

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SERVICIO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO,
PREVENTIVO Y PREDICTIVO DE TRANSFORMADORES
DE ACEITE DE 45KV



INDICE

1. OBJETO	2
2. DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN	2
3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES.....	3
4. ALCANCE TÉCNICO	4
5. REPUESTOS Y MATERIALES	20
6. PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	20
7. REQUISITOS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	25
8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR DURANTE EL PLAZO DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO	27
9. INDICADORES DE SERVICIO - PENALIZACIONES	27
10. CERTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS	28
11. ANEXOS	28

1. OBJETO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas tiene como **objeto** especificar las condiciones técnicas de prestación del servicio del mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo de los transformadores de aceite de 45kV instalados en subestaciones con el objetivo de preservar el buen funcionamiento y disponibilidad de las subestaciones, asegurando la alimentación eléctrica a todos los Servicios Auxiliares y de Tracción de la Red de Metro de Madrid, cuya ausencia supondría una afección directa al servicio de viajeros.

2. DISPOSICIONES Y NORMAS DE APLICACIÓN

Los trabajos objeto del contrato se llevarán a efecto mediante la plena observancia y cumplimiento de todas las disposiciones legales vigentes, actuales y futuras, que afecten a dichos trabajos, ya se trate de leyes, reglamentos, ordenanzas, instrucciones o normas de cualquier otro rango que resulten obligatorias, ya sean de ámbito comunitario, nacional, autonómico o local.

Entre tales disposiciones, y a título de relación no exhaustiva, se destaca la necesidad de dar cumplimiento a todas las normas jurídicas vigentes relativas a las siguientes actividades:

- Prevención de Riesgos Laborales.
- Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Protección Contra Incendios.
- Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.
- Medio ambiente y protección medioambiental.
- Norma ISO 9001. Sistemas de Gestión de la Calidad, o equivalente.
- Normas y procedimientos operativos para la realización de maniobras de corte y reposición de tensión para trabajos en instalaciones eléctricas.
- Normas y procedimientos operativos para la realización de maniobras de corte y reposición de tensión para trabajos en la red de cables de alimentación e interconexión y celdas de alta tensión.
- Normas para la seguridad de los agentes en relación con la circulación
- Norma operativa NOP-10 Medidas de emergencia en subestaciones eléctricas y centros de transformación.
- Instrucción operativa IOP-35 Trabajos con riesgo eléctrico en subestaciones.
- Instrucción general IG-01 - Equipos de trabajo
- Instrucción general IG-06. Normas generales para trabajos con riesgo eléctrico
- Instrucción General IG-08 "Manipulación manual de cargas"
- Instrucción técnica IT-MI-ENE-0027. IT3: Señalización de seguridad para trabajos en subestaciones y centros de transformación
- Instrucción técnica IT-MI-ENE-0026: trabajos en altura transformadores 45kv

- Instrucción específica IE-0012 Trabajos en subestaciones eléctricas con materiales con amianto.
- Evaluación general de riesgos de lugares de trabajo de Metro de Madrid
- Medidas de emergencia a aplicar en el Metro de Madrid
- Política de seguridad y salud
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Especialmente, el contratista estará obligado a cumplir los procedimientos que Metro de Madrid, S.A. tiene establecidos, o pueda establecer en el futuro, para los trabajos que se realicen en sus instalaciones, de los que será cumplidamente informado antes del inicio de estos, con objeto de que pueda trasladar dicha información a sus trabajadores, quienes deberán cumplirla debidamente. No obstante, las empresas licitadoras podrán solicitar estos procedimientos con antelación en el plazo establecido para la presentación de ofertas si lo estimasen necesario.

NOTA: se aplicará a esta contratación cualquier modificación posterior sobre dicha normativa, así como cualquier nueva norma publicada, de ámbito general o interno, con repercusión sobre el mantenimiento de las subestaciones eléctricas de Metro de Madrid.

Todas las prescripciones y especificaciones técnicas que se formulen en el presente pliego por referencia a cualesquiera de las tipologías normativas recogidas por el artículo 60.3 b) de la Directiva 2014/25/UE, de 26 de febrero, sobre Contratación Pública, habrán de entenderse hechas también a sus equivalentes, correspondiendo al licitador acreditar dicha equivalencia en la forma establecida en el artículo 60.5 de la mencionada Directiva

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Como regla general se emplearán las definiciones de la Norma UNE-EN 13306 “Terminología de Mantenimiento” y de la Norma EN 13269 “Guía para la preparación de contratos de mantenimiento”.

A efectos del presente documento se entenderá por:

“Ofertante”: Empresa que presenta una Oferta Técnica y Económica para la prestación del servicio de mantenimiento objeto de este Pliego.

“Contratista” Empresa adjudicataria del servicio de mantenimiento objeto de este Pliego.

“Metro”: Metro de Madrid, S.A.

“PCB”: Policlorobifenilos, y su plural PCB’s.

“DBDS”: dibencil disulfuro

“CTC”: cambiador de tomas en carga, su plural CTC’s.

“LED”: diodo emisor de luz, y su plural LEDs

“ENAC”: Entidad Nacional de Acreditación

“DBPC”: -DITERC-BUTIL-p-CRESOL

“HPLC”: cromografía líquida

“PAT”: puesta a tierra

4. ALCANCE TÉCNICO

Los servicios de mantenimiento deberán prestarse en las Subestaciones de la red de Metro donde se encuentran instalados los transformadores de aceite de 45 kV.

Los 8 transformadores de aceite objeto de contratación son los siguientes:

SUBESTACION	MARCA TRANSFORMADOR	NUMERO DE SERIE	AÑO FABRICACIÓN	POTCIA MVA
NUEVOS MINISTERIOS	ABB	71616	2001	25
	ABB	71617	2001	25
DEPOSITO CUATRO VIENTOS	FRANCE TRANSFO	843728-01	2002	15
	FRANCE TRANSFO	843729-01	2002	15
PACÍFICO	OASA	CT-38664	2009	25
	OASA	CT-38665	2009	25
ALUCHE	OASA	CT-38671	2009	25
	OASA	CT-38672	2009	25

En el Anexo V se adjuntan las placas de características de dichos transformadores.

En caso de que sea necesario manipular el aceite para poder realizar alguno de los trabajos objeto del presente pliego deberán preservarse en todo momento las características dieléctricas del aceite, de tal forma que una siga conservando sus valores de tensión de ruptura, factor de pérdida dieléctrica, número de neutralización y contenido en agua (valores similares a los obtenidos en análisis anteriores). Si fuese necesario el uso de bombas de carga y descarga para estos trabajos, en el momento de su uso deberá certificarse por escrito al responsable de contrato de Metro de Madrid que están libres de PCB's.

En caso de ser necesario desechar/retirar aceite, se deberá garantizar por parte del contratista que el mismo quede debidamente recogido en los recipientes adecuados para su transporte. Correrá a cargo del contratista la gestión de este residuo según normativa vigente. En caso de ser necesario, deberá hacerse entrega de todos los certificados que la normativa vigente exija y que Metro de Madrid, como propietario de las instalaciones, deba disponer y conocer.

Tres de las cuatro subestaciones objeto del presente pliego son subterráneas y una en superficie (Depósito de Cuatro Vientos). En caso de que sea necesario el uso de bidones u otros equipos para el vaciado parcial/total del aceite, debe tenerse en cuenta que en algunas instalaciones el ancho máximo de las puertas de acceso es de 90 cm. En caso de ser necesario introducir materiales o equipos de dimensiones superiores, será obligatorio realizarlo por las ventosas de acceso de materiales, para lo cual el contratista deberá tramitar y correr con los costes de los permisos correspondientes, vehículos grúas y señalización. Una vez finalizados los trabajos, dichas ventosas deberán quedar correctamente instaladas y soldadas a los perfiles fijos existentes evitando el desplazamiento de esta al paso de vehículos pesados.

Se procede a continuación a describir las partidas objeto del presente pliego.

4.0. COSTES ASOCIADOS A LAS CONDICIONES DE EJECUCIÓN (APLICABLES A LA JORNADA DE UN EQUIPO DE TRABAJO)

Metro de Madrid siempre intentará agrupar los trabajos definidos en este pliego con el objetivo de minimizar el número de descargos de los transformadores, por ello lo habitual será que en una misma jornada de trabajo se ejecuten trabajos correspondientes a distintas partidas (ej. Preventivo + ensayos eléctricos + análisis).

Con el objetivo de evitar que los costes asociados a las condiciones de ejecución de los trabajos estén repercutidos en todas las partidas de mantenimiento, **en donde así se ha indicado, los precios unitarios ofertados para las partidas de la P1 a la P6 deben definirse suponiendo que se trata de trabajos planificados a ejecutar en horario diurno de lunes a viernes laborable, y no deben recoger costes asociados a desplazamiento, trabajo en fin de semana o trabajos urgentes o nocturnos.**

Por todo ello y con el objetivo de poder certificar los costes asociados a las distintas condiciones de ejecución de los trabajos que se puedan dar durante la ejecución del contrato, se han definido las siguientes partidas:

P0. Costes asociados a las condiciones de ejecución (aplicables a la jornada de trabajo de un equipo)	
P 0.1	Trabajo planificado diurno de lunes a viernes (desplazamiento)
P 0.2	Trabajo URGENTE O NOCTURNO de lunes a viernes (desplazamiento y urgencia/nocturnidad)
P 0.3	Trabajo planificado en sábado o domingo (desplazamiento y fin de semana)
P 0.4	Trabajo URGENTE O NOCTURNO en sábado o domingo (desplazamiento, urgencia/nocturnidad y fin de semana)

Cada una de estas partidas debe recoger todos los costes por jornada de un equipo en los que incurrirá el contratista para el traslado y ejecución de los trabajos con carácter de urgencia, nocturnidad y/o en fin de semana.

Por cada jornada de trabajo de un equipo, será de aplicación una de estas jornadas en función de las condiciones de ejecución aplicables. Los desplazamientos en una misma jornada entre subestaciones de la red de Metro de Madrid no se considerarán desplazamiento y no supondrán la certificación adicional de ninguna de estas partidas.

4.1. ANÁLISIS DIELECTRICO

En el Anexo I "Preciario" se ha definido la partida P1. Análisis Dieléctrico, esta partida debe recoger todos los costes asociados a la ejecución de los trabajos descritos en este apartado, suponiendo que se trata de trabajos planificados a ejecutar en horario diurno de lunes a viernes laborable, y no deben recoger costes asociados a desplazamiento, trabajo en fin de semana o trabajos urgentes o nocturnos.

Deberán analizarse los aceites dieléctricos de los transformadores objeto del presente pliego. Estos análisis deberán ser realizados en laboratorios independientes certificados por Entidad

Nacional de Acreditación (ENAC) según UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 o equivalente. Cabe la posibilidad de que en algunos casos se soliciten análisis de contraste, con el fin de verificar el correcto resultado de estos, por lo que será necesario disponer de al menos 2 laboratorios independientes donde poder analizar los aceites.

Esta partida incluye los siguientes paquetes de ensayos:

- Análisis físico-químicos + recuento partículas.
- Análisis cromatográfico de gases.
- Análisis de corrosión (azufre).

Como norma general, la toma de muestras de aceite se hará coincidir con los trabajos de preventivo, aprovechando que los transformadores se encontrarán fuera de servicio temporalmente para la realización de ensayos. No obstante, si de los resultados obtenidos se desprende la necesidad de una mayor frecuencia de los ensayos, estos podrán no coincidir con otros trabajos de mantenimiento de los transformadores.

Al tomar las muestras de aceite se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones mínimas, aunque, en cualquier caso, prevalecerán las indicaciones fijadas por el laboratorio:

1. Las muestras deberán tomarse, preferentemente, de la parte inferior de la cuba de los transformadores. Si es necesario se utilizará el método de jeringa.
2. Con anterioridad a la toma de muestras, deberán realizarse las siguientes comprobaciones:
 - Limpiar cuidadosamente con trapo seco, limpio y sin hilacha, la boca de la válvula donde se tome la muestra.
 - Dejar correr el líquido aislante para limpiar el conducto de la válvula.
 - Enjuagar los frascos con el líquido aislante a medir.
 - Llenar los frascos evitando la formación de burbujas. El frasco se considerará que está lleno cuando el líquido aislante llegue al cuello de este. Los frascos sólo deberán estar abiertos durante el enjuague y llenado.
 - Guardar el recipiente inmediatamente para evitar el contacto con la luz solar.

Los ensayos se realizarán según la normativa indicada en este pliego, o en caso de que haya sido actualizada, se realizará conforme a la nueva normativa publicada o equivalente vigente.

El contratista, en un plazo no superior a un mes desde la realización de los análisis, emitirá y entregará a Metro un informe por cada transformador al que se le haya analizado el aceite. Dicho informe deberá incluir los siguientes apartados:

- Resultados obtenidos
- Normativa bajo la que se han realizado los análisis y criterios de aceptación conforme a la normativa.
- Diagnóstico/interpretación del análisis.
- Conclusiones y recomendaciones de mantenimiento.

Para que el contratista pueda realizar una adecuada valoración de los resultados obtenidos y valorar la evolución sufrida por el aceite, Metro entregará al contratista los ensayos anteriores.

Se detallan a continuación los análisis a realizar dentro de esta partida:

Análisis físico-químicos + recuento partículas

Informan principalmente del estado del aceite y de los posibles contaminantes. Estos a su vez comprenden los siguientes ensayos:

1. **Índice de Aspecto y color.** Según ISO 2049 (ASTM D-1500) o equivalente
2. **Contenido en agua.** Según UNE-EN 60814 o equivalente
3. **Rigidez Dieléctrica (Tensión de ruptura).** Según IEC 60156 o equivalente
4. **Tensión Interfacial.** Según ASTM D971-99^a o ISO 6295 o equivalente
5. **Densidad.** Según IEC 60422 o equivalente
6. **Factor de disipación dieléctrica y permitividad relativa, del factor de disipación dieléctrica (tan d) y de la resistividad en corriente continua.** Según IEC 61620 y IEC 60814 o equivalentes.
7. **Índice Neutralización (Acidez).** Según IEC 62021-1 o equivalente
8. **Análisis de gases disueltos en el aceite.** Según IEC 60567 o equivalente
9. **Relación Tensión Interfacial y acidez.** Índice de MEYER o índice calidad de aceite.
10. **Recuento de partículas en suspensión, número y tamaño.** Según ISO 4406 o equivalente

La muestra deberá realizarse según los procedimientos exigidos por el laboratorio.

Análisis cromático de gases (Según IEC 60599:2016, UNE-EN 60567:2012 o equivalentes)

El aceite bajo determinadas circunstancias puede producir gases. La cantidad, tipo y relación entre estos gases permite diagnosticar defectos en el transformador (térmicos, descargas parciales, arcos, etc.) y dan información acerca de la gravedad del defecto. Por medio de la degasificación del aceite y el posterior análisis cromatográfico, se puede conocer el contenido cualitativo y cuantitativo de los gases.

Son parámetros básicos tanto las cantidades de ciertos tipos de gases generados como las proporciones relativas entre distintos gases y la velocidad de aparición / variación de los gases en las muestras recogidas. Se puede por tanto extraer información indirecta de la existencia de descargas parciales, puntos calientes, arco, combustiones, envejecimiento, sobrecalentamiento, detectándose fallos incipientes que podrían determinar la avería del transformador.

Se realizan los siguientes ensayos:

- **Gases disueltos:** C₂H₂, C₂H₄, C₂H₆, CH₄, CO, CO₂, H₂, N₂, O₂.
- **Compuestos furánicos:** 2ACF, 2FAL, 2FOL, 5HMF, 5MEF.

La muestra de gases disueltos deberá realizarse según los procedimientos exigidos por el laboratorio.

Análisis del azufre potencialmente corrosivo CCD-Test según UNE-EN 62535:2009 o equivalente.

Se realizará análisis de concentración de DBDS.

La muestra deberá realizarse según los procedimientos exigidos por el laboratorio.

4.2. ENSAYOS DE TRANSFORMADORES

En el Anexo I “Preciario” se ha definido la partida P2. Ensayos transformador, esta partida debe recoger todos los costes asociados a la ejecución de los trabajos descritos en este apartado, suponiendo que se trata de trabajos planificados a ejecutar en horario diurno de lunes a viernes laborable, y no deben recoger costes asociados a desplazamiento, trabajo en fin de semana o trabajos urgentes o nocturnos.

Deberán realizarse los ensayos descritos a continuación en los transformadores objeto del presente pliego, **bajo las normativas vigentes a nivel nacional UNE, normativas internacionales CEI y estándares IEEE**. En cualquier caso, y para evitar posibles medidas erróneas, primeramente, deberán realizarse las pruebas que se realicen en corriente alterna y posteriormente las que se hagan en corriente continua, para evitar la polarización de los bobinados.

- **BOBINADOS**

- Medida resistencia óhmica de devanados.
- Resistencia aislamiento devanados.
- Relación de transformación y polaridad.
- Factor de potencia aislamiento y factor de disipación de aislamiento (tangente delta).
- Perdidas en vacío y corriente de excitación.
- Perdidas en carga y tensión de cortocircuito (Impedancia de cortocircuito).
- Análisis de respuesta en frecuencia (FRA).
- Respuesta de frecuencia de perdidas parasitarias (FRSL).

En las subestaciones de Nuevos Ministerios y Cuatro Vientos, podría ser necesario realizar ensayo de resistencia dinámica en cargador de tomas, este ensayo se incluirá en la oferta económica del Anexo I en una partida independiente.

Para cada transformador deberá entregarse un informe en formato editable y pdf con el siguiente **contenido mínimo y orden**:

1. Ensayos realizados.
2. Objeto de los ensayos.
3. Normativa bajo la que se han realizado los ensayos y criterios de aceptación conforme a la normativa.
4. Equipos y aparatos utilizados en cada ensayo (debe incluirse la última fecha de calibración).
5. Condiciones ambientales de las pruebas (en caso de que afecte a la misma).
6. Informe detallado de los resultados obtenidos, interpretación del análisis y conclusiones. Para ello se tendrán en cuenta los resultados obtenidos en los ensayos realizados en anteriores ocasiones y que serán entregados por Metro al contratista.
7. Plan de ensayos futuros. En función de los resultados obtenidos de los ensayos y de la evolución de estos con el histórico disponible, se definirá un Plan de ensayos para cada transformador, identificando:
 - Las pruebas/ensayos a realizar en los próximos 10 años.
 - Periodicidad de estas.
 - Justificación y objetivo de las pruebas propuestas.

La desconexión y conexión de los cables de potencia correrán a cargo del contratista.

Metro de Madrid definirá los transformadores sobre los que realizar estos ensayos y las fechas de los trabajos, haciéndolos coincidir habitualmente con las revisiones de preventivo.

4.3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR

En el Anexo I “Preciario” se ha definido la partida P3. Mantenimiento Preventivo, esta partida debe recoger todos los costes asociados a la ejecución de los trabajos descritos en este apartado, suponiendo que se trata de trabajos planificados a ejecutar en horario diurno de lunes a viernes laborable, y no deben recoger costes asociados a desplazamiento, trabajo en fin de semana o trabajos urgentes o nocturnos.

Se realizará el mantenimiento preventivo de los transformadores objeto del presente pliego según los alcances y procedimientos descritos en el Anexo II “IT-MI-ENE-0010-TR45-V.1”. Para cada una de las revisiones, el contratista entregará cumplimentado y firmado el protocolo de ejecución de mantenimiento preventivo de transformador de 45kV (Anexo III “Protocolo Preventivo”), así como un informe en el que se indique cualquier anomalía detectada. Esta revisión incluye el suministro y sustitución del silicagel independientemente del estado de este, así como el tratamiento del residuo generado.

En las subestaciones de Nuevos Ministerios y Cuatro Vientos, la revisión de preventivo del transformador incluirá además las siguientes operaciones básicas de mantenimiento del regulador automático de tomas:

- Limpieza e Inspección visual.
- Control técnico.
 - o Lubricación
 - o Aprietes
 - o Comprobación alarmas
- Inspección funcionamiento motorización y contador. Registro lectura nº maniobras regulador.
- Pruebas de funcionamiento:
 - o Probar regulador subiendo una toma - observar indicador de posición - observar funcionamiento del contador, aumento en una unidad - observar ruido, vibraciones extrañas.
 - o Probar regulador bajando una toma - observar indicador de posición - observar funcionamiento del contador, aumento en una unidad - observar ruido, vibraciones extrañas.
 - o Probar parada de emergencia - iniciar maniobra - parada de emergencia maniobra - reiniciar maniobra - comprobar que maniobra interrumpida ha sido completada
- El regulador deberá quedar en la misma toma en la que se encontraba antes de realizar el mantenimiento.

El coste de la actuación de mantenimiento preventivo no incluirá la sustitución de los repuestos que se identifique estén deteriorados, en caso de ser necesarias estas sustituciones se facturarán conforme a las ofertas presentadas para estos conceptos en la partida 6. Mantenimiento correctivo del Anexo I.

4.4. MANTENIMIENTO EXPERTO REGULADORES EN CARGA

En el Anexo I "Preciario" se ha definido la partida P4. Mantenimiento experto Reguladores en Carga, esta partida debe recoger todos los costes asociados a la ejecución de los trabajos descritos en este apartado asumiendo que su ejecución se planificará en horario diurno de lunes a viernes laborable. **No será de aplicación para estos trabajos ninguna de las partidas P.0.**

Actualmente solo 4 transformadores de los 8 instalados, disponen de reguladores automáticos en carga.

- 2 transformadores de la marca ABB con **regulador UBBDN 250/400.**

SUBESTACION	MARCA TRANSFORMADOR	NUMERO DE SERIE	AÑO FABRICACIÓN	POTENCIA MVA
NUEVOS MINISTERIOS	ABB	71616	2001	25
	ABB	71617	2001	25



- 2 transformadores de la marca Schneider con **regulador MR V III 350** y con **motorización ED100S.**

SUBESTACION	MARCA TRANSFORMADOR	NUMERO DE SERIE	AÑO FABRICACIÓN	POTENCIA MVA
DEPOSITO CUATRO VIENTOS	FRANCE TRANSFO	843728-01	2002	15
	FRANCE TRANSFO	843729-01	2002	15



Los trabajos de mantenimiento de estos equipos deberán llevarse a cabo por parte de un **Técnico Especialista en los reguladores instalados.**

A continuación, se presentan las tareas mínimas de mantenimiento que deben llevarse a cabo en estos equipos:

1. Revisión Ruptor / Cuerpo insertable.

- Verificar aceite y espesor de lodos. Proceder a la retirada y limpieza de lodos, así como a la sustitución del aceite al completo.
- Inspección del desgaste de los contactos móviles.
- Medición de la resistencia de paso.
- Comprobación del estado de todos los componentes de la tapa del ruptor y sustitución si procede.
- Desmontaje del cuerpo insertable, limpieza e inspección de todos sus componentes y sustitución si procede.
- Comprobación del correcto funcionamiento del acumulador de energía y del ruptor.
- Llenar de aceite el recipiente del ruptor.

- Suministro e instalación de las juntas de la tapa del ruptor.
- Inspección del resto de componentes del ruptor.
- Montar la tapa del cuerpo insertable.

2. Cilindro recipiente / Compartimento de aceite.

- Comprobar la existencia de comunicación de aceite entre regulador – transformador.
- Vaciado del compartimento del cambiador de tomas.
- Comprobar el estado del compartimento de aceite y limpieza de este.
- Verificar el estado de los contactos.

3. Mando a motor.

- Comprobar estado y nivel de aceite del cárter si procede.
- Comprobar sincronismo entre mando a motor y cuerpo insertable.
- Verificar el contador de maniobras, finales de carrera y demás componentes.
- Realización de las pruebas eléctricas y mecánicas correspondientes.

4. Transmisión y reenvíos.

- Verificación de holguras en los acoplamientos de la transmisión.
- Verificación de los reenvíos.
- Engrase y sustitución de componentes si procede.

5. Relé de protección.

- Verificación del funcionamiento. Ensayos
- Verificación de la sensibilidad de actuación.

6. Pruebas finales de funcionamiento y puesta en servicio.

- Se realizarán todas las pruebas necesarias para comprobar el correcto funcionamiento de los reguladores.

7. Medios auxiliares.

- Plataforma elevadora o escalera para acceso al transformador.
- Grúa con cabestrante para extracción e inserción del regulador (peso mínimo 250 kg).
- Aceite mineral aislante para transformadores (200 litros aproximadamente por regulador).
- 1 bidón vacío en cada emplazamiento.
- Gestión del aceite usado para su desecho según normativa vigente.
- Trapos para limpieza, plásticos, etc.
- Alimentación eléctrica (línea monofásica 230 V/ 50 Hz).

- Juntas para las cabezas de los reguladores.
- Bomba bidireccional y mangueras para trasiego de aceite. (esta bomba debe estar libre de PCB's para evitar contaminar los transformadores)

El plazo estimado para la realización de trabajos es de 1 día por regulador.

Previo a los trabajos, la Coordinación de Energía programará y solicitará los descargos pertinentes en los transformadores.

En todo momento deberán preservarse las características dieléctricas del nuevo aceite, de tal forma que siga conservando sus valores óptimos de tensión de ruptura, factor de pérdida dieléctrica, número de neutralización, contenido en agua, etc.

Se deberá garantizar por parte del instalador, que todo el aceite desechado quede debidamente recogido en recipientes adecuados para su transporte y que la gestión de dichos residuos se haga de forma adecuada según normativa vigente.

4.5. OTRAS OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Se ofertarán en el Anexo I, en partidas independientes de la 5.1 a la 5.10, las siguientes operaciones de mantenimiento. Estas partidas deben recoger todos los costes asociados a la ejecución de los trabajos descritos en este apartado, suponiendo que se trata de trabajos planificados a ejecutar en horario diurno de lunes a viernes laborable, y no deben recoger costes asociados a desplazamiento, trabajo en fin de semana o trabajos urgentes o nocturnos:

- **Ensayo de relación de transformación en Transformadores de Intensidad (cuba y neutro).**
- **Medida de resistencia de tierra del transformador (para aquellos transformadores que no disponen de relé de cuba).**
- **Resistencia dinámica en CTC en aquellos transformadores que cuenten con cambiadores de tomas en carga.**
- **Análisis de contenido de Furfuraldehidos y Derivados Furánicos.**
- **Análisis de Grado de Polimerización (IEC 450: 1974 o equivalente).**
- **Dirana o espectroscopia de dominio de frecuencia (FDS) (IEC 60422 o equivalente).**
- **Análisis contenido de Policlorobifenilos (PCB).**
- **Resistencia arrollamientos transformadores alta intensidad:** se medirá la resistencia de arrollamientos a mayor intensidad (6 A) y resistencia de arrollamientos con intensidad (12-12 A) en todas las tomas del CTC para comprobar si ha afectado el azufre corrosivo a los devanados y papel.
- **Revisión de los relés de protección diferencial y de sobreintensidad de las celdas de 45 kV de los transformadores. Los relés instalados son los siguientes modelos: ZIV 81DV-A1N, ZIV 3CPI-B2T, ALSTOM KBCH120, SCHNEIDER MICOM P141 y MICOM 122.** Cada revisión de los relés deberá incluir al menos las siguientes operaciones:
 - Limpieza.
 - Revisión estado de las conexiones.
 - Revisión estado estructural.
 - Verificación medidas.
 - Realizar ensayos de protección de homopolar.
 - Realizar ensayos de protección de fases (sobrecarga y cortocircuito).
 - Realizar ensayos protección diferencial transformadores.
 - Comprobar señales de telemando.

- Comprobar LEDs.
- **Revisión de los relés de protección de sobreintensidad de las celdas de 45 kV (cables) y celdas de 15 kV. Los relés instalados son los siguientes modelos: ZIV 3CPI-B2T.** Cada revisión deberá incluir al menos las siguientes operaciones:
 - Limpieza.
 - Revisión estado de las conexiones.
 - Revisión estado estructural.
 - Verificación medidas.
 - Realizar ensayos de protección de homopolar. En caso de que los transformadores dispongan de reactancias de neutro para la detección de falta homopolares, deberá verificarse el correcto estado del circuito de esta instalación y comprobar la correcta relación de transformación de los TI de fase y tierra.
 - Realizar ensayos de protección de fases (sobrecarga y cortocircuito).
 - Comprobar señales de telemando.
 - Comprobar LEDs.

Para cada uno de los apartados, el contratista entregará informe indicando las operaciones realizadas, los resultados obtenidos y cualquier anomalía detectada. Estos informes deberán de entregarse en un plazo no superior a 2 semanas desde la ejecución de los trabajos.

Los ensayos de laboratorio deberán realizarse por empresas acreditadas por ENAC conforme a la norma UNE/EN/ISO/IEC 17025 o equivalente.

4.6. MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El contratista trasladará a Metro cualquier defecto identificado en el mantenimiento preventivo de los transformadores y cuya reparación exceda la actuación de preventivo. Metro de Madrid podrá solicitar al contratista la reparación de estos y cualquier otro defecto que a lo largo de la duración de este contrato pudieran surgir y que no pudiera ser atendido por el personal de la Coordinación de Mto. Instalaciones de Energía. Tras cada actuación de correctivo el contratista entregará informe con el análisis de la avería y detalle de las operaciones realizadas.

A efectos de homogeneización en la valoración económica, se han estimado un conjunto de las **posibles operaciones de mantenimiento correctivo**. Éstas se ofertarán en el Anexo I, en partidas independientes de la 6.0 a la 6.18.

Se procede a describir estas partidas a fin de facilitar su valoración económica:

Rellenado de aceite dieléctrico transformador (P6.0)

Si por avería, hay una pérdida de aceite dieléctrico, será necesario realizar el rellenado del transformador hasta los niveles óptimos.

Para valorar económicamente esta operación de correctivo se tendrá en cuenta lo siguiente:

- 1 **No incluye: el suministro del aceite.** El aceite necesario se facturará conforme al precio ofertado para el suministro de aceite en las partidas correspondientes (6.15-6.18).
- 2 **Incluye:** todas las operaciones y medios necesarios humanos y materiales para el rellenado de aceite, así como la limpieza del transformador (necesaria como

consecuencia del derrame de aceite) y del recinto. Correrá a cargo del contratista la gestión de los residuos que se generen según normativa vigente.

Vaciado y llenado parcial de aceite (partidas de la 6.1 a la 6.4)

Esta operación será solicitada cuando para realizar otras labores de mantenimiento no incluidas en este pliego (ej. Mantenimiento de los equipos antiexplosión SERGI) sea necesario el vaciado parcial y posterior llenado de aceite, usando el mismo aceite retirado y preservando en todo momento las características de este. Con esta partida se garantiza que durante la vigencia del contrato asociado a este pliego ningún otro contratista realizará operaciones que puedan afectar al aceite de los transformadores.

Estas partidas (de la 6.0 a la 6.4) deben recoger todos los costes asociados a la ejecución de los trabajos descritos en este apartado, suponiendo que se trata de trabajos planificados a ejecutar en horario diurno de lunes a viernes laborable, y no deben recoger costes asociados a desplazamiento, trabajo en fin de semana o trabajos urgentes o nocturnos.

Nota: Estas partidas (de la 6.0 a la 6.4) son aplicables a trabajos de mantenimiento correctivo, NO siendo aplicables a ninguna de las operaciones de mantenimiento preventivo descritas en este pliego, ya que el precio ofertado para cada una de estas ya incluye todos los costes asociados a las mismas (incluyendo el vaciado/rellenado parcial de aceite cuando sea necesario por la naturaleza de los trabajos).

Suministro y sustitución de componentes (partidas de la 6.5 a la 6.11)

Los precios unitarios ofertados para cada una de estas partidas deben incluir todos los costes asociados al suministro e instalación de los elementos definidos (coste del suministro, mano de obra, vaciado/rellenado aceite si es necesario para la sustitución del elemento, etc.), suponiendo que se trata de trabajos planificados a ejecutar en horario diurno de lunes a viernes laborable, y no deben recoger costes asociados a desplazamiento, trabajo en fin de semana o trabajos urgentes o nocturnos.

Partidas complementarias: Diagnóstico averías y Mano de obra (partidas de la 6.12 a la 6.14)

En caso de ser necesario se solicitará al contratista que visite una subestación para evaluar el alcance de una avería y el coste de la reparación asociada. La valoración económica de esta partida (P6.12) se hará teniendo en cuenta:

- 1 jornada de equipo de trabajo compuesto por un técnico y un operario de campo.
- Trabajos planificados a ejecutar en horario diurno de lunes a viernes laborable, y que no deben recoger costes asociados a desplazamiento, trabajo en fin de semana o trabajos urgentes o nocturnos.

En caso de ser necesarias más horas para completar el diagnóstico, se certificarán conforme a los precios de mano de obra ofertados en las partidas (P6.13 y P6.14). Sobre estas partidas (P6.13 y P6.14) no será de aplicación ninguno de los costes reflejados en las partidas P0.

Suministro de Aceite (partidas de la 6.15 a la 6.18)

Estas partidas deben incluir todos los costes asociados al suministro de aceite entregado en la instalación de Metro que corresponda, se ofertará en cada partida el precio unitario del litro de aceite en función del volumen a suministrar para una determinada operación de relleno de

aceite dieléctrico transformador. **No se aplicará a estas partidas ninguno de los costes reflejados en las partidas P0.**

En cualquier caso, el aceite suministrado deberá de cumplir con todas las normativas vigentes y características del transformador, especialmente las relativas a la presencia de azufre potencialmente corrosivo y PCBs.

NOTA: Estas partidas (de la 6.15 a la 6.18) son aplicables a trabajos de mantenimiento correctivo, NO siendo aplicables a ninguna de las operaciones de mantenimiento preventivo descritas en este pliego ya que el precio ofertado para cada una de ellas debe incluir todos los costes asociados a estas, incluyendo el suministro de aceite cuando sea necesario por la naturaleza de los trabajos.

4.7. TRATAMIENTOS ANTICORROSIVOS

Las partidas **P7.1, P7.2 y P7.3** que se describen a continuación serán solicitadas por Metro según se consideren necesarias y en función de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos y análisis realizados.

Estas partidas deben recoger todos los costes asociados a la completa ejecución de los trabajos descritos en cada subapartado, suponiendo ejecución continua hasta finalización de los trabajos (sin descansos para minimizar el tiempo de descargo del transformador) y ejecución planificada de lunes a viernes laborables desde que se produzca el descargo del transformador. No se aplicarán a estas partidas ninguno de los costes reflejados en las partidas P0.

Filtrado -regeneración/despolarización y regeneración (acidez)- de Aceite de los dos transformadores de una Subestación subterránea (Pacífico y Aluche) (P7.1)

Filtrado completo del aceite instalado en cada máquina. Este tratamiento se solicitará para los dos transformadores de una subestación subterránea cuando la degradación del dieléctrico se considere avanzada en alguno de los transformadores de esta. El alcance del servicio debe incluir como mínimo todos los trabajos descritos a continuación (Pacífico y Aluche):

1. Permisos y licencias necesarias con el Ayuntamiento de Madrid para realizar el levantamiento de arquetas/losas de hormigón para acceso de equipos pesados en las estaciones de Metro de Madrid. La subestación de Aluche se encuentra de un recinto propiedad de Metro de Madrid y no requiere estos permisos.
2. Levantamientos de arquetas/losas de hormigón y reposición de estas en estaciones de Metro de Madrid, necesarias para la introducción/extracción de equipos de tratamiento, objeto de los trabajos. Estos trabajos serán realizados en horario nocturno.
3. Señalización y delimitación de zona de trabajo en viales públicos para llevar a cabo los trabajos de levantamiento de arquetas/losas de hormigón e introducción/extracción de equipos necesarios.
4. Trabajos de obra civil y soldadura de arquetas/losas de hormigón para reposición de estas, por trabajos de maniobra de levantamiento indicadas anteriormente.
5. Medios auxiliares de elevación necesarios para introducción/extracción de equipos técnicos necesarios para realizar las pruebas de tratamiento: Grúas de gran tonelaje, camión-pluma, camión de transporte de equipos en viales públicos.

En la SE de N. Ministerios no está previsto que sea necesario realizar esta actuación. Si fuera necesaria, el trabajo no podrá realizarse con levantamiento de ventosa y el acceso

de todo el equipamiento a la SE deberá realizarse usando camiones y medios manuales. No obstante, el precio será el mismo en cualquiera de las subestaciones subterráneas.

6. Suministro temporal, transporte e instalación de grupo electrógeno en las subestaciones para alimentación eléctrica de los equipos necesarios para realizar el tratamiento, así como reposición de gasoil necesario, depósito anexo, etc.
7. Reposición de aceite dieléctrico en los transformadores para compensar las pérdidas que puede conllevar el tratamiento.
8. Tratamiento del aceite dieléctrico. Deberá incluir como mínimo:
 - Adquisición, transporte y acopio de unidad tecnológica y equipos de tratamiento, así como materiales de consumo necesarios.
 - Instalación de conexiones hidráulicas y eléctricas de las unidades móviles.
 - Tratamiento de despolarización selectiva, mediante circulación en continuo y en circuito cerrado, sin el vaciado ni siquiera parcial del transformador y percolación bajo presión a través del reactivo sólido.
 - El tratamiento será realizado bajo las siguientes condiciones:
 - Capacidad de circulación: 1.000 - 1.500 l/h nominal.
 - Temperatura máxima de calentamiento: 85 °C.
 - Filtración: 2 micras nominales.
 - Tratamiento de descontaminación física (desgasificación y deshidratación bajo vacío) mediante circulación en continuo y en circuito cerrado.
 - El tratamiento será realizado bajo las siguientes condiciones:
 - Capacidad de circulación: 2.000 – 4.000 l/h nominal.
 - Temperatura máxima de calentamiento: 70 °C.
 - Presión residual en vacío: < 1 mbar.
 - Filtración: 2 micras nominales.
 - Inhibición del aceite con aditivo antioxidante DBPC. Al finalizar el proceso el aceite será añadido con inhibidor de oxidación cresol (DBPC) en una concentración del 0,3% en peso respecto a la masa nominal.
 - Análisis inicial DBDS del aceite: se realizará este análisis para determinar la concentración de DBDS y poder valorar el punto de partida antes de realizar el filtrado.
 - Análisis final del aceite: Al finalizar el tratamiento se realizará la extracción de muestras de aceite desde la válvula inferior de la cuba y se realizará el análisis en laboratorio para verificar el correcto tratamiento (tantas como sean necesarias), incluyendo los siguientes análisis:
 - Contenido de agua disuelta (IEC 60814 o equivalente)
 - Factor de Disipación Dieléctrica a 90 °C (IEC 60247 o equivalente)
 - Recuento de partículas en suspensión, número y tamaño (ISO 4406 o equivalente)
 - Número de Neutralización (Acidez) (IEC 62021 o equivalente)
 - Tensión de Ruptura o Rigidez dieléctrica (IEC 60156 o equivalente)
 - Aspecto y color del aceite
 - Concentración de DBDS
 - Concentración y tipo de aditivos (IEC 60666 o equivalente)
 - Gases disueltos (DGA) (IEC 60567 o equivalente)
 - Tensión Interfacial- TIF (ISO 6295 o equivalente).
 - Detección del azufre potencialmente corrosivo CCD-Test según UNE-EN 62535:2009 o equivalente.

Para que la operación de filtrado se considere finalizada el resultado de estos análisis deberán confirmar su eficacia. Deberá continuarse con las labores de filtrado hasta obtener los resultados deseados.

- Verificación de niveles y purgas. Finalizado el tratamiento se realizan las purgas de todos los puntos en los cuales sea posible la acumulación de aire. Las operaciones de purgado serán realizadas por personal especializado.

Se ha decidido que el filtrado de aceite se haga siempre sobre los dos transformadores de la subestación por los siguientes motivos:

- Los dos transformadores son de la misma fabricación y las condiciones de explotación son las mismas, por lo que es esperable que si uno de los transformadores presenta azufre corrosivo el otro lo presente a corto plazo.
- El esfuerzo logístico que supone la ejecución de estos trabajos en subestaciones subterráneas.

Filtrado (regeneración/despolarización y regeneración acidez) de Aceite de transformadores de Subestación en superficie (Cuatro Vientos) (P7.2)

Filtrado completo del volumen de aceite instalado en un transformador. Este tratamiento se solicitará cuando la degradación del dieléctrico se considere avanzada en uno de los transformadores. El alcance del servicio debe incluir como mínimo todos los trabajos descritos a continuación:

1. Señalización y delimitación de zona de trabajo.
2. Medios auxiliares de elevación necesarios para introducción/extracción de equipos técnicos necesarios para realizar las pruebas de tratamiento: Grúas de gran tonelaje, camión-pluma, camión de transporte de equipos en viales públicos.
3. Suministro temporal, transporte e instalación de grupo electrógeno en las subestaciones para alimentación eléctrica de los equipos necesarios para realizar el tratamiento, así como reposición de gasoil necesario, depósito anexo, etc.
4. Reposición de aceite dieléctrico en los transformadores para compensar las pérdidas que puede conllevar el tratamiento.
5. Tratamiento del aceite dieléctrico. Deberá incluir como mínimo:
 - Adquisición, transporte y acopio de unidad tecnológica y equipos de tratamiento, así como materiales de consumo necesarios.
 - Instalación de conexiones hidráulicas y eléctricas de las unidades móviles.
 - Tratamiento de despolarización selectiva, mediante circulación en continuo y en circuito cerrado, sin el vaciado ni siquiera parcial del transformador y percolación bajo presión a través del reactivo sólido.
 - El tratamiento será realizado bajo las siguientes condiciones:
 - Capacidad de circulación: 1.000 - 1.500 l/h nominal.
 - Temperatura máxima de calentamiento: 85 °C.
 - Filtración: 2 micras nominales.
 - Tratamiento de descontaminación física (desgasificación y deshidratación bajo vacío) mediante circulación en continuo y en circuito cerrado.
 - El tratamiento será realizado bajo las siguientes condiciones:
 - Capacidad de circulación: 2.000 – 4.000 l/h nominal.
 - Temperatura máxima de calentamiento: 70 °C.
 - Presión residual en vacío: < 1 mbar.

- Filtración: 2 micras nominales.
 - Inhibición del aceite con aditivo antioxidante DBPC. Al finalizar el proceso el aceite será añadido con inhibidor de oxidación cresol (DBPC) en una concentración del 0,3% en peso respecto a la masa nominal.
 - Análisis inicial DBDS del aceite: se realizará este análisis para determinar la concentración de DBDS y poder valorar el punto de partida antes de realizar el filtrado.
 - Análisis final del aceite: Al finalizar el tratamiento se realizará la extracción de muestras de aceite desde la válvula inferior de la cuba y se realizará el análisis en laboratorio para verificar el correcto tratamiento (tantas como sean necesarias), incluyendo los siguientes análisis:
 - Contenido de agua disuelta (IEC 60814 o equivalente)
 - Factor de Disipación Dieléctrica a 90 °C (IEC 60247 o equivalente)
 - Recuento de partículas en suspensión, número y tamaño (ISO 4406 o equivalente)
 - Número de Neutralización (Acidez) (IEC 62021 o equivalente)
 - Tensión de Ruptura o Rigidez dieléctrica (IEC 60156 o equivalente)
 - Aspecto y color del aceite
 - Concentración de DBDS
 - Concentración y tipo de aditivos (IEC 60666 o equivalente)
 - Gases disueltos (DGA) (IEC 60567 o equivalente)
 - Tensión Interfacial- TIF (ISO 6295 o equivalente).
 - Detección del azufre potencialmente corrosivo CCD-Test según UNE-EN 62535:2009 o equivalente.
- Para que la operación de filtrado se considere finalizada el resultado de estos análisis deberán confirmar su eficacia. Deberá continuarse con las labores de filtrado hasta obtener los resultados deseados.
- Verificación de niveles y purgas. Finalizado el tratamiento se realizan las purgas de todos los puntos en los cuales sea posible la acumulación de aire. Las operaciones de purgado serán realizadas por personal especializado.

Tratamiento de Pasivado (P7.3)

Esta operación consiste en añadir al aceite corrosivo un aditivo pasivante que tiene como objetivo proteger las superficies de cobre del ataque de los compuestos corrosivos como el DBDS, protegiendo temporalmente al transformador de la corrosión.

Será obligatorio que los equipos y medios necesarios para la aplicación del tratamiento puedan ser introducidos en las subestaciones a través de las puertas de acceso. No se permitirá el levantamiento de ventosa para estos tratamientos.

El alcance del servicio debe incluir como mínimo todos los trabajos descritos a continuación:

1. Suministro, transporte, instalación y acopio de unidad tecnológica y equipos de tratamiento, así como materiales de consumo necesarios.
2. Tratamiento con pasivante en cantidad de 100 – 150 mg/kg de los transformadores objeto.
3. Toma de muestras y análisis de aceite tres días posterior al tratamiento, con el objetivo de comprobar el resultado del tratamiento. El contratista deberá verificar los parámetros físico-químicos completos (físico-químicos + recuento partículas (gases disueltos y furánicos) + análisis cromatográfico de gases + análisis de corrosión (azufre))

y hacer control del pasivador (ensayo HPLC o similar aprobado) en laboratorio homologado para dicho fin.

4.8. SESIONES INFORMATIVAS

Anualmente, a petición del técnico responsable de Metro, el responsable técnico de la empresa presentará los resultados de todos los trabajos realizados en una sesión informativa (aprox. 3 horas) que tendrá lugar en las oficinas de Metro de Madrid, a fin de solventar las dudas que puedan ser planteadas por los técnicos del Área de Mantenimiento de Instalaciones.

El contratista utilizará medios audiovisuales para hacer su exposición, la presentación será entregada a Metro de Madrid en soporte digital.

Esta sesión servirá además para cerrar la planificación de los trabajos a realizar en el siguiente ejercicio.

En el Anexo I no se ha incluido partida presupuestaria para estas sesiones ya que su coste se considera inherente al de resto de partidas definidas.

5. REPUESTOS Y MATERIALES

Todos los consumibles y herramientas (incluyendo escalera con línea de vida o andamiaje) que sean necesarios para la realización de ensayos, revisiones, mejoras y mantenimiento preventivo y correctivo de los transformadores serán por cuenta del Contratista y estarán incluidos en el importe ofertado para las partidas correspondientes puestos en la subestación donde sean necesarios.

El Contratista utilizará siempre repuestos originales, salvo causas justificadas de eficiencia y, entre ellas, las derivadas de obsolescencia tecnológica –por ejemplo, la desaparición de un producto del mercado- o la desaparición del suministrador originario. En cualquiera de los casos descritos, el Contratista tendrá que informar a Metro, en su caso, de las razones que aconsejan la utilización de un repuesto alternativo y de las repercusiones de no aceptar la propuesta, y será Metro quien deberá aprobar la utilización del repuesto alternativo.

6. PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

6.1. Plazo

El plazo de duración de este contrato será de **48 meses**.

6.2. Condiciones de ejecución

La ejecución de los trabajos se planificará con el objetivo de minimizar la posibilidad de incidencias en las instalaciones. Serán de obligado cumplimiento los siguientes puntos:

- Metro de Madrid planificará las fechas de realización de los preventivos, ensayos y análisis y comunicará propuesta al contratista con al menos dos semanas de antelación. No obstante, las fechas incluidas en el cronograma del ANEXO VI CRONOGRAMA PRÓXIMOS TRABAJOS, se consideran un preaviso para el contratista.
- Metro de Madrid comunicará al contratista la necesidad de realizar los trabajos de correctivos según surja la necesidad.
- La realización de los trabajos estará supeditada a la disponibilidad de descargo de los transformadores.
- **Los trabajos planificados se ejecutarán en jornada diurna de lunes a viernes laborable.** No obstante, se han definido distintas partidas (P.O) para cubrir la posibilidad de que puntualmente sea necesario realizar alguna jornada no planificada, en horario nocturno o en fin de semana.
- El objetivo debe ser siempre evitar y, en caso de ser imposible, minimizar el tiempo de descargo de los transformadores de 45 kV en jornada de lunes a viernes. Tener en descargo un transformador fuera del fin de semana debe ser una situación excepcional.
- Metro de Madrid siempre agrupará trabajos definidos en este pliego con el objetivo de minimizar el número de descargos de los transformadores, por ello lo habitual será que en una misma jornada de trabajo se ejecuten trabajos correspondientes a distintas partidas (ej. Preventivo + ensayos eléctricos + análisis).
- NO se pondrán en descargo dos transformadores a la vez. Una vez se deje fuera de servicio el transformador cuyo descargo se haya pedido, deberán realizarse de forma continuada todos los trabajos que este requiera respetando los tiempos máximos definidos en este PPT o en la oferta técnica.
- Todos los transformadores objeto del contrato, a excepción de los instalados en Cuatro Vientos, se encuentran en instalaciones subterráneas de Metro de Madrid que imposibilitan la entrada con vehículos hasta la cota de los equipos.
- Se cumplirán los tiempos de respuesta definidos en el apartado “9. Indicadores” de este PPT.
- Todos los materiales y detalles de ejecución serán sometidos a la aprobación previa a su montaje.
- El transporte hasta la subestación, o cualquier otra instalación que indique Metro, de los equipos a instalar correrá a cargo del contratista.
- La enajenación de los equipos sustituidos correrá a cargo del contratista.
- Será responsabilidad del contratista efectuar, en la zona de trabajo, las labores de limpieza necesarias para dejar las instalaciones en condiciones similares a la previa realización de los trabajos. Poniendo especial cuidado en retirar cualquier derrame accidental de aceite que pudiera ocurrir y los residuos generados.
- Cualquiera de los trabajos que se realicen, no será dado por terminado hasta que no se compruebe el correcto funcionamiento de la instalación.
- La escalera de mano o andamiaje necesario para facilitar la realización de los trabajos serán por cuenta del contratista, así como su instalación.
- Las maniobras de conexión y desconexión de los equipos principales y secundarios serán realizadas en todo momento por personal autorizado de Metro de Madrid.

- Las maniobras de descargo realizadas por personal autorizado de Metro de Madrid se realizarán según IOP-35, conectando, tanto para el primario como para el secundario del transformador, la puesta a tierra motorizada existente en sus respectivas cabinas prefabricadas (puesta a tierra y en cortocircuito de montaje fijo), visibles por los operarios en cualquier momento al encontrarse en la misma instalación. El contratista será el responsable de conectar una segunda puesta a tierra visible desde la zona de trabajos (accesible desde la parte superior de los trafos) y cualquier otra medida de protección que considere necesaria, la instalación de esta segunda PAT se realizará por cuenta del contratista mediante dispositivos portátiles de puesta a tierra de su propia dotación, prestando especial atención en la retirada de los equipos una vez concluidos los trabajos. El embornado y desembornado de los terminales para la realización de los ensayos y preparación de los transformadores una vez concluidos estos, será a cargo del contratista

6.3. Programación de trabajos y cortes de tensión

El contratista deberá solicitar autorización para los trabajos que requieran corte de tensión con una antelación de 3 días. La Coordinación de Energía será la encargada de gestionar la programación del corte solicitado. Los cortes serán confirmados por parte del técnico responsable de Metro.

Es condición necesaria para poder programar y ejecutar los trabajos, tener en vigor las autorizaciones pertinentes que se expiden desde las Áreas de Mantenimiento de las instalaciones afectadas.

El Anexo VI “CRONOGRAMA PRÓXIMOS TRABAJOS” incluye las fechas previstas para los trabajos programados.

6.4. Recursos humanos

El contratista dispondrá de una estructura operativa que le permita cumplir con el servicio. Esta estructura tendrá que ser contemplada en diversos conceptos, como: personal directivo, personal técnico, personal operario, así como en equipamiento de herramientas y técnicos necesarios para llevar a cabo los trabajos contratados.

Los recursos humanos puestos a disposición para la realización correcta del servicio objeto de este pliego, estarán constituidos por las siguientes figuras:

- 1) Responsable técnico de la empresa: técnico titulado en FP Grado Superior de la especialidad “Electricidad y Electrónica” o “Instalaciones y Mantenimiento” o equivalentes de sistemas educativos anteriores, para apoyar y actuar como interlocutor entre el contratista y Metro de Madrid. También será el encargado de la supervisión de cada actuación que se realice en los equipos. Experiencia mínima: 5 años en gestión de contratos de servicios similares al objeto del pliego: realización de ensayos eléctricos e interpretación de resultados de transformadores de aceite de potencia y tensiones iguales o superiores a los instalados.
- 2) Técnicos/operarios de campo: técnico titulados en FP Grado Medio o Superior y cualificados según el R.D. 614/2001 con experiencia en instalaciones objeto del pliego. El número del personal operario será tal que pueda cumplir con los plazos que se establezcan y con la planificación propuesta. El oferente decidirá el nº de trabajadores que dedicará por jornada a

la ejecución de estos trabajos, pero en ningún caso será inferior a 2. Experiencia mínima: 5 años en mantenimiento y realización de ensayos eléctricos en transformadores de aceite de potencia y tensión igual o superior a los instalados.

Como se ha indicado anteriormente en este pliego técnico, para aquellas partidas (P7) en las que sea de aplicación la condición de ejecución continua, el contratista tomará las medidas adecuadas para que se cumpla esta condición de servicio.

El Contratista tomará las medidas adecuadas para que, en periodos de vacaciones, incapacidad temporal u otra circunstancia que provoque que el personal habitual no se encuentre disponible, se disponga de personal sustituto con las diferentes funciones descritas anteriormente, a fin de proporcionar continuidad a los servicios requeridos. El contratista deberá notificar a Metro de Madrid cualquier variación que a este respecto se produzca.

En el caso de que el contratista incorpore en su plantilla nuevo personal, bien por necesidades puntuales o aumentos estables de las cargas de trabajo, así como por amortización de puestos vacantes, se deberá acreditar la aptitud de los trabajadores mediante la certificación académica que los mismos posean o, en su defecto, mediante la certificación equivalente que el propio contratista pueda expedir al mismo efecto. Dichos cambios se comunicarán a Metro de Madrid.

6.5. Medios auxiliares de trabajo

El Contratista deberá disponer de las herramientas e instrumentación necesarias (incluyendo escalera con línea de vida o andamiaje) para hacer frente a los trabajos contratados conforme a normativa en vigor. Todas ellas deberán en correcto estado de forma y calibración.

El Contratista deberá disponer de los vehículos necesarios para atender las necesidades que requiere el servicio contratado con las prestaciones de medios de carga y capacidades suficientes.

6.6. Acceso a las instalaciones.

Todo el personal bajo la responsabilidad del contratista, que tenga que acceder a las instalaciones, deberá estar expresamente autorizado por Metro de Madrid en función de la actividad a realizar.

Es obligación del contratista mantener actualizadas y en vigor las autorizaciones emitidas por Metro, debiendo notificar los cambios que sobre ellas se produzcan.

Cuando Metro Madrid lo requiera, el acceso a las instalaciones puede quedar restringido total o parcialmente, en horarios, fechas y ubicaciones concretas por las razones que estime necesarias.

Hay que remarcar que para la entrada en recintos tales como Subestaciones Eléctricas, el contratista deberá contar con personal cualificado según los procedimientos e Instrucciones marcados por Metro de Madrid, para el acceso autónomo a este tipo de instalaciones, según Procedimiento NOP-10, donde se explicitan los requisitos y normas de acceso a este tipo de instalaciones.

El contratista deberá tener en cuenta que durante los trabajos en las subestaciones deben de permanecer en dicha ubicación al menos 2 trabajadores, y al menos uno de ellos deberá de ser cualificado según el R.D. 614/2001.

6.7. Autorizaciones.

El Contratista deberá aportar una relación nominal de los trabajadores que disponen de la mencionada cualificación, así como de la formación profesional que dispone cada uno de ellos y de la formación en materia de prevención laboral conforme al Real Decreto 614/2001, información que deberá actualizar permanentemente, tan pronto como se produzcan bajas o nuevas incorporaciones.

Además, para la emisión de la correspondiente autorización, todos los trabajadores deberán estar correctamente clasificados en la herramienta preventiva de Metro (actualmente NALANDA). Será responsabilidad del contratista, mantener actualizada toda la documentación requerida en esta plataforma. En las reuniones periódicas de CAE, se confirmará esta situación.

Metro de Madrid se reserva la facultad de expedir tarjetas personales o genéricas para la identificación y acceso en cualquier momento del personal del contratista, para lo cual el listado o relación que contenga estos datos se encontrará actualizado en todo momento.

Es obligación del contratista la devolución de las tarjetas a la finalización de los trabajos y la última certificación quedará condicionada a la devolución de estas.

En caso de que el contratista no esté al corriente en la devolución de tarjetas al Área de Seguridad de Metro de Madrid por contratos vencidos anteriormente.

Una vez sean aprobadas las autorizaciones correspondientes los contratistas deben de comprometerse a cumplir las siguientes medidas:

1. Las puertas de los recintos, edificios o locales destinados a alojar en su interior instalaciones de Alta Tensión a los que se accedan se mantendrán cerradas en todo momento, de forma que impidan el acceso de personas ajenas al servicio (ITC-RAT 14).
2. Igualmente se comunicará telefónicamente al responsable de Mantenimiento de Cuatro Caminos y al Despacho de Cargas, la llegada y retirada de su personal tantas veces como éstas se produzcan.
3. Además, en el caso de acceso a Centros de Transformación o Subestaciones Eléctricas ubicadas en las Estaciones, el personal de la Contrata, indicado anteriormente, deberá pasar por el P.C.L. (Puesto de Control Local) o por el P.A.V. (Puesto de Atención al Viajero) de la Estación con el fin de comunicar su presencia antes de acceder a dicho Centro de Transformación y antes de abandonar la Estación.
4. Se cumplirán en todo momento las normativas de seguridad para trabajos de este tipo en instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión y las específicas de Metro de Madrid.
5. Siempre que se vaya a acceder a un lugar de trabajo con alta tensión, lo harán acompañados por una segunda persona.

El incumplimiento por parte del contratista o de sus trabajadores de las normas de Prevención de Riesgos Laborales, ya fueran de carácter general o las específicamente entregadas por Metro de Madrid, con motivo del presente trabajo, supondrá la revocación de la autorización, la exoneración de responsabilidad alguna de Metro de Madrid

Adicionalmente, en el PCP se indican las penalizaciones aplicables en caso de mal uso/gestión de las tarjetas de seguridad.

6.8. Confidencialidad

Todos los datos manejados por la empresa contratista como consecuencia de la prestación del servicio serán propiedad de Metro de Madrid, sin que aquellos puedan utilizarlos con un fin distinto al que figura en las prestaciones del contrato y estando prohibida su difusión.

En cuanto a la divulgación, la empresa contratista podrán solicitar certificados a tal efecto en los que se haga constar que han desarrollado las prestaciones objeto del contrato para Metro de Madrid mientras se respete el compromiso de no revelar datos, información o conocimientos adquiridos de su contenido.

7. REQUISITOS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

7.1. Requisitos de seguridad y salud.

El Contratista, como responsable de las condiciones de trabajo de su personal, estará directamente obligado a cumplir cuantas disposiciones, presentes o futuras, estuvieren vigentes en materia laboral, de seguridad social, de prevención de riesgos laborales y de medio ambiente, debiendo adoptar las medidas necesarias para asegurar la indemnidad, integridad y salubridad de la personas, así como prevenir cualquier tipo de accidentes que pudieran producirse con ocasión del cumplimiento del Servicio, sean cuales fueren las causas de los mismos. Esto se entenderá, referido, en su caso también, a todo el personal subcontratado a través de otras empresas, así como a los trabajadores autónomos y procedentes de ETTs que se contraten para determinados servicios asociados al mantenimiento objeto de este Pliego.

El Contratista dispondrá de los técnicos titulados cualificados en prevención que al respecto fueran precisos, arbitrando a pie de obra todas las medidas obligatorias al respecto.

El Contratista queda obligado a observar y hacer cumplir a todo su personal las normas de seguridad y salud en el trabajo que establezca la legislación, normativas vigentes, así como los procedimientos que en materia de prevención laboral establezca Metro para sus propios trabajadores, conforme a la correspondiente documentación, preexistente o sobrevenida, que, a tal efecto, reciba de Metro. En caso de observar alguna discrepancia o incompatibilidad entre las normas y procedimientos de prevención de riesgos de aplicación y elaboración propia, respecto a los indicados por Metro como referencia en actividades de idéntica naturaleza, habrá de ser puesto de manifiesto para su análisis, discusión y resolución necesaria.

Especialmente:

- A) En materia de prevención laboral establecerá las medidas pertinentes relacionadas con la seguridad de las personas (usuarios y trabajadores).
- B) Muy especialmente, todos los trabajos que se realicen en locales, armarios de maniobra y otros cofres con componentes con riesgo eléctrico, se efectuarán dejando sin tensión los elementos próximos que pudieran ser objeto de riesgo y cuyo contacto fortuito pudiera dar lugar a accidentes.
- C) Para los períodos en los cuales las instalaciones quedan sin vigilancia o presencia del personal de mantenimiento, o cuando los componentes de seccionamiento eléctrico y mando de la instalación queden fuera del alcance de la vista del personal de mantenimiento, será preceptivo adoptar todas las medidas necesarias de señalización y cancela contra puestas en movimiento accidentales o maniobras no deseadas.
- D) Se utilizarán equipos de protección personal (EPI's) adecuados y herramientas especiales.

- E) Se llevarán a cabo las diferentes reuniones que con carácter obligatorio y como coordinación de actividades empresariales marca la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

7.2. Condiciones generales exigidas para el cumplimiento en materia de Medio Ambiente

Con el fin de minimizar el impacto medioambiental, no sólo se tendrá en cuenta la explotación y mantenimiento de los equipos, sino también su diseño, fabricación, selección y manipulaciones de materiales. Se considerará la afección al medio ambiente desde el origen del Proyecto, y toda solución técnica o estética será precedida de un riguroso análisis para la integración de los siguientes aspectos:

- Siempre que sea viable, se presentará la alternativa de diseño que genere menos emisiones, ruidos, vibraciones y/o radiaciones electromagnéticas; así como el menor consumo de agua y energético posible.
- Se proyectarán las instalaciones y metodologías necesarias para la correcta gestión de los residuos que se vayan a generar.
- Se proyectarán las medidas oportunas para evitar cualquier vertido de sustancias peligrosas.
- Se tendrá en cuenta que el horario de trabajo minimice las molestias que se pudieran ocasionar por ruido emitido al exterior.
- Se tendrá en cuenta el impacto visual negativo que pudiera tener la instalación/obra, tomando las medidas necesarias para disminuirlo.

7.3. Condiciones exigidas en materia de Gestión de Residuos

La propiedad de los residuos generados en la obra será de Metro de Madrid. No obstante, será responsabilidad de la empresa contratada la disposición de los mismos, de acuerdo a la legislación vigente, en las instalaciones y condiciones que la Dirección de Obra prescriba.

7.4. Medidas ambientales Ley de Economía Circular de la Comunidad de Madrid.

El contratista deberá incluir en su oferta técnica medidas ambientales de acuerdo con la obligación recogida en el artículo 12 de la Ley 1/2024, de 17 de abril, de Economía Circular de la Comunidad de Madrid:

1. **El contratista incluirá en su oferta técnica medidas de reducción de los consumos de suministros de agua y/o energía.** Entre estas medidas se encontrarán, cuando sea posible, la utilización de agua regenerada, el aprovechamiento de aguas pluviales, la eficiencia energética o la utilización de energía procedente de fuentes renovables:

ENERGÍA

- ☒ Eficiencia energética.

8. DOCUMENTACIÓN TÉCNICA A ENTREGAR DURANTE EL PLAZO DE EJECUCIÓN DEL CONTRATO

A la finalización de cada actuación solicitada se entregará como mínimo la siguiente documentación según corresponda:

- Informes análisis dieléctrico por transformador.
- Informes para cada transformador del resultado de los ensayos.
- Informe y protocolo de ejecución de mantenimiento preventivo para cada transformador (Anexo III).
- Informe de cada revisión realizada.
- Informe de cada actuación de correctivo realizada.
- Informe de cada actuación de tratamientos anticorrosivos realizados.
- Si fuese necesario el uso de bombas de carga y descarga, certificación de estar libres de PCB's.

9. INDICADORES DE SERVICIO - PENALIZACIONES

9.1. Indicadores de servicio

- **"Tiempo de fuera de servicio"**: es el tiempo transcurrido desde que Metro deja fuera de servicio un transformador (información que queda registrada en Sherpa) para la ejecución de trabajos de mantenimiento por parte del contratista hasta que se dan por finalizados dichos trabajos.
 - Salvo causa justificada por el contratista, y aceptada por Metro, ninguno de los transformadores podrá estar fuera de servicio un tiempo superior a 16 horas para la ejecución de trabajos de preventivo, análisis y ensayos.
- **"Tiempo de respuesta"**: es el tiempo transcurrido desde que Metro solicita una actuación de mantenimiento correctivo al contratista hasta que el mismo se persona en la subestación para realizar los trabajos solicitados. Metro podrá solicitar estas actuaciones por correo electrónico, teléfono o cualquier otro medio acordado con el contratista.

- En caso de **avería no urgente**, el contratista garantizará un tiempo de respuesta que no superará las 96 horas desde la petición de los trabajos.

Este tiempo de respuesta es el tiempo transcurrido desde que Metro requiere al contratista para realizar el diagnóstico de una avería hasta que se presenta en el lugar de trabajo el personal del contratista.

Se contará desde el día y hora del aviso siempre que el mismo se produzca en día laborable y en horario entre las 8:00 y las 20:00 horas. En el caso de que se realice fuera del referido horario, los plazos definidos se contarán desde las 8:00 horas del día laborable siguiente. Estos trabajos, si la situación del transformador lo permite, se realizarán preferiblemente en fin de semana.

- En caso de **avería urgente** de un transformador, el contratista garantizará un tiempo de respuesta que no superará las 16 horas desde el momento en que se solicita la actuación. La situación de avería urgente es algo excepcional, deberían concurrir averías en los dos transformadores instalados en alguna de las subestaciones que comprometieran la prestación del servicio y no hubieran podido ser solucionadas por la coordinación de mantenimiento de instalaciones de energía.
- Este plazo comenzará a contar desde el momento de la petición de actuación.

9.2. Valores de indicadores exigidos: Penalizaciones

El contratista deberá atenerse a las condiciones especificadas en el PCP.

10.CERTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Las certificaciones se realizarán mensualmente sobre **unidades realmente ejecutadas**, de forma que una disminución en los alcances iniciales repercutirá en un menor importe final.

Se entenderá que una unidad ha sido ejecutada cuando se han finalizado los trabajos asociados a la misma, se han realizado satisfactoriamente todas las pruebas y han sido aceptadas por Metro de Madrid, y se ha hecho entrega de la documentación requerida en cada caso, según se explica en el apartado 8.

11.ANEXOS

- **ANEXO I: PRECIARIO**
- **ANEXO II: IT-MI-ENE-0010-TR45-V.1**
- **ANEXO III: PROTOCOLO PREVENTIVO**
- **ANEXO IV: PLANO TRANSFORMADOR 45 KV OASA**
- **ANEXO V. PLACAS DE LOS TRANSFORMADORES**
- **ANEXO VI CRONOGRAMA PRÓXIMOS TRABAJOS**