de Tuberías de Drenajes y Canales de desague.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

De acuerdo con la cantidad de tareas y periodicidad de las mismas, se clasifican los trabajos en dos tipos:

### **25.1 Aseo de instalaciones**

De acuerdo con la cantidad de tareas y periodicidad de las mismas, se clasifican los trabajos de aseo de Instalaciones en dos tipos:

#### **25.1.1 Conservación ordinaria**

Incluye, con carácter general los siguientes trabajos:

- Limpieza y desinfección de todos los pisos de las instalaciones internas (oficinas, baños, cocinas, bodegas, sala, etc.) y externas (Ventanas, paredes, pasillos, andenes, patios) de la Subestación.
- Retirada de polvo en todo el mobiliario, extintores, barandillas, puertas, ventanas, etc.

#### **25.1.2 Conservación intensiva**

Contemplará adicionalmente, la limpieza general de persianas, ventanas, etc., así como la aspiración de polvo en las salas de control, canales de cables en edificios y limpieza de frentes de armarios y paneles.

#### **25.1.3 Frecuencia de ejecución**

El aseo de las instalaciones de la subestación debe realizarse, con una frecuencia de DOS (2) VECES POR SEMANA (En subestaciones donde haya operadores permanentes), y de DOS (2) VECES POR MES (En subestaciones desatendidas) de tal forma que garantice una estricta limpieza en cada subestación en particular.

### **25.2 FUMIGACIONES**

Se debe garantizar la erradicación y control de plagas en las subestaciones con fumigaciones y desratización, consistente en la aplicación de fungicidas y cebas en patio de conexiones (cárcamos) y edificaciones en general, para lo cual se deberán cumplir los siguientes puntos:

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Se debe elaborar un cronograma detallado de las fumigaciones para coordinar la presencia del personal de LA EMPRESA en las respectivas subestaciones.
- Se deben describir las técnicas que se utilizarán para el control de plagas.
- Se debe anexar la lista de personal que utilizará en estas actividades.
- La rotación de las fumigaciones se hará en ciclos bimensuales o tantas veces como sea necesario para garantizar un control efectivo, previo conocimiento del personal de LA EMPRESA
- El producto debe cambiarse periódicamente tanto en su presentación como en su composición, buscando siempre la mayor eficacia del proceso.
- LA EMPRESA programará las visitas a las Subestaciones donde se ejecutarán las labores de mantenimiento.
- Se debe garantizar que los productos y procedimientos de trabajo a utilizar para el tratamiento cumplen toda la Normatividad Ambiental Legal vigente.
- Los productos y procedimientos de trabajo deberán cumplir las normas de seguridad no afectando a las personas ni a las instalaciones.

### **25.2.1 Frecuencia de ejecución**

La fumigación debe realizarse con una frecuencia de cada TRES (3) MESES.

## **25.3 DESRATIZACIÓN**

### **25.3.1 Tratamiento**

Se deben ejecutar los trabajos y utilizar los materiales necesarios para efectuar la total eliminación de roedores, particularmente de ratas, ratones, zorro chucho de los recintos de las subestaciones.

El tratamiento se llevará a cabo en todas las zonas del recinto de subestación, abarcando la periferia de la instalación, exteriores e interiores de los edificios, canalizaciones, especialmente en las que existan cables de fuerza y control, desagües y alcantarillados y todas las demás áreas donde puedan alojarse roedores.



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

Los productos que utilizará en las labores deberán ser Solfac 050 en rotación con k-ohrines y Stomoxin, Racumin en rotación con Klerat Parafinado y Musal granulado, si el tipo de infestación lo amerita los productos pueden ser cambiados comunicándolo por escrito a LA EMPRESA sin costo alguno. A su vez se evitará su deterioro, procediendo a su retirada después de tres meses de exposición o antes en el caso de que deteriorasen.

### **25.3.2 Frecuencia de ejecución**

La desratización deberá controlarse o deberá cambiarse de productos cada TRES (3) meses.

## **25.4 Plaguicidas**

### **25.4.1 Tratamiento**

Se ejecutarán los trabajos y utilizará los materiales necesarios para efectuar la total eliminación y control de plagas, particularmente de moscas, mosquitos, cucarachas, termitas, etc.

El tratamiento se llevará a cabo en todas las zonas del recinto de la subestación, abarcando la periferia de la instalación, exteriores e interiores de los edificios, canalizaciones, especialmente en las que existan cables de fuerza y control, desagües y alcantarillados y todas las demás áreas donde puedan alojarse estas plagas.

### **25.4.2 Frecuencia de ejecución**

Los plaguicidas deberán ser utilizados o esparcidos con una frecuencia MENSUAL.

## **25.5 Tratamiento con herbicidas**

Se ejecutarán los trabajos y se utilizarán los medios químicos (herbicidas), la maquinaria y la mano de obra necesarios para la eliminación total, incluso recogida, de las hierbas y vegetación no deseada, con el fin de mantener siempre limpias las instalaciones de intemperie de las subestaciones.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

### **25.5.1 Herbicidas y procedimientos**

- Se suministrará el herbicida que se utilizará en la fumigación, el cual debe ser: Herbicida ROUND UP DE MONSANTO o uno de igual o mejor calidad del tipo biodegradable con Licencia aprobada por el Ministerio del Medio Ambiente.
- Queda expresamente prohibido el empleo de fuego como procedimiento de trabajo.

### **25.5.2 Aplicación**

Los tratamientos se aplicarán mínimo cada vez que se realice desmonte y podas o tantas veces como sea necesario para alcanzar los objetivos exigidos por LA EMPRESA.

El procedimiento de aplicación debe cumplir con las normas de seguridad evitando en todo caso el contacto con la piel y los ojos, para lo cual se empleará dispensadores con aplicadores que puedan dosificar la cantidad requerida y que al mismo tiempo eviten el contacto con el producto.

### **25.5.3 Frecuencia de ejecución.**

Se efectuarán como mínimo CUATRO aplicaciones técnicas al año para cada instalación, realizadas conjuntamente. En caso de que se requiera, se efectuarán inspecciones adicionales.

### **25.5.4 Garantías**

Se garantizará la eliminación total de la vegetación no deseada en la superficie a tratar.

### **25.5.5 Transporte y Almacenaje**

El transporte del producto a utilizar desde el lugar de almacenamiento por parte del Contratista hasta el lugar de aplicación será efectuado siguiendo las instrucciones del fabricante y el cumplimiento de la Normatividad Ambiental Legal vigente para transporte de sustancias químicas.

El almacenaje de los químicos, en las instalaciones del contratista, debe cumplir con las Normas exigidas en materia ambiental y de Seguridad contra incendios.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

## **25.6 Desmonte y poda**

Se garantizará el desmonte y poda de los patios de transformación y todo el área alrededor de las subestaciones. Para lo cual realizará las siguientes actividades:

### **25.6.1 Desmonte**

- En cada subestación en particular, se debe garantizar el desmonte de todo el área de la subestación, cuantas veces sea necesario, garantizando la erradicación de malezas y todo tipo de vegetación.
- En el frente de la subestación (entre el encerramiento de la subestación y la carretera) se debe retirar todo tipo de malezas arrancándolas de raíz.
- Se debe retirar de los encerramientos de los patios de transformación y de la subestación (mallas, paredes, etc.) todo tipo de malezas (enredaderas), y para mantener libre de malezas la base del encerramiento; Fumigar esta área con herbicidas adecuados.
- Los canales de aguas lluvias se deben limpiar y garantizar su limpieza.
- Las zonas de cárcamos y tapas de estos deben permanecer libres de malezas y objetos de tal forma que permitan su inspección.
- Fumigar con herbicidas toda el área de la subestación donde se ha realizado las actividades descritas.
- El contratista suministrará el herbicida que se utilizará en la fumigación

### **25.6.2 Poda de árbol**

- Se debe realizar la poda de los árboles que se encuentran en el área interna y externa de la subestación, sólo de ramas o de copa, y debe evaluarse la caída de estas para que no causen daño a otra vegetación menor o infraestructura. La poda debe hacerse a ras del tronco, con herramientas bien afiladas, evitando dejar muñones de ramas sobre el mismo y sin rasgar la corteza.
- En las heridas dejadas al tronco por el corte de ramas o rasgamiento involuntario de la corteza u otras heridas, deberá aplicarse un cicatrizante.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Los cicatrizantes más utilizados para estos casos, son aquellos a base de cobre (cu), en el comercio se consigue el Maneb y el Zineb para su aplicación directa al árbol en las heridas con una brocha.
- Debe tenerse especial cuidado en el manejo de estos productos, ya que son tóxicos y pueden producir efectos dañinos sobre los operadores.
- En la poda de ramas, debe evaluarse la forma y simetría con que debe quedar el árbol a fin de no desbalancear su punto de equilibrio, que después por acción del viento o inestabilidad de las raíces, causen el volcamiento del mismo o formas asimétricas que deterioren el paisaje natural.
- No deben dejarse ramas cortadas o quebradas colgando del árbol, estas deben bajarse totalmente.
- En las subestaciones donde exista zona verde interior y/o exterior se deberá realizar mínimo una vez por mes corte de esta zona para garantizar su buena presentación.
- No se permite la quema de ningún residuo dentro y fuera de la subestación.

### **25.6.3 Frecuencia de ejecución.**

El desmonte y la poda deberán realizarse cada seis meses, teniendo en cuenta que se han aplicado herbicidas que evitan el crecimiento fácil de maleza.

## **25.7 Poza Séptica**

Se garantizará un control y mantenimiento de las pozas sépticas, tuberías de drenaje y canales de desagüe, consistente en:

- Establecer controles de reboce, apoyándose en estadísticas (lista de chequeo) con mediciones periódicas que ejerzan un control estricto sobre los sistemas.
- Realizar limpieza al tanque, cuando los líquidos ocupen una tercera parte del sistema.

### **25.7.1 Procedimiento Técnico**

Se debe garantizar:

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Manejo de Residuos Líquidos: Para la realización de esta actividad se debe proveer el uso de una motobomba para la evacuación de estos residuos, y depositarlos en tanques de 55 galones para ser transportados al sitio de disposición final.
- Manejo de Residuos Sólidos: Para retirar los residuos sólidos provenientes de la poza séptica, se debe utilizar palas y baldes. Estos residuos deben ser depositados inicialmente en canecas de 55 galones, para ser transportados al sitio de disposición final.
- Un técnico debe realizar una supervisión a las paredes y superficies del tanque, una vez esté limpio, con el fin de resanar grietas o filtraciones detectadas. Para lo cual debe utilizar materiales impermeabilizantes o sellantes que se encuentren en el mercado y que garanticen la estabilidad del tanque en el tiempo de servicio.
- Se debe garantizar el transporte seguro en un vehículo cerrado de los residuos líquidos y sólidos.
- Los técnicos deben instalar las tapas y sellar las juntas, luego de cada procedimiento.

### **25.7.2 Manejo de residuos**

El manejo de Residuos tiene como objetivo, controlar, manejar y disponer los residuos y el material inerte, con el fin de prevenir la generación de procesos de erosión, movimientos de masa y contaminación de suelos, el deterioro del paisaje, sedimentación y alteración de la calidad de los cuerpos de agua.

### **25.7.3 Disposición final de residuos**

- En cada ciudad o vereda, se realizarán las gestiones ante las autoridades correspondientes de los permisos para depositar adecuadamente las basuras, residuos vegetales y escombros que resulten de la actividad.
- El contratista debe cumplir con las Normas de disposición final y eliminación de los envases, empaques y embalajes de las sustancias químicas utilizadas en los mantenimientos.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

#### **25.7.4 Disposición final de Residuos de la poza séptica**

- Los residuos provenientes de la limpieza de los sistemas de poza séptica, deben ser dispuesto de acuerdo a la normativa ambiental y sanitaria vigente.
- En las poblaciones donde no exista rellenos sanitarios autorizados, se podrán disponer estos residuos, teniendo en cuenta los siguientes parámetros:
  - Localización de un punto aislado, el cual debe encontrarse a una distancia mayor de 100 metros de cualquier cuerpo de agua o vecindad.
  - Se debe realizar una excavación de 50 a 60 cm de profundidad, y un diámetro proporcional al volumen a verter.
  - Una vez depositados los residuos, deben ser cubiertos con el material de excavación para evitar una posible contaminación ambiental.
- Seguridad industrial en el mantenimiento de instalaciones locativas.

#### **25.7.5 Normas de seguridad para Fumigaciones**

- La manipulación del herbicida para el llenado de la bomba de fumigar deberá hacerse en un lugar bien ventilado, sobre piso de cemento, fuera de la sala de control de la subestación y lugares donde se manipulen alimentos, bebidas u otros productos para el consumo humano.
- Para la manipulación del herbicida y la realización de labores de fumigación deberán usarse todos los elementos de protección personal indicados en este manual.
- Cuando un trabajador realice labores de fumigación deberá ubicarse a favor del viento para evitar que el producto se devuelva hacia su cuerpo.
- Deberá usarse camisa manga larga y pantalón largo durante la realización de labores de fumigación.
- La ropa usada para fumigar deberá ser lavada una vez se termine la labor y esta será destinada exclusivamente para realizar estas labores.
- Se recomienda aplicar los herbicidas antes de las 10 AM y después de las 4 PM con el fin de evitar que el producto se evapore por las altas temperaturas.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

### 25.7.6 Elementos de Protección personal para fumigación

ITEM	ELEMENTO DE PROTECCION PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD
1	Overol en PVC resistente a químicos largo	1	Unidad
2	Casco de seguridad dieléctrico (para trabajos en S/E's)	1	Unidad
3	Gafas de protección resistente a químicos	1	Unidad
4	Guante de Nitrilo resistente a químicos de 18" de largo	1	Par
5	Mascarilla media cara de cartucho orgánico	1	Unidad
6	Cartucho para vapores orgánicos serie 7000 de 3M, Ref 7251	1	Par
7	Prefiltro para neblinas serie 7000 de 3M	1	Par
8	Retenedor de Cartucho serie 7000 de 3M, Ref. 7287	1	Par
9	Botas pantaneras	1	Par

### 25.7.7 Normas de Seguridad para ejecutar trabajos en subestaciones energizadas

- El transporte de la guadañadora deberá ser realizada a la altura que den las manos extendidas hacia abajo del trabajador. Nunca deberá ser transportada al hombro.
- Los materiales metálicos sobrantes tales como alambres, puntillas y otros deberán ser retirados del piso en todo momento para evitar que estos sean lanzados involuntariamente con el elemento de corte del equipo y entrar en contacto con los equipos energizados.
- Todas las partes metálicas no aterrizadas, de equipos o dispositivos eléctricos tales como carcasa de transformadores, interruptores, seccionadores o pararrayos se considerarán como energizadas al voltaje más alto a que se estén expuestos. No se deberá tocar ningún equipo de la subestación con la guadañadora ni con el cuerpo.

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Se deben conservar las siguientes distancias mínimas de seguridad:

VOLTAJE (kV)	DISTANCIA DE ACERCAMIENTO (MTS)
0.6 a 50	1.3
51 a 138	1.8
139 a 161	2.0
162 0 230	3.0
231 a 345	4.0

### 25.7.8 Normas de seguridad para mantenimiento de Pozas sépticas

Las siguientes son las normas de seguridad que se deben tener en cuenta para el mantenimiento de Pozas sépticas:

- Retire la tapa total o parcialmente para airear el tanque
- Para el ingreso al tanque utilice una línea de vida
- No baje la tanque hasta tanto no hayan sido evacuados los residuos líquidos
- No use químicos para limpiar o desinfectar el tanque, puede soltar gases perjudiciales para la salud.
- Evite que la tierra ubicada alrededor del tanque, se precipite dentro de la poza séptica
- Delimitar el área de trabajo con una cinta, señalizando prohibido el paso.
- Los técnicos deben instalar las tapas y sellar las juntas, luego de cada procedimiento.

### 25.7.9 Elementos de protección personal para mantenimiento de pozas sépticas

ITEM	ELEMENTO DE PROTECCION PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD
1	Overol en PVC con gorro	1	Unidad



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

2	Monogafas	1	Unidad
3	Guantes de Nitrilo de 15" de largo	1	Par
4	Mascarilla con cartucho orgánico full face	1	Unidad
5	Botas pantaneras	1	Par

## **26 INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE MANTENIMIENTO**

Para interpretar los resultados de las pruebas es necesario tener a mano los valores de las pruebas indicados en las normas que se aplican a cada equipo y los datos de las pruebas realizadas en fábrica. De esta comparación se puede deducir si el equipo analizado debe continuar en servicio o por el contrario debe ser objeto de un mantenimiento mayor o si es del caso deba ser sustituido o reemplazado.

## **27 INFORMES DEL MANTENIMIENTO**

El informe de las pruebas y resultados del mantenimiento deben guardarse en la hoja de vida de los equipos en medio físico y en medio magnético.

Los informes del mantenimiento deben ser conocidos por el departamento de planeación de la empresa y por el departamento técnico, de tal forma que se pueda con los resultados hacer la programación para las compras y así poder hacer las programaciones para los mantenimientos próximos o lejanos que sean necesarios.

## **28 REPUESTOS PARA EL MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES**

Dependiendo de la cantidad de equipos instalados y de la importancia de cada equipo en suministro de energía, se debe tener repuestos de cada equipo instalado, bien sea partes de repuesto según recomendaciones del fabricante o equipos completos, que sirvan para cambiar un equipo en cualquier momento.

La siguiente es la lista de repuestos recomendables para subestaciones eléctricas de acuerdo y con las mismas características de los equipos instalados y para cada nivel de tensión:

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

### **28.1 Repuestos para Transformadores de Potencia**

- Un Buje completo de cada una de las diferentes tensiones.
- Juego completo de empaquetaduras para transformador.
- Un (1) recipiente de silicagel de cada tipo y silicagel.
- Tornillería.
- Aceite para transformador.
- Un ventilador completo.

### **28.2 Repuestos para interruptores de potencia**

- Un (1) contacto móvil.
- Dos (2) relés auxiliares.
- Dos (2) bobinas de disparo.
- Dos (2) bobinas de cierre.
- Un (1) motor para accionamiento a resorte.
- Un (1) Presóstato igual a los suministrados.
- Una (1) Botella de SF6.
- Un (1) Interruptor de potencia completo.

### **28.3 Repuestos para seccionadores de potencia.**

- Un (1) Motor de accionamiento eléctrico.
- Dos (2) contactores de potencia.
- Dos (2) aisladores soporte superior e inferior para un polo de seccionador.
- Un (1) brazo de corriente completo (Accesorios de fijación y contactos de cierre).

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

- Un 81) polo de porcelana.
- Tornillería
- Un (1) Seccionador de potencia completo.

#### **28.4 Repuestos para protecciones**

- Un (1) Relé de Distancia 21/21N, de las mismas características que la suministrada.
- Un (1) Relé Diferencial de Trafo 87T, de las mismas características que la suministrada.
- Un (1) Relé de Sobrecorriente 50/51-50N/51N.

#### **28.5 Repuestos para transformador de medida.**

- Un (1) transformador de tensión capacitivo monopolar de las mismas características técnicas que los suministrados.
- Un (1) transformador de corriente de las mismas características técnicas que los suministrados.

#### **28.6 Repuestos para DPS**

- Un (1) DPS de las mismas características técnicas que los suministrados.

#### **28.7 Repuestos para aisladores soporte, barrajes y conectores**

- Un (1) aislador soporte de las mismas características técnicas que los suministrados.
- Cincuenta (50) metros de barraje tubular, de las mismas características técnicas que el suministrado.
- Un (1) conector de cada tipo diferente que haya sido suministrado y de las mismas características.
- Tornillería

#### **28.8 Repuestos para celdas**

- Una (1) botella de vacío para interruptor 13.8kV para el Interruptor que se ha

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

suministrado.

- Un (1) un interruptor 13.8kV completo con su carro , con conexiones para control y protecciones
- Tres (3) Aisladores de soporte para barrajes.
- Dos (2) Transformadores de corriente de las mismas características técnicas que los suministrados.
- Dos (2) Transformadores de tensión de las mismas características técnicas que los suministrados.
- Dos (2) Microsuiches de fin de carrera para enclavamiento del interruptor cuando está cerrado.
- Dos (2) Microsuiches de fin de carrera para enclavamiento de la cuchilla de puesta a tierra.
- Un (1) Relé de disparo y bloqueo.
- Dos (2) Relés de sobrecorriente 50/51 y 50N/51N de las mismas características técnicas que los suministrados para los circuitos de salida.

#### **28.9 Repuestos para servicios auxiliares de corriente alterna y continua.**

- Cinco (5) mini-interruptores de cada tipo de corriente instalado.
- Cuatro (4) Unidades de baterías.
- Borneras para cada tipo de tablero instalado.
- Un (1) Contactor por cada de capacidad de corriente instalado.

#### **28.10 Repuestos para cable de potencia.**

Cien (100) metros de cable de potencia aislado de cada tipo de calibre instalado.

#### **28.11 Repuestos para cables de control y fuerza.**

Cien (100) metros de cable de control y fuerza de cada tipo de calibre instalado.

**ANEXO 1 - INSPECCIONES TÉCNICA PARA  
DIAGNÓSTICO DE MANTENIMIENTO  
FORMATOS**

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. PORCENTAJE DE CARGA HORAS PICO				
2. PINTURA GENERAL				
3. TANQUE PRINCIPAL FUGAS ACEITE				
4. TANQUE CONSERVADOR FUGAS ACEITE				
5. RADIADORES				
6. VENTILADORES				
7. RELE BUCHHOLS				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
8. TERMOMETROS				
9. DEVANADOS				
10. SECADOR DE AIRE				
11. SILICA GEL				
12. CONMUTADOR DE POSICIONES				
13. TUBERIAS Y ACCESORIOS				
14. TABLERO DE CONEXIONES				
15. BORNERAS				
16. RUEDAS Y RIELES				
17. TERMINALES Y CONEXIONES DE PUESTA A TIERRA				
18. PROTECCIONES				
19. CABLE DE CONTROL Y CONECTORES				
20. PLANOS DEL TRAFO				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
21.				
22.				
OBSERVACIONES				



	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 2 INTERRUPTORES DE POTENCIA \_\_\_\_\_ 110KV \_\_\_\_\_ 66KV \_\_\_\_\_ 34.5KV \_\_\_\_\_ 13.8KV \_\_\_\_\_**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. NUMERO DE OPERACIONES A CORRIENTE NOMINAL				
2. NUMERO DE OPERACIONES A CORRIENTE DE CORTO-CIRUITO				
3. ESTADO GENERAL DE LA PORCELANA -POLOS-				
4. ESTADO GENERAL DE LA PINTURA				
5. ESTRUCTURAS SOPORTE				
6. MANOMETROS				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
7. PRESION SF6-ACEITE				
8. FUGAS DE SF6				
9. FUGAS DE ACEITE				
10. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO A RESORTE				
11. SISTEMA DE ACCIONAMIENTO HIDRAULICO				
12. EQUIPO DE LLENADO DE SF6				
13. TERMINALES Y CONEXIONES DE PUESTA A TIERRA				
14. CONECTORES Y TERMINALES				
15. CONTACTOS DE POTENCIA APERTURA Y CIERRE				
16. MECANISMO DE DISPARO MANUAL				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
17. BOBINAS DE DISPARO Y CIERRE				
18. PLANOS				
19.				
20.				
OBSERVACIONES:				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 3 SECCIONADORES DE POTENCIA \_\_\_\_\_ 110KV \_\_\_\_\_ 66KV \_\_\_\_\_ 34.5KV \_\_\_\_\_ 13.8KV \_\_\_\_\_**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. CONTACTOS DE CIERRE				
2. PORCELANA DE LOS POLOS				
3. CONECTORES Y TORNILLERIA				
4. PINTURA GENERAL				
5. ESTRUCTURA DE SOPORTE				
6. TERMINALES Y ESTRUCTURA DE PUESTA A TIERRA				
7. TABLERO DE CONTROL EN				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
EL PATIO				
8. CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA				
9. BRAZOS DE CORRIENTE				
10. SISTEMA DE APERTURA Y CIERRE MANUAL				
11. ALINEAMIENTO DEL SECCIONADOR				
12. ARTICULACIONES Y PARTES MOVILES DEL SECCIONADOR				
13. VARILLAS DE ACCIONAMIENTO				
14. PLANOS				
15.				
OBSERVACIONES:				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 4 TRANSFORMADOR DE CORRIENTE \_\_\_\_\_ 110KV \_\_\_\_\_ 66KV \_\_\_\_\_ 34.5KV \_\_\_\_\_ 13.8KV \_\_\_\_\_**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. PORCELANA DE LOS POLOS				
2. CONECTORES Y TORNILLERIA				
3. CAJA DE CONEXIONES EN BAJA TENSION				
4. ESTADO GENERAL DE LA PINTURA				
5. ESTRUCTURA DE SOPORTE				
6. TERMINALES Y CONEXIONES DE PUESTA A				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
TIERRA				
7. NIVEL DE ACEITE Y FUGAS				
8. PRECISION DE LOS NUCLEOS DE MEDIDA				
9. ACEITE				
10. PLANOS				
11.				
12.				
OBSERVACION				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 5 TRANSFORMADORES DE TENSIÓN \_\_\_\_\_ 110KV \_\_\_\_\_ 66KV \_\_\_\_\_ 34.5KV \_\_\_\_\_ 13.8KV \_\_\_\_\_**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. PORCELANA DE LOS POLOS				
2. CONECTORES Y TORNILLERIA				
3. CAJA DE CONEXIONES EN BAJA TENSION				
4. ESTADO GENERAL DE LA PINTURA				
5. ESTRUCTURA DE SOPORTE				
6. TERMINALES Y CONEXIONES DE PUESTA A TIERRA				



	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
7. NIVEL DE ACEITE Y FUGAS				
8. PRECISION DE LOS NUCLEOS DE MEDIDA				
9. ACEITE				
10. PLANOS				
11.				
12.				
OBSERVACIONES				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 6 DESCARGADORES DE SOBRESION \_\_\_\_\_ 110KV \_\_\_\_\_ 66KV \_\_\_\_\_ 34.5KV \_\_\_\_\_ 13.8KV \_\_\_\_\_**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. NUMERO DE DESCARGAS RECIBIDAS				
2. CORRIENTE DE FUGA				
3. TERMINALES Y CONEXIONES DE PUESTA A TIERRA				
4. PORCELANA DE CADA POLO				
5. CONECTORES Y TORNILLERIA				
6. ESTRUCTURA DE SOPORTE				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
7. PLANOS				
9.				
10.				

OBSERVACIONES:

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 7 TRAMPAS DE ONDA \_\_\_\_\_ 110KV \_\_\_\_\_ 66KV \_\_\_\_\_**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. ESTADO FISICO DE LAS TRAMPAS				
2. OPERACIÓN DEL SISTEMA ONDA PORTADORA				
3. CONECTORES Y TORNILLERIA				
4. PLANOS				
5.				
OBSERVACIONES:				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 8 BARRAJES EXTERIORES**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
1. REVISION GENERAL DEL CABLE DE ALUMINIO				
2. CONECTORES Y TORNILLERIA				
3. PRUEBAS PARA UN MEJOR DIAGNOSTICO				
4.				
OBSERVACIONES				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 9 AISLADORES TIPO POSTE**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
1. PORCELANA				
2. HERRAJES Y TORNILLERIA				
3. ESTRUCTURAS DE SOPORTE				
4. PRUEBAS				
5.				
OBSERVACIONES				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 10 CADENA DE AISLADORES**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
1. PORCELANA				
2. HERRAJES Y TORNILLERIA				
3. ESTRUCTURAS DE SOPORTE				
4. PRUEBAS				
5.				
OBSERVACIONES				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 11 MALLA DE PUESTA A TIERRA**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
1. CALIBRE				
2. POZOS DE PRUEBA				
3. RESISTENCIA				
4. COBERTURA				
5. PLANOS				
6.				

**OBSERVACIONES:**



	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 12 SISTEMA DE APANTALLAMIENTO**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. HERRAJES Y CONECTORES				
2. PUESTAS A TIERRA				
3. ALCANCE				
4. PRUEBAS				
5.				
OBSERVACIONES:				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 13 ESTRUCTURAS DE LOS PORTICOS**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. GALVANIZADO				
2. ANCLAJE AL EQUIPO				
3. ANCLAJE AL SUELO				
4. TORNILLERIA				
5.				
OBSERVACIONES				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 14 ESTRUCTURAS DE EQUIPOS**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
1. GALVANIZADO				
2. ANCLAJE AL EQUIPO				
3. ANCLAJE AL SUELO				
4. TORNILLERIA				
5.				
<b>OBSERVACIONES:</b>				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 15 CABLES DE POTENCIA Y CONTROL**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. ESTADO				
2. PRUEBAS				
3.				
4.				
OBSERVACIONES				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 16 PROTECCIONES**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. TIEMPOS DE DISPARO				
2. TIPO DE TECNOLOGIA				
3. ALCANCES NUMERO DE ZONAS				
4.				
5.				
OBSERVACIONES:				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 17 TABLERO DE CONTROL**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
1. HERMETICIDAD,CALEFACCION BORNERAS CONECTORES				
2. VERIFICACION DE ALARMAS				
3. ESTADO DE CONTACTORES				
4. PINTURA EN GENERAL				
5. PUESTA A TIERRA DE LOS TABLEROS				
6.				
OBSERVACIONES:				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 18 TABLERO DE CONTADORES DE ENERGIA**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
1. CLASE DE PRECISION DE CONTADORES				
2. TIPO DE TECNOLOGIA				
3. TERMINALES BORNERAS Y CABLES DE CONTROL				
4. PINTURA EN GENERAL				
5. PUESTA A TIERRA DE LOS TABLEROS				
6. POSIBILIDAD DE COMUNICACIÓN CON EL CRD				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
7.				
8.				

OBSERVACIONES:



	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 19 CELDAS \_\_\_\_\_ 34.5KV \_\_\_\_\_ 13.8KV \_\_\_\_\_**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. ANCLAJE AL PISO				
2. PINTURA EN GENERAL				
3. CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA ESTADO DE OPERACIÓN				
4. INSTRUMENTOS				
5. CONTROL REMOTO				
OBSERVACIONES:				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 20 CABLES DE POTENCIA**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
1. ESTADO GENERAL DE LOS CABLES				
2. PRUEBAS DE AISLAMIENTO				
3. MUFAS Y CONECTORES TERMINALES				
4.				
5.				
<b>OBSERVACIONES:</b>				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO** \_\_\_\_\_ **FIRMA:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

**EQUIPO: 21 SERVICIOS AUXILIARES**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. ESTADO DE BATERIAS DENSIDAD :				
a) CONECTORES				
b) CORRIENTE				
c) Año DE INSTALACION				
OBSERVACIONES:				
2. ESTADO DE CARGADORES				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
a) CORRIENTE				
b) OPERACIÓN AUTOMÁTICA				
c) DOS CARGADORES				
d) INSTRUMENTOS				
OBSERVACIONES				
3. ESTADO DE TABLEROS DE DISTRIBUCION				
a) LISTA DE CIRCUITOS				
b) CABLEADO				
c) RESERVAS				
OBSERVACIONES				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
4. ESTADO DE LA PLANTA DIESEL				
a) BATERIAS				
b) CONMUTACION AUTOMATICA				
c) TANQUE DE COMBUSTIBLE				
d) RUIDO				
e) FIJACION AL PISO				
OBSERVACIONES				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO** \_\_\_\_\_ **FIRMA:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

**EQUIPO: 22 OBRAS CIVILES**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. SOPORTES EN CONCRETOS DE LOS EQUIPOS				
2. CARCAMOS Y TAPAS DE CARCAMOS				
3. ESTADO DE LAS BANDEJAS				
4. DRENAJES				
5. VIAS INTERNAS DE LA SUBESTACION				
6. ESTADO DE LA GRAVILLA				
7. MUROS O MALLAS DE CERRAMIENTO				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
8. PINTURA GENERAL DE LA CASA DE CONTROL Y EL PATIO				
9. CARCAMOS INTERNOS DE LA CASA DE CONTROL				
10. SISTEMA AGUAS NEGRAS				
11. SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE				
12. IMPERMEABILIZACION DE TECHOS				
13. PUERTAS Y VENTANAS				
14.				
15.				
OBSERVACIONES:				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 23 AIRES ACONDICIONADOS**

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
a) ENFRIAMIENTO				
b) ESTADO COMPRESORES				
c) ESTADO TUBERIAS				
d) VENTILADORES				
e) GAS				
f) LIMPIEZA				
g) PINTURA				
h)				
i)				



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
j)				
OBSERVACION				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**INSPECCIONES TECNICA PARA DIAGNOSTICO DE MANTENIMIENTO**

**PROPIETARIO:**

**SUBESTACION:**

**INSPECCIONO \_\_\_\_\_ FIRMA: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_**

**EQUIPO: 24 INSTALACIONES ELECTRICAS**

ELEMENTO REVISADO	ESTADO DEL ELEMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA	PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO	CAMBIO RECOMENDADO
1. INFORMACION TECNICA				
a) PLANOS CONTROL, PROTECCIONES MEDIDAS				
b) PLANOS ELECTROMECHANICOS				
c) PLANOS OBRA CIVIL				
d) MANUAL DE OPERACIÓN				
e) CATALOGOS DE EQUIPOS				
OBSERVACION				

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

<b>ELEMENTO REVISADO</b>	<b>ESTADO DEL ELEMENTO</b>	<b>TIPO DE MANTENIMIENTO O REPARACION RECOMENDADA</b>	<b>PRUEBA CON EQUIPO DESENERGIZADO</b>	<b>CAMBIO RECOMENDADO</b>
2. ALUMBRADO INTERIOR				
3. ALUMBRADO EXTERIOR				
4. ALUMBRADO EN POTENCIA				
5. TOMACORRIENTES				
6.				
7.				
OBSERVACIONES:				

## **ANEXO 2 – ORDEN DE TRABAJO**

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

MANTENIMIENTO		
ORDEN DE TRABAJO SUBESTACIONES ELECTRICAS		
<b>FECHA:</b>		
<b>NUMERO DE O.T</b>		<b>EMPRESA EJECUTORA</b>
<b>FECHA PREVISTA INICIO</b>		
<b>FECHA PREVISTA FIN</b>		<b>DEPARTAMENTO</b>
<b>TIPO MANTENIMIENTO</b>		
<b>AUTORIZADA POR:</b>		
<b>IDENTIFICACION ACTIVO FISICO</b>		
<b>SUBESTACION:</b>		<b>RESPONSABLE OT</b>
<b>EQUIPO</b>		
-		
<b>LUGAR DE TRABAJO</b>		

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

<b>MANTENIMIENTO</b>								
<b>ORDEN DE TRABAJO SUBESTACIONES ELECTRICAS</b>								
<b>DESCRIPCION DEL MANTENIMIENTO A REALIZAR:</b>								
<b>CONSIGNACIÓN</b>								
<b>REPORTE DE ACTIVIDAD</b>								
				<b>NUMERO DE HORAS</b>		<b>PREVIS TO</b>	<b>REA L</b>	<b>DESVI O</b>
<b>NUMERO DE PERSONAS</b>	<b>PREVISTA S</b>	<b>REALE S</b>	<b>DESVIO</b>	<b>HORAS DE TRABAJO</b>				
<b>ELECTRICARIBE</b>				<b>H. DESPLAZAMIENTO</b>				

	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

MANTENIMIENTO									
ORDEN DE TRABAJO SUBESTACIONES ELECTRICAS									
REDES Y MONTAJES					H. EXTRAS.TRABAJ O				
TOTAL					H. EXTRAS DESPL.				
						TOTAL			
FECHA REAL INICIO						HORA REAL INICIO			
FECHA REAL FIN						HORA REAL FIN			
DESCRIPCIÓN DEL MANTENIMIENTO REALIZADO									

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**MANTENIMIENTO**

**ORDEN DE TRABAJO SUBESTACIONES ELECTRICAS**

**INCIDENCIA EN LA EJECUCIÓN**

<b>OPERACIÓN</b>			<b>TECNICA</b>		<b>SEGURIDAD</b>		
<b>CLIMATOLOGIA</b>			<b>MATERIALES</b>		<b>RECURSOS HUMANOS</b>		

**MATERIALES UTILIZADOS**



	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Código:
		Versión:
		Fecha:

MANTENIMIENTO	
ORDEN DE TRABAJO SUBESTACIONES ELECTRICAS	
<b>COMENTARIOS</b>	
<b>CIUDAD</b>	<b>DIA - MES - AÑO</b>
<b>FIRMA RESPONSABLE:</b>	
<b>NOMBRE</b> _____ _____  <b>APROBADA POR</b>	<b>FIRMA</b> _____ -

**ANEXO 3 – FRECUENCIA PARA MANTENIMIENTO  
PREVENTIVO Y PREDICTIVO**

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>				
<b>1. Transformador de Potencia:</b>				
1. Ventiladores- Limpieza y Lubricación motor	GLOBAL-DESENERG.	D	2 VECES/AÑO	1
2. Tablero de Conexiones- Limpieza, lubricación bisagras puerta, comprobar conexionado y verificar calefacción	UNIDAD-ENERG.	E	2 VECES/AÑO	1
3. Terminales y Conectores- Ajuste y corrección de punto caliente	GLOBAL-DESENERG.	D	AJUSTE -1 VEZ/AÑO CORRECCIONDE PUNTOS CALIENTE DE ACUERDO A LOS RESULTADOAS TERMOGRAFICOS	1
4. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL-ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
5. Bujes- Limpieza	GLOBAL-DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
6. Aceite tanque principal- Regeneración	UNIDAD-ENERG.	D	DE ACUERDO A ESTUDIOS FISICOQUIMICOS Y	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
			CROMATOGRAFICOS	
7. Conmutador- Limpieza y lubricación de partes del mando	UNIDAD-DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO O DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE OPERACIONES REALIZADAS	1
8. Caja de bujes- Inspección interna	UNIDAD-DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
9. Bombas de circulación- Limpieza, lubricación y/o cambio de empaques.	UNIDAD-DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
10. Inspección general del transformador (verificación mando del conmutador, verificación ventilación y bombas, estado de silica y/o presión de nitrógeno, temperaturas máximas y reseteo de temperaturas, calefacción e iluminación de gabinetes, etc.)	UNIDAD-ENERG.	E	1 VEZ/MES	1
11. Gabinetes de sistema de refrigeración y conmutador de tomas- limpieza, verificar conexión y calefacción.	UNIDAD-DESENERG.	D	2 VECES/AÑO	1
12. Pruebas a protecciones mecánicas: Relé Buchhols, termómetros, válvula de sobrepresión, imagen térmica, relé de flujo, etc.	UNIDAD-DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	10

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
<b>2. Transformador Servicios Auxiliares:</b>	UNIDAD			
1. Terminales y Conectores- Ajuste	GLOBAL- DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL- ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
3. Bujes- Limpieza	GLOBAL- DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
<b>3. Interruptores de Potencia AT</b>	UNIDAD			
1. Porcelana de los Polos- Limpieza	UNIDAD POLOS- DESENERG	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Gabinetes: Lubricación bisagras puerta y limpieza, revisión del sistema de operación, revisión mandos remotos y locales, revisar calefacción , toma de operaciones y comprobar conexionado	UNIDAD- DESENER.	D	2 VECES/AÑO	1
3. Restauración presión de SF6	GLOBAL- DESENERG	D	DE ACUERDO A LA CONDICION	1
4. Sistema de Accionamiento- Ajuste y	UNIDAD-	D	1 VEZ/AÑO	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DEENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
calibración	DESENER.			
5. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
6. Terminales y Conectores sistema de potencia- Ajuste y corrección puntos calientes	GLOBAL DESENERG.	D	AJUSTE -1 VEZ/AÑO CORRECCIONDE PUNTOS CALIENTE DE ACUERDO A LOS RESULTADOAS TERMOGRAFICOS	1
<b>4. Seccionador de Potencia AT</b>	UNIDAD			
1. Brazo de Corriente- Contactos de Cierre- Limpieza y lubricación	UNIDAD CONTACTO DESENERG	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Porcelana de los Polos- Limpieza	UNIDAD POLOS DESENERG	D	1 VEZ/AÑO	1
3. Conectores y Tornilleria- Ajuste	GLOBAL DESENERG	D	1 VEZ/AÑO	1
4. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
5. Tablero de Control en el patio- Comprobar conexionado	UNIDAD DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
6. Tablero de Control en el patio- Limpieza y verificar calefacción	UNIDAD ENERG.	E	LIMPIEZA 2 VECES/AÑO VERIFICAR CALEFACCION 1 VEZ / SEMANA	1
7. Cuchilla de Puesta a Tierra- Ajuste	UNIDAD DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
8. Engranaje de Apertura, alineamiento y Cierre Manual- Ajustes	UNIDAD DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
<b>5. Transformador de Corriente AT</b>	UNIDAD			
1. Porcelana de los Polos- Limpieza	UNIDAD POLOS DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Conectores y Tornilleria- Ajuste	UNIDAD DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
3. Caja de Conexiones en Baja Tensión- Limpieza	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
4. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL ENERG	E	1 VEZ/AÑO	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
<b>6. Transformador de Potencial AT</b>	UNIDAD			
1. Porcelana de los Polos- Limpieza	UNIDAD POLOS DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Conectores y Tornilleria- Ajuste	UNIDAD DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
3. Caja de Conexiones en Baja Tensión- Limpieza	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
4. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL ENERG	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>7. Pararrayos AT</b>	UNIDAD			
1. Porcelana de Cada Polo- Limpieza	UNIDAD DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Conectores y Tornilleria- Ajuste	GLOBAL DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
3. Contador de Descargas- Ajuste de terminales	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
4. Terminales y Conexiones de Puesta a	GLOBAL	E	1 VEZ/AÑO	1



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
Tierra- Ajuste	ENERG			
<b>9. Pararrayos 13,8kV:</b>	UNIDAD			
1. Porcelana de Cada Polo- Limpieza	UNIDAD DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Conectores y Tornilleria- Ajuste	GLOBAL DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
3. Contador de Descargas- Ajuste de terminales	UNIDAD ENERG	E	1 VEZ/AÑO	1
4. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL ENERG	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>10. Barrajes exteriores 110 kV:</b>	UNIDAD			
1. Limpieza	GLOBAL DESENERG	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Conectores - Ajuste	GLOBAL DESENERG	D	1 VEZ/AÑO	1
<b>11. Aisladores Tipo Poste AT</b>	UNIDAD			
1. Porcelana- Limpieza	UNIDAD	D	1 VEZ/AÑO	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
	DESENERG.			
2. Conectores y Tornilleria- Ajuste	GLOBAL DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Conectores y Tornilleria- Ajuste	GLOBAL DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
<b>12. Cadena de Aisladores AT</b>	CADENA			
1. Herrajes- Ajuste	GLOBAL DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
<b>14. Cadena de Aisladores 13,8KV:</b>	CADENA			1
1. Herrajes- Ajuste	GLOBAL DESENERG.	D	1 VEZ/AÑO	1
<b>15. Malla de Puesta a Tierra:</b>	GLOBAL			
1. Terminales y conectores- Limpieza y ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
2. Gravilla- Limpieza	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>16. Sistema de Apantallamiento:</b>	GLOBAL			

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DEENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
1. Herrajes y Conectores- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>17. Estructura de los Porticos:</b>	GLOBAL			
1. Anclaje al Equipo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
2. Anclaje al Suelo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
3. Tornilleria- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>18. Estructura de Equipos:</b>	GLOBAL			
1. Anclaje al Equipo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	CADA 2 AÑOS	1
2. Anclaje al Suelo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	CADA 2 AÑOS	1
3. Tornilleria- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	CADA 2 AÑOS	1
<b>19. Tablero de Control AT</b>	UNIDAD			

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DEENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
1. Anclaje al Suelo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	CADA 2 AÑOS	1
2. Limpieza	UNIDAD ENERG.	E	2 VECES/AÑO	1
3. Comprobar Conexionado	GLOBAL ENERG.	E	2 VECES/AÑO	1
4. Verificar Calefacción y Hermeticidad	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/MES	1
5. Verificación de Alarmas	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
6. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>21. Tablero de Contadores de Energía 110 kV:</b>	UNIDAD			
1. Anclaje al Suelo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	CADA 2 AÑOS	1
2. Limpieza	UNIDAD ENERG.	E	2 VECES/AÑO	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
3. Comprobar Conexionado	GLOBAL ENERG.	E	2 VECES/AÑO	1
4. Verificar Calefacción y Hermeticidad	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/MES	1
5. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>22. Tablero de Contadores de Energia 13,8 kV</b>	UNIDAD			
1. Anclaje al Suelo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	CADA 2 AÑOS	1
2. Limpieza	UNIDAD ENERG.	E	2 VECES/AÑO	1
3. Comprobar Conexionado	GLOBAL ENERG.	E	2 VECES/AÑO	1
4. Verificar Calefacción y Hermeticidad	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/SEMANA	1
5. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DEENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
<b>24. Celdas Servicios Auxiliares 13,8kV:</b>	UNIDAD			
1. Anclaje al Suelo- Ajuste	GLOBAL ENER.	E	CADA 2 AÑOS	1
2. Limpieza General	UNIDAD DEENERG.	D	2 VECES/AÑO	1
3. Ajuste partes móviles	GLOBAL DEENERG.	D	2 VECES/AÑO	1
4. Verificar Calefacción , Hermeticidad y Conexionado	UNIDAD ENER.	E	1 VEZ/SEMANA	1
<b>26. Cortacircuito 13.8kV:</b>	UNIDAD			
1. Limpieza- Cambio Fusible	UNIDAD DEENERG.	D	LIMPIEZA 1 VEZ/AÑO CAMBIO POR CONDICION	1
<b>27. Cables de Potencia:</b>	GLOBAL			
1. Limpieza	GLOBAL	D	1 VEZ/AÑO	1
2. Mufas y Conectores Terminales- Ajuste	GLOBAL	D	1 VEZ/AÑO	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
<b>28. Baterias</b>	BANCO			
1. Limpieza	BANCO	D	4VECES/AÑO	1
2. Conectores y Terminales- Ajuste	GLOBAL	D	4VECES/AÑO	1
3. Reposición nivel ácido	UNIDAD	D	4VECES/AÑO	1
<b>29. Cargadores de Baterias</b>	UNIDAD			
1. Anclaje al Suelo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	CADA 2 AÑOS	1
2. Limpieza	UNIDAD DESENERG.	E	2 VECES/AÑO	1
3. Verificar Calefacción , Hermeticidad y Conexionado	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/SEMANA	1
4. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>30. Tableros de Distribución CA - CC</b>	UNIDAD			
1. Anclaje al Suelo- Ajuste	GLOBAL ENERG.	E	CADA 2 AÑOS	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
2. Limpieza	UNIDAD ENERG.	E	2 VECES/AÑO	1
3. Verificar Calefacción , Hermeticidad y Conexionado	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/SEMANA	1
4. Terminales y Conexiones de Puesta a Tierra- Ajuste	UNIDAD ENERG.	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>32. Instalaciones Eléctricas</b>	GLOBAL			
1. Alumbrado Interior- Limpieza general	GLOBAL	E	1 VEZ/AÑO	1
2. Alumbrado Exterior- Limpieza general	GLOBAL	E	1 VEZ/AÑO	1
3. Tomacorrientes - Medida de Tensión	GLOBAL	E	1 VEZ/AÑO	1
<b>33. Lavado subestación:</b>	GLOBAL ENERG			
1. Lavado		E	SEGÚN ESTADO	1
<b>MANTENIMIENTO PREDICTIVO</b>				
<b>1. Ensayo Transformador de Potencia:</b>	UNIDAD			



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
1. Ensayos dieléctricos generales	UNIDAD DESENERG	D	1 VEZ/AÑO	1
<b>2. Pruebas en Equipos:</b>				
1. Medidas dinámicas interruptor AT kV, medidas resistencia de contactos y ensayos dielectricos generales	UNIDAD DESENERG	D	CADA 2 AÑOS	1
2. Medidas dinámicas interruptor MT, medidas resistencia de contactos y ensayos dielectricos generales	UNIDAD DESENERG	D	CADA 2 AÑOS	1
3. Medidas resistencia de contactos seccionador AT:	UNIDAD DESENERG	D	CADA 2 AÑOS	1
4. Medidas resistencia de contactos seccionador MT:	UNIDAD DESENERG	D	CADA 2 AÑOS	1
5. Pararrayos AT- Medida corriente de fuga	UNIDAD ENERG	E	CADA 2 AÑOS	1
6. Pararrayos MT- Medida corriente de fuga	UNIDAD ENERG	E	CADA 2 AÑOS	1
7. Pararrayos 13,8kV- Medida corriente de fuga	UNIDAD ENERG	E	CADA 2 AÑOS	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
8. Interruptor- Análisis estado del SF6 AT:	UNIDAD ENERG	E	1 VEZ/MES	1
9. Interruptor- Análisis estado del SF6 MT:	UNIDAD ENERG	E	1 VEZ/MES	1
10. Planta Diesel- Prueba de vibración	UNIDAD ENERG	E	1 VEZ/AÑO	1
11. Planta Diesel- Prueba de ruido	UNIDAD ENERG	E	1 VEZ/AÑO	1
12. Banco de Baterias- Pruebas de densidad	UNIDAD ENERG	E	6 VECES/AÑO	1
13. Banco de Baterias- Pruebas de temperatura	UNIDAD ENERG	E	6 VECES/AÑO	1
14. Ensayos dieléctricos generales a transformadores de corriente AT:	UNIDAD DESENERG	D	CADA 2 AÑOS	1
15. Ensayos dieléctricos generales a transformadores de corriente MT	UNIDAD DESENERG	D	CADA 2 AÑOS	1
16. Ensayos dieléctricos generales a transformadores de potencial AT:	UNIDAD DESENERG	D	CADA 2 AÑOS	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DESENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
17. Ensayos dieléctricos generales a transformadores de potencial MT:	UNIDAD DESENERG	D	CADA 2 AÑOS	1
<b>3. Inspección Termográfica Subestación:</b>	UNIDAD			
1. Borneras, terminales y conectores	GLOBAL ENERG	E	2 VECES/AÑO	1
<b>4. Medidas Mallas de Tierras:</b>	GLOBAL			
1. Medición de tierras y tensiones de paso y contacto	GLOBAL ENERG	E	CADA 2 AÑOS	1
<b>CONSERVACION INSTALACIONES</b>				
1. Pintura General Edificio de control	GLOBAL	E	CADA 2 AÑOS	1
2. Fumigaciones	GLOBAL	E	6 VECES/AÑO	1
3. Revisión Extintores	GLOBAL	E	1 VEZ/AÑO	1
4. Mtto y recarga de extintores	GLOBAL	E	1 VEZ/AÑO	1
5. Revisión Equipos Contra incendio	GLOBAL	E	1 VEZ/AÑO	1
6. Revisión Aires Acondicionados	GLOBAL	E	1 VEZ/MES	1

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

DESCRIPCION	UNIDADES FISICAS			
	MEDIDA	EJECUCIÓN	FRECUENCIA	RECURSOS
ACTIVIDAD		E= ENERGIZADO D=DEENERGIZADO		GRUPO DE TRABAJO
7. Limpieza y Aseo Edificio	GLOBAL	E	2 VECES/SEMANA	1
8. Limpieza de maleza y poda	GLOBAL	E	2 VECES/AÑO	1
9. Control y mantenimiento de pozas sépticas	GLOBAL	E	2 VECES/AÑO	1
10. Tuberías de drenaje y canales de desagüe	GLOBAL	E	2 VECES/AÑO	1

**ANEXO 4 – TIEMPOS PARA  
REALIZAR MANTENIMIENTOS**

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**a) PUNTOS DE INSPECCIÓN EN SECCIONADORES DE ALTA TENSIÓN**

ITEM	PUNTOS DE INSPECCION Y MANTENIMIENTOS RUTINARIOS EN SECCIONADORES PARA ALTA TENSION
1	Limpiar con trapo las porcelanas del aislador y comprobar el perfecto estado de estas.
2	Limpiar los conectores de alta, comprobar el estado de estos y aplicar grasa conductora.
3	Comprobar si los contactos de potencia y terminales de alta tensión se observan sobrecalentados, corrosión o conexiones flojas.
4	Comprobar la posición relativa de mordazas y contactos en las cuchillas (Alineación).
5	Comprobar la Operación del Seccionador manualmente en las diferentes direcciones y comprobar si el rodamiento axial se mueve suavemente.
6	Si la Operación del Seccionador no es suave identificar cual rodamiento causa problema y cambiarlo.
7	Comprobar la inclinación del Seccionador por causa del asentamiento del terreno.
8	Comprobar estado de las conexiones de tierra en: Estructuras-Armarios de mando.
9	Comprobar estado de dureza en las cabezas giratorias de los Seccionadores.
10	Comprobar estado de la tornillería en: Estructuras y terminales de alta tensión ajustando la que se encuentre floja, reponiendo la faltante y cambiando la que se halle en mal estado.
11	Comprobar en los armarios de Mando y Control el estado de: Calefacciones - Ajuste de borneras - Daños al aislamiento en el cableado de control - Estado de los empaques - Hermeticidad.
12	Comprobar que al interior de la caja de mando no existan fugas de aceite del mecanismo de Operación del Seccionador.
13	Lubricar la totalidad de las articulaciones del Seccionador con aceite 15W40

**b) MTTTO A REALIZAR A LOS ARMARIOS DE LOS SECCIONADORES TIPO EXTERIOR**

ITEM.	MANTENIMIENTO A REALIZAR EN LOS ARMARIOS DE MANDO TIPO EXTERIOR DE SECC. EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Comprobar el correcto funcionamiento del sistema de calefacción, colocarlo en	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	MANTENIMIENTO A REALIZAR EN LOS ARMARIOS DE MANDO TIPO EXTERIOR DE SECC. EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
	servicio si se halla por fuera.	
2	Comprobar que el armario no presente huecos por donde se puedan introducir animales, condenarlos en caso de existir.	
3	Comprobar estado de las juntas, en el caso de estar quebradizas o acusen fisuras proceder a cambiarlas.	
4	Comprobar el estado de la iluminación del armario, reemplazar la lámpara cuando esta halle averiada.	
5	Comprobar que la cerradura del armario se encuentre en perfectas condiciones, reparar en caso de hallarse en mal estado.	
6	Lubricar partes móviles o engrasar donde sea pertinente, aplicando lubricantes recomendados por el fabricante.	
7	Limpiar con brocha aislada las telarañas que se hallen dentro del armario y utilizar aspiradora.	
8	Reapretar las borneras del armario.	
<b>NOTA:</b>	Tiempo estimado para realizar dicha labor (4) hora.	4

### c) MTO A SECCIONADORES DE LÍNEA Y PUESTA A TIERRA

ITEM.	MANTENIMIENTO RUTINARIO EN SECCIONADORES DE LINEA O PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Colocar tierras locales en cada uno de los polos donde se van a realizar los trabajos.	
3	Comprobar el perfecto alineamiento del seccionador en sus tres (3) fases, corregir la que se encuentre desalineada.	
4	Retirar los conectores de los terminales de alta, inspeccionar que no tenga fisuras, limpiar las superficies con cepillo de cerdas de bronce o tela scotch brite, aplicar fina capa de grasa conductora (Penetrox A13; Burndy) o la que recomiende el cliente, cambiar la tornillería que se encuentre oxidada y reponer la faltante, aplicar el torque adecuado a la tornillería de acuerdo a la	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	MANTENIMIENTO RUTINARIO EN SECCIONADORES DE LINEA O PUESTA A TIERRA EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
	recomendación del fabricante.	
5	Limpiar con trapo la totalidad de las porcelanas y comprobar el perfecto estado de estas.	
6	Limpiar con trapo y varsol los contactos de potencia tanto en un Seccionador de línea o barra como en uno de puesta a tierra, aplicar fina capa de vaselina neutra o en su defecto grasa conductora recomendada por el cliente o el fabricante.	
7	Comprobar el estado de las conexiones de tierra, ajustar si es necesario.	
8	Lubricar la totalidad de las articulaciones del Seccionador con aceite 15W40	
9	Retirar puestas a tierra locales.	
10	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
11	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
<b>NOTA:</b>	Tiempo estimado para realizar dicha labor 4 horas.	4
	<b>Nota 1:</b> El cepillo a utilizar será único de acuerdo al material del conector, no debe utilizarse el mismo tanto para cobre como para aluminio.	

#### d) MTTTO A BARRAJES TUBULARES Y/O CABLES DE ALUMINIO

ITEM.	MANTENIMIENTO DE RUTINA EN BARRAJES TUBULARES O DE CABLES EN ALUMINIO EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION. UNA BAHÍA	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Colocar tierras locales en cada una de las fases donde se va a realizar los trabajos.	
3	Inspeccionar por fase las cadenas de aisladores cuando el barraje es en cable, estado de los espigos y grillettes que aseguran la cadena al pórtico.	
4	Ajustar, reponer, cambiar tornillería que se encuentre oxidada en la totalidad de conectores en cada fase del barraje.	



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	MANTENIMIENTO DE RUTINA EN BARRAJES TUBULARES O DE CABLES EN ALUMINIO EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION. UNA BAHÍA	TIEMPO EN MTO HORAS
5	Inspeccionar por fase las grapas tipo pistola y reponer las Ues que falten o se encuentren oxidadas, reponer las arandelas de presión que se hallen en mal estado u oxidadas.	
6	En barrajes tubulares se deberán bloquear los seccionadores que dan hacia la barra, aterrizar con tierras locales cada una de las fases donde se van desarrollar trabajos.	
7	Inspeccionar en cada una de las fases del barraje tubular el estado de la tornillería en los conectores, ajustarla, reponer la faltante, cambiar la oxidada.	
8	Retirar puestas a tierra locales.	
9	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
10	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
<b>NOTA:</b>	Tiempo estimado para realizar dicha labor	8
	<b>Nota 1:</b> El cepillo a utilizar será único de acuerdo al material del conector, no debe utilizarse el mismo tanto para cobre como para aluminio.	

**e) CAMBIO DE CABEZAS GIRATORIAS EN SECCIONADORES DE APERTURA CENTRAL**

ITEM.	CAMBIO DE CABEZA GIRATORIA EN SECCIONADORES. UNA BAHÍA	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Comprobar enclavamiento eléctrico y mecánico en los seccionadores externos al módulo donde se va a laborar sea la disposición en anillo o interruptor y medio.	
3	Comprobar que los disyuntores del módulo donde se va a laborar sea la disposición en anillo o interruptor y medio se encuentren cerrados.	
4	Comprobar el corte visible de los seccionadores externos donde se va a laborar sea la disposición en anillo o interruptor y medio.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	CAMBIO DE CABEZA GIRATORIA EN SECCIONADORES. UNA BAHÍA	TIEMPO EN MTO HORAS
5	Comprobar ausencia de tensión directamente sobre los equipos donde se va a laborar.	
6	Colocar tierras locales sobre el disyuntor y Seccionador adyacentes al Seccionador donde se va a laborar.	
7	Colocar escalera dieléctrica o andamio en la primera fase del Seccionador y proceder a soltar los conectores de los bajantes o barras.	
8	Desmontar los brazos donde van los contactos machos y hembras del Seccionador, se debe procurar marcar la posición.	
9	Desacoplar brazo de la cabeza giratoria retirando las grapas en U que lo sostienen a esta.	
10	Acoplar cabeza giratoria en buen estado los brazos que previamente fueron retirados.	
11	Con cepillo con cerdas de bronce o scotch brite frotar las superficies de conexión del conector y pieza de conexión de la cabeza giratoria, limpiar con trapo limpio y engrasar ligeramente con vaselina no ácida.	
12	Realizar mantenimiento a los contactos machos y hembras, aplicando varsol y luego grasa conductora recomendada por el cliente o el fabricante en capa delgada.	
13	Conectar los conectores de los bajantes o barras.	
14	Retirar puestas a tierra colocadas en el módulo.	
15	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
16	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
<b>NOTA:</b>	Tiempo estimado para realizar dicha labor	8

#### f) CAMBIO DE ASIENTOS GIRATORIO O RODAMIENTOS EN SECCIONADORES

ITEM.	CAMBIO DE LOS ASIENTOS GIRATORIOS O RODAMIENTOS EN SECCIONADORES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
-------	---	---------------------

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	CAMBIO DE LOS ASIENTOS GIRATORIOS O RODAMIENTOS EN SECCIONADORES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Comprobar enclavamiento eléctrico y mecánico en los seccionadores externos al módulo donde se va a laborar sea la disposición en anillo o interruptor y medio.	
3	Comprobar que los disyuntores del módulo donde se va a laborar sea la disposición en anillo o interruptor y medio se encuentren cerrados.	
4	Comprobar el corte visible de los seccionadores externos donde se va a laborar sea la disposición en anillo o interruptor y medio.	
5	Comprobar ausencia de tensión directamente sobre los equipos donde se va a laborar.	
6	Colocar tierras locales sobre el disyuntor y Seccionador adyacentes al Seccionador donde se va a laborar.	
7	Colocar escalera de tijera dieléctrica o andamio en la primera fase del Seccionador y proceder a soltar el conector del bajante o la barra.	
8	Desmontar el brazo donde van los contactos machos o hembras del Seccionador.	
9	Con estrobo de nylon (eslingas) asegurar el aislador soporte a la grúa y luego tensionarla un poco.	
10	Retirar las tuercas de los espárragos que aseguran el aislador a la base, teniendo la precaución de no ir a variar la distancia.	
11	Retirar el aislador soporte con la grúa y colocar este sobre maderos con el fin de no romper la porcelana.	
12	Retirar los tornillos que aseguran el eje al asiento giratorio del aislador de apoyo.	
13	A pulso o con la ayuda de diferencial instalado sobre el gancho de la grúa levantar cuidadosamente el eje, una vez afuera limpiarlo con trapo y ACPM aplicando luego grasa amarilla en abundancia.	
14	Retirar los retenedores que tienen el asiento giratorio y luego proceder a extraer los rodamientos de aguja o de bolas utilizando para este caso extractor de balineras.	
15	Retirar la grasa donde van alojados los rodamientos y aplicar en abundancia nuevamente grasa amarilla, proceder a montar rodamientos en buen estado, a	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	CAMBIO DE LOS ASIENTOS GIRATORIOS O RODAMIENTOS EN SECCIONADORES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
	la vez montar retenedores nuevos.	
16	Introducir nuevamente el eje y asegurar este al asiento giratorio del aislador de apoyo, comprobar que gire libremente.	
17	Montar el aislador de apoyo con la grúa y ajustar las tuercas a los espárragos.	
18	Comprobar el perfecto funcionamiento del Seccionador.	
19	Montar el brazo del Seccionador y colocar el conector o la barra.	
20	Retirar puestas a tierra colocadas en el módulo.	
21	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
22	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
<b>NOTA:</b>	Tiempo estimado para realizar dicha labor.	8

**g) MTO A DESARROLLAR EN TRANSFORMADORES DE POTENCIAL (PT)**

ITEM	MANTENIMIENTO A DESARROLLAR EN UN TRANSFORMADOR DE TENSION (TT).	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Verificar el enclavamiento eléctrico y mecánico del Seccionador de línea y puesta a tierra.	
3	Colocar puestas a tierra locales a los bajantes del TP donde se va a laborar.	
4	Colocar escalera o andamio en el Tp donde se va a laborar, se deben tomar las medidas de seguridad del caso al utilizar la escalera o el andamio, asegurando la primera al Tp y colocando a tierra el andamio .	
5	Retirar el conector superior del transformador de potencial con el fin de realizar mantenimiento al borne y al conector, utilizar Scotch brite y varsol o cepillo con cerdas de cobre.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM	MANTENIMIENTO A DESARROLLAR EN UN TRANSFORMADOR DE TENSIÓN (TT).	TIEMPO EN MTO HORAS
	<b>Nota 1:</b> El mantenimiento consiste en retirar la totalidad de la tornillería, cambiar la que se halle deteriorada, verificar el estado del bimetálico si lo tiene, limpiar el borne del PT y conectores aplicando luego capa delgada de grasa conductora recomendada por el fabricante o por el cliente.	
6	Limpiar el aislador con trapo y chequear: Estado de la porcelana, Unión entre el aislador y parte metálica, Unión entre caja de bornes y parte metálica, Tapón de drene, Verificar si los tornillos de apriete del PT están completos, conexiones a tierra, bornes secundarios del PT.	
7	Colocar bimetálicos, conectores y ajustar con torquimetro de acuerdo a la calidad y diámetro del tornillo.	
8	Retirar las puestas a tierra anteriormente colocadas.	
9	Retirar escaleras o andamio del TP.	
10	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
11	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
	Tiempo estimado para realizar esta labor	4

#### h) MTO A DESARROLLAR EN TRANSFORMADORES DE CORRIENTE (CT)

ITEM.	MANTENIMIENTO A DESARROLLAR EN UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (CT).	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Verificar el enclavamiento eléctrico y mecánico del Seccionador de línea y puesta a tierra.	
3	Colocar puestas a tierra locales a los bajantes del CT donde se va a laborar.	
4	Colocar escalera o andamio en el CT donde se va a laborar, se deben tomar las medidas de seguridad del caso al utilizar la escalera o el andamio, asegurando la primera al CT y colocando a tierra el andamio .	
5	Retirar los conectores superiores del transformador de corriente con el fin de realizar mantenimiento al borne y al conector, utilizar Scotch brite y varsol o cepillo con cerdas de cobre.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	MANTENIMIENTO A DESARROLLAR EN UN TRANSFORMADOR DE CORRIENTE (CT).	TIEMPO EN MTO HORAS
	<b>Nota 1:</b> El mantenimiento consiste en retirar la totalidad de la tornillería, cambiar la que se halle deteriorada, verificar el estado del bimetálico si lo tiene, limpiar el borne del CT y conectores aplicando luego capa delgada de grasa recomendada por el fabricante.	
6	Limpiar el aislador con trapo y chequear: Estado de la porcelana, Unión entre el aislador y parte metálica, Unión entre caja de bornes y parte metálica, Tapón de drene, Verificar si los tornillos de apriete del CT están completos, conexiones a tierra, bornes secundarios del CT.	
7	Colocar bimetálicos, conectores y ajustar con torquimetro de acuerdo a la calidad y diámetro del tornillo.	
8	Retirar las puestas a tierra anteriormente colocadas.	
9	Retirar escaleras o andamio del CT.	
10	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
11	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
	Tiempo estimado para realizar esta labor	4

#### i) MTO A DESARROLLAR EN DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN

ITEM	MANTENIMIENTO A DESARROLLAR EN DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN (DS).	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Verificar el enclavamiento eléctrico y mecánico del Seccionador de línea y puesta a tierra.	
2	Colocar puestas a tierra locales a los bajantes del DS donde se va a laborar.	
3	Colocar escalera o andamio en el DS donde se va a laborar, se deben tomar las medidas de seguridad del caso al utilizar la escalera o el andamio, asegurando la primera al DS y colocando a tierra el andamio .	
4	Retirar los conectores superiores del Descargador de sobretensión con el fin de realizar mantenimiento al borne y al conector, utilizar Scotch brite y varsol o cepillo con cerdas de cobre.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM	MANTENIMIENTO A DESARROLLAR EN DESCARGADORES DE SOBRETENSIÓN (DS).	TIEMPO EN MTO HORAS
	Nota 1: El mantenimiento consiste en retirar los conectores de los terminales de alta, limpiar las superficies con cepillo de cerdas de acero, aplicar fina capa de grasa conductora (Penetrox A13), cambiar la tornillería que se encuentre averiada, y reponer la faltante.	
5	Limpiar el aislador con trapo y chequear: Estado de la porcelana, Unión entre el aislador y parte metálica, conexiones a tierra.	
6	Retirar las puestas a tierra anteriormente colocadas.	
7	Retirar escaleras o andamio del PY.	
8	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
9	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
	Tiempo estimado para realizar esta labor	4

**j) MTTTO A BARRAJES EN CELDAS DE 13,8 KV**

ITEM.	MANTENIMIENTO AL BARRAJE EN CELDAS DE 13,8 KV EN UNA SUBESTACION DE MEDIA TENSION	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Aterrizar el barraje de 13,8 Kv correspondiente al tren de celdas.	
3	Verificar ausencia de tensión en cada uno de los cubículos de los disyuntores cada vez que se valla a laborar dentro de estos, se deberá utilizar la pértiga, el verificador de ausencia de tensión y los guantes dieléctricos.	
4	Limpiar utilizando trapo (scotch cocina) que no desprenda pelusa los contactos de la barra y con la aspiradora el cubículo del disyuntor, utilizar varsol y alcohol isopropilico para la limpieza.	
5	Retirar la totalidad de las tapas posteriores con el fin de dejar a la vista el barraje.	
6	Mantenimiento al barraje así: Ajuste de tornillería, cambio o reposición de esta, comprobar estado de aisladores soporte, limpieza de aisladores y barraje con alcohol isopropilico, limpieza total del barraje con trapo o aspiradora, terminado el mantenimiento normalizar la barra.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	MANTENIMIENTO AL BARRAJE EN CELDAS DE 13,8 KV EN UNA SUBESTACION DE MEDIA TENSION	TIEMPO EN MTO HORAS
7	Realizar prueba de resistencia de aislamiento al barraje contra tierra durante un minuto.	
8	Aplicar grasa conductora a los bornes de la barra donde llegan los contactos del disyuntor.	
9	Retirar puestas a tierra locales.	
10	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
	Tiempo estimado para realizar esta labor	8

**k) MTTTO A LOS ARMARIO DE MANDO A RESORTE EN INTERRUPTORES DE ALTA TENSION**

ITEM.	MANTENIMIENTO RUTINARIO A EFECTUAR SOBRE ARMARIOS DE MANDOS A RESORTE EN DISYUNTORES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Verificar estado de la calefacción del armario de mando.	
2	Comprobar que el armario no presente huecos por donde se puedan introducir animales, condenarlos en caso de existir.	
3	Comprobar estado de las juntas, en el caso de estar quebradizas o acusen fisuras proceder a cambiarlas.	
4	Comprobar el estado de la iluminación del armario, reemplazar la lámpara cuando esta halle averiada.	
5	Comprobar que la cerradura del armario se encuentre en perfectas condiciones, reparar en caso de hallarse en mal estado.	
6	Limpiar con brocha aislada las telarañas que se hallen dentro del armario y utilizar aspiradora.	
7	Ajustar la tornillería en las borneras del armario.	
	<b>Nota 1:</b> Cuando se valla a realizar algún mantenimiento en cualesquier interruptor con mando a resorte se deberá primeramente destensar el resorte y retirar la alimentación eléctrica del motor.	
8	Lubricar las partes móviles del mecanismo.	



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	MANTENIMIENTO RUTINARIO A EFECTUAR SOBRE ARMARIOS DE MANDOS A RESORTE EN DISYUNTORES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO HORAS
10	Verificar el correcto funcionamiento del motor que tensa el resorte.	
	Tiempo estimado para realizar esta labor	4

**I) MTTO A REALIZAR EN INTERRUPTORES AL VACIO Y MANDO A RESORTE A NIVEL DE 13,8 KV**

ITEM.	MANTENIMIENTO RUTINARIO A EFECTUAR EN INTERRUPTORES AL VACIO Y MANDO A RESORTE HASTA 15 KV.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Colocar el interruptor en posición de prueba estando este abierto.	
3	Bajar el taco de corriente continua que alimenta el motor que carga el resorte del disyuntor.	
4	Distensionar completamente el resorte maniobrando el disyuntor.	
5	Retirar del cubículo disyuntor al que se le va a realizar el mantenimiento, quitar plug de mando, anotar el número de maniobras del disyuntor.	
6	Retirar los seis (6) protectores cilíndricos de baquelita para realizar limpieza con scotch cocina y alcohol isopropilico, aplicar a los contactos grasa conductora recomendada por el fabricante o cliente (Penetrox A13, Burndy), terminado el mantenimiento volver a colocar los cilindros en la posición que se encontraron.	
7	Limpiar con alcohol isopropilico y scotch cocina los mandos de baquelita del interruptor y las tres (3) botellas de vacio (no se deben tocar con las manos) y los aisladores de cada una de las fases.	
8	En el tablero de control verificar que no existen fugas de aceite por la caja del reductor de velocidad, reapretar las borneras si las hay y verificar la conexión de los terminales a las diferentes bobinas de mando, realizar limpieza con brocha y aspiradora.	
9	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
	Tiempo estimado para realizar dicha labor	4

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**m) RELLENAR CON SF6 INTERRUPTOR CON MANDO A RESORTE**

ITEM.	LLENAR CON SF6 DISYUNTORES CON MANDO A RESORTE EL CUAL PRESENTA ALARMA POR PERDIDA DE GAS.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Comprobar enclavamiento eléctrico y mecánico en los seccionadores adyacentes al disyuntor donde se va a laborar.	
3	Comprobar el corte visible de los seccionadores adyacentes al disyuntor donde se laborará.	
4	Colocar tierras locales en polos del Seccionador lado del disyuntor donde se va a laborar.	
5	Se conectará el equipo de relleno a la botella de SF6 suministrada por el cliente, se debe verificar la presión de SF6 del interruptor a intervenir y la salida del equipo de relleno debe ser un poco mayor, antes deberá evacuarse el aire que tiene la manguera obturando la válvula que se va a acoplar al punto de llenado del interruptor.	
6	Inyectar el SF6 sea a través de equipo de llenado o directamente con botella utilizando regulador, se debe tener controlada la entrada del gas con el fin de evitar su congelamiento, este procedimiento se debe realizar lentamente.	
	<b>Nota 2:</b> Para el llenado de SF6 debe utilizarse la curva de carga recomendada por el fabricante y que por lo regular viene en el catálogo del disyuntor.	
7	Terminado de rellenar a la presión de funcionamiento recomendado por el fabricante se deberá Comprobar a través de detector de gas o solución jabonosa, la perfecta hermeticidad del disyuntor.	
8	Retirar puestas a tierra locales.	
9	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
10	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
	Tiempo estimado para realizar dicha labor	4

**n) PUNTOS DE INSPECCIÓN Y MTTOS EN INTERRUPTORES DE ALTA TENSIÓN**

ITEM.	PUNTOS DE INSPECCION Y MANTENIMIENTOS RUTINARIOS EN DISYUNTORES DE ALTA TENSION	TIEMPO EN MTO
-------	---	---------------

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	PUNTOS DE INSPECCION Y MANTENIMIENTOS RUTINARIOS EN DISYUNTORES DE ALTA TENSION	TIEMPO EN MTO
1	Limpiar el aislador con trapo y chequear: Estado de la porcelana, Unión entre el aislador y parte metálica, Chequear que no existen fugas de SF6 por bridas, tubería de gas, racores y cabeza del disyuntor.	
2	Realizar mantenimiento en conectores de alta así: Retirarlos limpiar con cepillos de cerdas de acero las superficies del terminal del disyuntor y el conector, aplicar luego grasa conductora y cambiar o reponer la tornillería faltante, ajustar luego con torquimetro.	
3	Verificar el sistema a resorte y anotar en planilla previamente diseñada, comparar los resultados con las suministradas por el fabricante.	
4	Verificar estado de: Calefacciones, empaquetadura del armario.	
5	Ajustar tornillería en las borneras del armario de mando.	
6	Comprobar con manómetro patrón la presión de SF6 anotar en planilla.	
7	Comprobar el estado de las conexiones de tierra del disyuntor, ajustar si es necesario.	
	Tiempo estimado para realizar dicha labor	4

**o) PROCEDIMIENTO PARA BAJAR RADIADOR EN TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA RETIRAR RADIADOR AVERIADO EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Comprobar el enclavamiento eléctrico y mecánico de los seccionadores del transformador.	
3	Comprobar ausencia de tensión.	
4	Aterrizar la totalidad de los devanados del transformador con tierras locales.	
5	Comprobar con manguera transparente el nivel del aceite en el transformador.	
6	Retirar pulso de disparo del relé Buchholtz.	
7	Retirar las platinas que aseguran el radiador a reparar con los adyacentes.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA RETIRAR RADIADOR AVERIADO EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
8	Retirar moto ventilador adosado a radiador.	
9	Colocar bolsa de compensación a la presión atmosférica.	
10	Cerrar válvulas del Buchholtz que comunican la cuba principal con el tanque de expansión.	
11	Desbloquear las válvulas tipo mariposa en las bridas donde se desmontara el radiador.	
12	Cerrar válvulas superior e inferior del radiador a ser reparado.	
13	Colocar caneca de 55 galones para almacenar aceite drenado al radiador.	
14	Retirar tapón inferior del radiador para drenar el aceite.	
15	Retirar lentamente el tapón superior del radiador.	
16	Evacuar la totalidad del aceite del radiador.	
17	Colocar grillete y estrobo de nylon en la oreja del radiador para retirarlo con grúa.	
18	Colocar el estrobo al gancho de la grúa dándole lazada doble y tensionándolo un poco.	
19	Retirar las ocho (8) tuercas que aseguran el radiador a la cuba principal.	
20	Colocar recipiente para recuperar el aceite que se derrame al retirar el radiador.	
21	Con la grúa retirar cuidadosamente el radiador para su posterior reparación.	
22	Colocar el radiador cuidadosamente sobre dos (2) tablas o listones de madera.	
23	Bloquear las válvulas tipo mariposa donde se retiro el radiador.	
24	Colocar flanches ciegos con empaquetadura recomendada por el fabricante en las bridas donde van las válvulas tipo mariposa de la cuba.	
25	Normalizar las platinas que aseguran el radiador con los adyacentes.	
26	Abrir las válvulas del relé Buchholtz que fueron cerradas con anterioridad.	
27	Cerrar válvula que coloca la bolsa de compensación a la presión atmosférica.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA RETIRAR RADIADOR AVERIADO EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
28	Comprobar con manguera transparente el nivel del aceite en el transformador.	
29	Si lo amerita reponer nivel de aceite con bomba eléctrica o manual por tapón superior ubicado en tanque de expansión.	
30	Purgar relé Buchholtz.	
	Conectar el pulso de disparo del relé Buchholtz.	
31	Retirar puestas a tierra locales colocadas en los devanados del transformador.	
33	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
34	Colocar en servicio el transformador de potencia.	
35	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
	<b>Nota 1:</b> Por ningún motivo las válvulas de los radiadores deben ser golpeadas.	
	Tiempo estimado para realizar dicha labor	4

**p) PROCEDIMIENTO PARA INSTALAR RADIADOR REPARADO EN TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA INSTALAR RADIADOR REPARADO O NUEVO EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Comprobar el enclavamiento eléctrico y mecánico de los seccionadores del transformador.	
3	Comprobar ausencia de tensión.	
4	Aterrizar la totalidad de los devanados del transformador con tierras locales	
5	Comprobar con manguera transparente el nivel del aceite en el transformador.	
6	Retirar el pulso de disparo del relé Buchholtz.	
7	Retirar las platinas que aseguran el radiador a reparar con los adyacentes.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA INSTALAR RADIADOR REPARADO O NUEVO EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
8	Colocar la bolsa de compensación a la presión atmosférica.	
9	Cerrar válvulas del Buchholtz que comunican la cuba principal con el tanque de expansión.	
10	Colocar recipiente para recuperar el aceite que se derrame al retirar los flanches ciegos de las bridas.	
11	Retirar los flanches ciegos de la cuba.	
12	Cambiar los empaques ubicados en las bridas de la cuba y el radiador, por empaquetadura recomendada por el fabricante, utilizando sellante compatible con aceite dieléctrico.	
13	El radiador a ser montado debe estar lo más cercano al transformador y montado sobre dos (2) maderos o listones.	
14	Colocar grillete en forma de D y estrobo de nylon en la oreja del radiador para ser izado con grúa.	
15	Colocar el estrobo al gancho de la grúa dándole doble vuelta e izándolo para montarlo en el transformador.	
16	Utilizar sellante compatible con aceite dieléctrico en las caras enfrentadas de los empaques en el radiador.	
17	Asegurar radiador a la cuba del transformador ajustando las ocho (8) tuercas, utilizando torquimetro, luego retirar estrobos y grillete del radiador.	
18	Abrir las válvulas del relé Buchholtz.	
19	Retirar el tapón superior del radiador.	
20	Desbloquear las válvulas tipo mariposa en las bridas donde se montará el radiador.	
21	Abrir válvula inferior del radiador para iniciar proceso de llenado, el tapón superior del radiador debe retirarse durante proceso de llenado para que salga el aire .	
22	Colocar el tapón superior del radiador cuando aparezca aceite de la cuba, limpiar con trapo posibles goteo de aceite sobre el radiador.	
23	Abrir válvula superior del radiador.	
24	Purgar el radiador instalado.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA INSTALAR RADIADOR REPARADO O NUEVO EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
25	Normalizar las platinas que aseguran el radiador con los adyacentes.	
26	Cerrar válvula que coloca la bolsa de compensación a la presión atmosférica.	
27	Comprobar con manguera transparente el nivel del aceite en el transformador.	
28	Purgar relé Buchholtz.	
29	Reponer nivel de aceite con bomba eléctrica o manual por tapón superior ubicado en tanque de expansión.	
30	Conectar el pulso de disparo del relé Buchholtz.	
31	Retirar puestas a tierra colocadas en los devanados del transformador.	
32	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
33	Colocar en servicio el transformador de potencia.	
34	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
	<b>Nota 1:</b> Por ningún motivo las válvulas de los radiadores deben ser golpeadas.	
	Tiempo estimado para realizar dicha labor	4

**q) PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA CAMBIO DE SILICAGEL EN TRANSFORMADOR DE POTENCIA**

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL CAMBIO DE SILICAGEL EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza especial al Centro Regional de despacho.	
2	Cerrar válvula situada sobre la tubería colectora de aire que viene del tanque de expansión hacia el recipiente de silicagel.	
3	Retirar los ángulos que soportan el vaso a la cuba del transformador.	
4	Retirar las tuercas tipo mariposa que aseguran el recipiente de silicagel a la brida.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL CAMBIO DE SILICAGEL EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
5	Colocar marcas en sentido longitudinal en las bridas de todos los vasos.	
6	Retirar las tuercas tipo mariposa que asegura los vasos entre sí.	
7	Retirar la silicagel deteriorada.	
8	Retirar los pernos que aseguran los vidrios a las bridas y limpiar cuidadosamente cada uno de los vasos.	
9	Cambiar la totalidad de los empaques en los recipientes donde se almacena la silicagel, por empaquetadura recomendada por el fabricante.	
10	Utilizar sellante compatible con aceite dieléctrico para aplicar a la empaquetadura con el fin de realizar sello hermético.	
11	Colocar nuevamente los pernos que aseguran los vidrios a las bridas.	
12	Cambiar la totalidad de la silica de los recipientes.	
13	Llenar hasta el nivel marcado con aceite nuevo el recipiente inferior del desecador de silicagel, previamente se habrá realizado mtto al vaso.	
14	Acoplar el desecador de silicagel a la brida de la tubería colectora de aire.	
15	Asegurar el vaso de silicagel a los ángulos soportes.	
16	Abrir válvula situada sobre tubería colectora de aire.	
17	Devolver libranza especial al Centro Regional de despacho.	
	<b>Nota 1:</b> Tener cuidado al ajustar las tuercas tipo mariposa ya que existe el peligro de romper los cilindros de vidrio que conforman los vasos del recipiente de silicagel.	
	<b>Nota 2:</b> Renovar la silicagel cuando en el recipiente superior exista todavía una capa de siete (7) centímetros de espesor de coloración azul.	
18	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
	Tiempo estimado para realizar dicha labor	4



		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**r) PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA CAMBIO DE BUJE EN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.**

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL CAMBIO DE BUJE EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
1	Solicitar libranza a Centro Regional de despacho.	
2	Comprobar el enclavamiento eléctrico y mecánico de los seccionadores del transformador.	
3	Comprobar ausencia de tensión.	
4	Aterrizar la totalidad de los devanados del transformador con tierras locales.	
5	Comprobar con manguera transparente el nivel del aceite en el transformador.	
6	Retirar pulso de disparo del relé Buchholtz.	
7	Cerrar válvula del relé Buchholtz que apunta al tanque de expansión.	
8	Abrir grifo de purga de aire del relé Buchholtz.	
9	Retirar flanche ciego a válvula de recirculación lado superior.	
10	Instalar acople en válvula de recirculación lado superior.	
11	Cuando el aceite se encuentre por debajo de los puntos de purga abrir estos.	
12	Con filtro prensa drenar aceite de la cuba hacia canecas de 55 galones en buen estado hasta que el nivel quede diez (10) cm por debajo del domo en el buje.	
13	Cerrar todos los puntos de purga abiertos para drenar el aceite, incluido el grifo del Buchholtz.	
14	Tomar la distancia del cuerno de descarga y luego retirarlo.	
15	Aislar el buje del terminal de alta.	
16	Retirar las conexiones que aterrizan la brida del buje a la cuba.	
17	Retirar el terminal superior del buje.	
18	Colocar pesca de nylon de ¼ al terminal de la bobina.	
19	Retirar tuerca y contratuerca del terminal de bobina, tener cuidado de no averiar el O ring.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL CAMBIO DE BUJE EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
20	Asegurar el buje con estrobos de nylon a los puntos de izamiento y luego al gancho de la grúa dando lazada doble y tensionándolo un poco.	
21	Retirar las tuercas que aseguran el buje al domo de la cuba.	
22	Al izar el aislador tomar las debidas precauciones para evitar que el buje golpee partes metálicas.	
23	Asegurarse de la correcta orientación del terminal de la bobina al izar el buje.	
24	Si el buje esta inclinado utilizar diferencial de cadena de acuerdo al peso de este, esto con el fin de darle el ángulo de salida.	
25	Proteger el cono del buje con protector metálico.	
26	El buje debe colocarse sobre maderos, teniendo la precaución de colocarlo con la mirilla hacia la parte superior y con ángulo de inclinación positiva.	
27	El buje nuevo debe amarrarse tal como se hizo con el fallado.	
28	Cambiar el empaque donde descansa el buje de acuerdo a la empaquetadura recomendada por el fabricante, aplicar sellante compatible con aceite dieléctrico.	
29	Levantar el buje apoyándose en el protector metálico.	
30	Darle el ángulo de entrada al buje utilizando el diferencial de cadena.	
31	Introducir la pesca para halar el terminal de la bobina.	
32	Colocar la tornillería que asegura el buje al domo.	
33	Retirar la pesca y colocar la tuerca y contratuerca al terminal superior.	
34	Retirar manilas de nylon, colocar cuernos de descarga confirmando la medida tomada al inicio del cambio.	
35	Limpiar con trapo la porcelana del buje.	
36	Abrir todos los puntos de purga en la tubería colectora superior y domos del transformador.	
37	Abrir válvula del relé Buchholtz que apunta al tanque de expansión.	
38	Cerrar los puntos de purga de la tubería colectora superior y domos del transformador al momento de aparecer el aceite.	

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

ITEM.	PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA EL CAMBIO DE BUJE EN UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA.	TIEMPO EN MTO HORAS
39	Normalizar válvula de recirculación lado superior.	
40	Colocar escalera doble aislada apoyada al tanque de expansión y asegurarla firmemente con manila.	
41	Retirar flanche ciego de la válvula inferior del tanque de expansión.	
42	Instalar acople en válvula inferior del tanque de expansión para introducir el aceite.	
43	Retirar tapón superior en tanque de expansión.	
44	Con la filtro prensa introducir el aceite a través del tanque de expansión.	
45	Terminado de introducir el aceite purgar domos, tubería colectora superior, bujes, relé Buchholtz.	
46	Colocar tapón superior en tanque de expansión.	
47	Colocar flanche ciego a la válvula inferior del tanque de expansión	
48	Purgar el relé Buchholtz, tubería colectora superior, domos y bujes.	
49	Retirar escalera doble aislada.	
50	Conectar pulso de disparo del relé Buchholtz.	
51	Retirar puestas a tierra colocadas en los devanados del transformador.	
52	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
53	Colocar en servicio el transformador de potencia.	
54	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
	<b>Nota 1:</b> Evitar que el buje golpee las partes metálicas y dar la orientación debida al terminal de la bobina.	
	<b>Nota 2:</b> Se deben tomar las medidas preventivas del caso para evitar que caigan elementos extraños al interior de la cuba del transformador.	
<b>NOTA:</b>	Tiempo estimado para realizar dicha labor	8

		Código:
	<b>MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA SUBESTACIONES ELÉCTRICAS RURALES</b>	Versión:
		Fecha:

**s) MTO RUTINARIO A LA PLANTA DIESEL DE UNA SUBESTACIÓN.**

ITEM.	MANTENIMIENTO RUTINARIO A DESARROLLAR EN PLANTAS DIESEL EN SUBESTACIONES DE ALTA TENSION.	TIEMPO EN MTO
1	Solicitar libranza especial a Centro Regional de despacho.	
2	Aislar eléctricamente la planta del resto de la Subestación, colocarla en manual y abrir el breaker que va hacia el tablero de servicios esenciales.	
3	Retirar el filtro de aire y cambiarlo de acuerdo a las horas trabajadas.	
4	Retirar el tapón inferior con el fin de drenar la totalidad del aceite de la planta, deberá cambiarse por aquel recomendado por el fabricante, retirar el filtro de aceite y cambiarlo por uno nuevo, chequear que no existan fugas por ninguna parte.	
	<b>Nota 1:</b> Cuando se valla a colocar el filtro de aceite este debe ser de las misma característica del retirado y debe llenarse de aceite al ir a instalarse.	
5	Retirar el Filtro de combustible y cambiarlo de acuerdo a las mismas características del original, llenar el repuesto con ACPM al momento de ser instalado, purgar el sistema con el bombín para retirar el aire que le halla penetrado al sistema.	
6	Tomar la densidad de la batería y el voltaje, reponer nivel de agua si es necesario, aplicar vaselina no ácida en bornes de la batería.	
7	Concluido el mantenimiento dar arranque a la planta durante cinco (5) minutos, pararla y luego verificar nuevamente el nivel del aceite.	
8	Normalizar los breakers que se bajaron y dejar la planta lista para entrar en servicio en automático.	
9	Devolver libranza a Centro Regional de despacho.	
10	Retirar todos los elementos utilizados en dicha labor y dejar el área completamente limpia.	
<b>NOTA:</b>	Tiempo estimado para realizar dicha labor	8