

DESARROLLO DE LOS PROCESOS DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO DEL SISTEMA DE POTENCIA DE 115 KV DE LA SUBESTACIÓN BELÉN DE CÚCUTA

Autor: Víctor Duarte Guerreo COD: 23552922580

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.

Programa Académico Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial.

Universidad Antonio Nariño Sede Cúcuta -Norte de Santander

Correo Autor: vduarte65@uan.edu.co

Director: Ciro Antonio Carvajal Labastida

Ingeniero Mecánico M. Sc.

Correo director: ciro.carvajal@uan.edu.co

RESUMEN:

En este documento del Proyecto de Mantenimiento Electromecánico, como trabajo de grado para optar el título de Tecnólogo en Mantenimiento Electromecánico Industrial, se registra y desarrolla la implementación y documentación del mantenimiento, predictivo, preventivo y correctivo a las bahías de 115 KV que componen el sistema eléctrico de potencia de la subestación Belén propiedad de Centrales Eléctricas de Norte de Santander S.A. E. S. P, contiene y se contemplan los factores que influyen a la hora de realizar los diferentes tipos de mantenimiento, la seguridad, los niveles de tensión y tipo de bahías del complejo eléctrico.

PALABRAS CLAVE: Subestación eléctrica. Bahías de 115 KV. Mantenimiento Preventivo. Mantenimiento predictivo. Mantenimiento Correctivo. Nivel de Tension.

In this document of the Electromechanical Maintenance Project, as a degree work to obtain the title of Technologist in Industrial Electromechanical Maintenance, the implementation and documentation of predictive, preventive and corrective maintenance to the 115 KV bays that make up the system are recorded and developed. power supply of the Belen substation owned by Centrales Eléctricas de Norte de Santander S.A. E. S. P, contains and

contemplates the factors that influence when carrying out the different types of maintenance, security, voltage levels and type of bays of the electrical complex.

KEY WORDS: Electrical substation. 115 KV bays. Preventive Maintenance. Predictive Maintenance. Corrective maintenance. Voltage level.

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Dentro de los complejos eléctricos de propiedad de CENTRALES ELÉCTRICAS DE NORTE DE SANTANDER S.A. E. S. P. Que se encuentran dentro de la cadena del suministro ya sea en la transmisión, distribución o comercialización del servicio de energía eléctrica se encuentra realizar el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de los equipos asociados al sistema de potencia debido a la afectación que pueden sufrir y recortar su vida útil por factores ambientales y del desgaste debido a la operación o funcionamiento de estos. Desde la puesta en funcionamiento de los componentes del sistema se empiezan a deteriorar o aparecen anomalías que no son notorias o significativas, pero con el transcurrir del tiempo estas

anomalías se hacen visibles o perceptibles y pueden cuantificarse con el fin de obtener una base estadística para la implementación de los planes de mantenimiento con el fin de alargar la vida útil y optimizar recursos y así tener subestación disponibles, confiables, seguras [1]

El presente trabajo busca ser una guía estructurada para realizar el mantenimiento preventivo y predictivo de la subestación Belén en las bahías de 115 KV y así mismo definir los componentes más importantes del sistema eléctrico tanto para la seguridad de la vida, la salud de las personas calificadas que realiza el mantenimiento.

También en el desarrollo del trabajo se hará alcance a las medidas preventivas y controles necesarios para dar cumplimiento a la resolución 1348 de 2009 del Ministerio de la Protección Social y el Reglamento Técnico de las Instalaciones Eléctricas del Ministerio de Minas y energía ver. 2015 [1]

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con los macroprocesos de CENTRALES ELÉCTRICAS DE NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P actualmente se tiene un Manual de forma integral para realizar el mantenimiento a las subestaciones eléctricas de propiedad de CENTRALES ELÉCTRICAS DE NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P, la subestación eléctrica Belén ha sufrido expansión y reposición de los elementos o componente de las bahías sin que este manual haya sido actualizado o se haya incorporado los nuevos elementos para ser diagnosticados y realizarle los diferentes tipos de mantenimiento. [2]



Imagen 1

Fuente: Archivo personal

III. JUSTIFICACIÓN

Las subestaciones eléctricas de acuerdo con la confiabilidad, seguridad y disponibilidad son los componentes importantes dentro de la cadena del suministro de energía ya que las subestaciones eléctricas en momentos de falla o no disponibilidad de la misma afectan una gran cantidad significativa de usuarios impactando los indicadores de calidad, disponibilidad, confiabilidad, SAYFY Y DAYFY del servicio de energía. [3]

Además, hay que tener los altos costos que tienen los componentes del sistema eléctrico se ve necesario mantenerlos en busca que cumplan su vida útil para los tiempos establecidos o en su defecto extender su vida útil.

La gestión de los diferentes tipos de mantenimiento se enmarca en el mantenimiento preventivo, mantenimiento predictivo buscando evitar en lo mayor posible el mantenimiento correctivo o en su defecto que cuando un mantenimiento sea correctivo este sea programado. [3]

IV. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar los procesos de mantenimiento a las bahías de 115 KV subestación Belén basados en condiciones de operación definiendo criterios de mantenimiento a los equipos.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar los componentes del sistema eléctrico de las bahías de 115KV de la subestación Belén mediante el levantamiento de información de las características eléctricas y mecánicas de los equipos
- 2) Establecer el mantenimiento de acuerdo con los fabricantes de los equipos de las bahías de 115 KV de la subestación Belén
- 3) Aplicar los procesos de mantenimiento mediante formatos de inspección de las bahías de 115 Kv de la subestación Belén

V. ALCANCE

El trabajo integral de grado tiene un alcance de realizar el procedimiento estructurado de mantenimiento a implementar en las bahías de 115 KV en la subestación Belén propiedad de centrales eléctricas de norte de

Santander S.A. E.S.P. con el fin de optimizar la confiabilidad, disponibilidad y seguridad de los componentes del sistema eléctrico.

Se opta como trabajo de integral de grado en la formación académica del programa de Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial.

Al analizar el comportamiento de la subestación, tipo de subestación, identificación de equipos, características de los equipos para poder realizar el documento de mantenimiento requerido.

Dentro del alcance se definirán los parámetros y requerimientos necesarios para realizar los diferentes tipos de mantenimiento buscando mantener los equipos durante su vida útil en busca de prolongarla de acuerdo con su operación y estado actual de acuerdo con:

- Inventario de equipos que componen la configuración de anillo de 115 KV de la subestación BELÉN
- Definición de materiales y herramienta que se requieren para realizar los mantenimientos a los equipos que componen el anillo de 115 KV en Belén.
- Definición de actividades a realizar cuando se realicen los mantenimientos a los equipos.

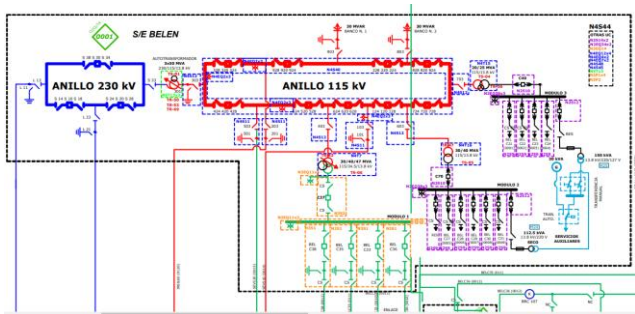


Imagen 2. Diagrama unifilar bahía 115 KV subestación Belén

Fuente: <https://cens-wp02.cens.corp.epm.com.co/cens.sig/>

Fuente: autor

VI. MARCO TEÓRICO

Mantenimiento

Desde el inicio o puesta en servicio de un equipo o componente del sistema eléctrico el fabricante contempla y sugiere planes de mantenimiento a los equipos de las bahías de 115 kV en busca de que los equipos realicen el trabajo para el cual están diseñados, siempre esté disponible para su operación. El mantenimiento es una serie de procesos y protocolos de los cuales se deben realizar a los equipos en busca de que el equipo este siempre disponible para su operación, tenga un correcto funcionamiento y evitar fallas del mismo.

Se encuentran varios tipos de mantenimientos los cuales deben estar interconectados o relacionados entre sí.

A. Mantenimiento Preventivo

Este tipo de mantenimiento se realiza con el fin de sí crear un programa de inspecciones o paradas programadas para intervenir los equipos y evaluar las condiciones de operación y se divide en 2 etapas:

I. Inspecciones visuales:

Tiene como objetivo realizar revisiones periódicas sin realizar paradas no programas e inspeccionar visualmente los componentes del sistema en busca de detectar anomalías de los componentes del sistema.

II. Predictivo Programado

Consiste en realizar paradas programadas de los equipos con el fin de intervenirlos y confirmar el estado de operación donde se realizan pruebas eléctricas, mecánicas y de funcionamiento entre otras, pueden surgir mantenimientos correctivos derivados de estas paradas, así mismo se realiza la limpieza de los equipos y ajustes de tornillería y puntos de conexión, entre otras.

B. Mantenimiento Predictivo

Consiste en realizar pruebas a los equipos que están en el sistema eléctrico y estos pueden ser con campos energizados o desenergizados con el fin de conocer y diagnosticar el estado de operación de los equipos de acuerdo a las pruebas realizadas aplicando las recomendaciones de normas internacionales (IEC-76, IEC-72).

C. Mantenimiento Correctivo

Este tipo de mantenimiento se puede generar de los mantenimientos preventivos, predictivos o cuando un equipo

falla, este mantenimiento se realiza en el mayor de los casos con los equipos apagados o con paradas programadas y consiste en corregir las fallas del equipo o el cambio de este en el peor de los casos.

I. Correctivo programado

Se programa la intervención del equipo para reparaciones o reemplazar las piezas que cumplen su tiempo de vida útil o por recomendación del fabricante de acuerdo a su operación y actividades de uso a través del tiempo en busca de anticipar la falla.

II. Correctivo por falla inmediata.

Se realiza cuando un equipo falla y debe ser intervenido para su reparación por avería y casi siempre se presenta a factores externos al mantenimiento u operación.

D. Mantenimiento Proactivo.

Este tipo de mantenimiento consiste en el estudio de los mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos y analizarlos para sacar conclusiones.

VII. METODOLOGIA

La finalidad de realizar un procedimiento y establecer una metodología aplicable al mantenimiento de las bahías de 115 KV de la subestación Belén donde la empleara el operador de la subestación en busca de que procesos seguros para los trabajadores que intervienen en los mantenimientos preventivos y correctivos y a su vez se debe optimizar los recursos de acuerdo a los planes a implementar dentro del funcionamiento de los equipos se debe realizar el uso adecuado de la planeación, ejecución, supervisión de los mantenimientos.

Tipo de investigación. Dentro del proyecto de tipo investigativo y busca de los resultados en las técnicas de mantenimiento dentro del área específica en mantenimiento de subestaciones.

Plan de trabajo. La estrategia de desarrollo del trabajo integral de grado se realizó mediante el análisis, recopilación de información, implementación de estrategias de acuerdo con el diagrama unifilar de la subestación Belén y

características de los equipos de 115 KV que componen el sistema eléctrico. De acuerdo con los fabricantes y expedientes de hojas de vida de los equipos donde el análisis permite obtener información valiosa para interpretar los planes de mantenimiento.

Dentro del desarrollo de actividades planteado se cumple con los objetivos planteados y donde se evidencia las etapas propuestas de desarrollo del trabajo integral de grado.

Se recopila información de acuerdo a los fabricantes, metodologías empleadas en el mantenimiento basados en producción y operación de equipos para poder determinar alcances de los mantenimientos programados realizados mediante una planeación para los mantenimientos tanto preventivos como correctivos, realizando mediante una planeación, ejecución, supervisión y control del mantenimiento evaluando los alcances de los mismos obteniendo los materiales y herramientas necesarias para realizar los mantenimientos.

Dentro de las visitas técnicas de campo se evaluaros factores importantes como son los factores técnicos, ambientales, de operación del sistema, adecuación de obras civiles tiempos permitidos para los mantenimientos de según el acuerdo del CNO numero 963 donde se incluyen los planes de mantenimientos semestrales 1 y 2. [4]

VIII. RESULTADOS OBTENIDOS

Etapa 1. Se identificaron los componentes del sistema eléctrico de las bahías de 115KV de la subestación Belén mediante un inventario.

Se identifico la disposición la configuración de la subestacion belen de las bahias de 115 KV la cual es tipo transformacion y configuracion en anillo a su vez los componentes de las bahias de linea, Transformacion y compensacion.

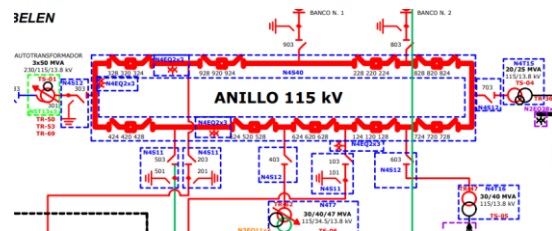


Imagen .3 Diagrama unifilar bahias de 115 KV subestacion Belen

Fuente <https://cens-wp02.cens.corp.epm.com.co/cens.sig/>

La configuración de las bahías se identificaron como:

- Bahía del IT120
- Bahía del IT220
- Bahía del IT320
- Bahía del IT420
- Bahía del IT520
- Bahía del IT620
- Bahía del IT720
- Bahía del IT820
- Bahía del IT920

Están dispuestas con los siguientes componentes:

ELEMENTOS	MODELO	CARACTERISTICAS	MARCA
SECCIONADOR 128	SDF145	POTENCIA	ABB
SECCIONADOR 124	MD-50	N.A	ABB
INTERRUPTOR 120	LTH146D1/B-3P	SF6	ABB
SECCIONADOR 228	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 224	MD-50	N.A	ABB
INTERRUPTOR 220	S1-145F1SYN	SF6	AREVA
SECCIONADOR 328	S2DA	POTENCIA	AREVA
SECCIONADOR 324	MD-50	N.A	ABB
INTERRUPTOR 320	3AP1FG	SF6	SIEMENS
SECCIONADOR 428	SDF145	DE POTENCIA /2021	ABB
SECCIONADOR 424	S2DA	DE POTENCIA	AREVA
INTERRUPTOR 420	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 528	SDF145	POTENCIA	ABB
SECCIONADOR 524	SDF145	POTENCIA	ABB
INTERRUPTOR 520	GL 312 F1	SF6	ALSTOM
SECCIONADOR 628	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 624	MD-50	N.A	ABB
INTERRUPTOR 620			
SECCIONADOR 728	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 724	MD-50	N.A	ABB
INTERRUPTOR 720	GL312P-F12	SF6	AREVA
SECCIONADOR 828	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 824	MD-50	N.A	ABB
INTERRUPTOR 820	S1-145 F1 SYN	SF6	AREVA
SECCIONADOR 928	D300-121231M/N	POTENCIA	AREVA
SECCIONADOR 924	D300-121231M/N	POTENCIA	AREVA
INTERRUPTOR 920	S1-145F1SYN	SF6	AREVA
SECCIONADOR 303	MD-50	N.A	ABB
TRANSFORMADOR TR 50	KOLM 15310 s/115	30/40 MVA ACEITE	SIEMENS
SECCIONADOR 503	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR DE TIERRA 501	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 203	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR DE TIERRA 201	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 403	MD-50	N.A	ABB
TRANSFORMADOR TR 62	KOLM 1459 s/115	20/25MVA ACEITE	SIEMENS
SECCIONADOR DE TIERRA 101	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 103	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 603	MD-50	N.A	ABB
TRANSFORMADOR TR 47	MD-50	N.A	ABB
SECCIONADOR 703	V-2	POTENCIA	WESTINGHOUSE

Tabla :1 Equipos del sistema electrico de bahias 115 KV subestacion Belen
Fuente: elaboracion propia

Etapas 2. Establecer los requisitos, parámetros, equipos y

herramientas para realizar mantenimiento a las bahías de 115 KV de la subestación Belén

I. Requisitos para colaboradores:

- Los Trabajadores deben estar debidamente capacitado con inducciones y reinducciones generales en seguridad y salud en el trabajo.

- Debe ser una persona apta para el cargo con capacitación técnica específica en subestaciones eléctricas.

- Los trabajadores deben tener vigente el certificado para realizar trabajos en alturas

- Se deben practicar exámenes médicos de ingreso y periódico anual para constatar su estado de salud, condición física y mental y su aptitud para este tipo de trabajo.

- debe conocer y aplicar las reglas de oro.

- Los colaboradores deben tener conocimiento en EPP y EPC y sabe aplicarlos.

- Debe conocer y saber aplicar bloqueo y tarjeteo de equipos en no operar.

- Deben saber diligenciar los permisos de trabajo y análisis de trabajo seguro en alturas.

II. Seguridad y salud en el trabajo.

Diagnóstico: Se debe realizar un diagnóstico del área y cobertura de los trabajos con el fin de planear, coordinar, y programar los trabajos a ejecutar en búsqueda de que las estrategias empleadas sean seguras y se cumplan con los objetivos

Se emplearán formatos establecidos donde se para el diagnóstico de los riesgos y seguimiento del plan del trabajo dando alcance a los trabajos a ejecutar mediante el ATS y PT dejando evidencia fotografía y donde se plasman los líderes de trabajo ubicando conductores elegidos, centros médicos más cercanos y rutas de evacuación.

Las inspecciones preoperativas serán autorizadas por el líder de mantenimiento,

Cuando una actividad no se encuentre establecida mediante un procedimiento o proceso esta deberá ser analizada y ejecutada por personas que estén aptas para analizar, programar y ejecutar estas actividades.

Planeación: Una buena planeación se contempla Cómo base fundamental y prioridad el diagnostico el cual debe ser aprobado por el líder de mantenimiento.

Además:

- Identificar y analizar los planos eléctricos actualizados del sistema a intervenir (diagrama unifilar y planos de planta y controles).
- Calcular el tiempo que llevara a cabo la ejecución de las actividades de acuerdo a los manuales y procedimientos establecidos.
- Para toda intervención de los equipos, de forma previa debe hacerse coordinación con el personal de protecciones, control y operación de la red para verificar la seguridad operativa del sistema durante las maniobras y establecer los planes de emergencia operativos.
- Todos los trabajos se deberán efectuar bajo consignas nacionales o locales según se requiera

Programación del trabajo: Se adjudicarán al jefe de consigna principal y sustituto, así como a los jefes de trabajo las ordenes de trabajo y alcances de las mismas generadas en los sistemas dispuestos para ello, donde se definen los alcances y equipos a intervenir durante la jornada laboral.

• Se debe realizar reunión de planeación de trabajos previos donde se encuentren todos los involucrados.

Ejecución:

Es indispensable que el jefe de consigna debe realizar reunión el día del trabajo antes de iniciar maniobras y entrega de campo donde se definen recursos, alcances y calistenia previa.

- Explicar el procedimiento a realizar.
- Explicar las responsabilidades individuales y colectivas.
- Explicar los riesgos asociados e identificados en el diagnóstico.
- Explicar el plan de emergencias.
- Las Medidas de seguridad
- Verificar el uso de los EPP y colectivo
- Confirmar que los involucrados en el trabajo entendieron los puntos anteriores
- verificar el cumplimiento de las normas de seguridad industrial en la ejecución de mantenimientos.
- Explicar cómo se aplicarán el protocolo de maniobras y las cinco reglas de oro.
- Demarcar y señalizar la zona de trabajo de manera efectiva.

• Realizar limpieza y reportar terminación de los trabajos y condiciones de los equipos e instalaciones intervenidas.

• Realizar un informe que incluye especialmente los registros según los formatos definidos en documentos de referencia

Supervisión y control

• Todos los integrantes del equipo de trabajo tienen la responsabilidad de cumplir y hacer cumplir las normas y procedimientos de seguridad en el marco del autocuidado.

El jefe de trabajo deberá:

- Exigir el cumplimiento estricto de las normas y procedimientos de seguridad y salud en el trabajo.
- Exigir a los trabajadores la inspección de las herramientas, equipos, instrumentos, elementos de protección personal y colectivos, antes y después de su uso.
- Verificar que los trabajadores ejecuten las actividades de acuerdo a lo socializado y a sus funciones.
- Verificar el buen estado de las herramientas, equipos, instrumentos, elementos de protección personal y colectiva
- Reportar para cambio todos los elementos defectuosos.

• Suspender las labores cuando se presente peligro inminente que amenace la salud o la integridad de los trabajadores.

III. Identificación de materiales y herramientas

Materiales y herramientas:

- Aceite dieléctrico en galones, dependiendo del modelo varían las cantidades.
- Pintura esmalte de color rojo.
- Pintura laca de color gris.
- Llaves (Boca fija, Allen, entre otras)
- Manguera de ¾ pulgada.
- Caneca vacía de 55 galones.
- Compresor de aire de 1 Hp.
- Pistola para pintar.
- Pinzas.
- Destornilladores.
- Lijas de diversos gramos.
- Cepillos de acero.
- Escalera de tijeras de 4 y 8 pasos.
- Bomba para extracción y llenado de aceite.

- Brocha de 2 pulgadas.
- Thinner de 3 a 5 galones.
- Alcohol de 1 a 3 galones.
- Papel Absorbente.
- Trapos.
- Desengrasante industrial.
- Lámina para empaques de neopreno y caucho-corcho.
- Empaque en hilo (original de diversos calibres).o empaque de caucho corcho o neopreno
- Limpiador electrónico en aerosol.
- Despejador de humedad en aerosol.
- Lubricantes de contacto.
- Pasta de sílica.
- Micro ohmímetro de corriente continua,120 CA
- Furgón de Mantenimiento.
- Valdez plásticos.
- Embudos plásticos.
- Limpiador electrónico en aerosol.
- Desplazador de humedad en aerosol.
- Aceite Lubricante en aerosol.
- Grasa sintética para contactos
- Grasa de Molibdeno
- Aspiradora industrial
- Cintas aislantes, 23 y 33.
- Grasas sintéticas para contactos.
- Cepillos de acero.

Etapa 3. Realizar la metodología de mantenimiento preventivo y correctivo a las bahías de 115 KV de la subestación Belén.

Definición de actividades:

I. Mantenimiento predictivo a las bahías

Se implementará un formato de verificación visual a la subestación Belén el cual deberá ejecutarse semanalmente a las bahías de 115 KV.

Para los mantenimientos programados predictivos se ejecutan las siguientes actividades:

INTERRUPTORES:

Figura 4: interruptor de potencia



Imagen .4 interruptor de potencia

Fuente: Archivo Personal Autor

Fuente: autor

- Verificación y extracción de aceite donde aplique a los interruptores cuyo medio de extinción de arco es el aceite.
- Verificación y llenado de gas SF6 en los interruptores que sean por extinción de arco por medio de SF6
- Verificación y ajuste de contactos fijos y móviles.
- Verificar las mirillas de aceite y medidores de gas, cambio de estas donde aplique.
- Reponer niveles o cambiar aceite
- Verificación del estado de los aisladores o porcelanas integrales del interruptor

Caja de control

- Limpieza de la caja de control
- Se deberá dar ajuste a todas las bornas de conexión.
- Pruebas de apertura y cierre del interruptor
- Pruebas de operación
- Prueba de resistencia de contactos

SECCIONADORES:



Imagen .5 Seccionador de potencia

Fuente: Archivo Personal

Fuente: autor

- Realizar limpieza de las partes y contactos móviles y fijos
- Limpieza de aisladores
- Verificar estado de la pintura de partes metálicas
- Ajustar y alinear el mecanismo de apertura y cierre de los seccionadores
- Lubricar con grasa conductiva los contactos de apertura y cierre.

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE Y TENSIÓN



Imagen .7 transformadores de corriente



Imagen .8 transformadores de tensión

Fuente: Archivo Personal

Figura 8: transformadores de tensión

- Inspección del nivel de aceite donde aplique
- Limpieza del aislador o porcelana exterior
- Inspección y ajuste de conexiones en borneras y cajas de agrupamiento
- Inspección y estado de la pintura exterior.
- Limpieza de las cajas de conexión y cajas de agrupamiento de señales
- Pruebas eléctricas que se le realizan a los CT's (relación de transformación, cargabilidad o burden, curva de excitación, inyección primaria, inyección a los devanados del transformador a los núcleos de medida y protección).
- Pruebas eléctricas (relación de transformación, cargabilidad o burden, curva de excitación resistencia de aislamiento a cada núcleo de medida y protección) a los transformadores de tensión.

EQUIPO	CRITERIO/PERIODICIDAD
Transformadores de potencia < 5 años	3 años (incluye pruebas eléctricas)
Transformadores de potencia > 5 años	2 años (incluye pruebas eléctricas)
Transformadores de reserva	5 años pruebas eléctricas
Cambiador bajo carga, inspección	2 años, transformadores > 5 años 3 años transformadores < 5 años
Cambiador bajo carga, mantenimiento mayor	7 años o número de operaciones (dependiendo de la marca y tipo)
Interruptores	1 año interruptores en aceite 2 años en gas o vacío (condicionados a la periodicidad del transformador, si es bahía de transformación)
Celdas eléctricas	Annual (condicionado a la periodicidad del transformador, si es bahía de transformación)
Mecanismo interruptores	1 año interruptores en aceite 2 años en gas (condicionados a la periodicidad del transformador, si es bahía de transformación)
Seccionadores	1 año Bahía de línea 2 años Bahía de transformador < 5 años 3 años Bahía de transformador > 5 años
Mecanismo de seccionadores	1 año Bahía de línea 2 años Bahía de transformador < 5 años 3 años Bahía de transformador > 5 años

Tabla 2. Frecuencia de mantenimientos

Fuente: Manual de mantenimiento de EPM, subestaciones eléctricas.

FORMATOS REQUERIDOS PARA LA REALIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO

De acuerdo a las normas de SST, Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, resolución 4018 del ministerio de trabajo y las resoluciones 1248 y 1409 donde se definen los procesos para trabajos seguro en alturas, trabajos en la cadena de suministro de energía eléctrica en las diferentes etapas ya sean en generación, transmisión, distribución y comercialización se definen los permisos de trabajo, el análisis trabajo seguro en alturas y formatos de inspección de las áreas de influencia de trabajo dependiendo de la magnitud de los mismos.

I. PERMISO DE TRABAJO

Se establece como permiso de trabajo un formato que debe estar diligenciado cada vez que el trabajo no sea rutinario o no se encuentren dentro de las funciones correspondientes al caso de trabajo asignado, con el fin de autorizar por los supervisores, operadores del SDL y jefes de trabajo dichas actividades que requieran su debido permiso; así mismo deberá diligenciarse cada vez que se requiera realizar un

trabajo en alturas identificando los factores, riesgos y peligros que influyan para la ejecución de los trabajos incluyendo los equipos y medios de acceso a alturas.

PERMISO DE TRABAJO-AI-AK1Z70																									
FECHA DE ELABORACION:		Altura Max. de trabajo (m):				MÓVIL:		SUBESTACION BELÉN																	
OT a A EJECUTAR:						MODALIDAD:		PLACA:																	
		MANTENIMIENTO TRANSIMISION		MANTENIMIENTO SUBESTACIONES		PREVENTIVO CONTROL Y PROTECCIONES		TOMAS																	
PERMISO VIGENTE DESDE:		PERMISO VIGENTE HASTA:		FECHA DE TERMINACION:		HORA DE TERMINACION:																			
DD MM AAAA		DD MM AAAA		DD MM AAAA		A.M P.M																			
EN ESTE TRABAJO HAY RIESGO POR RAZON DE (señalar con una X)																									
TRABAJO EN ALTURAS		APLICA SI NO		RIESGO ELÉCTRICO		APLICA SI NO		PODA		MANEJO DE CARGAS															
Escala		Andamio		Sin Tensión		Técnico a emplear:		APLICA SI NO		APLICA SI NO															
Pretal		Manitr		Contacto		Distancia																			
Est. Transmisión						Potencial																			
AUTO REPORTE DE CONDICIONES DE SALUD																									
CONDICIONES DE SALUD ACTUAL		A.D. Tecnol. PrevProt. 1 TOMS 1		Tecnol. PrevProt. 2 TOMS 2 Tecnico 1		Tecnico 2 A. SENÁ 1.		Tecnico 3 A. SENÁ 2.		Tecnico 4 A. SENÁ 3.															
		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO		SI NO															
Testimo osteomuscular activo.																									
Testimo de equilibrio (Mareo, Vértigo).																									
Testimo del Sueño.																									
Enfermedad Diarrea, Infección o Fiebre Aguda.																									
Testimo Visual.																									
Testimo Respiratorio.																									
Vómito - Nauseas.																									
Consumo de Medicamentos que afecten órganos de los sentidos, capacidad de reacción, vigilia o función neo muscular.																									
Consumo de sustancias psicoactivas (Alcohol y/o Drogas) hasta veinticuatro horas antes de realizar la actividad.																									
Nota: Cualquier condición marcada como sí, diríjase a consultorio medico o a su EPS para la respectiva valoración.																									
CARGO		NOMBRE Y APELLIDOS				EPS		RH		RRMA															
A. Operativo.																									
Tecnol. PrevProt. 1																									
Tecnico 1/ TOMS 1.																									
Tecnol. PrevProt. 2																									
Tecnico 2/ TOMS 2																									
Tecnico 3 A. SENÁ 1.																									
Tecnico 4 A. SENÁ 2.																									
INSPECCIÓN EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP) (señalar con una X)																									
APLICA		A.D. Tecnol. PrevProt. 1 TOMS 1		Tecnol. PrevProt. 2 TOMS 2 Tecnico 1		Tecnico 2 A. SENÁ 1.		Tecnico 3 A. SENÁ 2.		Tecnico 4 A. SENÁ 3.															
SI/NO		SI/NO		SI/NO		SI/NO		SI/NO		SI/NO															
Estado		Estado		Estado		Estado		Estado		Estado															
Bueno Malo		Bueno Malo		Bueno Malo		Bueno Malo		Bueno Malo		Bueno Malo															
Ropa y/o instrumental ignífuga.																									
Casaca Dieléctrica																									
Piscamantallas ignífuga																									
Protector facial contra arco eléctrico.																									
Casco de seguridad con tafieta y																									
Cafes de seguridad grises y transparentes.																									
Guantes de veragua.																									
Guantes secantes.																									
Guantes protectores.																									
Protector auditivo.																									
Guantes aislados clase 2.																									
Guantes aislados clase 4.																									
Botas pantaneras.																									
Impermeable de dos piezas.																									
Traje NO Resistivo (3-Chromos).																									
LISTA DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA: (Selección con una X)																									
Pelo o traje de protector contra		SI NO		Alfombra dieléctrica clase 4.		SI NO		Guantes dieléctricos Clase 4.		SI NO		Mascarilla de seguridad para		SI NO		Mascara de filtro		SI NO		Perfora de descarga estática.		SI NO			
derrames.												gases				Juego de sistema de puesta a tierra primarias y secundarias.									
Probador de fugas.				Higrómetro.				Anemómetro																	
Mascara (Gases y Vapores)				Traje de apicultura				Protector Auditivo																	
LISTA DE VERIFICACIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS PARA LA ATENCIÓN DE EMERGENCIA: (Selección con una X)																									
Camilla.		Inmovilizador cervical y de extremidades.				Botiquín Primeros Auxilios.				Kit de rescate en alturas.															
Radio transmisor (Base).		Radios portátiles y Base.				Otro:																			

Tabla :2 Formato de permiso de trabajo del sistema electrico de bahias 115 KV subestacion Belen

Fuente: <https://cens-wp02.cens.corp.epm.com.co/cens.sig/>

PERMISO DE TRABAJO														
INSPECCIÓN EQUIPOS PARA TRABAJO EN ALTURAS: (señalar con una X)														
EQUIPO CERTIFICADO PARA TRABAJO EN ALTURA (Cascos, Preadamos, Arandales)	APLICA SI NO	Componentes a Inspeccionar	Técnico1/ TOMS 1		Técnico 2/ TOMS 2		Técnico 3		Técnico 4					
			Estado	Estado	Estado	Estado	Estado	Estado						
Amén de cuerpo completo.		Estado de los tejidos, correas y/o reatas. Anilla dorsal y pectoral. Hebillas de conector. Piezas plásticas.												
Eslinga sencilla o doble "en Y" con abovedado de impacto (caída).		Estado de los tejidos, correas y/o reatas. Ganchos. Absorbedor de impacto.												
Eslinga de posicionamiento.		Estado de la cuerda. Estado de los Ganchos. Freno para cuerda.												
Arcoje portátil o "Tre OP".		Estado de los tejidos, correas y/o reatas. Anilla en resaca o metálica.												
Línea de Vida.		Estado de la cuerda. Freno para cuerda. Conectores.												
INSPECCIÓN EQUIPOS DE ACCESO (TRABAJO EN ALTURAS): (Selección con una X el elemento a utilizar como sistema de acceso para trabajo en altura y el estado del sistema).														
EQUIPO CERTIFICADO PARA TRABAJO EN ALTURA (Cascos, Preadamos, Arandales)	APLICA SI NO	Componentes a Inspeccionar	Estado		ANDAMIO	APLICA SI NO	Componentes a Inspeccionar	Estado						
			Buena	Mala				Buena	Mala					
ESCALERA AISLADA		Estado de las zapatas. Estado de los pedáforos, piezas para el armado y seguro de pedáforos. Estado de los peldaños. Estado sistema de extensión (Poles, topes, cuerda).			ANDAMIO		Cuerpo del andamio (aislado). Nivelador. Pasadores. Plataforma aislada.							
		Estado de la cuerda y/o sogas de Nylon. Estado del caucho vulcanizado con refuerzo en cuero. Punto de anclaje.				Estructura de Transmisión		Estado general de las bases. Estado general de la estructura metálica. Accesibilidad a la estructura.						
PRETAL		Componentes a Inspeccionar						Componentes a Inspeccionar						
Manflit		Componentes a Inspeccionar					Componentes a Inspeccionar							
		Movimiento de mandos hidráulicos. Estado del terreno donde se ubica (velocidad del viento). Distancias de seguridad a circuitos energizados. Punto de anclaje.					Componentes a Inspeccionar							
Observaciones:														
CONSIDERACIONES SOBRE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN											SI	NO	NA	
1. Los trabajadores relacionados en el permiso de trabajo cuentan con la afiliación vigente a Seguridad Social?														
2. Los trabajadores relacionados en el permiso de trabajo cuentan con la certificación vigente para trabajo seguro en alturas y rescate en el nivel requerido.														
3. Cuenta con el número mínimo de personal para realizar la actividad en alturas? (mínimo 2 trabajadores).														
4. Los trabajadores relacionados en el permiso de trabajo cuentan con el examen médico vigente de aptitud para trabajo en alturas.														
5. Los elementos de protección personal (aislados, alturas y rescate) a utilizar son certificados?														
6. Los elementos de protección personal (aislados, alturas y rescate) a utilizar fueron inspeccionados y se encuentran en buen estado?														
7. Los equipos aislados (EPP, EPC y vehículo Canasta) cuentan con las pruebas de rigidez vigente?														
8. El Movi cuenta con medio de comunicación "entre frentes de trabajo" o "Asistente Operativo, jefe de consigna, TOMS-CDL, Tecnólogo de protecciones-CDL"?														
9. Dentro de las actividades programadas se encuentran labores que involucre la manipulación de soldadura exotérmica para SPT permanente?, de ser SI, aplique instructivo para dicha actividad junto con las medidas de seguridad requeridas.														
AUTORIZACIÓN Y FIRMAS														
Persona (s) encargada (s) Programación de las O.T.														
NOMBRE	CARGO	FIRMA												
Persona encargada - Ejecución de O.T. - Coordinador de Trabajo en Alturas														
NOMBRE	CARGO	FIRMA												

Tabla 3: continuacion Formato de permiso de trabajo del sistema electrico de bahias 115 KV subestacion Belen
Fuente: <https://cens-wp02.cens.corp.epm.com.co/cens.sig/>

II. Análisis de trabajo.

El análisis de trabajo permite documentar y hacer seguimiento de las actividades identificando riesgos que puedan convertirse en peligro o materializarse en un incidente o accidente.

En el análisis de trabajo seguro se contemplan factores ambientales, mecánicos, eléctricos, ergonómicos, biomecánicos, físicos entre otros, así como las medidas de control ante los diferentes factores de riesgos.

Se contemplan los elementos a intervenir como los procedimientos que se deben seguir para iniciar actividades de acuerdo a la gestión de operación de los activos incluyendo el sistema de transmisión local teniendo como su principal función el trabajo seguro.

ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)														
O.T.	FLACA:	MÓVIL:	Belen											
Selección con una (X) la modalidad operativa de la Subgerencia Subestaciones y Líneas														
Mto.	<input type="checkbox"/> Predictivo/ Control y Protecciones	<input type="checkbox"/> TOMS	<input type="checkbox"/> Mto. Transmisión											
DIRECCIÓN:														
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD A REALIZAR: TENDIDO DE CABLE SUBESTACION BELEN														
FECHA DE INICIO			HORA DE INICIO			FECHA DE FINALIZACIÓN			HORA DE FINALIZACIÓN					
DO	MM	AÑO	HH	MM	a.m. p.m.	DD	MM	AÑO	HH	MM	a.m. p.m.			
SELECCIONE EL MÉTODO DE ACCESO A EMPLEAR EN LA ACTIVIDAD DE TRABAJO EN ALTURA														
Pretal	<input type="checkbox"/>	Escala	<input type="checkbox"/>	Torre	<input type="checkbox"/>	Andamio o Manflit	<input type="checkbox"/>	Ninguno						
Selección SI o NO marcando con una (X) en la casilla correspondiente al peligro presente en la actividad que va a realizar, y a su vez establezca la(s) medida(s) de control para minimizarlo.														
CONDICIONES DE SEGURIDAD														
ELÉCTRICOS	SI	NO	Medida de control	SI	NO	NA	BIOMECÁNICOS	SI	NO	NA	Medida de control	SI	NO	NA
Contacto directo			Conservar distancia de seguridad. Utilizar Equipos Aislados (guantes).				Derivados de la fuerza y la postura				Realizar callistenia. Pausas activas.			
Contacto indirecto			Evitar contactos con partes que puedan llegar a energizar. Suspender actividad.								Manejo adecuado de cargas. Realizar relevos de personal			
Tensión de Paso / Tensión de Contacto			Evitar contacto con partes con riesgo a energizarse. Uso de calzado dieléctrico.				FÍSICOS				Medida de control			
Arco eléctrico			Utilizar EPP y EPC adecuados. Utilizar load buster.				Ruido.				Utilizar protección auditiva.			
			Utilizar ropa y/o indumentaria (günluga, protector facial y pasamontaña).				Radiaciones no ionizantes.				Utilizar bloqueador solar.			
Descargas eléctricas (inducción)			No operar equipo en falla. Instalar Sistema de Puesta a Tierra.				Lluvia.				Suspender trabajos.			
							Descargas atmosféricas.				Suspender trabajos.			
MECÁNICOS	SI	NO	Medida de control	SI	NO	NA	QUÍMICOS	SI	NO	NA	Medida de control	SI	NO	NA
Caída de objetos o proyección de partículas			Utilizar lazo de servicio y portaherramientas. Uso de lentes de seguridad y/o protector facial.				Gases-vapores-aerosoles- líquidos.				Manejo adecuado de PCBs. Utilizar protección respiratoria y guantes de acuerdo al químico.			
TRABAJO EN ALTURAS	SI	NO	Medida de control	SI	NO	NA	PSICOSOCIALES	SI	NO	NA	Medida de control	SI	NO	NA
Caída de altura.			Revisar estado de estructuras, apoyos, techos, paredes, cimentación de la estructura. Utilizar sistema de restricción contra caídas. Aplicar instructivos para ascenso y descenso según el método de ascenso.				Caracterización del grupo social de trabajo (relaciones, trabajo en equipo).				Charlas de 5' de Seguridad.			
LOCATIVOS			Medida de control				Condiciones de la tarea (carga mental, contenido de la tarea).				Pausas activas, relevo de tareas.			
Falta de señalización			Delimitar zona de trabajo				BIOLÓGICOS				Medida de control			
Caída a nivel (terrenos irregulares).			Señalizar zona de trabajo y delimitar acceso seguro. Caminar con Precaución. Uso de Botas Pantaneras.				Presencia de plantas urticantes o animales venenosos. Posible picadura de abejas-avispas.				Aplicar Instructivo. Utilizar traje de apicultura. Aplicar Instructivo.			
							TRÁNSITO				Medida de control			
Orden público - conflicto armado, presencia de grupos al margen de la ley y minas antipersonas.			Suspender, comunicar, retirarse del sitio y solicitar aplicación de instructivo especial.				De transporte terrestre.				Aplicar técnicas de manejo defensivo. Aplicar normas de tránsito.			
FLUVIAL	SI	NO	Medida de control	SI	NO	NA					Medida de control			
Naufragio embarcación.			Chaleco Salvavidas.								Diligenciar la lista de chequeo del vehículo. Delimitación y demarcación de la zona de trabajo.			
NOTA: En caso de presentarse cualquier alteración por función o defecto de alguno de estos peligros, incluyendo desastres naturales como: inundaciones, deslizamientos, derrumbes, entre otros; se debe mitigar el riesgo antes de ejecutar la labor o en últimas, suspender la programación, hasta que se ejecuten las acciones preventivas o correctivas necesarias.														

Tabla 4: Formato Analisis de trabajo seguro del sistema electrico de bahias 115 KV subestacion Belen
Fuente: <https://cens-wp02.cens.corp.epm.com.co/cens.sig/>

ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)						
VERIFICACIÓN DE ALISTAMIENTO EN SITIO					SI	NO
1. Identificación del circuito o equipo a intervenir.						
2. La consignación del Circuito según las maniobras establecidas en la Consigna Local.						
3. Confirmación de la des-energización del campo por parte del CDL.						
4. Se verificó la ausencia de tensión en el área a intervenir?						
5. Se aplicó los elementos de bloqueo o tarjetero correspondientes en los equipos a intervenir?						
6. Señalización y demarcación del área de trabajo.						
7. Se identificaron los peligros y se aplicaron los controles para la mitigación de los riesgos.						
8. Manejo del Impacto comunitario durante la ejecución de la orden de trabajo.						
9. Despojo de elementos metálicos por parte del personal operativo.						
10. Instalación de los Sistemas de Puesta a Tierra (SPT) que apliquen al nivel de tensión y tipo de instalación.						
11. La actividad requiere la utilización de equipo DRONES? de ser así, aplicar las medidas de la circular 002 del 2015 para el manejo de drones.						
12. ¿La actividad requiere de apoyo de otro móvil como acción combinada?						
		SI	NO	Mto. Subestaciones	Predictivo	TOMS
				Mto. Transmisión	Control y Protecciones	
Nota: en caso de señalar SI Registrar el número(S) de móviles que apoyan las actividades.						
SEGURIDAD GENERAL					SI	NO
1. Cuenta con el permiso de trabajo aprobado para realizar la labor?						
2. Están informados todos los trabajadores involucrados o relacionados con el entorno de trabajo sobre los peligros provenientes del trabajo objeto de esta labor?						
3. Se requieren instructivos de bloqueo y tarjetas para los equipos eléctricos y/o mecánicos?						
4. Están identificadas las sustancias y/o materiales peligrosos en el área de trabajo?						
5. Se evaluó las condiciones de la estructura a intervenir (estructura en buen estado).						
6. Se han aplicado las reglas de oro antes de ejecutar las labores?						
7. Se garantiza la comunicación con todas las partes involucradas desde el inicio hasta el final de la ejecución de los trabajos?						
8. Están informados todos los trabajadores sobre las vías de evacuación en caso de emergencia?						
9. El coordinador de trabajo en alturas realizó la verificación de los puntos de anclaje?						
10. Las condiciones de seguridad en terreno coinciden con las analizadas en la emisión del permiso de trabajo?						
11. Es necesario aplicar controles complementarios, por presencia de riesgo eléctrico, riesgo biológico, riesgo de orden público, transporte fluvial, aéreo, deslizamientos, inundaciones u otros? En caso afirmativo diligenciar estos controles en la casilla de observaciones.						
Observaciones:						
CONSIDERACIONES SOBRE LAS MEDIDAS DE PROTECCIÓN Y RESCATE					SI	NO
¿La selección de los equipos de protección contra caídas y de rescate se realizó teniendo en cuenta la actividad a ejecutar y los riesgos asociados a ella?						
¿Los equipos de protección contra caídas y de rescate a utilizar son certificados?						
¿Los equipos de protección contra caídas y de rescate fueron inspeccionados y se encuentran en buen estado?						
¿Cuenta con botiquín y elementos para atención de emergencias y primeros auxilios?						
¿Cuenta con un sistema de comunicación?						
¿Existe una distancia segura entre el trabajo y líneas o equipos eléctricos energizados?						
X						
PERSONAL QUE EJECUTA EL TRABAJO						
Responsable del desarrollo de la actividad	NOMBRE Y APELLIDOS			No. CÉDULA	FIRMA	
Asistente Operativo (Coordinador de alturas)						
Técnico Operativo 1 / TOMS 1						
Técnico Operativo 2 / TOMS 2						
Técnico Operativo 3 / A. SENA 1.						
Técnico Operativo 4 / A. SENA 2.						
NOTA: En caso de trabajos de emergencia, este análisis de trabajo seguro cuenta como permiso de trabajo. El Asistente Operativo tiene la autorización para decidir si las condiciones de seguridad son aptas o existe riesgo inminente para las partes involucradas al ejecutar la labor.						

Tabla 5: continuacion Formato Analisis de trabajo seguro del sistema electrico de bahias 115 KV subestacion Belen
Fuente: elaboracion propia

III. PLANILLA DE INSPECCION DE REGISTRO SUBESTACIÓN BELEN MODULOS 115 KV

El formato de la planilla de inspeccion de las bahias y modulos de 115 kv permite realizar inspecciones de los equipos en general donde se evidencia visualmente y fisicamente el estado de los equipos en operación con el fin de validar semanalmente su estado y detectar cada anomalia si las hay con el seguimiento de cada

equipo.

Las conversión de del estado de la verificación se verifica de acuerdo a la definición del estado de los equipos y prioridad de intervención como de muestra a continuación:

PARA REVISAR PENDIENTE URGENTE BUEN ESTADO Y/O NORMAL

PLANILLA DE INSPECCION DE REGISTRO SUBESTACIÓN BELEN MODULOS 115 KV											
NUM. OT	FECHA (dd/mm/aa)				HORA						
EJECUTÓ									Pag 1 de 4		
CONVENCIONES	<input checked="" type="checkbox"/> PARA REVISAR <input type="checkbox"/> PENDIENTE <input type="checkbox"/> URGENTE <input checked="" type="checkbox"/> BUEN ESTADO Y/O NORMAL										
BANCO DE AUTOTRANSFORMADORES											
AUTOTRAFO	SIEMENS 50 MVA (R)	ABB 50 MVA (S)	SIEMENS 50 MVA (T)	AUTOTRAFO	SIEMENS 50 MVA (R)	ABB 50 MVA (S)	SIEMENS 50 MVA (T)	OBSERVACIONES			
Estado				Estado							
Conectores				Breaker							
Bujes de alta				Bornera							
Bujes de baja				Cableado							
Silica Gel				Iluminación							
Term. de aceite				Limpieza							
Term. Dev.				Mandos							
Cable de Pot.				DPS							
AUTOTRANSFORMADOR				Tº de aceite	Tº de devanados			Color de silica Gel		Commutador	
Autotrafo 230/115KV - 50 MVA - Siemens				60º	AT	MT	BT	Tralo	Comutado	Posicion	No. Man.
Cont. Descargas								Naranja	Naranja	13	15940
FASE	PRIM.	SECUND									
FASE R	NA	NA									
AUTOTRANSFORMADOR				Temperatura de aceite	Temperatura de devanados			Color de silica Gel		Commutador	
Autotrafo 230/115KV - 50 MVA - ABB				60º				Tralo	Comutado	Posicion	No. Man.
Cont. Descargas								Blanco	Naranja	11	14661
FASE	PRIM.	SECUND									
FASES	NA	NA									
AUTOTRANSFORMADOR				Tº de aceite	Tº de devanados			Color de silica Gel		Commutador	
Autotrafo 230/115KV - 50 MVA - SIEMENS				57º	58º	56º	56º	Tralo	Comutado	Posicion	No. Man.
Cont. Descargas								Blanco	Naranja	13	1478
FASE	PRIM.	SECUND									
FASET		NA									

Tabla 6: Formato planilla de inspeccion del sistema electrico de bahias 115 KV subestacion Belen
Fuente: elaboracion propia

INTERRUPTORES DE 115 KV													
INTERRUPTORES	IA 320	IA 420	IA 520	IA 620	IA 720	IA 120	IA 920	IA 220	PRESIONES DE SF6 Y MANOBRAS				
	INTERRUPTOR	Presion Nominal	Presion Leida	Numero Maniobras									
Estado									IA 320	6.8 bar			
Porcelana									IA 420	6.8 bar			
Conectores									IA 920	6.8 bar			
Presion de SF6									IA 520	6.8 bar			
Borneras									IA 620	6.8 bar			
Cableado									IA 220	6.8 bar			
Breaker									IA 120	6.8 bar			
Iluminacion									IA 820	6.8 bar			
Limpieza									IA 720	6.8 bar			
Sistema hidraulico													
Nivel hidraulico													
Mandos													
Pilotos													
Sistema mecanico													
Gab. Control													
Aisladores													
Puesta a tierra													
DPS													

IA 120	OBSERVACIONES
Nivel hidraulico	

SECCIONADORES ASOCIADOS 115 KV																						
Seccionadores	SL	SA	SA	SA	SA	928	SA	SA	SA	SA	SA	SA	828	SA	SA	ST	SL	ST	ST	SL		
Estado	303	328	324	424	428	924	524	528	228	224	124	128	824	724	728	403	503	201	603	703	103	
Conectores																						
Porcelana																						
Mecanismo																						
Accionamiento																						
Gab. De Control																						
Aisladores																						
Puesta a tierra																						

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE 115 KV									
DETALLE	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE						OBSERVACIONES		
	TI 320	TI 420	TI 520	TI 620	TI 720	TI 920			
Conectores									
Porcelana									
Caja de agrupamiento									
Limpieza									
Cableado									
Puesta a tierra									

TRANSFORMADORES DE TENSION Y DPS 115KV											
DETALLE	TRANSFORMADORES DE TENSION				DPS			CONT. DESC. DPS	FASE R	FASE S	FASE T
	TU 320	TU 420	TU 620	TU 920	FP 320	FP 420	FP 920				
Conectores								FP ANILLO			
Porcelana								FP 203 L. SEV 1			
Caja de agrupamiento								FP 503 L. SEV 2			
Limpieza								FP 103 L. INS			
Cableado								FP 903 Banco 1			
Puesta a tierra								FP 803 Banco 2			

OBSERVACIONES

Tabla 7: continuacion Formato planilla de inspeccion del sistema electrico de bahias 115 KV subestacion Belen Fuente: elaboracion propia

TRANSFORMADORES 115KV										Pag 3 de 4	
TRANSFORMADOR	30/40/47 MVA; 115/34,5 KV - ABB	30/40 MVA; 115/13,8 KV - SIEMENS	20/25 MVA; 115/13,8 KV - SIEMENS	TRANSFORMADOR	30/40/47 MVA; 115/34,5 KV - ABB	30/40 MVA; 115/13,8 KV - SIEMENS	20/25 MVA; 115/13,8 KV - SIEMENS	ESTADO			
	ESTADO					ESTADO					
Conectores				Breaker							
Bujes de alta				Bornera							
Bujes de baja				Cableado							
Silica				Iluminacion							
Termometro del aceite				Limpieza							
Termometro devanado				Mandos							
Cable de potencia				DPS							

TRANSFORMADOR	TEMPERATURAS			Color Silica Gel		CONMUTADOR		Nivel de aceite
	ACIETE	AT	BT	Trafo	Comm.	Posicion	No. Man.	
30/40/47 MVA; 115/34,5 KV - ABB	52°	58°	58°	Naranja	Naranja	-4	113611	
Cont. Descargas								
FASES PRIM. SECUND.								
FASE R								
FASE S								
FASE T								

TRANSFORMADOR	Temp. De aceite	Temp. De devanados	Color Silica Gel		CONMUTADOR		Nivel de aceite
			Trafo	Comm.	Posicion	No. Man.	
30/40 MVA; 115/13,8 KV - SIEMENS	58°	61°	Naranja	Naranja	4	68277	
Cont. Descargas	Contador de descargas fallado fase S Secundario						
FASES PRIM. SECUND.							
FASE R							
FASE S							
FASE T							

TRANSFORMADOR	Temp. De aceite	Temp. De devanados	Color Silica Gel		CONMUTADOR		Nivel de aceite
			Trafo	Comm.	Posicion	No. Man.	
20/25 MVA; 115/13,8 KV - SIEMENS	66°	60°	Naranja	Naranja	3	37250	
Cont. Descargas	No se cuenta con contadores de descargas la secundario						
FASES PRIM. SECUND.							
FASE R							
FASE S							
FASE T							

OBSERVACIONES GENERALES

Revisado por: _____	Aprobado por: _____
Asistente Operativo	Profesional P1
Área Subestaciones y Líneas	Área Subestaciones y Líneas
(Mantenimiento Subestaciones v Líneas)	(Mantenimiento Subestaciones y líneas)

Tabla 8: continuacion Formato planilla de inspeccion del sistema electrico de bahias 115 KV subestacion Belen Fuente: elaboracion propia

IX. CONCLUSIONES

Este trabajo integral de grado, desarrollado con mi experiencia en el campo de la Electricidad y los conocimientos adquiridos en la etapa lectiva en la UAN, tiene una implementación con dirección al mantenimiento y futuro sobre el comportamiento y alargamiento de la vida útil de los componentes de sistema en anillo de la subestación Belén.

La identificación de los equipos permite actualizar hojas de vida, así como definir las actividades a ejecutar cuando se programen los diferentes tipos de mantenimiento de acuerdo con las especificaciones técnicas y recomendaciones de los fabricantes.

Los permisos de trabajo, el análisis de trabajo y las planillas de inspección permiten identificar los equipos a intervenir, verificar los riesgos a los que se está expuesto en el momento de ejecutar actividades, de igual manera el estado de los componentes de los equipos, herramientas y materiales.

La inspección de los equipos mediante la planilla de inspección permite verificar el estado actual de los equipos en operación en tiempo real.

X. RECOMENDACIONES

La implementación de este proyecto como documento de referencia para crear manuales de mantenimiento en subestaciones eléctricas.

En caso de cambiar equipos de 115 KV de la subestación Belén actualizar formatos e inventario.

Investigar nuevas tecnologías que se presenten en la aplicación de los tipos de mantenimiento con el fin de actualizar los sistemas de mantenimiento.

La metodología descrita para el sistema de la configuración en anillo de 115 KV de la subestación Belén descrita en el actual proyecto se fundamenta para el sistema de configuración en anillo de la subestación Belén la cual puede ser acoplada a los diferentes tipos de configuración de las subestaciones.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Ministerio de minas y energía, reglamento técnico de instalaciones eléctricas, Santafé de Bogotá, 2015.

[2] L. Ibarra, propuesta de una metodología que permita asociar al plan de mantenimiento de la subestación la insula de la empresa centrales eléctricas de norte de Santander, Cúcuta: tesis de grado, 2018.

[3] Rodríguez Rueda, Vanesa, «Rodríguez Rueda, Vannesa. Propuestas de alternativas lineales con el fin de identificar una ruta óptima para el suministro de energía desde el municipio de Medellín hasta el municipio de Marmato en los

departamentos de Antioquia y Caldas,» Antioquia, Caldas, 2020.

[4] J. T. Montecello, Subestaciones Eléctricas, Paraninfo, 2015.

[5] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, «REGLAMENTO TECNICO DE ILUMINACION Y ALUMBRADO,» de RETILAP, SANTAFE DE BOGOTA, 2017.

[6] Norma técnica colombiana, código eléctrico colombiano, Bogotá: INCONTEC 2018.