

# METODOLOGÍA PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN EL SELLADO DE TRANSFORMADORES CONECTADOS A LA RED EN LA EMPRESA CENS EPM S.A

*Autor: DANIEL GUSTAVO MOJICA BARAJAS Código: 21511616259*

*Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.*

*Programa Académico: Tecnología en Mantenimiento Electromecánico industrial*

*Universidad Antonio Nariño*

*Cúcuta*

*e-mail institucional autor: dmojica41@uan.edu.co*

*Director: ANTONIO GAN ACOSTA*

*e-mail institucional del director: antonio.gan@uan.edu.co*

**RESUMEN:** El objetivo del presente trabajo de grado, fue determinar la metodología adecuada para la aplicación en el mantenimiento correctivo del sellado de transformadores de potencia en aceite conectados a la red en la empresa CENS EPM S.A. Conjuntamente con las actividades pertinentes al mantenimiento correctivo de sellado, se analizan diferentes procedimientos y procesos útiles a la hora de realizar un mantenimiento correctivo en el sellado del transformador.

Los temas que se investigaron y estudiaron previo al análisis del mantenimiento preventivo y correctivo de sellado en un transformador de potencia en aceite, fueron los elementos constitutivos de esta clase de transformador, junto con los factores que producen un deterioro de su sistema de aislamiento y hermeticidad ya que un buen conocimiento de estos temas facilita tanto el desarrollo como la aplicación del programa de

mantenimiento del equipo.

Se realizaron visitas de campo a instalaciones de transformadores conectados a la red de CENS EPM S.A y se hizo un proceso de observación del procedimiento empleado en el mantenimiento correctivo del sellado del transformador y el conocimiento de los materiales empleados para esta labor; el trabajo de campo consistió en verificar todos los procedimientos de seguridad personal, ambiental y riesgo eléctrico que tiene implementados la empresa, desde el inicio del proceso por medio de una orden de trabajo para su revisión hasta realización total del mantenimiento.

La metodología se implementó con la socialización del instructivo diseñado, realizando charlas demostrativas donde se presentaron los procedimientos técnicos.

**PALABRAS CLAVE:** *Metodología, sellado, mantenimiento,*

***transformador, correctivo.***

***maintenance sealing, transformer, corrective***

**ABSTRACT:** The objective of this degree work was to determine the appropriate methodology for the application in the corrective maintenance of the sealing of power transformers in oil connected to the network in the company CENS EPM S.A. Together with the activities pertinent to the corrective maintenance of the sealing, different procedures and useful processes are analyzed when performing a corrective maintenance in the sealing of the transformer.

The issues that were investigated and studied prior to the analysis of the preventive and corrective maintenance of sealing in an oil power transformer were the constituent elements of this kind of transformer, together with the factors that produce a deterioration of its insulation and hermeticity system. since a good knowledge of these subjects facilitates both the development and the implementation of the equipment maintenance program.

Field visits were made to transformer facilities connected to the CENS EPM S.A network and a process of observation of the procedure used in the corrective maintenance of the transformer sealing and knowledge of the materials used for this work was carried out; The field work consisted of verifying all the personal safety, environmental and electrical risk procedures that the company has implemented, from the beginning of the process by means of a work order for its review until the total maintenance is carried out.

The methodology was implemented with the socialization of the designed instructions, conducting demonstrative talks where the technical procedures were presented

**KEY WORDS: *Methodology,***

## **INTRODUCCIÓN**

Un transformador con su sistema de aislamiento y su hermeticidad adecuadamente mantenido, será capaz de soportar de una mejor manera problemas como: sobre voltajes debido a maniobras o a descargas atmosféricas, cortocircuitos internos, entre otros. Por lo anterior, se considera el mantenimiento correctivo de sellado del transformador de suma importancia debido a que uno de los factores que afectan al deterioro del sistema de aislamiento de un transformador aislado en aceite es el derrame o fugas del mismo.

En cuanto a información específicamente sobre el tema a tratar existe información exclusiva del fabricante de los epoxicos y limpiadores, pero trabajos de investigación no se encontraron en la red ni en la biblioteca de la empresa CENS EPM S.A., existe información de manuales de mantenimiento de forma general.

Es de suma importancia contar la información de la metodología diseñada mediante un instructivo para el mantenimiento correctivo en el sellado de transformadores conectados a la red en la empresa CENS EPM S.A debido a que no existía un manual de procedimiento específico para tal labor.

Se viene realizando la labor de mantenimiento mediante una orden de trabajo para una inspección o revisión y determinar si se puede realizar el correctivo sin necesidad de bajar el transformador o de lo contrario, se debe reemplazar para ser llevado al taller de mantenimiento y realizar en piso el correctivo.

Cuando el resultado de la inspección

indica que se puede aplicar el sellante en sitio, se debe utilizar el carro canasta siguiendo toda la normatividad y protocolos de seguridad, así mismo al momento de aplicar el sellante se realizaba en forma empírica porque no estaba implementado un protocolo en cuanto al desarrollo del procedimiento, el técnico lo lleva a cabo basado en conocimiento entregado por el fabricante del producto.

El entorno técnico, físico y elementos básicos empleados en el trabajo se desarrollaron mediante los conocimientos adquiridos en la carrera por el estudiante proponente del proyecto.

## I. MARCO TERORICO

La realización de este trabajo integral se fundamentó en la investigación aplicada con el análisis de la información consultada y recopilada en la empresa CENS S.A E.S.P con referencia a las especificaciones técnicas utilizadas en el mantenimiento de sellado de los transformadores conectados a la red de media tensión, características físicas y químicas de los componentes utilizados en el mantenimiento de sellado de transformador.

Se llevó a cabo un estudio de las especificaciones técnicas, propiedades físicas y químicas de los componentes usados en el sellamiento de fugas de aceite en transformadores conectados a la red.

### **Componentes para el sellado de transformadores conectados a la red.**

Los componentes utilizados en el mantenimiento del sellado de transformadores conectados a la red de CENS EPM S.A. de la ciudad de Cúcuta, son los siguientes:

- Disolvente Type HP-35LF Power Patch.
- Masilla Polywater Putty Stick.
- Sellador Polywater Power Patch

### **Disolvente Type HP-35LF Power Patch.**

El limpiador/desengrasador universal HPO es un solvente formulado especialmente para la limpieza industrial en el mantenimiento de equipos. Reemplaza los compuestos que disipan el ozono como los CFC's, tricloroetano y otros solventes con cloro carcinogénicos. El HPO limpia efectivamente mugres industriales, grasas, fluidos lubricantes, silicón, alquitranes, adhesivos, y fluxes.

Seguridad. El limpiador universal HPO. Tiene un bajo nivel de toxicidad. A diferencia del tricloroetano, no se convierte rápidamente en vapores. Como cualquier solvente, se debe de tener una ventilación suficiente para mantener los vapores en niveles seguros. El uso del aerosol libera cantidades mayores al aire que el enjuague o la inmersión. El limpiador/desengrasante HPO es un líquido combustible, pero con un alto punto de encendido. No se debería utilizar para la limpieza en altas temperaturas o expuesto al fuego o llama. Se debería emplear las seguras prácticas higiénicas industriales y las precauciones apropiadas durante su uso. Vea MSDS para más detalles específicos.

### **Propiedades físicas:**

- a. Punto de Encendido (ASTM D 93) >141°F/>61°C
- b. Punto Inicial de Ebullición 365°F/185°C
- c. Gravedad Específica 0.79
- d. Resistencia Dieléctrica (ASTM D877) >40 KV
- e. Índice KB 33

- Índice Relativo de Evaporación Medio
- Residuo (ASTM D 2369) < 100 ppm
- Contenido de Agua (ASTM D1533B) < 50 ppm

Fig 1. Disolvente Type HP-35LF Power Patch



Fuente: Ficha técnica American Polywater.

### Regulaciones internacionales y nacionales:

- No es adelgazador del ozono y no está sujeto a las regulaciones de Limpieza del aire.
- Aprobado por la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) y la MSHA (Administración de Salud y Seguridad Minera).
- Registrado con la TSCA (Ley de control de sustancias toxicas de estados unidos) en los E.E.U.U. y la DSL en Canadá.
- No registrado como químico tóxico por SARA 313 (formulario para el reporte de sustancias químicas). No requiere su registro.
- No registrado como contaminante del aire (HAP).
- No regulado para su transportación terrestre.

### Masilla Polywater Putty Stick. El sistema sellador PowerPatch.

Proporciona una reparación de fugas "en el campo" rápida y eficaz para transformadores y otros equipos eléctricos con aislamiento de gas y aceite.

Fig 2. Polywater Putty Stick



Fuente: Ficha técnica American Polywater.

El PowerPatch Putty Stick repara las fugas activas con una masilla compuesta por dos partes que vienen en una barra donde hay un componente interno y uno externo los cuales se combinan amasándolos directamente con la mano y creado una barra o cordón para su aplicación, la aplicación de la masilla esta seguida de un sellador fuerte y duradero. PowerPatch Putty Stick proporciona protección permanente para los equipos activos esenciales de la red eléctrica. Es un sistema listo para el campo e incluye todos los materiales necesarios para sellar fugas de gas y aceite de aislamiento eléctrico. Se adhiere al polietileno, plomo, aluminio, cerámica y acero.

### Sellador Polywater Power Patch.

Es el sellador fuerte y duradero que se aplica después de la masilla para proporcionar una protección permanente en la fuga de aceite reparada.

Fig 3. Sellador Polywater Power Patch.



Fuente: Ficha técnica American Polywater.

### Características del producto:

- Reparación rápida: detiene las fugas activas sin apagar el equipo.
- Conveniente: Sella las fugas activas en minutos. También elimina el "embolsado" de los transformadores durante tránsito.
- Resiliencia: el sello es resistente a los rayos UV y a la intemperie para durabilidad a largo plazo.
- Alta adherencia: se adhiere a numerosos tipos de metales, porcelana y materiales de caucho.
- Químicamente inerte: no afectará a los aceites, sólidos aislamiento u otro equipo.

El sellador PowerPatch no es conductor. La propiedad dieléctrica se probó en fábrica con un voltaje y frecuencia de

### Pruebas eléctricas:

**Pruebas eléctricas:** 2000 voltios / segundo en 3 electrodos tipo circulares con 0,25 pulgadas de diámetro. Todas las pruebas se realizaron en aislamiento de aceite para evitar descargas eléctricas.

### Propiedades físicas:

El sellador PowerPatch es un gel espeso de compuesto por 2 partes que se viene listo para mezclar y usar con el aplicador Cuadro 1. Propiedades físicas

PROPIEDADES	PARTE A	PARTE B
Color	Negro	Blanco
Forma	Gel espeso	Gel espeso
Contenido de VOC	0 g/l	0 g/l
Gravedad específica	1.7	1.4

### Pruebas eléctricas:

El sellador PowerPatch no es conductor. La propiedad dieléctrica se probó en fábrica con un voltaje y frecuencia de 2000 voltios / segundo en 3 electrodos tipo circulares con 0,25 pulgadas de diámetro. Todas las pruebas se realizaron en aislamiento de aceite para evitar descargas eléctricas.

Esta prueba mostró muy pocos cambios en la calidad del aceite. De acuerdo al IFT (Tensión interfacial) y el dieléctrico del aceite de muestra donde los valores son mayores de 35%, el valor de neutralización es inferior a 0,03, y el factor de potencia es inferior al 0,8%. Los resultados son considerados aceptables por los expertos de la industria de transformadores.

### Kit del sistema de reparación de fugas PowerPatch.

El kit para la reparación de fugas está compuesto por:

- 2 cartuchos PowerPatch® de 2 partes con 4 mezcladores estáticos
- 2 Barras de masilla (1-3 / 4 pulg / 44 mm)
- 8 toallitas de limpieza y preparación Type RP™
- 1 tira de papel de lija de 24 pulg / 61 cm
- 4 paletas de aplicación

f. El limpiador o disolvente Type HP-35LF Power Patch debe adquirirse por separado.

### **Protocolos de seguridad y actividades del manual instructivo de operación del carro canasta de la Empresa CENS EPM S.A.**

Se procedió a realizar El análisis al instructivo del carro canasta dejando como evidencia un resumen de los protocolos que se van a utilizar en el mantenimiento del sellamiento de transformadores conectados a la red eléctrica de distribución.

De acuerdo al mantenimiento de sellado de transformadores conectados a la red, se analizaron los protocolos que afectan directamente el procedimiento, como los elemento químicos que se van a usar en el proceso de sellado como el limpiador o disolvente Type HP-35LF Power Patch

### **Medidas de Primeros Auxilios.**

Durante el uso del disolvente si por algún motivo se produce un accidente siga los siguientes pasos:

Ingestión:

- No induzca el vómito.
- Enjuague la boca con agua.
- Nunca suministre nada oralmente a una persona inconsciente.
- Llame al médico.
- Si el vómito ocurre espontáneamente, coloque a la víctima de costado para reducir el riesgo de aspiración

Inhalación:

- Traslade a la víctima y procúrele aire limpio.
- Manténgala en calma.

- Si no respira, suminístrele respiración artificial.
- Llame al médico.

Contacto con la piel:

- Lávese inmediatamente después del contacto con abundante agua y jabón, durante al menos 15 minutos.
- Quítese la ropa contaminada y lávela antes de reusar.

Contacto con los ojos:

- Enjuague inmediatamente los ojos con agua durante al menos 15 minutos, y mantenga abiertos los párpados para
- garantizar que se aclara todo el ojo y los tejidos del párpado.
- Enjuagar los ojos en cuestión de segundos es esencial para lograr la máxima eficacia.
- Si tiene lentes de contacto, quíteselas después de los primeros 5 minutos y luego continúe enjuagándose los ojos.
- Consultar al médico.

### **Efectos por exposición**

Contacto ocular:

- El contacto con los ojos puede causar irritación severa.
- Si no se lava con prontitud, ocasiona daño a los tejidos, y podría ser permanente.

### **Contacto dérmico:**

- Puede causar irritación de la piel, especialmente si la exposición es prolongada y/o repetida.

### **Inhalación:**

- Vapores originados por calentamiento o en áreas poco ventiladas puede causar irritación en nariz y garganta

### **Ingestión:**

- Puede causar irritación de boca, garganta y estómago.
- Puede provocar náuseas, diarrea, vómitos.
- Indicación de toda atención médica y de los tratamientos especiales que deban dispensarse inmediatamente.

### **Medidas de lucha contra incendios.**

Aunque los elementos utilizados no son explosivos ni dados a la combustión se tomó este ítem porque se maneja el aceite dieléctrico en caso de fugas.

En caso de incendio e debe manejar la situación de acuerdo al manual de funciones del carro canasta.

### **Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental.**

Se tiene en cuenta este ítem por posibles accidentes en el vertimiento de aceite.

### **Elementos de protección personal EPP.**

- Equipo de protección respiratoria.
- Equipo de protección ocular.
- Equipo de protección dérmica.

### **Ubicación ideal del vehículo "carro canasta".**

Ubicar el vehículo "carro canasta" en el área de trabajo para garantizar la correcta ejecución de las actividades y la seguridad del equipo de trabajo.

Se debe seguir el protocolo indicado en el manual para el manejo del carro canasta para este tipo de trabajo.

### **Aplicar las 5 Reglas de Oro**

- Realizar corte visible y efectivo de la fuente de tensión.
- Realizar condensación, bloqueo de la fuente de tensión.
- Verificar Ausencia de tensión con un detector de tensión acorde al nivel de tensión, verificando previamente el estado operativo y ajuste antes, durante y después de ser utilizados, se debe verificar ausencia de tensión en corriente continua y alterna.
- Instalar puesta a tierra y cortocircuitar (instalar primero el extremo de la puesta a tierra al cable de puesta a tierra más cercano, si este está corroído se debe gratar previamente, luego proceder a instalar el otro extremo de la puesta a tierra al equipo a aterrizar).
- Señalizar y delimitar la zona de trabajo y los tableros a intervenir, instalando cintas y letreros en las áreas que no van a ser intervenidas.

Las cinco reglas de oro están inmersas dentro del instructivo diseñado.

### **Implementación del instructivo diseñado**

Para la implementación de la metodología para el mantenimiento correctivo en el sellado de transformadores conectados a la red en la empresa CENS EPM S.A. se realizaron trabajos de campo ejecutando pruebas piloto que permitieron la caracterización los lineamientos para el diseño del instructivo.

Se realizó la prueba en terreno y se hizo un video y material fotográfico.

Se siguieron los pasos desde la ubicación del carro canasta.

Material fotográfico del trabajo en campo.

Fig. 4 Proceso de sellamiento a transformadores conectados a la red.



Fuente: autor del proyecto.

### **Diseño del instructivo.**

Se tomaron en cuenta todos los análisis realizados a los sistemas de SST empleados en el carro canasta como equipo principal para el desarrollo de esta tarea.

Se diseñó el cuerpo de trabajo para el montaje del instructivo de acuerdo a la importancia en la secuencia de las tareas asignadas para la operación, mediante el siguiente orden:

- OBJETIVO GENERAL.

- ALCANCE DEL INSTRUCTIVO.
- DEFINICIONES.
- REFERENCIA, NORMAS Y GUÍAS UTILIZADAS.
- EQUIPOS Y HERRAMIENTAS.
- FACTORES DE SEGURIDAD.
- ALISTAMIENTO.
- DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS PARA LA REVISIÓN O MANTENIMIENTO DE SELLADO.
- COMPONENTE AMBIENTAL.

### **Procedimiento de socialización del instructivo.**

Se realizó una socialización con los compañeros de la empresa explicando los pasos técnicos para desarrollar la labor de sellado en y transformadores.

Fig. 4 Proceso de sellamiento a transformadores conectados a la red.



Fuente: autor del proyecto.

Se realizó una encuesta a los participantes por medio de un formulario de google.

Con 11 participantes.



## Resultados de la encuesta

### Gráfica Pregunta 1

Participo de la socialización del procedimiento del sellado a transformadores.  
11 respuestas

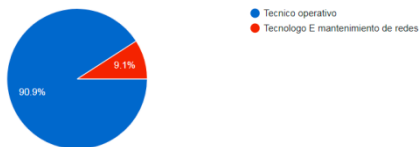


La participación fue 100% de los 11 participantes.

### Gráfica Pregunta 2

Trabajo que desempeña en la empresa

Si su cargo tiene funciones técnicas responda en que área de las siguientes se desempeña  
11 respuestas

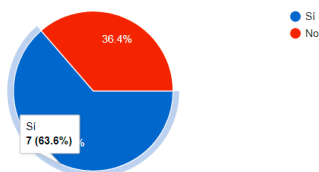


Un 90% de los participantes tiene cargo operativo.  
10% tecnólogos de mantenimiento en redes.

### Gráfica Pregunta 3

Conocimiento del proceso de sellado a transformadores conectados a la red

¿tiene Ud algún tipo de formación o experiencia en el mantenimiento de sellado de transformadores conectados a la red?  
11 respuestas



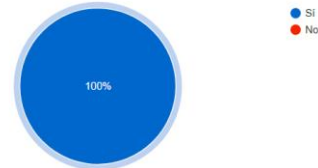
Un 64% tienen experiencia en el mantenimiento de sellado de transformadores conectados a la red,

adquirida con el trabajo diario.

### Gráfica Pregunta 4

Conocimiento de las normas de seguridad

¿Esta de acuerdo que el procedimiento presentado cumple con todas las normas de seguridad eléctrica, protección personal y medio ambiente?  
11 respuestas

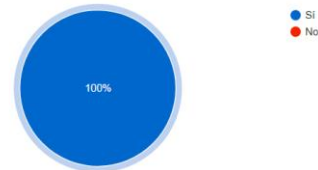


El 100% de los participantes tiene conocimientos de las normas de seguridad.

### Gráfica Pregunta 5

Conocimiento de las normas de seguridad

¿Esta de acuerdo que el procedimiento presentado cumple con todas las normas de seguridad eléctrica, protección personal y medio ambiente?  
11 respuestas

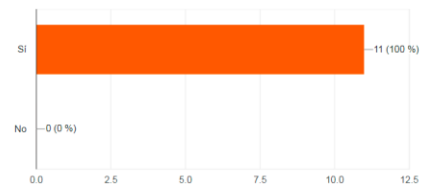


Un 100% está de acuerdo con los procedimientos diseñados ya que cumplen con todas las normas.

### Gráfica Pregunta 6

Conocimiento y experiencia del proceso de sellado a transformadores conectados a la red

¿Aplicaría usted el instructivo para realizar el mantenimiento de sellado de transformadores conectados a la red?  
11 respuestas



El 100% está de acuerdo en aplicar el instructivo.

De acuerdo a los resultados de la

encuesta se dio una aceptación total por parte de los técnicos operativos asistentes a la capacitación, lo cual nos indica que el diseño del instructivo cumple con todos los protocolos y normas de seguridad eléctrica, personal y ambiental establecidos para este tipo de trabajos.

## **II. RESULTADOS DEL PROYECTO**

Como primer resultado del proyecto se tiene la recopilación de la información técnica de los epoxicos usados en el mantenimiento y la cual queda consignada en el presente trabajo.

El resultado general del trabajo es el instructivo mantenimiento correctivo del sellado de transformadores de potencia en aceite conectados a la red en la empresa CENS EPM S.A.

Ver Anexo A

## **III. CONCLUSIONES**

La realización del proyecto me permitió conocer las propiedades de los elementos químicos que manipulo a

diario con mi trabajo de sellamiento y de los cuales desconocía sus propiedades.

El proyecto me llevo a realizar un estudio detallado de todos los protocolos de seguridad que tiene la empresa en sus procesos de operación, esto fue para mí una realimentación que fortaleció mis conocimientos en esta área.

La implementación del instructivo me ayudo a conocer las fortalezas de mis compañeros y tener de primera mano sus experiencias que aportaron al diseño del instructivo.

#### IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Biddle Instruments. Manual on Electrical Insulation testing for the practical man. PA. 19422

CENS EPM S.A. (2016). Manual de instructivos operativos, carro canasta, proceso de mantenimiento del sistema de transmisión y distribución.

NTC 2050. Reglamento Técnico de Instalaciones eléctricas RETIE.

Type HP™ Electrical Cleaner/Degreaser, Environmental Statement, August 2010.

NAVARRO DIAZ, Juan. (2004). Técnicas de Mantenimiento Industrial. Calpe Institute technology.

Universidad de Oriente Núcleo de Bolívar. Escuela de Ciencias de la Tierra. Departamento de Ingeniería Industrial. Ibíd.

 <p><b>UAN</b> UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO CÚCUTA</p>	<p><b>UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO</b> SEDE CUCUTA</p>	 <p><b>CENS</b> Una empresa <b>epm</b></p>
---	--	---

# **METODOLOGÍA PARA EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO EN EL SELLADO DE TRANSFORMADORES CONECTADOS A LA RED EN LA EMPRESA CENS EPM S.A**

**DANIEL GUSTAVO MOJICA BARAJAS**

**UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA, ELECTRÓNICA Y BIOMÉDICA  
PROGRAMA DE TECNOLOGÍA EN MANTENIMIENTO  
ELECTROMECAÁNICO INDUSTRIAL  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA**

**2021**

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	
TABLA DE ILUSTRACIONES.....	
1	OBJETIVO GENERAL ..... 13
2	ALCANCE DEL INSTRUCTIVO ..... 13
3	DEFINICIONES..... 13
4	REFERENCIA, NORMAS Y GUÍAS UTILIZADAS..... 14
5	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS..... 15
6	FACTORES DE SEGURIDAD ..... 15
7	ALISTAMIENTO ..... 17
8	DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS ..... 17
9	COMPONENTE AMBIENTAL ..... 20



### OBJETIVO GENERAL

Verificar las condiciones en las que se encuentra el equipo transformador conectado a la red, bien sea para mantenimiento preventivo de sellado por fugas de aceite o para cambio total.

### ALCANCE DEL INSTRUCTIVO

El alcance de este instructivo describe las actividades de pruebas eléctricas y revisión a realizar a un transformador conectado a la red, para mantenimiento preventivo con el sellado por fugas de aceite de acuerdo a las normas Internacionales, Nacionales y recomendaciones dadas por el fabricante.

### DEFINICIONES

-  **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.
-  **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.

- ✚ **Peligro:** Situación, fuente o acto que puede causar daño al (os) trabajador (es) o la(s) organización(es).
- ✚ **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.
- ✚ **Tarjeta de seguridad:** Aviso escrito y predeterminado que se utiliza para confirmar el aislamiento de una planta, equipo o sistema eléctrico.
- ✚ **Energización:** Suministrar tensión a un equipo o elemento eléctrico.
- ✚ **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.
- ✚ **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.
- ✚ **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.
- ✚ **Puesta a tierra:** Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados.

## REFERENCIA, NORMAS Y GUÍAS UTILIZADAS

1. ANSI C57.12.10-1997 American National Standard for Transformers—230 kV and Below  
833 / 958 through 8333 / 10 417 kVA, Single-Phase, and 750 / 862 through 60 000 / 80 000 / 100 000 kVA, Three-Phase Without Load Tap Changing; and 3750 / 4687 through 60 000 / 80 000 / 100000 kVA with Load Tap Changing— Safety Requirement
2. ANSI C57.12.51-1981 American National Standard Requirements for Ventilated Dry-Type Power Transformers, 501 kVA and Larger, Three-Phase, with High-Voltage 601 to 34 500 Volts, Low-Voltage 208Y/120 to 4160 Volts
3. ANSI/IEEE C57.12.00-1987, American National Standard General Requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.

4. ANSI/IEEE C57.12.01-1979, American National Standard General Requirements for Dry-Type Distribution and Power Transformers.
5. ANSI/IEEE C57.12.90 -1987 American National Standard test code for liquid-immersed distribution, power and regulating transformers and guide for short-circuit testing of distribution and power transformers.
6. Manual del kit de sellado entregado por el fabricante.

## EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los equipos de pruebas disponibles para la realización de pruebas y revisión en un transformador conectado a la red son los siguientes:

- ✚ Equipo de prueba para medir tensión y corriente.
- ✚ Equipo de seguridad EPP
- ✚ Equipo para desconexión Pértiga o Load Buster.
- ✚ Equipos y herramientas de mano de la cuadrilla.
- ✚ Equipo de trabajo en alturas.
- ✚ Carro canasta.
- ✚ Equipo para derrames de aceite, protección medio ambiente.

## FACTORES DE SEGURIDAD

En la ejecución de las actividades que involucren riesgo eléctrico (arco o choque eléctrico) en corriente alterna y continua se deben de utilizar los elementos de protección personal (botas dieléctricas, overol ignifugo, casco dieléctrico y mono gafas con protección uv, monja ignifuga, guantes), demarcar tableros y cargadores con cinta roja y negra denotando que se encuentran en servicio acorde al instructivo de señalización y demarcación de áreas.

Tabla 1. Factores de seguridad.

NORMAS DE SEGURIDAD	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN
<p>El personal destinado para realizar este tipo de actividad debe seguir las siguientes normas de seguridad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Uso de EPP para riesgo eléctrico y mecánico.</li> <li>✓ Demarcar el área de trabajo.</li> <li>✓ Demarcar módulos con cinta roja negra</li> <li>✓ Descargo de trabajo.</li> <li>✓ Certificado de pruebas guantes dieléctricos.</li> <li>✓ Certificado de pruebas tapete dieléctrico.</li> <li>✓ Certificado de calibración de los equipos de pruebas.</li> <li>✓ Protocolo de entrega de zona protegida.</li> <li>✓ Realizar el Aro, indicaciones diarias, permiso de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Casco Dieléctrico.</li> <li>✓ Overol ignifugo.</li> <li>✓ Guantes de vaqueta.</li> <li>✓ Guantes ignifugos.</li> <li>✓ Monja ignifuga.</li> <li>✓ Tapete dieléctrico.</li> <li>✓ Herramienta aislada.</li> <li>✓ Arnes dieléctrico</li> <li>✓ Eslinga de posicionamiento</li> </ul>

<p>eléctrico, permiso alto riesgo, cinco reglas de oro para equipo de pruebas.</p> <p>✓ Inspección pre operacional de herramienta, inspección de equipos para trabajo en altura, inspección pre operacional escaleras.</p> <p><u>Aplicar las 5 Reglas de Oro :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar corte visible y efectivo de la fuente de tensión.</li> <li>2. Realizar condensación, bloqueo de la fuente de tensión.</li> <li>3. Verificar Ausencia de tensión con un detector de tensión acorde al nivel de tensión, verificando previamente el estado operativo y ajuste antes, durante y después de ser utilizados, se debe verificar ausencia de tensión en corriente continua y alterna.</li> <li>4. Instalar puesta a tierra y cortocircuitar (instalar primero el extremo de la puesta a tierra al cable de puesta a tierra más cercano, si este está corroído se debe gratar previamente, luego proceder a instalar el otro extremo de la puesta a tierra al equipo a aterrizar).</li> <li>5. Señalizar y delimitar la zona de trabajo y los tableros a intervenir, instalando cintas y letreros en las áreas que no van a ser intervenidas.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Eslinga en Y</li> <li>✓ Kit para trabajo en alturas.</li> <li>✓ Kit de rescate en alturas.</li> <li>✓ Juego de tierras portátiles</li> <li>✓ Detector de tensión.</li> <li>✓ Pértica.</li> <li>✓ Guantes dieléctricos IV.</li> <li>✓ Careta Dielectrica.</li> </ul>
--	--

Adicionalmente tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Determinar condiciones técnicas y atmosféricas requeridas para la seguridad de las labores a ejecutar en los sitios de trabajo.
- Realizar la charla técnica con el grupo de trabajo identificando todos los posibles riesgos.
- El personal debe tener los EPP en buen estado (realizar inspección previa por el jefe de grupo) para trabajos en subestaciones eléctricas.
- El personal debe respetar el área de demarcación y solo trabajar dentro de la misma
- El personal debe conocer los riesgos que se deben tener al trabajar con equipos de alta tensión y que deben respetar dichas normas.
- La cuadrilla debe contar con un vehículo asignado para los trabajos en casos de emergencia, además debe contar con botiquín de primeros auxilios y Camilla.
- Si trabajan con escaleras (dieléctricas) para acceder al equipo estas deben estar aseguradas en su parte superior por medio de una manila
- El personal debe encontrarse en perfectas condiciones técnicas, síquicas y físicas para el buen desempeño de los trabajos a ejecutar.
- Los cables de inyección y accesorios para las pruebas se deben subir y bajar con manilas (ayudadores) las cuales están asegurados al arnés del personal que ésta desarrollando la labor.
- Los equipos deben cargarse entre dos personas, evitando malas posturas
- Las pruebas a ejecutar las debe realizar únicamente personal calificado.



## ALISTAMIENTO

En las etapas previas a la realización de las pruebas o revisión del transformador se debe llevar a cabo los alistamientos determinando los equipos de prueba a utilizar, elementos de protección personal y colectiva, cantidad de personal, llevar a cabo la logística para el traslado de dichos elementos y del recurso humano hasta el lugar donde se van a llevar a cabo la revisión y las pruebas o mantenimiento correctivo del sellamiento.

## MEDIDAS PREVIAS

- ✚ Realizar un análisis de riesgos adecuado (Formato ARO) para identificar los impactos ambientales de acuerdo a las actividades.
- ✚ Socializar los impactos identificados en el análisis de riesgos por oficio (ARO).
- ✚ Establecer medidas de control para prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales significativos en las actividades.
- ✚ Gestionar los recursos para controlar los impactos ambientales identificados (Kit de derrames, punto ecológico, entre otro poseer los elementos de protección personal para realizar mitigación de los impactos ambientales.

## PLAN DE EMERGENCIA

Para la ejecución de las labores se debe tener en cuenta los recursos necesarios para la atención de emergencias, así como los lineamientos establecidos en el Plan de Emergencias Particular para cada proyecto. Se deberá revisar como mínimo la disponibilidad de los siguientes elementos:

- ✚ Botiquín de primeros auxilios, completo, en caso de uso, perdida o vencimiento de elementos reportar al área encargada para su reposición.
- ✚ Camilla.
- ✚ Tablero operativo diligenciado.
- ✚ Extintor, la disponibilidad estará sujeta al tipo de labor a realizar.
- ✚ Vehículo con conductor disponible de forma permanente, mientras la cuadrilla de trabajo se encuentre realizando labores de montaje. El vehículo debe encontrarse siempre en posición de salida.
- ✚ Listado de centros médicos por subestación, e indicar en el tablero operativo de la cuadrilla el centro médico más cercano (dirección y teléfono)
- ✚ Disponibilidad de teléfono celular corporativo para el reporte oportuno de cualquier situación de emergencia.

## RECOMENDACIONES PARA EL PERSONAL DE PRUEBAS

- ✚ Revise el buen estado de todos sus elementos de protección para trabajo de riesgo eléctrico.
- ✚ Asegúrese que se cumplan las cinco reglas de oro.
- ✚ Establezca las condiciones técnicas y atmosféricas requeridas para la seguridad del Instructivo.
- ✚ Asegúrese de llevar al sitio de trabajo los equipos, herramientas y material necesario.
- ✚ Todo el personal debe portar la dotación y Elementos de Protección Personal (EPP) necesarios para ejecución de las pruebas.
- ✚ El personal no debe portar ningún elemento metálico, anillos, cadenas, reloj, hebillas metálicas entre otros.
- ✚ Todo el personal debe respetar el área de demarcación y no salir de ella.
- ✚ Todo el personal debe participar en la identificación de los riesgos, y en el establecimiento de las medidas de control, y asegurar su cumplimiento durante la ejecución de las labores.
- ✚ Adoptar posturas correctas tanto para la ejecución del trabajo como para el levantamiento de cargas, utilizar ayudas mecánicas cuando el peso a levantar exceda los 25 kg.
- ✚ Seguir los lineamientos establecidos en los procedimientos y programas para trabajo seguro en alturas, uso de escaleras, equipos de alturas, andamios entre otros.
- ✚ Use la herramienta apropiada para cada tarea.
- ✚ Mantener las zonas de desplazamiento libres de cualquier obstáculo (herramientas, equipos, materiales, entre otros), establecer zonas de acopio o almacenamiento correctamente señalizados y demarcados.
- ✚ El personal se deben encontrar en perfectas condiciones técnicas, síquicas y físicas para el desempeño de la labor encomendada.
- ✚ Revisar continuamente los elementos de protección para que sepa reconocer cuál es el momento de solicitar la reposición.
- ✚ Una vez finalizados los trabajos o al finalizar la jornada laboral, todo el personal debe dejar la zona de trabajo ordenada.

## **TRABAJO CON RIESGO ELECTRICO**

En las actividades de pruebas, se está expuesto a riesgo eléctrico por lo que se debe tener en cuenta los lineamientos establecidos acorde al programa de gestión de riesgo eléctrico.

- ✚ Elaborar el formato de cinco reglas de oro para equipos de prueba.
- ✚ Comprobar las cinco reglas de oro para trabajo en riesgo eléctrico (protocolo de entrega de zona protegida).
- ✚ seguir el procedimiento de prueba acorde al instructivo de pruebas y al manual del usuario del equipo de pruebas.

## **TRABAJO CON RIESGO DE CAIDA**

En las actividades del área de pruebas, se está expuesto a riesgo de caídas por lo que se deben de tener en cuenta los lineamientos establecidos para trabajo en alturas de

acuerdo al Programa de protección contra caídas, y llevar la verificación y utilización acorde a la actividad de los siguientes elementos:

- ✚ Arnes Dieléctrico (hoja de vida y revisión preoperacional)
- ✚ Eslinga de posicionamiento
- ✚ Eslinga en Y con o sin absorbedor dependiendo de la altura.
- ✚ Kit de alturas para escalera.
- ✚ Kit de rescate en alturas (cuando aplique).
- ✚ Doble punto de anclaje (posicionamiento).

## DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS PARA LA REVISIÓN O MANTENIMIENTO DE SELLADO.

### ***Revisión del transformador para detectar fugas de aceite***

#### ***Generalidades***

- a. Se debe realizar la logística con el carro canasta de acuerdo a la orden de trabajo emitida.
- b. Realizar el desplazamiento hasta la zona donde está el transformador.
- c. Realizar la preparación de toda la logística de normativa de seguridad.
- d. Realizar las pruebas eléctricas con la medición de voltaje y corriente en cada una de las fases.
- e. Seguir procedimiento el procedimiento de desconexión según la carga si se supera el 51% se debe aplicar el método desconexión con el Loadbuster.
- f. El transformador debe estar desenergizado, aterrizado y completamente aislado del sistema de potencia tanto por el lado primario como secundario.
- g. Realizar la inspección visual para detectar fugas.

### ***PASOS PARA EL MANTENIMIENTO DE SELLADO.***

***Antes de realizar el mantenimiento se recomienda leer el manual del fabricante donde indica las propiedades de cada uno de los elementos que vienen en el kit.***

1- Se debe realizar una limpieza total utilizando los elementos que vienen en el kit como la lija, después se hace la limpieza con Disolvente **Type HP-35LF Power Patch**.

2- Después de la limpieza se toma la plastina o su nombre técnico (**Polywater Putty Stick**) que viene en el kit y se mezcla hasta obtener una dureza y alcanzar una temperatura de unos 30 grados y un color gris, se estira para formar un cordón que se aplica en la fisura por donde está el derrame.

3- Después de aplicar la plastilina se ejerce presión por unos 30 segundos para que quede estable y seda el goteo de aceite y nos indica que paro el derrame.

4- El siguiente paso es la aplicación de la crema o Sellador **Polywater Power Patch**.

5- se puede usar pintura de aerosol para cubrirla y obtener un mejor sellamiento y esperar un secado rápido.

## COMPONENTE AMBIENTAL

Las actividades se deben desarrollar dentro de los parámetros establecidos en los protocolos ambientales por parte de la empresa.

El presente componente está orientado a definir los lineamientos generales ambientales, los cuales serán aplicados en el desarrollo de las actividades de pruebas a equipos de Subestaciones Eléctricas, con el fin de prevenir, controlar, mitigar y compensar los posibles impactos ambientales.

### Definiciones:

- Impacto Ambiental: Cualquier cambio en el ambiente, sea adverso o beneficioso, resultante de las actividades, productos o servicios de una organización.
- Residuo: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido, semisólido, líquido o gaseoso resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.
- Material Reciclable: Material orgánico e inorgánico que tiene que ser transformado para ser nuevamente utilizado, como el mismo producto o en otro diferente
- Material Reutilizable: Material orgánico o inorgánico que se puede utilizar directamente sin ninguna transformación.
- Ordinarios o comunes: Son aquellos residuos generados en el desempeño normal de las actividades. Estos residuos se generan en oficinas, pasillos, áreas comunes, cafeterías, salas de espera, auditorios y en general en todos los sitios del establecimiento del generador.
- Separación en la fuente: Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación.
- Disposición final de residuos: Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos, en especial los no aprovechables, de forma definitiva, en lugares

especialmente seleccionados, diseñados y autorizados, para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente

- LAS CINCO 5" S ("Cinco eses"): es un sistema que ayuda a alcanzar la excelencia en el día a día con la implementación de factores de gran importancia para la salud, la seguridad, la calidad, la productividad, la protección al medio ambiente y la competitividad. Como tal son esenciales para la eficiencia personal y organizacional porque nos ayudan a optimizar el tiempo y mejora en su ambiente de trabajo.

## 9.1 REFERENCIA, NORMAS Y GUÍAS UTILIZADAS

1. PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS
2. PROGRAMA DE LA 5 ´S - SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA
3. MANEJO SEGURO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS

## 9.2 EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Los elementos para la Gestión Ambiental para la disposición adecuada de los residuos y la atención de derrame de sustancias químicas son los siguientes:

- Bolsas punto ecológico
- Bolsas rojas con sus etiquetas correspondientes
- Kit para atención de derrames en vehículo ecológico de la empresa.

## 9.3 FACTORES DE SEGURIDAD

- Para las sustancias químicas utilizadas en la actividad se de contemplar ficha de seguridad de las sustancias químicas
- Las sustancias químicas deben estar etiquetadas según la NFPA
- Las bolsas de residuos peligrosos deben estar rotuladas.
- Uso elementos de protección personal al manipular sustancias químicas de acuerdo a lo indicado en la hoja de seguridad.

## 9.4 ALISTAMIENTO

- Se deben mantener las hojas de seguridad en sitio de las sustancias químicas utilizadas.
- Se deben tener las bolsas de punto ecológico rotuladas para correcta separación en la fuente.
- Se debe designar un lugar para el almacenamiento de los equipos, herramientas y materiales ordenados para así mantener un ambiente adecuado.

## 9.5 DESCRIPCIÓN DE LINEAMIENTOS

### 9.5.1 Programa La 5 ´S - Seguridad, Orden Y Limpieza

- Separar y organizar las herramientas que van a utilizar cerca al módulo a intervenir.
- Clasificar y disponer los residuos peligrosos en bolsas rojas y rotuladas.
- Al descargar equipos de pruebas, deberán ubicarse en zonas en donde no causen obstrucción al paso de personas y que no interfieran con las demás actividades.
- Demarcar con conos o cinta de seguridad la ubicación de los equipos y los cables de alimentación.

### 9.5.2 Manejo Seguro de Sustancias Químicas

#### ➤ **ETIQUETADO Y MARCADO**

- Características de las etiquetas:
- La información debe estar señalizada con claridad y adherida al envase
- Pictograma según clasificación de la NFPA e identificación de peligros
- El color y la presentación serán tales que el pictograma de riesgo y su fondo se destaquen claramente
- El tamaño de la etiqueta debe ser proporcional con el tamaño y la forma del envase
- Mantener las etiquetas en buen estado y comprensible para el trabajador

#### ➤ **SEÑALIZACIÓN**

- El área en donde se almacenen las sustancias químicas estará señalizada, etiquetadas y con sus respectivas hojas de seguridad.

#### ➤ **ALMACENAMIENTO DE SUSTANCIAS QUÍMICAS**

- Cuando se generen sobrantes de sustancias químicas utilizados en el área pruebas, estos serán enviados al almacén y se ubicaran en el lugar correspondiente según su clasificación.

- No se debe fumar en el área donde se almacenan las sustancias químicas.

### 9.5.3 Manejo Integral de Residuos solidos

COLOR RECIPIENTE	ROTULO	CONTENIDO
Gris: 	Residuos Reciclables	Papel, Cartón, Plásticos y Vidrio,
Verde: 	Residuos Reciclables No	Residuos de alimentos y sus empaques, madera, productos de aseo.
Rojo: 	Residuos Contaminados	Residuos Impregnados de aceite e hidrocarburo (EPP, estopas, correas, baldes, madera, sellos de seguridad, entre otros). Además de papel y toallas higiénicas.

Ilustración 1. Código de colores para separación en la fuente