

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

INSTALACIÓN DE 8 REACTANCIAS DE HOMOPOLAR EN 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	37
6	PLAZO Y CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	37
7	REQUISITOS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE	42
8	PENALIZACIONES	42
9	CERTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS	43
10	PRESENTACIÓN DE OFERTAS.....	43
11	OBSERVACIONES GENERALES.....	43
12	ANEXOS	44

Autor:	Tomás Jiménez	
Revisado por:	Isabel Ceballos	
Aprobado por:	Miguel Ángel Navas	
Versión	Fecha	Código
2.0	21-04-2020	PL-MI-IOPSEC-20-00-0009

1 OBJETO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas tiene como objeto especificar las condiciones técnicas de prestación del servicio de suministro e instalación de reactancias de neutro, así como de los diferentes equipos de medida, control y protección que sean necesarios para el correcto funcionamiento de dichas subestaciones y de sus protecciones homopolares.

El presente pliego se complementa con el **Pliego de Condiciones Particulares**.

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.

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 los mismos, con objeto de que pueda trasladar dicha información a sus trabajadores, quienes deberán cumplirla debidamente.

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:

- A) Normas y procedimientos operativos para la realización de maniobras de corte y reposición de tensión para trabajos en instalaciones eléctricas.
- B) 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.
- C) Instrucción general IG-01 - Equipos de trabajo
- D) Instrucción general IG-06. Normas generales para trabajos con riesgo eléctrico
- E) Instrucción técnica IT-UMI-ENE-3020. IT3: Señalización de seguridad para trabajos en subestaciones y centros de transformación
- F) IOP-35 Seguridad en trabajos en subestaciones y estaciones transformadoras.
- G) NOP-10 Medidas de emergencia en subestaciones eléctricas y centros de transformación.

- H) IT3 - Señalización de seguridad para trabajos en subestaciones y centros de transformación.
- I) Evaluación general de riesgos de lugares de trabajo de Metro de Madrid
- J) Medidas de emergencia a aplicar en el Metro de Madrid
- K) Normas para la seguridad de los agentes en relación con la circulación
- L) Política de seguridad y salud
- M) Prevención de Riesgos Laborales
- N) Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo
- O) Protección Contra Incendios
- P) Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente al Riesgo Eléctrico
- Q) Medio ambiente y protección medioambiental
- R) Norma ISO 9001. Sistemas de Gestión de Calidad
- S) IT-MI-ENE-0026: trabajos en altura transformadores 45kv

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:

“Licitador”: Empresa que presenta una Oferta para la prestación del servicio objeto de este Pliego.

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

“Metro”: Metro de Madrid, S.A.

“Elemento”: parte, componente, dispositivo subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que puede describirse y considerarse de forma individual.

“Fabricante”: persona natural o legal que se responsabiliza del diseño, fabricación y puesta en el mercado de componentes aptos para instalaciones de Alta Tensión.

4 ALCANCE TÉCNICO

Los servicios solicitados 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 ser necesario desechar/retirar aceite para la conexión de las reactancias de neutro, 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.

Todas las subestaciones objeto del presente pliego, excepto Depósito de Cuatro Vientos, son subterráneas. 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 adjudicatario 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 evitando su

desplazamiento al paso de vehículos de gran tonelaje. Deberá tenerse en cuenta que la manipulación de las ventosas puede provocar en algunos casos desperfectos en la vías o calzadas que deberán de ser corregidos.

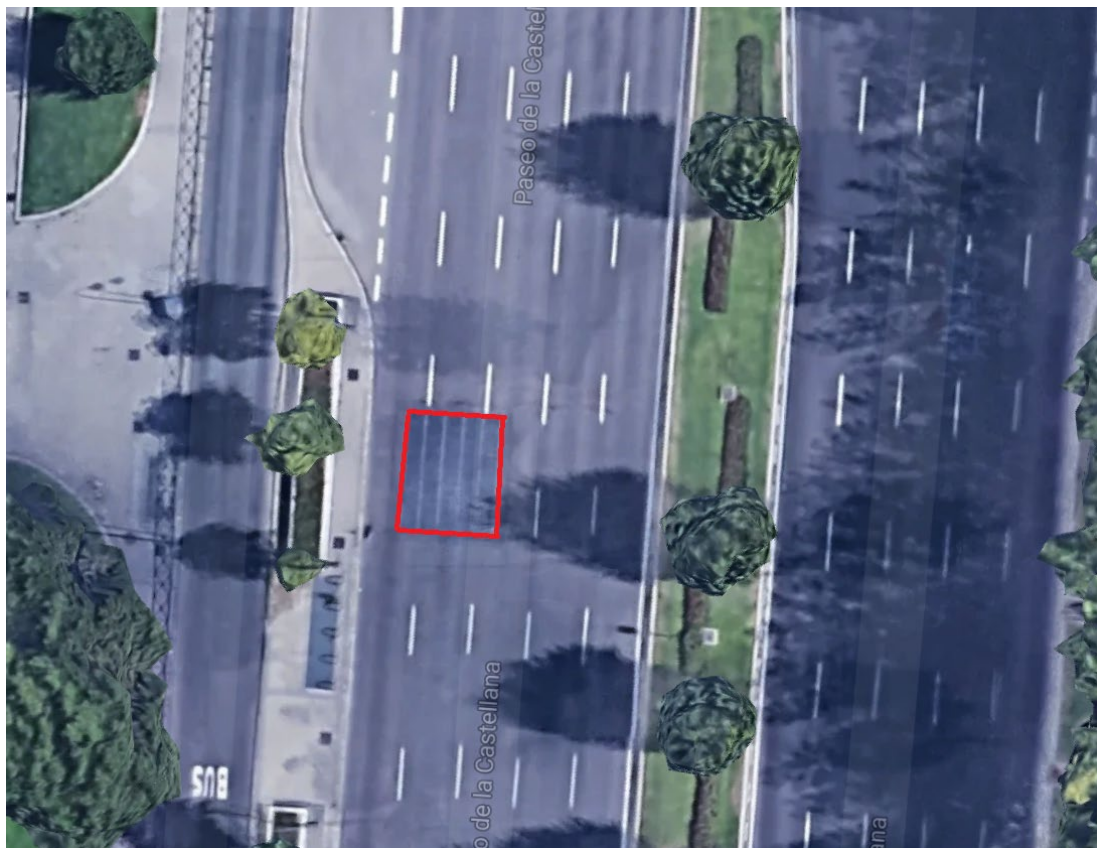
En las siguientes fotografías, podemos visualizar dichas ventosas o zona acceso materiales.



S/E PACIFICO



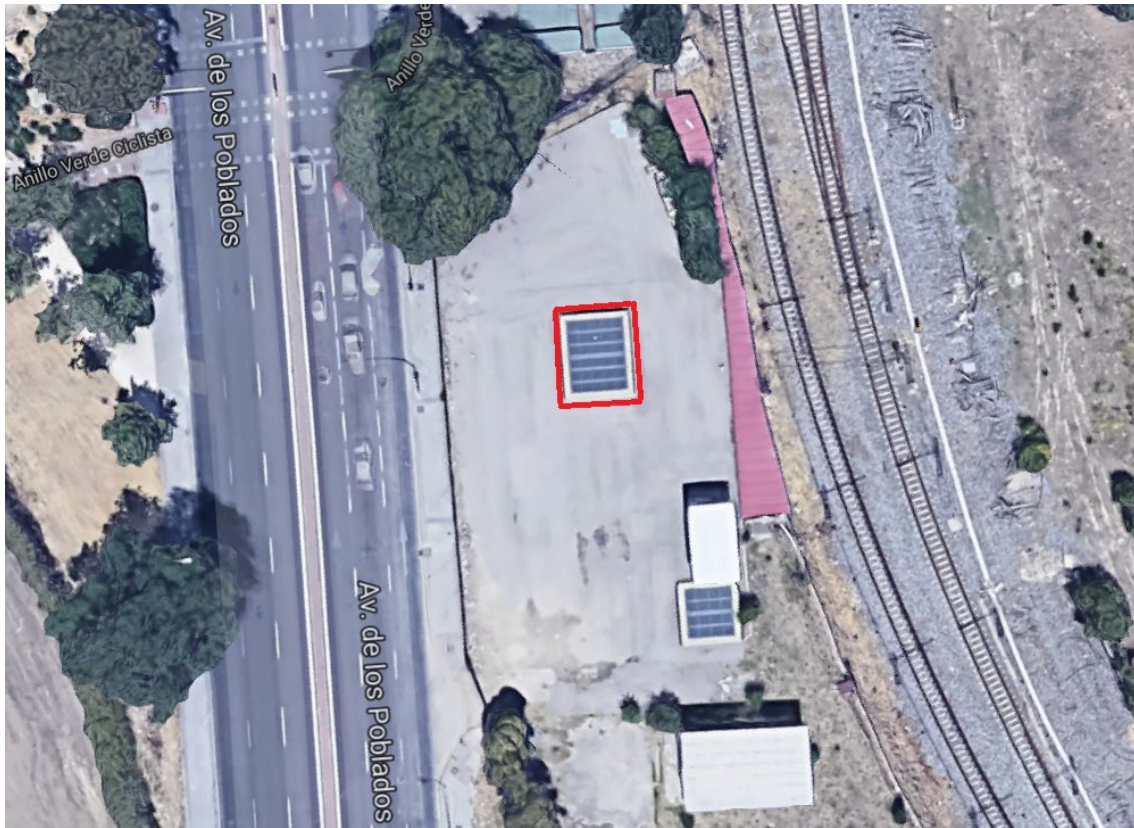
S/E PACIFICO



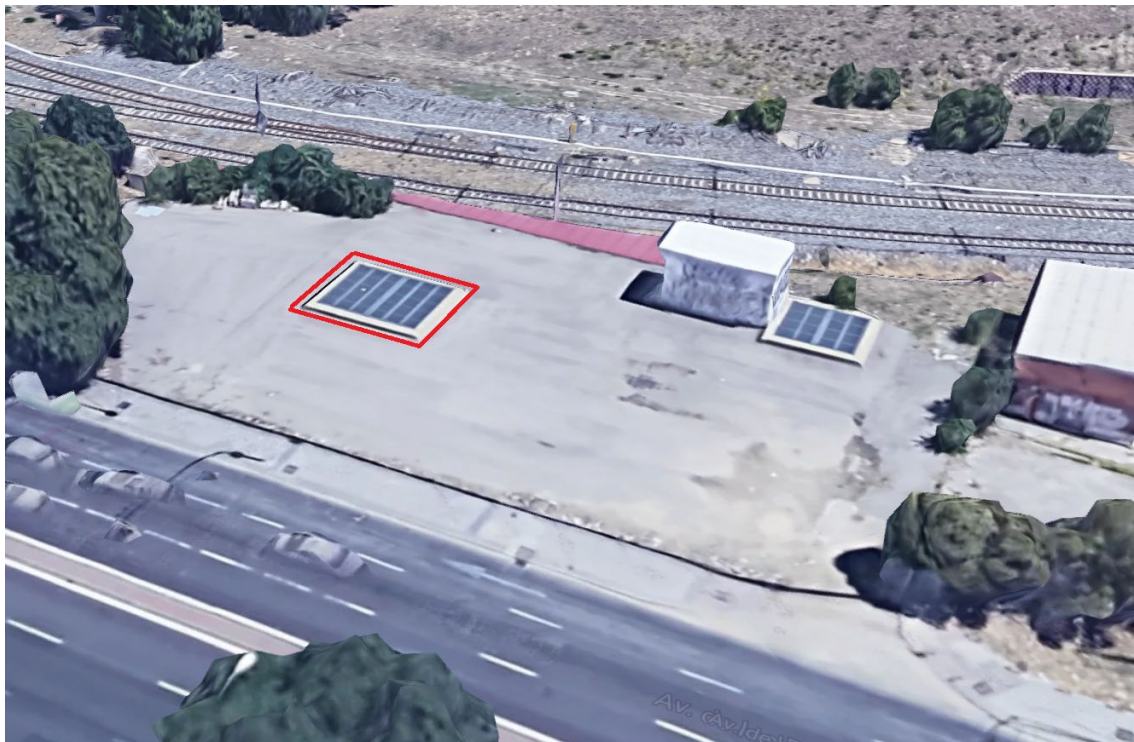
NUEVOS MINISTERIOS



NUEVOS MINISTERIOS



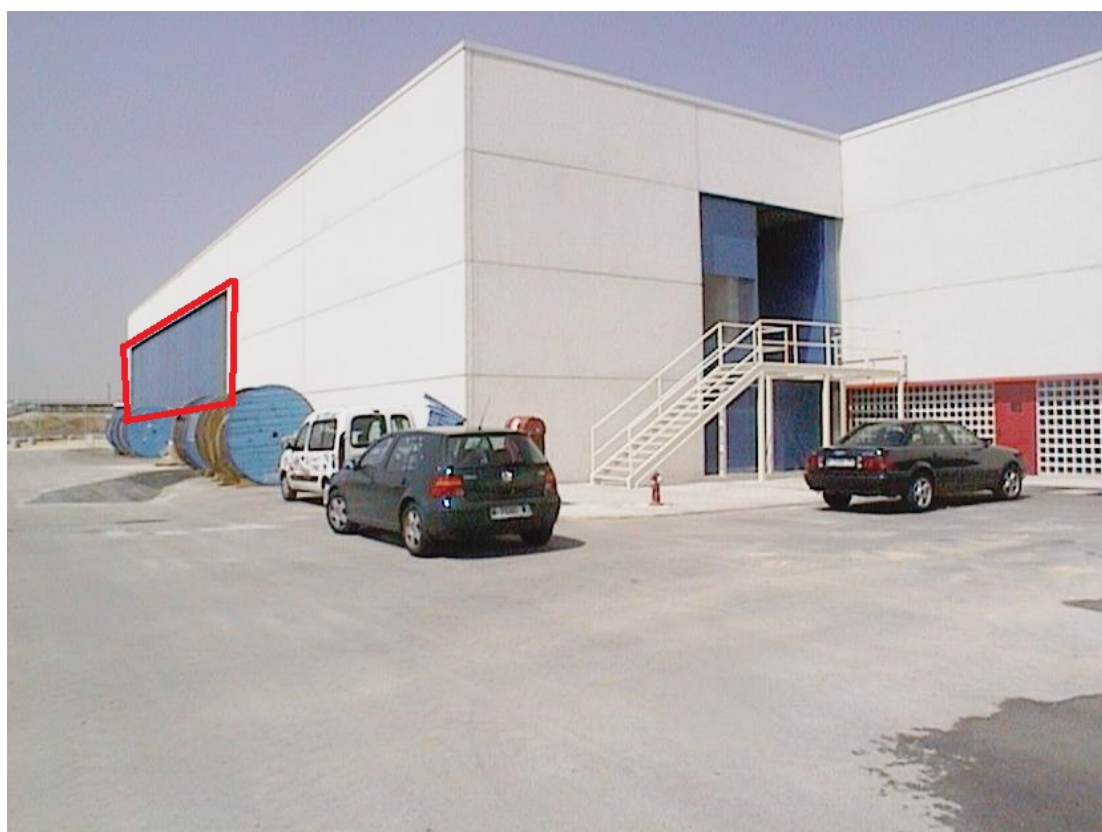
ALUCHE



ALUCHE



DEPOSITO CUATRO VIENTOS



DEPOSITO CUATRO VIENTOS

Procedemos a continuación a describir todas las partidas objeto del presente pliego.

En el Anexo I cada licitador deberá presentar, para cada subestación, la suma total de todas las partidas que se describen a continuación. La valoración económica debe contemplar todos los trabajos inherentes que sean necesarios para su entrega llave en mano, tales como, mano de obra, instalación, herramientas, desplazamientos, licencias y permisos, gestión de residuos, etc.

4.1 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y EVALUACIÓN DEL RIESGO ASOCIADO AL CAMBIO

A partir de la Directiva 2004/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la seguridad de los ferrocarriles comunitarios, el adjudicatario deberá presentar un informe sobre la evaluación de riesgos y medidas de control que son necesarias aplicar debido a los nuevos equipos instalados.

Deberá realizarse un informe por Subestación y deberá ser acreditado por cualquiera de los organismos evaluadores aprobados por la Entidad Nacional de Acreditación (ENAC) para la aplicación del Reglamento europeo 402/2013 en el ámbito nacional y certificada en el ámbito de aplicación objeto de este pliego.

El proceso de evaluación del riesgo de cambios deberá comprender al menos las siguientes fases:

1. Definición del sistema
2. Análisis del riesgo, incluida la determinación de los peligros
3. Valoración del riesgo

1. Definición del Sistema

La definición del sistema abordará, al menos, los siguientes aspectos:

- a. objetivo del sistema (la finalidad prevista);
- b. funciones y elementos del sistema, en su caso (incluidos los elementos humanos, técnicos y operativos);
- c. frontera del sistema, incluidos otros sistemas que interactúen;
- d. interfaces físicas (sistemas que interactúen) y funcionales (input y output funcionales);
- e. entorno del sistema (por ejemplo, flujo energético y térmico, choques, vibraciones, interferencias electromagnéticas, uso operativo);

- f. medidas de seguridad en vigor y, después de las iteraciones necesarias y pertinentes, definición de los requisitos de seguridad indicados en el proceso de evaluación del riesgo;
- g. hipótesis que acoten la evaluación del riesgo.

2. Análisis del riesgo

Deberán determinarse todos los peligros que sea razonable prever en el conjunto del sistema evaluado, sus funciones, en su caso, y sus interfaces.

Todos los peligros determinados se consignarán en un registro de peligros asociados al cambio.

Para concentrar los esfuerzos de la evaluación del riesgo en los riesgos más importantes, los peligros se clasificarán según el riesgo estimado que se derive de ellos. Basándose en el juicio de expertos, no será necesario analizar más a fondo los peligros asociados a un riesgo aceptable en términos generales, pero se consignarán en el registro de peligros. Su clasificación deberá justificarse a fin de permitir una evaluación independiente por un organismo de evaluación.

Como criterio, los riesgos derivados de peligros podrán clasificarse como aceptables en términos generales cuando el riesgo sea tan reducido que no resulte razonable aplicar una medida de seguridad adicional. La opinión de los expertos tendrá en cuenta que la contribución conjunta de los riesgos aceptables en términos generales no sea superior a una determinada proporción del riesgo global.

En el caso de cambios que afecten a sistemas técnicos, en esta etapa se debe disponer de todos los Riesgos y Condiciones de Aplicación Relacionadas con la Seguridad transferidas a Operación y Mantenimiento.

3. Valoración del riesgo

Se evaluará la aceptación del riesgo del sistema evaluado utilizando uno o varios de los siguientes principios de aceptación del riesgo:

- a. la aplicación de códigos prácticos
- b. una comparación con sistemas similares
- c. una estimación explícita del riesgo

En la valoración del riesgo el proponente demostrará que se aplica adecuadamente el principio elegido de aceptación del riesgo. Asimismo, el proponente comprobará que los principios elegidos de aceptación del riesgo se utilizan de forma coherente.

El proceso iterativo de evaluación del riesgo se considerará finalizado cuando se demuestre que se cumplen todos los requisitos de seguridad y no sea necesario considerar ningún peligro adicional razonablemente previsible.

Una vez realizado el proceso de evaluación deberá entregarse un informe con al menos los siguientes apartados:

- **Informe de significatividad**

Deberá determinarse la significatividad que supone la instalación de estos nuevos equipos en el sistema ferroviario de Metro de Madrid. Para ello, deberá realizarse y documentarse un análisis que determine la significatividad del cambio según su impacto en la seguridad.

- **Informe de seguridad**

Deberá documentarse el proceso de gestión del riesgo utilizado para evaluar los niveles de seguridad y el cumplimiento de los requisitos de seguridad.

Se redactará un Informe de Seguridad para demostrar que el proceso de gestión del riesgo se ha aplicado de manera adecuada y los resultados de dicho proceso.

El Informe de Seguridad incluirá la siguiente información:

- una descripción de la organización y de los expertos designados para llevar a cabo el proceso de evaluación del riesgo;
- los resultados de las distintas fases de la evaluación del riesgo y una lista de todos los requisitos de seguridad necesarios que deben cumplirse para reducir el riesgo a un nivel aceptable;
- evidencias documentales del cumplimiento de todos los requisitos de seguridad necesarios;

- todos los supuestos pertinentes para la integración, funcionamiento y mantenimiento del sistema que se hubieran realizado durante la determinación, el diseño y la evaluación del riesgo de aquel.

En caso de que el cambio afecte al subsistema de control, mando y señalización, el suministrador de este subsistema debe proporcionar la documentación necesaria para evidenciar la gestión de la seguridad de acuerdo a las normas UNE EN50126, EN50128 y EN50129 relacionada con el cambio dentro de su alcance.

- **Registro de peligros**

Deberá realizarse un registro de los peligros asociados al cambio y la documentación de seguridad asociada a las fases de Operación y Mantenimiento.

- **Informe de Evaluación de la Seguridad**

El Evaluador Independiente de Seguridad expondrá sus conclusiones en un informe de evaluación de la seguridad.

- **Declaración del proponente**

Basándose en el resultado del proceso de gestión del riesgo y del informe de evaluación de la seguridad elaborado por un organismo de evaluación, el adjudicatario deberá realizar una declaración por escrito manifestando que todos los peligros identificados y sus riesgos asociados se encuentran a un nivel adecuado de control.

Este documento evidenciará la aceptación de los riesgos asociados al cambio y la implementación de sus medidas de mitigación. La Declaración del Proponente debe ser previa a la puesta en servicio del cambio considerado como significativo.

4.2 ESTUDIO DE TIERRAS

Previo al inicio de los trabajos, el contratista deberá realizar y entregar a Metro de Madrid, un estudio del **sistema de tierra existentes** en cada una de las subestaciones, verificando con las medidas y cálculos oportunos, que las máximas tensiones de paso y contacto que podrán darse en el futuro (con las reactancias instaladas) en cada instalación, son inferiores a las tensiones de

paso y contacto máximas admisibles en cada una de ellas y verificando por tanto el cumplimiento de la normativa vigente.

En caso de que los sistemas de tierra existentes no fuesen válidos, el contratista deberá presentar una propuesta de modificación de las mismas para su cumplimiento. El encargado de realizar esta modificación, sería Metro de Madrid.

4.3 DETERMINACIÓN DE LA UBICACIÓN ÓPTIMA EN CADA SUBESTACIÓN Y CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

En el anexo IV, se muestran las posibles ubicaciones de los elementos a instalar.

No obstante, el contratista, tras las visitas iniciales a las SSEE, deberá presentar para cada subestación una propuesta de la ubicación óptima de los elementos a instalar. Esta propuesta deberá ser consensuada con Metro.

Tras acordar la ubicación definitiva en cada subestación, el contratista entregará el cálculo de estructuras justificando que la situación final de los equipos, reactancias principalmente, no afecta ni compromete a la estructura de la instalación.

4.4 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE OCHO REACTANCIAS TRIFÁSICA.

Las reactancias cumplirán con lo establecido en la norma UNE-EN 60076-6. Se dotará a cada una de los transformadores de una reactancia trifásica de puesta a tierra en la salida de 15 kV del transformador de aceite de 45kV, que servirá para dar sensibilidad a las protecciones de tierra y dotar a las mismas de una misma referencia de tensión, así como para limitar la intensidad de defecto a tierra en el sistema.

Las características principales mínimas a cumplir por la reactancia trifásica a instalar son las indicadas en el **Anexo II “ESPECIFICACIONES REACTANCIAS DE PUESTA A TIERRA METRO”**.

Para la instalación de estos equipos, y debido a sus dimensiones y peso, será necesario que el acceso de los mismos se realice por la ventosa de entrada de materiales. El contratista deberá gestionar y correr con los gastos de los permisos que sean necesarios para las ocupaciones de

vías y jardines, levantamiento de ventosas, vehículos grúa etc. Una vez finalizados los trabajos, dichas ventosas deberán quedar correctamente instaladas.

En el anexo IV, se proponen posibles ubicaciones donde pueden instalarse estos nuevos equipos, de cualquier forma, la disposición definitiva será consensuada entre el contratista y Metro.

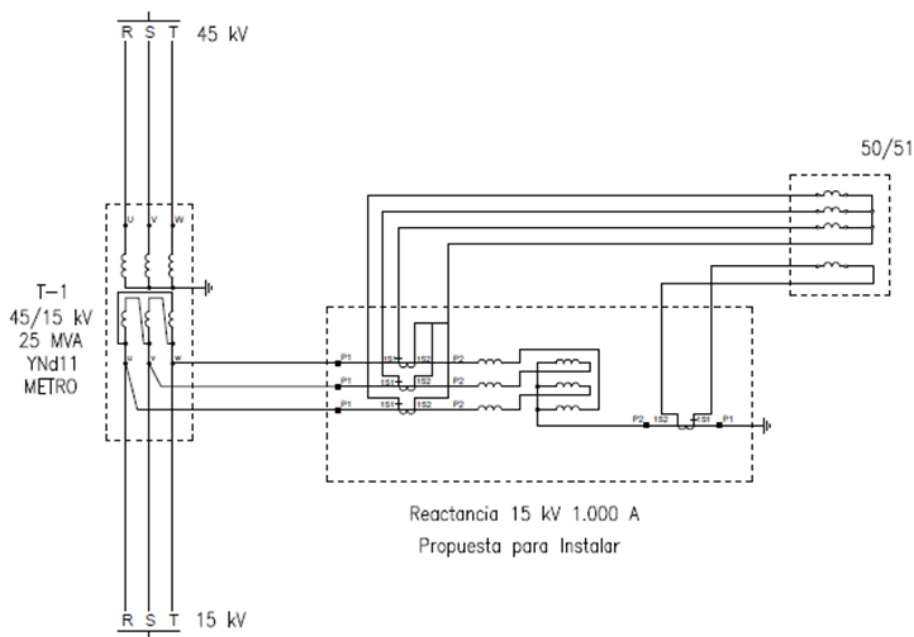


Figura 1: Esquema tipo reactancia.

4.5 SUMINISTRO E INSTALACIÓN TRANSFORMADORES DE INTENSIDAD.

Las características de los transformadores de intensidad serán conformes a las normas UNE-EN 61869-1 y UNE-EN 61869-2.

En cada una de las fases y en el neutro llevarán incorporados transformadores de intensidad tipo toroidal, para protecciones, con las siguientes características:

- En Fases: Se instalarán 3 T/I tipo toroidal, relación de transformación 1000/5 A, potencia nominal 15 VA, clase de recisión 5P20, tensión máxima de servicio 17,5 kV (frecuencia industrial 38 kV, Impulso tipo rayo 95 kV).
- En Neutro: Se instalarán 1 T/I tipo toroidal, relación de transformación 1000/5 A, potencia nominal 15 VA, clase de recisión 5P20, tensión máxima de servicio 17,5 kV (frecuencia industrial 38 kV, Impulso tipo rayo 95 kV).

- Protección de cuba: Se instalará 1 T/I tipo toroidal, relación de transformación 100/5 A, potencia nominal 15 VA, clase de precisión 5P20, tensión máxima servicio 17,5 kV (frecuencia industrial 38 kV, Impulso tipo rayo 95 kV).

En las cajas de bornes secundarios de los T/i toroidales, se diferenciarán claramente los bornes para cada fase y para neutro mediante señalización:

- TI-U-S1, TI-V-S1, TI-W-S1 y TI-N-S1, para la reactancia del Transformador 45/15 Nº 1.
- TI-U-S2, TI-V-S2, TI-W-S2 y TI-N-S2, para la reactancia del Transformador 45/15 Nº 2.

Estas cajas tendrán un grado de protección mínimo IP54, según la norma UNE 20324.

Estas medidas deberán de cablearse hasta la protección del transformador correspondiente y coordinarse con las protecciones diferenciales y de sobrecorriente ya existentes.

Los transformadores irán instalados dentro de la propia envolvente metálica de la reactancia, cumpliendo las distancias de seguridad correspondiente con el resto del equipamiento, o en su defecto, por falta de espacio, en un cubículo independiente y registrable adherido a la misma. En todo momento su disposición debe permitir el fácil acceso, mantenimiento y sustitución de los TI's y de la reactancia en caso de que sea necesario.

Todos los transformadores de intensidad deberán disponer de los ensayos individuales según la norma UNE-EN 61869-2, incluyendo la verificación del marcado de bornes, así como de la polaridad y relación de transformación. Esta documentación deberá de ser entregada por el fabricante de los mismos.

4.6 ENVOLVENTE METÁLICA DE LAS REACTANCIAS.

Cada una de las reactancias deberá quedar instalada en una envolvente metálica con índice de protección IP21, de chapa galvanizada, de al menos 2 mm de espesor, pintada en color gris brillante RAL 7001 y señalizada con indicativos de "Peligro Alta Tensión" en las puertas de acceso. Cada uno de los cubículos deberán señalizarse con rótulos serigrafiado, indicando a que transformador pertenecen.

Las dimensiones aproximadas, serán de 1950 x 1300 x 2010 mm (largo x ancho x alto). Para evitar el acceso con tensión dentro del cubículo, este cerramiento deberá disponer de enclavamientos mecánicos y eléctricos con los disyuntores de las cabinas de 45 y 15 KV de sus propios transformadores, provocando el disparo de ambos en caso de que sea necesario. No será posible el acceso al interior mientras no se cumplan todas las medidas de seguridad fijadas en la normativa vigente (seccionamiento y puesta a tierra del primario el secundario del transformador 45/15). Se facilitarán los programas de los PLC's de ambas cabinas para su adecuación.

El cubículo dispondrá de los railes necesarios para el desplazamiento y anclaje de las ruedas reactancia.

4.7 SUMINISTRO E INSTALACIÓN CELDA SECCIONADOR Y REMONTE.

Se deberá de incluir, para cada una de las reactancias, un juego de celdas de remonte, seccionamiento y puesta a tierra a la entrada de cada reactancia con el único fin de aislar dicho equipo del resto de la instalación en caso de avería. Estas nuevas cabinas, deberán ubicarse, en la medida de lo posible, junto al resto de cabinas ya instaladas.

Las características de la cabina serán acordes a las características indicadas para la reactancia y como mínimo dispondrán de:

- Construcción modular.
- Dispondrán de aislamiento integral en SF6, con el embarrado en SF6 y con la aparamenta de maniobra en SF6 o vacío.
- 1 juego de barras III aisladas en SF6.
- 1 seccionador en carga y aislamiento en SF6 o vacío, con posiciones CONEXION-SECCIONAMIENTO-PUESTA A TIERRA y dotada de mando manual y mando motorizado 110 Vcc de la posición CONEXIÓN – SECCIONAMIENTO para accionamiento desde telemando.
- 1 juego III de aisladores testigo con sus correspondientes lámparas indicadoras de tensión.
- 1 embarrado de puesta a tierra.
- Espacio para la acometida de cables. Los cables procedentes del secundario del transformador 45/15 kV se conectarán a la cabina de remonte por su parte inferior a

través de conectores enchufables y la salida hacia la reactancia se realizará por la parte inferior de la celda de línea, de tal forma que la puesta a tierra debe quedar en el lado de la reactancia.

- Los grados de protección IP serán:
 - Protección exterior IP-3X
 - Protección en el interior de la cuba IP-65
- Relé de presencia de tensión.
- Compartimento de mando y baja tensión. En el se ubicarán las protecciones de la reactancia, así como el autómata de control de la celda.
- Autómata de control tipo M-340, Simatic, o similar aprobado, cableado. El autómata será capaz de realizar todo el mando, control y enclavamiento del nuevo equipamiento, operaciones y cálculos con señales analógicas, así como de señalar local y remotamente todas las alarmas, estados y eventos producidos. Este autómata deberá adaptarse a la arquitectura de control y red existente en cada una de las subestaciones, e interactuar con el resto de autómatas. Estos equipos se detallarán en mayor detalle en el apartado 4.17 INSTALACIONES AUXILIARES.

La conexión de los cables de AT con las celdas, se realizará mediante conectores especiales que aseguren una total estanqueidad en el punto de conexión. De esta manera, dado el IP de la cuba, se conseguirá mantener operativa, ante cualquier incidencia, el bucle entrada/salida.

Deben tener los enclavamientos convencionales que serán probados antes de la puesta en servicio.

Dispondrán de testigo óptico o manómetro de presencia de gas con posibilidad de telemando, a través de dispositivo que no comprometa la estanqueidad de la cuba.

El accionamiento para puesta a tierra será independiente del seccionamiento, dispondrá de avisadores ópticos y acústicos que puedan advertir la presencia de tensión y, en consecuencia, evitar maniobras inadecuadas.

Estarán constituidas por tres compartimentos:

1. Compartimento de embarrado y elementos de maniobra

Estará formado por una cuba de acero inoxidable, conteniendo en su interior el gas SF₆, el embarrado, el seccionador y puesta a tierra.

2. Compartimento de llegada de cables

Se encuentra situado en la parte inferior de la celda, y está preparado para alojar las botellas terminales; en este compartimento se sitúan igualmente el conjunto de aisladores testigos e indicadores de tensión.

3. Compartimento de mandos y baja tensión

Contiene los mandos de los elementos constitutivos de las celdas, permite la instalación de cerraduras para enclavamiento, así como de los contactos auxiliares de baja tensión. Su inspección es totalmente realizable con la celda en tensión, sin riesgo para el operador.

Cada una de las celdas deberá señalizarse con rótulos serigrafiado, indicando a que transformador pertenecen ("REACTANCIA TRAF0 1", "REACTANCIA TRAF0 2").

4.8 SUMINISTRO E INSTALACIÓN PROTECCIONES REACTANCIA.

En cada una de las reactancias deberán suministrarse e instalarse las siguientes protecciones:

- Protección de sobreintensidad instantánea y temporizada para las fases y el neutro (50/51 + 50/51N). Esta misma protección deberá servir también como relé de protección de cuba.
- Protección fallo a tierra temporizado para corriente residual medida directamente por un único toroidal (51G). Esta protección servirá de respaldo del Neutro y de protección para el cable entre el transformador y la reactancia.

Ambas protecciones dispondrán de salida de comunicación en fibra óptica y Ethernet, e irán ubicadas en el compartimento de baja tensión de su propia celda de seccionamiento.

En caso de ser necesario, dichas protecciones provocarán el disparo de las celdas de 15 y 45kV de cada transformador, por lo que será necesario coordinarlas con el resto de protecciones existentes. Será necesario unificar los ajustes de las protecciones homopolares (50/51N) en el lado de 15 KV de los 8 transformadores 45/15, así como en las salidas de las diferentes celdas de línea, en los rectificadores y en los transformadores de SSAA (15/0,4 KV) existentes en las mismas. De igual forma, será necesario intervenir en las protecciones diferenciales existentes.

Será de vital importancia coordinar correctamente los tiempos de las protecciones homopolares entre las líneas de 15 KV, el lado de 15 KV del transformador, y la reactancia, por lo que será

necesario presentar un **estudio de protecciones** para cada subestación, donde se identificarán claramente la selectividad y coordinación de todas las protecciones de corriente alterna.

En el Anexo III se muestran las protecciones de corriente alterna instaladas en cada subestación.

Estas nuevas protecciones deberán de adaptarse a la red de comunicaciones existentes entre el resto de protecciones de corriente alterna y conectarse al concentrador existente, el cual se comunicará con el Gestor de Protecciones o el Switch de la propia subestación. Ambas protecciones deberán darse de alta en el Gestor de Protecciones existentes con el fin de poder recoger todos los datos generados por dichas protecciones.

La red de comunicaciones de las protecciones transmitirá al Puesto de Mando del Alto del Arenal (Scada SHERPA) como mínimo las siguientes señales, por cada una de las reactancias:

- Alarma de relé de protección por homopolar reactancia Trafo 1.
- Alarma de relé de protección por homopolar reactancia Trafo 2.
- Disparo de relé de protección por homopolar reactancia Trafo 1.
- Disparo de relé de protección por homopolar reactancia Trafo 2.
- Alarma de relé de protección por sobrecarga reactancia Trafo 1.
- Alarma de relé de protección por sobrecarga reactancia Trafo 2.
- Disparo de relé de protección por sobrecarga reactancia Trafo 1.
- Disparo de relé de protección por sobrecarga reactancia Trafo 2.
- Avería del relé de protección Reactancia T1.
- Avería del relé de protección Reactancia T2.
- Alarma relé de cuba Reactancia T1.
- Alarma relé de cuba Reactancia T2
- Disparo relé de cuba Reactancia T1.
- Disparo relé de cuba Reactancia T2.
- Disparo actuación válvula de alivio de presión Reactancia T1.
- Disparo actuación válvula de alivio de presión Reactancia T2.
- Relé de protección DMCR reactancia Trafo 1 tendrá las siguientes señales:
 - Alarma sobrepresión DMCR Reactancia T1.
 - Alarma temperatura Reactancia T1.
 - Disparo temperatura Reactancia T1.
 - Aceite bajo/gases Reactancia T1.

- Relé de protección DMCR reactancia Trafo 2 tendrá las siguientes señales:
 - Alarma sobrepresión DMCR Reactancia T2.
 - Alarma temperatura Reactancia T2.
 - Disparo temperatura Reactancia T2.
 - Aceite bajo/gases Reactancia T2.

Será necesario ensayar todas las protecciones de AT instaladas en cada subestación, y entregar estos ensayos junto con el estudio solicitado.

4.9 SUMINISTRO Y SUSTITUCIÓN PROTECCIONES CELDAS 45KV SUBESTACIÓN NUEVOS MINISTERIOS

Deberán sustituirse todos los relés marca ALSTOM instalados en las cabinas de 45 kV de la subestación de Nuevos Ministerios por relés ZIV o similares aprobados. Será necesario sustituir las chapas donde se alojan dichas protecciones por chapas nuevas, con los cajeados a medida para las nuevas protecciones.



Figura 2: Relé de sobrecarga y cortocircuito



Figura 3: Relé diferencial

4.10 SUMINISTRO E INSTALACIÓN CABLES ALTA TENSIÓN

Se instalarán cables unipolares de al menos 1x95 mm² (deberán justificarse en los cálculos) con las siguientes características.

Las características estructurales de los cables unipolares a emplear para la conexión entre el secundario del transformador 45/15 y la reactancia, serán de acuerdo a la norma IEC 60502 para “Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extraídos para tensiones nominales de 1kV a 30 kV” donde se incluye cualidades de los materiales que configuran cada uno de los componentes del cable, criterios de diseño, características dimensionales, así como los requisitos eléctricos que se les exige. En general estos cables serán de aluminio y estarán formados por capas semiconductoras sobre conductor y sobre aislamiento aplicadas junto con el aislamiento por triple extrusión simultánea. Sobre el semiconductor exterior se aplicará una pantalla de cinta de cobre. Las fases se cablearán con paso largo y las pantallas estarán en contacto eléctrico. El cable ha de estar protegido por una cubierta exterior que le confiera las siguientes propiedades:

- No propagador del incendio.
- Baja emisión de humos y gases tóxicos.
- Baja emisión de gases ácidos o corrosivos.
- Nula emisión de halógenos.
- Fabricación acorde a CPR (Construction Products Regulation).

La tensión nominal debe ser adecuada a las condiciones de operación de la red dónde va a ser instalado y basándonos en la norma IEC 60502 consideraremos la categoría de la red "C" luego, la tensión nominal del cable será 12/20 kV con una tensión nominal de red del sistema trifásico de 15 kV.

Los tipos de cable serán RHZ1, de GENERAL CABLE, PRYSMIAN, 2XSH de CABLEL o similar aprobado, debiendo figurar en su cubierta la referencia y marca del fabricante.

Cubierta

El material a emplear en la cubierta exterior de los cables será un compuesto poliolefínico ignífugo del tipo DMZ2, según anexo 7 de la norma UNE 211620-5E. Los espesores serán los indicados en el punto 14.3 de la norma IEC 60502-2

Color: ROJO. Los cables serán de color rojo con dos franjas diametralmente opuestas de color verde. La anchura de las franjas será 5 ± 2 mm.

La cubierta ha de tener una carga elástica de 10 N/mm^2 y un alargamiento elástico de 100% (los valores de carga elástica y alargamiento elástico corresponden al primer máximo de la curva tracción - alargamiento).

Sobre la cubierta exterior se marcará con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Denominación comercial
- Tipo constructivo
- Tensión nominal
- Nº y sección de los conductores
- Las 2 últimas cifras del año de fabricación
- Orden de Fabricación
- Metraje metro a metro.



El marcado en la cubierta de los cables se realizará mediante grabado o por impresión de tinta.

Distancias

La distancia efectiva de los cables desde el secundario de los transformadores a la reactancia, deberá ser la mínima posible para evitar caídas de tensión elevadas.

Ensayos

Los ensayos de rutina, muestreo y de tipo sobre los cables descritos, se realizarán de acuerdo con lo especificado en la norma IEC 60502-1 y en las recogidas en el presente documento. El fabricante deberá de disponer en sus instalaciones de medios propios para realizar todos los ensayos descritos en esta especificación y hará entrega de las correspondientes actas de prueba de cada bobina que suministre.

Todos los cables serán sometidos a los siguientes ensayos:

a. Ensayos individuales o de rutina

Los ensayos individuales para cables de tensión nominal desde 1 kV hasta 30 kV son:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión.

b. Ensayos especiales

Los ensayos especiales serán los siguientes:

- Verificaciones dimensionales. Se comprueban las medidas de los distintos constituyentes del cable.
- Examen del conductor.
- Ensayo de alargamiento en caliente del aislamiento

c. Ensayos tipo

Los ensayos tipo no eléctricos tratan principalmente de poner a prueba las características mecánicas, físicas y químicas de todos los elementos del cable. Se seguirá lo expuesto en la norma IEC 60502-1, teniendo especial relevancia los ensayos de comportamiento ante el fuego:

- No propagación del incendio (UNE-EN 50266-2-4).
- No propagación de la llama (UNE-EN 60332-1-2).

- Baja emisión de humos (UNE-EN 61034-2).
- Medida de acidez de los humos (UNE-EN 50267-2-2).
- Nula emisión de halógenos (UNE-EN 50267-2-1).

d. Inspección en fábrica

Durante el proceso de fabricación, el personal de Metro de Madrid o sus representantes, tendrán acceso a la factoría del fabricante, para realizar los ensayos de rutina sobre cable acabado, en orden a garantizar un correcto suministro.

4.11 SUMINISTRO E INSTALACIÓN CABLES BAJA TENSIÓN

Los cables de Baja Tensión tendrán conductores de cobre con cubierta aislante de alta seguridad (AS) Clase 5 de UNE-EN 60228. Los aislamientos y cubiertas serán de mezclas especiales que confieran al cable las características de ser:

- No propagadores del incendio.
- De baja emisión de humos y gases tóxicos.
- De baja emisión de gases ácidos o corrosivos.
- De nula emisión de halógenos.
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Tipo RZ1-K (AS), General Cable, Prysmian o similar aprobado.
- Fabricación acorde a CPR (Construction Products Regulation).

La sección mínima de los conductores será de 2,5 mm² y se determinará en función de la intensidad permanente admisible según norma UNE 20460-5-523, aplicando el método de instalación y posibles condiciones correctoras y considerando la intensidad de cortocircuito prevista en la red según norma UNE 21145.

En todos los casos se cumplirá el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE – 18 de septiembre 2002) e instrucciones técnicas complementarias.

Un tercer factor será la caída de tensión admisible, como máximo del 3% en los circuitos de alumbrado y 5% para el resto. Se escogerá siempre el caso más desfavorable.

La geometría de los conductores será circular para las secciones menores o iguales a 35 mm², se admitirá para las secciones superiores sectoriales o circulares.

Todos los conductores serán de cobre recocido clase 5 según UNE-EN 60228.

En los cables RZ1F3Z1-K Mica (AS+) Y RZ1-K Mica (AS+) los conductores llevarán incorporado un encintado helicoidal con cinta de mica.

Cubierta

El material de la cubierta de los cables será un compuesto poliolefínico ignífugo del tipo ST8 de la norma IEC 60502-1. Los espesores serán los indicados en la norma IEC 60502-1.

Cables de Alta Seguridad Aumentada (AS+) resistentes al fuego. Color de cubierta: Naranja

Cables de Alta Seguridad (AS) No propagadores del incendio. Color de cubierta: verde

Sobre la cubierta exterior se marcará cada metro con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante
- Denominación comercial
- Tipo constructivo
- Tensión nominal
- Nº y sección de los conductores
- Las 2 últimas cifras del año de fabricación
- Orden de Fabricación
- Metraje metro a metro

El marcado en la cubierta de los cables se realizará mediante grabado o por impresión de tinta.

Ensayos

Los ensayos de rutina, muestreo y de tipo sobre los cables descritos, se realizarán de acuerdo con lo especificado en la norma IEC 60502-1 y en las recogidas en el presente documento.

El fabricante deberá de disponer en sus instalaciones de medios propios para realizar todos los ensayos descritos en esta especificación y hará entrega de las correspondientes actas de prueba de cada bobina que suministre.

Todos los cables serán sometidos a los siguientes ensayos:

a. Ensayos individuales o de rutina



Los ensayos individuales para cables de tensión nominal desde 1 kV hasta 30 kV son:

- Medida de la resistencia eléctrica del conductor.
- Ensayo de tensión.

b. Ensayos especiales

Los ensayos especiales serán los siguientes:

- Verificaciones dimensionales. Se comprueban las medidas de los distintos constituyentes del cable.
- Examen del conductor.
- Ensayo de alargamiento en caliente del aislamiento.

c. Ensayos tipo

Los ensayos tipo no eléctricos tratan principalmente de poner a prueba las características mecánicas, físicas y químicas de todos los elementos del cable. Se seguirá lo expuesto en la norma IEC 60502-1, teniendo especial relevancia los ensayos de comportamiento ante el fuego:

- No propagación del incendio (UNE-EN 50266-2-4).
- No propagación de la llama (UNE-EN 60332-1-2).
- Baja emisión de humos (UNE-EN 61034-2).
- Medida de acidez de los humos (UNE-EN 50267-2-2).
- Nula emisión de halógenos (UNE-EN 50267-2-1).

d. Inspección en fábrica

Durante el proceso de fabricación, el personal de Metro de Madrid o sus representantes, tendrán acceso a la factoría del fabricante, para realizar los ensayos de rutina sobre cable acabado, en orden a garantizar un correcto suministro.

4.12 TERMINALES Y EMPALMES

Los terminales para el cable de A.T. serán según el tipo QTM de 3M ó similar, con conos deflectores y anillo de acero inoxidable para toma de tierra, del tipo correspondiente al cable indicado en el apartado anterior. Los juegos de empalmes, en caso de ser necesarios, serán contráctiles en frío de fabricación 3M ó similar, apropiados para el cable unipolar indicado.

4.13 BANDEJAS Y SOPORTES PARA CABLES

Los cables se instalarán sobre bandejas aislantes (>20 kV/mm) libre de halógenos con su base perforada y tapa superior ciega, color gris y no propagador de la llama.

Donde no sea posible la instalación de bandejas se colorarán unos soportes tipo carril DIN de 1000 mm con 9 abrazaderas. Las abrazaderas tendrán un diámetro comprendido entre 24 y 72 mm. Todos estos soportes deberán tener su correspondiente puesta a tierra.

Deberá tenerse especial cuidado en recepcionar correctamente los cables de 15 kV a las salidas de los aisladores del transformador 45/15 kV, de tal forma que la tensión y torsión de los mismo no afecte mecánicamente a los aisladores de porcelana y sus juntas. Podrán utilizarse las estructuras existentes o adaptarse las misma para su correcta instalación.



S/E Cuatro Vientos



S/E Nuevos Ministerios

4.14 TRABAJOS DE OBRA CIVIL

Se realizarán los calos necesarios para el paso de los cables de AT mediante taladro sobre estructura de hormigón armado (losa), con un diámetro mínimo de 120 mm. Se tendrán en cuenta tanto el uso de las máquinas de perforación necesaria para estos trabajos, como la instalación de pasatubos de PVC que protejan el paso de los cables, la limpieza de las instalaciones afectadas, así como la carga y transporte de escombros al vertedero con personal propio.

Para la puesta a tierra del neutro de cada una de las reactancias deberá realizarse una arqueta registrable en donde se instalarán una o varias picas de puesta a tierra. Esta arqueta deberá quedar correctamente señalizada.

4.15 PUESTA A TIERRA LINEA Y PICAS

Los conductores empleados para las líneas de puesta a tierra tendrán una resistencia mecánica adecuada y ofrecerán una elevada resistencia a la corrosión. Su sección será tal, que la máxima corriente que circule por ellos en caso de defecto no lleve a estos conductores a una temperatura cercana a su punto de fusión ni ponga en peligro sus empalmes y conexiones. Para el cálculo no se considerará en ningún caso un tiempo de defecto inferior a 1 segundo.

Cualquier unión de tierras deberá realizarse bajo soldadura aluminotérmica, garantizando en cualquier momento la continuidad de la misma.

Los electrodos de puesta a tierra estarán formados por materiales metálicos en forma de pica, tales como el cobre o el acero que presenten una resistencia elevada a la corrosión por sí mismos, o mediante protección adicional, tales como el cobre o el acero debidamente protegidos, en cuyo caso se tendrá especial cuidado de no dañar el recubrimiento de protección durante el hincado. Las dimensiones de la pica se ajustarán a las especificaciones necesarias para soportar debidamente las posibles intensidades de defecto máximas.

4.16 INSTALACIÓN PREFABRICADO HORMIGÓN.

Todo el equipamiento descrito en el presente pliego deberá instalarse en la propia subestación, dentro de la sala de equipos, y así deberá reflejarse en la oferta Técnica y Económica. Solo en aquellos casos en los que el contratista demuestre la imposibilidad de que el montaje pueda realizarse en el interior de la instalación, se valorará la posibilidad de instalar un prefabricado de superficie, que en ningún caso afectará a la oferta económica. Esta opción solo sería planteable en las Subestaciones de Aluche y Dep. Cuatro Vientos. Si finalmente se optara por esta solución, deberá quedar reflejado en el estudio de seguridad.

El prefabricado será de hormigón modelo PFU-5 de Ormazabal, o equivalente aprobado, que albergará ambas reactancias y cabinas. Constará de una puerta en su parte frontal, que de acceso a la zona de aparamenta en la que se encuentran las celdas de AT, cuadros de BT y control, etc. Cada Reactancia contará con una puerta propia para permitir su extracción o accesos al mismo para el mantenimiento.

La envolvente de estos centros debe ser de hormigón armado vibrado y formado por dos partes, una que aglutina el fondo y las paredes, y otra el techo. Todas las armaduras del hormigón deben estar unidas entre si y al colector de tierra, y las puertas y rejillas deben presentar una resistencia de al menos 10 kohms respecto a la tierra de la envolvente. El acabado de las superficies se realizará con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes, y color marrón en techos, puertos y rejillas.

Si finalmente se ejecutara esta solución en alguna de las Subestaciones, no supondrá ninguna modificación del precio ofertado para la partida correspondiente a esa subestación.

4.17 AMPLIACIÓN SISTEMA VESDA EXISTENTE

Se ampliará y adaptará el sistema de Detectores de Humo por Aspiración VESDA existente en cada subestación hasta la ubicación del nuevo equipamiento. Se tendrá en cuenta la programación de la central de detección de incendios existente, incluyendo todos los nuevos elementos de campo del sistema analógico - algorítmico de detección de incendios y alarma.

4.18 INSTALACIONES AUXILIARES

Se instalarán los equipos necesarios para el telemando, adquisición de datos y tratamiento de la información desde los distintos Puestos de Mando, del nuevo equipamiento instalado.

Descripción de los autómatas

Serán capaces de realizar todo el mando, control y enclavamiento de equipos, operaciones y cálculos con señales analógicas, así como de señalizar local y remotamente todas las alarmas, estados y eventos producidos.

Los autómatas tendrán como componentes fundamentales:

- Soporte mecánico de los diferentes módulos.
- Fuente de alimentación. La alimentación a los autómatas será a 24 Vcc, 50 Hz. Este módulo tendrá la capacidad de alimentar correctamente en potencia y en tensión a los diferentes elementos que componen la unidad remota, así como los instrumentos de campo que lo requieran. El módulo será dimensionado para que en condiciones de operación normal la fuente esté al 70 % de la capacidad total. Incorporará las protecciones adecuadas a cada salida y dispondrá de funciones de vigilancia de las tensiones de entrada y salida tanto en forma local como centralizada.
- Unidad Central de Proceso (C.P.U.). La unidad deberá contar con un procesador principal con capacidad de memoria de 8K de instrucciones y 2K de base de datos como mínimo. Esta unidad central deberá coordinar y ejecutar las funciones relacionadas con la adquisición de datos, supervisión y control, por lo que deberá ser diseñada usando la lista de Entradas/Salidas según el sistema que se trate y considerando una capacidad de expansión a futuro del 30 %.

El tiempo de barrido del programa deberá ser como máximo de:

- 0,5 ms / K palabra (lógica de bits).

- 2 ms / K palabra (típico).

La unidad dispondrá de dos tipos de memoria. Una de tipo RAM, salvaguardada con baterías de respaldo de litio para un año de duración sin corriente alterna, que contenga los datos dinámicos de funcionamiento y las variables de proceso. Su capacidad no será inferior a 4 Kbytes. La otra externa, del tipo EPROM, contendrá el programa de aplicación. Su capacidad no será inferior a 8 Kbytes. En cualquier caso, el dimensionamiento de la memoria deberá ser, considerando una capacidad de expansión a futuro del 30 %.

Cuando suceda una pérdida de comunicación con el sistema de supervisión y operación, cada unidad remota deberá de trabajar de forma autónoma y registrar en una memoria propia los eventos (al menos 48 eventos), después de la cual, al restablecer la comunicación, se pueda enviar su registro a través de la red de comunicación. Por lo tanto, tendrá una memoria de respaldo para 48 eventos como mínimo. Los eventos digitales serán datados en cada autómata con una resolución de aproximadamente 100 ms.

Dispondrá de un interfaz, tanto para conexión de equipos de programación y pruebas locales, como para la conexión con el módulo de comunicaciones.

Incorporará funciones de autoverificación y autodiagnóstico, con señalización local y centralizada.

El sistema no deberá tener director de tráfico, ya sea en hardware o software.

Dispondrá de las correspondientes funciones de vigilancia y visualización.

Módulos de entradas-salidas.

En caso de ser necesario ampliar los módulos de entradas existentes, estarán dispuestos en módulos independientes para entradas y salidas. Serán aptos para montaje en rack, robustos y compactos, de fácil montaje, con enclavamiento mecánico que impida errores de conexión y con fijación antivibratoria.

Estos módulos tendrán indicaciones visuales de su estado operativo y realizarán las funciones de adaptación, visualización, aislamiento galvánico, filtrado y protección contra parásitos, sobrecargas y sobretensiones.

El número y tipo deberá ser diseñado usando la lista de Entradas/Salidas según el sistema que se trate y considerando una capacidad de expansión a futuro del 30 %.

La conexión eléctrica de las señales de entrada o salida desde campo se realizará a través de regleteros de bornas perfectamente identificados.

Especificaciones técnicas de los equipos:

A) Condiciones generales mínimas.

Temperatura del aire ambiente: 0 - 60 °C

Temperatura exterior: 0 - 40 °C

Humedad relativa: 95% a 25 ° C, sin condensación

Vibraciones Según normas IEC

Choques: Según normas IEC

EL montaje se realizará sobre rack normalizado, en módulos compactos, sin accesibilidad externa para los componentes electrónicos. Deberán cumplir las diversas Normas Internacionales que afecten a los equipos electrónicos.

Módulo de alimentación

Alimentación: 24 Vcc

Potencia: Según U.R.

Protección contra cortocircuitos: Electrónica

Separación galvánica: Con optoacoplador

Señalización: Leds indicadores de estado

B) Unidad Central de Proceso (C.P.U.)

Microprocesador

Capacidad de control: 256 entradas y salidas

Memoria interna: RAM, mínimo 4 Kbytes

Batería: De litio

Vida media de la batería: > 50.000 horas

Memoria externa: Tipo EPROM, mínimo 8 Kbytes

Formato: Cartucho extraíble y protegido

Módulos de entradas

Módulos digitales: 16 - 32 entradas

Módulos analógicos: 4 - 16 entradas

Rating contactos de entrada: 24 Vcc

Aislamiento: Optoacoplador por cada vía

Señalización: Led de estado por cada entrada

Módulos de salida

Módulos digitales: 16 - 32 salidas

Rating contactos: 24 Vcc

Tipo: Relé

Carga: Inductiva o resistiva

Intensidad nominal: 1,2 A sin componentes externos

Potencia salida: 5 vatios por cada salida

Protección cortocircuitos: Fusible o protección electrónica

Señalización: Led de estado por cada salida

Módulo de comunicaciones

Módulo compacto con inteligencia propia conectado para establecer las comunicaciones entre el autómatas y el sistema de supervisión y operación.

Dispondrá de memoria RAM y memoria EPROM o FLASH. El programa radique en una memoria flash, para evitar que se pierda ante una falta de alimentación de los 24 Vcc al PLC.

Dispondrá de los puertos necesarios de conexión de un aparato de programación y del acoplador a la red. Así como de los puertos de comunicaciones Ethernet TCP/IP necesarios.

Dispondrá de leds de paro, marcha y fallo en la unidad.

4.19 ADAPTACIÓN PROGRAMAS AUTOMATAS

Se adaptarán y modificarán los programas de los autómatas existentes para incluir todas las funcionalidades descritas en apartados anteriores. Como mínimo se tendrán que tener en cuenta las siguientes adaptaciones:

- Alarmas y disparos protecciones.

- Enclavamientos de nuevas celdas.
- Enclavamientos cerramientos (envolvente metálica) reactancias.
- Enclavamiento Local – Distancia. Las nuevas cabinas deberán de incluirse en el bus del mando local – distancia existente.

4.20 CONTROL Y TELEMANDO DESPACHO DE CARGAS

Adaptación del software del servidor de aplicaciones del Despacho de Cargas del Alto del Arenal y Puesto de Replica de Puerta de Sur (TICS), para la implantación y puesta en servicio de todos los nuevos equipos instalados. Se deberán contemplar todos los trabajos a realizar en el Sistema "Sherpa" del Despacho de Cargas para la integración completa de estos equipos, sus señales y alarmas. Reconfiguración y modificación de la base de datos, front-end, pantallas gráficas (esquemas unifilares), eventos, alarmas etc.

Deberán tenerse en cuenta todas las pruebas de puesta en servicio necesarias desde el Puesto Central.

4.21 LEGALIZACIÓN

Al realizarse una modificación de la instalación existente y aumento de la potencia instalada, será necesario la tramitación ante la Dirección General de Industria, Energías y Minas (DGIEM), de la totalidad de la instalación, actualizándose el Actas de Puesta en Servicio de cada una de las subestaciones objeto del presente pliego.

La legalización incluirá como mínimo:

- Proyectos y dirección técnica realizado por técnico competente y visado por el colegio profesional.
- Estudio impacto medioambiental por subestación.
- Inspección técnica realizada por empresa de control, homologada por el Ministerio de Industria (O.C.A./E.C.I.). Incluyendo entrega de informe técnico y tramitación de expediente por Delegación de Industria, tasas, impuestos y cualquier otro gasto necesario para la legalización de la instalación. Las pruebas mínimas a realizar por el OCA:
 - Medición de las tensiones de paso y contacto en las subestaciones.

- Pruebas de verificación del nivel de aislamiento en celdas y transformadores.
 - Inspección reglamentaria.
 - Medición de tierras.
- Acta de puesta en servicio (APS) actualizada.

Todos estos documentos deberán ser entregado y aprobados por Metro, en formato digital, y debidamente firmados (firma digital) aquellos que lo requieran.

4.22 ENTREGA DE DOCUMENTACIÓN

El contratista hará entrega de las especificaciones de cada uno de los equipos, subconjuntos o elementos donde se indique al menos: características, funcionalidad, prescripciones técnicas y de mantenimiento, plazos y procesos del mantenimiento, normativa aplicable, cualificación del personal y tiempo para la realización de los trabajos. Toda la documentación a la que se refiere este apartado, deberá ser entregada y aprobada por Metro de Madrid antes de la recepción de la obra.

La documentación se estructurará en 2 grupos: documentación legal y documentación técnica.

La documentación legal constará de al menos todos los puntos indicados en el apartado 4.20 LEGALIZACIÓN del presente Pliego.

La documentación técnica recogerá los documentos referidos a la instalación realizada (distribución y conexionado de equipos, configuraciones y ajuste, programas desarrollados, etc.) en los distintos entornos y su mantenimiento de equipos (instrucciones o sistemática a seguir en las reparaciones, revisiones, etc.). Constará de al menos la documentación descrita a continuación y lo indicado en el Anexo II:

- Proyecto Definitivo (memoria, presupuesto, cálculos, etc.).
- Planos en planta y alzado de la distribución de los nuevos equipos.
- Planos de planta con el recorrido de los tendidos de cables realizados, fijación o canalización utilizada y situación de los puntos singulares (empalmes, bifurcaciones, borneros, armarios terminales, etc.).
- Planos que permitan la identificación de los distintos equipos y de los elementos que lo integran.

- Esquemas de conexión de equipos e instrucciones de montaje y desmontaje de los elementos sustituibles.
- Planos de control actualizados. Deberán integrarse el nuevo equipamiento en los planos ya existentes.
- Programas de control desarrollados. Se entregarán los programas actualizados de los todos los grupos / autómatas que se vean afectados con la instalación del nuevo equipamiento.
- Manuales de uso y funcionamiento de los equipos.
- Manuales de mantenimiento de cada uno de los equipos instalados, principalmente de la reactancia y las celdas. Como mínimo deberán de contar de la siguiente información:
 - Operaciones de mantenimiento preventivo.
 - Ciclos de mantenimiento y vida útil de los principales elementos.
 - Equipamiento necesario para el mantenimiento.
- Ensayos reactancias.
- Certificados que acrediten, según Real Decreto 1406/1989 por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos, que todos los equipos instalados y que contengan aceite están libres de policlorobifenilos (PCBs).
- Inventario con la relación de equipos y elementos utilizados en cada una de las instalaciones indicando, el fabricante, modelo y número de serie.
- Reportaje fotográfico detallado de los elementos instalados y sus ubicaciones.

Toda la documentación de texto se entregará en formato PDF y a cada documento le corresponderá un único fichero. Los planos se suministrarán en formatos Autocad versión 2000 y PDF.

La documentación mencionada, se entregará almacenada en un soporte tipo pendrive o disco duro.

Por encontrarse la documentación incluida en el alcance de la obra, en el caso de que el contratista no aportara todo o parte de la Documentación en los formatos especificados, Metro de Madrid, podrá retrasar la firma de la Recepción de la obra hasta que dicha documentación sea completada.

5 REPUESTOS Y MATERIALES

Todos los consumibles y herramientas que sean necesarios para la realización de los trabajos objetos del presente pliego, serán por cuenta del Contratista y estarán incluidos en el importe ofertado para las partidas correspondientes.

El Contratista utilizará siempre repuestos originales y materiales de primeras marcas tal y como se indican en algunas partidas, 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 **2 años** a partir del día siguiente a la firma del acta de inicio de los trabajos.

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 junto con el contratista las fechas de inicio de los trabajos en cada una de las subestaciones.
- La realización de los trabajos estará supeditada a la disponibilidad de descargo de los transformadores.
- Solo se programará un descargo por transformador, una vez se deje fuera de servicio cada equipo, deberán realizarse de forma continuada todos los trabajos que este requiera en función de su alcance.

- Salvo causa justificada por el contratista, y aceptada por Metro, **ninguno de los transformadores podrá estar fuera de servicio un tiempo superior a 48 horas.** El descargo del transformador solo se realizará para la conexión de los cables de potencia, trabajos de proximidad al transformador y pruebas de puesta en servicio y funcionamiento del conjunto de la instalación. En el caso de que, pasadas esas 48 horas, desde el fuera de servicio temporal del transformador, se produzca una suspensión de servicio por fallo en el otro transformador de la misma subestación, se aplicarán las penalizaciones descritas en el apartado 8 del presente PPT.
- 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.
- 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 cualquier residuos o material obra generado, correrá a cargo del adjudicatario.
- 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 instalación del andamiaje necesario para facilitar la realización de los trabajos será realizada por el contratista.
- Las maniobras de conexión y desconexión de los equipos principales y secundarios, serán realizadas en todo momento por personal autorizado de Metro de Madrid.
- En ningún caso se permitirá el descargo de 2 transformadores de forma simultánea, durante el servicio de viajeros.

- Entre el descargo de un transformador, y el otro de la misma subestación, se dejará un plazo de una semana aproximadamente para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

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 7 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.

6.4 HORARIO DE LOS TRABAJOS

El cambio de cargas y desconexión del equipo será realizado por personal autorizado de Metro de Madrid en horario de fuera de servicio. Una vez realizada la desconexión, los trabajos sobre los transformadores podrán realizarse en cualquier horario.

Las pruebas de los relés de protección podrán realizarse en horario de fuera de servicio (nocturno) o horario diurno en función de las necesidades de Metro de Madrid. S.A.

6.5 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 (Ingeniero) 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: 10 años en instalaciones similares al objeto del contrato.

- 2) Técnico especialista en programación y control de autómatas en subestaciones:
Encargado del desarrollo, modificación y adaptación de los programas de los autómatas existentes para la implementación de os nuevos equipos y sus funciones. La experiencia mínima será de 10 años en trabajos similares.
- 3) Jefe de obra: responsable de los trabajos en campo. Experiencia mínima: 15 años en instalación, mantenimiento o dirección de obra de subestaciones eléctricas de categorías AT1 y AT2.
- 4) Técnicos/operarios de campo, con experiencia en instalaciones objeto del pliego. El número del personal operativo será tal que pueda cumplir con los plazos que se establezcan y con la planificación propuesta. El contratista decidirá el nº de trabajadores que dedicará por jornada a la ejecución de estos trabajos, pero en ningún caso será inferior a 3, siendo al menos uno de ellos cualificado según el R.D. 614/2001. Experiencia mínima: 10 años en montaje e instalación de subestaciones eléctricas de categorías AT1 y AT2.

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.

6.6 MEDIOS AUXILIARES DE TRABAJO

El Contratista deberá disponer de las herramientas e instrumentación necesarias 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.

6.7 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.

6.8 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.

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 las mismas.

Una vez sean aprobadas las autorizaciones correspondientes los contratistas deben 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.

7 REQUISITOS DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE

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

8 PENALIZACIONES

Serán de aplicación las penalidades reguladas en el apartado 36 del cuadro resumen del PCP.



9 CERTIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Las certificaciones se realizarán mensualmente sobre unidades realmente ejecutadas.

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, estas han sido aceptadas por Metro de Madrid, y se ha hecho entrega de la documentación requerida en cada caso.

El número de unidades finalmente ejecutadas de cada una de las partidas podrá variar en función de las necesidades del proyecto sin que esto pueda suponer en ningún caso que se supere el precio de adjudicación del contrato.

Se realizará una primera certificación por subestación del 20% con el suministro e instalación de las reactancias, de tal forma que:

- 20 % se certificará con el suministro e instalación de las reactancias por cada una de las SSEE.
- 100 - 20% con el fin de los trabajos, asociado a la entrega de la documentación tal y como se indica en párrafos anteriores

10 PRESENTACIÓN DE OFERTAS

Como mínimo, la oferta técnica deberá desarrollar claramente los puntos listados en el PCP. Junto con la oferta económica se entregará debidamente cumplimentado el Anexo I.

11 OBSERVACIONES GENERALES

1. Todos los materiales y detalles de ejecución no definidos en este pliego técnico, serán sometidos a la aprobación previa a su montaje.
2. El transporte de los equipos correrá a cargo del contratista, así como los permisos y licencias necesarios para el levantamiento de las ventosas de acceso de materiales.
3. 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.

4. Cualquiera de los trabajos que se realicen, no será dado por terminado hasta que no se compruebe el correcto funcionamiento de la instalación.

12 ANEXOS

ANEXO I PRECIARIO

ANEXO II ESPECIFICACIONES REACTANCIAS DE PUESTA A TIERRA METRO

ANEXO III LISTADO PROTECCIONES INSTALADAS

ANEXO IV POSIBLES UBICACIONES REACTANCIAS

ANEXO V PLACAS CARÁCTERÍSTICAS