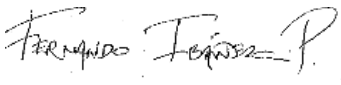
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO INSTALACIONES ELECTRICAS

CONTRATO DE OBRA 186 DE 2023

Realizar las obras de "MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA"

Instituto Nacional de Metrología de Colombia

UNION TEMPORAL UT COINSI-FEXXA 001

CONTROL INTERNO		
ELABORÓ	**REVISÓ**	**APROBÓ:**
Nombre:  Fernando Ibáñez P. Director Proyecto UT Coinsi - Fexxa 001	Nombre:  Ing. Juan David Ossa Representante Legal UT Coinsi - Fexxa 001	Nombre:  Ing. Alexander Bedoya D. Director Interventoría I&D
Fecha: 23/09/2024	Fecha: 23/09/2024	Fecha: 23/09/2024

BOGOTÁ D.C, SEPTIEMBRE DE 2024

El Instituto Nacional de Metrología suscribió el contrato de obra No 186 de 2023 con la Unión Temporal Coinsi - Fexxa 001, donde se establecieron los parámetros para ejecutar el proyecto cuyo objeto es **"MEJORAMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGÍA".**

Para la Unión Temporal Coinsi - Fexxa 001, es muy importante la satisfacción de nuestros clientes; la garantía, el acompañamiento y el respaldo que ofrecemos deben cumplir con los más altos estándares de calidad y servicio.

Agradecemos la preferencia por nuestra empresa para desarrollar proyectos de infraestructura tecnológica, su confianza nos fortalece para lograr cada día una mayor efectividad.

La Unión Temporal Coinsi - Fexxa 001 está implementando acciones para reducir el consumo de los recursos naturales, entre ellos el papel, por lo que invitamos a verificar que documentos son indispensables en físico, nuestro compromiso ambiental es una realidad. ¡Unámonos!

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN **4**
OBJETIVOS **6**
COMPONENTES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS **6**
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS **6**
TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN MARCA UMI **7**
CANALIZACIONES (CANALETAS METÁLICAS, BANDEJAS, TUBERÍAS TIPO EMT Y PVC). 9
CABLES ALIMENTADORES Y CIRCUITOS RAMALES **10**
INTERRUPTORES PRINCIPALES (PROTECCIONES TERMOMAGNÉTICAS) **10**
LUMINARIAS LED Y TIPO EMERGENCIA **11**
TOMA CORRIENTE NORMALES, GFCI, REGULADOS Y DE EMERGENCIA **11**
INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO TIPO ENCHUFABLE **12**
CONTROL DE ILUMINACIÓN **12**
MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA **12**
LOCALIZACIÓN DE CORTOCIRCUITOS: **13**
LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS EN CABLES DE POTENCIA: **13**
LOCALIZACIÓN DE AVERÍAS EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN: **13**

INTRODUCCIÓN

Las subestaciones, los equipos y las instalaciones eléctricas son fundamentales para lograr la productividad en las labores cotidianas de las organizaciones, estos sistemas están compuestos por diferentes elementos que en el tiempo se van deteriorando y requieren de mantenimientos preventivos y correctivos. Un buen plan de mantenimiento evita sobrecosto; generan seguridad, confiabilidad, disponibilidad, productividad, competitividad, y confort.

Es importante tener en cuenta que todos los elementos que conforman un sistema eléctrico, están sometidos a permanentes esfuerzos mecánicos, movimientos, flujo interno de electrones, incrementos en la temperatura, dilataciones, desgaste, daños, suciedades, cambios en las configuraciones y en las propiedades de algunos materiales o sustancias.

Cabe recordarles que todos los sistemas requieren la implementación de un mantenimiento preventivo SEMESTRAL para las instalaciones nuevas en el primer año y anual para los próximos años, con el objetivo de prolongar la vida útil de los equipos, evitar interrupciones del servicio y conservar un buen funcionamiento eléctrico; al entrar en funcionamiento las terminales, los empalmes, las barras y en general el sistema sufre dilataciones y al entrar en régimen estacionario las conexiones se aflojan, generando calentamientos que perjudican un buen funcionamiento del sistema.

Un plan frecuente de mantenimiento garantiza alta **Seguridad, confiabilidad, disponibilidad, productividad y competitividad de la infraestructura, como la fácil operación de los sistemas**.

Se entiende por mantenimiento al conjunto de actividades que se requieren realizar periódicamente para mantener a los equipos que conforman un sistema en óptimo estado de funcionamiento y detectar a tiempo cualquier indicio de fallas o daños en sus componentes, así:

- **Mantenimiento Predictivo:** Consiste en anticiparse a las fallas de los equipos prediciendo mediante las estadísticas de tiempos promedios de falla, chequeos y observaciones del personal calificado.

- **Mantenimiento Preventivo:** Consiste en hacer limpieza de los equipos, lubricación de los equipos que lo requieran, reprogramaciones, calibraciones, recomendaciones de mejoras ambientales, organización y estructura de cableado, cambios de conectores que se requieran entre otros.

- **Mantenimiento correctivo:** Consiste en la corrección de fallas presentadas en los equipos debidos a su mal funcionamiento o problemas en el cableado

entre otros.

Los factores de mayor relevancia para realizar periódicamente mantenimientos a **las instalaciones y subestaciones eléctricas** son los siguientes:

- ✓ Seguridad para el personal y para la infraestructura.
- ✓ Continuidad y Disponibilidad en el servicio.
- ✓ Calidad de energía.
- ✓ Ahorro de energía.
- ✓ Cumplimiento de normas actuales vigentes.

En el 2013 se actualizó el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), definiendo el MANTENIMIENTO como: Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, a un estado tal que le permita garantizar la confiabilidad de los sistemas; la preservación de la vida humana, animal y el medio ambiente. La Tabla 9.5 del RETIE ilustra algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes como son: arcos eléctricos, contacto indirecto, equipo defectuoso, rayos y sobrecarga. La misma tabla describe que la causa se puede deber a ausencia de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, descuidos en los trabajos de mantenimiento, mal mantenimiento, fallas en el mantenimiento del sistema de protección, instalaciones que no cumplen las normas técnicas, conexiones flojas, armónicos y no controlar el factor de potencia.

En el numeral 10.6 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS dice: En todas las instalaciones eléctricas el propietario o tenedor de la instalación eléctrica debe verificar que ésta no presente alto riesgo o peligro inminente para la salud o la vida de las personas, animales o el medio ambiente. El propietario o tenedor de la instalación, será responsable de mantenerla en condiciones seguras para lo cual debe apoyarse en personas calificadas para el mantenimiento.

El numeral 27.5 MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE INSTALACIONES PARA USO FINAL dice: a. El propietario o poseedor de cualquier instalación eléctrica de uso final será responsable de los efectos resultantes de una falta de mantenimiento o una inadecuada operación de dicha instalación. Este reglamento es de obligatorio cumplimiento, el no cumplirlo puede ocasionarle altos costos económicos como penales al tener que asumir la responsabilidad por accidentes que se presenten.

OBJETIVOS

- ✓ Garantizar la disponibilidad y continuidad en la prestación del servicio de la instalación eléctrica.
- ✓ Mantener en óptimas condiciones de limpieza y orden la locación, los

equipos de potencia y control de la instalación eléctrica.

- ✓ Verificar el estado de funcionamiento de cada uno de los componentes de la instalación.
- ✓ Documentar los hallazgos y planear la ejecución de mantenimientos predictivos y/o correctivos a que haya lugar.
- ✓ Plantear adecuaciones que apunten al mejoramiento continuo.

COMPONENTES Y EQUIPOS ELÉCTRICOS.

Esta instalación en particular está constituida por los siguientes elementos:

a. Tableros de distribución.
b. Canalizaciones (Canaletas Metálicas, Bandejas portacables, Tuberías tipo EMT).
c. Conductores HFLSFR.
d. Interruptores Principales.
e. Laminarias LED y Luminarias de emergencia
f. Tomacorrientes
g. Suiches sencillos, dobles y triples
h. Interruptores termomagnéticos tipo enchufable
i. Control de iluminación
j. Cajas de Empalme y/o derivación.
k. Canaleta metálica con división para datos y energía.

Cada uno de los componentes equipos antes relacionados cumplen las cantidades y especificaciones técnicas solicitadas en las actas de liquidación y documento de especificaciones del proyecto del INM con interventoría de I&D.

En las siguientes páginas se hace un recuento de las actividades de mantenimiento que deberán ser realizadas a las instalaciones eléctricas.

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Las actividades asociadas al mantenimiento de las instalaciones eléctricas están diseñadas para cumplir con las normas, procedimientos y requerimientos especiales que se deben aplicar a estas áreas; garantizando la calidad final del servicio y la seguridad del personal.

Estas actividades deben ser realizadas por personal calificado y certificado para este fin. Se deben realizar previamente a cualquier intervención, obligatoriamente una charla de las 5 reglas de oro y dejar evidencia de ello.

Limpieza de tableros: La limpieza de las estructuras de (celdas, tableros, gabinetes) se realiza con paño seco, brocha y/o cepillo de cerda sintética, al

finalizar se utiliza la aspiradora para garantizar que estas estructuras queden libres de residuos sólidos.

Correctivos menores: Una vez realizada la limpieza, se procede a ajustar los tornillos de los interruptores y los bornes de contacto, el propósito de este procedimiento es corregir las posibles fallas en la conductividad del circuito.

Acabado final: Esta actividad tiene como propósito proteger y aumentar la vida útil de los componentes, para ello aplicamos en cada interruptor y en general en las acometidas Lubricante penetrante CRC 5-56 que tiene las siguientes características:

Lubricación de piezas metálicas: Esta actividad se realiza para evitar el desplazamiento de la humedad de los cables. Algunos aspectos a tener en cuenta sobre el lubricante usado:

- ✓ No es conductor de electricidad y elimina cortos circuitos en los equipos o sistemas eléctricos.
- ✓ Protege los metales contra la corrosión, afloja pernos, tuercas y tornillos.
- ✓ Facilita el arranque de motores húmedos, al ser aplicado en el distribuidor, eliminando el agua y permitiendo el arranque instantáneo.
- ✓ Detiene y previene la corrosión de los terminales y soportes eléctricos.
- ✓ Limpia polvos, grasas, breas, adhesivos ligeros, formando una barrera resistente contra la corrosión.

TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Los tableros que se instalaron en el INM en la ciudad de Bogotá, son equipos fabricados bajo los mayores estándares de calidad, cumpliendo con la normatividad RETIE y NTC 2050, bajo la exigido en la ISO9001, Los equipos son los que a continuación se listan:

1. Tablero TD 1 SOTANO.
2. Tablero TD 2 PISO 1
3. Tablero TD 3 PISO 1
4. Tablero TD 4 PISO 2
5. Tablero TD 5 PISO 2
6. Tablero TD 6 PISO 3
7. Tablero TD 7 PISO 3
8. Tablero TD 8 PISO 4
9. Tablero TD 9 PISO 5

10. Tablero TD 10 PISO 6

Generalmente requieren seguir las siguientes recomendaciones para conservar en óptimo estado y funcionamiento de un tablero de distribución:

- ✓ Mantener colocados y en perfectas condiciones las puertas exteriores y frentes muertos deltablero; para evitar contacto con partes energizadas y el ingreso de elementos extraños.
- ✓ Mantener las señalizaciones de riesgo eléctrico
- ✓ Mantener los cuadros de carga y diagramas unifilares
- ✓ Periódicamente validar los niveles de tensión y corrientes
- ✓ Revisar secuencia de fases
- ✓ Chequear que lo barrajes de cobre no presenten oxidación
- ✓ Requinte de las conexiones para evitar puntos calientes
- ✓ Mantenimientos preventivos y predictivos
- ✓ Termografías
- ✓ Realizar análisis de cargabilidad y calidad de

la energía

A continuación, cuadro de seguimiento y validaciones:

MANTENIMIENTO DE TABLEROS			
	Verifique conexión de los equipos.		Limpieza con un trapo humedecido de las partes y equipos accesibles.
	Limpieza y ajuste de puertas, tapas, chapa, y tornillería.		Inspección de maniobra de disparo y reposición de interruptores.
	Estado de cables y barrajes.		Apretamiento de toda la tornillería tanto del tablero como los elementos que la componen.
	Verifique el estado de los elementos de potencia.		Aspiración de residuos sólidos extraños.

TABLEROS DE DISTRIBUCION	**ACTIVIDADES**	**A/NA**
ESPACIO PARA REGISTRO FOTOGRAFICO	Inspección de la condición física de la celda	
	Verificación de condición física del tablero	
	Limpieza general del tablero	
	Verificación de los interruptores y/o elementos de potencia	
	Limpieza de las partes y equipos	
	Estado de los cables y barrajes	
	Verificación de conexiones de los equipos	
	Ajuste mecánico de todas las conexiones eléctricas	
	Ajuste de todos los elementos mecánicos	
	Ajuste de terminales	
	Inspección de maniobra de disparo y reposición de interruptores	
	Inspección de marcas del tablero	
	Ajuste de tornillos y terminales	
	Prueba de aislamiento con megohmetro	

Revisar el Anexo del fabricante de tableros de distribución, en la cual también se deben realizar termografías a los tableros.

CANALIZACIONES (CANALETAS METÁLICAS, BANDEJAS, TUBERÍAS TIPO EMT Y PVC).

Se requieren seguir las siguientes recomendaciones para conservar en óptimo estado de las canalizaciones que contienen alimentadores y circuitos ramales. Y evitar el deterioro tanto de la canalización como de los conductores.

- ✓ Periódicamente realizar tareas de limpieza
- ✓ Mantener las marcaciones que indica su uso (Seguridad Electrónica "Verde", SistemaCCT "Azul",Energía "Naranja").
- ✓ Mantener despejado las áreas para acceso y mantenimiento.
- ✓ Validar continuidad de puesta a tierra
- ✓ Validar conexión efectiva con sistema de puesta a tierra.

CABLES ALIMENTADORES Y CIRCUITOS RAMALES.

Los cables de una instalación eléctrica deben está en perfecto estado para garantizar el buen funcionamiento de la misma.

El aislamiento de los cables en sus tramos terminales accesibles en las cajas de empalme, salidas y conexiones debe estar en optimo estado.

Generalmente, cuando el aislamiento está deteriorado se endurece, perdiendo totalmente su condición aislante.

Esto ocurre por lo general ante la presencia de conexiones flojas en los puntos de conexión o empalme, por lo tanto, debe proceder a eliminar el tramo del conductor con aislamiento dañado y realizar firmemente la nueva conexión, siempre y cuando la longitud del cable así lo permita. En caso contrario hay que proceder a Re cablear el tramo del circuito entre el punto donde se presenta el problema hasta la caja más cercana.

En ningún caso se permitirá realizar empalmes de cables dentro de la tubería. Estos deben realizarse siempre en las cajas de registro.

INTERRUPTORES PRINCIPALES (PROTECCIONES TERMOMAGNÉTICAS)

Para garantizar el buen funcionamiento de los interruptores termomagnéticos se deber realizar las siguientes actividades:

- ✓ Inspección visual
- ✓ Inspección de bornes (continuidad y corte efectivo)
- ✓ Verificación de operación manual
- ✓ Verificar torque en conexión con alimentadores o barras según aplique.
- ✓ Imágenes termográficas para validar temperatura
- ✓ Verificar funcionamiento del botón de disparo.

LUMINARIAS LED Y TIPO EMERGENCIA.

El mantenimiento del sistema de iluminación no debe concretarse simplemente a la limpieza periódica y reemplazos de las luminarias, sino que debe abarcar también la validación de correcto funcionamiento de los demás componentes asociados a esta.

Para lograr un funcionamiento óptimo y conservación del sistema de iluminación se deben

realizar las siguientes actividades:

- ✓ Inspección visual.
- ✓ Realizar Limpieza periódica de acuerdo al plan de mantenimiento
- ✓ Validar el nivel de tensión de alimentación (ver ficha técnica del equipo y verificar el rango de variación aceptable).
- ✓ Verificar las conexiones al cable alimentador.
- ✓ Reemplazar luminarias en mal estado.
- ✓ Validar el funcionamiento de la batería en luminarias de Emergencia.
- ✓ Probar Test de las luminarias de Emergencia

Se anexa fichas técnicas de las luminarias instaladas en el Instituto Nacional de Metrología.

TOMA CORRIENTE NORMALES, GFCI, REGULADOS Y DE EMERGENCIA

Él toma corriente es uno de los dispositivos de mayor uso dentro de las instalaciones eléctricas. Es importante, por lo tanto, para conservarlo en optimo estado de funcionamiento se debe conocer sus capacidades nominales en amperios y voltaje de operación.

Para lograr un funcionamiento óptimo y conservación del sistema de toma corrientes se deben realizarlas siguientes actividades:

- ✓ Inspección visual (verificar su aspecto físico y ausencias de deterioro a simple vista)
- ✓ Verificación de conexión de puesta a tierra
- ✓ Verificación de conexión en bornes de conexión
- ✓ Verificar polaridad
- ✓ Validar nivel de tensión
- ✓ Conservar y mantener las marcas de identificación del circuito ramal
- ✓ Verificar apriete de toma con clavija (cambiar toma si no hay una sólida fijación)
- ✓ Para las tomas GFCI se debe chequear el funcionamiento del disparo por falla a tierra, este se puede hacer con un chequeador de tomas P/T y GFCI

INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO TIPO ENCHUFABLE Y RIEL.

Para garantizar el buen funcionamiento de los interruptores termomagnéticos se deber realizar las siguientes actividades:

- ✓ Inspección visual
- ✓ Inspección de bornes (continuidad y corte efectivo)
- ✓ Verificación de operación manual
- ✓ Verificar torque en conexión con alimentadores o barras según aplique.
- ✓ Termografías para validar temperatura
- ✓ Mantener las marcaciones de identificación del circuito.

CONTROL DE ILUMINACIÓN

Se anexan manuales de funcionamiento y fichas técnicas del control de iluminación marca Levitón, el anexo trae la siguiente información:

- ✓ O6C20-MDW OK
- ✓ Smart-Line-Voltage-Dimming-Room-Controller-Spanish-PK-A3470-10-04-2A
- ✓ Provolt room controller-data sheet-lc-g-9661k-en-leviton OK

MEDICIÓN DE PUESTA A TIERRA

Un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas.

En razón a que la resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la elevaciónde potencial.

Validar con el telurómetro que la medición de puesta a tierra este en el margen establecido por las normas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050 y NTC 4552 y RETIE. Y lo podemos evidenciaren la tabla inferior

Aplicación	Valores máximos de resistencia de puesta a tierra
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda.	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles.	10 Ω

- **Localización de Cortocircuitos:**
  Los cortocircuitos o derivaciones a tierra generalmente se localizan, salvo que sean circuitos abiertos, mediante un proceso de eliminación.

  El circuito fallado puede determinarse abriendo uno a uno los interruptores en tablero de distribución, hasta que el dispositivo de detención de fallas a tierra indique una lectura normal.

  Procediendo a cerrar cada interruptor, antes de abrir el siguiente, las interrupciones de servicio serán mínimas. La apertura de los interruptores que suministran energía a servicios esenciales no debe efectuarse hasta que no se disponga de alguna fuente auxiliar de energía.

- **Localización de Averías en Cables de Potencia:**
  La detección de averías en un conductor de derivación a tierra o en cortocircuito se realiza utilizando un MEGOHMETRO (Megger) o medidor de aislamiento.

  Cada uno de los conductores que conforman el circuito en prueba deberá ser desconectado en ambos extremos del circuito. Antes de ejecutar la medición deberá asegurarse de que este paso ha sido efectuado efectivamente, es decir, el circuito deberá estar completamente des- energizado.

  A continuación, se efectúa la prueba en forma individual para cada uno de los conductores, conectando el equipo de medición de aislamiento entre la masa del cobre del conductor y un punto de garantice una conexión efectiva al sistema de puesta a tierra.

El medidor de aislamiento aplica un impulso de orden de los 5000V durante un tiempo reducido. Si existiese una derivación a tierra a lo largo del tendido del cable, al aplicar la tensión indicada el circuito se cierra con tierra, indicando el equipo un valor se resistencia a tierra cercano a cero. Si es el caso contrario, el equipo indicara resistencia infinita, corroborando la presencia de un circuito abierto y por ende ausencia de falla a lo largo del conductor.

En caso de detectarse avería en por lo menos uno de los conductores que conforman un mismo circuito instalado en un tubo común, deberán ser retirados todos los conductores del mismo, sustituirse el cable fallado, proceder al recableado y realizar de nuevo la prueba con el fin de verificar la continuidad de los conductores y le buen estado del aislamiento de los mismo, además de descartar filos en la tubería que dañen nuevamente el cable.

- **Localización de Averías en Tableros de Distribución:**

  En un tablero de distribución equipado con interruptores termomagnéticos se puede localizar averías ante la presencia de los siguientes elementos:

- Presencia de ruidos (zumbidos): la presencia de estos dentro del envolvente generalmente indica que existe una conexión floja o en mal estado, o que alguno de los interruptores está dañado, o que uno de los circuitos ramales esta sobrecargado.

- Presencia de calentamiento en los bornes de conexión: Las causas son generalmente las misma que provocan el zumbido, aunque de ellas la más usual es presencia de conexiones flojas. Los dispositivos de protección generalmente actúan ante la presencia de sobrecargas térmicas, por lo que un calentamiento que persiste debe provocar disparos de los interruptores correspondientes. Luego de corregir el problema de conexión, se debe restituir el dispositivo y verificar la carga.

- Interruptor (Breaker) Disparado: Cuando los interruptores se disparan la causa puede ser debido a sobrecargas en el circuito correspondiente, cortocircuito o derivación a tierra en algún punto del circuito

La Unión Temporal Coinsi - Fexxa 001está a su disposición para realizar los mantenimientos preventivos y correctivos pertinentes a cada una de los equipos instalados en el proyecto.