

SUBESTACIÓN 220/25kV VERNEDA.

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIO Y NECESIDADES ELÉCTRICAS**

Término municipal de Barcelona

Provincia de Barcelona

Septiembre 2025

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	6
PREÁMBULO	7
1. OBJETO	8
2. ALCANCE DE LA METODOLOGÍA BIM	9
2.1 REQUISITOS DEL MODELO BIM	9
2.1.1 Niveles de desarrollo (LOD)	9
2.1.2 Disciplina y contenidos mínimos del modelo	10
2.2 ENTREGA DE MODELOS Y FORMATOS	11
2.3 GESTIÓN Y COORDINACIÓN BIM	11
2.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD BIM	11
2.5 FORMACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO	11
3. NORMATIVA DE APLICACIÓN	12
4. ANTECEDENTES	15
4.1 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	16
4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
5. ESPECIFICACIONES GENERALES	19
5.1 OBRA CIVIL Y MOVIMIENTOS DE TIERRA DE LA SE DE LA VERNEDA	19
5.1.1 DEMOLICIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS	19
5.1.2 ESTUDIOS DEL TERRENO PARA LA SE VERNEDA	23
5.1.3 ESPECIFICACIONES DE LA EDIFICACIÓN DE LA SE DE LA VERNEDA	25
5.1.4 ESPECIFICACIONES DE LA EDIFICACIÓN POR CAPÍTULOS	27
5.1.5 DEPÓSITO DE HORMIGÓN ARMADO PARA RECOGIDA DE ACEITE	34

5.1.6	RECORRIDOS EXTERIORES DE CABLES	35
5.2	DRENAJES	35
5.2.1	Recolección	35
5.2.2	Evacuación	36
5.3	SOPORTES METÁLICOS	36
5.3.1	Especificaciones de los elementos de la estructura metálica	36
6.	CONSIDERACIONES EN EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO.....	38
6.1	CONDICIONES GENERALES.....	38
6.2	INSTALACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE LA SE VERNEDA	39
6.3	APARAMENTA	41
6.3.1	Definición y alcance	41
6.3.2	Materiales	44
6.3.3	Medición.....	44
6.4	TRANSFORMADOR DE POTENCIA	45
6.5	EMBARRADOS (MONTAJE DE RESISTENCIA Y REACTANCIA).....	47
6.5.1	Definición y alcance	47
6.5.2	Montaje de embarrados rígidos	47
6.5.3	Alcance del trabajo:	47
6.5.4	Proceso de curvado de tubos	48
6.5.5	Empalmes por soldadura	48
6.5.6	Control de calidad:.....	49
6.5.7	Materiales	49
6.5.8	Medición.....	49
6.6	CELDAS DE 25 KV	49
6.7	BATERÍAS DE CONDENSADORES	50
6.8	CABLES AISLADOS	50

6.8.1	Definición y alcance	50
6.8.2	Medición.....	53
6.9	CUADROS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS	54
6.9.1	Definición y Alcance.....	54
6.9.2	Materiales	54
6.9.3	Medición.....	55
6.10	INSTALACIONES AUXILIARES	55
6.10.1	Definición y alcance	55
6.10.2	Materiales	56
6.10.3	Medición.....	56
6.10.4	Necesidad de placas solares.....	56
6.11	VENTILACIÓN	57
6.12	ILUMINACIÓN, ALUMBRADO Y FUERZA.....	57
6.12.1	Circuitos de Alimentación	57
6.12.2	Tipos de Alumbrado.....	57
6.12.3	Materiales y Normativa	58
6.12.4	Instalación de Alumbrado Exterior.....	59
6.12.5	Sistemas de Control y Seguridad	59
6.12.6	Alumbrado Interior del Edificio.....	60
6.12.7	Sistema de Emergencia y Señalización	60
6.13	ANTIINTRUSISMO	60
6.13.1	Objetivo.....	60
6.13.2	Componentes del Sistema Antiintrusismo.....	61
6.13.3	Criterios de Acceso a la Subestación	62
6.14	SISTEMA CONTRA INCENDIOS.....	62
6.14.1	Objetivo General.....	62

6.14.2	Detección	63
6.14.3	Protección Pasiva	63
6.14.4	Protección Activa	64
6.14.5	Normativas y Consideraciones Adicionales	65
6.15	SERVICIOS AUXILIARES	67
6.15.1	Suministro de Energía	67
6.15.2	Cuadros de Corriente Alterna (c.a.).....	67
6.15.3	Servicios Auxiliares de Corriente Continua (c.c.)	67
6.16	ARMARIO DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES	69
6.16.1	Armario de Control.....	69
6.16.2	Equipos de Medida y Convertidores.....	69
6.16.3	Cuadros de Control.....	69
6.16.4	Protecciones	69
6.17	COMUNICACIONES.....	70
6.17.1	Infraestructura de Comunicaciones.....	70
6.18	PLACAS IDENTIFICACIÓN EQUIPOS	71
6.19	CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	71
6.19.1	Cumplimiento Normativo	72
6.19.2	Verificación Técnica.....	72
6.20	NIVEL DE RUIDO	72
6.21	PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL.....	72
6.22	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	73
6.22.1	Red de tierra inferior.....	74
6.22.2	Ejecución	76
7.	SUBESTACIÓN MÓVIL.....	78
7.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	79

7.1.1 Dimensiones y Configuración	79
7.1.2 Ubicación y Espacio Requerido	81
7.2 REQUISITOS TÉCNICOS	81
7.3 CRITERIOS DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN	81
7.4 MANTENIMIENTO Y SUPERVISIÓN	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Niveles LOD.	9
Tabla 2. Normativa para instalaciones eléctricas.....	12
Tabla 3. Características Técnicas del Suelo Técnico	32
Tabla 4. Características Técnicas de los pedestales del Suelo Técnico	33
Tabla 5. Características generales.....	38
Tabla 6. Características de Servicios Auxiliares	38
Tabla 7. Características generales de la Instalación de Distribución	39
Tabla 8. Componentes de la instalación de distribución.....	40
Tabla 9. Material de control y protección	40
Tabla 10. Cables y accesorios	40
Tabla 11. Otros equipos	41
Tabla 12. Características asignadas para transformadores de potencia.....	45
Tabla 13. Características generales de Protección, Control y Medida	66
Tabla 14. Características generales de los Servicios Auxiliares.....	68
Tabla 15. Características generales de Comunicaciones y Telecomunicaciones	71
Tabla 16. Sistemas de puesta a tierra.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la nueva SE Verneda 220 / 25kV.	16
Figura 2. Imagen del modelo de información BIM del Anteproyecto de la SE Verneda 220 / 25kV.....	18
Figura 3. Fotografía de la fachada sobre Rambla de Prim extraída de Google Maps en 2024. Esta edificación fue derribada por el Ayuntamiento.	19
Figura 4. Estado actual del emplazamiento.	20
Figura 5. Estado actual del emplazamiento.	20
Figura 6. Estado actual del emplazamiento.	21
Figura 7. Cubierta inclinada, sin cámara, convencional, autoprotegida. Fuente CTE CEC.	29
Figura 8 Cubierta plana, no transitable, sin cámara, invertida y con capa de protección de grava. Fuente CTE CEC.....	30
Figura 9. Zanja reforzada. Sección transversal.....	35
Figura 10. Vista de las conexiones PLUG-IN 220kV y 25kV de los transformadores de potencia.....	46
Figura 11. Vista en planta y Vista A-A' extraídas del plano 380.0007 – Implantación de equipos Er móvil 132 – 66kV. As Built.	78
Figura 12. Fotografía subestación móvil.	80

PREÁMBULO

Este documento tiene como objetivo establecer las especificaciones técnicas aplicables a la construcción de la edificación y sus necesidades eléctricas de la Subestación Eléctrica 220/25kV “VERNEDA”, situada en el término municipal de Barcelona, provincia de Barcelona.

1. OBJETO

Este documento establece los requisitos y especificaciones esenciales para la ejecución de los trabajos de montaje en la construcción de la subestación, abarcando aspectos como la calidad de los materiales, los métodos de ejecución, la medición y las condiciones de aceptación. Asimismo, se dispone que, en caso de discrepancias, el Pliego de Condiciones Técnicas tendrá prevalencia sobre cualquier otro documento técnico, garantizando así la coherencia y uniformidad en la aplicación de los criterios establecidos.

Los documentos técnicos se organizan en el siguiente orden de prevalencia en caso de discrepancias:

- Pliego Particular de Condiciones Técnicas, que establece los requisitos, criterios de calidad y directrices para la ejecución del proyecto.
- Memoria del Proyecto, es el documento en el que se describe de manera concisa el objeto y el alcance de los trabajos a realizar, constituyéndose como un documento descriptivo.
- Estudio geotécnico,
- Levantamiento topográfico,
- Planos, en los que se definen la implantación, los detalles constructivos y los materiales que conforman el proyecto.
- Mediciones, que contienen el detalle cuantitativo de los elementos de la obra.
- Plan de calidad.
- Estudio de Seguridad y Salud
- Estudio de contaminación de suelos
- Estudio de acabado de la Fachada integrada al entorno de la Rambla de Prim.
- Estudio de servicios afectados

Estos documentos tienen prioridad sobre el presupuesto del contratista.

La especificación abarca diversos trabajos en el parque y edificios auxiliares, incluyendo:

- Implantación en obra.
- Estructura metálica.
- Aparamenta.
- Embarrados.
- Sistema de puesta a tierra.
- Cables aislados.
- Cuadros y equipos eléctricos.
- Instalaciones y servicios auxiliares.
- Alcances unitarios.

2. ALCANCE DE LA METODOLOGÍA BIM

De acuerdo con lo descrito anteriormente y en cumplimiento de la Disposición 16784 del BOE, el desarrollo del proyecto deberá implementarse mediante la metodología BIM, garantizando la coordinación, trazabilidad y eficiencia de la información a lo largo de todo el ciclo de vida del activo.

Los alcances abarcarán, entre otros aspectos:

- Modelado 3D: Generación de modelos paramétricos de todas las disciplinas (obra civil, eléctrica, fontanería, mecánica y estructural).
- Coordinación interdisciplinar: Mediante la detección de interferencias (clash detection).
- Extracción de documentación: Planos, mediciones y listados a partir del modelo de información BIM.
- Gestión del cronograma (4D): Vinculación con la planificación de obra.
- Estimaciones de costos (5D): Presupuestación basada en el modelo BIM.
- Gestión de operación y mantenimiento (6D): Preparación de modelos para la fase de explotación.

2.1 REQUISITOS DEL MODELO BIM

2.1.1 Niveles de desarrollo (LOD)

El modelo BIM deberá alcanzar los siguientes niveles de desarrollo conforme a la fase del proyecto:

Tabla 1. Niveles LOD.

Fase	Nivel de Detalle (LOD)	Descripción
Diseño básico	LOD 200	Geometría genérica, información paramétrica básica.
Proyecto ejecutivo	LOD 300	Modelado con precisión dimensional y especificaciones técnicas.
Construcción	LOD 400	Incorporación de información de montaje y ejecución.
Operación	LOD 500	Información para la gestión de mantenimiento y operación.

2.1.2 Disciplina y contenidos mínimos del modelo

El modelo BIM deberá incluir como mínimo las siguientes disciplinas:

1. **Arquitectura:**

- Muros, cubiertas y envolventes.
- Acabados e impermeabilizaciones.
- Carpinterías.

2. **Obra civil:**

- Cimentaciones menores y aisladas.
- Cerramientos, postes, arquetas y drenajes.
- Caminos de acceso y zonas exteriores.

3. **Estructuras:**

- Modelado de cimentaciones y estructuras metálicas o de hormigón armado.
- Datos de cálculo y detalles de conexiones estructurales.

4. **Instalaciones eléctricas:**

- Equipos de alta y media tensión.
- Embarrados y cableado.
- Sistemas de puesta a tierra.

5. **Instalaciones mecánicas y fontanería:**

- Sistemas de ventilación, refrigeración y HVAC.
- Tuberías y soportes.

6. **Sistemas auxiliares:**

- Protección contra incendios.
- Iluminación.
- Seguridad y control.

2.2 ENTREGA DE MODELOS Y FORMATOS

El adjudicatario deberá entregar los modelos de información BIM en los siguientes formatos:

- Formato IFC para garantizar la interoperabilidad.
- Formatos nativos de software utilizado (Revit, Civil 3D, etc.).
- Documentación extraída del modelo en formato DWG/PDF.
- Plan de Ejecución BIM (PEB) actualizado.
- Informes de detección de interferencias.

2.3 GESTIÓN Y COORDINACIÓN BIM

El contratista deberá designar un BIM Manager, responsable de coordinar el modelo BIM entre las diferentes disciplinas y asegurar el cumplimiento del BEP. Se realizarán reuniones de coordinación periódicas con el equipo técnico del promotor.

2.4 SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD BIM

El control de calidad del modelo BIM se llevará a cabo en las siguientes etapas:

1. Revisión periódica del modelo, con verificación de interferencias.
2. Comparación con la planificación de obra (4D) para validar hitos.
3. Revisión de volúmenes y cantidades (5D) con el presupuesto del proyecto.
4. Entrega de documentación as-built basada en el modelo actualizado.

2.5 FORMACIÓN Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO

El contratista deberá proporcionar capacitación al personal del promotor para el uso del modelo BIM, con sesiones específicas sobre:

- Navegación y consulta del modelo.
- Gestión documental asociada al BIM.
- Operación y mantenimiento basado en BIM.

3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

El documento establece el orden de aplicación de diversas normativas en la ejecución de obras, priorizando las normativas de Red Eléctrica (grupo REDEIA) y E-Distribución Redes Digitales (Especificaciones Técnicas, Procedimientos Técnicos y de Dirección), seguida de normativas europeas (EN, CENELEC, CEI, UNE) y otras normas internacionales (IEEE, ANSI, AISC, etc.).

Se detallan las normativas obligatorias en distintas áreas:

1. Movimiento de tierras y obra civil:

- PG-3 y ET050 para materiales en carreteras y puentes.
- Código Estructural (RD 470/2021) para edificaciones, acero y hormigón.
- Normativa de construcción sismorresistente (NCSR-02).
- Orden FOM/3460/2003 para secciones de firme.

2. Instalaciones eléctricas:

Tabla 2. Normativa para instalaciones eléctricas

NORMA	DESCRIPCIÓN
UNE-EN 50558	Transformadores de Media Tensión de 50 Hz
UNE-EN 62208	Envolventes vacías destinadas a los conjuntos de aparata de Baja Tensión. Requisitos generales
UNE-EN 62262	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (Código IK)
UNE-EN 60529	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)
UNE-EN ISO 1461	Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo
IEC 60228	Conductores de cables aislados
UNE-EN 60076-6	Transformadores de potencia. Parte 6: Reactancias
UNE-EN 60909-0	Cálculo corrientes cortocircuito en sistemas trifásicos
IEC 60076-7	Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers
Real Decreto 138	Reglamentos sobre Perturbaciones Radioeléctricas e Interferencias
ISO 9001	Sistema de Gestión de la Calidad

3. Normativa eléctrica:

- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- R.D. 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013 de 26 de Diciembre, del Sector Eléctrico.
- R.D. 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Normas relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Construcción y Protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Normas UNE que sean de aplicación.
- Normas CEI que sean de aplicación.

4. Drenaje:

- Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial.

5. Metodología BIM:

- Disposición 16784 del BOE.
- Norma ISO 19650 – Organización y digitalización de la información en la edificación y en obras de ingeniería civil.
- PAS 1192-2 – Gestión de la información en la fase de proyecto y construcción.
- UNE-EN ISO 16739 – Intercambio de datos a través del formato IFC.
- EIR– Requerimientos de información del promotor.
- PEB – Plan de ejecución BIM aprobado.
- R.D. 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

6. Otras normativas de aplicación:

- Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 y varios RD sobre seguridad y salud).
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RD 513/2017).
- Normas tecnológicas de la edificación (NTE).
- Instrucciones técnicas de fabricantes.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 6/2001, de 31 de mayo, de Ordenación Ambiental del Alumbrado, de la comunidad autónoma de Cataluña.
- R. D. 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones Técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- R. D. 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

- R.D. 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- R.D. 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas (excepto los Capítulos II, IV, V y el anexo I derogados por el R.D. 123/2017).
- R. D. 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.

En caso de discrepancias entre normas, se aplicará siempre el criterio más restrictivo.

4. ANTECEDENTES

Los antecedentes para la planificación y ejecución de la nueva subestación eléctrica 220/25 kV de la Verneda en Barcelona, necesaria para satisfacer la creciente demanda eléctrica en el ámbito de La Sagrera – Sant Andreu y el sector Prim de Sant Martí se detallan a continuación:

1. Necesidad de la subestación:

- La red actual no puede abastecer las necesidades de la estación ferroviaria ni de los nuevos desarrollos urbanos.

2. Ubicación y planificación:

- La subestación se ubicará en la Rambla Prim, adyacente a la subestación de Sant Martí.
- La planificación eléctrica nacional contempla la construcción de la subestación con 2 posiciones de transformador 220 kV.

3. Aparata a instalar en esta fase de proyecto:

- 2 transformadores de potencia 220/25 kV de 63 MVA (Instalación Indoor, refrigeración OFAF, bornas “plug-in” y neutro accesible).
- 2 celdas de medida 25 kV.
- 2 celdas de Acoplamiento de barras transversal 25 kV.
- 2 celdas de transformador 25 kV.
- 1 celda de transformador 25 kV (para conexión de la móvil).
- 2 celdas de remonte con interruptor 25 kV.
- 2 celdas de remonte sin interruptor 25 kV.
- 10 celdas de línea 25 kV (8 de distribución y 2 privadas).
- 2 celdas de SSAA 25 kV.
- 2 celdas de BBCC 25 kV.
- 2 TSA 25/0,4 kV (Con un conjunto 2L+P cada uno).
- 2 BBCC 25 kV.

4.1 EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La subestación estará ubicada en la Rambla de Prim, número 258, en el término municipal de Barcelona. Sus coordenadas UTM, en el sistema de referencia ETRS89 Huso 31, son X: 433.140 y Y: 4.586.467. Actualmente, el emplazamiento corresponde a la parcela catastral número 3267114DF3836E0001RP.



Figura 1. Ubicación de la nueva SE Verneda 220 / 25kV.

4.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La Subestación Eléctrica (SE) de la Verneda operará con dos niveles de tensión, 220 kV y 25 kV, y será de tipo interior en edificio para ambos niveles. El edificio estará compartido entre la empresa de transporte (REE) y la de distribución (E-Distribución). Contará con espacio para una subestación móvil, un parque de transformadores de 220/25 kV y sala de Celdas de 25 kV para la distribución de EDE. Además, incluirá salas de control, comunicaciones y otras dependencias.

El edificio tendrá las siguientes plantas:

1. Planta sótano (nivel -3,2m):

- Destinada al paso de conductores de 220 kV y 25 kV.
- Sótano sala de celdas 25 kV.

2. Planta acceso transformadores (nivel 0,0m):

- Albergará el parque de transformadores con raíles para facilitar su desplazamiento.
- Acceso a los patinillos de extracción del aire de los cubículos de los transformadores de potencia.

3. Planta de acceso sala celdas 25 kV TR3 (nivel 1,0m):

- Acceso a la sala de celdas de 25 kV asociados al TR3 (actualmente no contará con celdas ya dicha sala está pensada para futuras ampliaciones)

4. Planta acceso sala GIS 220 kV, sala control y sala de celdas 25 kV TR1 y TR2 (nivel 2,5m):

- Acceso a la sala de celdas de 220 kV (propiedad REE).
- Acceso a la sala de celdas de 25 kV asociados al TR1.
- Acceso a la sala de celdas de 25 kV asociados al TR2.
- Acceso a salas de control (REE).
- Acceso a salas de SSAA (REE).

5. Planta primera (nivel 7,5m):

- Acceso a las salas BBCC.
- Acceso a las salas de TSA.
- Acceso a la sala de SSAA.
- Acceso a la sala de Control.
- Acceso a la sala de Comunicaciones.
- Acceso a la sala de despacho.

6. Comunes a todos los niveles:

- Dispondrá de un montacargas con conexión a todas las plantas.
- Dispondrá de dos escaleras para evacuación de incendios y acceso a las diferentes plantas.

En resumen, la subestación se diseñará para una operación eficiente con espacios optimizados para equipos de alta y media tensión, garantizando accesibilidad y mantenimiento seguro.

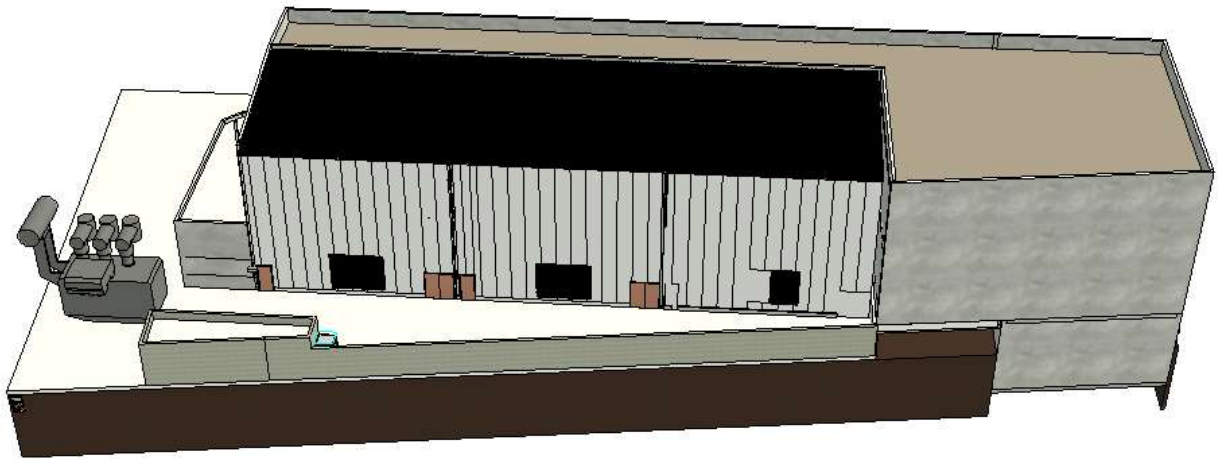


Figura 2. Imagen del modelo de información BIM del Anteproyecto de la SE Verneda 220 / 25kV.

5. ESPECIFICACIONES GENERALES

La subestación estará compuesta por dos edificaciones independientes.

1. Edificación principal: Diseñada para albergar los equipos electromecánicos y la distribución de cables, contará con tres niveles, distribuidos en dos plantas sobre rasante y una planta bajo rasante.
2. Edificación supletoria: Configurada en una planta sobre rasante, estará destinada a alojar los equipos de Protección Contra Incendios (PCI).

La subestación eléctrica de la Verneda cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas:

5.1 OBRA CIVIL Y MOVIMIENTOS DE TIERRA DE LA SE DE LA VERNEDA

5.1.1 DEMOLICIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS

La demolición y gestión de residuos se realizará en cumplimiento de la normativa vigente, asegurando la adecuada eliminación de desechos, la prevención de contaminación ambiental y el respeto a las normativas urbanísticas locales. A continuación, se detalla el estado anterior y el actual para realizar la demolición del pavimento existente.



Figura 3. Fotografía de la fachada sobre Rambla de Prim extraída de Google Maps en 2024. Esta edificación fue derribada por el Ayuntamiento.



Figura 4. Estado actual del emplazamiento.



Figura 5. Estado actual del emplazamiento.



Figura 6. Estado actual del emplazamiento.

A fecha de febrero de 2025, la ubicación prevista para la nueva subestación está ocupada por el pavimento de hormigón de antiguas naves, el cual deberá ser demolido junto con la cimentación de dicha edificación.

5.1.1.1 Plan de demolición y gestión de residuos:

El consultor deberá elaborar un plan de demolición y gestión de residuos para las soleras y cimientos, cumpliendo con el RD 105/2008, que regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.

Se requerirá un plan de gestión de residuos para la tramitación de permisos de la subestación, conforme a la Ley 22/2011, sobre residuos y su entrega a gestores autorizados.

Durante la fase de obras, se deberá cumplir con las disposiciones del RD 105/2008 respecto a la gestión de residuos de construcción y demolición.

5.1.1.2 Ejecución de la Demolición

Demolición de elementos de cimentación:

El Contratista será responsable de adoptar todas las medidas de seguridad necesarias y de cumplir con la normativa vigente durante las operaciones de demolición. Deberá evitar cualquier daño, molestia o perjuicio a las construcciones, bienes o personas en las inmediaciones de la obra, así como en su entorno, sin perjuicio de su obligación de acatar las instrucciones que eventualmente dicte la Propiedad.

Antes de iniciar los trabajos, se deberán neutralizar las acometidas de las instalaciones existentes en coordinación con las entidades administradoras o propietarias de las mismas, prestando especial atención a las conducciones eléctricas y de gas enterradas.

El uso de explosivos estará condicionado a la obtención del permiso correspondiente por parte de la autoridad competente en la zona de la obra, siendo el Contratista responsable de su tramitación y obtención.

La demolición de los cimientos deberá alcanzar una profundidad mínima de cincuenta (50) centímetros por debajo de la cota más baja del relleno o desmonte, salvo que el Proyecto o la Propiedad indiquen lo contrario. En caso de encontrar conducciones o servicios enterrados fuera de uso, deberán ser excavados y eliminados hasta una profundidad mínima de metro y medio (1,5 m) bajo el terreno natural o el nivel final de excavación, abarcando una banda de igual dimensión alrededor de la obra, salvo que el Proyecto o la Propiedad especifiquen lo contrario. Los extremos abiertos de dichas conducciones deberán ser debidamente sellados para evitar filtraciones o riesgos futuros.

El uso de máquina excavadora para la demolición será admisible únicamente en construcciones cuya altura sea inferior al alcance de la cuchara. En los casos donde el uso de explosivos no sea viable por razones ambientales, se deberán emplear técnicas alternativas, como la fracturación hidráulica o el uso de cemento expansivo.

Al final de cada jornada, no deberán quedar elementos estructurales en estado inestable o que representen un peligro.

Todos los pozos o zanjas generados por la demolición de cimentaciones u otros elementos bajo rasante serán rellenados y compactados hasta la cota de nivel de terreno existente (N.T.E.), aplicándose posteriormente una capa de grava similar a la existente. Si la demolición parcial de una cimentación es suficiente, se procederá únicamente a la demolición de la segunda fase del hormigón, el corte de los pernos existentes hasta la cota superior de la primera fase de cimentación, y la extensión de una capa de grava similar a la existente.

Gestión de los materiales de demolición:

El Pliego Particular de Condiciones, o en su defecto la Propiedad, establecerán el destino de los materiales resultantes de la demolición.

- Los materiales reutilizables se gestionarán según las instrucciones de la Propiedad.
- Los materiales no reutilizables serán transportados a un vertedero autorizado, cuya aceptación deberá ser previamente aprobada por la Propiedad.
- La obtención de las autorizaciones pertinentes para la disposición de residuos será responsabilidad del Contratista, quien deberá presentar a la Propiedad la documentación correspondiente de los contratos de gestión de residuos.
- Dentro de los límites de expropiación, no se permitirá realizar vertidos no contemplados en el Proyecto, salvo autorización expresa de la Propiedad.

Medición de los trabajos de demolición:

La medición de la demolición incluirá:

- La retirada de los materiales resultantes y su transporte a los destinos indicados (empleo, acopio o vertedero), según las instrucciones de la Propiedad.
- En caso de que no se haga referencia específica a una unidad de demolición, se considerará integrada dentro de las unidades de excavación, por lo que no se realizará una medición independiente de la misma.

5.1.2 ESTUDIOS DEL TERRENO PARA LA SE VERNEDA

Los estudios del terreno incluirán análisis geotécnicos y topográficos para garantizar la viabilidad y seguridad de la nueva subestación, cumpliendo con las normativas técnicas aplicables

5.1.2.1 Objetivos de los estudios:

- Garantizar la seguridad de la instalación tras la demolición del edificio existente.
- Determinar las condiciones del terreno y las posibles mejoras necesarias para la construcción de la nueva subestación.

5.1.2.2 Estudio geotécnico:

El informe geotécnico deberá incluir, como mínimo, los siguientes aspectos:

- Perfil litológico de la parcela: Descripción detallada de la composición del terreno en el área destinada a la construcción de la subestación.
- Nivel freático y agresividad del agua subálvea: Identificación de la presencia de nivel freático, en caso de existir, y determinación de la agresividad del agua subálvea. En función de estos resultados, se recomendará el tipo de cemento más adecuado para garantizar la durabilidad de las estructuras.
- Medios necesarios para el movimiento de tierras: Definición de los equipos y procedimientos más eficientes para la ejecución de las obras de excavación y movimiento de tierras, incluyendo el uso de maquinaria específica, explosivos u otros métodos necesarios para optimizar los rendimientos.
- Análisis químicos del suelo: Evaluación cuantitativa de la presencia de elementos agresivos para el hormigón, como sulfatos y carbonatos, con el fin de seleccionar el tipo de cemento más adecuado para la obra.
- Ensayos de presiones de hinchamiento: Realización de pruebas para determinar la capacidad expansiva del suelo y su influencia en la estabilidad de la subestación.
- Clasificación del material para rellenos: Análisis del material proveniente de zonas de desmonte, evaluando su idoneidad para la formación de rellenos según las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes y los requisitos de coronación de R.E. Se determinarán además los coeficientes de esponjamiento y de paso de los suelos próximos a la superficie.
- Estabilidad del talud: Establecimiento de la inclinación segura del terreno tanto en desmontes como en terraplenes, garantizando la seguridad estructural.
- Tensiones admisibles del terreno: Determinación de las tensiones admisibles en las distintas capas de interés geotécnico, así como en los rellenos compactados con material procedente de desmonte o préstamo, de acuerdo con los valores establecidos en el propio informe.

Este informe garantizará la correcta planificación y ejecución de las cimentaciones, optimizando el uso de los materiales y asegurando la estabilidad de la subestación a largo plazo.

Se analizará la tipología del terreno y su adecuación para la construcción de la subestación.

Se llevarán a cabo sondeos, ensayos y análisis conforme a la norma SFH001, la cual regula el procedimiento para estudios geotécnicos y de resistividad en subestaciones de alta tensión.

El informe identificará la presencia de nivel freático y evaluará la agresividad del agua subálvea, determinando su impacto sobre el hormigón y recomendando el tipo de cemento más adecuado.

A partir de los resultados obtenidos en el estudio geotécnico “*Estudi 1035-25 GEOMAR BCN_Rambla Prim*”, se definirá el tipo de cimentación idóneo, así como la necesidad de realizar mejoras en el terreno o de aumentar las dimensiones de las cimentaciones.

5.1.2.3 Estudio topográfico:

Se llevará a cabo para planificar la explanación y el acondicionamiento del terreno a un único nivel, asegurando la correcta implantación de la subestación.

5.1.3 ESPECIFICACIONES DE LA EDIFICACIÓN DE LA SE DE LA VERNEDA

La edificación se diseñará cumpliendo con las normativas urbanísticas y operativas, garantizando la seguridad, funcionalidad y confort de los espacios interiores, con sistemas de protección, climatización y alumbrado adecuados a los requerimientos de la subestación.

5.1.3.1 Diseño y adaptación:

- El edificio se diseñará de acuerdo con la superficie disponible y las instalaciones que lo componen.
- Cumplirá con la Normativa Urbanística del Plan General Metropolitano de Barcelona, garantizando un acabado exterior acorde con el entorno.

5.1.3.2 Estructura y cimentación:

- **Construcción:** Los edificios se construirán in situ hasta el nivel bajo rasante y el primer forjado sobre rasante, mientras que las plantas superiores serán de tipo prefabricado, utilizando un sistema estructural basado en pilares y vigas. En su conjunto, los edificios tendrán una forma de prisma rectangular que albergará las distintas dependencias del proyecto.
- **Cimentación:** La cimentación del edificio se ejecutará mediante una losa de hormigón armado, construida in situ, que proporcionará la estabilidad estructural requerida.
- **Los elementos modulares prefabricados de hormigón** armado serán fabricados con los huecos y cajeados necesarios para la instalación de puertas, ventanas, rejillas y extractores, garantizando una integración eficiente de los sistemas constructivos.
- **Forjados interiores. Sala de Celdas GIS:** Los forjados interiores de las celdas GIS se ejecutarán mediante losas continuas de hormigón armado “in situ”. El canto y los

refuerzos serán determinados en la memoria de cálculo y la documentación gráfica de estructuras.

- **Forjado de Cubiertas:** Los forjados de las plantas de cubierta se ejecutarán mediante sistemas enteramente prefabricados, que consisten en placas alveolares y vigas prefabricadas. El canto y la cuantía de refuerzos serán los determinados en la memoria de cálculo y la documentación gráfica de estructuras.

5.1.3.3 Seguridad física:

- Todas las puertas contarán con sistemas de retención para evitar cierres accidentales.

5.1.3.4 Sistemas de climatización:

- Instalación de un sistema de climatización por bomba de calor o similar.
- Control mediante termostatos ubicados en la zona de control, garantizando condiciones de temperatura uniformes.

5.1.3.5 Sistemas de protección:

- **Detección de incendios:** Sistema de alarmas con pulsadores manuales en puntos estratégicos.
- **Extinción de incendios:** Extintores móviles distribuidos en el edificio.
- **Sistema antiintrusión:** Alarma de seguridad para evitar accesos no autorizados.
- Central de alarmas y señalización:
 - Capacidad para gestionar alarmas de incendios y seguridad.
 - Señalización local y comunicación con el sistema de control de la subestación.

5.1.3.6 Alumbrado:

- **Alumbrado normal:** Conducciones semiestancas equipadas con tecnología LED.
- Distribución:
 - Empotrado en falso techo en la zona de control.
 - Instalación uniforme para evitar sombras y garantizar niveles adecuados de luminosidad para la operación y el mantenimiento.

5.1.4 ESPECIFICACIONES DE LA EDIFICACIÓN POR CAPÍTULOS

5.1.4.1 Cimentaciones

La cimentación de las edificaciones se diseñará de acuerdo con las características del terreno, adoptando la solución más adecuada para garantizar la estabilidad estructural tanto de la propia subestación como de las edificaciones colindantes, optimizando los recursos destinados a su construcción.

Para todos los elementos estructurales se utilizará una base de hormigón de limpieza (HL-150/C/TM) de al menos 10 cm de espesor, con el fin de evitar la desecación y contaminación del hormigón estructural durante el vertido y las primeras horas de fraguado, conforme a lo especificado en el RD 470/2021, Anejo 10.

Se recomienda la ejecución de cimentaciones mediante losas de hormigón armado fabricadas in situ. El dimensionado de la losa y las posibles mejoras del terreno se determinarán a partir de los resultados obtenidos en el estudio geotécnico.

5.1.4.2 Muros de contención

Los muros de sótano se consistirán en muros de hormigón armado “in situ” que arrancarán desde la losa de cimentación y se extenderán por encima de la cota de rasante al menos 30 cm.

El dimensionado de estos muros se realizará en función de los resultados del estudio geotécnico y de los cálculos estructurales.

5.1.4.3 Estructura sobre rasante

La estructura de las plantas alzadas se ejecutará mediante elementos prefabricados de hormigón armado o pretensado, según convenga, y los forjados se ejecutarán mediante losas continuas de hormigón armado “in situ”, salvo el forjado de cubierta, que se ejecutará con placas alveolares.

5.1.4.4 Muros de Fachadas

Las fachadas del edificio se diseñarán con acabados acordes al entorno de la Rambla de Prim y las indicaciones del representante de BSAV y el Ayuntamiento de Barcelona.

Los elementos constructivos utilizados deberán contar con marcado CE y cumplir con los requisitos de impermeabilidad, transmitancia térmica, aislamiento acústico, reacción y resistencia al fuego establecidos en el CTE y el RSCIEI para la zona climática C2.

Todas las fachadas deberán garantizar una resistencia al fuego mínima de REI 120.

5.1.4.5 Muros de Fachadas principales

Se consideran fachadas principales aquellas que no forman parte de los espacios destinados a los transformadores y al edificio PCI.

Estas fachadas se construirán con elementos prefabricados de hormigón autoportantes, apoyados sobre los muros estructurales perimetrales de la planta bajo rasante.

Uniones:

- Las uniones entre los paneles verticales se realizarán mediante angulares galvanizados y tornillos.
- Las conexiones entre paneles verticales, de cubierta y solera, se efectuarán con chapas ancladas al hormigón mediante soldadura a tope.
- Todos los sistemas de unión estarán conectados a la armadura de los elementos estructurales, formando parte del sistema de puesta a tierra y jaula de Faraday.
- Los elementos metálicos quedarán embebidos en el hormigón para cumplir con los requisitos de durabilidad, evitando su exposición.

Juntas:

- El sellado de juntas garantizará la estanqueidad total del edificio.
- Se emplearán productos sellantes como polímero MS curado a temperatura ambiente (tipo Juntachem o similar) para el exterior y selladores monocomponentes de bajo módulo (tipo Sikaflex-11 FC PLUS o similar) para el interior.

5.1.4.6 Muros de Fachadas secundarias

Corresponden a los espacios dedicados a los transformadores y al edificio PCI.

Estas fachadas se construirán con paneles sándwich fonoabsorbentes, de espesor adecuado para cumplir con la normativa vigente en cuanto a protección pasiva contra incendios y absorción acústica. Serán de color claro para minimizar el riesgo de deterioro del núcleo de espuma o de la fijación adhesiva entre componentes.

La fijación se realizará mecánicamente a una estructura metálica complementaria, aún por definir.

5.1.4.7 Muros de Particiones interiores

Se construirán con bloques de hormigón con una resistencia al fuego mínima de REI 120.

5.1.4.8 Muros cortafuegos

Serán de bloque de hormigón garantizando una resistencia mínima al fuego de REI 120.

5.1.4.9 Cubierta de Edificio principal

El edificio dispondrá de dos tipos de cubierta:

- **Cubierta inclinada** para los espacios destinados a los transformadores.
- **Cubierta plana** para el resto del edificio.

Los elementos que componen las cubiertas deberán contar con marcado CE y cumplir con los requisitos de impermeabilidad, transmitancia térmica, aislamiento acústico, reacción y resistencia al fuego, según el CTE y el RSCIEI para la zona climática C2.

5.1.4.10 Cubierta inclinada

La cubierta inclinada será del tipo autoprotegido y se conformará mediante paneles prefabricados de hormigón armado tipo sándwich, con espesor variable y pendiente hacia las fachadas laterales.

La cubierta estará compuesta por:

1. **Soporte resistente (SR):** Forjado de placa alveolar de hormigón pretensado.
2. **Barrera de vapor (B):** Lámina de barrera contra la humedad.
3. **Aislamiento térmico (AT):** Poliestireno expandido.
4. **Impermeabilización (I):** Capa bituminosa de protección conforme a la norma UNE 53.410.

Este documento establece las directrices para la construcción de la subestación, asegurando el cumplimiento de normativas estructurales y urbanísticas, garantizando la seguridad, funcionalidad y durabilidad de la edificación.

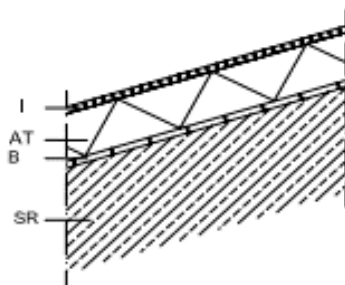


Figura 7. Cubierta inclinada, sin cámara, convencional, autoprotegida. Fuente CTE CEC.

5.1.4.11 Cubierta plana

El forjado de la Cubierta Plana, sus elementos constituyentes y el proceso constructivo deberán cumplir con lo establecido en el Código Estructural de 2021.

Para minimizar posibles patologías asociadas a filtraciones y/o humedad, derivadas de desgarros o deterioros de la capa de impermeabilización, se adoptará una solución de cubierta plana no transitable invertida.

La cubierta estará compuesta, de cota inferior a cota superior, por los siguientes elementos constructivos:

1. Soporte resistente (SR): Forjado de placa alveolar de hormigón pretensado.
2. Formación de pendientes (FP): Mortero para garantizar la evacuación de aguas pluviales.
3. Membrana de separación (Cs): Capa de protección para evitar adherencias entre capas.
4. Membrana impermeable (I): Barrera de impermeabilización principal.
5. Membrana separadora (Cs): Segunda capa de protección entre capas.
6. Aislamiento térmico (AT): Placa rígida para mejorar el aislamiento térmico de la cubierta.
7. Capa separadora anti-punzonamiento (Csa): Protección adicional contra cargas puntuales.
8. Finalización en grava (P): Capa superior que proporciona protección y estabilidad.

La disposición de estos elementos se representa en la Figura 8, asegurando un sistema constructivo eficaz y duradero.

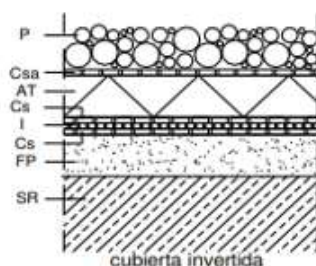


Figura 8 Cubierta plana, no transitable, sin cámara, invertida y con capa de protección de grava. Fuente CTE CEC.

5.1.4.12 Acabados Interiores

5.1.4.12.1 Pavimentos

El pavimento será de baldosa de terrazo.

Ejecución

Para la instalación de las baldosas de terrazo, el mortero de agarre se extenderá sobre la superficie de la capa de nivelación, formando un lecho denso que soporte el peso de las baldosas sin fluir a través de las juntas. Una vez colocadas las baldosas, se rellenarán las juntas con una pasta de igual color y calidad que la baldosa.

Después del secado de la pasta, y transcurridos al menos ocho (8) días, se procederá al pulido y abrillantado del pavimento mediante maquinaria especializada, logrando una superficie lisa y brillante.

El solado deberá garantizar una superficie plana y horizontal con perfecta alineación de juntas. Se prohibirá el tránsito sobre el pavimento durante un período mínimo de cuatro (4) días tras su ejecución. En caso de requerir acceso, se deberán instalar tableros de paso para proteger el pavimento.

5.1.4.12.2 Suelo Técnico

Las salas de Comunicaciones, Servicios Auxiliares y Control contarán con un suelo técnico de baldosas de 600 x 600 x 30 mm, tipo Heavy Duty o equivalente. La solera bajo el suelo técnico tendrá un acabado fratasado fino, y el sistema de fijación será atornillado a la solera, cumpliendo con la normativa vigente EN 12825.

- Características técnicas del suelo técnico:

Tabla 3. Características Técnicas del Suelo Técnico

Característica	Especificación
Panel	
Reacción al fuego	Bfl-S1
Resistencia al fuego	REI 30 minutos
Dimensiones	600 x 600 mm
Espesor	≥ 30 mm
Concavidad y convexidad	0.05 mm
Ortogonalidad	0.06%
Peso del panel	10.0 ±1 kg/unidad
Resistencia físico-mecánica	
Cargas uniformemente repartidas (con travesaños)	1800 daN/m ²
Cargas uniformemente repartidas (sin travesaños)	1500 daN/m ²
Cargas concentradas (con travesaños) lateral	350 daN/m ²
Cargas concentradas (con travesaños) central	400 daN/m ²
Cargas concentradas (sin travesaños) lateral	200 daN/m ²
Cargas concentradas (sin travesaños) central	325 daN/m ²
Impacto con cuerpo duro (huella)	0.1 - 0.3 mm
Factor de seguridad	3

Tabla 4. Características Técnicas de los pedestales del Suelo Técnico

Pedestales	
Resistencia a compresión sobre columna sin deformaciones	3.000 kg
Carga de rotura de hilos de rosca	12.000 kg
Factor de seguridad	3

5.1.4.13 Carpinterías

Todas las carpinterías serán conectadas a la red de puesta a tierra, garantizando la seguridad y continuidad eléctrica. Todas las puertas estarán equipadas con un sistema de retención para evitar cierres accidentales.

5.1.4.14 Carpintería Interior

Las puertas, ventanas y perfiles interiores se fabricarán conforme a las dimensiones y acabados especificados en los planos del proyecto.

5.1.4.15 Carpintería Exterior

Las puertas y ventanas exteriores se fabricarán conforme a las dimensiones y acabados indicados en los planos. Todas las carpinterías metálicas estarán conectadas a la red de puesta a tierra, cumpliendo con las especificaciones de Endesa Distribución y Red Eléctrica.

Ejecución

- Los cercos de las puertas se fijarán a precercos metálicos anclados a los paneles estructurales.
- Los largueros de las puertas de paso incluirán quicios con entrega de cinco (5) centímetros para su anclaje en el pavimento.
- Los precercos se entregarán montados desde fábrica, con uniones ensambladas y orificios preparados para el atornillado en obra de las patillas de anclaje. La separación entre anclajes no excederá de **50 cm**, con un máximo de **20 cm** desde los extremos de los largueros.
- Los precercos serán de acero protegido contra la oxidación.

- Las hojas y cercos de las puertas se ajustarán con las entalladuras necesarias para la instalación de los herrajes.
- La nivelación y aplomado de la hoja se realizarán mediante cuñas de ajuste.
- El cerco se fijará al precerco con tornillos, utilizando cuñas de madera o tablero contrachapado para un ajuste preciso.
- Los tapajuntas se instalarán con juntas de cabeza perdida, debidamente selladas y emplastecidas. Los encuentros se realizarán a inglete para asegurar un acabado estético y funcional.

Las puertas de entrada a la subestación desde la calle será una puerta corredera, que al realizar la apertura se queda por fuera de la fachada, pero estará en el interior de la parcela sin invadir la acera.

5.1.5 DEPÓSITO DE HORMIGÓN ARMADO PARA RECOGIDA DE ACEITE

Para evitar la contaminación del terreno ante un posible vertido accidental de aceite de los transformadores, se implementará un sistema de recogida independiente de la red de drenaje del parque. Este sistema estará compuesto por un depósito estanco, conectado a las bancadas de los transformadores mediante tuberías de son tubos PVC serie C caliente, y arquetas de recogida estratégicamente ubicadas para facilitar el mantenimiento y control del sistema.

El **depósito de recogida de aceite**, vinculado a las bancadas de los transformadores, estará compuesto por muretes de hormigón armado, apoyados sobre una losa de hormigón armado del mismo material. La parte superior del depósito estará constituida por un forjado unidireccional, conformado por viguetas de hormigón pretensado y bovedilla de hormigón, proporcionando la resistencia estructural adecuada. Este depósito de recogida de aceite se instalará enfrentado a las bancadas de los transformadores de potencia, ubicado entre las viales de rodadura que permiten trasladar dichos transformadores por la subestación, para más detalle de la ubicación consultar los planos.

La capacidad del depósito se dimensionará para contener el volumen total de aceite dieléctrico del transformador de mayor capacidad de la instalación, considerando un margen adicional del 30%, destinado a la acumulación de agua proveniente del sistema de protección contra incendios y de las precipitaciones pluviales.

Para garantizar la durabilidad y estanqueidad del depósito, las superficies interior y exterior vista serán impermeabilizadas mediante tres manos de pintura epoxi tipo MasterSeal M 338 o equivalente, sin necesidad de imprimación. Las zonas exteriores enterradas serán protegidas con doble capa de pintura epoxi-bitumen tipo MasterSeal M 452 o similar, aplicada sobre una imprimación realizada con el mismo producto diluido.

Todas las armaduras del depósito de recogida de aceite estarán soldadas en obra, garantizando la continuidad eléctrica y mecánica, con un acabado mediante radial para eliminar rebabas de soldadura. Además, se establecerá una conexión a la red de tierras inferior del parque, asegurando una correcta protección eléctrica del sistema.

5.1.6 RECORRIDOS EXTERIORES DE CABLES

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia, se instalarán zanjas enterradas bajo el vial, reforzadas según el tipo de zanja para circuitos de media tensión hasta 30kV representado en la figura 1.

Las zanjas se colocarán en paralelo para realizar el recorrido de cables.

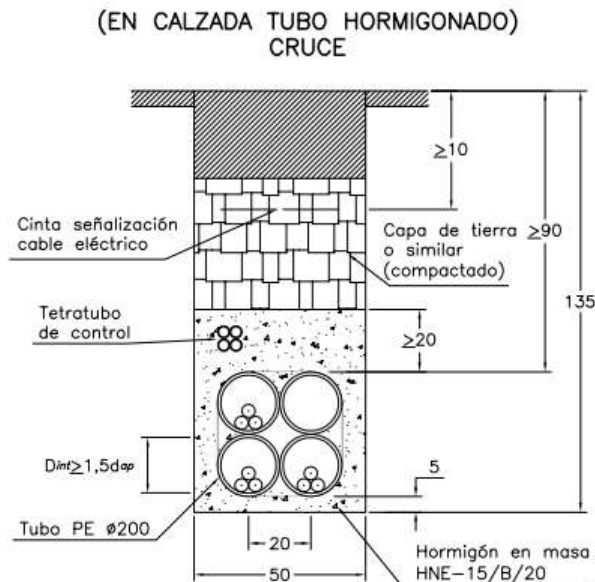


Figura 9. Zanja reforzada. Sección transversal

5.2 DRENAJES

5.2.1 Recolección

La red de drenaje tiene como objeto evitar la acumulación de aguas en los parques, tanto en intemperie como en el interior de los edificios.

5.2.1.1 Zonas exteriores

No aplica ya que toda el área exterior del proyecto será pavimentada.

5.2.1.2 Edificios

Los edificios introducirán al sistema el agua dirigiendo su exceso en las cubiertas de los edificios mediante su recogida en canalones e introducción mediante bajantes de sección a dimensionar según CTE que desembocarán en arquetas a pie de bajante.

5.2.2 Evacuación

Se colocarán arquetas de registro en los puntos de confluencia de las distintas zanjas y pozos de registro, de ser necesarios, donde viertan sus aguas.

El sistema de recogida y evacuación de aguas funcionará por gravedad y su drenaje se realizará mediante conexión con la red general de alcantarillado.

5.3 SOPORTES METÁLICOS

Los anclajes y soportes para los equipos se ejecutarán mediante estructuras metálicas formadas por perfiles angulares de acero S275JR (s/CTE-SE-A) exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo con la norma EN/ISO 1461, siendo su peso en zinc de 5 grs. por dm^2 de superficie galvanizada.

Los soportes de aparatos están diseñados para admitir:

- Peso propio
- Cargas estáticas transmitidas por los aparatos
- Cargas dinámicas transmitidas por el aparrallaje de maniobra
- Acción de un viento de 120 Km/h. de velocidad actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

En general todos los elementos sometidos a las acciones anteriormente citadas estarán dimensionados para no sobrepasar los 2.600 Kg/cm^2 .

5.3.1 Especificaciones de los elementos de la estructura metálica

1. Material de los elementos estructurales:

Todos los elementos de acero estructural deberán cumplir con la calidad S355-JR, y estarán protegidos mediante un proceso de galvanizado en caliente, de acuerdo con la norma ISO 1461, para garantizar su durabilidad y resistencia a la corrosión.

2. Tornillería:

- La tornillería será de acero galvanizado en caliente, con calidad 5.6, a excepción de los tornillos de alta resistencia, que serán de calidad 10.9.

- No se permitirá el almacenamiento de tornillería en acero en negro, ni su galvanización posterior junto con la estructura metálica.

- Durante el montaje, los tornillos deberán ser instalados respetando los pares de apriete recomendados por el fabricante, o en su defecto, según lo indicado en los procedimientos de Endesa.

- En zonas con elevado nivel de corrosión ambiental, se podrán requerir materiales específicos para las estructuras, adaptados a las condiciones del entorno para garantizar su durabilidad.

3. Montaje de estructuras:

- Todas las conexiones de acero que se realicen en obra deberán ser atornilladas, no se permitirá la soldadura en obra, debiendo ser todas las piezas soldadas previamente en taller.

4. Normativas aplicables a los elementos de fijación:

- Los pernos de cabeza hexagonal, deberán cumplir con la norma UNE-EN ISO 4017.

- Las tuercas hexagonales, deberán cumplir con la norma UNE-EN ISO 4032.

- Las arandelas, deberán cumplir con la norma UNE-EN ISO 7089.

- La soldadura, deberá realizarse conforme a la norma ISO 9606-1, asegurando su correcta ejecución y calidad.

- Todos los pernos, tuercas y arandelas deberán ser galvanizados de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 10684, garantizando la protección frente a la corrosión.

Este conjunto de especificaciones garantiza la correcta ejecución del montaje estructural, cumpliendo con los estándares de calidad y seguridad exigidos para la obra.

6. CONSIDERACIONES EN EL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

Este apartado describe las distintas partes que conforman el alcance del suministro y los trabajos de montaje que deben ser valorados.

6.1 CONDICIONES GENERALES

El suministro de materiales por cuenta del CONTRATISTA, se registrá:

- “Condiciones generales de contratación de equipos y materiales”.

Tabla 5. Características generales

Característica	220 kV	25 kV
Sistema de corriente	Alterna trifásica	Alterna trifásica
Frecuencia (Hz)	50	50
Tensión nominal de la red (Un) [kV]	220	25
Tensión más elevada del material (Um) [kV]	245	36
Tensión soportada frecuencia ind. [kV]	460	70
Tensión soportada rayo [kV]	1.050	170
Potencia nominal (MVA)	63	-
Sistema de puesta a tierra	Rígido a tierra	Resistencia + reactancia
Intensidad máxima de defecto trifásico (kA)	40	25
Duración de intensidad de defecto trifásico (s)	1	1

Tabla 6. Características de Servicios Auxiliares

Servicio Auxiliar	Tensión
Motores de accionamiento de interruptores	125V c.c. (+10% -15%)
Motores de accionamiento de seccionadores	400/230 V c.a. (±10%)
Motores trifásicos de refrigeración transformadores	400/230 V c.a. (±10%)
Sistema de control local	125V c.c. (+10% -15%)
Equipo de mando de transformadores	230 V c.a. (±15%)
Equipo de protección, control y telecontrol	125V c.c. (+10% -20%)
Sistema de telecomunicaciones	48V c.c. (+10% -20%)
Resistencia de caldeo	230 V c.a. (±15%)

6.2 INSTALACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE LA SE VERNEDA

La instalación de distribución de la SE Verneda contará con una infraestructura optimizada para la gestión y distribución eficiente de la energía, con espacios dedicados a equipos de potencia, protección y control, asegurando la operatividad y mantenimiento de la subestación.

A continuación, se detallan las características generales:

Tabla 7. Características generales de la Instalación de Distribución

Elemento	Descripción
Sótano (nivel -3,2m)	Planta sótano, destina al paso de conductores y sótanos para las salas de celdas.
Acceso Transformadores (nivel -0,0m)	Sala con bancadas de transformadores de potencia, que se encuentra a la cota de los railes de acceso de los transformadores, en los viales de la SE.
Acceso sala celdas 25 kV TR3 (nivel 1,0m):	Sala de acceso a la sala de celdas de 25 kV asociados al TR3 (actualmente vacía con espacio para futuras ampliaciones)
Acceso sala GIS 220 kV, sala control y sala de celdas 25 kV TR1 y TR2 (nivel 2,5m)	Acceso a la sala de celdas de 220 kV (propiedad REE). Acceso a la sala de celdas de 25 kV asociados al TR1. Acceso a la sala de celdas de 25 kV asociados al TR2. Acceso a salas de control (REE). Acceso a salas de SSAA (REE).
Planta primera (nivel 7,5m)	Acceso a las salas BBCC. Acceso a las salas de TSA. Acceso a la sala de SSAA. Acceso a la sala de Control. Acceso a la sala de Comunicaciones. Acceso a la sala de despacho.
Comunes a todos los niveles	Montacargas con conexión a todas las plantas. Dos escaleras para evacuación de incendios y acceso a las diferentes plantas.

Tabla 8. Componentes de la instalación de distribución

Elemento	Cantidad	Especificaciones
Transformadores de potencia	2	220/25kV, 63 MVA, conexión YNd11. Instalación Indoor, refrigeración OFAF, bornas "plug-in" y neutro accesible.
Posiciones de MT (36 kV)	10	Salida de línea – 630 A, 25 kA.
	2	Transformador – 2.000 A, 25 kA.
	1	Transformador (conexión móvil) – 2.000 A, 25 kA.
	2	Remonte con interruptor – 2.000 A, 25 kA.
	2	Remonte sin interruptor – 2.000 A, 25 kA.
	2	Acople transversal – 2.000 A, 25 kA.
	2	Medida de barras – 25 kA.
	2	BBCC – 630 A, 25 kA.
Batería de condensadores	2	25 kV, 6 MVar.
TSA	2	25/0,4 kV, 250 kVA.
Resistencia de p.a.t.	2	25 kV
Reactancia de p.a.t.	2	25 kV
Autoválvulas 220 kV	6	245 kV, 10 kA
Autoválvulas 25 kV	6	36 kV, 10 kA
Conjunto de celdas de distribución Secundaria (2L+P)	2	630 A, 20 kA

Tabla 9. Material de control y protección

Elemento	Descripción
Sistema de telecontrol	Suministro de sistema integrado para la subestación.
Protecciones de AT y MT	Equipos de protección y telecontrol para posiciones de alta y media tensión.
Protecciones de transformadores	Equipos de protección y telecontrol específicos para los transformadores.

Tabla 10. Cables y accesorios

Elemento	Descripción
Cable aislado 25 kV	Metraje según necesidades del proyecto.
Terminales exteriores 25 kV	Unidades según requerimientos.

Tabla 11. Otros equipos

Elemento	Descripción
Equipos de comunicación	Para el intercambio de órdenes, señales, alarmas y medidas con el centro de control.

6.3 APARAMENTA

6.3.1 Definición y alcance

Criterios Generales para el Montaje de Equipos

Montaje de Aparellaje

El montaje de aparellaje incluirá la ejecución de taladros y el suministro de tornillería necesarios para la fijación de las placas de identificación.

Transformadores de Medida

El montaje de un transformador de intensidad o tensión (capacitivo o inductivo) comprenderá:

- Transporte, izado, nivelación y sujeción, asegurando su correcta disposición.
- Todas las operaciones necesarias para su puesta en servicio.
- Suministro de tornillería y accesorios para el montaje de cables, como conductos, grapas y abrazaderas.
- Modificación de conexiones en la caja de bornas para adecuarlas a la relación de transformación requerida.
- Provisión de todos los medios auxiliares y trabajos complementarios necesarios.

Pararrayos Autoválvula

El montaje de un pararrayos autoválvula incluirá:

- Transporte, izado, nivelación y montaje de aisladores, anillo y contador de descargas.
- Suministro de tornillería y accesorios para el montaje de cables, tales como conductos, grapas y abrazaderas.

- Ejecución de todos los trabajos complementarios y provisión de los medios auxiliares necesarios.
- Se instalarán pararrayos autoválvulas enchufables en las salidas pfisterer de 220 kV del Transformador de potencia.
- Se instalarán pararrayos autoválvulas enchufables en las salidas pfisterer de 25 kV del Transformador de potencia.

Aisladores Soporte

El montaje de un aislador soporte comprenderá:

- Transporte, izado, alineación, nivelación y sujeción.
- Limpieza del aislador, asegurando su correcto estado antes de la puesta en servicio.
- Provisión de tornillería necesaria para su fijación al soporte.
- En caso de aisladores compuestos por múltiples cuerpos, el contratista deberá suministrar los tornillos de unión correspondientes.
- Todos los trabajos auxiliares necesarios para su correcta instalación.

Cajas de Centralización y/o Distribución

El suministro y montaje de un armario de intemperie incluirá:

- Instalación sobre bancada o estructura.
- Cableado y conexionado interno entre aparatos.
- Provisión de prensaestopas, racores, tornillería, arandelas, tuercas y ejecución de taladros necesarios para su correcta fijación y funcionamiento.

Reactancias y Resistencias de Pat

El montaje de las reactancias será habitualmente realizado por el fabricante, e incluirá:

- Traslado, descarga, colocación de ruedas y arrastre hasta la posición definitiva.
- Transporte e instalación de accesorios como radiadores, depósito de expansión, aceite y bornas.
- Montaje de equipos de protección y control, así como su conexionado hasta las regletas de salida.
- Filtrado y tratamiento del aceite mediante vacío hasta alcanzar la rigidez dieléctrica requerida.
- Suministro de todos los medios auxiliares, como bombas y depósitos para el tratamiento de aceite, garantizando una jornada continua sin interrupciones.

Alcance del contratista:

En casos excepcionales, el contratista asumirá el montaje completo bajo la supervisión del fabricante. Además, serán de su responsabilidad:

- Definir la ubicación exacta de la reactancia en la bancada.
- Conexión del neutro y su puesta a tierra, incluyendo la colocación de pletinas de conexión.
- Conexión de la cuba de la reactancia a la red de tierras.
- Suministro y montaje de tubos para cables de control desde el armario de centralización.
- Conexión de las bornas de AT hasta la posición de la aparamenta.
- Suministro y colocación del cartel identificador.

Transformadores de Potencia

El montaje de los transformadores de potencia será realizado, por norma general, por el fabricante e incluirá:

- Traslado, descarga, colocación de ruedas y traslado hasta su ubicación final.
- Transporte e instalación de accesorios como radiadores, depósito de expansión, bornas y aceite dieléctrico.
- Montaje de equipos de protección, control y mando, con conexionado hasta las regletas de salida.
- Filtrado y tratamiento del aceite mediante vacío para alcanzar la rigidez dieléctrica necesaria.
- Suministro de los medios auxiliares necesarios para el montaje.
- Para el transporte de los transformadores a la subestación se ha recibido un informe con un estudio particular realizado por un gruista, el cual deberá ser respetado.

Alcance del contratista:

En casos excepcionales, el contratista se hará cargo del montaje completo bajo la supervisión del fabricante. Además, deberá realizar las siguientes tareas:

- Indicación precisa de la ubicación del transformador dentro de la bancada.
- Conexión del terciario y su puesta a tierra, incluyendo la estructura de soporte, aisladores y elementos de fijación.
- Conexión del neutro a la red de tierras, suministrando y montando todos los elementos necesarios.

- Conexión de la cuba del transformador a la red de tierras mediante los accesorios requeridos.
- Instalación de tubos para cables de control desde el armario de centralización.
- Conexión desde las bornas de alta tensión hasta la aparamenta.
- Suministro y montaje del cartel identificador.

Este documento detalla el alcance de los trabajos de montaje, asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad, seguridad y funcionalidad requeridos en la instalación de la subestación.

6.3.2 Materiales

En términos generales, la aparamenta será suministrada por ENDESA.

La tornillería utilizada para la fijación de la aparamenta deberá ser de acero inoxidable de calidad A2-70, garantizando su resistencia a la corrosión y durabilidad.

El resto de la tornillería, destinada a cajas, accesorios de montaje y demás componentes, deberá ser de acero galvanizado en caliente, calidad 5.6, asegurando su protección frente a la oxidación.

El CONTRATISTA será responsable del suministro y montaje de todos los materiales especificados. En caso de optar por el uso de materiales equivalentes de otros fabricantes, deberá contar con la aprobación previa de la Propiedad, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en el proyecto.

6.3.3 Medición

El montaje de la aparamenta se medirá por unidad completamente instalada, garantizando su correcta fijación y operatividad.

La contabilización de la aparamenta se realizará de forma unipolar, asegurando un control preciso de los componentes instalados.

El montaje de los transformadores de medida incluirá la parte proporcional correspondiente a la instalación de la caja de centralización de circuitos de tensión o intensidad, asegurando la correcta integración de todos los elementos necesarios para su funcionamiento.

6.4 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

Los nuevos transformadores de potencia a instalar en la nueva SE Verneda deberán cumplir con la norma GST002 de E-Distribución.

Los 2 transformadores a instalar se proyectarán con las siguientes características:

Tabla 12. Características asignadas para transformadores de potencia

Características asignadas TR1 y TR2 220/25 kV 63 MVA (OFAF).	
Tensiones en vacío AT	220 kV
Tensiones en vacío MT	25 kV
Potencia	63 MVA
Grupo de conexión	YNd11
Instalación	Indoor
Clase de refrigeración	OFAF
Bornas AT	PLUG-IN
Bornas MT	PLUG-IN
Neutro AT	Accesible

Se muestran imágenes de como tienen que ser las salidas de 220 kV y 25 kV tipo Plug-in de los nuevos transformadores de potencia.

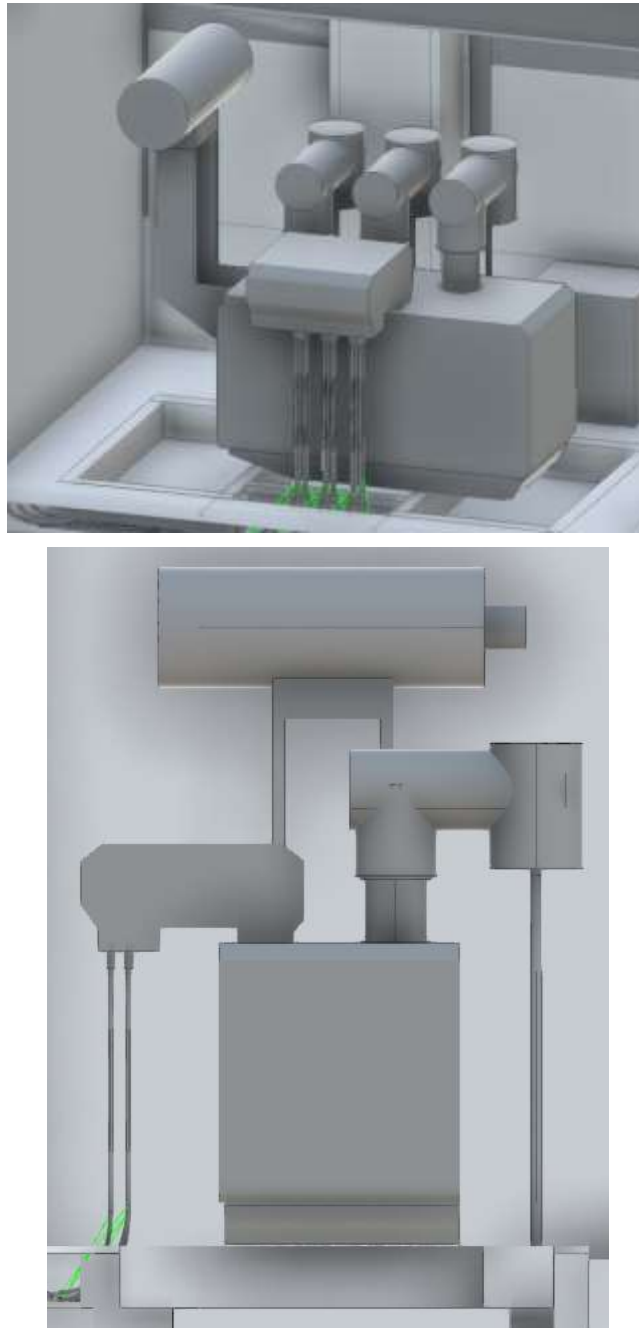


Figura 10. Vista de las conexiones PLUG-IN 220kV y 25kV de los transformadores de potencia.

El neutro de 220 kV deberá ser accesible para conectarse a tierra mediante una autoválvula 220kV de neutro. La puesta a tierra del 25 kV será mediante reactancia más resistencia de puesta a tierra.

La refrigeración del transformador de potencia será OFAF (Aceite Forzado Aire Forzado) y se llevará las salidas de los conductos mediante calderería diseñada específicamente para este proyecto a unos cubículos (denominados chimeneas de ventilación) diseñados para permitir la evacuación del aire caliente al exterior de la sala y el acceso de aire frío desde el exterior hasta los transformadores de potencia.

6.5 EMBARRADOS (MONTAJE DE RESISTENCIA Y REACTANCIA)

6.5.1 Definición y alcance

El montaje de las piezas de conexión, independientemente de su tipo o tamaño, para uniones de tubo-tubo, tubo-borna, cable-cable, cable-borna, tubo-cable, separadores, puntos fijos o tapones, incluirá las siguientes actividades:

- Transporte de los materiales al lugar de instalación.
- Limpieza y engrasado de superficies de contacto.
- Conexionado, apriete y reapriete utilizando llave dinamométrica, asegurando el cumplimiento de los pares de apriete especificados por el fabricante.
- Ejecución de todas las operaciones necesarias para garantizar una instalación correcta y segura.

6.5.2 Montaje de embarrados rígidos

El montaje de tubos de aluminio o cobre para barras incluirá:

- Descarga utilizando medios adecuados.
- Corte y preparación de extremos, asegurando la correcta adaptación a los puntos de conexión.
- Ejecución de contraflechas, puntos fijos y taladros de drenaje.
- Verificación de temperaturas, izado y demás operaciones necesarias para una correcta ejecución del montaje.

6.5.3 Alcance del trabajo:

El montaje incluirá la provisión de todos los medios auxiliares, tales como:

- Máquinas de soldar apropiadas.
- Materiales de aportación.
- Grúas para izado.

- Herramientas específicas para la ejecución de contraflechas.
- Trabajos complementarios necesarios para la correcta instalación.

6.5.4 Proceso de curvado de tubos

Las curvaturas de los tubos se realizarán mediante máquinas y procedimientos apropiados, los cuales deberán contar con la aprobación de ENDESA.

El proceso de curvado se dividirá en las siguientes fases:

1. Manipulación:

- Se utilizarán los medios de elevación necesarios para garantizar la manipulación segura de los tubos, tanto para la integridad del material como para la seguridad del personal.

2. Curvado:

- Se emplearán curvadoras equipadas con roldanas de PA-6, evitando la deformación o marcado del tubo.
- Se utilizarán curvadoras de rodillos o hidráulicas según el diámetro del tubo y el tipo de curva requerida.

3. Comprobación:

- Cada curvatura será sometida a una verificación individual mediante plantillas y medición de cotas.
- La validación se realizará siguiendo las pautas de autocontrol, aplicando las tolerancias admisibles establecidas.

6.5.5 Empalmes por soldadura

En general, no se admitirán empalmes por soldadura, salvo en aquellos casos en los que las particularidades de la obra lo requieran. Si se autoriza la ejecución de empalmes por soldadura, se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La zona interior de los tubos, en contacto con el casquillo de refuerzo, deberá estar completamente limpia.
- Las soldaduras se realizarán conforme al método aprobado por ENDESA, e incluirán:
 - Realización de tres radiografías por soldadura, para garantizar la calidad de la unión.
 - Provisión de máquina de soldar, materiales de aportación, casquillos y preparación de bordes.

6.5.6 Control de calidad:

Todos los empalmes serán sometidos a revisión por ENDESA, quien podrá exigir la repetición de aquellos que no cumplan con las condiciones mecánicas establecidas.

6.5.7 Materiales

El CONTRATISTA será responsable del suministro y montaje de todos los materiales especificados en el proyecto.

Las piezas de conexión deberán incluir la tornillería necesaria para su correcta fijación a los equipos correspondientes, garantizando su ajuste y funcionalidad óptima.

6.5.8 Medición

La medición de los distintos elementos se realizará según los siguientes criterios:

- Tramos de barras: Se contabilizarán por unidad de conjunto trifásico, asegurando la correcta instalación de cada sección completa.
- Conexión entre equipos: Se medirá por unidad, considerando cada conexión como el conjunto completo de montaje, que incluye el tramo de cable o tubo, así como todas las piezas de conexión necesarias (aparamenta en los extremos, tapones, separadores, entre otros).
- Piezas de conexión y cadenas: Se medirán de forma individual, contabilizando cada unidad instalada.
- Tubos y cables: Se medirán por metro lineal, considerando la longitud real instalada en la obra.

6.6 CELDAS DE 25 KV

Las celdas a instalar serán de tipo blindado con envolvente metálica, con aislamiento en gas SF₆, de ejecución prefabricada y diseñadas para su instalación en interiores.

La configuración eléctrica será de doble barra, proporcionando flexibilidad y redundancia operativa.

Las diferentes salas de los embarrados de 25 kV se han diseñado con celdas de la marca MESA y modelo CBGS-1. Cualquier cambio de fabricante y modelo para las celdas de 25 kV conllevará la reconfiguración y diseño de las salas de dichas celdas 25kV.

El conjunto de celdas estará compuesto por dos embarrados de doble barra (denominados B301-302 y B303-304), con la previsión de un tercer embarrado de reserva para futuras ampliaciones (denominado B305-306). Para más detalles sobre la disposición y características específicas, se deberá consultar la documentación gráfica adjunta en los planos del proyecto.

Se ha proyectado la instalación de celdas MESA CGB1 con aislamiento SF₆, si bien dicha tecnología de aislamiento con SF₆ quedará fuera de suministro a partir del año 2030 (para tensiones de 24 kV a 52 kV) por normativa y actualmente no se dispone de documentación técnica ni de diseño de las nuevas celdas SF₆ FREE por parte de los fabricantes, por lo que el diseño del edificio queda condicionado a este aspecto si la ejecución/compra de material se realiza con posterioridad a 2030.

6.7 BATERÍAS DE CONDENSADORES

Se deberán instalar dos baterías de condensadores 25 kV, con la previsión de una tercera unidad futura. Cada batería estará asociada a un conjunto de celdas correspondiente a cada transformador de potencia.

Las baterías estarán conformadas por una cabina compacta de envolvente metálica, diseñada para su instalación en interiores, garantizando su protección y correcta operatividad en condiciones seguras.

El dimensionamiento de las salas correspondientes se ha diseñado con un modelo específico de la marca "SIEYUAN". Cualquier cambio de modelo podrá suponer una reconfiguración de las dimensiones de dichas salas.

6.8 CABLES AISLADOS

6.8.1 Definición y alcance

Tendido de Cable:

El tendido de cable incluirá todas las operaciones necesarias para su correcta instalación y aseguramiento, abarcando las siguientes actividades:

- Transporte del cable hasta la zona de instalación.
- Tendido a través de las distintas canalizaciones, tales como zanjas, tubos, canaletas, etc.
- Desmontaje, mecanizado y montaje de chapas inferiores en cuadros para permitir el paso de cables.
- Peinado y etiquetado, con identificación cada 50 metros y en los extremos del cable.
- Paso por tubos y arquetas, asegurando su correcta disposición.
- Sujeción del cablea bancadas y estructuras.
- Corte del cable y protección provisional de sus extremos.
- Medición del cable tendido, garantizando la precisión de la instalación.

El alcance incluirá todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución del tendido, tales como rodillos, dinamómetros, entre otros, así como los trabajos complementarios asociados. Además, se considerará el suministro de:

- Etiquetas de identificación.
- Abrazaderas para sujeción.
- Cuerda de nylon para fijación e identificación.

Conexión de Punta de Cable:

Se entenderá por punta de cable cada extremo del mismo. El proceso de conexión incluirá:

- Corte, preparación y etiquetado definitivo del cable conforme a las especificaciones del documento de mediciones.
- Colocación de manguitos termorretráctiles e identificadores, asegurando la adecuada protección del extremo.
- Pelado y limpieza de los conductores, garantizando superficies de contacto óptimas.
- Colocación de manguitos de identificación en cada conductor, con rotulación mediante tinta indeleble, siguiendo los esquemas de interconexión.
- Engastado y apriete de terminales, asegurando la conexión mecánica y eléctrica adecuada.
- Puesta a tierra de la pantalla del cable, para su correcta protección.
- Timbrado y comprobación del cableado, a realizarse una vez conectados todos los circuitos.

Para instalaciones en cajas, mandos, cuadros, etc., ubicados en intemperie, el etiquetado de las mangueras se realizará utilizando cinta de estampación metálica resistente a la corrosión, asegurando su durabilidad frente a condiciones ambientales adversas.

Materiales Incluidos en el Alcance:

El suministro abarcará los siguientes elementos esenciales para el tendido y conexión de los cables:

- Terminales de presión preaislados.
- Etiquetas de identificación.
- Manguitos termorretráctiles e identificadores.
- Abrazaderas de nylon.

- Tinta indeleble para rotulación.
- Cable para la puesta a tierra (p.a.t.) de pantallas.

Adicionalmente, se incluye la cumplimentación de la planilla de timbrado correspondiente, garantizando la trazabilidad y conformidad del proceso.

El tendido de cable incluirá todas las operaciones necesarias para su correcta instalación y aseguramiento, abarcando las siguientes actividades:

- Transporte del cable hasta la zona de instalación.
- Tendido a través de las distintas canalizaciones, tales como zanjas, tubos, canaletas, etc.
- Desmontaje, mecanizado y montaje de chapas inferiores en cuadros para permitir el paso de cables.
- Peinado y etiquetado, con identificación cada 50 metros y en los extremos del cable.
- Paso por tubos y arquetas, asegurando su correcta disposición.
- Sujeción del cablea bancadas y estructuras.
- Corte del cable y protección provisional de sus extremos.
- Medición del cable tendido, garantizando la precisión de la instalación.

El alcance incluirá todos los medios auxiliares necesarios para la correcta ejecución del tendido, tales como rodillos, dinamómetros, entre otros, así como los trabajos complementarios asociados. Además, se considerará el suministro de:

- Etiquetas de identificación.
- Abrazaderas para sujeción.
- Cuerda de nylon para fijación e identificación.

Conexión de Punta de Cable

Se entenderá por punta de cable cada extremo del mismo. El proceso de conexión incluirá:

- Corte, preparación y etiquetado definitivo del cable conforme a las especificaciones del documento de mediciones.

- Colocación de manguitos termorretráctiles e identificadores, asegurando la adecuada protección del extremo.
- Pelado y limpieza de los conductores, garantizando superficies de contacto óptimas.
- Colocación de manguitos de identificación en cada conductor, con rotulación mediante tinta indeleble, siguiendo los esquemas de interconexión.
- Engastado y apriete de terminales, asegurando la conexión mecánica y eléctrica adecuada.
- Puesta a tierra de la pantalla del cable, para su correcta protección.
- Timbrado y comprobación del cableado, a realizarse una vez conectados todos los circuitos.

Para instalaciones en cajas, mandos, cuadros, etc., ubicados en intemperie, el etiquetado de las mangueras se realizará utilizando cinta de estampación metálica resistente a la corrosión, asegurando su durabilidad frente a condiciones ambientales adversas.

Materiales Incluidos en el Alcance

El suministro abarcará los siguientes elementos esenciales para el tendido y conexionado de los cables:

- Terminales de presión preaislados.
- Etiquetas de identificación.
- Manguitos termorretráctiles e identificadores.
- Abrazaderas de nylon.
- Tinta indeleble para rotulación.
- Cable para la puesta a tierra (p.a.t.) de pantallas.

Adicionalmente, se incluye la cumplimentación de la planilla de timbrado correspondiente, garantizando la trazabilidad y conformidad del proceso.

6.8.2 Medición

La medición de los cables se realizará en función de los metros lineales de cable efectivamente tendidos.

El conexionado de cada punta de cable se contabilizará por unidad, considerando cada extremo de cable correctamente conectado.

6.9 CUADROS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

6.9.1 Definición y Alcance

Este apartado detalla la valoración del montaje de bastidores, armarios, cuadros y demás equipos eléctricos en el edificio de la subestación, según lo indicado en el documento de Mediciones.

El montaje de un bastidor o cuadro incluirá:

La fabricación, en taller o en obra, de la bancada o soporte mediante perfiles metálicos, así como su correcta fijación.

Una vez instalados los bastidores, el falso suelo y el tablero estratificado de madera deberán ser colocados en los huecos libres de las salas correspondientes del edificio.

El falso suelo será suministrado y montado por el CONTRATISTA de obra civil.

El CONTRATISTA de montaje será responsable de cortar, alinear y ajustar las losas del suelo técnico según la ubicación definitiva de los equipos.

Puesta a tierra del bastidor, garantizando su conexión con la red de tierras del edificio o caseta.

Los cuadros y armarios indicados llegarán a obra completamente equipados y conexiónados hasta las regletas, debiendo el contratista realizar su manipulación utilizando los medios auxiliares adecuados.

Para los equipos cargadores de baterías, el alcance incluye el montaje de los mismos, así como la formación de vasos de la batería.

En los cuadros de C.A. y C.C. transportados en secciones separadas, el contratista deberá realizar su ensamblaje mecánico y eléctrico, incluyendo los embarrados principales y los circuitos de control de todas las secciones que conforman cada cuadro.

6.9.2 Materiales

Los bastidores, cuadros y armarios deberán ser fabricados según las Especificaciones de Endesa vigentes y conforme a los Planos de control de la instalación.

Las bancadas para el apoyo de cuadros y armarios se realizarán:

Utilizando los perfiles especificados en los planos del proyecto.

En caso de fabricación en obra, deberán emplearse perfiles normalizados de alma llena galvanizados.

El falso suelo a instalar, cuando se indique, será de tipo Heavy Duty o equivalente, con las siguientes características:

Dimensiones: 600 x 600 x 30 mm.

Resistencia al fuego: REI 30 minutos.

Fabricado por proveedores aprobados por Endesa.

6.9.3 Medición

El montaje de cada bastidor, cuadro o armario se medirá por unidad, tal como se especifica en el documento de Mediciones.

6.10 INSTALACIONES AUXILIARES

6.10.1 Definición y alcance

Este apartado abarca el montaje de las instalaciones auxiliares del edificio, incluyendo los sistemas de alumbrado, fuerza, climatización, telefonía y tierra de acompañamiento, así como la instalación y conexionado eléctrico de los elementos del automatismo de apertura y cierre de la puerta de acceso a la subestación.

El alcance incluye:

- Suministro y montaje de todos los equipos necesarios, tales como luminarias, tomas de corriente, equipos de climatización y ventilación.
- Transporte y manipulación de los equipos hasta su ubicación definitiva.
- Instalación de bornas, terminales, canaletas, cajas de derivación y cableado interno, así como el conexionado eléctrico.
- Colocación de racores o conos para la entrada de tubos y cualquier otra operación necesaria para garantizar la puesta en funcionamiento de los equipos.
- En las bandejas de cables, el contratista deberá incluir el suministro y montaje de piezas de protección.
- Suministro de tornillería y tacos de fijación necesarios para la instalación.

Para las instalaciones de alumbrado y fuerza de intemperie, el alcance incluye:

- Montaje de proyectores, báculos de alumbrado para viales, tomas de fuerza y alumbrado de emergencia, asegurando su correcto funcionamiento en el parque exterior.

En caso de ser necesarias, se considerarán:

- Soldaduras y taladros adicionales en los elementos estructurales.
- Revisión y repaso del tratamiento antioxidante, mediante galvanizado en frío o metalizado, según el tratamiento original de la estructura.
- Uso de cuñas suplementarias para ajustar los asientos, y cualquier otro trabajo necesario para garantizar un montaje adecuado.

6.10.2 Materiales

- Los materiales a emplear para las instalaciones auxiliares del edificio serán los indicados en los planos del proyecto.
- El CONTRATISTA podrá proponer equipos equivalentes de otros fabricantes, siempre que cuente con la aprobación previa de la Propiedad.
- Los materiales para las instalaciones de alumbrado y fuerza de intemperie también estarán especificados en los planos, y cualquier sustitución deberá contar con la aprobación de la Propiedad.

6.10.3 Medición

La medición de las instalaciones auxiliares se realizará según los siguientes criterios:

- Cada instalación auxiliar (alumbrado, fuerza, climatización, telefonía y tierra de acompañamiento) se contabilizará por unidad completa, considerando cada edificio, soporte, etc.
- Los sistemas de vigilancia perimetral se medirán por unidad completa, abarcando todos los elementos necesarios para la subestación.
- El conexionado de los elementos del sistema de apertura y cierre de la puerta de acceso se medirá como una unidad completa, incluyendo todo el pequeño material necesario para su correcta ejecución.

6.10.4 Necesidad de placas solares

La normativa de referencia, tanto CTE como normativas locales de Barcelona, indica que al tratarse de un edificio de uso Industrial no es necesario la instalación obligatoria de placas solares.

6.11 VENTILACIÓN

La ventilación deberá cumplir con los requisitos establecidos en el Código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico HS 3. Se priorizará el uso de ventilación natural, complementada con sistemas híbridos o mecánicos cuando sea necesario para garantizar las condiciones requeridas.

En términos generales, y salvo en espacios específicos que contengan elementos especiales, los locales se considerarán trasteros a efectos de ventilación.

Para garantizar condiciones óptimas de temperatura y aireación, se implementarán los siguientes sistemas de climatización y ventilación:

- Dependencias con presencia de personal (como el despacho y la sala de comunicaciones): Se instalarán unidades de aire acondicionado para garantizar confort térmico.

- Salas de celdas: Se dispondrá de un sistema de ventilación forzada y un equipo de climatización controlado mediante termostato.

Además, el sistema de detección de incendios estará integrado con la climatización y ventilación. En caso de activarse una alarma por incendio, los sistemas de aireación y refrigeración en la sala afectada se detendrán automáticamente. Se incorporará un mecanismo de rearme manual para su reactivación una vez controlada la situación.

6.12 ILUMINACIÓN, ALUMBRADO Y FUERZA

6.12.1 Circuitos de Alimentación

Los circuitos de alimentación del alumbrado y pequeña fuerza se integrarán en el cuadro de distribución de los Servicios Auxiliares de corriente alterna de la instalación.

6.12.2 Tipos de Alumbrado

Las subestaciones estarán dotadas de los siguientes sistemas de alumbrado:

1. Alumbrado General

- Alumbrado Interior:

Este sistema se instalará en todas las dependencias de la subestación, tales como:

- Sala de cuadros de control.
- Sala de celdas de media tensión (25 kV).
- Bajo rasante de cables.

Los niveles de iluminación serán:

- 500 lux en las salas de control y comunicaciones.
- 300 lux en la sala de servicios auxiliares.

- Alumbrado Exterior:

Este sistema iluminará el parque exterior, los accesos y el perímetro de la subestación.

- Se utilizarán proyectores orientables de tecnología LED, montados a una altura aproximada de 2,5 m según los planos.

- La potencia de los proyectores oscilará entre 110 y 165 W, garantizando un nivel de iluminación de 50 lux en todas las zonas del parque exterior.

- El alumbrado de viales se realizará con luminarias LED de 38 W, logrando un nivel de iluminación de 5 lux. Las luminarias de las puertas de acceso tendrán las mismas características.

2. Alumbrado de Emergencia

- Este sistema se activará automáticamente ante una interrupción del suministro de la red general, siempre que haya personal presente en la instalación.

- Se instalará exclusivamente en el interior del edificio, proporcionando:

- 1 lux en los recorridos de evacuación al nivel del suelo.

- 5 lux en espacios donde estén ubicados cuadros eléctricos o equipos centrales.

- El sistema tendrá arranque instantáneo y una autonomía mínima de una hora.

6.12.3 Materiales y Normativa

- Los niveles de iluminación, tipos de alumbrado y distribución de luminarias se ajustarán a los criterios establecidos en el documento SFI001: "Criterios de diseño del alumbrado y pequeña fuerza en subestaciones AT/MT".

- Se cumplirá con la normativa del RD 1890/2008, "Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior", y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07, así como con la legislación autonómica en materia de contaminación lumínica y protección del ambiente nocturno.

6.12.4 Instalación de Alumbrado Exterior

- Viales:

- Se instalarán columnas de acero con luminarias LED, incluyendo:
 - Equipos auxiliares, proyectores, placas aislantes, regletas de bornas y cortacircuitos con fusibles calibrados.
 - Transporte, carga, descarga, izado, nivelación y montaje, incluyendo los pernos de expansión, tornillería, plantillas, arandelas y tuercas necesarias para su anclaje.

- Parque Exterior:

- Proyectores LED con equipos auxiliares, herrajes o soportes metálicos montados y nivelados sobre sus fundaciones.
- Transporte, manipulación, bornas, cortacircuitos fusibles, terminales de conexión, prensaestopas y tornillería necesaria para el montaje.

- Tomas de Corriente:

- Se instalarán cajas combinadas con bases bipolares y tripolares, cortacircuitos seccionables, racores y demás elementos necesarios.

6.12.5 Sistemas de Control y Seguridad

- El sistema de emergencia será telemandado desde el edificio de control.
- Se instalará una fotocélula en cada subestación para el encendido automático del alumbrado exterior.

6.12.6 Alumbrado Interior del Edificio

- Se instalarán conducciones semiestancas con equipos fluorescentes de alto factor, distribuidos de forma uniforme para evitar sombras o zonas de baja luminosidad.
- En áreas específicas se reforzará el alumbrado general con iluminación localizada.
- Los circuitos estarán protegidos por interruptores magnetotérmicos y diferenciales en el cuadro de Servicios Auxiliares.

6.12.7 Sistema de Emergencia y Señalización

El sistema de alumbrado de emergencia tendrá las siguientes características:

- Equipos autónomos, con potencia y rendimiento reglamentarios.
- Cumplirán funciones de señalización de salidas y puntos de evacuación.

6.13 ANTIINTRUSISMO

6.13.1 Objetivo

El objetivo principal del sistema antiintrusismo es detectar, discriminar y notificar la presencia de personas no autorizadas dentro de las instalaciones, transmitiendo esta información a un centro de control remoto.

El diseño del sistema dependerá de:

- Ubicación de la subestación: Rural o urbana.
- Tipo de instalación a proteger: Exterior, mixta o interior.

En todas las nuevas instalaciones, se implementará un sistema antiintrusismo cuyo diseño, alcance y tecnología serán determinados según la importancia y ubicación de la subestación, en coordinación con EDE. Para ello, se considerarán:

- Características constructivas de los recintos.
- Riesgos específicos, como el robo de cable de cobre.

6.13.2 Componentes del Sistema Antiintrusismo

1. Sistemas de detección perimetral en exteriores:
 - Barreras de infrarrojos.
 - Barreras de microondas.
 - Detectores volumétricos de exterior.
2. Sistemas de detección de intrusión/presencia en interiores:
 - Contactos magnéticos en puertas de acceso a recintos cerrados.
 - Detectores de presencia en el interior de los edificios.
3. Sistema de centralización de alarmas:
 - Permite coordinar las señales de los dispositivos de detección.
4. Sistema de videovigilancia:
 - Cámaras domo.
 - Equipos de videograbación.
 - Sistemas de transmisión y recepción de vídeo mediante fibra óptica.
5. Armario de centralización:
 - Diseñado para alojar todos los equipos del sistema, incluyendo:
 - Videograbador.
 - Central de alarmas.
 - Subrack del sistema de transmisión por fibra óptica.
 - Repartidor óptico, regleteros de bornas y fuentes de alimentación.

El diseño y desarrollo del sistema se basarán en el procedimiento SMS001, adaptando las medidas a las características específicas de cada subestación.

6.13.3 Criterios de Acceso a la Subestación

1. Perímetro exterior:

- Vallado completo y homogéneo, con puerta automatizada.
- El acceso para personas y vehículos tendrá un nivel de resistencia equiparable al del cerramiento perimetral.

2. Puertas de acceso:

- Deberán ser puertas de seguridad con alta resistencia frente a herramientas como sierras, martillos, hachas, formones y taladros portátiles.
- Se instalarán contactos magnéticos en todas las puertas de entrada y salida, tanto del perímetro exterior como del edificio.

3. Control de accesos:

- Sistemas de llaves maestras para garantizar que el acceso a todas las salas se realice mediante un único sistema.
- Se instalará un sistema de control que permita el acceso únicamente a personas autorizadas.

6.14 SISTEMA CONTRA INCENDIOS

6.14.1 Objetivo General

Todas las salas estarán equipadas con un sistema de detección y extinción de incendios, diseñado para identificar de forma automática posibles conatos, sin intervención de personal, y señalar mediante alarmas ópticas y acústicas las zonas afectadas. La información se transmitirá a una central de alarmas, con la máxima precisión para identificar la zona eléctrica afectada.

En caso de detección de, se activará automáticamente el paro de los sistemas de aireación y refrigeración de la sala afectada incendio, con la posibilidad de rearme manual posterior.

El diseño y selección de medidas contra incendios se regirá por las normas de referencia: NFI001, NFI002, NFI003, NFI004 y NFI005.

6.14.2 Detección

- Se instalarán sistemas de detección de incendios en todas las salas interiores de las subestaciones, empleando detectores de diversos tipos:
 - Ópticos/térmicos de doble tecnología.
 - Detectores de humo por rayos infrarrojos.
 - Detectores precoces por aspiración.
 - Termovelocimétricos.
- Los detectores estarán conectados a una central automática de detección y alarma, ubicada cerca de la entrada del edificio.
- Se completará con:
 - Pilotos indicadores.
 - Sirenas de alarma (interiores y exteriores).
 - Pulsadores manuales ubicados estratégicamente, con una distancia máxima de 50 m entre ellos, asegurando que ningún punto quede a más de 25 m de un pulsador.
- En caso de emergencia, se proyectará un sistema de alumbrado de emergencia autónomo, con baterías que aseguren una autonomía mínima de 1 hora.

6.14.3 Protección Pasiva

Los sistemas de protección pasiva están diseñados para reducir el riesgo de incendio o mitigar sus efectos mediante elementos constructivos.

1. Compartimentación Contra Incendios:
 - Todas las salas estarán compartimentadas con tabiques, techo y suelo con una resistencia al fuego de RF-120.
 - Las celdas de MT se sectorizarán utilizando cerramientos de RF-120 y carpinterías de RF-90.
2. Muros Cortafuegos:
 - Se instalarán entre transformadores, salvo que la distancia cumpla con lo establecido en la norma IEC 61936-1.

- Altura estándar: 1 metro superior al depósito de aceite del transformador, con resistencia EI-120.
- Si no es viable esta altura, se seguirán las normas NFPA 850 y UNE 207003, con un mínimo de 30 cm sobre el transformador montado.

3. Tratamientos:

- Pasos de cables tratados con pintura intumescente.
- Sellado de huecos para limitar la propagación del fuego.

6.14.4 Protección Activa

6.14.4.1 Transformadores de potencia

Se instalarán sistemas de extinción automática con agentes específicos dependiendo del tipo y ubicación del transformador.

El sistema contraincendios de los transformadores de potencia estará basado en agua nebulizada, incluyendo los siguientes equipos:

- Grupos de bombeo GPU
- Módulos de cilindros de gas (aire o nitrógeno)
- Depósitos de agua
- Válvulas y electroválvulas
- Boquillas nebulizadoras
- Tuberías soldadas

El sistema contraincendios del transformador estará ubicado en la caseta contraincendios ubicada en el vial en frente de los transformadores de potencia, desde donde se conducirán las tuberías desde dicha caseta hasta el sistema específico nebulizado dentro de las salas de los transformadores de potencia.

6.14.4.2 Resto de la Subestación

- Extintores móviles:
 - CO₂ de 3.5 kg: Instalados en la sala de control.
 - CO₂ de 5 kg: Ubicados en la sala de MT, con una proporción de 1 por cada 15 m de recorrido desde los puntos de evacuación.

- Polvo polivalente de 25 kg: Situado cerca de los transformadores de potencia.

6.14.5 Normativas y Consideraciones Adicionales

- El diseño de los sistemas contra incendios se ajustará a las normativas locales y municipales aplicables.
- No se instalarán sistemas que utilicen gases fluorados incluidos en el Anexo I del Reglamento UE 517/2014.
- En instalaciones de interior, se evaluará el impacto del fallo de transformadores de potencia y se considerará:
 - La proximidad a zonas transitadas.
 - La evacuación de sistemas de ventilación y la proyección de productos de combustión hacia el exterior.

Tabla 13. Características generales de Protección, Control y Medida

Elemento	Descripción
Sistema de control	- Unidad central de subestación para centralizar órdenes y señales de las unidades de control local. - Sala de control dimensionada para alojar paneles de control, protección y comunicaciones de los parques AT y MT. - Diseño según documento SRZ001 de E-distribución y normativa de REE.
Protección del transformador	- Protección principal y secundaria con relés de protección diferencial. - Protección de sobreintensidad de fase y neutro. - Protección de mínima tensión. - Relés de disparo y bloqueo. - Vigilancia de circuitos de disparo y fallo interruptor.
Protección en el secundario del transformador	- Protección de sobreintensidad de fase y neutro. - Equipos de fallo interruptor. - Protección de sobretensión del neutro. - Vigilancia de circuitos de disparo.
Protección de barras	- Protección diferencial de barras instalada en un armario de baja tensión en la sala de control.
Protección de líneas 25 kV	- Protección de sobreintensidad de fases y neutro. - Protección de máxima intensidad direccional. - Equipos de reenganche automático. - Protección contra falla de interruptor. - Vigilancia de circuitos de disparo. - Protección de máxima y mínima frecuencia.
Protección de servicios auxiliares (25 kV)	- Protección térmica mediante fusible acoplado a un interruptor-seccionador.
Protección de reactancia de puesta a tierra	- Protección instantánea y temporizada de sobreintensidad. - Instalación en armario de baja tensión.
Protección de la línea 220 kV	- Protección diferencial de línea. - Protección de distancia. - Protección direccional de sobreintensidad en el neutro. - Reenganche automático. - Relés de mínima tensión y sincronismo. - Vigilancia de circuitos de disparo.
Sistema de medida	- Convertidores, amperímetros y voltímetros para la determinación de tensiones e intensidades. - Contadores de energía activa y reactiva con dispositivos de comprobación.
Protocolo de comunicaciones	- Todos los equipos de protección, control y medida operarán con el protocolo IEC 61850.
Objetivo del sistema	- Detección rápida y eficaz de situaciones anómalas. - Aislamiento inmediato de zonas afectadas del resto del sistema.

6.15 SERVICIOS AUXILIARES

6.15.1 Suministro de Energía

Para el suministro de energía en baja tensión destinada a los sistemas de maniobra y control, se emplearán dos transformadores de servicios auxiliares (SSAA) de 250 kVA cada uno, que estarán conectados a un conjunto de celdas 2L+P (dos celdas de línea y una de protección). A partir de este conjunto se tomará la energía necesaria para alimentar los servicios auxiliares.

Las fuentes de alimentación proporcionarán energía a un Cuadro Principal de Corriente Alterna, que estará compuesto por dos barras conectadas mediante un interruptor de acoplamiento. La conmutación entre las fuentes principales se realizará de manera automática a través de un autómatas programable instalado en el cuadro principal.

6.15.2 Cuadros de Corriente Alterna (c.a.)

- Los cuadros de servicios auxiliares de corriente alterna (c.a.) recibirán energía de los transformadores de SSAA.
- Estos cuadros suministrarán energía a:
 - Rectificadores de corriente continua.
 - Equipos de control de la subestación.
 - Circuitos de fuerza y alumbrado.
- Se instalarán cuadros de c.a. normalizados por Endesa en el edificio. Para más detalles, consultar los planos correspondientes.

6.15.3 Servicios Auxiliares de Corriente Continua (c.c.)

- En la sala de servicios auxiliares del edificio de control se instalarán:
 - Dos equipos fuente conmutada-batería de 125 V para alimentar el Cuadro General de Corriente Continua de 125 V, que será del tipo normalizado. Desde este cuadro se distribuirán los servicios de control y fuerza.
 - Dos cuadros de convertidores de 125/48 Vcc.
 - Un Cuadro General de Corriente Continua de 48 V, también del tipo normalizado.

- El Cuadro General de 48 V será el punto de partida para todas las alimentaciones de los equipos de comunicaciones de la subestación.

Tabla 14. Características generales de los Servicios Auxiliares

Componente	Tensión Nominal	Tolerancia
Motores de accionamiento		
- Interruptores	125V c.c.	(+10% -15%)
- Seccionadores	400/230 V c.a.	(±10%)
Motores trifásicos de refrigeración de transformadores	400/230 V c.a.	(±10%)
Sistema de control local	125V c.c.	(+10% -15%)
Equipo de mando de transformadores	230 V c.a.	(±15%)
Equipo de protección, control y telecontrol	125V c.c.	(+10% -20%)
Sistema de telecomunicaciones	48V c.c.	(+10% -20%)
Resistencias de caldeo	230 V c.a.	(±15%)

Tipo de servicio auxiliar	Cantidad
Servicios Auxiliares de corriente alterna	3
Servicios Auxiliares de corriente continua	2
Rectificadores de batería 125V c.c. 2 (primera y segunda)	3
Alojamiento para transformadores de SSAA.	2

6.16 ARMARIO DE CONTROL Y ARMARIOS DE PROTECCIONES

En una sala específica del edificio se instalarán todos los cuadros de control necesarios para garantizar la supervisión, monitorización, control y protección de la subestación, así como los equipos de telemando y comunicaciones asociados a las distintas zonas de la instalación.

6.16.1 Armario de Control

- Este armario alojará:
 - Conmutadores de símbolo y mando.
 - Sistemas de señalización y alarmas.
 - Equipos de medida instantánea.
- Los relés de protección del parque estarán instalados en bastidores dedicados para facilitar su acceso y operación.

6.16.2 Equipos de Medida y Convertidores

- Se instalarán convertidores para la medición de:
 - Tensión.
 - Potencia activa y reactiva.

6.16.3 Cuadros de Control

- Los cuadros de control incluirán:
 - Aparatos de medida para monitoreo en tiempo real.
 - Relés de protección específicos para cada posición de la subestación.
 - Pulsadores y conmutadores para el manejo de los sistemas.
 - Sistemas de señalización y alarmas para garantizar la rápida identificación de fallos o eventos.

6.16.4 Protecciones

- Cada posición de la subestación contará con protecciones específicas, adaptadas a las funciones y características operativas de cada zona.

6.17 COMUNICACIONES

El sistema de comunicaciones de la subestación cubrirá las siguientes necesidades de telecomunicaciones:

- Servicios de telefonía.
- Canales de comunicación para las protecciones de línea.
- Circuitos de telecontrol y telegestión.

6.17.1 Infraestructura de Comunicaciones

1. Enlaces de Fibra Óptica:

- Para la comunicación de las protecciones, se utilizarán enlaces por fibra óptica monomodo, integrados a través de la red SDH o MPLS.

2. Armarios de Comunicaciones:

- En el interior del edificio se instalarán armarios de comunicaciones equipados con repartidores de fibra óptica (F.O.) multimodo, ubicados en la sala de control y comunicaciones.

3. Infraestructura IP:

- Se implementará una infraestructura IP que proporcionará:
 - Conectividad para la telegestión de las protecciones y equipos de control.
 - Servicio de telefonía IP, garantizando comunicación eficiente y moderna.

Tabla 15. Características generales de Comunicaciones y Telecomunicaciones

Elemento	Descripción
Medio de comunicación	Fibra óptica.
Interconexión de equipos	- Las protecciones recogerán medidas en armarios según su posición. - Conexión por fibra óptica a la unidad central de comunicaciones. - La unidad central de comunicaciones actuará como puerta de enlace con la unidad de control de la subestación.
Alimentación de equipos	- 48 V c.c. en condiciones normales. - En instalaciones no consideradas nodos principales, alimentación mediante convertidores 125/48 V c.c.
Normativa de diseño	Debe cumplir con las especificaciones técnicas establecidas.

6.18 PLACAS IDENTIFICACIÓN EQUIPOS

El Contratista será responsable de realizar el suministro y montaje de las placas de identificación correspondientes a los diferentes elementos de la subestación, incluyendo:

- Equipos.
- Edificio.
- Entrada de la subestación.

Estas placas estarán recogidas en las mediciones del proyecto.

Adicionalmente, el Contratista deberá encargarse del suministro y montaje de:

- Carteles identificativos de riesgo eléctrico.
- Señalización de zona de videovigilancia.

Todo el trabajo deberá garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes en cuanto a señalización y seguridad.

6.19 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se implementarán las medidas necesarias para reducir al mínimo los campos magnéticos generados por la circulación de corriente a 50 Hz en los distintos elementos de la instalación, garantizando su seguridad en el exterior.

6.19.1 Cumplimiento Normativo

- Será imprescindible verificar que los niveles de campo magnético no excedan el límite de 100 μ T, conforme a lo establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, que regula las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, las restricciones a las emisiones radioeléctricas y las medidas de protección sanitaria frente a dichas emisiones.

6.19.2 Verificación Técnica

- La comprobación del cumplimiento se llevará a cabo mediante cálculos específicos durante la etapa de diseño, asegurando que el diseño final cumpla con la normativa vigente y garantice la seguridad del entorno.

6.20 NIVEL DE RUIDO

Con el propósito de limitar el ruido generado por las instalaciones de alta tensión, y conforme a lo establecido en la ITC-RAT 14, apartado 4.8, estas instalaciones se dimensionarán y diseñarán de manera que los índices de ruido medidos en el exterior se ajusten a los niveles de calidad acústica definidos en:

- El Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, que desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de septiembre, del Ruido, en relación con la zonificación acústica, los objetivos de calidad y las emisiones acústicas.
- La legislación local o autonómica aplicable en cada caso.

El diseño garantizará el cumplimiento de la normativa vigente en materia de calidad acústica, asegurando que las emisiones de ruido se mantengan dentro de los límites permitidos.

En caso de no ser posible cumplir con los niveles de emisión de ruido del transformador, se podrá revestir internamente el conducto de ventilación, construido in situ, con paneles fonoabsorbentes para mitigar el impacto acústico.

6.21 PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL

Será imprescindible implementar y justificar una serie de medidas en aquellas zonas donde sea requerido, así como en cualquier otra donde la Administración competente lo solicite, con el fin de prevenir cualquier impacto negativo en el entorno.

Se recomienda que los equipos de refrigeración utilicen un agente refrigerante alternativo a los gases fluorados. En caso de emplear gases fluorados incluidos en el Anexo I del Reglamento UE 517/2014, se deberá garantizar que su uso no iguale ni supere las 5 toneladas equivalentes de CO₂.

Estas medidas buscan garantizar la sostenibilidad medioambiental y el cumplimiento de la normativa vigente.

6.22 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra se ejecutará conforme a las especificaciones indicadas en la Guía SRZ001, apartado 4.2.

Según lo establecido en dicha guía, para una puesta a tierra (PAT) en Cataluña, correspondiente a un nivel de tensión de 220 kV, se requiere la implementación de una red con el neutro conectado rígidamente a tierra (PAT1).

Tabla 16. Sistemas de puesta a tierra

Tensión Nominal U _n	ANDALUCÍA Y EXTREMADURA	ARAGÓN	BALEARES	CANARIAS	CATALUÑA
220 kV	PAT ₁	PAT ₁	PAT ₁	PAT ₁	PAT ₁
25 kV	PAT ₂	PAT ₃	-	-	PAT ₃

Notas para la Tabla 16. Sistemas de puesta a tierra:

- (*) En el punto de conexión del transformador, se usará la conexión de neutro aislado (NA) en transformadores de 66 kV/MT para limitar la intensidad de cortocircuito a tierra.
- (**) Para nuevas instalaciones en 30 kV, se utilizarán conexiones con impedancia limitadora, en lugar de la conexión rígida a tierra existente en las instalaciones actuales.
- **NA**: Red con neutro aislado.
- **PAT₁**: Red con neutro conectado rígidamente a tierra.
- **PAT₂**: Red con neutro conectado a tierra mediante resistencia limitadora.
- **PAT₃**: Red con neutro conectado a tierra mediante impedancia limitadora (reactancia en Zig-Zag o conjunto reactancia Zig-Zag en serie con resistencia). Para nuevas instalaciones se optará por reactancia + resistencia.

6.22.1 Red de tierra inferior.

En las subestaciones, todos los elementos metálicos susceptibles de estar en tensión deberán conectarse a la red de tierras, incluyendo la estructura metálica, los soportes de apartamenta, las cajas de centralización, las envolventes de los equipos instalados en edificios o casetas y sus respectivas estructuras.

Las pantallas de los cables se pondrán a tierra en ambos extremos, y se tenderá un cable desnudo de acompañamiento entre las cajas de centralización del parque y los edificios. Esta red de tierras de acompañamiento se conectará a la red general de tierras en varios puntos estratégicos.

6.22.1.1 Tendido y Conexión de la Red de Tierra

- El tendido del cable, así como el suministro y montaje de pletina o cable en estructuras, paredes, techos, zanjas y canales, tanto en tramos horizontales como verticales, incluirá el transporte, enderezamiento, corte del cable o pletina, sujeción a grapas y portapletinas, además de todas las operaciones necesarias para su correcta instalación. Se incluyen los medios auxiliares y el suministro de tornillería.

- La conexión de pletina o cable de cobre en derivaciones en T, ángulos de 90°, empalmes rectos o en cruz, mediante soldadura, incluirá el suministro de los moldes, cartuchos y equipos adecuados, además del corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o cable y precalentamiento del molde antes de la soldadura.

- El suministro e instalación de conexiones puente con cable de cobre o trenza de cobre extraflexible incluirá el transporte, corte, formación de puentes con terminales, sujeción a grapas y colocación.

6.22.1.2 Conexiones a Tierra en Equipos y Apartamenta

- La conexión a tierra de los cuadros eléctricos estará incluida en la unidad de montaje del cuadro e incluirá el taladrado de la pletina de tierra, el conexionado de todos los elementos necesarios (incluido el bastidor soporte) y el suministro de tornillería y terminales.

- La conexión a tierra del aparellaje del parque, incluida en la unidad de montaje del aparato, abarcará tanto la conexión del elemento principal como la puesta a tierra de los elementos asociados, tales como transmisiones y cuadros. Se suministrarán los materiales de conexión necesarios (tornillería, grapas, trenzas de cables y abrazaderas) y se ejecutarán todas las operaciones necesarias (taladrado de pletina, soldaduras, etc.).

- El montaje de piezas y puntos fijos atornillados a estructuras, aparellaje y equipos conectados a la red de tierra se incluirá en la unidad de montaje del equipo. Esto comprenderá el suministro de grapas y terminales, la limpieza y engrase de superficies de contacto (sin eliminar el galvanizado, si lo hubiera), la colocación y sujeción de las piezas, la preparación y corte del cable, y la adaptación del cable a la pieza.

6.22.1.3 Sistema General de Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra adoptado se basa en un electrodo en forma de conductores de cobre enterrados, dispuestos en forma de malla y unidos mediante soldadura exotérmica.

La red general de tierras estará compuesta por conductores de cobre desnudo enterrados a una profundidad de 0.8 metros. Las zanjas por donde discurra el cable de tierra estarán rellenas con tierra vegetal, ya sea procedente de la excavación o aportada para el relleno.

Las puestas a tierra de las estructuras metálicas, la aparamenta y los armados de las cimentaciones de los edificios se realizarán mediante conexiones del mismo material que la red de tierras, asegurando una integración eficaz en el sistema de protección de la subestación.

Se deberá realizarse un análisis conforme al IEEE Std80 "Guide for Safety in AC Substation Grounding" que justifique que no se superan los límites admisibles de tensión de paso y contacto en ningún punto de la valla.

Los cálculos necesarios para determinar las tensiones de paso y contacto, así como la metodología para el diseño de la malla de puesta a tierra deberán cumplir lo definido en la norma de referencia SDZ001 de E-Distribución.

Las instrucciones generales sobre los elementos de la instalación que deben conectarse a tierra serán los indicados en la ITC-RAT-13.

6.22.1.4 Electrodo de Puesta a Tierra

La puesta a tierra se realizará mediante una malla enterrada de cable de cobre de 95 mm², dispuesta en una retícula. Su diseño garantizará que, en caso de dispersión de la máxima corriente de fallo, las tensiones de paso y contacto se mantengan dentro de los límites admisibles establecidos en la ITC-RAT-13.

6.22.1.5 Líneas de Tierra

Se utilizarán conductores de cobre desnudo de 95 mm² o pletina de cobre de 25x3 mm para conectar todos los elementos que deban ser puestos a tierra al electrodo principal. Estas conexiones se realizarán conforme a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

6.22.1.6 Unión de la Red de Tierras con SE Sant Martí

Las redes de tierras de ambas subestaciones se unirán mediante puntos de soldadura, siempre y cuando la capacidad del conductor de la red de tierras de una instalación sea suficiente para disipar la intensidad de cortocircuito de la otra.

6.22.1.7 Extensión de la Red

Todos los elementos metálicos de delimitación, como la puerta corredera delimitadora de subestaciones, así como las puertas y el vallado de acceso a SE Verneda, se conectarán a la red de tierras en intervalos regulares mediante latiguillos de cobre.

Los cálculos necesarios para determinar las tensiones de paso y contacto, así como la metodología para el diseño de la malla de puesta a tierra, se encuentran definidos en la norma de referencia SDZ001 y serán realizados en una fase posterior.

Las instrucciones generales sobre los elementos de la instalación que deben conectarse a tierra serán las indicadas en la ITC-RAT-13.

6.22.1.8 Red de Tierra Superior

El objetivo del sistema de tierras superiores es la captación y disipación de descargas atmosféricas hacia la malla de tierras enterrada, garantizando la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

Este sistema consistirá en un pararrayos con dispositivo de cebado, diseñado para instalaciones interiores. Este pararrayos estará conectado a la malla de tierras inferior a través de la estructura del edificio que lo soporta, garantizando una unión eléctrica adecuada que elimine diferencias de potencial en el sistema.

6.22.2 Ejecución

- La puesta a tierra del edificio se conectará con la red de tierras inferior de la subestación y se enlazará con la cimentación en un mínimo de cuatro (4) puntos, según lo indicado en los planos del proyecto.
- Estas conexiones se realizarán mediante varillas de acero corrugado soldadas a la armadura de la cimentación, a las cuales posteriormente se realizará una soldadura aluminotérmica para la unión con el cable de cobre.
- Durante la ejecución del Montaje Electromecánico, se deberán dejar preparados todos los latiguillos necesarios para conectar a tierra las puertas metálicas del edificio.

- En caso de que estos latiguillos deban embeberse en hormigón, se instalarán dentro de un tubo de plástico protector para evitar daños.
- Todas las soldaduras de la red de tierra enterrada serán del tipo aluminotérmico y deberán realizarse siguiendo las instrucciones de los fabricantes especializados.
- Se garantizará que todos los sistemas de unión queden correctamente conectados entre sí y a la armadura estructural, formando así la puesta a tierra integral de la estructura y la jaula de Faraday.
- Todos los elementos de unión, conectores, angulares, tornillería y placas quedarán embebidos en el hormigón, asegurando que no queden a la vista una vez finalizada la construcción del edificio.

7. SUBESTACIÓN MÓVIL

El presente capítulo establece las condiciones técnicas y operativas para la implantación y utilización de una subestación móvil en el emplazamiento definido, de acuerdo con la planificación del proyecto y los planos anexos (ver Figura 11). La subestación móvil proporcionará una solución flexible para garantizar la continuidad del suministro eléctrico en situaciones de mantenimiento, ampliaciones de red o contingencias.

La instalación de la subestación móvil incluirá:

- La adecuación del área destinada a su emplazamiento.
- La conexión de los equipos a la red existente conforme a los planos de implantación.
- La implementación de medidas de seguridad y acceso.
- La integración con el sistema de control y supervisión de la red.

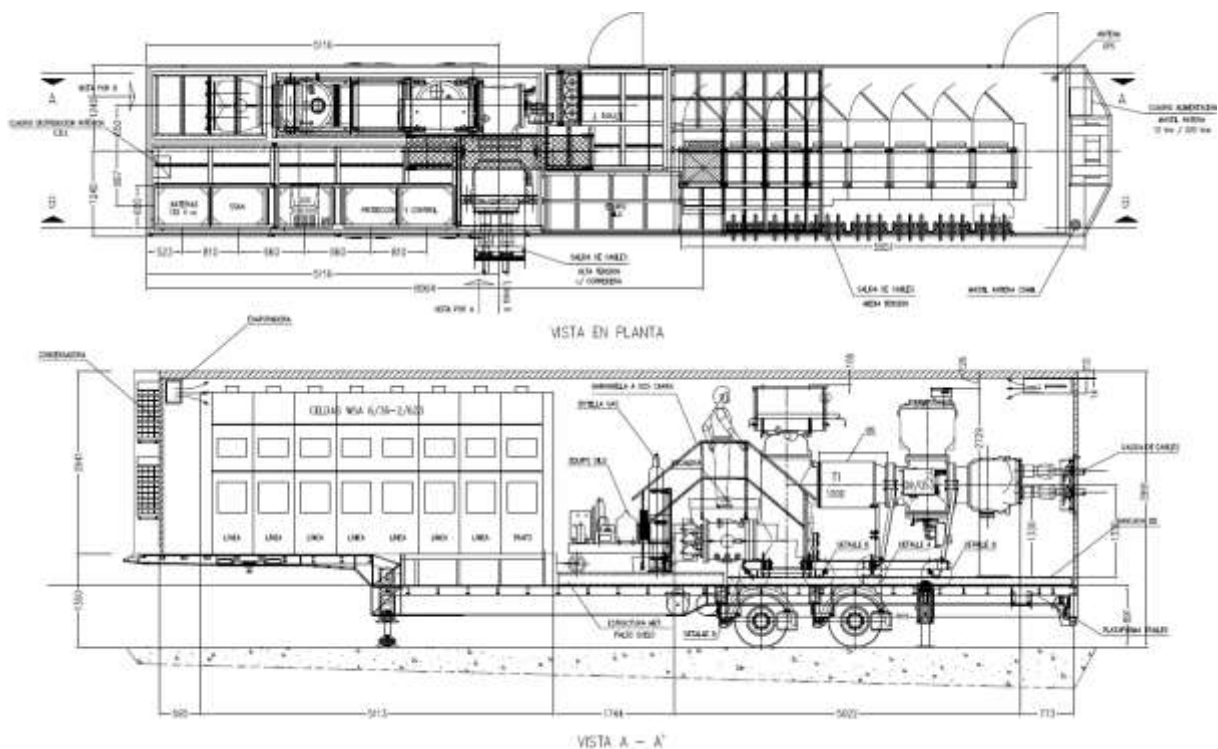


Figura 11. Vista en planta y Vista A-A' extraídas del plano 380.0007 –
Implantación de equipos Er móvil 132 – 66kV. As Built.

7.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

7.1.1 Dimensiones y Configuración

- La subestación móvil se alojará en un vehículo especial, diseñado para facilitar su transporte e instalación.
- Su configuración incluye celdas de media tensión, transformadores, protecciones y sistemas auxiliares.



Figura 12. Fotografía subestación móvil.

7.1.2 Ubicación y Espacio Requerido

- La subestación se ubicará en el área definida en el Plano de Implantación de Equipos.
- Se garantizará un acceso adecuado para su maniobra, instalación y mantenimiento.
- Se deberán prever medidas para la estabilidad y nivelación del equipo.

7.2 REQUISITOS TÉCNICOS

- Tensión nominal: Según los requerimientos de la red.
- Capacidad de transformación: Conforme a la demanda del sistema.
- Protecciones eléctricas: Equipadas con relés de protección y sistemas de desconexión rápida.
- Conexión a tierra: Instalación de puesta a tierra conforme a normativa vigente.
- Sistema de refrigeración: Se garantizará un sistema de ventilación adecuado.
- Sistemas auxiliares: Iluminación, alimentación de equipos de control y telecomunicaciones.

7.3 CRITERIOS DE SEGURIDAD Y OPERACIÓN

- Se aplicarán los protocolos de seguridad eléctrica establecidos en la normativa vigente.
- El acceso a la subestación estará restringido al personal autorizado.
- Se implementarán sistemas de señalización y vallado perimetral en el área de emplazamiento.
- Se deberá disponer de medios de extinción de incendios adecuados a las características de la instalación.

7.4 MANTENIMIENTO Y SUPERVISIÓN

- Se programarán inspecciones periódicas para verificar la operatividad de los equipos.
- Se realizarán pruebas de funcionamiento previo a su conexión a la red.
- El sistema de control deberá estar vinculado a la supervisión remota del operador de red.