

Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Industrial

Diseño Subestación Electrica 66/15kV

Autor: Francisco Guerrero Medina

Tutor: José Maria Maza Ortega

**Dep. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla**

Sevilla, 2018



Proyecto Fin de Carrera
Ingeniería Industrial

Diseño Subestación Electrica 66/15kV

Autor:

Francisco Guerrero Medina

Tutor:

José María Maza Ortega

Profesor titular

Dep. Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2018

Proyecto Fin de Carrera: Diseño Subestación Electrica 66/15kV

Autor: Francisco Guerrero Medina

Tutor: José María Maza Ortega

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2018

El Secretario del Tribunal

A mi familia

A mis maestros

Índice	ix
Índice de Tablas	xiii
Índice de Figuras	xv
Notación	xvii
1 Memoria Descriptiva	19
1.1 <i>Generalidades</i>	19
1.1.1 Objeto	19
1.1.2 Alcance	19
1.1.3 Emplazamiento	19
1.1.4 Calificación del Suelo	19
1.2 <i>Esquema Unifilar</i>	20
1.3 <i>Alcance de las Instalaciones</i>	21
1.3.1 Datos de Partida	21
1.3.2 Descripción de las Posiciones	21
1.3.3 Sistema de Telecomunicaciones	25
1.3.4 Sistema de Puesta a Tierra	26
1.3.5 Sistema de Seguridad	26
1.4 <i>Disposición General de las Instalaciones</i>	27
1.4.1 Disposición Física	27
1.4.2 Obra Civil Parque Intemperie	27
1.4.3 Obra Civil Edificio	29
1.4.4 Estructura Metálica	30
1.5 <i>Características de Diseño</i>	31
1.5.1 Normativa Aplicable	31
1.5.2 Justificación Parámetros de Diseño Posición Salida de Línea 66kV	31
1.5.3 Justificación Parámetros de Diseño Posición Transformación 66/15kV	32
1.5.4 Justificación Parámetros de Diseño Posición Salida de Línea 15kV	35
1.5.5 Características Generales de Diseño	36
1.6 <i>Posiciones 66kV</i>	37
1.6.1 Disposición de las Instalaciones de 66kV	37
1.6.2 Características de los Equipos Materiales Parque 66kV	38
1.7 <i>Posiciones de 15kV</i>	49
1.7.1 Disposición de las Instalaciones de 15kV	49
1.7.2 Características de los Equipos Materiales Parque de 15kV	51
1.7.3 Enclavamientos celdas 15kV	58
1.8 <i>Posición de Transformación</i>	59
1.9 <i>Sistema de Control y Protección</i>	61
1.9.1 Tecnología	61
1.9.2 Elementos Constituyentes	61
1.9.3 Disposición Constructiva	63
1.9.4 Sistema de Protecciones	64
1.10 <i>Sistema de Medida para Facturación</i>	70
1.11 <i>Posición de Servicios Auxiliares</i>	71

1.11.1	Servicios Auxiliares de CA	71
1.11.2	Servicios Auxiliares de CC	72
1.12	<i>Telecomunicaciones</i>	73
1.13	<i>Instalaciones Complementarias</i>	73
1.13.1	Sistema de Puesta a Tierra - Red de Tierra Inferior	73
1.13.2	Sistema de Puesta a Tierra - Red de Tierra Aérea	75
1.13.3	Sistema de Alumbrado	75
1.13.4	Sistemas de Seguridad	75
1.13.5	Sistema de Aire Acondicionado	77
1.13.6	Sistema de Calefacción	77
1.14	<i>Normativa de Aplicación</i>	77
2	Pliego de Condiciones Generales	79
2.1	<i>Normativa aplicable</i>	79
2.2	<i>Obra civil</i>	79
2.2.1	Características técnicas que han de satisfacer los materiales	80
2.2.2	Condiciones que deben cumplirse en la Ejecución de Obras	89
2.3	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	101
2.3.1	Descripción del Suministro	101
2.3.2	Características Técnicas, Mecánicas y Constructivas	102
2.4	PUESTA EN MARCHA Y SERVICIO	113
2.4.1	Secuencia a seguir antes de la Puesta en Marcha	113
2.4.2	Secuencia a seguir para la p.e.m. circuito control y protección	114
3	Estudio General de Seguridad y Salud	115
3.1	<i>Antecedentes</i>	115
3.2	<i>Definiciones</i>	115
3.3	<i>Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo</i>	117
3.4	<i>Obligaciones de los Contratistas y Subcontratistas</i>	117
3.5	<i>Obligaciones de los Trabajadores Autónomos</i>	118
3.6	<i>Libro de Incidencias</i>	119
3.7	<i>Paralización de los Trabajos</i>	119
3.8	<i>Principios Generales Aplicables Durante la Ejecución de la Obra</i>	119
3.9	<i>Evaluación de Riesgos</i>	120
3.10	<i>Normas de Seguridad</i>	120
3.11	<i>Medicina Preventiva y Primeros Auxilios</i>	124
3.12	<i>Pliego de Condiciones</i>	124
3.12.1	Normativa Legal de Apliación	124
3.12.2	Condiciones de los Medios de Protección	126
4	Presupuesto	131
4.1	<i>Materiales</i>	131
4.1.1	Equipos 66kV	131
4.1.2	Equipos 15kV	131
4.1.3	Equipos de Control y Protecciones	132
4.2	<i>Obra Civil</i>	132
4.2.1	Parque exterior	132
4.2.2	Edificio	132
4.3	<i>Montaje Electromecanico</i>	133
4.3.1	Estructura Metalica	133
4.3.2	Montaje Equipos	133
4.3.3	Cableado de Potencia	133
4.3.4	Cableado de Control	133
4.4	<i>Servicios e Instalaciones Auxiliares</i>	134
4.4.1	Instalaciones Auxiliares	134
4.4.2	Servicios	134

4.5	<i>Seguridad y Salud</i>	134
4.5.1	Protecciones Individuales	134
4.5.2	Protecciones Colectivas	135
4.5.3	Protección Instalación Eléctrica y Prevención de Riesgos	135
4.5.4	Instalaciones de Higiene y Bienestar	135
4.5.5	Medicina Preventiva y Primeros Auxilios	135
5	Planos	137
5.1	001 Esquema Unifilar 66kV	139
5.2	002 Esquema Unifilar 15kV	141
5.3	003 Montaje líneas Don Rodrigo	143
5.4	004 Montaje líneas Moron-Utrera	145
5.5	005 Montaje líneas Evacuación	147
5.6	006 Montaje Transformador	149
5.7	007 Montaje Acople 66kV	151
5.8	008 Secciones Celdas 15kV	153
5.9	009 Planta Celdas 15kV	155
5.10	010 Celdas 15kV - Sección Longitudinal A-A'	157
5.11	011 Celdas 15kV – Sección B-B'	159
5.12	012 Celdas 15kV – Sección C-C'	161
5.13	013 Celdas 15kV – Sección D-D'	163
5.14	014 Planta General	165
5.15	015 Red de Tierras	167
5.16	016 Drenajes	169
5.17	017 Canales y Cimentaciones	171
5.18	018 Planta Edificio	173
5.19	019 Secciones Edificio	175
5.20	020 Fachadas Transversales Edificio	177
5.21	021 Fachadas Longitudinales Edificio	179
5.22	022 Esquema Unifilar Desarrollado 561	181
5.23	023 Esquema Unifilar Desarrollado 562	183
5.24	024 Esquema Unifilar Desarrollado 563	185
5.25	025 Esquema Unifilar Desarrollado 564	187
5.26	026 Esquema Unifilar Desarrollado 565	189
5.27	027 Esquema Unifilar Desarrollado 566	191
5.28	028 Esquema Unifilar Desarrollado 521	193
5.29	029 Esquema Unifilar Desarrollado 531-131	195
5.30	030 Esquema Unifilar Desarrollado 161	197
6	Anexo I: Calculo Red de Tierra	199
6.1	Datos de Partida de Diseño	199
6.1.1	Datos Generales	199
6.1.2	Datos de la malla	199
6.2	Calculo de la Resistencia de Malla	200
6.3	Impedancia Equivalente de los Cables de Tierra de las Líneas Aereas	200
6.4	Calculo de la Resistencia Total de Puesta a Tierra	200
6.5	Calculo de la Corriente de Puesta a Tierra	200
6.5.1	Inducción	201
6.5.2	Conducción	201
6.5.3	Elevación del Potencial del Electrodo de Puesta a Tierra	202
6.5.4	Corriente a través de la red de Puesta a Tierra	202
6.5.5	Calculo de la Tensión de Malla	202
6.6	Calculo de Secciones de Conductores	202
6.6.1	Conductores de Puesta a Tierra	202
6.6.2	Conductores de malla	203

6.7	<i>Cálculo de las Tensiones de Paso y Contacto</i>	203
6.7.1	Tensión de Contacto	203
6.7.2	Tensión de Paso	204
6.8	<i>Calculo de las Tensiones de Paso y Contacto de Referencia</i>	204
6.8.1	Capa Superficial de Terreno	205
6.8.2	Calculo de la Tensión de Paso Admisible	205
6.8.3	Calculo de la Tension de Contacto Admisible	205
6.8.4	Conclusiones	206
7	Anexo II: Calculo embarrado 66kV	207
7.1	<i>Datos de Diseño</i>	207
7.1.1	Hipotesis de Diseño	207
7.1.2	Características de los materiales	207
7.2	<i>Resistencia mecanica ante cortocircuitos</i>	209
7.2.1	Tensión en el tubo	209
7.2.2	Comprobación del tubo	212
7.2.3	Reacciones sobre aisladores soporte	213
7.2.4	Flecha en el tubo	214
7.2.5	Elongación del embarrado	215
7.3	<i>Esfuerzos de origen térmico</i>	215
7.4	<i>Intensidad Nominal de las barras</i>	217

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. Características generales de diseño	36
Tabla 7-1 Características del material del embarrado de 66kV	208
Tabla 7-2 Factores α , β y γ para diferentes disposiciones de apoyos de embarrados.	210
Tabla 7-3 Calculo del factor q.	213

ÍNDICE DE FIGURAS

No se encuentran elementos de tabla de ilustraciones.

A^*	Conjugado
c.t.p.	En casi todos los puntos
c.q.d.	Como queríamos demostrar
■	Como queríamos demostrar
e.o.c.	En cualquier otro caso
e	número e
IRE	Parte real
Im	Parte imaginaria
sen	Función seno
tg	Función tangente
arctg	Función arco tangente
sen	Función seno
$\sin^x y$	Función seno de x elevado a y
$\cos^x y$	Función coseno de x elevado a y
Sa	Función sampling
sgn	Función signo
rect	Función rectángulo
Sinc	Función sinc
$\partial y \partial x$	Derivada parcial de y respecto
x°	Notación de grado, x grados.
$\Pr(A)$	Probabilidad del suceso A
SNR	Signal-to-noise ratio
MSE	Minimum square error
:	Tal que
<	Menor o igual
>	Mayor o igual
\	Backslash
\Leftrightarrow	Si y sólo si

1 MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 Generalidades

1.1.1 Objeto

La elaboración del presente proyecto tiene por objeto definir la configuración de la nueva Subestación “El Torrejón” así como la definición técnica de los equipos e instalaciones necesarios. Dicha Subestación se diseña con el objetivo principal de poder evacuar la energía producida por las Plantas Termosolares de Morón y Arenales mediante líneas de 66 kV, alimentar los servicios auxiliares de ambas Plantas Termosolares “CST Morón” y “CST Arenales” desde el embarrado de 15 kV, y mejorar la red de 66kV del sistema eléctrico en la zona, para lo cual se conectará a la red a través de cuatro líneas de 66 kV procedentes de las Subestaciones Don Rodrigo, Morón y Utrera. El alcance de dicho proyecto viene reflejado en el esquema unifilar, según los planos “001 Esquema Unifilar 66kV” y “002 Esquema Unifilar 15kV”.

1.1.2 Alcance

Siendo el objeto del proyecto la construcción de una subestación eléctrica, el alcance del mismo comprende la descripción, cálculos y diseño de los equipos e instalaciones de las que se compone dicha subestación.

Las instalaciones a describir son las siguientes:

- Parque intemperie donde se situarán las distintas posiciones de 66kV, todas convencionales y configuración en doble barra.
- transformador de potencia 66/15 kV de 20 MVA.
- Parque de interior de 15kV, donde se ubican las distintas posiciones tipo blindadas aisladas en SF6 y configuración de doble barra.
- Sala de control y protección.

1.1.3 Emplazamiento

La Subestación se ubicará en terrenos del Término Municipal de Morón de la Frontera (SEVILLA) sobre los que Ibereólica Solar Morón, S.L. tiene firmado un derecho de superficie.

1.1.4 Calificación del Suelo

La Subestación tiene un área de 5157 m² aproximadamente. Los terrenos donde va a ser construida dicha Subestación están calificados como suelo apropiado para este tipo de instalaciones.

1.2 Esquema Unifilar

En el esquema unifilar se ha representado el nivel de tensión de 66 y 15 kV, figurando los elementos principales de la instalación.

La futura Subestación constará de las siguientes instalaciones:

- Sistema de 66 kV de exterior, exterior convencional y esquema de doble barra, con las siguientes posiciones:
 - Seis (6) posiciones de línea.
 - Una (1) posición de transformador.
 - Una (1) posición para el acople de barras.
 - Una (1) posición de Medida de Barras.
 - Además, se ha previsto espacio suficiente para una futura ampliación de hasta cuatro posiciones.
- Sistema de 15 kV, esquema de doble barra tipo interior en celdas de aislamiento en SF6 ubicadas en un edificio, con las siguientes posiciones:
 - Dos (2) posiciones de línea.
 - Una (1) posición de transformador.
 - Una (1) posición de medida.
 - Dos (2) posiciones de servicios auxiliares.
 - Una (1) posición de acople de barras.
 - Además, se ha previsto espacio suficiente para una futura ampliación pues el edificio puede albergar hasta un máximo de 42 cabinas.
- La transformación constará de un transformador de potencia trifásico, de relación 66/15 kV y 20 MVA, con su correspondiente reactancia trifásica y resistencia de puesta a tierra. Este transformador ira ubicado en el exterior, en el parque de 66kV. Para el suministro de los servicios propios de la subestación, se instalarán 2 transformadores de servicios auxiliares (TSA) de relación 20-15,4/0,420-0,242 kV y 250 kVA de potencia, estos en cambio irán situados en el interior del edificio en salas separadas.
- Además de los circuitos y elementos principales, la instalación se completará con sus correspondientes aparatos de medida, mando, control y protecciones necesarios para la adecuada explotación. Por sus características, estos aparatos son de instalación interior, y para su control y fácil maniobrabilidad, se ha centralizado en cuadros situados en el edificio de control.

1.3 Alcance de las Instalaciones

1.3.1 Datos de Partida

La subestación El Torrejón se conectara a la red eléctrica de Endesa a través de cuatro líneas aéreas de 66kV:

- Línea Morón 66kV
- Línea Utrera 66kV
- Línea Don Rodrigo-1 66kV
- Línea Don Rodrigo-2 66kV

Los puntos de evacuación de potencia desde las futuras plantas termosolares se harán a través de dos líneas subterráneas de 66kV:

- CST Morón 66kV
- CST Arenales 66kV

Los puntos de consumo que existirán en la subestación serán a través de dos líneas subterráneas de 15kV:

- CST Morón 15kV
- CST Arenales 15kV

Las tensiones nominales de AT que existirán son 66kV y 15kV, y la potencia a transformar será de 16/20 MVA en 66/15kV.

1.3.2 Descripción de las Posiciones

La instalación proyectada tendrá el siguiente alcance de acuerdo al esquema unifilar:

1.3.2.1 Parque de 66kV

El parque de 66kV es de tipo Exterior Convencional, en un esquema de Doble Barra y estará compuesto por 6 posiciones de salida de línea de 66kV, cuatro de ellas son aéreas y dos subterráneas, 1 posición de primario de transformador de potencia y 1 posición de acople transversal de barras con medida.

- Las dos líneas de 66kV aéreas (Don Rodrigo-1 y Don Rodrigo-2) estarán constituidas cada una, tal y como se indica en el plano “003 Montaje Lineas Don Rodrigo”, por:
 - 2 Seccionadores tripolares de barras.
 - 1 Interruptor tripolar.
 - 3 Transformadores de intensidad.

- 1 Seccionador tripolar con p.a.t.
 - 3 Transformadores de tensión inductivos.
 - 3 Pararrayos autoválvulas.
- Las otras dos líneas aéreas (Morón y Utrera) estarán constituidas cada una, tal y como se indica en el plano “004 Montaje Lineas Moron-Utrera”, por:
 - 2 Seccionadores tripolares de barras.
 - 1 Interruptor tripolar.
 - 3 Transformadores de intensidad.
 - 1 Seccionador tripolar con p.a.t.
 - 3 Transformadores de tensión capacitivos.
 - 1 Bobina de bloqueo.
 - 1 Caja de acoplo.
 - 3 Pararrayos autoválvulas.
- Las dos líneas de 66kV subterráneas estarán constituidas cada una, tal y como se indica en el plano “005 Montaje Lineas Evacuación”, por:
 - 2 Seccionadores tripolares de barras.
 - 1 Interruptor tripolar.
 - 3 Transformadores de intensidad.
 - 3 Transformadores de intensidad para facturación.
 - 1 Seccionador tripolar con p.a.t.
 - 3 Transformadores de tensión inductivos.
 - 3 Pararrayos autoválvulas.
- La posición de primario de transformador de potencia esta constituida, tal y como se indica en el plano “006 Montaje Transformador”, por:
 - 2 Seccionadores tripolares de barras.
 - 1 Interruptor tripolar.
 - 3 Transformadores de intensidad.
 - 3 Transformadores de tensión inductivos.
 - 3 Pararrayos autoválvulas.
- La posición de medida de tensión de barras estará constituida por:
 - 1 Transformador de tensión inductivo (fase central) en barra 1.
 - 1 Transformador de tensión inductivo (fase central) en barra 2.

- La posición de acople transversal de barras estará constituida, tal y como se indica en el plano “007 Montaje Acople 66kV”, por:
 - 2 Seccionadores tripolares de barras.
 - 1 Interruptor tripolar automático.
 - 3 Transformadores de intensidad.

1.3.2.2 Parque de 15kV

El parque de 15kV estará constituido por una serie de cabinas de interior blindadas y aisladas en gas SF6, con un esquema de doble barra y estará compuesto por 2 celdas de salida de línea, 1 celda de secundario de transformador de potencia, 2 celdas de servicios auxiliares, 1 celda de acoplamiento transversal y 1 celda de medida. En el plano “008 Secciones Celdas 15kV” se representa la sección de las mismas.

- Las dos celdas de salida de línea de 15kV estarán constituidas cada una por:
 - 2 Tramos tripolares de barras.
 - 1 Seccionador tripolar de conexión a barras.
 - 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para conexión y desconexión a barras y puesta a tierra.
 - 1 Interruptor tripolar automático.
 - 3 Transformadores de Intensidad de fase toroidales con un secundario para medida ó contaje y otro para protección.
 - 3 Transformadores de tensión inductivos
 - 3 Detectores monofásicos de presencia de tensión con indicadores luminosos de estado sólido.
 - 1 Transformador de intensidad homopolar toroidal para la protección de neutro sensible.
 - 3 Conectores enchufables para conexión de cable seco.
 - 3 Transformadores de intensidad de fase toroidales con un secundario para contaje.
- La celda de secundario de transformador de potencia estará constituida por:
 - 2 Tramos tripolares de barras.
 - 1 Seccionador tripolar de conexión a barras.
 - 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para conexión y desconexión a barras y puesta a tierra.
 - 1 Interruptor tripolar automático.
 - 3 Transformadores de intensidad de fase toroidales con tres secundarios, uno para contaje ó medida y dos para protección.
 - 3 Transformadores de tensión inductivos.
 - 3 Detectores monofásicos de presencia de tensión con indicadores luminosos de estado sólido.
 - 9 Conectores enchufables para conexión de cable seco.
- Las dos celdas de servicios auxiliares estarán constituidas cada una de ellas por:
 - 2 Tramos tripolares de barras.

- 1 Seccionador tripolar de conexión a barras.
- 1 Seccionador tripolar de tres posiciones para conexión y desconexión a barras y puesta a tierra.
- 1 Interruptor tripolar automático.
- 3 Detectores monofásicos de presencia de tensión con indicadores luminosos de estado sólido.
- 3 Conectores enchufables para conexión de cable.
- 3 Transformadores de intensidad de fase toroidales con un secundario para protección.
- La celda de acoplamiento transversal estará constituida por:
 - 2 Tramos tripolares de barras.
 - 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para conexión y desconexión a barras y puesta a tierra.
 - 1 Interruptor tripolar automático.
- La celda de medida estará constituida por:
 - 2 Tramos tripolares de barras.
 - 2 Seccionadores tripolares de tres posiciones para conexión y desconexión a barra y puesta a tierra.
 - 6 Detectores monofásicos de presencia de tensión con indicadores luminosos de estado sólido.
 - 3 Transformadores de tensión en cada juego de barras.
 - 3 Conectores por barra para conexión de transformadores de medida.

En los planos identificados como “009 Planta Celdas 15kV (1)”, “010 Celdas 15kV – Sección Longitudinal A-A”, “011 Celdas 15kV – Sección B-B”, “012 Celdas 15kV – Sección C-C” y “013 Celdas 15kV – Sección D-D” se pueden ver detalles de las distintas cabinas nombradas.

1.3.2.3 Posiciones de Transformación

La posición de transformador de 16/20 MVA 66/15kV estará constituida por:

- 1 Transformador 66/15kV, 16/20 MVA con grupo de conexión YD11 y con regulación en carga.
- 3 Pararrayos autoválvulas 15kV.
- 1 Reactancia de p.a.t. del neutro del transformador.
- 1 Resistencia de p.a.t. del neutro del transformador.
- 1 Transformador de intensidad toroidal de puesta a tierra del neutro MT del transformador.
- 1 Seccionador unipolar de puesta a tierra.

El neutro de 15kV se conectará a tierra a través de una impedancia de 95,3 Ω que limitará la corriente de defecto a tierra y el neutro de 66kV irá aislado.

1.3.2.4 Posiciones de Control y Protección

Se instalará un sistema integrado de control y protecciones (SICP) que integrará las funciones de control local, telecontrol y protecciones. La subestación será telemandada desde el D.M. de Sevilla.

1.3.2.5 Posición de Medida

La medida de facturación se realizará en las posiciones de líneas de evacuación de 66kV CST Morón y CST Arenales, y en las posiciones de consumo de 15kV Morón y Arenales, de acuerdo a las especificaciones del “Reglamento de Puntos de Medida”, según RD 1110/2007, de 24 de agosto.

Se instalará un equipo de medida en cada una de las dos líneas, y estará constituido por contador de reactiva, transformadores de medida y otros dispositivos complementarios tales como registradores, elementos de control de potencia, módem y relojes conmutadores horarios, garantizándose el suministro de los datos requeridos para la facturación.

1.3.2.6 Posición de Servicios Auxiliares

Los Servicios Auxiliares de la subestación estarán constituidos por:

- 2 Transformadores 250kVA, 15400/420 V.
- 2 Rectificadores batería 125Vcc 100 Ah.
- 1 Rectificador batería 48Vcc.

1.3.3 Sistema de Telecomunicaciones

La comunicación se realizará mediante fibra óptica en las líneas Don Rodrigo 1, Don Rodrigo 2, y por onda portadora en las líneas Utrera y Morón.

1.3.4 Sistema de Puesta a Tierra

El sistema de puesta a tierra de la subestación estará formado por dos partes:

- Puesta a tierra inferior: se dimensionará de acuerdo a los siguientes datos:
 - Intensidad de defecto a tierra..... 12,8kA
 - Intensidad de defecto trifásico.....11,7kA
 - Duración del defecto..... 0,5seg.
 - Tipo de electrodo..... malla
 - Material del conductor..... Cobre
 - Resistividad media terreno..... 50Ωm
 - Resistividad superficial grava..... 3000Ωm

Las tensiones de paso estarán por debajo de valores admitidos en la MIE-RAT 13.

- Puesta a tierra superior: Formada por pararrayos Franklin instalados sobre el pórtico de amarre de las líneas de 66kV y sobre pórticos próximos a los transformadores.

1.3.5 Sistema de Seguridad

Para la seguridad en el interior del edificio se dotará de un sistema de protección contra incendios y un sistema antiintrusismo.

1.4 Disposición General de las Instalaciones

1.4.1 Disposición Física

El recinto de la subestación, tal y como se indica en plano “014 Planta General”, contendrá un parque de intemperie y un edificio que albergará las cabinas de media tensión, los armarios de control y comunicaciones y las instalaciones auxiliares necesarias para el edificio y la propia subestación.

En el parque de intemperie se instalarán las posiciones de 66kV así como el transformador de potencia, 66/15kV 16/20 MVA. El transformador es de servicio continuo, intemperie y se instalará sobre bancada provista de vías para su desplazamiento, instalándose un sistema de recogida de aceite. Dicho parque estará preparado con espacio para albergar cuatro futuras posiciones de 66kV.

1.4.2 Obra Civil Parque Intemperie

1.4.2.1 Red de Tierras

Se dotará a la subestación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,80 m de profundidad, esta malla se extenderá el total del área que ocupa la subestación prolongándose aproximadamente en 1 metro a lo largo de todo su perímetro, lo que permite reducir las tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación. En el plano “015 Red de Tierras” se muestra el diseño generado de la red de tierras con todos los elementos que la constituyen.

1.4.2.2 Saneamientos y Drenajes

El drenaje de la Subestación se realizará mediante una red de desagüe formada por tubos perforados colocados en el fondo de zanjas de gravas y rellenas de material filtrante adecuadamente compactado.

Los colectores colocados en las zanjas de gravas evacuarán las aguas hacia una arqueta general de desagües que se conectará con la red de saneamiento de la zona.

El desagüe general exterior estará protegido contra la entrada de animales por medio de una malla metálica.

La conexión de los bajantes del edificio se realizará mediante arquetas a pie de bajante que conectarán con la red general antes mencionada.

En el plano “016 Drenajes” se detalla la disposición del sistema de drenaje.

1.4.2.3 Cimentación para Soportes Metálicos y Pórticos

Las fundaciones de la parte correspondiente al parque, es decir, fundaciones para soportes de aparataje de intemperie y pórticos serán de tipo “zapata aislada”. Serán de hormigón en masa (salvo armaduras para retracciones de hormigón) y llevarán incorporados los anclajes de sujeción. Las placas de anclaje de las estructuras irán sobre sus peanas (2ª fase de hormigonado). La distribución de las distintas cimentaciones en el parque de 66kV se puede ver en el plano llamado “017 Canales y Cimentaciones”.

1.4.2.4 Cimentación para Transformador y Sistema de Recuperación y Recogida de Aceite

El transformador de potencia se instalará en el parque de intemperie sobre bancada con raíles para facilitar su desplazamiento.

Esta bancada realizará también el trabajo de recuperación de aceite en el caso de una eventual fuga del mismo desde la cuba del transformador, y por lo tanto, estará unida al depósito general de recogida de aceite mediante tubos.

El depósito de recogida de aceite, conectado con la bancada del transformador, estará constituido por muretes de hormigón armado sobre solera del mismo material. La parte superior estará formada por un forjado unidireccional fabricado de hormigón armado.

La capacidad del depósito de aceite corresponderá al volumen de dieléctrico del transformador, mayorada en previsión de entrada de agua. El volumen total equivale a 1,3 veces el volumen del transformador de mayor potencia que se podría instalar en la Subestación.

1.4.2.5 Vallado Perimetral

Se ha previsto un cierre perimetral de la subestación mediante valla con la altura total marcada por el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, ITC MIE-RAT-15: (mínimo 2,20 metros).

1.4.2.6 Urbanizado de la Zona y Viales

La entrada a la subestación se realizará desde el camino asfaltado principal. La intersección de este acceso con dicha carretera se realizará de acuerdo con las normas que para el caso tenga establecida el Ministerio de Fomento.

Los viales interiores serán de firme rígido de 15 cm de hormigón HA-200 sobre una base de zahorra compactada. El ancho de los mismos será de 5 metros. Los materiales a utilizar cumplirán las Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

El acabado superficial de la subestación se realizará con grava y con un espesor mínimo de 10 cm. para obtener una resistividad superficial de 3.000 ohmios x metro.

1.4.2.7 Abastecimiento de Agua y Evacuación de Aguas Residuales

Se extraerá agua corriente de un depósito estanco para el abastecimiento de la subestación.

Las aguas fecales se conducirán desde el aseo a una fosa estanca.

1.4.2.8 Conducciones de Cables de Control y Potencia

Con objeto de proteger el recorrido de los cables de control y potencia se construirá una red de canales para cables prefabricados y zanjas enterradas, respectivamente. El conjunto de canales de cables a construir serán de fábrica de ladrillo, y cubiertos con losas de hormigón.

En los cruces con los viales se utilizarán pasatubos reforzados.

1.4.3 Obra Civil Edificio

El edificio a fabricar tiene forma de prisma rectangular de dimensiones exteriores 26600x8000 mm. Se dispondrán dos dependencias, una donde se ubicará la sala de control, los cubículos de los transformadores de servicios auxiliares y aseo y otra donde se ubicarán las cabinas de Media Tensión con aislamiento en SF6. En los planos identificados como "018 Planta Edificio" y "019 Secciones edificio" se identifican los distintos elementos de los que se compone el edificio.

El hormigón a utilizar en la cimentación y en los muros de contención será del tipo HA-25/B/20/IIa. Debajo de la cimentación y sobre la subbase se colocará una impermeabilización continua mediante una lámina de geotextil. Los trasdós de los muros de hormigón se impermeabilizarán con pintura bituminosa.

Los muros de contención que forman el sótano se realizarán in situ, junto con los pilares y jácenas, estos muros de contención estarán contruidos por hormigón armado de 30cm de espesor. En el sotano de la sala MT encontraremos dos muros de hormigón de 30cm de espesor, centrados en el sótano y separados 0.80m, que dividen el sótano en tres fosos. Los dos fosos extremos son para el paso de los cables de potencia desde/hacia el exterior y la ubicación de las cabinas sobre bancadas metálicas ancladas a la losa del sotano y a los muros, se formara un suelo metalico a base de chapas para tapar los huecos que queden libres tras instalar las cabinas . El foso central se ha diseñado para formar un pasillo de forjado colaborante en la Planta Baja, a ambos lados de este pasillo quedarían ubicadas las cabinas MT que se monten.

En la zona donde se encuentran la Sala Control, las salas de transformadores SSAA y aseo, no hay sótano. Se ha cimentado en un nivel superior, dejando un paso libre de 40cm para colocar un suelo tecnico en la Sala de Control y facilitar así el paso y distribución del cableado de control. Para soporte de los armarios de control, se ha previsto bancadas metálicas para 3 armarios. Todas compuestas por la misma perfilera y con una altura total de la bancada en cada caso de 0,45 metros, enrasandose así con el suelo tecnico.

Las distintas salas de las que se compone el edificio estaran sectorizadas entre ellas, con comunicación mediante una puerta RF-120, con mecanismo antipánico aquellas que sean de evacuación.

Las separaciones y sectorizaciones de Planta Baja se realizarán con muros de bloque de hormigón, con revoco de mortero de c.p. por sus dos caras.

El cerramiento del edificio estará formado, de afuera hacia dentro, por:

- Enfoscado Mortero Monocapa.
- Citara L.H.D.
- Enfoscado Mortero.

- Espuma proyectada de poliuretano.
- Citara L.H.D.
- Guarnecido y Enlucido con Yeso.

El forjado será de placas alveolares pretensadas con una capa de compresión de 5 cm armada con mallazo. La cubierta será inclinada a cuatro aguas, con pendiente del 30 % formada por tabiques palomeros cada 0,80 m, tableros machihembrados y teja mixta cerámica, con piezas especiales de ventilación. Aislamiento a base de lana de roca. Para evacuación de aguas pluviales de cubierta, se prevé en los aleros la colocación de una canal de diámetro interior mínimo 20 cm con un bajante de PVC, en una de las esquinas, de diámetro 125 mm.

La cota 0,00 se toma en el exterior del edificio, concretamente en el nivel superior de gravas del parque. El pavimento acabado de la acera exterior perimetral al edificio estará al nivel + 0,15. El nivel del pavimento acabado de la Planta Baja del edificio se prevé en la cota +0,25.

Se realizará la red de tierras mediante una malla formada por cable de Cu de 95mm² que deberá estar conectada en varios puntos a la malla existente en la subestación.

1.4.4 Estructura Metalica

Tanto para fijación de conductores aéreos como para soportes de aparatos se utilizarán estructuras metálicas formadas por perfiles de la serie de fabricación normalizada de alma llena, con acero S275-JR según norma UNE EN 10025, exigiéndole la calidad soldable y llevarán una protección de superficie galvanizada ejecutada de acuerdo a la norma UNE EN ISO 1461:2010 y UNE EN ISO 14713, siendo su peso en zinc de 5 grs. por dm² de superficie galvanizada. Este proceso de galvanizado en caliente se ejecutara una vez construida la estructura con objeto de asegurar una eficaz protección contra la corrosión.

Estas estructuras se complementaran con tornillería y herrajes auxiliares para fijación de cajas de centralización, sujeción de cables y demás elementos accesorios.

Las estructuras se diseñaran para admitir:

- Peso propio.
- Cargas estáticas transmitidas por los aparatos.
- Cargas dinámicas transmitidas por el aparellaje 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/cm².

1.5 Características de Diseño

1.5.1 Normativa Aplicable

El diseño y construcción se regulará por el Real Decreto 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, publicado en el BOE núm. núm. 139, de 9 de junio de 2014.

1.5.2 Justificación Parametros de Diseño Posición Salida de Linea 66kV

Se establecen a continuación los criterios y/o cálculos adoptados para la definición de los elementos constituyentes de la instalación:

1.5.2.1 Coordinacion de Aislamiento

Los niveles de aislamiento nominales serán los siguientes, de acuerdo a la ITC MIE-RAT12:

- | | |
|---|------|
| • Tensión más elevada para el material (kVef) | 72.5 |
| • Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kVcr) | 325 |
| • Tensión soportada nominal de corta duración a f.i. (kVef) | 140 |

La selección de los pararrayos-autoválvulares, deberá realizarse de modo que no se supere en ningún elemento del parque los niveles de tensión soportada a impulsos tipo rayo. Para ello, la descarga del pararrayos deberá garantizar una tensión residual inferior a 270 kVcr (coeficiente de seguridad > 1.2).

1.5.2.2 Intensidad Nominal Aparellaje

Se adoptará un valor normalizado para la intensidad nominal del aparellaje de 1250 A (a excepción de los transformadores de medida y protección).

Transformadores de intensidad

De acuerdo al esquema de protecciones normalizado por Endesa, los transformadores de intensidad deberán disponer de al menos cuatro circuitos secundarios: uno para medida y tres para protección.

La intensidad nominal secundaria será de 5 A, compatible con la de los equipos de medida y relés a conectar. La intensidad nominal primaria, estará definida en función de la intensidad nominal de la línea mayorada en al menos un 40 %, para permitir la adecuada regulación de los relés de protección. De acuerdo a este criterio, se adopta una relación de transformación de 400-800/5-5-5-5 A para las líneas de evacuación y de 1000-2000/5-5-5-5 A para el resto de las líneas.

El factor límite de precisión (FLP) deberá garantizar el correcto funcionamiento de los transformadores para los valores máximos de cortocircuito esperables. Se adopta un valor de diseño de 30, por lo que la intensidad de cortocircuito trifásico deberá estar por debajo de 24 kA.

1.5.2.3 Intensidades de Cortocircuito

Estos valores han sido calculados por el Dpto. Protecciones y Telecontrol de Endesa distribución, para lo cual se han incluido en el modelo existente de la Red las nuevas líneas de 66 kV, obteniéndose los siguientes valores para las intensidades de cortocircuito máximas esperables:

- Intensidad de cortocircuito trifásico: 11,707 kA.
- Intensidad de defecto a tierra (intensidad por la fase): 12,127 kA.

En ambos casos, los valores se encuentran por debajo de los 24 kA, por lo que el FLP de los transformadores de intensidad se considera adecuado.

Por otro lado, el aparellaje deberá estar diseñado con valores de intensidad límite térmica superiores a 11,707 kA, adoptándose como valor normalizado 31.5 kA (para un nivel de tensión de 66 kV).

1.5.3 Justificación Parametros de Diseño Posición Transformación 66/15kV

Se establecen a continuación los criterios y/o cálculos adoptados para la definición de los elementos constituyentes de la instalación:

1.5.3.1 Coordinación de Aislamiento

Los niveles de aislamiento nominales serán los siguientes, de acuerdo a la ITC MIE-RAT12:

LADO DE ALTA DEL TRANSFORMADOR (66 kV)

- Tensión más elevada para el material (kVef) 72.5
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kVcr) 325
- Tensión soportada nominal de corta duración a f.i. (kVef) 140

La selección de los pararrayos-autovalvulares deberá realizarse de modo que garantice que la tensión en las bornas de alta del transformador no supera la tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo. Para ello, la descarga del pararrayos deberá asegurar una tensión en bornas de alta del transformador inferior a 270 kVcr (coeficiente de seguridad > 1,2). Por tanto, la tensión residual (10 kA 8/20 nseg) del pararrayos facilitada por el fabricante incrementada por el efecto de la conexión del mismo no será superior a los 270 kVcr.

LADO DE BAJA DEL TRANSFORMADOR (15 kV)

- Tensión más elevada para el material (kVef) 24
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kVcr) 125
- Tensión soportada nominal de corta duración a f.i. (kVef) 50

La selección de los pararrayos-autovalvulares deberá realizarse de modo que garantice que la tensión en las bornas de alta del transformador no supera la tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo. Para ello, la descarga del pararrayos deberá asegurar una tensión en bornas de alta del transformador inferior a 104

kVcr (coeficiente de seguridad > 1,2). Por tanto, la tensión residual (10 kA 8/20 nseg) del pararrayos facilitada por el fabricante incrementada por el efecto de la conexión del mismo no será superior a los 104 kVcr.

1.5.3.2 Intensidad Nominal Aparellaje

LADO DE ALTA DEL TRANSFORMADOR (66 kV)

La intensidad nominal del primario del transformador es:

$$I_{n1} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times V_N} = \frac{20.000.000}{\sqrt{3} \times 66.000} = 174,95 \text{ Amperios (A)}$$

Siendo,

S_N , la potencia nominal del transformador en voltiamperios (VA).

V_N , la tensión nominal del lado de alta del transformador en Voltios (V).

El aparellaje deberá estar diseñado para intensidades nominales superiores a 174,95 A, mayorado dicho valor en al menos un 40% (244,94 A) adoptándose como valor normalizado 1250 A (a excepción de los transformadores de medida y protección).

Transformadores de intensidad

De acuerdo al esquema de protecciones normalizado por Endesa, los transformadores de intensidad deberán disponer de al menos cuatro circuitos secundarios: uno para medida y tres para protección.

La intensidad nominal secundaria será de 5 A, compatible con la de los equipos de medida y relés a conectar. La intensidad nominal primaria, estará definida en función de la intensidad nominal del primario del transformador (175,16 A) mayorada en al menos un 40 %, para permitir la adecuada regulación de los relés de protección. De acuerdo a este criterio, se adopta una relación de transformación de 200-400 /5-5-5-5 A.

El factor límite de precisión (FLP) deberá garantizar el correcto funcionamiento de los transformadores para los valores máximos de cortocircuito esperables. Se adopta un valor de diseño de 30, por lo que la intensidad de cortocircuito trifásico deberá estar por debajo de 12 kA (en el caso de relación 400).

LADO DE BAJA DEL TRANSFORMADOR (15 kV)

La intensidad nominal del secundario del transformador es:

$$I_{n2} = \frac{S_N}{\sqrt{3} \times V_N} = \frac{20.000.000}{\sqrt{3} \times 15.000} = 769,80 \text{ Amperios (A)}$$

Siendo,

S_N , la potencia nominal del transformador en voltiamperios (VA).

V_N , la tensión nominal del lado de alta del transformador en Voltios (V).

El aparellaje deberá estar diseñado para intensidades nominales superiores a 769,80 A, mayorado dicho valor en al menos un 40% (1077,72 A), adoptándose como valor normalizado 2.000 A (a excepción de los transformadores de medida y protección).

Transformadores de intensidad

De acuerdo al esquema de protecciones normalizado por Endesa, los transformadores de intensidad deberán disponer de al menos tres circuitos secundarios: uno para medida y dos para protección.

La intensidad nominal secundaria será de 5 A, compatible con la de los equipos de medida y relés a conectar. La intensidad nominal primaria, estará definida en función de la intensidad nominal del secundario del transformador (770,71 A) mayorada en al menos un 40 %, para permitir la adecuada regulación de los relés de protección. De acuerdo a este criterio, se adopta una relación de transformación de 1000-2000/5-5-5 A.

El factor límite de precisión (FLP) deberá garantizar el correcto funcionamiento de los transformadores para los valores máximos de cortocircuito esperables. Se adopta un valor de diseño de 20, por lo que la intensidad de cortocircuito trifásico deberá estar por debajo de 20 kA.

1.5.3.3 Intensidad de Cortocircuito

LADO DE ALTA DEL TRANSFORMADOR (66 kV)

Estos valores han sido calculados por el Dpto. Protecciones y Telecontrol de Endesa, para lo cual se ha incluido en el modelo existente de la Red la nueva posición de trafo, obteniéndose un valor de 11,7kA para la intensidad de cortocircuito trifásica.

Dado que el valor se encuentra por debajo de los 12 kA, el FLP de los transformadores de intensidad se considera adecuado.

El aparellaje estará diseñado con valor normalizado de intensidad límite térmica de 31,5kA (para un nivel de tensión de 66 kV).

LADO DE BAJA DEL TRANSFORMADOR (15 kV)

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito en el lado de baja del transformador suponemos que únicamente se encuentra limitada por la impedancia propia del transformador y que durante el cortocircuito se mantiene constante la tensión en bornas del primario del transformador (red de potencia infinita), por tanto:

La intensidad de cortocircuito en el lado de baja del transformador es:

$$I_{CC_2} = \frac{I_{N2}}{10 \times V_{CC}} = \frac{769,80}{10 \times 10} = 7,698 \text{ Kiloamperios (kA)}$$

Siendo,

I_{N2} , La intensidad nominal del secundario del transformador en amperios (A).

V_{cc} , La tensión cortocircuito porcentual del transformador (10%).

Dado que el valor se encuentra por debajo de los 20 kA, el FLP de los transformadores de intensidad se considera adecuado.

Por otro lado, el aparellaje deberá estar diseñado con valores de intensidad límite térmica superiores a 7,70 kA, adoptándose como valor normalizado 25 kA (para un nivel de tensión de 15 kV).

Sabiendo la I_{cc2} , se calcula la I que circula por AT (I_{cc1}) mediante la expresión:

$$I_{cc1} = \frac{I_{cc2}}{\text{Relación transformación del trafo}} = \frac{7,70}{66/15} = 1,75 \text{ Kiloamperios (kA)}$$

Dado que el valor se encuentra por debajo de los 12 kA, el FLP de los transformadores de intensidad se considera adecuado.

1.5.4 Justificación Parametros de Diseño Posición Salida de Linea 15kV

Se establecen a continuación los criterios y/o cálculos adoptados para la definición de los elementos constituyentes de la instalación:

1.5.4.1 Coordinacion de Aislamiento

Los niveles de aislamiento nominales serán los siguientes, de acuerdo a la ITC MIE-RAT12:

- | | |
|---|-----|
| - Tensión más elevada para el material (kVef) | 24 |
| - Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo (kVcr) | 125 |
| - Tensión soportada nominal de corta duración a f.i. (kVef) | 50 |

1.5.4.2 Intensidad Nominal Aparellaje

Se adoptará un valor normalizado para la intensidad nominal del aparellaje de 630 A (a excepción de los transformadores de medida y protección).

Transformadores de intensidad

De acuerdo al esquema de protecciones normalizado por Endesa, los transformadores de intensidad deberán disponer de un circuito secundario para protección.

La intensidad nominal secundaria será de 5 A, compatible con la de los equipos de medida y relés a conectar. La intensidad nominal primaria, estará definida en función de la intensidad nominal de la línea mayorada en al menos un 40 %, para permitir la adecuada regulación de los relés de protección. Se adopta una relación de transformación de 600/5 A

El factor límite de precisión (FLP) deberá garantizar el correcto funcionamiento de los transformadores para los valores máximos de cortocircuito esperables. Se adopta un valor de diseño de 30, por lo que la intensidad de cortocircuito trifásico deberá estar por debajo de 18 kA.

1.5.4.3 Intensidades de Cortocircuito

Estos valores han sido calculados por el Dpto. Protecciones y Telecontrol de Endesa distribución, para lo cual se han incluido en el modelo existente de la Red las nuevas líneas de 66 kV, obteniéndose los siguientes valores para las intensidades de cortocircuito máximas esperables:

- Intensidad de cortocircuito trifásico: 6,280 kA.

Dado que el valor se encuentra por debajo de los 18 kA, el FLP de los transformadores de intensidad se considera adecuado.

Por otro lado, el aparellaje deberá estar diseñado con valores de intensidad límite térmica superiores a 6,280 kA, adoptándose como valor normalizado 25 kA (para un nivel de tensión de 15 kV).

1.5.5 Características Generales de Diseño

CARACTERÍSTICAS	UND.	POS. 66 kV.	POS. 15 kV.
Tensión nominal	kV.	66	15
Tensión más elevada para el material	kV.	72,5	24
Frecuencia nominal	Hz.	50	50
Tensión soportada f.i.	kV.	140	50
Tensión soportada rayo	kV.	325	125
Conexión del neutro		Neutro Aislado	Reactancia limit.300 A + Resistencia
Línea mínima fuga aisladores	mm.	1813	600
Intensidad nominal barras	A.	2000	2000
Intensidad nominal pos. línea	A.	1250	630
Intensidad nominal pos. transf.	A.	1250	2000
Intensidad nominal posición de acople	A	2000	2000
Intensidad máxima de defecto trifásico	kA.	31,5	25
Duración del defecto trifásico	seg.	1	1

Tabla 1-1. Características generales de diseño

1.6 Posiciones 66kV

1.6.1 Disposición de las Instalaciones de 66kV

1.6.1.1 Distancias de aislamiento

De acuerdo con los valores de tensiones soportadas a impulsos tipo rayo y aplicando lo preceptuado en la ITC-RAT-12, las distancias mínimas de aislamiento serán las siguientes:

- Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo. 325 kV (cresta).
- Distancia mínima en el aire entre fases y entre fases y tierra. 63 cm

1.6.1.2 Pasillos y áreas de protección

Aplicando lo establecido en la ITC-RAT-15:

- Pasillo mínimo de maniobra con elementos en tensión a un solo lado: 100 cm
- Pasillo mínimo de maniobra con elementos en tensión a ambos lados: 120 cm
- Pasillo mínimo de inspección con elementos en tensión a un solo lado: 80 cm
- Pasillo mínimo de inspección con elementos en tensión a ambos lados: 100 cm
- Altura sobre elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos: 313 cm

$$H = 250 + d$$

$$d = (\text{ITC-RAT-12}) = 63 \text{ cm}$$

- Zona de protección contra contactos accidentales desde el exterior de la instalación: 213 cm

$$G = 150 + d$$

$$d = (\text{ITC-RAT-12}) = 63 \text{ cm}$$

- En las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo el borde superior de la base metálica de los aisladores, estará situada a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm. En el caso de que dicha altura sea menor a 230 cm, será necesario establecer sistemas de protección.

1.6.1.3 Embarrados y Cables de Potencia

- Embarrados principales de 66kV:
Tubo de aluminio de diámetro 120/104 mm (Intensidad admisible 3210 A)
- Conexiones entre aparatos:
Cable de cobre desnudo de 236 mm² en posiciones de línea de 66 kV y de primario transformador.
Cable de cobre desnudo de 2x400 mm² en posición de acople 66 kV.

Las conexiones cobre-cobre se realizarán con conectores de bronce y las de cobre-aluminio se realizarán con conectores monometálicos (ánodo masivo).

1.6.2 Características de los Equipos Materiales Parque 66kV

1.6.2.1 Posición de Salida de Línea 66kV

- Seccionador tripolar de barra:
 - N°. de polos 3
 - Instalación Intemperie
 - Tensión asignada kV 72,5
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef.
 - Tensión soportada rayo kV.cresta
 - A tierra y entre polos 140
 - Sobre distancia de seccionamiento 160
 - Tensión soportada rayo kV.cresta
 - A tierra y entre polos 325
 - Sobre distancia de seccionamiento 375
 - Intensidad nominal A 1250
 - Intensidad límite térmica kA 31,5
 - Accionamiento cuchillas principales Tripolar Manual

- Interruptor tripolar
 - N°. de polos 3
 - Instalación Intemperie
 - Medio de extinción y aislamiento SF₆
 - Tensión asignada kV 72,5
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef. 140
 - Tensión soportada rayo kV.cresta 325
 - Intensidad nominal A 1250
 - Poder de corte nominal de c.c. kA 31,5
 - Poder de cierre nominal de c.c. kA 80
 - Factor del primer polo 1,5
 - Secuencia maniobra nominal O-0,3s-CO-1min-CO
 - Mando Motorizado, resorte con una bobina de cierre y dos de apertura, relé antibombeo v contactos auxiliares de señalización.

- Transformador de intensidad líneas de evacuación
 - Instalación Intemperie
 - Tensión asignada kV 72,5
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef. 140
 - Tensión soportada rayo kV.cresta 325
 - Relación de transformación A 400-800/5-5-5-5
 - Potencias de precisión simultáneas VA
 - 1^{er}. Núcleo 10 cl. 0,2s
 - 2^o. Núcleo 20 cl. 0,5
 - 3^{er}. Núcleo 30 5P30
 - 4^o. Núcleo 30 5P30
 - Intensidad límite térmica kA 31,5
 - Intensidad dinámica kA 80

- Transformador de intensidad resto de líneas

		Intemperie
○ Instalación		
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Relación de transformación	A	1000-2000/5-5-5-5
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	10 cl. 0,2s
	2 ^o . Núcleo	20 cl. 0,5
	3 ^{er} . Núcleo	30 5P30
	4 ^o . Núcleo	30 5P30
○ Intensidad límite térmica	kA	31,5
○ Intensidad dinámica	kA	80

- Transformador de intensidad de Facturación para líneas de evacuación

		Intemperie
○ Instalación		
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Relación de transformación	A	500/5
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	10 cl. 0,2s
○ Intensidad límite térmica	kA	31,5
○ Intensidad dinámica	kA	80

- Seccionador tripolar con p.a.t.
 - N°. de polos 3
 - Instalación Intemperie
 - Tensión asignada kV 72,5
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef.
 - A tierra y entre polos 140
 - Sobre distancia de seccionamiento 160
 - Tensión soportada rayo kV.cresta
 - A tierra y entre polos 325
 - Sobre distancia de seccionamiento 375
 - Intensidad nominal A 1250
 - Intensidad límite térmica kA 31,5
 - Accionamiento cuchillas principales Tripolar Manual
 - Accionamiento cuchillas p.a.t. Tripolar Manual

- Pararrayos autoválvulas
 - Instalación Intemperie
 - Tipo ZnO
 - Conexión Fase-Tierra
 - Tensión nominal de red kV 66
 - Intensidad nominal descarga kA 10
 - Nivel de aislamiento externo kV 140/325
 - Tensión residual, 8/20 μ s, 10kA kV 198

- Transformador de tensión líneas de evacuación

○ Instalación		Intemperie
○ Tipo		Inductivo
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Factor de tensión		<i>1,2 Continuo; 1,5 / 30seg.</i>
○ Relación de transformación	kV	$\frac{66000:\sqrt{3}}{110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3}}$
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	20 cl. 0,2
	2 ^o . Núcleo	30 cl. 0,5-3P
	3 ^{er} . Núcleo	30 cl. 0,5-3P

- Transformador de tensión líneas Don Rodrigo-1 y Don Rodrigo-2

○ Instalación		Intemperie
○ Tipo		Inductivo
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Factor de tensión		<i>1,2 Continuo; 1,5 / 30seg.</i>
○ Relación de transformación	kV	$\frac{66000:\sqrt{3}}{110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3}}$
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	30 cl. 0,5-3P
	2 ^o . Núcleo	30 cl. 0,5-3P

Para las líneas cuya comunicación es mediante onda portadora (línea Utrera y línea Morón) los transformadores de tensión serán capacitivos y llevarán bobina de bloqueo y caja de acoplo. Las características son:

- Transformador de tensión

○ Instalación		Intemperie
○ Tipo		Capacitivo
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Factor de tensión		<i>1,2 Continuo; 1,5 / 30seg.</i>
○ Relación de transformación	kV	$\frac{66000:\sqrt{3}}{110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3}}$
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	30 cl. 0,5-3P
	2 ^o . Núcleo	30 cl. 0,5-3P
○ Capacidad (C1+C2)	pF	>5000

- Bobina de bloqueo

○ Instalación		Intemperie
○ Intensidad nominal	A	800
○ Inductancia nominal	mH	0,5
○ Intensidad térmica	kA. (1 seg)	31,5

- Caja de acoplo

○ Margen frecuencia trabajo	kHz	40-500
○ Onda de choque (1.2/50 μ s)	kVp	5
○ Tensión aislamiento (50 Hz – 1min)	kV ef.	5
○ Impedancia lado equipo	Ω	75 a 125
○ Impedancia lado línea	Ω	60 a 750

1.6.2.2 Posición de Tensión de Barras 66kV

- Transformador de tensión (en fase central)

○ Instalación		Intemperie
○ Tipo		Inductivo
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Factor de tensión		<i>1,2 Continuo; 1,5 / 30seg.</i>
○ Relación de transformación	kV	$\frac{66000:\sqrt{3}}{110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3} - 110:\sqrt{3}}$
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	20 cl. 0,2
	2 ^o . Núcleo	25 cl. 0,5-3P
	3 ^{er} . Núcleo	25 cl. 0,5-3P

1.6.2.3 Posición de Primario de Transformador 66/15kV

- Seccionador tripolar de barra:
 - N°. de polos 3
 - Instalación Intemperie
 - Tensión asignada kV 72,5
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef.
 - A tierra y entre polos 140
 - Sobre distancia de seccionamiento 160
 - Tensión soportada rayo kV.cresta
 - A tierra y entre polos 325
 - Sobre distancia de seccionamiento 375
 - Intensidad nominal A 1250
 - Intensidad límite térmica kA 31,5
 - Accionamiento cuchillas principales Tripolar Manual

- Interruptor tripolar:
 - N°. de polos 3
 - Instalación Intemperie
 - Medio de extinción y aislamiento SF6
 - Tensión asignada kV 72,5
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef. 140
 - Tensión soportada rayo kV.cresta 325
 - Intensidad nominal A 1250
 - Poder de corte nominal de c.c. kA 31,5
 - Poder de cierre nominal de c.c. kA 80
 - Factor del primer polo 1,5
 - Secuencia maniobra nominal O-0,3s-CO-1min-CO
 - Mando Motorizado, resorte con una bobina de cierre y dos de apertura, relé antibombeo v contactos auxiliares de señalización.

- Transformador de intensidad

○ Instalación		Intemperie
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Relación de transformación	A	200-400/5-5-5-5
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	10 cl. 0,2s
	2 ^o . Núcleo	20 cl. 0,5
	3 ^{er} . Núcleo	30 5P30
	4 ^o . Núcleo	30 5P30
○ Intensidad límite térmica	kA	31,5
○ Intensidad dinámica	kA	80

- Transformador de tensión

○ Instalación		Intemperie
○ Tipo		Inductivo
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Factor de tensión		<i>1,2 Continuo; 1,5 / 30seg.</i>
○ Relación de transformación	kV	$\frac{66000 \cdot \sqrt{3}}{110 \cdot \sqrt{3} - 110 \cdot \sqrt{3} - 110 \cdot \sqrt{3}}$
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	20 cl. 0,2
	2 ^o . Núcleo	30 cl. 0,5-3P
	3 ^{er} . Núcleo	30 cl. 0,5-3P

1.6.2.4 Posición de Acople Transversal de Barras 66kV

- Seccionador tripolar de barra:
 - N°. de polos 3
 - Instalación Intemperie
 - Tensión asignada kV 72,5
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef.
 - A tierra y entre polos 140
 - Sobre distancia de seccionamiento 160
 - Tensión soportada rayo kV.cresta
 - A tierra y entre polos 325
 - Sobre distancia de seccionamiento 375
 - Intensidad nominal A 2000
 - Intensidad límite térmica kA 31,5
 - Accionamiento cuchillas principales Tripolar Manual

- Interruptor tripolar
 - N°. de polos 3
 - Instalación Intemperie
 - Medio de extinción y aislamiento SF6
 - Tensión asignada kV 72,5
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef. 140
 - Tensión soportada rayo kV.cresta 325
 - Intensidad nominal A 2000
 - Poder de corte nominal de c.c. kA 31,5
 - Poder de cierre nominal de c.c. kA 80
 - Factor del primer polo 1,5
 - Secuencia maniobra nominal O-0,3s-CO-1min-CO
 - Mando Motorizado, resorte con una bobina de cierre y dos de apertura, relé antibombeo v contactos auxiliares de señalización.

- Transformador de intensidad

○ Instalación		Intemperie
○ Tensión asignada	kV	72,5
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	140
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	325
○ Relación de transformación	A	1000-2000/5-5-5-5
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	10 cl. 0,2s
	2 ^o . Núcleo	20 cl. 0,5
	3 ^{er} . Núcleo	30 5P30
	4 ^o . Núcleo	30 5P30
○ Intensidad límite térmica	kA	31,5
○ Intensidad dinámica	kA	80

1.7 Posiciones de 15kV

1.7.1 Disposición de las Instalaciones de 15kV

1.7.1.1 Distancias de aislamiento

De acuerdo con los valores de tensiones soportadas a impulsos tipo rayo y aplicando lo preceptuado en la ITC-RAT-12, las distancias mínimas de aislamiento serán las siguientes:

- Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo. 125 kV (cresta).
- Distancia mínima en el aire entre fases y entre fases y tierra. 22 cm

1.7.1.2 Pasillos y áreas de protección

Aplicando lo establecido en la ITC-RAT-15:

- Pasillo mínimo de maniobra con elementos en tensión a un solo lado: 100 cm
- Pasillo mínimo de maniobra con elementos en tensión a ambos lados: 120 cm
- Pasillo mínimo de inspección con elementos en tensión a un solo lado: 80 cm
- Pasillo mínimo de inspección con elementos en tensión a ambos lados: 100 cm
- Altura sobre elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos: 272 cm

$$H = 250 + d$$

$$d = (\text{ITC-RAT-12}) = 63 \text{ cm}$$

- Zona de protección contra contactos accidentales desde el exterior de la instalación: 213 cm

$$G = 150 + d$$

$$d = (\text{ITC-RAT-12}) = 22 \text{ cm}$$

- En las zonas accesibles, la parte más baja de cualquier elemento aislante, por ejemplo el borde superior de la base metálica de los aisladores, estará situada a la altura mínima sobre el suelo de 230 cm. En el caso de que dicha altura sea menor a 230 cm, será necesario establecer sistemas de protección.

1.7.1.3 Embarrados y Cables de Potencia

- Salida de 15 kV del transformador:

Para la conexión del transformador de potencia 66/15 kV con la posición de 15 kV se utilizarán conductores aislados (2 por fase) Al 500 mm² EPR o XLPE de la serie 18/30 kV. Para la conexión del transformador de potencia 66/15 kV con la reactancia se utilizarán conductores aislados Al 240 mm² EPR o XLPE de la serie 18/30 kV.

- Conexión reactancia de alta impedancia con resistencia p.a.t.:

Tubo de Cu 30/25 mm.

Las conexiones cobre-cobre se realizarán con conectores de bronce y las de cobre-aluminio se realizarán con conectores monometálicos (ánodo masivo).

Las celdas de línea estarán previstas para la entrada de un cable aislado por fase de 18/30 kV, Al 240 mm² EPR o XLPE con sus correspondientes botellas terminales.

La celda de servicios auxiliares estará prevista para la entrada de un cable aislado por fase de 18/30 kV, Al 95 mm² EPR o XLPE con sus correspondientes botellas terminales.

1.7.2 Características de los Equipos Materiales Parque de 15kV

1.7.2.1 Celdas de Salida de Linea

- Seccionador tripolar de tres posiciones:

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	50
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	125
○ Intensidad nominal	A	630
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Accionamiento cuchillas principales		Manual/Motorizado

- Seccionador tripolar de dos posiciones:

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	50
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	125
○ Intensidad nominal	A	630
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Accionamiento cuchillas principales		Manual/Motorizado

- Interruptor tripolar

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Medio de extinción y aislamiento		SF6
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Intensidad nominal	A	630
○ Intensidad de corte	kA ef.	25
○ Secuencia maniobra nominal		O-0,3s-CO-15seg.-CO
○ Mando		Motorizado, resorte con una bobina de cierre y dos de apertura, relé antibombeo v contactos auxiliares de señalización.

- Transformador de intensidad

○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Aislamiento		Seco
○ Relación de transformación	A	300-600/5-5
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	10 cl. 0,2s
	2 ^o . Núcleo	15 cl. 5P30
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Sobreintensidad admisible en permanencia		1,2xIn

- Transformador de tensión

○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Aislamiento		Seco
○ Relación de transformación	kV	$22000: \sqrt{3}$
		$\frac{110: \sqrt{3} - 110: \sqrt{3} - 110: 3}{}$
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	15 cl. 0,2
	2 ^o . Núcleo	15 cl. 0,5-3P
	3 ^{er} . Núcleo	10 cl. 6P
○ Factor de tensión		1,9 Un / 8h

- Transformador de intensidad toroidal para neutro sensible

○ Instalación		Interior
○ Relación de transformación	A	20/1
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	0,3 Ω
○ Intensidad máxima admisible durante 1seg (kA)		20

- Transformador de intensidad toroidal para facturación

○ Instalación		Interior
○ Aislamiento		Seco
○ Relación de transformación	A	60/5
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	10 cl. 0,2s
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Sobreintensidad admisible en permanencia		1,2xIn

1.7.2.2 Celda de Secundario de Transformador 66/15kV

- Seccionador tripolar de tres posiciones:

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	50
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	125
○ Intensidad nominal	A	2000
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Accionamiento cuchillas principales		Manual/Motorizado

- Seccionador tripolar de dos posiciones:

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	50
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	125
○ Intensidad nominal	A	2000
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Accionamiento cuchillas principales		Manual/Motorizado

- Interruptor tripolar

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Medio de extinción y aislamiento		SF6
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Intensidad nominal	A	2000
○ Intensidad de corte	kA ef.	25
○ Secuencia maniobra nominal		O-0,3s-CO-15seg.-CO
○ Mando	Motorizado, resorte con una bobina de cierre y dos de apertura, relé antibombeo v contactos auxiliares de señalización.	

- Transformador de intensidad

○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Aislamiento		Seco
○ Relación de transformación	A	1000-2000/5-5-5
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	10 cl. 0,2s
	2 ^o . Núcleo	10 cl. 5P20
	3 ^{er} . Núcleo	10 cl. 5P20
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Sobreintensidad admisible en permanencia		1,2xIn

- Transformador de tensión

○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Aislamiento		Seco
○ Relación de transformación	kV	$22000: \sqrt{3}$
		$\frac{110: \sqrt{3} - 110: \sqrt{3} - 110: 3}{}$
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	15 cl. 0,2
	2 ^o . Núcleo	15 cl. 0,5-3P
	3 ^{er} . Núcleo	10 cl. 6P
○ Factor de tensión		1,9 Un / 8h

1.7.2.3 Celda de Servicios Auxiliares

- Seccionador tripolar de tres posiciones:

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	50
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	125
○ Intensidad nominal	A	630
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Accionamiento cuchillas principales		Manual/Motorizado

- Seccionador tripolar de dos posiciones:

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Tensión soportada f.i.	kV.ef.	50
○ Tensión soportada rayo	kV.cresta	125
○ Intensidad nominal	A	630
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Accionamiento cuchillas principales		Manual/Motorizado

- Interruptor tripolar

○ N°. de polos		3
○ Instalación		Interior
○ Medio de extinción y aislamiento		SF6
○ Tensión asignada	kV	24
○ Frecuencia nominal	Hz	50
○ Intensidad nominal	A	630
○ Intensidad de corte	kA ef.	25
○ Secuencia maniobra nominal		O-0,3s-CO-15seg.-CO
○ Mando	Motorizado, resorte con una bobina de cierre y dos de apertura, relé antibombeo v contactos auxiliares de señalización.	

- Transformador de intensidad

○ Instalación		Interior
○ Tensión asignada	kV	24
○ Aislamiento		Seco
○ Relación de transformación	A	100/5
○ Potencias de precisión simultáneas	VA	
	1 ^{er} . Núcleo	7,5 cl. 5P30
○ Intensidad límite térmica	kA	25
○ Sobreintensidad admisible en permanencia		1,2xIn

1.7.2.4 Celda de Acoplamiento Transversal y Medida de Barras

- Seccionador tripolar de dos posiciones:
 - N°. de polos 3
 - Instalación Interior
 - Tensión asignada kV 24
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Tensión soportada f.i. kV.ef. 50
 - Tensión soportada rayo kV.cresta 125
 - Intensidad nominal A 2000
 - Intensidad límite térmica kA 25
 - Accionamiento cuchillas principales Manual/Motorizado

- Interruptor tripolar
 - N°. de polos 3
 - Instalación Interior
 - Medio de extinción y aislamiento SF6
 - Tensión asignada kV 24
 - Frecuencia nominal Hz 50
 - Intensidad nominal A 2000
 - Intensidad de corte kA ef. 25
 - Secuencia maniobra nominal O-0,3s-CO-15seg.-CO
 - Mando Motorizado, resorte con una bobina de cierre y dos de apertura, relé antibombeo v contactos auxiliares de señalización.

- Transformador de tensión
 - Instalación Interior
 - Tensión asignada kV 24
 - Aislamiento Seco
 - Relación de transformación kV $\frac{22000:\sqrt{3}}{110:\sqrt{3}} - 110:3$
 - Potencias de precisión simultáneas VA
 - 1^{er}. Núcleo 15 cl. 0,5-3P
 - 2^o. Núcleo 10 cl. 6P
 - Factor de tensión 1,9 Un / 8h

1.7.3 Enclavamientos celdas 15kV

Los enclavamientos eléctricos, mecánicos y electromagnéticos incorporados en las cabinas actuarán según las siguientes funciones:

- No será posible maniobrar el seccionador de puesta a tierra con el interruptor automático cerrado.
- Con la manilla de accionamiento del seccionador en posición insertada, no podrá ser cerrado el interruptor automático (enclavamiento mecánico).
- El interruptor automático solo se podrá conectar en las posiciones extremas del seccionador (abierto/cerrado).
- La manilla de accionamiento del seccionador solamente podrá ser extraída o introducida en sus posiciones extremas, una vez realizada la maniobra completa del aparato (enclavamiento mecánico).
- Con la manilla de accionamiento del seccionador en el eje de maniobra quedarán eliminadas las maniobras eléctricas.
- Con el seccionador conectado a tierra solo se podrá cerrar el interruptor automático mediante el pulsador de cierre mecánico situado en el frente de la celda.
- No podrá ser abierto el seccionador de puesta a tierra hasta que haya sido abierto el interruptor automático mediante su pulsador mecánico.
- El acceso a cables solo será posible cuando éstos hayan sido puestos a tierra a través del seccionador de puesta a tierra y el cierre del interruptor automático.

1.8 Posición de Transformación

Se instalará un transformador 66/15 kV de 16/20MVA. El neutro de 15 kV se conectará a tierra a través de una impedancia que limitará la corriente de defecto a 300 A.

- Transformador de potencia 66/15kV
 - Relación de transformación kV 66±11x1/27±4 – 15,6±2,3
 - Potencia por arrollamiento MVA
 - Lado A.T. 16-20
 - Lado M.T. 16-20
 - Grupo de conexión YNyn0-YNd11
 - Dispositivo de cambio de tensiones
 - Lado A.T. Reg. en carga 23 pos.
 - Lado B.T. Regulador en vacio
 - Clase de refrigeración ONAN-ONAF
 - Tensión cortocircuito 10% base 20

- Pararrayos autoválvulas
 - Instalación Intemperie
 - Tipo ZnO
 - Conexión Fase-Tierra
 - Tensión nominal de red kV 66
 - Intensidad nominal descarga kA 10
 - Nivel de aislamiento externo kV 140/325
 - Tensión residual, 8/20µs, 10kA kV 198

- Transformador de intensidad toroidal de puesta a tierra
 - Instalación Intemperie
 - Aislamiento Resina cicloalifática
 - Tensión más elevada para el material kV 0,72
 - Relación de transformación A 250/5
 - Potencias de precisión VA
 - 1^{er}. Núcleo 15 cl. 5P10
 - Intensidad térmica de cortocircuito kA 4
 - Intensidad dinámica de cortocircuito kA 10

- Reactancia de puesta a tierra

○ Instalación		Exterior
○ Refrigeración		ONAN
○ Conexión y grupo		Zig-zag (Zn)
○ Tensión nominal	kV	16,5
○ Impedancia homopolar por fase	Ω	95,3
○ Intensidad de defecto asignada	A	300 (15seg)
○ Tensión soportada a frecuencia industrial	kV ef.	50
○ Tensión soportada a impulso tipo rayo	kV cresta	125

- Resistencia de puesta a tierra

○ Instalación		Exterior
○ Tensión nominal	kV	16,5
○ Valor de la resistencia	Ω	31,8
○ Corriente tierra en permanencia	A	50
○ Corriente tierra en defecto	A	300
○ Duración del defecto	Seg.	15
○ Aislamiento	kV	24/50/125

1.9 Sistema de Control y Protección

Se instalará un Sistema Integrado de Control y Protección (en adelante SICP) e incorporará las funciones de control local, telecontrol, protección y medida de todas las posiciones tanto de 66kV como de 15kV, además se incluyen los Servicios Auxiliares tanto de corriente continua como de corriente alterna.

1.9.1 Tecnología

El SICP será de tecnología numérica y configuración distribuida, formado por dos niveles jerárquicos claramente diferenciados:

A nivel de instalación, estará constituido por:

- Unidad de Control de la Subestación (UCS).
- Terminal de Operación Local.
- Terminal de Teleacceso.

A nivel de posición, estará constituido por:

- Unidades de Control de Posición (UCP).

Las UCP estarán diseñadas para realizar las funciones de control, protección y medida de una posición eléctrica de la subestación y se comunicara con la UCS a través de un protocolo de comunicaciones.

1.9.2 Elementos Constituyentes

1.9.2.1 Unidad de Control de Subestación (UCS)

La Unidad de Control de Subestación (UCS) constituirá un elemento central para el control de toda la subestación de un modo unificado y servirá de unidad maestra para el control de las comunicaciones con todas las UCP, con el sistema de Telemando y con el Terminal de Operación Local.

Las principales funciones que realiza la UCS serán:

- Gestión de las comunicaciones con todas las UCP existentes en la subestación.
- Configuración local y remota de la Base de Datos del SICP.
- Salvaguarda del registro histórico de señales y mandos de la instalación, para su posterior consulta.
- Comunicación con el Centro de Control de Endesa.
- Comunicación con el Terminal de Operación Local.
- Ejecución de automatismos generales a nivel de subestación.
- Mando y Señalización de todas las posiciones de la subestación.
- Sincronización horaria.

1.9.2.2 Terminal de Operación Local

Las principales funciones que realiza el terminal de operación local serán:

- Comunicación con el equipo UCS.
- Supervisión directa de la instalación: topología, alarmas y medidas a través de los diagramas mímicos a tiempo real de la subestación.
- Mando local de los distintos dispositivos de maniobra motorizados (interruptores automáticos, seccionadores, conmutadores en carga), y del estado de los automatismo existentes (reenganches y sistemas de detección de sincronismo).
- Supervisión del sistema integrado: alarmas internas y estado de las comunicaciones de la UCS con las distintas UCPs.
- Salvaguarda del registro histórico de señales y medidas en disco duro dedicado a tal efecto.

1.9.2.3 Terminal de Teleacceso a UCPs

El terminal de teleacceso es un gateway inteligente que hace de puente entre el sistema central de análisis de incidentes y telemantenimiento y las UCPs que están ubicadas en los distintos armarios de control de cada una de las posiciones.

Las principales funciones que realiza el terminal de teleacceso son:

- Comunicación con el sistema central de gestión de incidencias y telemantenimiento..
- Almacenar de forma automática información de las UCPs (registro de eventos, alarmas, oscilos,..).
- Recoger, a petición del sistema central, registros de eventos, de oscilos,.. de cualquiera de la UCPs conectadas.
- Recoger, a petición del sistema central, ajustes o configuración de cualquiera de la UCPs conectadas.
- Enviar, a petición del sistema central, ajustes o configuración de cualquiera de la UCPs conectadas.

1.9.2.4 Unidades de Control de Posición (UCP)

Dependiendo de las funciones que realicen las UCP se podrán clasificar en:

- a. UCP de Control: estos equipos se montan en el propio armario de la posición e implementan las siguientes funciones:
 - Comunicación mediante fibra óptica de vidrio con el equipo UCS.
 - Adquisición de las entradas digitales procedentes de campo que van a definir el estado en el que se encuentra la posición y las distintas alarmas que se activan.
 - Mando de los distintos elementos asociados a la posición (interruptores, reenganchadores, conmutadores de carga,...).
 - Captación de medidas digitales y analógicas de la posición.
 - Gestión de alarmas internas de la propia UCP
- b. UCP de Protección: estos equipos se montan en el propio armario de la posición e implementan las

funciones de protección de la posición, además de cumplir con los siguientes requisitos:

- Comunicación mediante fibra óptica de vidrio con el equipo UCS.
 - Comunicación mediante fibra óptica de vidrio con el Terminal de Teleacceso.
- c. UCP de Medida: estos equipos se montan en el propio armario de la posición e implementan la función de medida de valores analógicos de la posición (intensidad, tensión, potencias,..) directamente desde los secundarios de los transformadores de intensidad y tensión, además de cumplir con los siguientes requisitos:
- Comunicación mediante fibra óptica de vidrio con el equipo UCS.
 - Comunicación mediante fibra óptica de vidrio con el Terminal de Teleacceso.
- d. UCP Multifunción: estos equipos se montan en el propio armario de la posición e implementan varias de las funciones mencionadas anteriormente, siendo lo mas habitual que incorporen las tres funciones (control, medida y protección).

1.9.3 Disposición Constructiva

Los distintos elementos integrantes del SICP se dispondrán de la siguiente forma:

- Un armario central en el que se instalará el equipamiento general de la subestación y que se ubicará en el edificio o sala de control. Este armario contendrá la UCS y todos los módems excepto los que comunican con el Telemando (Despacho de Maniobras) que se encontraran en su armario correspondiente. La UCS dispone de canales o puertos dedicados a la comunicación con las UCPs. Cada puerto tiene asignado un protocolo de comunicaciones y unas UCPs esclavas por configuración.
- Las diferentes UCP se instalarán en los armarios de protección de la subestación. Cada posición de 66kV dispondrá de una UCP de cada tipo (control, medida y protección) y en las posiciones de 15kV se instalaran UCP's multifunción.
- El enlace entre UCS y UCPs se debe realizar mediante una conexión en estrella formada por convertidores electro ópticos con salida a fibra óptica de vidrio.
- La red de comunicaciones se instalará en las conducciones de cables y será de fibra óptica de vidrio, estando protegida contra la acción de los roedores.

1.9.4 Sistema de Protecciones

El sistema de protecciones de la subestación estará compuesto por los equipos encargados de proteger cada una de las posiciones que la componen. Cada una de las posiciones estará provista por una serie de relés de protección multifuncionales, en el caso de los relés que protejan posiciones del parque de 66kV estos dispondrán de funciones protectivas redundantes.

Las distintas funciones protectivas que se van a implementar son las siguientes:

- Protección Diferencial de Línea (87L): el alcance de esta protección es proteger la línea en sí, para ello tiene en cuenta la intensidad que circula por ambos extremos de la línea actuando cuando ve alguna diferencia entre ellas, esta comparación se realiza fase a fase. Para ello se hace necesario el tener equipos instalados en los dos extremos de la línea y emparejados con un canal de comunicación para poder contrastar las medidas de intensidad que cada uno registran, este canal de comunicación será a través de fibra óptica.
- Protección Diferencial de Transformador (87T): esta función considera como elemento a proteger el transformador de potencia, estando la zona de protección delimitada por los transformadores de intensidad a ambos lados del transformador de potencia.
- Protección Diferencial de Barras (87B): esta función considera como elemento a proteger la barra, estando la zona de protección delimitada por los transformadores de intensidad de todas las posiciones que se conecten a dicha barra.
- Protección de distancia (21): esta función protectora mide la impedancia del circuito a proteger usando las tensiones e intensidades que les proporcionan los transformadores de tensión e intensidad respectivamente, para determinar si se produce defecto en la zona protegida. Debe de tener distintas unidades que midan la impedancia de cada uno de los distintos tipos de defectos posibles (fase-fase y fase-tierra).
- Protección Sobreintensidad de fase/neutro (51/51N): estas funciones son las más sencillas y su funcionamiento consiste en la comparación del valor de la intensidad que circula con un valor de referencia. En este caso la protección de sobreintensidad es de tiempo dependiente (tiempo inverso), lo que indica que a mayor intensidad menos es el tiempo que la protección tarda en actuar.
- Protección Sobreintensidad Direccional de fase/neutro (67/67N): se usa como función de apoyo a la función distancia. Esta función mide tanto el valor de corriente que se da como el sentido de transmisión de la potencia para poder actuar, para ello requiere de la medida de intensidad y tensión. Además tendrá, igualmente, distintas unidades por cada tipo de defecto que se pueda dar (fase-fase y fase-tierra).
- Vigilancia de circuito de disparo (3): controlara en todo momento el estado eléctrico de las diferentes bobinas de disparo del interruptor de potencia. Estas bobinas al excitarse, ya sea por la indicación de la actuación de una función protectora o por la intención de cambiar el estado de un interruptor automático libera el mecanismo que posibilita la apertura del mismo. En caso de fallo dará la alarma oportuna.
- Teleprotección (85): se establece a través de un canal de comunicación con el extremo opuesto de la línea y su último objetivo es el disparo en los extremos de la línea en falta en un tiempo inferior al máximo admisible.
- Oscilo: esta función registra las distintas medidas analógicas (intensidad y tensión), entradas digitales (estado de la aparamenta...), salidas digitales (orden disparo, reenganche,...), lógicas y funciones internas del relé multifuncional (arranque/actuación de las distintas funciones protectoras). Se usa para analizar defectos en el sistema eléctrico y para ello se configura con un tiempo de pre-falta, falta y post-falta para el registro de señales.
- Localizador de defectos: esta función permite el cálculo de la distancia a la que se ha producido la falta, esto lo hace a partir de la medida de la impedancia en el momento de la falta y de las distintas

magnitudes registradas.

- Fallo de interruptor (50S-62): esta función detecta el fallo en la apertura del interruptor una vez que cualquiera de las protecciones de la posición envíe una orden de disparo, enviando tras un tiempo de espera definido orden de disparo a los interruptores de todas las posiciones adyacentes que puedan aportar al defecto no despejado.
- Reenganchador tripolar con comprobación de tensiones (79): se usa para reponer el servicio lo antes posible después de una falta transitoria. Tras un disparo de un interruptor por actuación de alguna de las funciones protectoras tras detectar una falta, comienza su funcionamiento, el cual consiste en verificar que las condiciones de tensiones a ambos lados del interruptor (línea y barra) son las adecuadas para proceder al cierre del interruptor disparado.
- Comprobación de sincronismo (25): esta función se usa para permitir o no la unión de dos partes de un sistema de potencia únicamente cuando estén en condiciones de sincronismo, evaluándose para ello la diferencia de tensiones, diferencia de ángulo y diferencia de frecuencia.

1.9.4.1 Protecciones Posiciones Salida de Línea 66kV

Para cada posición de línea se instalará un bastidor en el que irán los equipos que forman el sistema de protección y el sistema de control. El sistema de protecciones estará formado por los siguientes equipos:

- Areva Micom P143: a este equipo le llegan intensidades desde el primer secundario de protección de los transformadores de intensidad, tensiones desde el tercer secundario de los transformadores de tensiones de la posición y tensión desde los transformadores de la fase central de cada una de las barras. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Arranque Fallo interruptor (50S-62)
 - Comprobación de sincronismo (25), da permiso de cierre del interruptor de potencia en condiciones de sincronismo tanto en un cierre como en un reenganche.
 - Vigilancia Circuito Disparo (3).
 - Función Oscilo.
- Siemens 7SD522: a este equipo le llegan intensidades desde el primer secundario de protección de los transformadores de intensidad y tensiones desde el segundo secundario de los transformadores de tensiones de la posición. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Protección Diferencial de Línea (87L).
 - Protección Distancia (21) con característica cuadrangular para faltas F-F y F-T.
 - Protección Sobreintensidad Direccional de Neutro (67N).
 - Función Reenganchador (79).
 - Teleprotección (85)
 - Función Oscilo.
- Areva Micom P443: a este equipo le llegan intensidades desde el segundo secundario de protección de los transformadores de intensidad y tensiones desde el tercer secundario de los transformadores de tensiones de la posición. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Protección Distancia (21) con característica Mho y cuadrangular para faltas F-F y F-T.
 - Protección Sobreintensidad Direccional de Fase y Neutro (67/67N).
 - Protección Sobreintensidad de Fase y Neutro (51/51N).
 - Función Reenganchador (79).

- Función Oscilo.
- Siemens 7SS523: a este equipo le llegan intensidades desde el segundo secundario de protección del transformador de intensidad y la posición de los seccionadores de barras. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Protección Diferencial de Barras (87B)
 - Fallo interruptor (50S-62)

Este equipo se ubica en un bastidor en donde iran todos los de la restantes posiciones, estos equipos se comunican con una unidad central que procesa la información recogida por cada equipo y es la encargada de decir si hay o no un defecto en la barra y que posiciones son las que deben despejar dicha falta, igualmente decide que posiciones son las que deben de operar ante un fallo interruptor provocado en una posición.

- Dimat TPU-1: este equipo es el encargado de realizar la teleprotección en las posiciones que no dispongan de un canal de comunicaciones por FO con el otro extremo.

En los planos identificados como “022 Unifilar Desarrollado 561”, “023 Unifilar Desarrollado 562”, “024 Unifilar Desarrollado 563”, “025 Unifilar Desarrollado 564”, “026 Unifilar Desarrollado 565” y “027 Unifilar Desarrollado 566” se exponen los esquemas unifilares desarrollados de las distintas posiciones de línea.

1.9.4.2 Protección Posición de Barras 66kV

Para la posición de acople se instalara un bastidor en el que iran los equipos que forman el sistema de protección y el sistema de control. El sistema de protecciones estara formado por los siguientes equipos:

- Areva Micom P143: a este equipo le llegan intensidades desde el primer secundario de protección de los transformadores de intensidad y tensiones desde el primer secundario de protección de los transformadores de tensiones de las dos barras de 66kV. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Arranque Fallo interruptor (50S-62).
 - Comprobación de sincronismo (25), da permiso de cierre del interruptor de potencia en condiciones de sincronismo al acoplar las dos barras de 66kV.
 - Vigilancia Circuito Disparo (3).
 - Función Oscilo.
- Siemens 7SS523: a este equipo le llegan intensidades desde el segundo secundario de protección del transformador de intensidad del lado de 66kV y la posición de los seccionadores de barras de 66kV. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Protección Diferencial de Barras (87B)
 - Fallo interruptor (50S-62)

Este equipo se ubica en un bastidor en donde iran todos los de la restantes posiciones, estos equipos se comunican con una unidad central que procesa la información recogida por cada equipo y es la encargada de decir si hay o no un defecto en la barra y que posiciones son las que deben despejar dicha falta, igualmente decide que posiciones son las que deben de operar ante un fallo interruptor provocado en una posición.

En el plano “028 Unifilar Desarrollado 521” se ve el esquema unifilar desarrollado de la posición de

acople de 66kV.

1.9.4.3 Protecciones Posición de Transformador 66/15kV

Para la posición de transformador se instalara un bastidor en el que iran los equipos que forman el sistema de protección y el sistema de control. El sistema de protecciones estara formado por los siguientes equipos:

- Areva Micom P143: a este equipo le llegan intensidades desde el segundo secundario de protección de los transformadores de intensidad del lado de 66kV y tensión desde los transformadores de la fase central de cada una de las barras. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Arranque Fallo interruptor (50S-62)
 - Comprobación de sincronismos (25), da permiso de cierre del interruptor de potencia en condiciones de sincronismo al acoplar las dos barras.
 - Vigilancia Circuito Disparo (3).
 - Función Oscilo.
- ABB RET-670: a este equipo le llegan intensidades del primer secundario de protección de los transformadores de intensidad del lado de 66kV, intensidades del primer secundario de protección de los transformadores de intensidad del lado de 15kV, intensidad desde el secundario de protección del transformador de intensidad ubicado en la PaT del neutro del lado de 15kV del transformador de potencia. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Protección Diferencial de Transformador (87T).
 - Protección Sobreintensidad de Fase y Neutro del lado de 66kV (51A/51AN).
 - Protección Sobreintensidad de Fase y Neutro del lado de 15kV (51B/51BN).
 - Protección Sobreintensidad medida en elemento de PAT (95B).
 - Función Oscilo.
- General Electric T60: a este equipo le llegan intensidades del segundo secundario de protección de los transformadores de intensidad del lado de 66kV, intensidades del segundo secundario de protección de los transformadores de intensidad del lado de 15kV, intensidad desde el secundario de protección del transformador de intensidad ubicado en la PaT del neutro del lado de 15kV del transformador de potencia. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Protección Diferencial de Transformador (87T).
 - Protección Sobreintensidad de Fase y Neutro del lado de 66kV (51A/51AN).
 - Protección Sobreintensidad de Fase y Neutro del lado de 15kV (51B/51BN).
 - Protección Sobreintensidad medida en elemento de PAT (95B).
 - Función Oscilo.
- Kainos REG-D: a este equipo le llegan intensidades del secundario de medida de los transformadores de intensidad del lado de 15kV y tensiones del secundario de medida de los transformadores de tensiones del lado de 15kV. Este equipo realiza la función de regulador automatico, controlando el cambio de tomas del transformador de potencia.
- Siemens 7SS523: a este equipo le llegan intensidades desde el segundo secundario de protección del transformador de intensidad del lado de 66kV y la posición de los seccionadores de barras de 66kV. Este equipo realiza las siguientes funciones de protección:
 - Protección Diferencial de Barras (87B)

○ Fallo interruptor (50S-62)

Este equipo se ubica en un bastidor en donde irán todos los de las restantes posiciones, estos equipos se comunican con una unidad central que procesa la información recogida por cada equipo y es la encargada de decir si hay o no un defecto en la barra y que posiciones son las que deben despejar dicha falta, igualmente decide que posiciones son las que deben de operar ante un fallo interruptor provocado en una posición.

Además, el transformador de potencia cuenta con un sistema de protecciones propias formado por:

- Rele Buchholz (63B): es un equipo intercalado entre la cuba y el depósito de expansión del transformador de potencia y detecta cuando se produce un aumento de gases en el interior del transformador. Cuando se produce una avería en el interior del transformador, el aceite se descompone debido al arco eléctrico producido formándose un burbujeo de gas que asciende al depósito de expansión, si se produce una pequeña acumulación de gas debido a una ligera sobrecarga se activa una alarma pero si la acumulación de gas es repentina, produce un flujo de aceite hacia el depósito de expansión que provoca un disparo de los interruptores a ambos lados del transformador.
- Rele Jansen (63J): este es un rele Buchholz para el circuito de aceite del cambiador de tomas en carga del transformador de potencia. El rele reacciona cuando, debido a un fallo, la velocidad del flujo de aceite que lo atraviesa sobrepasa el valor establecido, provocando que se disparen los interruptores de potencia.
- Imagen térmica (49): permite conocer el estado térmico interno del arrollamiento de forma indirecta, lo hace teniendo en cuenta la intensidad que circula por el bobinado y la temperatura del aceite. El aumento de temperatura registrado en caso necesario provoca la apertura de los interruptores automáticos.
- Válvula sobrepresión cuba transformador y regulador de tomas (63 L): este equipo es una válvula para liberar la presión en la cuba producida por un defecto franco, en esta situación el arco eléctrico provoca una onda de choque instantáneo aumentando la presión en la cuba rápidamente pudiendo deformarla e incluso explotarla. Provoca la apertura de los interruptores a ambos lados.
- Termómetro/termostato aceite: mide directamente la temperatura en la capa superior del aceite del transformador de potencia. El aumento de temperatura en el transformador de potencia es indicio de sobrecarga o calentamiento anormal. Según varía la temperatura del aceite se cierran contactos que permiten arranque/parada ventiladores, alarmas y disparos de interruptores.

La reactancia en zig-zag que genera el neutro del lado de 15kV para su puesta a tierra tendrá un sistema propio de protecciones que provocaran en caso de actuación la apertura de los interruptores y estará formado por:

- Rele de Buchholz (63).
- Válvula Sobrepresión (63L).
- Temperatura (26).

En el plano “029 Unifilar Desarrollado 531-131” se ve el esquema unifilar desarrollado de la posición de transformación.

1.9.4.4 Protecciones Salida de Línea 15kV

Para las posiciones de línea en 15kV se montarán equipos multifuncionales que contemplarán tanto las funciones de protección, control y medida e incluirán las siguientes funciones protectivas:

- Protección de sobreintensidad para faltas entre fases, y entre fases y tierra formada por reles de sobreintensidad de tiempo inverso (51 F/N) y reles de sobreintensidad de tiempo definido instantáneo (50 F/N).
- Protección sobreintensidad neutro sensible (51 G).
- Detección de desequilibrio (64).
- Reenganchador (79).
- Vigilancia circuito de disparo (3).
- Oscilo.

En el plano “030 Unifilar Desarrollado 161” se muestra el esquema unifilar desarrollado de una de las dos líneas de 15kV.

1.10 Sistema de Medida para Facturación

La medida para la facturación se realizará en las líneas de evacuación de 66 kV CST Morón y CST Arenales y en las líneas de consumo de 15 kV Morón y Arenales.

Para cada una de las líneas de evacuación la facturación estará compuesta por dos contadores (principal y redundante) electrónicos combinados de Activa y Reactiva. La medida se realiza en los cuatro cuadrantes. Siendo las características principales las siguientes:

- Clase de precisión del contador de activa: 0,2 S.
- Clase de precisión del contador de reactiva: 0,5.
- N° de hilos: 4
- Máxímetro configurable para cada una de las tarifas.
- Montaje saliente.
- Registradores de medida.
- Cajas de bornas de ensayo.
- Convertidores.
- 1 Modem de comunicaciones

Para cada una de las líneas de consumo se montara un contador electrónico combinado de Activa y Reactiva. La medida se realiza en los cuatro cuadrantes.

- Clase de precisión del contador de activa: 0,2 S.
- Clase de precisión del contador de reactiva: 0,5.
- N° de hilos: 4
- Máxímetro configurable para cada una de las tarifas.
- Montaje saliente.
- 1 Registrador de medida.
- 1 Caja de bornas de ensayo.
- 1 Convertidor.
- 1 Modem de comunicaciones

Los equipos necesarios para la facturación de cada una de las dos plantas termo solares, serán totalmente independientes tanto en 15 kV como en 66 kV, e irán situados en su caseta prefabricada correspondiente, estas tendrán unas medidas aproximadas de 2,00mx2,00m en planta, serán accesibles desde el exterior de la subestación.

1.11 Posición de Servicios Auxiliares

1.11.1 Servicios Auxiliares de CA

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente alterna será la alimentación de las siguientes cargas:

- Cargadores de las baterías de corriente continúa.
- Alumbrado interior y exterior y fuerza de la subestación.
- Climatización.
- Regulador en carga y ventiladores de los transformadores de potencia.

Se instalará dos transformadores de servicios auxiliares, cada uno de ellos conectado a una celda de servicios auxiliares en el embarrado de 15 kV.

La distribución se realizará mediante el Cuadro de Servicios Auxiliares.

Características del Transformador de Servicios Auxiliares

o Instalación		Interior
o Clase de servicio		Continuo
o Clase de refrigeración		Natural
o Clase de corriente		Alterna, trifásica a 50Hz
o Número de arrollamiento		3
o Potencia en régimen continuo para la toma de menor tensión	kVA	250
o Conexión de los devanados		
	o A.T.	Triangulo
	o B.T.	Estrella con neutro accesible
o Grupo de conexión		Dyn11
o Tensiones en vacío		15.400/420-230V
Tensión cortocircuito 75° base 250kVA		4±15%

1.11.2 Servicios Auxiliares de CC

La función del sistema de servicios auxiliares de corriente continua será la alimentación de las siguientes cargas:

- Circuitos de control, protecciones, mandos y señalización.
- Circuitos de alimentación de motores, carga de muelles de interruptor y seccionadores motorizados.

Se instalarán dos módulos de 100 Ah. 125 Vc.c., así como un modulo de 48 Vc.c.

Características de los módulos de 125 V.

Características Generales

- o Tensión nominal 125Vcc +10%-15%

Características de la batería

- o Tipo Estacionaria Ni-Cd
- o Nº de elementos 92
- o Tensión de flotación 1,495 V/elemento
- o Capacidad nominal 100 Ah en 5 horas
- o Intensidad máxima de descarga permanente A 7
- o Tensión final de la descarga Vcc 106,25

Características del cargador

- o Tensión de carga en flotación $\leq 1,4$ V/elemento
- o Tensión de carga rápida 1,4 a 1,5 V/elemento
- o Intensidad nominal a la salida A 30
- o Alimentación Monofásica 240V \pm 10%

Irá provisto de alarmas de ausencia de tensión en la red, anomalía en el rectificador y fusión de cada uno de los fusibles de salida.

1.12 Telecomunicaciones

Las vías de comunicación para el telecontrol de la Subestación y el Teledisparo se realizarán mediante fibra óptica en las líneas de 66 kV Don Rodrigo 1, Don Rodrigo 2 y por onda portadora en las líneas Utrera y Morón.

1.13 Instalaciones Complementarias

1.13.1 Sistema de Puesta a Tierra - Red de Tierra Inferior

La instalación general de puesta a tierra deberá cumplir con lo establecido en la ITC-RAT 13.

a) Función

Establecer la instalación general de puesta a tierra inferior para cumplir las siguientes funciones:

- Proteger al personal y equipos contra potenciales peligrosos.
- Proporcionar un camino a tierra para las intensidades originadas por descargas atmosféricas, por acumulación de descargas estáticas o por defectos eléctricos.
- Referenciar el potencial del circuito respecto a tierra.
- Facilitar a los elementos de protección el despeje de falta a tierra.

b) Características del sistema

El sistema de puesta a tierra estará formado por:

- Electrodo de puesta a tierra que será una malla enterrada de cable de cobre de 95mm². Los conductores en el terreno se tenderán formando una retícula, estando dimensionado de manera que al dispersar la máxima corriente de fallo las tensiones de paso y de contacto estén dentro de los límites admisibles por el presente reglamento (Instrucción MIE-RAT-13).
- Líneas de tierra que serán conductores de cobre desnudo de 95 mm² o pletina de cobre de 25x4 mm que conectarán los elementos que deban ponerse a tierra al electrodo de acuerdo a las instrucciones generales y particulares de puesta a tierra.

c) Instrucciones generales de puesta a tierra

Puesta a tierra de protección

Se pondrán a tierra las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Se conectarán a las tierras de protección, salvo las excepciones señaladas en los apartados que 7.3, 7.4, 7.5 y 7.6 de la ITC-RAT-13, entre otros, los siguientes elementos:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.

- Las puertas metálicas de los locales.
- Las vallas y las cercas metálicas.
- Las columnas, soportes, pórticos, etc.
- Las estructuras y armaduras metálicas de los edificios que contengan instalaciones de alta tensión.
- Los blindajes metálicos de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de los transformadores.

Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a las tierras de servicio los elementos de la instalación necesaria, y entre ellos:

- El neutro del transformador de potencia y el neutro de B.T. del transformador de S.A.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Interconexión de las instalaciones de tierra

Las puestas a tierra de protección y de servicio de una instalación deberán conectarse entre sí, constituyendo una instalación de tierra general.

El cálculo de la red de tierra será comprobado con medidas en el terreno y en caso de no cumplir los requisitos se procederá a las modificaciones necesarias para que se cumplan.

Control de las instalaciones de tierra

La instalación de red de tierras deberá ser comprobada a la finalización de las obras por una OCA, debiendo verificar que se cumple con las siguientes limitaciones:

- Densidad máxima de corriente: 160 A/mm^2 . Teniendo en cuenta que la intensidad de defecto a tierra es de 12,1 kA y la sección del conductor 95 mm^2 , no se supera el valor máximo establecido.
- Tensión de paso admisible (V): $V_p = 10 V_{ca} (1 + 6\psi_s / 1000)$
- Tensión de contacto máxima admisible (V): $V_c = V_{ca} (1 + 1,5\psi_s / 1000)$

Siendo ψ_s la resistividad superficial del terreno $3000 \text{ } \Omega/\text{m}$ y $V_{ca} = K/t^n$ la tensión de contacto aplicada ($t=0.5 \text{ seg}$, $K=72$ y $n=1$).

Se adjunta en el anexo I del presente proyecto el cálculo de la red de puesta a tierra.

1.13.2 Sistema de Puesta a Tierra - Red de Tierra Aérea

Para la protección de la subestación frente a descargas atmosféricas (frente de onda escarpado tipo rayo), se instalará una red de protección aérea basada en la colocación sobre los pórticos de pararrayos tipo Franklin.

1.13.3 Sistema de Alumbrado

- Alumbrado exterior

Se usaran proyectores herméticos con lámparas de vapor sodio de alta presión de 250 W.

- Alumbrado interior

Estará constituido por:

- En la sala de celdas se utilizarán proyectores con lámparas de vapor de sodio.
- En las salas auxiliares se utilizarán luminarias adosadas con dos reflectores NLD 100, equipo de arranque 2MT V, 50 Hz AF” y dos tubos fluorescentes TLD 36 W.

- Alumbrado de emergencia

Estará formado por lámparas con fuentes propias de energía con una iluminación mínima de 10 lux, en régimen de emergencia y de 1 lux en régimen de señalización. Se situarán en las salidas y en las zonas de tránsito hacia las mismas. Su encendido será automático en caso de fallo del alumbrado normal o cuando la tensión tome un valor inferior al 70% de su valor nominal.

1.13.4 Sistemas de Seguridad

La subestación dispondrá de un servicio de asistencia de alarmas que se encargará de actuar ante incidencias durante las 24 horas del día.

Todas las medidas electrónicas propuestas, deberán ser controladas remotamente desde una CRA (Central Receptora de alarmas) y tener la opción de ser controladas desde un posible centro de seguridad remoto. Los sistemas deberán tener la opción de televigilancia remota como medio de verificación de la producción de cualquier incidencia.

1.13.4.1 Sistema de Protección Antiintrusismo

El perímetro exterior dispondrá de vallado perimetral completo y homogéneo con puerta automatizada. Además el acceso para personas y vehículos en el perímetro deberá disponer de un nivel de resistencia de características similares con respecto al cerramiento perimetral. Las puertas de acceso a la subestación deben ser puertas de seguridad con nivel de resistencia 4 según la norma UNE-ENV 1627:2000 contra sierras, martillos, hachas, formones y taladros portátiles.

Se ha previsto dotar a la instalación de un sistema de detección de intrusismo con emisores-células receptoras, cuyas señales irán a parar al sistema general de alarmas situado en el interior del edificio. Estará

compuesto por:

- Contactos magnéticos en las puertas de entrada y salida del perímetro exterior y edificio.
- Detectores volumétricos de doble tecnología dentro del Edificio de Mando y Control.
- Sirena exterior.

Se instalará un control de accesos por sistema de llaves maestras. El acceso a todas las salas será mediante el mismo sistema de llaves maestras.

1.13.4.2 Sistema de Protección Contra incendios

Se procede a la justificación del Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales mediante el R.D. 2267/2004 y R.D. 314/2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

El alcance de los sistemas de protección contra incendios será el siguiente:

- Medidas pasivas:
 - Compartimentación contra el fuego de todas las salas, es decir, tanto tabiques, techo y suelos. Dichas áreas tendrán una resistencia al fuego de RF-120.
 - Sistema de ventilación en la sala de control.
- Medidas activas:
 - Consistirá en un sistema de detección mediante detectores de humos del tipo óptico y en un sistema de alarmas mediante pulsadores manuales localizados en puntos estratégicos con el fin de que el personal que primero localice un incendio pueda dar la alarma sin esperar la actuación del sistema de detección.
 - Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección.
 - Sistema de sirenas para avisar e informar a las personas presentes en las zonas afectadas por un incidente.
 - Extintores móviles: Se han previsto extintores en el interior del edificio, en los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será máxima tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 metros. Los extintores serán de CO₂ de 5 kg y de polvo polivalente de 6 kg de capacidad.
 - Ubicado en las cercanías del transformador de potencia se instalarán también extintores móviles de 25 kg de polvo polivalente.
 - Se disponen los pulsadores de alarma en el edificio, a una distancia máxima de 50 m., no debiendo estar ningún punto a una distancia mayor de 25 m. de un pulsador. Esta instalación

estará conectada a la central.

1.13.5 Sistema de Aire Acondicionado

La sala de control, protecciones y telecontrol se dotará de aire acondicionado proporcionado por una máquina partida refrigerada por aire y solo frío.

1.13.6 Sistema de Calefacción

Se instalarán aerotermos en las salas de mandos y celdas.

1.14 Normativa de Aplicación

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias RD 327/82 de 12/11 BOE N° 288 de 1/12/82 OM de 67/84 BOE de 1/8/84.

Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, aprobado por R.D. de 12 de marzo de 1954 con las correspondientes modificaciones hasta la fecha.

Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, Real Decreto 842/2002, de 02.08.05, del Ministerio de Ciencia y Tecnología. BOE n° 18.09.02.

Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias, Real Decreto 223/2008, de 15 de Febrero de 2008.

Ley de ordenación de la Edificación.

Ley de Carreteras de La Junta de Andalucía.

Normas Básicas de la Edificación.

Instrucción del Hormigón estructural EHE.

Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

Normas relativas a la Seguridad y Salud en el Trabajo, Construcción y Protección contra incendios en las instalaciones eléctricas de Alta y Baja Tensión.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Normas UNE que sean de aplicación.

Normas CEI que sean de aplicación.

Ley de Prevención de riesgos Laborales.

Normas particulares de Grupo ENDESA

Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.

2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

2.1 Normativa aplicable

A continuación se relacionan las normas y reglamentos que serán de aplicación en las distintas facetas para la realización del "Suministro" sin menoscabo de aquellas otras de obligado cumplimiento dictadas por la Administración:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y disposiciones complementarias (Instrucciones MIBT, Ministerio de Industria).
- Normas UNE y CEI.
- Normas CENELEC, Comité Europeo para la Normalización.
- Normas ENDESA.
- Normas vigentes del Ministerio de Fomento que tengan aplicación.
- Prescripciones de seguridad de UNESA.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y los Reglamentos que la desarrollan.
- R.D. 614/2001 sobre Riesgo Eléctrico
- Ley de Carreteras del Ministerio de Fomento.
- Legislación Medio Ambiental (Residuos Industriales, jardinería, Ruidos, Aceites, Estudio Impacto Ambiental e Integración en el entorno, etc.)
- Estándares de Ingeniería de ENDESA, en su defecto los criterios funcionales de la instalación.
- Legislación Municipal y Urbanística.
- Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)
- Código Técnico de la Edificación
- Seguridad e Higiene, R.D.555/1986.21.2.86 BOE Nº 69 de 21/03/86, cuando proceda.
- Reglamento de instalaciones de calefacción y climatización del Real Decreto 1618/1980 del 4 de Julio e instrucciones complementarias.
- Norma básica de Edificación condiciones térmicas en los edificios NBE-CT-79 de Real Decreto 2429 de 6 de Julio.
- Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, se aplicará el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

2.2 Obra civil

2.2.1 Características técnicas que han de satisfacer los materiales

2.2.1.1 Rellenos en explanación general

Los materiales a emplear en la formación de rellenos cumplirán con lo prescrito en el ART. 330 “Terraplenes”, del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG 3 2.000), del Ministerio de Fomento; en lo sucesivo: P.P.T.G.

2.2.1.2 Subbases granulares

Los materiales a emplear en subbases deberán cumplir lo prescrito en el Art. 500 “Zahonas naturales” o en el Art. 501 “Zahonas artificiales”, según corresponda, del P.P.T.G.

2.2.1.3 Bases de macadam

Los materiales a emplear en bases de macadam deberán cumplir lo prescrito en el Art.502 “Macadam”, del P.P.T.G.

2.2.1.4 Doble tratamiento superficial

Todos los materiales a emplear deberán ajustarse a las exigencias impuestas en el Art. 533 “Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla”, del P.P.T.G. Como ligante bituminoso se utilizará emulsión asfáltica u otro autorizado por el Ingeniero Encargado.

2.2.1.5 Rellenos localizados

Los materiales a emplear se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o de préstamos, estarán exentos de áridos mayores de diez centímetros (10 cm), si no se indica en los planos otra cosa, su cernido por el tamiz 0,080 UNE será inferior al 35% en peso, su límite líquido será inferior al 40% ($LL < 40$), el índice C.B.R, será superior a 5, el hinchamiento medido en dicho ensayo será inferior al 2% y se compactarán hasta conseguir una densidad mayor o igual al 100% del Proctor normal en la coronación (últimos 60 cm) y mayor o igual al 95% en el resto.

2.2.1.6 Relleno de material granular

Los materiales a emplear serán áridos naturales o procedentes del machaqueo y trituración de piedra de cantera o grava natural, exentos de arcilla, margas y otros materiales extraños.

2.2.1.7 Cementos

En la obra se empleará el cemento Portland artificial que resulte más adecuado de acuerdo con las recomendaciones generales para la utilización de cementos (Instrucción EHE), siempre que sea necesario se utilizará cemento sulforresistente (SR).

El cemento se sujetará en todo a la vigente Instrucción para la Recepción de Cementos (Rc97) e Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

2.2.1.8 Agua para morteros y hormigones

Como norma general podrán utilizarse, tanto para el amasado como para el curado de morteros y hormigones todas aquellas que hayan sido sancionadas como aceptables por la práctica, es decir, que no hayan producido eflorescencias, agrietamientos o perturbaciones en el fraguado y endurecimiento de hormigones similares.

2.2.1.9 Áridos para morteros y hormigones

Los áridos para la confección de morteros y hormigones cumplirán las condiciones que señala la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Antes de dar comienzo a las obras, por el Director de Obra se fijará, a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaños de los mismos a mezclar para conseguir la curva granulométrica más conveniente para el hormigón, adoptando como mínimo una clasificación de tres tamaños de áridos y sin que por la contrata pueda solicitarse pago suplementario alguno por este concepto.

Así mismo se fijará el tamaño máximo de árido a emplear para cada tipo de obra.

2.2.1.10 Madera

Cualquiera que sea de su procedencia, la madera que se emplee en encofrados, deberá reunir las condiciones siguientes:

- Estará desprovista de vetas o irregularidades en sus fibras.
- En el momento de su empleo, estará seca.
- No se podrá emplear madera cortada fuera de la época de paralización de la savia.

2.2.1.11 Hierros y aceros laminados

Los aceros laminados, piezas perfiladas y palastros, deberán ser de grano fino y homogéneo, sin presentar grietas o señales que puedan comprometer su resistencia, estará bien calibrado cualquiera que sea su perfil y los extremos escuadrados y sin rebabas.

Los aceros laminados cumplirán con todo lo preceptuado en el Código Técnico de la Edificación DB-SE-A.

2.2.1.12 Acero en redondos para armaduras

Tanto la superficie como la parte interior de las barras y varillas para armar el hormigón, deberán estar exentas de toda clase de defectos, como grietas, oquedades y pelos.

Las barras y varillas deben ser rectas, de sección circular bien dibujada y de las dimensiones que se fijan en los planos.

Todo el acero para armaduras cumplirá las condiciones que señala la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

2.2.1.13 Ladrillos

El ladrillo que se emplee habrá de ser duro, compacto y homogéneo, de sonido claro y fractura concoidea. Estará limpio de tierras y sustancias extrañas, bien moldeado y cocido y sin vitrificaciones en su

masa, no conteniendo tampoco ni grietas ni oquedades.

Las dimensiones serán generalmente las usadas en la localidad y su forma la paralelepédica perfecta.

Tanto los ladrillos como las fábricas construidas con ellos, cumplirán con lo preceptuado el Código Técnico de la Edificación DB-SE-F.

2.2.1.14 Yesos

Se ajustará a las condiciones fijadas para el yeso designado Y-12 en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de Yesos y Escayolas en las Obras de la Construcción.

2.2.1.15 Tubos de fibrocemento

Estarán bien terminados, con espesores regulares y cuidadosamente trabajados, de manera que tanto las paredes exteriores como las interiores quedan regulares y lisas, presentando una textura compacta y homogénea. Tendrán un sonido claro y campanil, estando las piezas perfectamente calibradas para obtener su ajuste óptimo.

Estarán fabricados por enrollamiento continuo y compresión simultánea, sobre soporte de hacer, de capas sucesivas muy delgadas de amianto y cemento, siendo almacenados después de su fabricación a temperaturas y humedad constante, para su fraguado hidráulico.

2.2.1.16 Tubos de hormigón vibrado

Serán de espesor uniforme, estancos, sin grietas ni roturas y de superficie interior lisa.

Las uniones se harán por el sistema de enchufe y cordón con junta tórica de estanqueidad.

2.2.1.17 Bovedillas cerámicas

Deberán ser homogéneas, de grano fino y uniforme, de textura compacta.

Deberán carecer de manchas, eflorescencias, grietas, coqueras y materias extrañas, que puedan disminuir su resistencia y duración. Darán sonido campanil al ser golpeadas con un martillo y serán inalterables al agua.

Deberán tener suficiente adherencia a los morteros.

2.2.1.18 Viguetas prefabricadas

Cualquier tipo de vigueta o placa alveolar utilizada ha de ser de fabricante de solvencia, tener la correspondiente licencia de uso aprobada por el Ministerio de Fomento y deberá ser aprobada, previamente a su colocación, por el Director de Obra.

Deberá preverse que la sobrecarga de servicio no sea inferior a cuatrocientos Kilogramos por metro cuadrado (400 Kg/m²) salvo que en los planos se indique otra cosa.

Las viguetas y placas alveolares serán de hormigón pretensado, admitiéndose viguetas de perfil completo y semi-viguetas.

2.2.1.19 Carpintería de madera

La madera deberá estar bien seca y cepillada. El trillaje de las puertas, cercos, molduras, contracercos,

etc. Serán de pino de primera calidad.

Las hojas serán lisas, del tamaño indicado en los planos, y de cuarenta y cinco milímetros (45 mm) de grueso.

El contrachapado será encolado y prensado al armazón y no se permitirá el uso de clavos.

Serán construidas a escuadra, planas y sin alabeos. Serán colgadas en sus marcos de madera y que no rocen en ningún punto al abrirlas.

La carpintería para pintar será de pino de primera calidad, maciza de tablero aglomerado cubierta por ambas caras con chapa de madera de pino Valsain, Soria, Flandes (2ª) o similar, llevará una capa de protección, incolora, y dos manos de pintura al óleo.

La carpintería para barnizar será de madera de primera calidad, maciza de tablero aglomerado cubierta por ambas caras de chapa de madera de Guinea (Embero, Abebay, Sapelly, etc.) llevará una capa de protección y dos manos de barniz.

Tanto los herrajes de colgar como de seguridad, que deberán ser aprobados por el Ingeniero Encargado, los instalará el Contratista, quien inspeccionará y ajustará cada uno y todos los herrajes antes de la recepción de la unidad.

Todas las cerraduras podrán amaestrarse.

2.2.1.20 Fábrica de bloques de hormigón

Los bloques de hormigón para las fábricas de cara vista, deberán ser perfectamente paralelepípedicos, las aristas y esquinas no presentarán roturas o desportillamientos, la textura o dibujo de las caras vistas estarán de acuerdo con lo indicado en los planos; se realizará con árido de machaqueo obtenido de mármol blanco y cemento blanco, al que podrá añadirse el colorante que proceda.

La gama de fabricación deberá contar con piezas accesorias para zunchos, semibloques, etc., se colocarán en hiladas perfectamente horizontales, el mortero de agarre estará formado por arena de río y cemento en la proporción 3:1.

Cualquier corte que sea necesario, deberá ser realizado con máquina radial de disco de carborundum o diamante. Durante el enfoscado de aleros y revoco de piñones o pintado de ambos, se protegerá con plásticos al objeto de no manchar los paramentos.

En las fábricas de bloques de cara no vista, se admitirán, en un porcentaje reducido, ligeros desportillamientos, que serán fijados discrecionalmente por el Director de Obra.

2.2.1.21 Cerrajería

La carpintería metálica de puertas estará formada por perfiles de acero galvanizado y chapas de acero galvanizadas. Las chapas exteriores grecadas de $e=0,7$ mm y las interiores lisas de $e=2$ mm.

Los herrajes de colgar y seguridad deberán ser de primera calidad y disposición adecuada. Deberán presentarse para su aprobación por el Director de Obra, los modelos de herrajes que hayan de ser utilizados.

En ventanas la carpintería será metálica de chapa de acero galvanizado ó aluminio resistente.

Todas las ventanas serán del tipo practicable de corredera.

Cuando sea necesaria la instalación de rejillas, estas serán fijas y estarán formadas por barras de acero galvanizado F1120, como mínimo, y cumplir lo prescrito en la norma UNE 108-142-88.

2.2.1.22 Vidriería

Los vidrios deberán resistir la acción de los agentes atmosféricos sin experimentar variación alguna, careciendo de manchas, burbujas, grietas o cualquier otro defecto.

Serán completamente planos y transparentes y de espesor uniforme, debiendo estar perfectamente cortados, presentando bordes rectos sin ondulación de ninguna clase.

En caso de ser requerido vidrio laminar, éste estará constituido por dos o más hojas de vidrio estirado o de luna, íntimamente unidas por una película o solución plástica incolora o coloreada. Será resistente al impacto de piedras (tipo Stapid o similar).

2.2.1.23 Pavimentos

Las baldosas de terrazo estarán formadas por dos capas superpuestas. La capa base será de mortero ordinario y la capa superior o huella será de terrazo propiamente dicho de 40 x40 cm, color claro, cuyo árido será trozos de mármol de grano medio.

La capa exterior deberá tener un espesor superior al cuarenta por ciento (40%) del grueso total de las baldosas que no será inferior a tres centímetros (3cm).

Las piezas deberán estar perfectamente canteadas y escuadradas. Antes de ser colocadas deberán haber sufrido un desbastado y tener un tiempo de curado superior a dos (2) meses. El pulido definitivo se efectuará una vez realizado el solado.

En el momento de ser colocadas no presentarán desportillamientos, manchas, grietas u otros defectos, presentando las aristas vivas siendo las tolerancias admitidas en las dimensiones de los lados más o menos medio milímetro (0,5 mm).

Los rodapiés de igual calidad y de la misma forma de fabricación que las baldosas que formen el pavimento al cual acompañan, terminarán de forma que la superficie vista debe volver sobre el borde superior, serán biselados, rebajados de espesor, y tendrán una altura de 80 mm aproximadamente.

Los pavimentos de baldosa de gres estarán formados por dos capas superpuestas. La capa base será de mortero M-40 sobre cama de arena limpia y la capa superior será de baldosa de gres de 15 a 20 mm de espesor.

2.2.1.24 Pinturas

Las pinturas deberán ser de primera calidad con colores fijos inalterables y con tiempo de secado inferior a doce (12) horas. Solamente se utilizarán pinturas que puedan ser utilizadas directamente al ser desenvasadas, sin tener que añadir ninguna clase de disolvente, pigmento, fijador, etc.

Todas las pinturas utilizadas han de ser de marca garantizada aprobadas, previamente a su aplicación, por el Director de Obra. El pigmento para la pintura de la primera mano de las estructuras metálicas deberá estar constituido por minio de plomo electrolito o imprimación antioxidante equivalente.

Las pinturas a utilizar serán las que se describen a continuación:

Planta Baja

- Techo sala Cabinas: previo sellado de las juntas de las placas , RAL 9010
- Techo Cuadro de Mando: placas para falso techo de 120x60 para integración de luminarias (no precisan ser pintadas).
- Paredes: RAL 1015
- Estructura de hormigón prefabricado (jácenas y pilares): RAL 8011

Planta Sótano

- Techo: RAL 7038

- Paredes: RAL 7038
- Estructura de hormigón prefabricado (jácenas y pilares): RAL 8011
- Solera: Aplicación de pintura antipolvo de color a determinar por la D.T.

Elementos Comunes

- Puertas metálicas: Previa imprimación de minio
 - Interior hoja de salida de emergencia (provista de barra antipático): RAL 3000
 - Interior hoja normal: RAL 8011
 - Exterior: Toda la puerta RAL 8011
- Ventanas: Marcos metálicos
 - RAL 8011
- Barandillas
 - RAL 8011

2.2.1.25 Ventilación

En la sala de cuadros de control, protecciones y telecontrol, tal y como exige la norma de Endesa, deberá disponer de una instalación de aire acondicionado.

En el edificio estándar de control se instalarán dos bombas de calor tipo split en la sala principal. Dichos equipos tendrán una potencia calorífica de 3.000 frigorías cada uno.

La instalación de aire acondicionado diseñada podrá funcionar en las modalidades de frío o calor.

El sistema de aire acondicionado proporcionará en el interior de la instalación las siguientes temperaturas:

- En verano, entre 22 y 28 °C.
- En invierno, entre 18 y 24 °C.

La humedad relativa en el interior del edificio durante todo el año deberá mantenerse entre el 30 y 65%.

El nivel de ruido de la maquinaria no sobrepasará los niveles exigidos por la “Norma de Seguridad e Higiene en el Trabajo”.

La ventilación de la sala de celdas de Media Tensión se realizará de manera natural, mediante unas rejillas que permitirán la entrada y salida de aire de forma natural. Estas rejillas estarán situadas en fachadas opuestas, para facilitar la circulación del aire en el interior, y podrán instalarse ventiladores para facilitar la renovación de aire.

2.2.1.26 Lámina impermeable para cubiertas

La capa impermeable de la cubierta, será una lámina de PVC armada de al menos doce décimas de milímetro (1,2 mm) de espesor. Deberán emplearse hojas de mayor tamaño posible, a fin de minimizar el número de soldaduras, que se realizarán siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante. Los puntos delicados de la impermeabilización, como calderetas, canalones, etc., no se taparán hasta que el Director de Obra de su autorización.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Resistencia al calor: Podrá resistir eventualmente temperaturas del orden de 150 °C
- Resistencia dinámica al frío: -15 °C
- Resistencia estática al frío: -20°C
- Resistencia a los agentes químicos: Resistirá prácticamente todos los agresivos químicos, exceptuando algunas cetonas aromáticas
- Resistencia a la abrasión después de 1.700 fricciones de abrasamiento: Menos de 0,05 gr/10 cm² de superficie
- Resistencia al punzonamiento con carga permanente: 1,2 kg/ mm²
- Resistencia al desgarro: 65 Nw
- Resistencia al fuego: Autoextinguible
- Impermeabilidad: Absoluta
- Resistencia a la tracción: 170 kg/ cm²
- Resistencia a la tracción tras 5 ciclos de envejecimiento artificial acelerado: 165 kg/cm²
- Alargamiento: 220%
- Alargamiento tras 5 ciclos de envejecimiento acelerado: 250%
- Dureza Shore A: 83 grados
- Resistencia a la dobladura después de 200.000 ciclos: Inalterada

Resistencia a tracción de solape soldado: Romperá fuera de la zona soldada

La lámina cumplirá con la norma UNE 13956 titulada “Láminas flexibles para impermeabilización. Láminas plásticas y de caucho para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características”.

La lámina llevará protección pesada consistente en cinco centímetros (5 cm) de gravilla rodada. Entre la gravilla y la lámina de PVC se intercalará una capa de fieltro geotéxtil de 100 g/m² como protección mecánica.

Será obligatorio el empleo de calzado adecuado (sin clavos ni partes duras) para colocar la lámina o acceder a la cubierta, mientras aquella no esté totalmente protegida.

2.2.1.27 Canales de cables prefabricados

Los canales de cables prefabricados serán de hormigón armado, excepto en aquellas partes singulares (encuentros, derivaciones, etc.), que se realizarán de hormigón armado “in situ” una vez que los canales prefabricados se encuentren colocados.

Se realizarán con moldes metálicos de rigidez adecuada a los esfuerzos que han de soportar (tanto los estáticos del hormigón, como los de vibrado y manejo de las piezas).

Los elementos prefabricados se colocarán sobre camas perfectamente enrasadas y que no impidan el paso del agua al sistema de drenaje. En principio se prohíbe su almacenamiento en obra; y su descarga, que a la vez será colocación, se realizará con brazo mecánico de potencia adecuada.

El transporte de la fábrica a la obra se realizará disponiendo separadores de madera adecuados para evitar desportillamientos.

La superficie de los elementos prefabricados será plana, compacta y exenta de coqueas. Al objeto de reducir el tiempo de permanencia en molde se autoriza el empleo de cemento de alta resistencia inicial (no aluminoso).

2.2.1.28 Tuberías de PEHD

El material empleado se obtendrá mediante un proceso de polimerización del etileno a presiones relativamente bajas (1-200 atm.), con catalizador alquilmetálico (catálisis de Ziegler-Natta) o un óxido metálico sobre sílice o alúmina (procesos Phillips y Standard Oil).

El polietileno de alta densidad se producirá normalmente con un peso molecular que se encuentra en el rango entre 200.000 y 500.000, con un bajo nivel de ramificaciones, por lo cual su densidad será alta (0.941 g/cm³ aprox.) así como las fuerzas intermoleculares.

Estas características confieren al producto final, en tubería, una excelente resistencia térmica, química y mecánica, muy buena opacidad, flexibilidad, y tenacidad, y además de presentar una procesabilidad excelente el PE-AD es impermeable, es inerte al contenido (baja reactividad) y no es tóxico.

Las características físicas del material de polietileno de alta densidad en tuberías serán las siguientes:

- Densidad: 0.94 – 0.97 (g/cm³)
- Grado de cristalinidad: 60 – 90 (%)
- Propiedades ópticas: Debido a su alta densidad es opaco.
- Resistencia Química: Excelente frente a ácidos, bases y alcoholes.
- Temperatura de transición vítrea: Tiene 2 valores, a -30 °C y a -80 °C
- Rango de temperaturas de trabajo: Desde -100 °C hasta +120 °C
- Temperatura de fusión: 130 °C hasta 135 °C
- Temperatura de reblandecimiento 140 °C
- Estabilidad Térmica: En ausencia completa de oxígeno, el polietileno es estable hasta 290 °C. Entre 290 y 350 °C, se descompone y da polímeros de peso molecular más bajo, que son normalmente termoplásticos o ceras, pero se produce poco etileno. A temperaturas superiores a 350 °C, se producen productos gaseosos en cantidad creciente, siendo el producto principal el butileno.
- Coeficiente de expansión lineal: $2 \cdot 10^{-4} \text{ K}^{-1}$
- Viscosidad: Índice de fluidez menor de 1g/10min, a 190 °C y 16kg de tensión
- Módulo elástico E: 1000 N/mm²
- Esfuerzo de ruptura: 20-30 N/mm²
- Elongación a ruptura: 12 %
- Flexibilidad: Comparativamente, es más flexible que el polipropileno
- Propiedades Eléctricas: Conductividad eléctrica pequeña, baja permisividad, un factor de potencia bajo (9,15) y una resistencia dieléctrica elevada.

Los tubos de PE-AD se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

No se admitirán piezas especiales fabricadas por unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos por la normativa vigente y con los complementarios que juzgue oportuno el fabricante.

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento y resistencia de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

2.2.1.29 Tuberías de PVC

El material empleado se obtendrá del policloruro de vinilo técnicamente puro, es decir, aquél que no tenga plastificantes, ni una proporción superior al uno por ciento de ingredientes necesarios para su propia fabricación. El producto final, en tubería, estará constituido por policloruro de vinilo técnicamente puro en una proporción mínima del noventa y seis por ciento (96%) y colorantes estabilizadores y materiales auxiliares, siempre que su empleo sea aceptable en función de su utilización.

Las características físicas del material de policloruro de vinilo en tuberías serán las siguientes:

- Peso específico de uno con treinta y siete a uno con cuarenta y dos (1,37 a 1,42 kg/dm³) (UNE 1183).
- Coeficiente de dilatación lineal de sesenta a ochenta (60 a 80) millonésimas de metro por metro y grado centígrado.
- Temperatura de reblandecimiento no menor de ochenta grados centígrados (80° C), siendo la carga del ensayo de un (1) Kilogramo (UNE ISO 306).
- Módulo de elasticidad a veinte grados (20° C) veintiocho mil (28.000 kg/cm²).
- Valor mínimo de la tensión máxima (s) del material a tracción quinientos (500) kg/ cm², realizando el ensayo a veinte más menos un grado centígrado (20± 1° C) y una velocidad de separación de mordazas de seis milímetros por minuto (6 mm/min) con probeta mecanizada. El alargamiento a la rotura deberá ser como mínimo el ochenta por ciento (80%) (UNE 1452).
- Absorción máxima de agua cuatro miligramos por centímetro (4mg/cm²) (UNE 1452).
- Opacidad tal que no pase más de dos décimas por ciento (0,2%) de la luz incidente (UNE 13468).

Los tubos de PVC se fabricarán en instalaciones especialmente preparadas con todos los dispositivos necesarios para obtener una producción sistematizada y con un laboratorio necesario para comprobar por muestreo al menos las condiciones de resistencia y absorción exigidas al material.

No se admitirán piezas especiales fabricadas por unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos.

Los tubos se marcarán exteriormente y de manera visible con los datos mínimos exigidos por la normativa vigente y con los complementarios que juzgue oportuno el fabricante.

El material de los tubos estará exento de grietas, granulaciones, burbujas o faltas de homogeneidad de cualquier tipo. Las paredes serán suficientemente opacas para impedir el crecimiento de algas o bacterias, cuando las tuberías queden expuestas a la luz solar.

Las condiciones de funcionamiento y resistencia de las juntas y uniones deberán ser justificadas con los ensayos realizados en un laboratorio oficial, y no serán inferiores a las correspondientes al propio tubo.

2.2.1.30 Equipos y materiales eléctricos

Todos los equipos y materiales serán de primera calidad, fabricados por una firma de reconocida garantía y responderán a las características especificadas en el Documento de Mediciones. Todos los materiales deberán ser aprobados, previamente, por la Dirección de Obra.

Las luminarias para lámparas de descarga estarán equipadas con equipos auxiliares de alto factor de potencia.

Los mecanismos serán de tipo basculante, cerrados, con base de melanina o material similar. Tanto los mecanismos como las bases de toma de corriente irán alojados en cajas, que serán de tipo hermético en intemperie o locales húmedos.

Los conductores serán de cobre electrolítico con doble capa de aislamiento y cumplirán las normas UNE aplicables.

Los tubos de PVC serán de tipo rígido, reforzado, para instalaciones eléctricas, con uniones roscadas y de acuerdo con lo especificado en el Documento de Mediciones.

Las cajas de derivación y conexiones serán de PVC, provistas de conos o racores para el paso de tubos e irán equipadas con bornas de tipo tornillo para conexión de los cables.

2.2.1.31 Otros materiales

Los demás materiales que sin especificarse en el presente pliego hayan de ser empleados en obra, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reúnen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motiva su empleo.

2.2.2 Condiciones que deben cumplirse en la Ejecución de Obras

2.2.2.1 Replanteo

El replanteo de las obras se efectuará dejando sobre el terreno señales o referencias, que tengan suficientes garantías de permanencia para que, durante la construcción, pueda fijarse con relación a ellas la situación en planta o altura de cualquier elemento o parte de las obras.

Se tendrá especial cuidado en comprobar “a priori” que la parte más alta del alero o cubierta de los edificios cumple con las distancias de seguridad, rectificándose en caso necesario las elevaciones que figuran en los planos. En caso de que sea preciso modificar alguna elevación, debe comunicarse Director de Obra.

Toda la demolición y reconstrucción o la adaptación, si ésta fuera posible a juicio del Director de Obra, de todas las partes de las obras que no se ajusten a las cotas y rasantes señaladas, tanto por error involuntario como por haber sido movida alguna referencia, será de cuenta Contratista, con la única excepción de que le hubieran sido dados equivocados los planos.

2.2.2.2 Desbroces y limpieza del terreno

Consiste en extraer y retirar de las zonas asignadas, todos los árboles, plantas, tocones, maleza, maderas, escombros, basuras, broza ó cualquier otro material de deshecho o no apto como material.

Las operaciones de desbroce y limpieza se efectuaran con las precauciones necesarias, para evitar daños a las construcciones afectadas. Los árboles a derribar caerán hacia el centro de la zona objeto de la limpieza.

El arranque de material se realizará con la ayuda de pala o retroexcavadora, vertido sobre camión basculante y llevado hasta lugar de acopio (si lo hubiera) o a vertedero autorizado.

A medida que se vaya excavando, se irá inspeccionando el material resultante, para dictaminar visualmente cuando se ha retirado la capa vegetal, lo cual se cumplirá cuando el contenido de materia orgánica sea inferior al 10%, así como para conocer la profundidad de la misma.

Los tocones con raíces grandes, se retirarán hasta una profundidad de por lo menos un metro por debajo del nivel de explanación final, excepto donde el relleno vaya a tener una altura mayor de un metro. En este caso los tocones se retirarán una profundidad de por lo menos 150 cm.

Todos los huecos causados por la extracción de tocones y raíces, se rellenarán con material análogo al existente, compactándose hasta que su superficie se ajuste a las cotas del proyecto.

2.2.2.3 Excavaciones a cielo abierto

Las excavaciones a cielo abierto se efectuarán de acuerdo con los planos y hasta la profundidad indicada por el Director de Obra, a la vista de la naturaleza y clase de terreno encontrado.

El arranque de material se realizará con maquinaria adecuada para cada caso (retroexcavadora, pala cargadora, etc), vertido en camión basculante y se desplazará hasta vertedero autorizado o lugar de acopio, según se estime.

Se adoptarán todas las medidas necesarias para evitar la entrada de agua, manteniendo libre de la misma la zona de excavación, colocándose, ataguías, drenajes, protecciones, cunetas, canaletas y conductos de desagüe que sean necesarios.

Si se tuvieran que realizar entibaciones y/o apuntalamientos, estos cumplirán las siguientes condiciones:

- Será realizada por encofradores u operarios de suficiente experiencia como entibadores, dirigidos por

un encargado con conocimientos sobre dicho tema.

- Se realizará un replanteo general de la entibación, fijando puntos y niveles de referencia.
- En terrenos buenos, con tierras cohesionadas, se sostendrán los taludes verticales hasta una altura entre 60 y 80 cm., colocándose una vez alcanzada esta profundidad una entibación horizontal compuesta por tablas horizontales, sostenidas por tablones verticales, apuntalados por maderas u otros elementos.
- En terrenos buenos con profundidades de más de 1,80 m., con escaso riesgo de derrumbe, se colocarán tablas verticales de 2,00 m., quedando sujeto por tablas horizontales y codales de madera u otro material.
- Si los terrenos son de relleno, o tienen una dudosa cohesión, se entibaran verticalmente a medida que se procede a la excavación de tierras.
- Se protegerá la entibación frente a filtraciones y acciones de erosión por parte de las aguas de escorrentía.

Se regularizará y compactará el fondo de excavación, para evitar las ondulaciones del mismo y obtener un mejor asiento del material a terraplenar.

Los fondos se comprobarán mediante la realización de densidades in situ, según lo establecido en el plan de ensayos, y se limpiarán de todo material suelto o flojo, así mismo serán rellenadas las grietas y hendiduras.

La separación entre el tajo de la máquina y la entibación, no podrá ser mayor de vez y media la profundidad de la zanja en ese punto.

Si durante la ejecución de las obras se comprobase la necesidad de variar la excavación prevista, el Director de Obra tomará las resoluciones oportunas, siendo obligación del contratista ejecutar, a los precios ofertados para cada unidad de obra, las excavaciones que se consideren necesarias.

2.2.2.4 Excavación de la explanación y préstamos

La ejecución se realizará de acuerdo con lo prescrito en el Art. 320 “Excavación de la explanación y préstamos” del P.P.T.G. del Ministerio de Fomento.

2.2.2.5 Rellenos en explanación general

Los materiales de relleno, salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y serán aprobados por la dirección de obra, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamo si aquellos resultasen inadecuados.

Cuando el relleno se asiente sobre un terreno con presencia de aguas superficiales o subterráneas, se desviarán las primeras y se captarán y conducirán las segundas, antes de comenzar la ejecución.

Esta se llevará a cabo por tongadas de material con características homogéneas, las cuales no superan los 20 cm. y en las que se rechazarán los terrones que superen el 40% del espesor de la tongada. Una vez extendida, cada tongada, se procederá a su humectación si es necesario, de forma que el grado de humedad sea uniforme. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva, se procederá a su desecación, bien por oreo o por mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas.

El relleno de los trasdós de los muros se realizará cuando éstos tengan la resistencia requerida y no antes de los 21 días, si es de hormigón.

La ejecución de las obras se realizará según lo dispuesto en el Art.330 “Terraplenes” del P.P.T.G.

2.2.2.6 Escarificación y compactación

El grado de compactación de cualquiera de las tongadas será como mínimo igual al mayor que posea el terreno y los materiales adyacentes situados en el mismo nivel.

La densidad que se alcance no será inferior a la máxima obtenida en el ensayo Próctor normal. (UNE 103500:1994).

Cuando se utilicen, para compactar, rodillos vibrantes, deberán darse al final unas pasadas sin aplicar vibración, para corregir las perturbaciones superficiales que hubiese podido causar aquellas.

No se realizará nunca la compactación cuando existan heladas o esté lloviendo.

Se evitará el tráfico de vehículos y máquinas sobre tongadas compactadas y en todo caso se evitará que las rodadas se concentren en los mismos puntos de la superficie dejando huella.

La ejecución de estos trabajos se realizará según lo dispuesto en el Art. 302 “Escarificación y compactación” del P.P.T.G.

2.2.2.7 Capas granulares

La ejecución de las obras, tolerancia de la superficie y limitaciones de la ejecución de esta unidad de obra, se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Art.500 “Zahorras naturales” o en el Art. 501 “Zahorras artificiales” del P.P.T.G.

2.2.2.8 Bases de macadam

La ejecución de las obras, tolerancia de la superficie y limitaciones de ejecución de esta unidad de obra, se realizarán de acuerdo con lo especificado en el Art. 502 “Macadam” del P.P.T.G.

2.2.2.9 Doble tratamiento superficial

El equipo necesario, realización de las obras y limitaciones de ejecución de esta unidad de obra, estará de acuerdo con lo especificado en el Art. 533 “Tratamientos Superficiales mediante riegos con gravilla” del P.P.T.G.

2.2.2.10 Excavación y rellenos en zanjas y cimientos

La excavación de zanjas y cimientos, se ajustará a lo prescrito en el Art. 321 “Excavación en zanjas y pozos”, del P.P.T.G.

2.2.2.11 Características de los hormigones

El hormigón a emplear será el indicado en planos. Cumplirá lo especificado en la vigente Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

2.2.2.12 Fabricación del hormigón

El hormigón se hará a ser posible con máquina, pudiendo el Contratista realizarlo en el tajo o transportarlo desde estaciones centralizadas, siempre que el tiempo que transcurra desde el amasado a la puesta en obra sea inferior al cincuenta por ciento (50%) del tiempo necesario para iniciarse el fraguado. Queda totalmente prohibido añadir agua a las cubas de hormigón fabricado en central.

Los vibradores cuyo empleo es obligatorio siempre, serán suficientemente revolucionados y enérgicos para que actúen en toda la tongada del hormigón que se vibre. Se someterá el sistema de vibrado a la aprobación del Director de Obra.

A la salida de las hormigoneras se tomarán muestras, cuando lo disponga el Director de Obra, con las que se confeccionarán probetas cúbicas de veinte centímetros (20 cm) de lado que han de dar cargas de rotura a los veintiocho(28) días que no sean inferiores a las que se indican en los planos.

El hormigón cumplirá las condiciones que señala la vigente normativa para el proyecto y ejecución de las obras de Hormigón EHE.

2.2.2.13 Encofrados

Estos son sistemas utilizados como moldes para verter hormigón y dar forma al elemento resultante hasta su endurecimiento. Dada la función que realizan su resistencia y estanqueidad debe estar contrastada a fin de no provocar deformaciones que inutilizarían el elemento resultante.

Estos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Se prohíbe el aluminio en contacto con el hormigón.
- Se humedecerán para que no absorban agua del hormigón depositado.
- Las paredes estarán limpias y no impedirán la libre retracción del hormigón.
- Deberán permitir el correcto emplazamiento de armaduras y tendones.
- Deberán poderse retirar sin provocar sacudidas ni daños en el hormigón
- Los productos de desencofrado han de ser expresamente autorizados.
- En elementos de más de 6 m. se recomiendan disposiciones que produzcan una contraflecha en la pieza hormigonada.

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, así como tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Espesor (m)	Tolerancia (mm)
$\leq 0,10$	2
$0,11 \div 0,20$	3
$0,21 \div 0,40$	4
$0,41 \div 0,60$	6
$0,61 \div 1,00$	8
$\geq 1,00$	10

El montaje se realizará según un orden determinado, dependiendo de la pieza, de la pieza a hormigonar: si es un muro, primero se coloca una cara, después la armadura y, por último, la otra cara; en el caso de pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas, primero el encofrado y a continuación la armadura.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies.

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible.

Antes de colocar las armaduras se aplicarán los desencofrantes.

No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobre todo en ambientes agresivos.

No se procederá al desencofrado hasta transcurrido un mínimo de 7 días para los soportes y 3 días

para los demás casos y siempre con la aprobación de la dirección facultativa

Los encofrados en general serán preferentemente de madera o metálicos con rigidez suficiente para que no sufran deformaciones con el vibrado del hormigón, ni dejen escapar morteros por las juntas. No se procederá a la retirada de encofrados antes del tiempo que fije el Director de Obra, como mínimo el contratista se atenderá a lo estipulado en el artículo 75 de la EHE.

2.2.2.14 Fábricas de hormigón en masa

Las superficies sobre las que haya de ser vertido el hormigón estarán limpias y humedecidas, pero sin agua sobrante. Antes de reanudar el trabajo, después de una interrupción admitida por el Director de Obra se limpiarán perfectamente las superficies y se procederá como se indica en la vigente norma EHE Artículo 71.

2.2.2.15 Fábricas de hormigón armado

Las altas prestaciones del hormigón, se deben a sus características para soportar grandes esfuerzos a compresión, por el contrario no soportan esfuerzos de tracción, hecho por el cual existen los hormigones armados, estos consisten básicamente en la inclusión, dentro del hormigón en masa, de barras de acero con características geométricas particulares y adaptadas para obtener una alta adherencia con el hormigón.

Los encofrados que hayan de emplearse en las obras de hormigón armado tendrán en cada caso las formas y dimensiones precisas, además de la solidez necesaria para soportar, sin deformación sensible, no sólo el peso y la presión del hormigón que hayan de contener, sino también el de la fábrica que haya de ir elevándose encima.

Los encofrados de todos los elementos se alinearán con gran cuidado y tendrán la forma geométrica que le corresponda sin alabeos ni deformaciones.

Las armaduras pasivas estarán exentas de pintura, grasa o cualquiera otra sustancia que afecte negativamente al acero o a su adherencia al hormigón.

La sujeción podrá realizarse por soldadura cuando esta se elabore en taller con instalación industrial fija, con acero soldable y por personal y procedimiento debidamente cualificados.

Para la sujeción de los estribos, es preferible el simple atado, pero se acepta la soldadura por puntos, siempre que se realice antes que la armadura esté colocada en los encofrados.

Los separadores se colocarán de la siguiente forma:

- En elementos superficiales horizontales (losas, forjados y zapatas):
 - Emparrillado inferior, cada 50 diámetros o 100 cm.
 - Emparrillado superior, cada 50 diámetros o 50 cm.
- En muros:
 - Por emparrillado, cada 50 diámetros o 50 cm.
 - Separación entre emparrillados, cada 100 cm.
- En vigas: Cada 100 cm.
- En soportes: Cada 100 diámetros o 200 cm.

Estos no podrán estar constituidos por material de deshecho, sino que serán elaborados ex profeso para esta función.

El doblado de armaduras se realizará, en general, en frío y no se admite el enderezamiento de codos.

El enderezamiento de esperas, se podrá hacer, si se cuenta con experiencia y no se producen fisuras ni grietas en la zona afectada. No debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección.

Los diámetros de los mandriles para el doblado de las armaduras, son los siguientes:

- Para ganchos, patillas y ganchos en U:
 - Diámetro de la barra < 20 mm.

- B 400 S y B 500 S diámetro 4.
 - o Diámetro de la barra > 20 mm
- B 400 S y B 500 S diámetro 7.
- Para barras dobladas y barras curvadas:
 - o Diámetro de la barra < 20 mm.
 - B 400 S diámetro 10
 - B 500 S diámetro 12
 - o Diámetro de la barra > 20 mm.
 - B 400 S diámetro 12
 - B 500 S diámetro 14

Las barras para el armado tendrán la calidad y el diámetro indicado en los planos del Proyecto. El Director de Obra determinará en cada caso la forma y dimensiones a dar a las uniones de las barras, sí como instrucciones referentes a la manera de ejecutarse dichos enlaces.

2.2.2.16 Hormigonado

El hormigón es un producto formado de diferentes componentes a saber; agua cemento, áridos y aditivos. Aunque su función principal es la resistencia a compresión (en la que intervienen los tres primeros) también es necesario tener en cuenta otras variables relativas a las condiciones de vertido y/o ambientales.

Por todo ello, el proyecto debe definir los tipos de hormigones permitidos en cada elemento constructivo y la dirección facultativa definirá, en función de las condiciones de la obra, aquellas características adicionales a cumplir por el suministrador del mismo.

a. Condiciones generales de ejecución.

Salvo indicación en contra en el Pliego de Condiciones del Proyecto, se cumplirán los siguientes aspectos:

- El hormigonado deberá ser autorizado por la Dirección de Obra.
- Los modos de compactación recomendados serán:
 - o Vibrado enérgico – para hormigones de consistencia SECA.
 - o Vibrado normal – para consistencias PLASTICA y BLANDA
 - o Picado con barra – para consistencia FLUIDA.
- Sea cual sea el modo de compactación, se evitará la segregación de los diferentes componentes del hormigón.
- Las juntas de hormigonado se situarán en dirección normal a las tensiones de compresión.
- Cuando se emplee vibrador de superficie, el espesor de la tongada no será mayor de 20 cm.
- No se hormigonará sobre las juntas de hormigonado sin la aprobación de la Dirección de Obra ni sin su previa limpieza.

Cuando esta actividad se desarrolle en TIEMPO FRIO:

- La temperatura del hormigón antes del vertido no será menor de 5° C, ni se vertirá sobre encofrados o armaduras a temperatura inferior a 0° C.
- Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que la temperatura ambiente bajará de 0° C en las 48 horas siguientes.
- El empleo de aditivos anticongelantes, precisará la autorización expresa de la Dirección de Obra.
- Se demolerá toda la fábrica en que se compruebe que el mortero se encuentra deteriorado a consecuencia de las heladas. En cualquier caso el Contratista cumplirá lo especificado en el artículo 72 de EHE.

Cuando esta actividad se desarrolle en TIEMPO CALUROSO:

- Se evitará la evaporación del agua de amasado.
- Una vez vertido el hormigón se protegerá del sol.
- Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura sea mayor de 40° C o haya viento excesivo.

- El Contratista cumplirá siempre lo prescrito en el artículo 73 de EHE.

El hormigonado se continuará una vez que el director de Obra o representante suyo, haya comprobado que el hormigón anteriormente colocado no haya sufrido daño alguno o, en su caso, después de la demolición de la zona dañada.

En cualquier caso, no se permitirán interrupciones en el hormigonado de cimentaciones importantes, tales como cimentación del auto- trafo, cimentación de pórticos de amarre, etc.

b. Condiciones de curado del hormigón

Tras el vertido el hormigón, este comienza a endurecerse hasta conseguir unos valores de resistencia nominales a los 28 días. Durante dicho periodo, el proceso producido, provoca un alto desprendimiento de calor y por consiguiente una rápida evaporación del agua contenida.

Para equilibrar el contenido de agua se somete al proceso de curado consistente básicamente en el lavado o riego de su superficie durante un periodo no inferior a los 3 días y con las siguientes condiciones:

- Durante el fraguado y primer período de endurecimiento, deberá asegurarse un curado intensivo (riego intenso).
- Se podrá efectuar por riego directo sin que se produzca deslavado.
- El agua empleada cumplirá con el artículo 27° de la EHE, aunque en general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.
- Como alternativa, se podrán utilizar protecciones que garanticen la retención de la humedad inicial y no aporten sustancias nocivas.
- Se deberán tener presente las condiciones ambientales para que la humedad relativa no sea inferior al 80%.

2.2.2.17 Cunetas

La ejecución de cunetas se hará de conformidad con los planos del proyecto. La excavación se ejecutará según lo dispuesto en el Art. “Excavación y relleno de zanjas y cimientos” del presente pliego.

2.2.2.18 Estructuras metálicas

Las estructuras están formadas por elementos metálicos, de formas variadas, que unidas entre si forman un conjunto resistente que lo hace adecuado a diferentes usos, de acuerdo con las características y condiciones de funcionamiento del componente que soportan.

A continuación se describen los diferentes pasos que conforman la prefabricación y el montaje de tales elementos.

a. Requisitos previos

Con anterioridad al inicio de los trabajos se habrán cumplido los siguientes requisitos:

- Replanteo topográfico.- Se verificará la existencia y características de los apoyos (cantidad, alineaciones y nivelaciones, pernos embebidos, etc.) que posteriormente van a servir de sustentación de las diferentes estructuras a instalar.
 - Control dimensional.- Se verificarán que los pernos de las placas base coinciden en distancias y dimensiones a los taladros de las estructuras correspondientes.
- #### b. Condiciones de los materiales

Estos se ajustarán a los indicados en proyecto, debiendo ser aprobados específicamente en caso de alteración.

Las características mecánicas y químicas deben ser documentadas mediante certificado, debiendo poderse identificar esta, en todas las etapas de la fabricación y el montaje.

La identificación puede basarse en registros documentados para lotes de productos signados a un

proceso común de producción, debiendo, cada componente tener una marca indeleble que no produzca daño y resulte visible tras finalizar la instalación.

Los elementos estructurales deben manipularse y almacenarse de forma segura, evitando que se produzcan deformaciones permanentes. Cada componente debe protegerse de posibles daños en los puntos de sujeción para manipulación y se almacenarán apilados sobre el terreno pero sin contacto con el.

c. Prefabricación de estructuras

- Corte.- Este se realizará por medio de sierra o cizalla. El corte térmico (oxicorte) solo se utilizará previa aprobación y siempre que este no produzca irregularidades y se hayan eliminado los restos de escoria producida.

Los ángulos entrantes y entallas tendrán un acabado redondeado, con un radio mínimo de 5 mm.

Los cortes deberán realizarse normales a los perfiles a no ser que se indique lo contrario. Los bordes deberán quedar perfectamente planos y sin rebaba ni bordes salientes o cortantes. En el caso de estructuras galvanizadas, se volverá a galvanizar la parte afectada a menos que el Director de Obra autorice otra cosa.

- Perforado.- Los agujeros se realizarán mediante taladrado y no se permitirá el punzonado salvo aprobación explícita indicando lo contrario.

Se eliminarán las rebabas antes del ensamblaje, no siendo necesario separar las diferentes partes cuando los agujeros están taladrados en una sola operación, a través de dichas partes unidas firmemente entre sí.

- Empalmes.- No se permitirán más empalmes que los establecidos en el proyecto.

Si la separación de las superficies de apoyo supera los valores establecidos, podrán utilizarse cuñas o forros adecuados, no debiéndose utilizar más de tres en cualquier punto y pudiéndose fijar su posición mediante soldaduras en ángulo o a tope con penetración parcial.

- Soldeo.- La realización del soldeo se llevará a cabo en las siguientes condiciones:
 - Los procesos empleados serán homologados de acuerdo a la norma UNEEN 288 cualificados antes de la realización de los trabajos correspondientes.
 - Los soldadores deben estar cualificados y certificados por un organismo acreditado de acuerdo con la norma UNE EN 287-1 y con las limitaciones que en la misma se indican.
 - Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijados mediante dispositivos adecuados, así como ser accesibles para el soldador.

Se comprobará que las dimensiones finales están dentro de las tolerancias.

Los dispositivos provisionales para el montaje, deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza. Las soldaduras que se utilicen deben ejecutarse siguiendo las especificaciones generales y, si se cortan al final del proceso, la superficie del metal base debe alisarse por amolado.

- Uniones atornilladas.- Este tipo de unión se realizará, cuando esté indicada en proyecto y de acuerdo con los siguientes requisitos:
 - La espiga del tornillo debe salir de la rosca de la tuerca después del apriete y entre la superficie de apoyo de la tuerca y la parte no roscada de la espiga, además de la salida de rosca, debe haber, al menos, un filete de rosca completo.
 - Cuando la unión disponga tornillos en vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.
 - Para asegurar las tuercas, no serán precisas medidas adicionales al apriete normal, ni se deben soldar, salvo indicación en contra en el proyecto.
- Tratamientos de protección.- Todas las estructuras, salvo indicación en contra, serán tratadas mediante galvanizado en caliente de acuerdo con UNE EN ISO 1461:1999, para lo que dispondrán de un procedimiento específico y debidamente aprobado.

El espesor medio de galvanizado, medido por método magnético, no será inferior a 70 μm , no debiendo observarse ningún valor puntual inferior a 50 μm .

d. Montaje de estructuras

El montaje se iniciará con la nivelación de las placas base de los diferentes elementos estructurales.

Para este trabajo se utilizará un camión-grúa o similar, mediante la cual se estrobará la cabeza del elemento hasta la posición de apoyo, teniendo en cuenta la orientación de la misma.

Una vez fijado el elemento con tuercas al anclaje soltaremos el estrobado, comprobando la alineación y nivelación de la estructura y procediendo posteriormente al apriete definitivo del anclaje de la misma.

Como medida de seguridad, todos los extremos de los perfiles, hasta una altura de 1,80 m., se protegerán con elementos engomados o similar.

El material deberá transportarse y manejarse con cuidado para evitar torceduras o daños.

No podrán montarse sino siete (7) días después de colocar el hormigón. En tiempo excepcionalmente frío, la decisión de montar estructura la tomará el Director de Obra.

Todas las sales corrosivas y otros materiales extraños depositados o adheridos a la estructura con anterioridad o durante el montaje de ellas, deberán ser eliminadas, no pudiendo instalarse miembros doblados, torcidos, oxidados o dañados.

2.2.2.19 Fábricas de ladrillo

Antes de su colocación en obra los ladrillos deberán ser saturados de humedad, aunque bien escurridos del exceso de agua con objeto de evitar el deslavamiento de los morteros. Deberá demolerse toda la fábrica en que el ladrillo no hubiese sido regado o lo hubiese sido insuficientemente a juicio del Director de Obra.

El asiento del ladrillo se efectuará por hileras horizontales, no debiendo corresponder en una misma vertical las juntas de dos hileras consecutivas.

Para colocar los ladrillos una vez limpios y humedecidas las superficies sobre las que han de descansar, se echará un mortero de doscientos cincuenta Kilogramos (250 kg) de cemento Portland por metro cúbico de arena, y en cantidad suficiente para que comprimiendo fuertemente sobre ladrillo y apretando además contra los inmediatos, queden los espesores de juntas señalados y el mortero refluya por todas partes.

Las juntas en los paramentos que hayan de enlucirse o revocarse quedarán sin rellenar a tope, para facilitar la adherencia del enlucido que completará el relleno y producirá la impermeabilización de la fábrica de ladrillo.

2.2.2.20 Forjados

Los elementos integrantes serán suministrados por un fabricante de reconocida solvencia y que cuente con las preceptivas autorizaciones de uso, ajustándose las sobrecargas estrictamente a las empleadas en Proyecto.

Antes de su colocación en obra deberán someterse a las comprobaciones que a continuación se indican:

Se rechazarán aquellos elementos cuyas dimensiones transversales difieran de las previstas en más de cinco milímetros (5 mm) por exceso y dos milímetros (2 mm) por defecto. Igualmente se rechazarán cuando la longitud difiera de la solicitada en más de más / menos dos centímetros (2 cm). Asimismo serán desechadas aquellas piezas que presenten rebabas en algún borde, coqueas de más de un centímetro (1 cm) de dimensión máxima, aristas desportilladas, caras deterioradas, armadura visible en algún trozo, señales y fisuras.

2.2.2.21 Guarnecidos

La pasta de yeso se utilizará inmediatamente después de su amasado, sin posterior adición de agua,

siempre se guarnecerá con yeso vivo.

Antes de comenzar los trabajos, se limpiará y humedecerá la superficie que se va a revestir.

No se realizará el guarnecido, cuando la temperatura ambiente en el lugar de utilización de la pasta sea inferior a cinco grados centígrados (5° C).

En las aristas verticales de esquina se colocarán guardavivos. En los rincones, esquinas y guarniciones de huecos se dispondrán maestras verticales formadas por bandas de yeso.

La distancia horizontal entre maestras de un mismo paño no será superior a tres metros (3 m).

Las caras vistas de las maestras de un paño estarán contenidas en un mismo plano vertical. A continuación se extenderá la pasta entre maestras, apretándola contra la superficie, hasta enrasar con ellas.

La superficie resultante será plana, vertical y estará exenta de coqueras.

2.2.2.22 Enlucidos y enfoscados

El espesor mínimo para enlucidos será de milímetro y medio (1,5 mm), mientras que para los enfoscados será de veinte milímetros (20 mm) como mínimo.

Sobre ladrillo y mampostería se ejecutarán embebiendo previamente de agua la superficie de la fábrica. Los enfoscados sobre hormigones se ejecutarán, si es posible, cuando éstos se encuentren frescos todavía, rascando previamente la superficie para obtener una buena adherencia.

Los enfoscados con mortero de cemento se realizarán con mortero de doscientos cincuenta kilogramos (250 kg.) de cemento por cada metro cúbico de arena en interiores y de trescientos kilogramos (300 kg.) en exteriores.

Los enfoscados se mantendrán húmedos por medio de riegos muy frecuentes durante el tiempo necesario, para que no sea de temer la formación de grietas por desecación.

Se levantará, picará y rehará por cuenta del Contratista todo enfoscado que presente grietas, o que por el sonido que produzca al ser golpeado o por cualquier otro indicio, haga sospechar que está parcialmente desprendido del paramento de la fábrica.

2.2.2.23 Carpintería de madera

Se ajustará a las dimensiones definidas en los planos.

Los largueros de la puerta de paso llevarán quicios con entrega de cinco centímetros (5 cm) para anclaje en el pavimento.

Los contracerco vendrán de taller montados, con las uniones ensambladas y con los orificios para el posterior atornillado en obra de las patillas de anclaje. La separación entre ellas será no mayor de cincuenta centímetros (50 cm) y de los extremos de los largueros a veinte centímetros (20 cm), debiendo ser de acero protegido contra la oxidación.

Los cercos llegarán a obra con riostras y rastreles para mantener la escuadra y con una protección para su conservación durante el almacenamiento y puesta en obra.

En las hojas y cercos se realizarán las entalladuras necesarias para la colocación de los herrajes. La hoja quedará nivelada y aplomada mediante cuñas.

El cerco se fijará al contracerco mediante tornillos, utilizándose cuñas de madera o tiras de tablero contrachapado para su ajuste.

Los tapajuntas se fijarán con juntas de cabeza perdida botadas y emplastecidas. Los encuentros se realizarán a inglete.

2.2.2.24 Cerrajería

Se ejecutarán con los perfiles indicados en los planos. Todas las uniones se realizarán a inglete o en ángulo recto, según proceda, utilizando herrajes al efecto.

Los cercos de puerta se fijarán a precercos metálicos anclados en la fábrica vista.

2.2.2.25 Vidriería

Los vidrios de toda clase de ventanas, puertas o bastidores diversos serán del tipo indicado en los planos y se montarán ajustándolos cuidadosamente al hueco en que hayan de encajar.

La fijación se llevará a cabo en la forma y con el material que se indica en los planos correspondientes.

La silicona de sujeción del cristal, se aplicará con pistola, rellenando perfectamente el ángulo entre cristal y bastidor a cuarenta y cinco (45) grados con la superficie, evitándose cualquier rebaba.

2.2.2.26 Pavimentos

El mortero de agarre deberá extenderse sobre la superficie de la capa de nivelación, formando un lecho lo suficientemente denso para soportar el peso de las baldosas sin fluirse por las juntas. Terminada la colocación de baldosas se verterá en las juntas una pasta de igual coloración y calidad que las que forma la baldosa. Una vez seca esta pasta y nunca antes de los ocho (8) días de haberla extendido, se procederá al pulido y abrillantado del pavimento mediante máquina, dejándolo totalmente liso y brillante.

El solado deberá formar una superficie totalmente plana y horizontal con perfecta alineación de las juntas.

Se impedirá el paso por los solados hasta pasados cuatro (4) días de su ejecución.

Si fuera indispensable transitar sobre ellos, se tomaran las medidas precisas para evitar perjudicarlos, disponiendo tableros de paso sobre ellos.

2.2.2.27 Pinturas

Todas las superficies sobre las que se ha de aplicar la pintura, deberán estar limpias de polvo, grasa, yeso, etc. y perfectamente secas. Las superficies de madera después de limpias serán lijadas, emplastecidas, y lijadas de nuevo para igualar la superficie. Las superficies metálicas quedarán perfectamente lijadas o tratadas a chorro de arena, según se indique en los planos de Proyecto.

El trabajo de pintura no se hará durante tiempo de extrema humedad. Cada mano deberá dejarse secar por lo menos veinticuatro (24) horas antes de aplicarse la siguiente.

Todo terminado será uniforme en cuanto a color y lustre.

Toda superficie metálica deberá estar protegida con dos manos de minio.

2.2.2.28 Sistemas de puesta a tierra

Todas las soldaduras de la red de tierra enterrada serán de tipo aluminotérmico y se realizarán de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes especializados. Las soldaduras entre pletinas serán de tipo aluminotérmico u oxiacetilénico.

En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueas, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.

Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes que se secarán antes de

obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama, o encendido en ellos de un cartucho sin efectuar soldadura.

Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80 % del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.

Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero.

Aquellos conductores que hubieran sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.

Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.

La conexión de pletina o de cable de Cu en derivación en T, en ángulo de 90°, en cruz o en empalme recto, mediante soldadura, incluye el suministro de equipos o moldes adecuados, cartuchos, corte, limpieza de superficies de contacto, preparación de la pletina o del cable, precalentado del molde previo a la iniciación de las soldaduras y, en general, la realización de todas las operaciones necesarias para la ejecución de la conexión. En el precio se incluyen todos los medios auxiliares y trabajos complementarios para su ejecución.

2.2.2.29 Alumbrado y fuerza en edificios

Se seguirán las indicaciones de los fabricantes de los equipos a instalar y el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y disposiciones complementarias.

2.2.2.30 Limpieza de obras

Es obligación del Contratista limpiar las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio del Director de Obra.

2.2.2.31 Pruebas y Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en las obras reúnen las condiciones fijadas en el presente pliego, se verificarán por el Director de Obra, o bien si éste lo considera conveniente, por el laboratorio que estime adecuado.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista y se hallan comprendidos en los precios del presupuesto.

La Propiedad se reserva el derecho de inspeccionar las obras e instalaciones mientras se realizan los trabajos.

El hecho de que La Propiedad o sus Representantes hayan realizado inspecciones o testificado pruebas o no hayan rechazado cualquier parte de la obra no eximirá al Contratista la responsabilidad de realizar los trabajos de acuerdo con los requisitos del contrato.

2.3 MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

2.3.1 Descripción del Suministro

Esta Capítulo cubre, según el caso, los trabajos de suministro, transporte, carga o descarga en obra, desmontaje, montaje, instalación y pruebas, de los materiales y equipos que se indican.

El aumento o disminución en el alcance del trabajo no afectará a los precios unitarios.

A efectos de la realización de los trabajos de montaje, el Contratista suministrará:

- Todos los materiales necesarios que no sean proporcionados por la Propiedad, según figure en el documento de Mediciones que acompañe a los planos constructivos.
- Toda la mano de obra directa e indirecta para la ejecución del trabajo.
- Toda la maquinaria y medios auxiliares para la completa ejecución del trabajo.
- Cualquier otro elemento adicional que fuese necesario para la ejecución total del trabajo, no incluido específicamente en las Mediciones.
- También se realizarán todos los trabajos, aparte de los indicados, que sean necesarios para la terminación del trabajo, según los planos constructivos.

En el alcance del montaje se incluyen:

- En materiales suministrados por el contratista, el transporte, descarga, almacenamiento, desembalaje, instalación en su posición definitiva y pruebas.
- En materiales suministrados por la Propiedad, la descarga, almacenamiento, control, desembalaje, instalación en su posición definitiva y pruebas.
- En este Capítulo se incluyen los siguientes trabajos en el Parque y edificios auxiliares:
 - Implantación en obra.
 - Montaje de la estructura metálica.
 - Montaje de aparellaje.
 - Montaje de embarrados y conexiones entre aparatos.
 - Puesta a tierra de aparellaje y estructura metálica.
 - Instalación de los sistemas de detección de incendios y antiintrusismo en edificio de mando.
 - Montaje de cuadros y bastidores de control, protección y servicios auxiliares.
 - Instalación de las comunicaciones por telefonía y fibra óptica.
 - Montaje de instalaciones de alumbrado y fuerza en el parque intemperie y edificio de mando.
 - Montaje de grupo electrógeno.
 - Montaje de autotransformadores.

En el alcance del montaje no se incluyen las preparaciones especiales de la obra civil, que serán realizadas por otros.

En el desmontaje de equipos se incluye la identificación, clasificación y traslado a la zona de almacenamiento dispuesta para este fin, dejándolos en las condiciones adecuadas para evitar su pérdida o deterioro.

El Contratista dispondrá de maquinaria, utillaje y en general de toda clase de medios auxiliares, adecuados a la realización de su función en el desmontaje o montaje. Dichos equipos estarán en buenas condiciones de funcionamiento, serán de calidad reconocida y estarán dotados de las máximas condiciones, de seguridad en cuanto a posibles accidentes.

El Contratista se responsabilizará de facilitar cualquier material, trabajo o servicio complementario, que sea razonablemente necesario para la realización del montaje y buen funcionamiento de las instalaciones, se encuentre o no indicado explícitamente en el Proyecto.

Aquellos materiales que hayan de ser empleados en obra, y no estén incluidos explícitamente en el Proyecto, serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin haber sido aprobados por el Director de Obra, que podrá rechazarlos si no reuniesen a su juicio las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objetivo

que motiva su empleo.

2.3.2 Características Técnicas, Mecánicas y Constructivas

2.3.2.1 Generalidades

- Los montajes de toda la instalación se efectuarán de acuerdo con las recomendaciones de fabricantes, planos de la ingeniería y siguiendo las recomendaciones de esta especificación.
- Antes del inicio de los trabajos, el contratista examinará las condiciones en que se encuentran las instalaciones que afectan a su trabajo, indicando a la Dirección de Obra cualquier anomalía que encuentre. Las modificaciones, ajustes, etc., que se deben efectuar por la omisión de este requisito, será por cuenta del contratista.
- Si el contratista pretende utilizar los servicios de otros sub-contratistas, será requisito imprescindible la aprobación por parte de la Propiedad.
- Todo el tiempo que sea necesario utilizar para la asistencia a reuniones de planificación, coordinación y preparación de trabajos, referentes al alcance del Proyecto, por parte del Contratista, se efectuará sin cargo alguno para la Propiedad.
- El contratista deberá facilitar a la Dirección de obra para su aprobación, toda la documentación técnica de equipos y materiales objeto de su suministro, indicando características, dimensiones, marcas, modelos, planos, etc. antes de proceder a su compra.
- El contratista se responsabilizará al finalizar las diferentes fases de montaje de proteger y limpiar adecuadamente, las diversas zonas o equipos. Asimismo diariamente deberá dejar las áreas en curso de montaje en perfecto orden de limpieza. En caso de detectar anomalías o deterioros en equipos o materiales, cuyas causas sean imputables al contratista, éste se hará cargo de todos los costes económicos de desmontajes, reparaciones, etc.
- En caso de que el contratista necesite efectuar taladros en estructuras o fundaciones, taladros en muros, soldaduras, etc. para la colocación de andamios, soportes provisionales y operaciones adicionales para el montaje, necesitará la previa autorización de la Dirección de Obra.
- En los trabajos de desmontaje de elementos que vayan a ser reutilizados, todo el pequeño material, tornillos, etc., que se deteriore deberá ser tenido en cuenta para su reposición y suministro por el contratista para su disponibilidad en futuras operaciones de montaje.
- Queda expresamente prohibido para la realización de ajustes de alineación, nivelación, aplanado, etc., en montaje de estructuras o equipos, la aplicación de calor o aprietes excesivos, debiendo quedar todas las uniones libres de tensiones.
- Toda la tornillería, tuercas y arandelas que se utilicen en el montaje serán de acero inoxidable, salvo indicación expresa en contra.
- En conexiones y piezas de conexión se empleará pasta conductora de características apropiadas, que deberá previamente ser aprobada por La Dirección de Obra. El apriete de las piezas de conexión se realizará con llave dinamométrica siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Todas las superficies sobre las que haya que aplicar pintura, deberán estar limpias de polvo, grasa, yeso, etc., y perfectamente secas. Las superficies metálicas quedarán perfectamente lijadas y tratadas. Toda superficie metálica deberá estar protegida con dos manos de minio. El trabajo de pintura no se hará durante tiempo de extrema humedad. Cada mano deberá dejarse secar por lo menos veinticuatro horas antes de aplicar la siguiente. La superficie tendrá un acabado uniforme en cuanto a color y lustre.
- No se considerará decepcionado por parte de ENDESA ningún equipo o material suministrado por el contratista, hasta su puesta en servicio.
- Con carácter general, el contratista deberá:
 - Iniciar cualquier trabajo, que dentro del alcance del contrato encomiende la supervisión de obra de la Propiedad.
 - El hecho de que un trabajo genere un coste extra no será justificación para no realizarlo.

- Utilizar formatos para la presentación de certificaciones que previamente apruebe la Propiedad.
- Presentar presupuesto, para cualquier otro trabajo no incluido en el Proyecto que pueda ser requerido.

Cualquier trabajo de este tipo, que se realice sin previa autorización del presupuesto podrá ser no considerado como cargo extra.

2.3.2.2 Implantación de obra

- El Contratista ubicará su taller y almacén en la zona de las dependencias que le asigne la Dirección de Obra.
- El Contratista suministrará una caseta para las oficinas de Dirección de Obra debidamente equipada.
- El Contratista deberá suministrar y montar toda la red de fuerza y alumbrado provisional, con todo el equipamiento necesario para la realización de los trabajos de montaje hasta la finalización de la obra, de acuerdo con la documentación adjunta.

2.3.2.3 Estructura metálica

Con carácter general, se tendrá presente:

- Las tolerancias admitidas en el montaje de estructura metálica de pórticos, soportes de aparellaje y aisladores soporte, serán los siguientes:
 - Alineación ± 5 mm
 - Nivelación $\pm 2,5$ mm
 - Aplomado \pm altura/1000
- El Contratista contemplará en el coste del montaje de estructura metálica la permanencia a pie de obra, durante todo el periodo que dure el montaje de la misma, de un topógrafo con taquímetro y nivel para conseguir una perfecta alineación, nivelación y aplomado de toda la estructura metálica, estando obligado a informar inmediatamente de cualquier anomalía a la supervisión de montaje, antes de iniciarse el trabajo. En caso contrario todos los costes de reparación serán a su cargo.

2.3.2.4 Aparellaje y equipos

- La nivelación de todo el aparellaje deberá hacerse sobre un mismo plano horizontal. Si fuera necesario, se emplearán suplementos metálicos, calibrados y adecuados, los cuales deberán ocupar la totalidad o la mayor parte de la superficie a corregir, una vez conseguida la nivelación correcta, los pernos se apretarán con llave dinamométrica hasta su posición definitiva, de forma que los equipos se sitúen libres de tensiones sobre los soportes o bancadas. Todos los suplementos utilizados deberán estar protegidos contra la corrosión.
- La tornillería de alta resistencia vendrá galvanizada en caliente por el suministrador de la misma. No se permite acopiar esta tornillería en acero en negro y galvanizarla posteriormente con el resto de la estructura metálica. La tornillería se montará con los pares de apriete recomendados por el fabricante o en su defecto según los indicados en la norma DIN 267 (ver tabla siguiente):

DIAMETRO NOMINAL	PASO	SECCION RESISTENTE mm ²	SECCION DEL NUCLEO mm ²	Cargas en el limite elástico Po2 (Kp) según sección resistente				Fuerzas de pretensado Pv (Kp) (70 a 75% de la carga de limite elástico)				Par de apriete Ma (m·Kp) coeficiente de rozamiento $\mu=0,14$			
				5.6	8.8	10.9	12.9	5.6	8.8	10.9	12.9	5.6	8.8	10.9	12.9
M4	0.7	9,78	7,75	260	560	790	950	195	390	545	655	0,15	0,29	0,41	0,49
M5	0.8	14,2	12,7	420	910	1280	1530	320	635	895	1070	0,30	0,60	0,85	1,0
M6	1	20,1	17,9	600	1290	1810	2170	450	900	1260	1510	0,5	1,0	1,40	1,7
M8	1,25	36,6	32,8	1090	2340	3290	3950	820	1650	2320	2790	1,25	2,5	3,5	4,1
M10	1,5	58,0	52,3	1740	3710	5200	6250	1310	2620	3690	4430	2,45	4,9	6,9	8,3
M12	1,75	84,3	76,2	2630	5400	7600	9100	1900	3830	5400	6450	4,20	8,6	12,0	14,5
M14	2	115	105	3450	7350	10350	12400	2600	5250	7400	8850	6,80	13,5	19,0	23,0
M16	2	157	144	4710	10000	14100	17000	3550	7300	10200	12300	10,50	21,0	29,5	35,5
M18	2,5	192	175	5760	12300	17300	20700	4320	8800	12400	14800	14,50	29,0	40,5	48,5
M20	2,5	245	225	7350	15700	22000	26500	5500	11400	16000	19200	20	41,0	58	69
M22	2,5	303	282	9090	19400	27300	32700	6800	14100	19900	23900	26,5	55	78	93
M24	3	353	324	10590	22600	31800	38100	7900	16400	23000	27600	34,5	71	100	120
M27	3	459	427	13770	29400	41300	49600	10300	21500	30200	36300	51	105	150	180
M30	3,5	561	519	16830	35900	50500	60600	12600	26200	36800	44200	68	145	200	240
M8	1	39,2	36,0	1180	2510	3530	4230	890	1810	2550	3060	1,3	2,7	3,8	4,5
M10	1,25	61,2	56,3	1840	3920	5500	6600	1380	2830	3980	4770	2,6	5,2	7,3	8,8
M12	1,25	92,1	86	2760	5900	8300	9950	2070	4330	6100	7300	4,6	9,5	13,5	16,0
M14	1,5	88,1	81,1	2640	5650	7950	9500	1980	4070	5700	6850	4,4	9,0	12,5	15,0
M16	1,5	125	116	3750	8000	11250	13500	2800	5850	8250	9900	7,3	15,0	21,0	25,0
M18	1,5	167	157	5010	10700	15000	18000	3750	7900	11100	13300	10,5	22,5	31,5	38,0
M20	1,5	216	205	6480	13800	19400	23300	4850	10300	14500	17400	15,5	32,5	46,0	55
M22	1,5	272	259	8160	17400	24500	29400	6100	13000	18300	22000	21,5	46,0	64	77
M24	2	333	319	9990	21300	30000	36000	7500	16100	22600	27100	28,5	61	86	105
M27	2	384	365	11520	24600	34600	41500	8600	18300	25700	30900	36	78	110	130
M30	2	496	473	14880	31700	44600	53600	11200	23800	33500	40200	54	115	160	195
M30	2	621	596	18630	39700	55900	67100	14300	30000	42200	50600	76	160	225	270

- Todas las modificaciones (nuevos taladros, rasgado de los existentes, etc.) que pudiesen exigir la sujeción de aparatos, el paralelismo entre fases, etc., deberán realizarse en el soporte metálico correspondiente. Si pareciera oportuno realizarlas en la bancada del aparato, corresponderá a la Dirección de Obra la resolución a tomar.
- Una vez terminada cada fase de montaje del aparellaje, la Propiedad realizará en los mismos, pruebas de funcionamiento que crea oportunas, especialmente en los accionamientos, sin que esto excluya al contratista de haber realizado sus comprobaciones.
- Una vez finalizado el montaje de todo el aparellaje, el Contratista procederá a la limpieza del mismo debiendo emplear trapos limpios que no dejen residuos y un disolvente adecuado, como

tricloroetileno o tetracloruro de carbono.

- A las cuchillas de los seccionadores se les aplicará una capa de vaselina y posteriormente se limpiarán con trapos limpios.
- Para el montaje en la primera unidad de cada aparato de un mismo tipo, si fuese necesario, se efectuará bajo la dirección de un Supervisor del Fabricante.
- El Contratista contemplará sin coste alguno para la Propiedad la prestación de oficiales capacitados, para ayuda a la puesta a punto de la aparamenta de alta tensión.

2.3.2.5 Embarrados

- Los cables aéreos serán de aluminio-acero o de aleación de aluminio y están de acuerdo con las normas UNE aplicables.
- Los tubos de aluminio para los embarrados principales y conexiones entre aparatos serán aleación 6063.T6, según Norma UNE aplicable.
- Para enderezar los cables se empleará un tablón con guías y elementos de madera para golpear, siendo la Dirección de Obra, quien determine cuándo el cable se encuentra en perfectas condiciones para su instalación.
- Expresamente se prohíbe arrastrar los cables, así como ponerlos en zonas de tránsito, por las deformaciones y erosiones que podrían ocasionarse en los mismos.
- La realización de curvatura de tubos, se hará mediante máquinas y procedimientos apropiados y deberán ser aprobados por la Dirección de Obra.
- En general, sólo se realizarán empalmes de tubos en los puntos que así lo marque el proyecto.
- Las soldaduras de tubo se efectuarán según el método TIG o MIG, con junta soldada en Y, empleándose como material de aportación S-ALSi5, no debiendo superarse los 30 N/mm como máximo en la sección de soldadura. El soldador será homologado y el coste de homologación será por cuenta del Contratista.
- Todos los empalmes de tubos serán inspeccionados por la Propiedad, quien podrá exigir la repetición de aquellos que considere que no reúnen las debidas condiciones mecánicas.
- El montaje de los embarrados flexibles se realizará de acuerdo con las tablas de tendido que se proporcionará en la documentación constructiva del proyecto.
- Si se trata de conexiones con cables dúplex, estará incluido el montaje de los separadores que se colocarán en situación provisional aproximada y quedarán "deslizantes". El apriete y situación definitivos se darán una vez terminado completamente el tendido.

2.3.2.6 Sistemas de puesta a tierra

- El Conductor del Sistema de p.a.t. será de las características definidas en el proyecto.
- En este montaje no se contempla la instalación de la malla enterrada que será efectuada por otros.
- La conexión de cada punto de p.a.t. se efectuará de tal forma que al menos lleguen dos conductores de la malla enterrada.
- Las soldaduras entre tiradas serán de tipo aluminotérmico o oxiacetilénico.
- En ningún caso se admitirán soldaduras con coqueas, fisuras, derrames o cualquier otro fallo.
- Para la realización de las soldaduras aluminotérmicas se emplearán moldes que se precalentarán de acuerdo con las especificaciones del fabricante, antes de obtener la primera soldadura con ellos, y después se conservarán en un lugar seco. El secado se realizará por llama o encendiendo en ellos un cartucho sin efectuar soldadura.
- Los moldes se usarán un número de veces que no sobrepase el 80% del máximo recomendado por el fabricante, y siempre que no hayan sufrido daños en su geometría.
- Antes de efectuar las soldaduras se limpiarán cuidadosamente los conductores a unir, con lima o cepillo de acero que no se utilicen para otro fin diferente.
- Aquellos conductores que hubiesen sido tratados con aceite o grasas deberán desengrasarse previamente con un desengrasante adecuado.

- Los conductores mojados deben secarse preferentemente con alcohol o soplete, teniendo en cuenta que la humedad puede producir soldaduras porosas, que serían rechazadas.
- Si se trata de estructuras galvanizadas y piezas de conexión, la preparación de las superficies de contacto entre ellas deberá realizarse de forma que no se elimine el galvanizado de la estructura, ni siquiera una pequeña capa del mismo. Sin embargo, la limpieza de las superficies será lo suficientemente buena como para producir una resistencia de contacto eléctrico máxima de 1 ohmio.
- Como criterio general, se pondrán a tierra todas las masas metálicas tales como soportes, estructuras, ferrallas, mallazos de forjados, bandejas metálicas, vallados metálicos, cajas accionamientos, transmisiones, etc., asegurando su continuidad eléctrica, mediante la realización de puentes adecuados, cuando se requiera.
- En el caso de las estructuras soportes de equipos de alta tensión la p.a.t. se efectuará uniendo los dos conductores del bucle, a la estructura mediante petaca atornillada con dos tornillos.
- Los transformadores de medida (TI, TC, TT), pararrayos, seccionadores de p.a.t. y neutro de los transformadores de potencia se realizará conectando directamente la borna de tierra correspondiente a la petaca de p.a.t. del soporte.
- Se situarán puntos fijos para p.a.t. temporal en aquellos lugares que se definan en los planos correspondientes, aunque como criterio general se localizarán en ambos lados de seccionadores e interruptores, en las proximidades de equipos conectados por medio de conductores de gran longitud, así como entre el transformador capacitivo de línea y la bobina de bloqueo si existe.
- En los juegos de barras principales se instalarán puntos fijos de p.a.t. en los extremos y a ambos lados de cada una de las conexiones flexibles. En el caso de existir cuchilla de p.a.t. en alguno de estos puntos, no se instalará punto fijo.
- Se conectarán a tierra todas las pantallas de los cables en ambos extremos (para cables de control sólo será necesario conectar un extremo), utilizando conexiones lo más cortas posibles, evitando la formación de lazos o bucles.
- Se tenderá un conductor de acompañamiento, por los canales de cables. Este conductor se conectará a los mismos puntos que la p.a.t. de las pantallas, de modo que quede siempre en paralelo con las mismas.
- No se considerará válido a efectos de confinamiento eléctrico el atado de ferralla mediante alambres, por lo que habrá que asegurar la continuidad mediante soldaduras.

2.3.2.7 Tendido y conexionado de cables

- El tendido de cables se efectuará de forma que las tensiones de tendido no produzcan rotura del cable o deterioro de su aislamiento. Se protegerán previamente con boquillas adecuadas todos los extremos de los conductos por donde hayan de pasar los cables. Donde sea necesario para facilitar el paso de cables por los conductos, se emplearán polvos de talco, estearina o parafina y las guías metálicas convenientes en cada caso. No se utilizarán grasas ni materiales que pudieran ser perjudiciales para el aislamiento de los cables.
- El Contratista efectuará a su cargo todas las operaciones de medida, corte y manipulación de las bobinas o rollos. Las longitudes indicadas en las especificaciones son sólo orientativas, y no deberán usarse para el corte de cables. El Contratista deberá verificarlas sobre el terreno, y efectuar el troceado de acuerdo con las medidas reales, indicando este valor en las listas de cables.
- Las características de los cables de fuerza y control será la especificada en el proyecto constructivo, y su composición, la definida en el documento de mediciones de obra.
- El Contratista llevará un control de todas las bobinas o rollos de cables y a requerimiento del supervisor de la Propiedad, le será facilitado un informe de metros tendidos por tipos y reserva en el almacén.
- No se permitirán empalmes de cables. Todas las conexiones deberán efectuarse cortando trozos de longitud suficiente para que la conexión se haga sin intermedios. Para pelar los cables se emplearán medios adecuados, de modo que no resulten dañados.
- El número de conductores en un conducto será tal que la suma de las secciones rectas de dichos conductores no exceda del siguiente porcentaje del área de la sección recta del conducto:

Nº de conductores	1	2	3	más de 3
Porcentaje	53	31	40	35

- Todas las derivaciones se realizarán en cajas de conexión, utilizando bornas con tornillo de características adecuadas. No se permitirá otro tipo de conexión o derivación.
- Todos los cables se identificarán en cada extremo con portaetiquetas de material aislante y autoextinguible con etiquetas rotuladas con el número del cable. Cuando los cables atraviesen conductos empotrados o paso en muros, que luego irán sellados, se identificarán en los dos extremos visibles del conducto o paso.
- Todos los conductores de cada cable, en su conexión a la borna correspondiente, se identificarán mediante manguitos de plástico cerrado con inscripciones indelebles, no admitiéndose rotulaciones realizadas sobre la cinta adhesiva. La identificación de efectuará haciendo figurar en cada una de las tres caras visibles de los manguitos lo siguiente: origen, destino y cable al que pertenecen.
- Todos los pasos a edificios, así como los conductos de interconexión entre salas (servicios auxiliares, comunicaciones, control, etc.), como protección contra el fuego y una vez tendidos todos los cables, serán sellados con material resistente al fuego, siguiendo las recomendaciones del fabricante.
- Los pasos de cables en el parque de intemperie se sellarán, una vez instalados los cables, con mortero ligero “NOVASIT” o similar.

2.3.2.8 Contraincendios

Las subestaciones rurales intemperie deben cumplir, como mínimo la normativa vigente con independencia de lo que se recoge en el plan de seguridad. Se aplicara la normativa comunitaria y nacional así como la normativa autonómica y local que corresponda a cada distrito.

Las medidas generales a aplicar son:

- **Medidas pasivas**
 - Compartimentación contra el fuego de las salas técnicas, sala de mandos y salas de baterías en su totalidad, es decir, tanto tabiques, techo y suelo. Dichas áreas tendrán una resistencia al fuego de RF- 120 como mínimo.
 - Muros cortafuegos entre transformadores cuya altura debe ser, como mínimo, 1 metro superior a la altura del depósito de aceite del transformador y de nivel de estabilidad al fuego de RF-120.
 - Los muros de delimitación entre celdas convencionales deben ser de medio pie de ladrillo.
 - Sistema de ventilación en las salas técnicas, sala de baterías y sala de mandos.
- **Medidas activas**
 - Sistema automático de detección de incendios en ambiente en la totalidad del edificio y en los transformadores
 - Sistema de sirenas para avisar e informar a las personas presentes en la Subestación.
 - Extinción manual portátil. El agente extintor será acorde con el empleo que se realizará de dichos dispositivos y la ubicación de los mismos.

2.3.2.9 Antiintrusismo

Las subestaciones rurales exteriores se encuentran en un recinto de parcela. Por lo tanto se aplicaran medidas de protección exteriores.

Las medidas generales a aplicar son:

- **Medidas pasivas**

Estas Subestaciones se encuentran en un recinto de parcela. Por lo tanto se aplicarán medidas de protección exteriores.

El perímetro exterior debe disponer de:

- Vallado perimetral, automatizada completo y homogéneo con puerta automatizada.
- El acceso para personas y vehículos en el perímetro, deberá disponer de un nivel de resistencia de características similares con respecto al cerramiento perimetral.

El perímetro del edificio debe de estar totalmente cerrado. Las medidas pasivas a considerar son las siguientes:

- Los muros que forman el edificio deben ser resistentes. El diseño de los mismos deberá tener en cuenta que su resistencia ante impactos horizontales debe ser al menos igual a la que ofrecen los enrejados y las puertas de acceso determinadas en los siguientes puntos.
- En caso de que existan ventanas se debe colocar un enrejado exterior en todas las plantas que den al exterior y en caso de que no sea posible el enrejado será interno.
- El enrejado se debe definir mediante la norma UNE-EN108-142.
- Las puertas de acceso a la Subestación deben ser puertas de seguridad con nivel de resistencia 4 según la norma UNE-ENV 1627 (1999) contra sierras, martillos, hachas, formones y taladros portátiles.
- El número de puntos de acceso tiene que ser el mínimo imprescindible para garantizar la fluidez y el buen funcionamiento del sistema de accesos, a ser posible único. Estos accesos deberán estar alarmados y controlados remotamente.
- En cuanto al número de salidas de emergencias deberán ser las mínimas necesarias. El nivel de resistencia de estas puertas debe ser similar al del resto de puertas de acceso.
- Si las salas técnicas se encuentran fuera del perímetro del edificio de las Subestaciones, los niveles de resistencia en estas salas serán similares a los determinados para los edificios existentes en las Subestaciones.

- **Medidas activas**

- Iluminación del área de transformación y del parque que servirá como elemento disuasorio.

A continuación se determinan las medidas a tomar en el sistema de intrusión:

- Instalación de un sistema de detección volumétrica interior en la planta rasante del edificio. Este sistema puede ser Activado/Desactivado por marcación de código. Dicho sistema se encontrará activo durante las 24 horas del día.
- Instalación de contactos magnéticos en las puertas de entrada y lo salida del perímetro exterior, edificio y trampillas.
- El sistema de intrusión tiene que estar conectado a una Central Receptora de Alarmas (CRA).

La apertura de puertas será comandada por un sistema de control de accesos para permitir el paso a personas autorizadas. Las medidas son las siguientes:

- Se instalará un control de accesos por sistema de llaves maestras.
- Para el acceso a las salas técnicas, salas de Mando y salas de Batería se empleará el mismo sistema de llaves maestras.

2.3.2.10 Residuos

Con el fin de evitar el vertido involuntario de residuos industriales al terreno, alcantarillado o cauces públicos se realizará un depósito recolector de aceite.

El depósito recolector de aceite será estanco y con capacidad para contener el volumen total de aceite de un Transformador, más el volumen de agua que pueda recibir del sistema contra incendios y la propia de la lluvia. Este volumen adicional equivaldrá al 30% del volumen total de un Transformador, por tanto el volumen

total del depósito será el equivalente a 1,3 veces el volumen del Transformador.

El depósito recolector se construirá totalmente estanco sin desagüe. El vaciado del mismo se realizará mediante una bomba de accionamiento manual a un contenedor controlado.

2.3.2.11 Instalación Eléctrica

Las instalaciones eléctricas se ajustarán en su ejecución a las normas dictadas por el Ministerio de Industria, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Normas Complementarias, Normas Tecnológicas, Ordenanzas Municipales y las particulares de la Compañía Suministradora.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de la forma que entre las superficies exteriores de las mismas y las de cualquier otra instalación, se mantenga una distancia mínima conveniente.

En caso de proximidad con conductos de calefacción de aire caliente o de humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa, y por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas (Instrucción MI-BT 017 2.9.1).

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a la conducción de vapor de agua, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de éstas condensaciones. (Instrucción MI-TBV 017 2.9.1).

Las secciones de los conductores se han determinado de tal forma que, la caída de tensión entre el origen de la instalaciones sea inferior para alumbrado al 3% y al 5% para fuerza; esta caída de tensión está considerada una vez alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente. (Instrucciones MI-BT 017).

Las intensidades máximas admisibles en servicios continuos serán las señaladas en las tablas I y II de las Instrucciones MI-BT 017 2.1.3.

Para los diámetros interiores nominales de los tubos, se tendrán en cuenta las tablas correspondientes de la Instrucción MI-BT 019, pero en ningún caso la sección interior de éstos será inferior a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

La situación de los Cuadros de Plantas, está representada en los diferentes planos, y en los mismos finalizarán las líneas de alimentación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de la Instalación, se procurará que ésta quede repartida entre sus fases (Instrucción MI-BT 017 2.3.).

a. Instalación de Alumbrado.

En la instalación de alumbrado, la tubería será de PVC rígida, deberán tenerse en cuenta las condiciones sobre este particular contenidas en la Memoria. Los diámetros mínimos serán los que figuren en la tabla correspondiente de la Instrucción MI-BT, tanto para los tramos rectos como para los tramos con cambio de dirección.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a sus clases, que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.

Los radios mínimos de curvatura y el número de pliegues necesarios, vienen determinados por las tablas de la anterior Instrucción.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello de los registros que se consideren convenientes. El número de curvas en ángulo recto situado entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos. (Instrucción MI-BT 019 2.).

Las dimensiones de las cajas de registro serán tales que permitan alojar holgadamente a los

conductores. Su profundidad equivaldrá cuanto menos, al diámetro del tubo mayor, más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm. para su profundidad, y 80 mm. para el diámetro o lado interior.

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas, protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas.

La distancia entre éstas será, como mínimo, de 80 mm. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes, y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos, no será superior al 2%.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm. aproximadamente, y empalmándolos posteriormente mediante manguitos deslizantes, que tengan una longitud mínima de 20 cm. (Instrucción MI-BT 019 2.).

La unión de conductores se realizará utilizando bornes de conexión individuales o constituyendo bordes o regletas; se realizarán en el interior de cajas de empalme o derivación, nunca en el interior de los tubos.

Si se trata de cables deberá cuidarse, al hacer las conexiones, que la corriente se repara por todos los alambres componentes, y si el sistema adaptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm². deberán conectarse por medio de terminales de presión, prestando atención para que las conexiones no queden expuestas a esfuerzos mecánicos.

Las conexiones de los interruptores unipolares, se realizarán sobre el conductor de fase.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivelas y pulsadores de maniobra, instalados en cuartos de aseo y en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

Para las instalaciones en los cuartos de baño, se tendrá en cuenta lo siguiente:

En donde existan duchas no se podrán instalar aparatos eléctricos, interruptores, aparatos de alumbrado, enchufes, pulsadores, etc., a menos de 1 metro de los planos verticales tangentes a los platos de duchas, ni a partir del fondo de éstos al plano horizontal situado a 2.25 metros por encima de dicho fondo.

Siempre que sea posible, no se llevarán dentro del volumen anteriormente marcado, canalizaciones eléctricas, ni se instalarán calentadores eléctricos de agua.

Se realizará en estos cuartos, una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos, y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta conexión deberá de estar perfectamente soldado a las canalizaciones, o si no, fijado solidariamente a los collares en otro tipo de sujeción apropiado, a base de metales no féreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puerta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial, deberán estar conectados entre sí. La sección mínima para estos conductores será de 4 mm² en cobre (Instrucción MI-BT 024 1 y 2).

Los conductores utilizados serán de cobre, con aislante de PVC del tipo V-750, según designación de las normas UNE.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificados por los colores que presenten sus aislamientos. A este efecto, los colores correspondientes a los distintos conductores serán:

Primera fase R	Color marrón
Segunda fase S	Color negro
Tercera fase T	Color gris

Neutro	Color azul claro
Conductor de protección a tierra	Color amarillo- verde (Instrucción MI-BT 023 6.3.)

En caso de dificultad para colocar los conductores con los colores anteriormente descritos, el instalador precisará la conformidad del Director de la Obra para el cambio de éstos otros colores.

Las tomas de corriente tendrán un tercer contacto para la toma de tierra.

b. Instalación de fuerza.

Como en el caso de alumbrado, se refiere a toda la instalación, a partir de los cuadros de planta.

c. Aparatos de alumbrado.

Todos los equipos llevarán corrector del factor de potencia individualmente no permitiéndose su montaje por secciones.

Las reactancias deberán tener un bajo consumo y pérdidas, garantizando las características de estabilidad durante el funcionamiento.

El chasis deberá ser resistente al choque, la humedad y los ácidos y álcalis, y deberán llevar claramente marcada la potencia en vatios para la que son adecuadas. (Instrucción MI-BT 4.2.5.).

d. Instalación de alumbrado de emergencia.

Los equipos de alumbrado de emergencia, está previsto que entren en servicio cuando falte la tensión de la red de la empresa distribuidora de la energía eléctrica o cuando aquella tensión descienda por debajo del 70% de su valor nominal.

e. Tomas de tierra.

Se refiere a la puesta a tierra de los cuadros, enchufes, carcazas de aparatos, y de la armadura del edificio, que pueda pedir el Arquitecto de la Obra.

Para la toma de tierra de los enchufes, se instalará un conductor apropiado identificado en el apartado "Instalación de Alumbrado".

Estos conductores serán de cobre, con aislamiento igual al resto, y las secciones corresponderán a las fijadas en la Instrucción MI-BT en función de la sección de los conductores de fase de la instalación.

La sección mínima para las líneas principales de tierra será de 35 mm² en conductor de cobre.

2.3.2.12 Luminarias

Según el Real Decreto 1890/2008 de 14 de noviembre, se aplicará el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, con el fin de mejorar la eficiencia y el ahorro energético, así como limitar el resplandor luminoso nocturno y reducir la luz molesta.

El alumbrado del parque de intemperie se realizará mediante proyectores estancos (grado de protección IP-65), instalados en soportes independientes, con 2 proyectores por soporte, situados alrededor del parque a una altura de 3 m. Incorporarán equipo auxiliar de encendido y lámparas tubulares de 250 W de

vapor de sodio de alta presión, la potencia máxima del conjunto lámpara y equipo auxiliar no superará los 277 W.

Dichos proyectores tendrán un rendimiento superior al 55% y un factor de utilización mayor o igual a 0,25.

Los proyectores estarán distribuidos en dos grupos, con alimentación y protección independiente, de forma que el encendido de un grupo de un nivel medio de iluminación de 5 lux. El encendido de los dos grupos dará un nivel medio de iluminación de 20 lux.

El alumbrado del primer grupo de proyectores será permanente y será controlado mediante célula fotoeléctrica, teniendo la posibilidad de operar sobre ellos también de forma manual, el segundo grupo de proyectores se encenderán de forma manual cuando se precisen efectuar trabajos nocturnos.

Se pondrá especial cuidado en el diseño de las orientaciones de proyectores, incluyendo las recomendaciones para montaje perimetral, con objeto de evitar los deslumbramientos del personal en la realización de trabajos en las zonas, así como para las personas que circulen por los viales.

Al ser orientables, se situarán de tal forma que mediante el apuntamiento adecuado se puedan realizar trabajos de inspección y mantenimiento en cualquier zona dentro del parque intemperie. Mediante la orientación de los proyectores se podrá modificar la zona con mayor iluminación para que coincida con aquella donde se van a realizar los trabajos de mantenimiento con mayor frecuencia.

2.3.2.13 Pruebas y Ensayos

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales que han de emplearse en las obras reúnen las condiciones adecuadas, se verificarán por el Director de Obra, o bien si éste lo considera conveniente, por el Laboratorio que estime oportuno.

Una vez terminado el montaje de cada uno de los materiales y equipos, se realizarán las pruebas o ensayos que se juzguen necesarios para asegurarse que aquél se ha realizado de acuerdo con las Normas y Reglamentos.

Los ensayos serán atestiguados por los representantes de ENDESA y del Contratista, a menos que se renuncie a ello por escrito. El Contratista deberá avisar a ENDESA xx semanas antes de que se efectúen los ensayos.

El Contratista facilitará a ENDESA dos copias certificadas de los resultados de los ensayos.

El que testifique o no un ensayo, no libera al Contratista de la responsabilidad de cumplir plenamente con los requisitos de esta Especificación.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán por cuenta del Contratista.

Se efectuarán las siguientes pruebas o ensayos, sin que esta relación sea limitativa:

- Comprobación general de las instalaciones disposición, nivelación, verticalidad, conexionado, par de apriete de la tornillería, terminación de cables y apriete de bornas de cuadros, etc.
- Pruebas de funcionamiento mecánico de los equipos (manual).
- Comprobación de fases.
- Ensayos para localización de posibles cortocircuitos.
- Ensayos para localización de derivaciones a tierra o conexiones equivocadas.
- Pruebas necesarias para cumplir con la garantía de los fabricantes.

2.4 PUESTA EN MARCHA Y SERVICIO

El Adjudicatario deberá realizar las pruebas y puesta en marcha de los equipos e instalaciones, basándose en la normativa anteriormente citada y en los Protocolos de Pruebas indicadas en las normas y estándares de ENDESA o en su defecto, los indicados por el Gestor.

El Adjudicatario deberá realizar la Puesta en Marcha de los equipos de Protecciones, Telecontrol y Comunicaciones, con las empresas recomendadas por ENDESA u otra previa aprobación por el Gestor.

El Adjudicatario deberá cumplimentar los distintos Protocolos de Recepción, de los equipos e instalaciones, antes de la Puesta en Servicio.

La Puesta en Servicio la realizará el Adjudicatario bajo la dirección del Gestor.

El Adjudicatario cumplimentará el permiso de Puesta en Marcha ante el Organismo Oficial. (Industria)

2.4.1 Secuencia a seguir antes de la Puesta en Marcha

De un modo no exhaustivo se describen las principales actividades que deben realizarse antes de la puesta en marcha.

2.4.1.1 Verificaciones previas a la energización en A.T.

- Verificación de los tenses y flechas de las conexiones tensadas.
- Verificación del conexionado de la aparamenta de toda la instalación.
- Verificar el valor nominal de tensión en los equipos y demás características de la aparamenta que sean correctas.
- Comprobación, a muestreo, el apriete de la tornillería en las conexiones, aparamenta y estructura metálica.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los seccionadores:
 - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
 - Mandos locales.
 - Control de la resistencia de contacto.
 - Aislamiento.
 - Velocidad de apertura – cierre.
- Verificar el ajuste y puesta a punto de los interruptores:
 - Enclavamientos eléctricos y mecánicos.
 - Mandos locales.
 - Control de la resistencia de contacto.
 - Aislamiento.
 - Velocidad de cierre – apertura.
 - Tiempos de actuación cierre – apertura (bloques de contacto).
 - Sincronismo entre fases y entre los contactos cierre – apertura.

2.4.1.2 Verificaciones previas a la energización en armarios y circuitos de control y protección

- Verificación del conexionado, de acuerdo con los esquemas correspondientes.
- Realizar las pruebas de aislamiento de cada uno de los aparatos.
- Verificar la separación de las polaridades y respecto a tierra (cc y ca).
- Verificar el valor nominal de tensión y demás características sean correctas (aparatos y equipos).
- Identificación de circuitos (corrientes = rojo, tensión = azul o verde, cc = amarillo, etc), según la norma ENDESA
- Comprobación de la ausencia de conexiones sueltas o mal apriete de Bornes.
- Comprobar etiquetado de cables.
- Comprobar la puesta a tierra de las pantallas de los cables y su etiquetado (longitud del rabillo de tierra).

- Comprobar la relación de los transformadores auxiliares y su concordancia con la relación elegida (T/T y T/I).
- Comprobación de la polaridad de los transformadores aux. (T/T y T/I).

2.4.2 **Secuencia a seguir para la p.e.m. circuito control y protección**

De un modo no exhaustivo, se describen las principales actividades a realizar en la puesta en marcha "en caliente" de los circuitos de control y protección.

- **Generales:**
 - Comprobación Servicios auxiliares ca.
 - Comprobación Servicios auxiliares cc.
 - Comprobación independencia de los circuitos de baterías.
 - Sistema Integrado de control y protección: Comprobación local de todas las señales, mandos y medidas.
- **Para cada Posición:**
 - Maniobra: local desde el armario de la propia celda, desde el Terminal Local (PC) y desde el Centro de Control.
 - Enclavamientos.
 - Circuitos intensidad y tensión: inyección de corriente y tensión, comprobando los aparatos de medida, protección y convertidores.
 - Protecciones: protocolos de ajuste.
 - Protección diferencial o modificación de corrientes de la misma.
- **Otras pruebas:**
 - SICOP modificación de la programación y pruebas funcionamiento.
 - Equipos de comunicación.
 - Programación Centro de Control.
 - Pruebas Comunicaciones.
 - Prueba desde Centro de Control.

3 ESTUDIO GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD

3.1 Antecedentes

A fin de dar cumplimiento a lo establecido por el Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, se redacta el presente ESTUDIO GENERAL DE SEGURIDAD PARA LA OBRA DISEÑADA EN ESTE PROYECTO.

Por las características de la obra del presente proyecto, la ejecución de los trabajos se encuentra en alguno de los cuatro supuestos que prevé el artículo 4º. del Real Decreto 1.627/1.997 (Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio general de seguridad y salud en las obras), a saber:

- a. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000€.
- b. Que la duración estimada de la obra sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose como tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- d. Obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

Por lo que según el punto 2 del citado Real Decreto 1.627/1.997 procede elaborar un ESTUDIO GENERAL DE SEGURIDAD Y SALUD para el proyecto que nos ocupa.

3.2 Definiciones

Según el artículo 2 del Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, en todo lo que afecte a esta obra se entenderá por:

- a. Trabajos con riesgos especiales: Trabajos cuya realización exponga a los trabajadores a riesgos de especial gravedad para su seguridad y salud, tales como los que pueden darse en esta obra:
 - Caída de altura de objetos
 - Caída de operarios a distinto nivel
 - Proximidad de fuentes de alta y baja tensión que pudieran causar electrocución
 - Etc.
- b. Promotor: Cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.
- c. Proyectista: El autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de la

obra.

- d. Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la fase del proyecto de obra: El técnico competente designado por el promotor para coordinar durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que a continuación mencionaremos. Serán sus misiones las siguientes:
- De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, aplicar los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en su artículo 15, y en particular:
 - Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.
 - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases del trabajo.
 - Tener en cuenta cualquier estudio de seguridad y salud o estudio general, así como las previsiones e informaciones útiles a que se refieren el apartado 6 del artículo 5 y el apartado 3 del artículo 6 del mencionado Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de Octubre.
 - Coordinar la aplicación de lo dispuesto en los apartados anteriores.
- e. Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra: el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las siguientes tareas:
- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:
 - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
 - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.
 - Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades que mencionaremos en el siguiente apartado del presente documento.
 - Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
 - Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
 - Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
 - Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.
- f. Dirección facultativa: El técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargado de la dirección y del control de la ejecución de la obra.
- g. Contratista: La persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y

al contrato.

- h. Subcontratista: La persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.
- i. Trabajador autónomo: La persona física distinta del contratista, que realiza de forma personal directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena tendrá la consideración de contratista o subcontratista.

El contratista y el subcontratista tendrán la consideración de empresario a los efectos previstos en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

Cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista respecto de aquéllos.

3.3 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo

- a. Cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en donde se analicen, estudien y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio general en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el presente estudio general.
- b. El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra. Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones que se atribuyen en los párrafos anteriores serán asumidas por la dirección facultativa.
- c. El plan de seguridad y salud en el trabajo es el instrumento básico de ordenación de las actividades de identificación y, en su caso, evaluación de riesgos y planificación de la actividad preventiva en relación con los puestos de trabajo en obra.
- d. El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa en los términos del apartado 2. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.
- e. El plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

3.4 Obligaciones de los Contratistas y Subcontratistas

- a. Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:
 - Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de obra contemplados por el Real Decreto 1.627/1.997.

- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.
 - Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV por el Real Decreto 1.627/1.997 durante la ejecución de la obra.
 - Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en obra.
 - Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- b. Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.
- Además, los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- c. Las responsabilidades de los coordinadores de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

3.5 Obligaciones de los Trabajadores Autónomos

- a. Los trabajadores autónomos estarán obligados a:
- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades de puesta en práctica de los principios generales aplicables durante la ejecución de la obra.
 - Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad establecidas por el Real Decreto 1.627/1.997 más las establecidas en el presente estudio general de seguridad.
 - Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
 - Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
 - Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1.215/1.997, de 8 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo y al Real Decreto 2177/2004, de 12 de Noviembre, por el que se modifica el RD 1215/1997 sobre los equipos de trabajo temporales en altura.
 - Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
 - Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- b. Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3.6 Libro de Incidencias

- a. Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud existirá en la oficina de obra un libro de incidencias que constará con hojas por duplicado, habilitado al efecto. Este libro será facilitado por el Colegio Profesional del colegiado que firma este estudio general de seguridad y salud.
- b. El libro de incidencias estará siempre en obra en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso:
 - La dirección facultativa.
 - Los contratistas.
 - Los subcontratistas.
 - Los trabajadores autónomos.
 - Las personas u órganos con responsabilidad en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra.
 - Los representantes de los trabajadores.
 - Los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes.
- c. Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

3.7 Paralización de los Trabajos

- a. Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, y quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, disponer la paralización de los tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.
- b. En el supuesto considerado en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los contratistas y, en su caso, a los subcontratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.

3.8 Principios Generales Aplicables Durante la Ejecución de la Obra

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la obra y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- a. El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- b. La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.

- c. La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- d. El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e. La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- f. La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- g. El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- h. La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- i. La cooperación entre los distintos contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- j. Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

3.9 Evaluación de Riesgos

Por las características de los trabajos desarrollados por esta empresa, el personal deberá tener presente las pautas a seguir para la prevención de riesgos en las siguientes actividades:

- a. Riesgos profesionales
 - Caídas de distinto nivel.
 - Caídas de materiales.
 - Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Proyección de partículas a los ojos.
 - Ruidos intensos.
 - Electrocuciiones.
 - Incendios y explosiones.
- b. Riesgos de daños a terceros
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas de objetos.
 - Electrocuciiones.

3.10 Normas de Seguridad

Se establecen de uso obligatorio las siguientes medidas de protección y normas para realizar los trabajos.

a. Protecciones personales

- Protecciones de la cabeza:
 - Cascos para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas C.E. indicando la función a que van destinados así como el aislamiento eléctrico.
 - Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.
 - Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica.
 - Gafas contra proyección de partículas en trabajos con cortadora de disco o similar.
- Protecciones del cuerpo:
 - Cinturones de seguridad para trabajos con riesgo de caída desde una altura de más de 2 metros.
- Protecciones de extremidades superiores:
 - Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
 - Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán homologados según la Norma Técnica reglamentaria MT-4. Cada guante deberá llevar en sitio visible un sello con la inscripción Ministerio de Trabajo, fecha y clase.
 - Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas según la norma técnica reglamentaria MT-26 sobre aislamiento de seguridad de las herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.
- Protecciones de extremidades inferiores:
 - Botas de seguridad de clase III homologadas.

b. Protecciones colectivas:

Deberán tenerse en cuenta las interferencias con otros grupos de trabajo, sobre todo en lo referente a:

- Maniobras con aparatos eléctricos de B.T. o A.T.:

Para realizar estos tipos de trabajos deben coordinarse con el responsable técnico de los mismos. Este responsable será el único que conceda permisos para cualquier tipo de maniobra que se realice. Son de uso obligatorio elementos que señalicen la zona en que se realicen este tipo de trabajo.

- Apertura de zanjas o socavones que deberán estar convenientemente balizadas.

c. Trabajos en andamios:

Cuando los trabajos se realicen en andamios deberán tenerse presentes las siguientes normas:

- La plataforma de trabajo tendrá siempre un ancho mínimo de 60 cm, y estará construida con tablas de 5 cm. de grueso como mínimo.
- Los andamios con plataforma de trabajo a más de 2 metros de altura o con riesgo de caída de alturas superiores, tendrán el perímetro protegido con barandillas metálicas de 90 cm. de altura y rodapié de 15 cm. instalado en la vertical del extremo de la plataforma de trabajo, debiéndose sujetar el operario a un punto fijo del mismo mediante cinturón de seguridad.
- La plataforma de trabajo en andamios, ya sea de madera o metálica, deberá ir perfectamente sujeta al resto de la estructura.
- Todo andamio debe reposar en suelo firme y resistente. Queda prohibido utilizar cualquier otro elemento que no sea un pie de andamio regulable para la nivelación del mismo.

d. Trabajos con escalera de mano:

Antes de utilizar una escalera de mano, el operario deberá comprobar que está en buen estado, retirándola en caso contrario, así como deberá observar las siguientes normas:

- No se utilizarán nunca escaleras empalmadas, salvo que estén preparadas para ello.
- Cuando se tenga que usar escaleras en las proximidades de instalaciones en tensión, su manejo será vigilado directamente por el jefe del trabajo, delimitando la zona de trabajo e indicando la prohibición de desplazar la escalera.
- No se debe subir una carga de más de 30 Kg. sobre una escalera no reforzada.
- Las escaleras de mano se deben apoyar en los largueros (nunca en los peldaños) y de modo que el pie quede retirado de la vertical del punto superior de apoyo, a una distancia equivalente a la cuarta parte de la altura.
- Las usadas para el acceso a planos elevados, tendrán una longitud suficiente para rebasar en 1 metro el punto superior de apoyo y se sujetarán en la parte superior para evitar que basculen. El ascenso y descenso se hará dando de frente a la escalera.
- Cuando no se empleen las escaleras, se deben guardar al abrigo del sol y de la lluvia. No deben dejarse nunca tumbadas en el suelo. Se barnizarán, pero nunca se pintarán.

e. Trabajos en alturas:

Se deberán usar cinturones de seguridad en todo trabajo que por su elevada situación o cualquier otra causa, presenten peligro de caída de más de 2 metros.

El cinto de seguridad se debe sujetar en puntos fijos y resistentes, como pueden ser cuerdas sujetas a techos, horquillas metálicas o cualquier otro elemento estructural de la construcción.

Queda prohibido sujetar el cinto en máquinas o andamios.

El cinto debe estar siempre ajustado a la cintura y sujeto en puntos que deben estar preferentemente sobre el nivel de la cintura.

f. Herramientas eléctricas y lámparas portátiles:

Los útiles y herramientas eléctricas son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.

La tensión de alimentación de las herramientas eléctricas portátiles de accionamiento manual no excederá de 250 V. con relación a tierra y serán de clase II o doble aislamiento.

Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

g. Trabajos con cortadora de discos:

Cuando se use estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo como mínimo 1 cm. de su parte superior.

Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

h. Equipos de soldadura:

Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.

Con carácter general en todos los trabajos se usarán guantes y gafas protectoras.

Los motores generadores, los rectificadores o los transformadores de las máquinas, y todas las partes conductoras estarán protegidas para evitar contactos accidentales, con partes en tensión, estando conectados los armazones a tierra.

Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como de las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantallas para proteger las manos del calor de los arcos. En caso contrario se utilizarán guantes.

i. Lámparas eléctricas portátiles:

Estas lámparas deben responder a las normas UNE-EN 60598 y UNE-EN 62471-2009 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de clase II y la tensión de utilización no será superior a 250 V., siendo como máximo de 245 voltios cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

j. Trabajos con maniobras en aparatos de baja tensión:

No se procederá a ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal (botas y guantes dieléctricos y pantallas protectoras).

Cuando se realicen trabajos sin tensión se aislarán las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación. Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.

Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas o electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

k. Trabajos con maniobras en equipos de alta tensión:

No se procederá a efectuar ninguna maniobra sin el permiso del responsable de los trabajos. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.

Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre sin tensión.

Se prohíbe realizar trabajos en las instalaciones de alta tensión, sin adoptar las siguientes precauciones:

- Abrir con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.
- Enclavar o bloqueo, si es posible, los aparatos de corte.
- Reconocer mediante equipo normalizado para ello la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección

de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.

En la proximidad de instalaciones de alta tensión o en celdas de protección, es obligatorio que el trabajo se haga por parejas de operarios, con el fin de tener mejor vigilancia y más rápido auxilio en caso de accidente.

En cualquier caso, para cualquier trabajo a realizar en la obra las contratas se atenderán a lo dispuesto por el Real Decreto 1.627/1.997, de 24 de Octubre, en su Anexo IV Parte B (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales), y Parte C (Disposiciones mínimas específicas relativas a los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales).

3.11 Medicina Preventiva y Primeros Auxilios

Las contratas que trabajen en la obra dispondrán en la misma de un botiquín suficientemente equipado para el personal que tengan con material medicinal básico listo siempre para su uso.

El personal de obra deberá estar informado de los diferentes Centros Médicos, Ambulatorios y Mutualidades Laborales donde deben trasladarse los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

3.12 Pliego de Condiciones

3.12.1 Normativa Legal de APLICACIÓN

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Estatuto de los Trabajadores (Modificado según Real Decreto Legislativo 1/1995 de 24 de Marzo).
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección y salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud laboral.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, así como la modificación del mismo según el Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de Noviembre, por el que se modifica el RD 1215/1997 sobre los equipos de trabajo temporales en altura.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Orden de 30 de junio de 1966 por la que se aprueba el texto revisado del Reglamento de Aparatos Elevadores.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1407/1992, de 20 de Noviembre, (B.O.E. 28/12/1995, rect. 24/02/1993) que regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individuales.
- Real Decreto 363/1995, de 10 de Marzo, por el que se aprueba el reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.
- Real Decreto 255/2003, de 28 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Resolución del 30 de abril de 1974 sobre las verificaciones de las instalaciones eléctricas antes de su puesta en marcha.
- Real Decreto 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, publicado en el BOE núm. núm. 139, de 9 de junio de 2014.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja tensión, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

3.12.2 Condiciones de los Medios de Protección

3.12.2.1 Generalidades

Es de obligado cumplimiento la utilización de los Equipos de Protección Individual y Colectivos definidos con medidas preventivas en la identificación de los riesgos por parte de todos los trabajadores, incluyendo al Jefe de Obra y otras personas que pudieran visitar la obra en función de los riesgos existentes.

Durante el transcurso de la obra, se tomarán todas las medidas y precauciones necesarias para que los elementos de Seguridad e Higiene instalados para la ejecución de estas obras y definidos en el presente Plan de Seguridad y Salud se encuentren en todo momento en servicio y en buenas condiciones para su finalidad, siendo responsabilidad de todo el personal en general, y de la línea de mando en especial, el mantener y conservar dichas medidas en perfecto estado de uso y funcionalidad, cambiando o reemplazando de lugar los elementos que así lo requieran, utilizando y exigiendo la utilización a todo el personal de todas las preceptivas protecciones individuales y colectivas.

3.12.2.2 Equipos de Protección Individual

Los Equipos de Protección Individual serán homologados y llevarán el mercado CE. En caso de que para alguno de ellos no existiese tal identificación, se elegirá aquel que mejor responda a las necesidades y sea garantizada su calidad por el fabricante.

Como Equipos de Protección Individual comunes a todos los trabajos a realizar, los operarios deberán utilizar OBLIGATORIAMENTE cascos, botas y guantes, utilizándose el resto de prendas descritas en las medidas preventivas en función de que se esté realizando la actividad para la que están previstos.

A continuación se definen las condiciones de empleo de los Equipos de Protección Individual:

a. Protección de la cabeza.

La cabeza puede verse agredida dentro del ambiente laboral por distintas situaciones de riesgo, entre las que cabe destacar:

- Riesgos mecánicos. Caída de objetos, golpes y proyecciones.
- Riesgos térmicos. Metales fundidos, calor, frío...
- Riesgos eléctricos. Maniobras y/u operaciones en alta o baja tensión.

La protección del cráneo frente a estos riesgos se realiza por medio del casco que cubre la parte superior de la cabeza.

b. Protección del oído

Un protector auditivo es un elemento de protección personal utilizado para disminuir el nivel de ruido que percibe un trabajador situado en un ambiente ruidoso.

Los protectores auditivos los podemos clasificar en los siguientes grupos:

- Orejeras. Las orejeras son protectores que envuelven totalmente el pabellón auditivo. Están compuestas por:

- Los CASCOS, que son piezas de plástico duro que cubren y rodean la oreja. Los bordes están recubiertos por unas almohadillas rellenas de espuma plástica con el fin de sellar acústicamente contra la cara. La superficie interior del casco está normalmente recubierta de un material absorbente del ruido.
- El ARNÉS, que es el dispositivo que sujeta y presiona los cascos contra la cabeza o sobre la nuca.

Hay cascos de seguridad que llevan acoplados dos cascos de protección auditiva y que pueden girarse 90° a una posición de descanso cuando no es preciso su uso.

- Tapones. Los tapones son protectores auditivos que se utilizan insertos en el conducto auditivo externo, obturándolo. En general, no son adecuados para personas que sufran enfermedades de oído o irritación del canal auditivo. Puede llevar un ligero arnés o cordón de sujeción para evitar su pérdida.

c. Protección de ojos y cara

Los equipos de protección personal de ojos y cara se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Pantallas. Las pantallas cubren la cara del usuario, preservándolo de las distintas situaciones de riesgo a que pueda verse sometido. Las pantallas protectoras, en orden a sus características intrínsecas, pueden clasificarse en:
 - Pantallas de soldadores. Pueden ser de mano o de cabeza. Las pantallas para soldadores van provistas de filtros especiales inactínicos que, de acuerdo con la intensidad de las radiaciones, tendrán una opacidad determinada, indicada por su grado de protección N. Estas pantallas pueden llevar antecristales que protegen también contra los posibles riesgos de impactos de partículas en operaciones de limpieza o preparación de soldaduras. Estos cristales de protección mecánica pueden ser de dos tipos: Antecristales y cubrefiltros.
 - Pantallas faciales. Están formadas por un sistema de adaptación a la cabeza abatible y ajustable y diferentes variantes de visores. Dependiendo del tipo de visor proporciona protección contra radiaciones, salpicaduras de líquidos corrosivos, proyección de partículas, etc.
- Gafas. Tienen el objetivo de proteger los ojos del trabajador. Las gafas, en función del tipo de riesgos a que se encuentre sometido el trabajador en su puesto de trabajo, debe garantizar total o parcialmente la protección adicional de las zonas inferior, temporal y superior del ojo. Los oculares pueden ser tanto de material mineral como de material orgánico. En cualquier caso, como la montura, requieren una certificación específica. Las gafas pueden ser de los siguientes tipos:
 - Gafa tipo universal
 - Gafa tipo cazoleta
 - Gafa tipo panorámica

d. Protección de las vías respiratorias

Los equipos de protección individual de las vías respiratorias tienen como misión hacer que el trabajador que desarrolla su actividad en un ambiente contaminado o con deficiencia de oxígeno, pueda disponer para su respiración de aire en condiciones apropiadas. Estos equipos se clasifican en dos grandes grupos:

- Respiradores purificadores de aire. Son equipos que filtran los contaminantes del aire antes de que sean inhalados por el trabajador. Pueden ser de presión positiva o negativa. Los primeros, también llamados respiradores motorizados, son aquellos que disponen de un sistema de impulsión del aire que lo pasa a través de un filtro para que llegue limpio al aparato respiratorio del trabajador. Los segundos, son aquellos en los que la acción filtrante se realiza por la propia inhalación del trabajador.
- Respiradores con suministro de aire. Son equipos que aíslan del ambiente y proporcionan aire limpio de una fuente no contaminada. Se clasifican en:
 - Equipos semiautónomos
 - Equipos autónomos

e. Protección de brazos y manos

Un guante es una prenda del equipamiento de protección personal que protege una mano o una parte de ésta, de riesgos. También pueden cubrir parte del antebrazo y brazo.

Las extremidades superiores de los trabajadores pueden verse sometidas, en el desarrollo de un determinado trabajo, a riesgos de diversa índole, en función de los cuales la normativa de la Comunidad Europea establece la siguiente clasificación:

- Protección contra riesgos mecánicos.
- Protección contra riesgos químicos y microorganismos.
- Protección contra riesgos térmicos.
- Protección contra el frío.
- Guantes para bomberos.
- Protección contra radiación ionizada y contaminación radiactiva.

Cada guante, según el material utilizado en su confección, tiene sus limitaciones de uso, debiéndose elegir el más adecuado para cada tarea en particular.

f. Protección de los pies

Son los pies la parte del cuerpo humano con mayor riesgo de daño directo o capaz de transmitir daños a otra parte del organismo por ser los puntos de contacto necesarios con el medio para desplazarnos o desarrollar la mayor parte de nuestras actividades. Esta circunstancia ha hecho que de forma natural la humanidad haya tendido a protegerse en primer lugar de las agresiones del suelo y de los agentes meteorológicos a través del calzado.

El calzado de seguridad pretende ser un elemento que proteja, no solo de las agresiones a los pies, sino que evite además que por éstos lleguen agresiones a otras partes del organismo a través del esqueleto del que constituyen su base. Así, el calzado de seguridad no ha de verse como único elemento de protección contra impactos o pinchazos sino que además, protege contra:

- Vibraciones

- Caídas mediante la absorción de energía
- Disminuye el resbalamiento proporcionando una mayor adherencia
- Disminuye la influencia del medio sobre el que se apoya, calor o frío
- Previenen de agresiones químicas como derrames, etc.

g. Protección del cuerpo entero

Es aquella que protege al individuo frente a riesgos que no actúan únicamente sobre partes o zonas determinadas del cuerpo, sino que afectan a su totalidad.

El cubrimiento total o parcial del cuerpo del trabajador tiene por misión defenderlo frente a unos riesgos determinados, los cuales pueden ser de origen térmico, químico, mecánico, radiactivo o biológico.

La protección se realiza mediante el empleo de prendas tales como mandiles, chaquetas, monos, etc., cuyo material debe ser apropiado al riesgo existente.

Las prendas de señalización serán aquellas prendas reflectantes que deban utilizarse, sea de forma de brazaletes, guantes, chalecos, etc., en aquellos lugares que forzosamente tengan que estar oscuros o poco iluminados y existan riesgos de colisión, atropellos, etc.

h. Cinturón de seguridad

La finalidad del cinturón de seguridad es la de retener o sostener y frenar el cuerpo del trabajador en determinadas operaciones con riesgo de caída de altura, evitando los peligros derivados de las mismas.

Los cinturones de seguridad pueden clasificarse en:

- Cinturones de sujeción
- Cinturones de suspensión
- Cinturones de caída.

i. Protecciones Colectivas

La eliminación/reducción de los riesgos no se consigue únicamente con la adecuada planificación, ejecución de los trabajos y con la utilización de prendas de protección. Es necesario adoptar medidas y elementos protectores de carácter colectivo. Estas protecciones consisten normalmente en: Señalizaciones de Peligro y de Zonas Inseguras, Pasarelas para Acceso a los Trabajos, Sistemas adecuados de Iluminación y Ventilación, detectores de Gases, Verificadores de Ausencia de Tensión, etc.

4 PRESUPUESTO

4.1 Materiales

4.1.1 Equipos 66kV

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Interruptor tripolar 1250 A	7	18.000	126.000
2	Interruptor tripolar 2000 A	1	20.000	20.000
3	Seccionador tripolar de barra 1250 A	14	4.000	56.000
4	Seccionador tripolar con PaT 1250 A	6	5.500	33.000
5	Seccionador tripolar de barra 2000 A	2	4.500	9.000
6	Transformador Intensidad 400-800/5-5-5-5	6	5.000	30.000
7	Transformador Intensidad 1000-2000/5-5-5-5	15	5.300	79.500
8	Transformador Intensidad 200-400/5-5-5-5	3	5.000	15.000
9	Transformador Intensidad 500/5	6	4.000	24.000
10	Pararrayos autovalvulas 66kV	21	1.200	25.200
11	Transformador de tensión inductivo	17	4.000	68.000
12	Transformador de tensión capacitivo	6	4.800	28.800
13	Bobina de bloqueo	2	6.000	12.000
14	Aislador de apoyo	69	400	27.600
15	Transformador de potencia 20 MVA 66/15kV	1	300.000	300.000
	Total			854.100

4.1.2 Equipos 15kV

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Celda blindada aislada en SF6 posicion secundario trafo de potencia	1	45.000	45.000
2	Celda blindada aislada en SF6 posicion linea	2	31.000	62.000
3	Celda blindada aislada en SF6 posicion SSAA	2	25.000	50.000
4	Celda blindada aislada en SF6 posicion Remonte+Medida	1	28.000	28.000
5	Celda blindada aislada en SF6 posicion Acople+Medida	1	30.000	30.000
6	Pararrayos autovalvulas 15kV	3	800	2.400
7	Transformador SSAA	2	30.000	60.000
	Total			277.400

4.1.3 Equipos de Control y Protecciones

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Bastidor de Proteccion de transformador	1	58.000	58.000
2	Bastidor de Proteccion de linea	6	50.000	300.000
3	Bastidor de Proteccion de Acople	1	40.000	40.000
4	Bastidor Proteccion Diferencial de Barras	1	80.000	80.000
5	UCS	1	50.000	50.000
6	Caja formación	8	5.000	40.000
7	Cajas TT's	23	1.100	25.300
	Total			593.300

4.2 Obra Civil

4.2.1 Parque exterior

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Red de Tierras	1	25.000	25.000
2	Cerramiento	1	55.080	55.080
3	Drenajes y arquetas	1	28.000	28.000
4	Canalizaciones para conductores	1	76.500	76.500
6	Viales y acerados	1	18.000	18.000
7	Cimentaciones Posicion de linea	6	4.000	24.000
8	Cimentaciones Posicion de transformador	1	33.000	33.000
9	Cimentaciones Posicion de acople	1	1.500	1.500
10	Cimentaciones Embarrado 66kV	22	1.100	24.200
11	CimentacionesPorticos	23	1.500	34.500
	Total			319.780

4.2.2 Edificio

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Edificio	1	232.300	232.300
2	Aseo	1	2.000	2.000
3	Carpinteria Metalica	1	4.000	4.000
4	Suelo Tecnico	1	3.200	3.200
	Total			241.500

4.3 Montaje Electromecanico

4.3.1 Estructura Metalica

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Estructura metalica	1	150.000	150.000
2	Embarrado 66kV	1	15.000	15.000
	Total			165.000

4.3.2 Montaje Equipos

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Montaje posicion linea 66kV	6	8.000	48.000
2	Montaje posicion acople 66kV	1	3.000	3.000
3	Montaje posición primario transformador	1	7.000	7.000
4	Montaje transformador	1	7.000	7.000
	Total			65.000

4.3.3 Cableado de Potencia

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Cableado potencia posicion linea 66kV	6	6.000	36.000
2	Cableado potencia posicion acople 66kV	1	4.000	4.000
3	Cableado potencia posición primario transformador	1	6.000	6.000
4	Cableado potencia posición secundario transformador	1	4.000	4.000
5	Cableado potencia transformadores de SSAA	2	1.500	3.000
	Total			53.000

4.3.4 Cableado de Control

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Cableado control posicion linea 66kV	6	10.000	60.000
2	Cableado control posicion acople 66kV	1	6.000	6.000
3	Cableado control posición transformador	1	12.000	12.000
4	Cableado control celdas MT	1	3.000	3.000
5	Cableado control Protección Diferencial de Barras	2	8.000	16.000
	Total			97.000

4.4 Servicios e Instalaciones Auxiliares

4.4.1 Instalaciones Auxiliares

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Instalacion Climatizacion	1	3.000	3.000
2	Instalacion Alumbrado	1	5.000	5.000
3	Instalacion Contraincendios y antiintrusismo	1	7.000	7.000
	Total			15.000

4.4.2 Servicios

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Puesta en Servicio Sistema de Control	1	25.000	25.000
2	Puesta en Servicio Sistema de Protecciones Posicion Linea 66kV	6	5.000	30.000
3	Puesta en Servicio Sistema de Protecciones Posicion Transformador	1	8.000	8.000
4	Puesta en Servicio Sistema de Protecciones Posicion Acople 66kV	1	2.000	2.000
5	Puesta en Servicio Sistema de Protecciones Diferencial de Barras	1	11.000	11.000
6	Puesta en Servicio Sistema de Protecciones Celdas MT	1	6.000	6.000
	Total			82.000

4.5 Seguridad y Salud

4.5.1 Protecciones Individuales

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Cascos protectores auditivos	8,00	25	200
2	Cinturón antilumbago	8,00	55	443
3	Cinturón con arnés de seguridad	8,00	172	1.377
4	Chaleco reflectante	8,00	20	163
5	Gafas de Seguridad para Oxicorte	8,00	19	150
6	Gafas protectoras contra impactos, incoloras	8,00	16	129
7	Pantalla facial contra riesgo de proyecciones o salpicaduras	8,00	20	156
8	Par de botas de trabajo	8,00	39	312
9	Par de guantes aislantes para A.T.	8,00	49	389
10	Par guantes de trabajo en lona y serraje	8,00	16	130
11	Ropa de Trabajo	8,00	82	659
	Total			4.108

4.5.2 Protecciones Colectivas

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Conos de balizamiento	12,00	10	118
2	Juego de puesta a tierra M.T.y A.T. aéreo	8,00	612	4.892
3	M.I. Cinta de señalización bicolor rojo/blanco de material plastico.	200,00	0	35
4	Señal de seguridad pequeña para colgar.	5,00	1	7
5	Carteleria de riesgos para la colocación en la obra,	1,00	15	15
6	Malla de delimitación y señalización de la zona de obra	200,00	0	20
7	Cuerda de vida y elementos anclaje	3,00	154	462
	Total			5.548

4.5.3 Protección Instalación Eléctrica y Prevención de Riesgos

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Cuadro de alimentación eléctrica provisinal para obra, con protección magnetotérmica y diferencial	1,00	444	444
2	Extintor de polvo químico ABC de 6 Kg	4,00	76	303
	Total			747

4.5.4 Instalaciones de Higiene y Bienestar

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Recipiente para recogida de basura	2,00	31	62
	Total			62

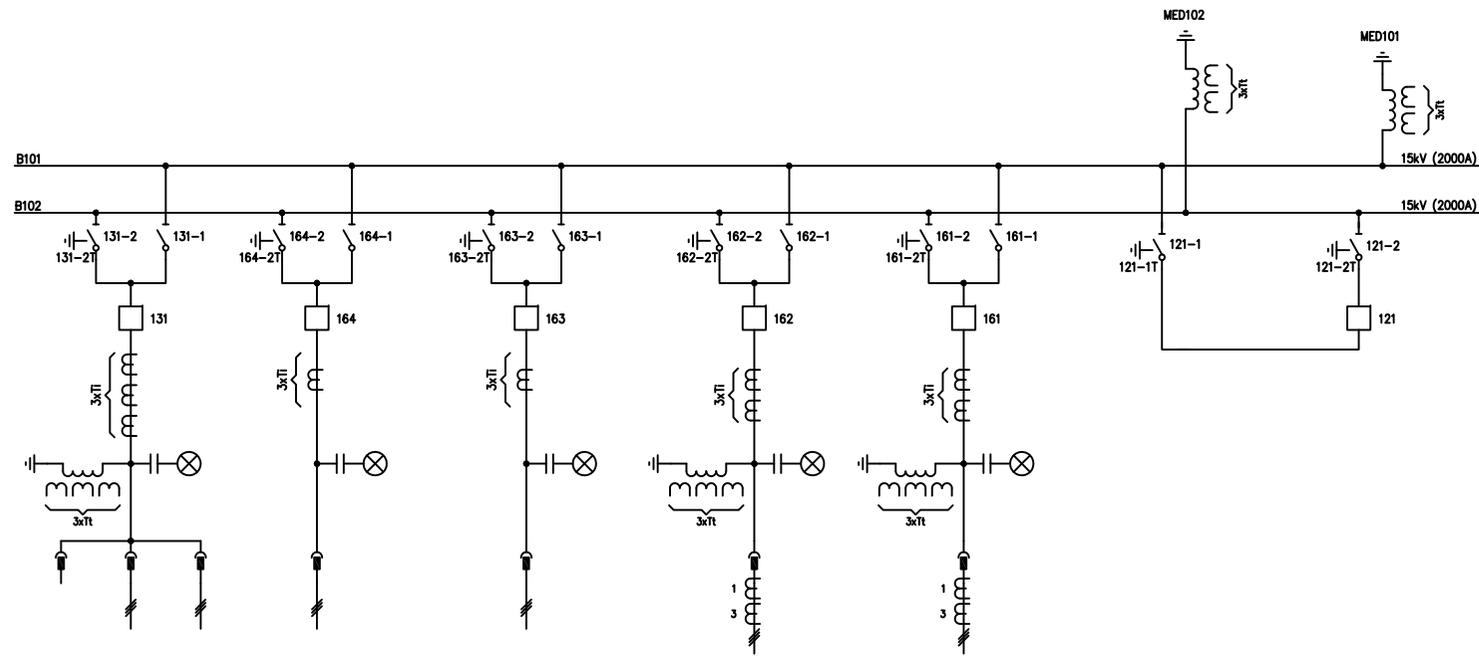
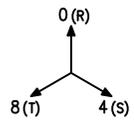
4.5.5 Medicina Preventiva y Primeros Auxilios

Posicion	Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Botiquín de urgencia para obra	1,00	85	85
	Total			85

5 PLANOS

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

A
B
C
D
E
F
G
H
I

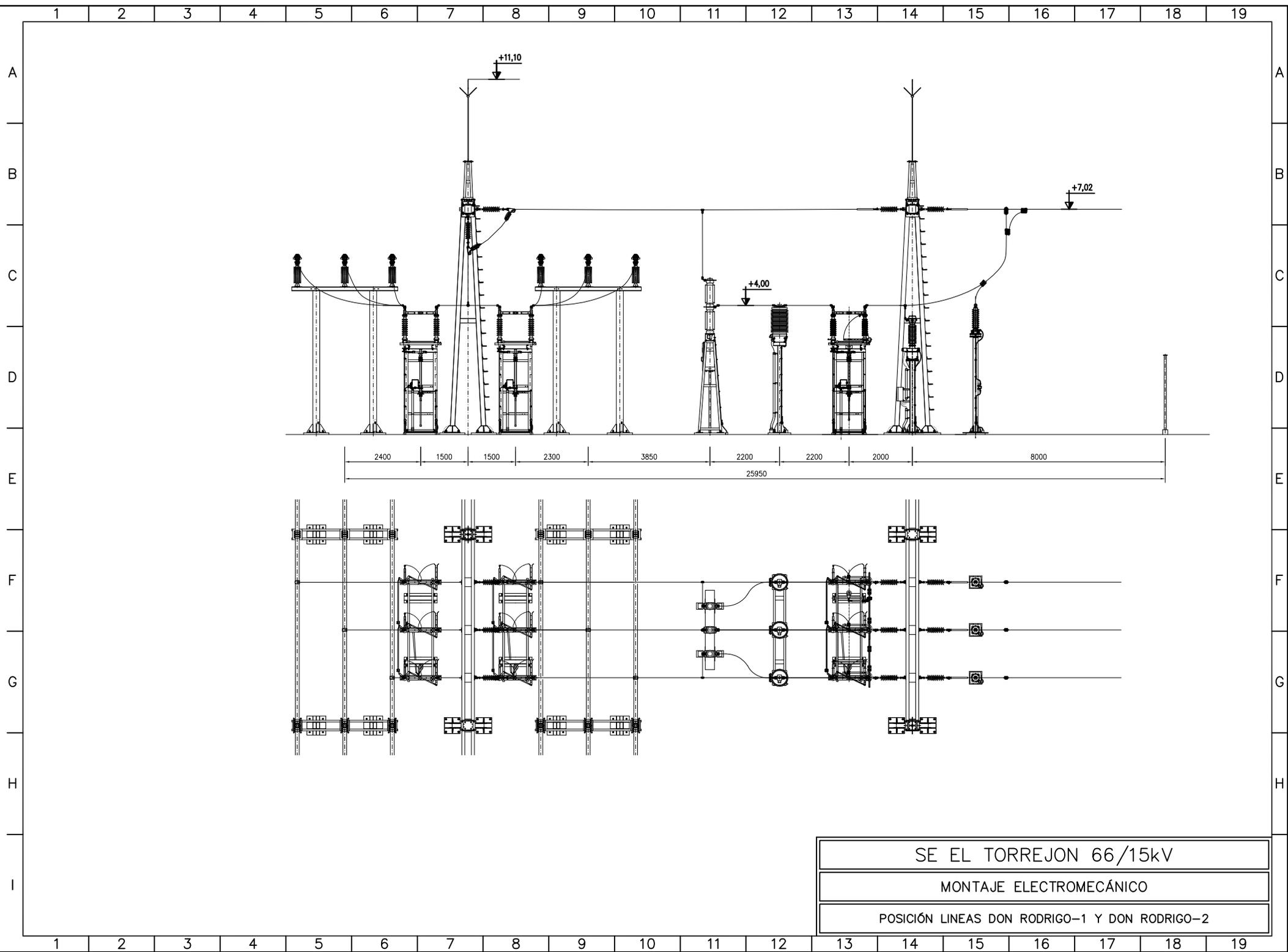


CELDA 07 TRAF0 1 CELDA 06 TSA 2 CELDA 05 TSA 1 CELDA 04 SALIDA MORON CELDA 03 SALIDA ARENALES CELDA 02 REMONTE+MED.B2 CELDA 01 ACOPLE+MED.B1

TENSION NOMINAL	24kV	24kV	24kV	24kV	24kV	24kV	24 kV
INTENSIDAD NOMINAL	2000A	630A	630A	630A	630A	2000A	2000A
T.I. FACTURACIÓN	N.A.	N.A.	N.A.	60/5A 10VA cl.0,2s	60/5A 10VA cl.0,2s	N.A.	N.A.
T.I. MEDIDA	1000-2000/5A 10VA cl.0,2s	N.A.	N.A.	300-600/5A 10VA cl.0,2s	300-600/5A 10VA cl.0,2s	N.A.	N.A.
T.I. PROTECCION	2x1000-2000/5-5A 10VA 5P20	100/5A 7,5VA 5P30	100/5A 7,5VA 5P30	300-600/5A 15VA 5P30	300-600/5A 15VA 5P30	N.A.	N.A.
T.T. MEDIDA	22000:√3/110: √3 15VA cl. 0,2	N.A.	N.A.	22000:√3/110: √3 15VA cl.0,2	22000:√3/110: √3 15VA cl.0,2	22000:√3/110: √3 15VA cl.0,5-3P	22000:√3/110: √3 15VA cl.0,5-3P
T.T. PROTECCION	22000:√3/110: √3/110: 3 15VA cl. 0,5-3P 10VA cl. 6P	N.A.	N.A.	22000:√3/110: √3/110: 3 15VA cl.0,5-3P 10VA cl.6P	22000:√3/110: √3/110: 3 15VA cl.0,5-3P 10VA cl.6P	22000:√3/110: 3 10VA cl.6P	22000:√3/110: 3 10VA cl.6P
T.I. NEUTRO	N.A.	N.A.	N.A.	20/1A 0,3 Ohmios	20/1A 0,3 Ohmios	N.A.	N.A.
CABLE SALIDA	3x2x500 Al	3x95 Al	3x95 Al	3x240 Al	3x240 Al	N.A.	N.A.

SE EL TORREJON 66/15kV
 GENERALES
 ESQUEMA UNIFILAR 15kV

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

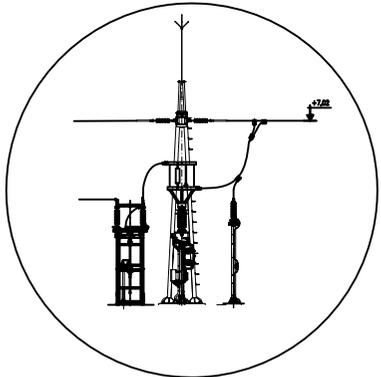
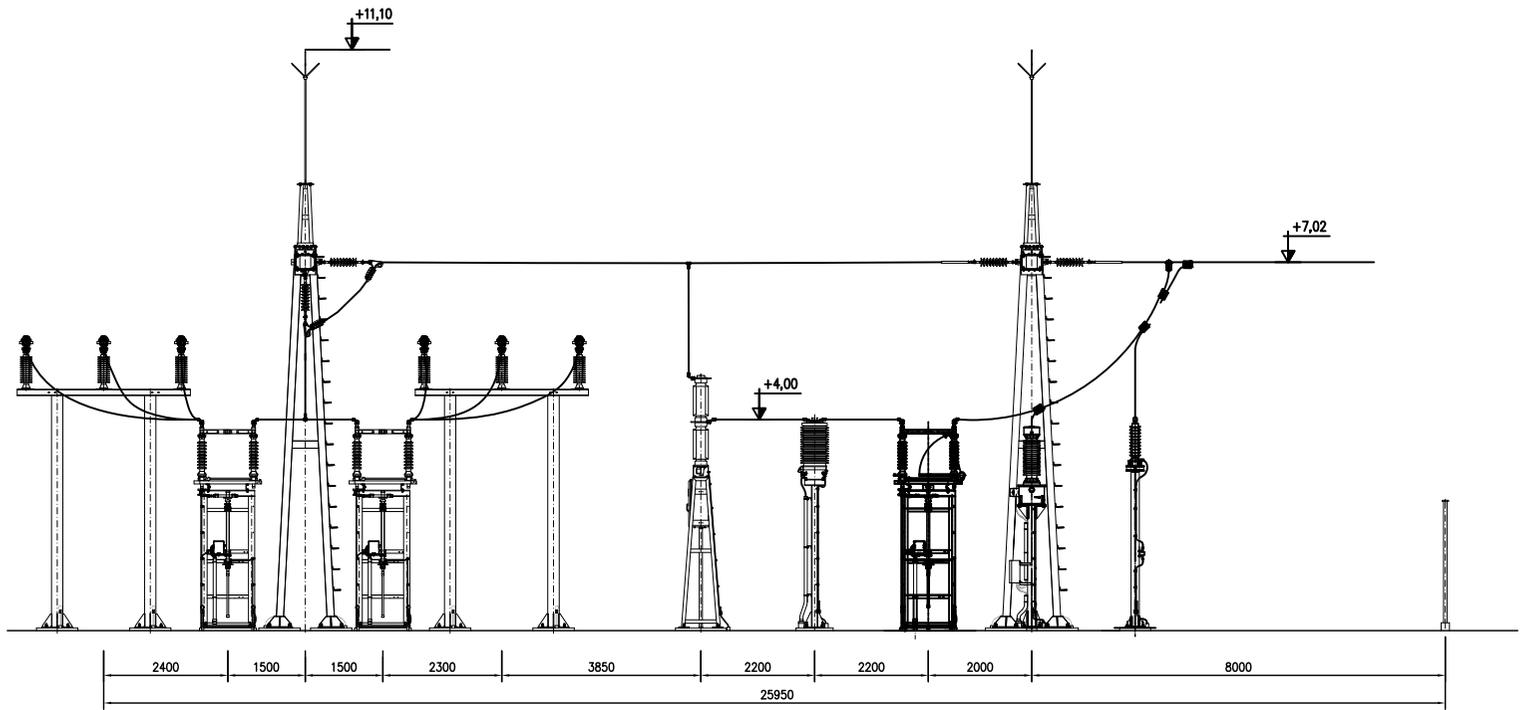


SE EL TORREJON 66/15kV
MONTAJE ELECTROMECAÁNICO
POSICIÓN LINEAS DON RODRIGO-1 Y DON RODRIGO-2

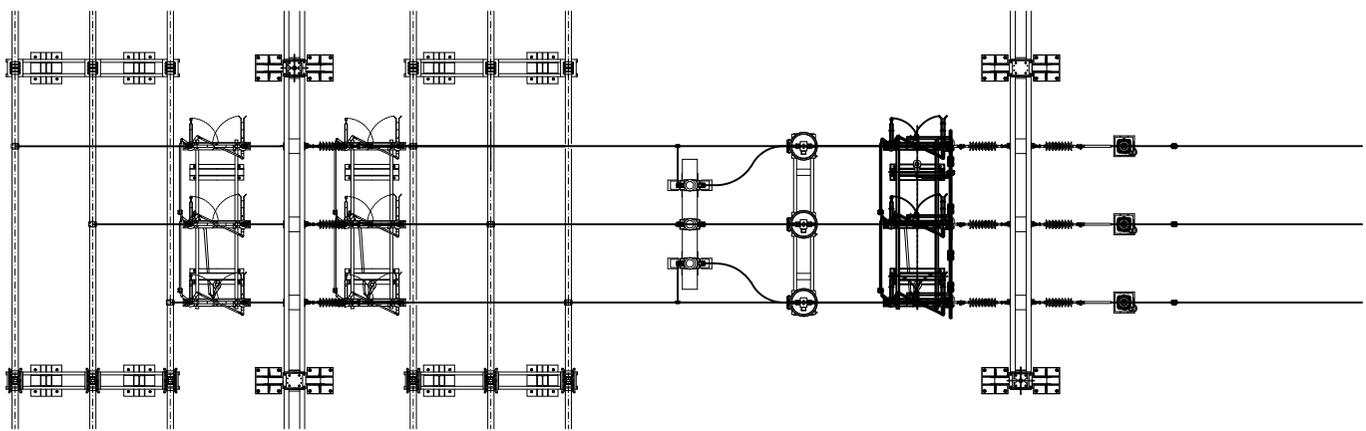
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

A
B
C
D
E
F
G
H
I

A
B
C
D
E
F
G
H
I

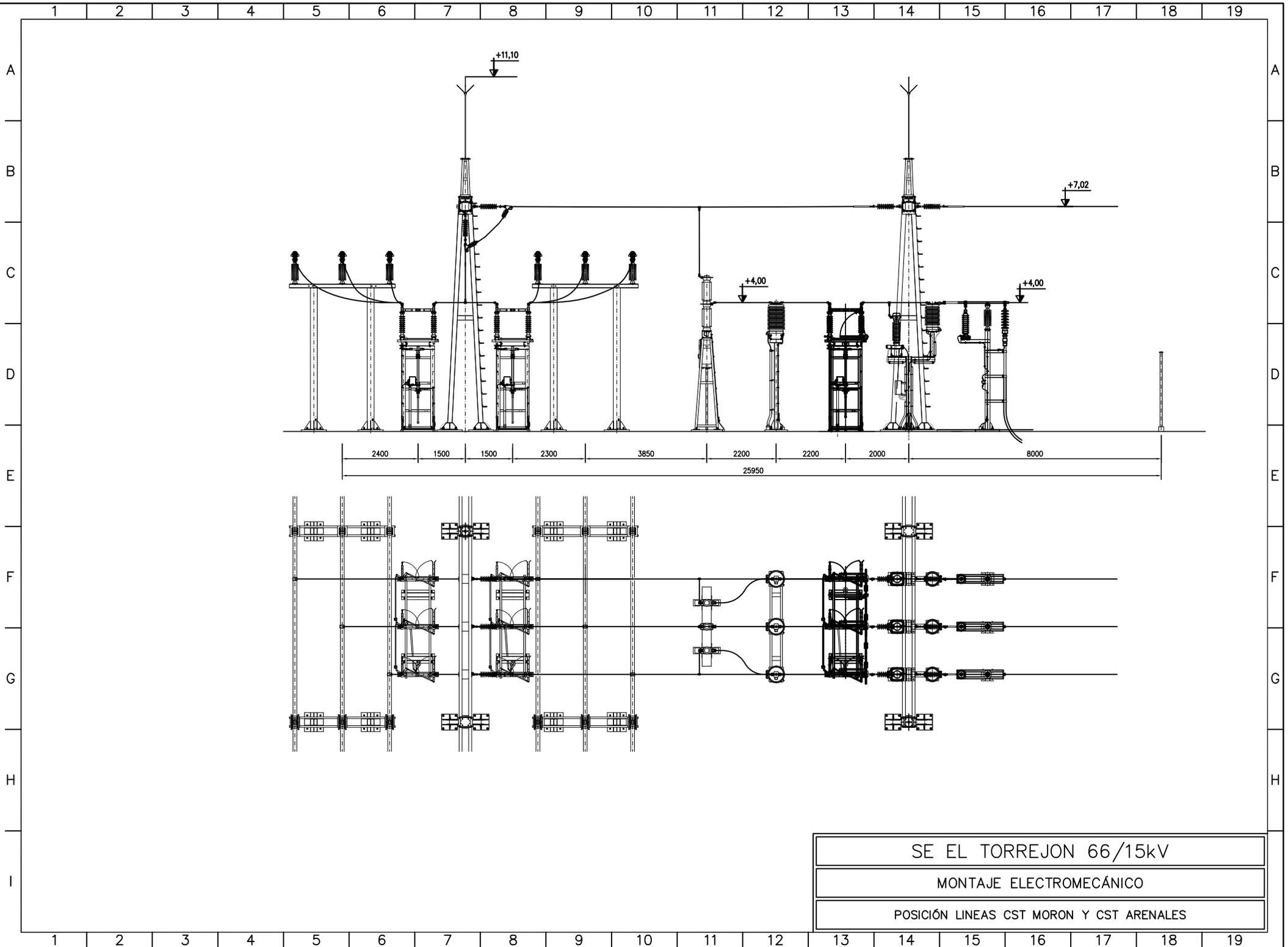


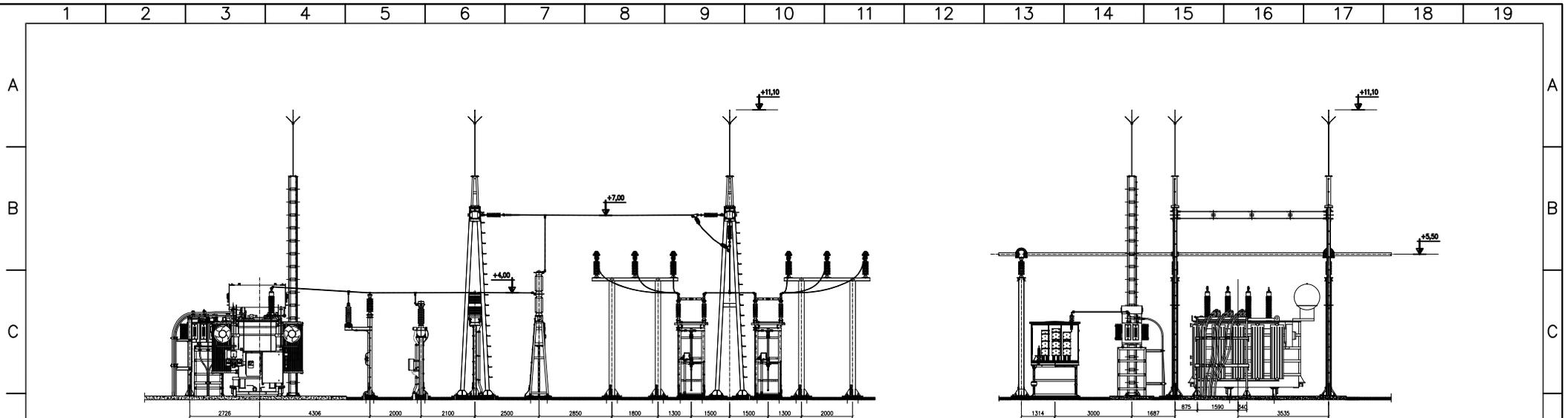
FASE 0 DE LAS LÍNEAS
UTRERA Y MORÓN



SE EL TORREJON 66/15kV
MONTAJE ELECTROMECAÁNICO
POSICIÓN LINEAS MORON Y UTRERA

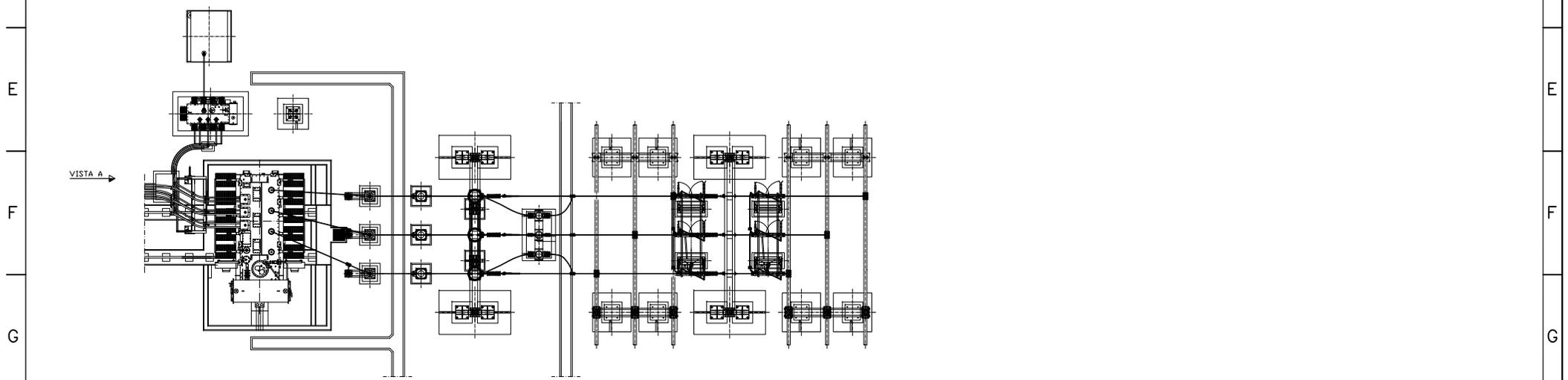
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19





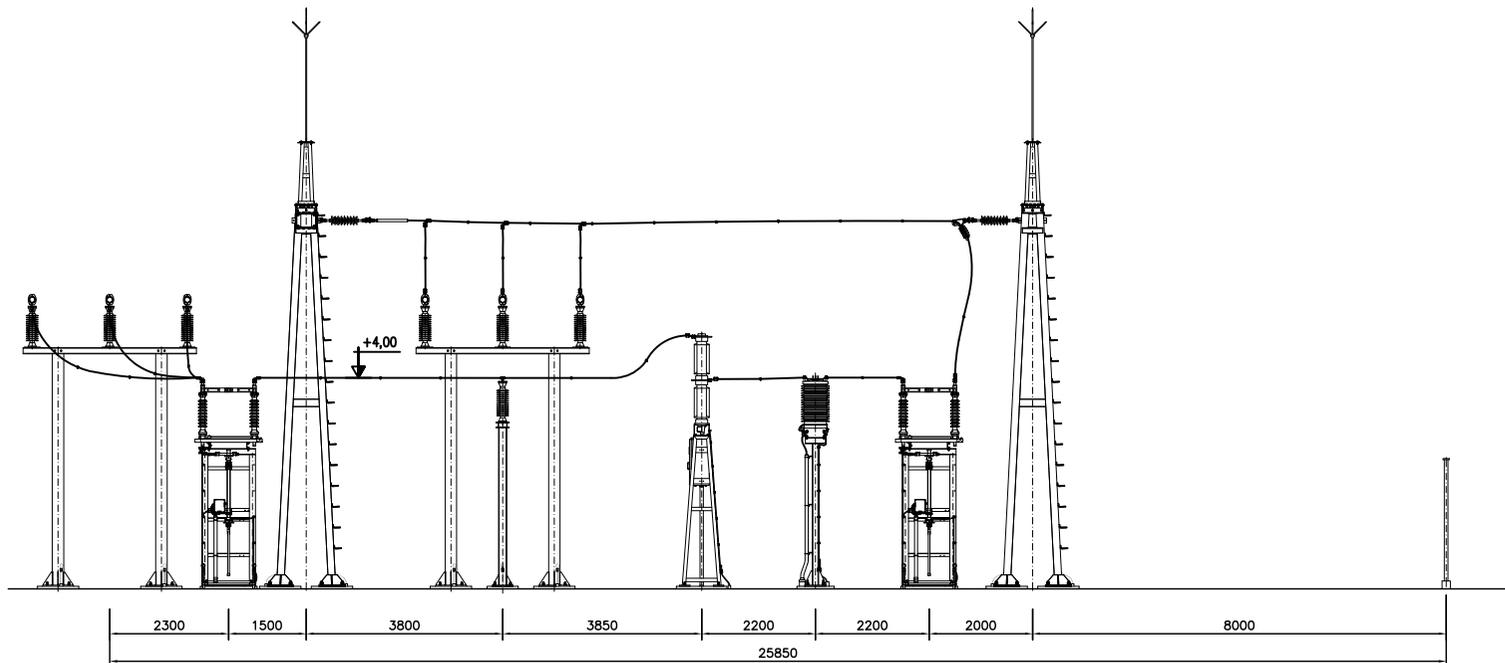
ALZADO

VISTA A

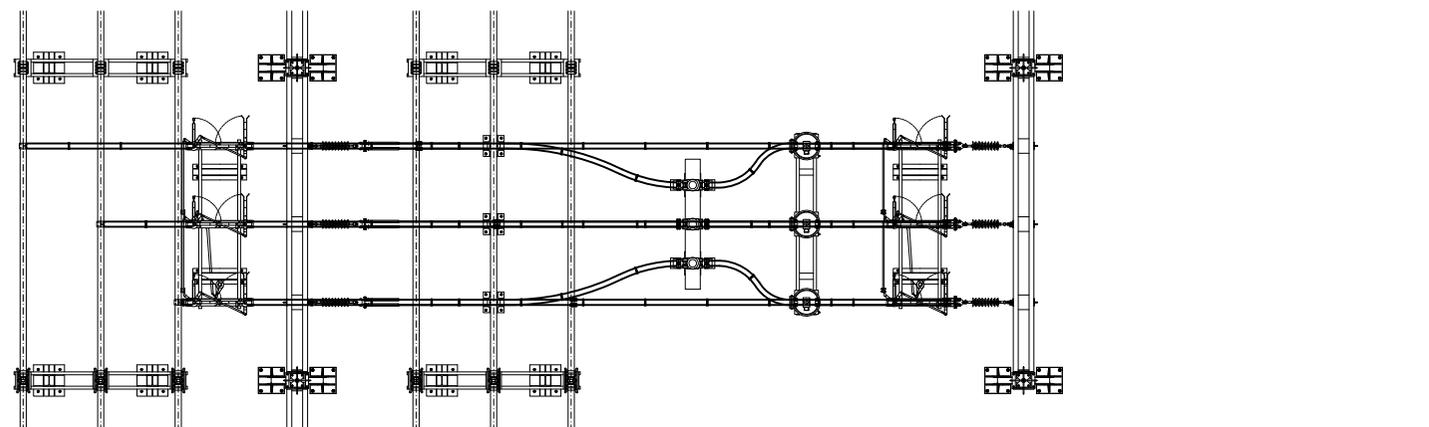


PLANTA

SE EL TORREJON 66/15kV
MONTAJE ELECTROMECHANICO
POSICION TRANSFORMADOR 66/15kV



POSICIÓN ACOPLE



SE EL TORREJON 66/15kV
MONTAJE ELECTROMECHANICO
POSICIÓN ACOPLE 66kV

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

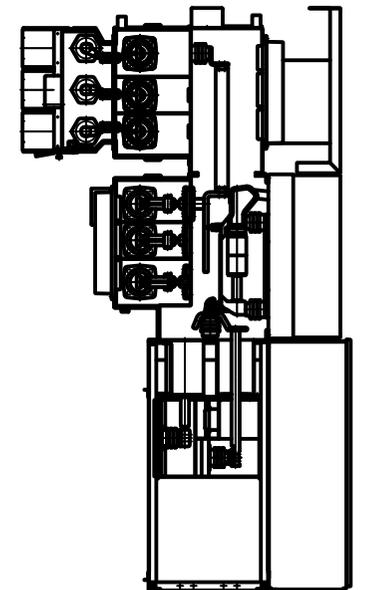
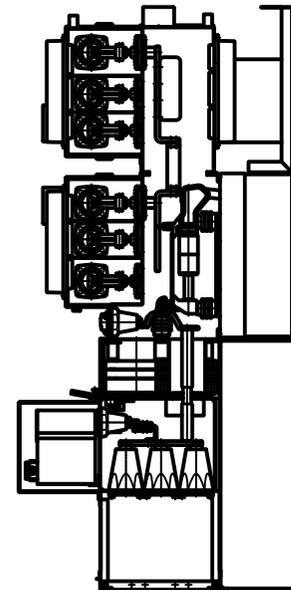
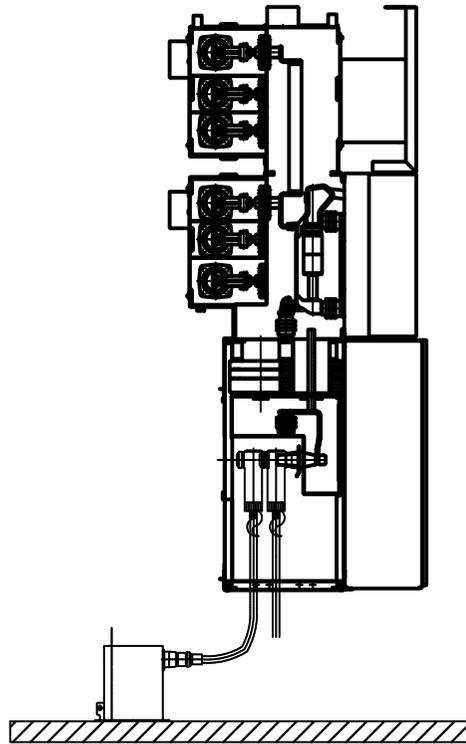
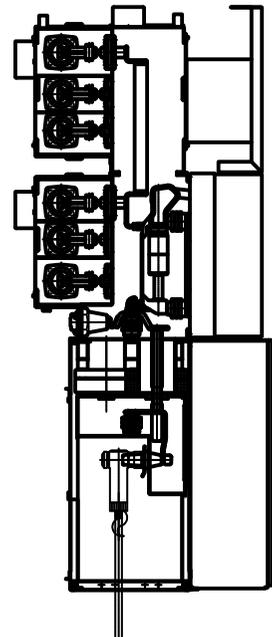
A
B
C
D
E
F
G
H
I

SSAA

LINEA

TRAF0

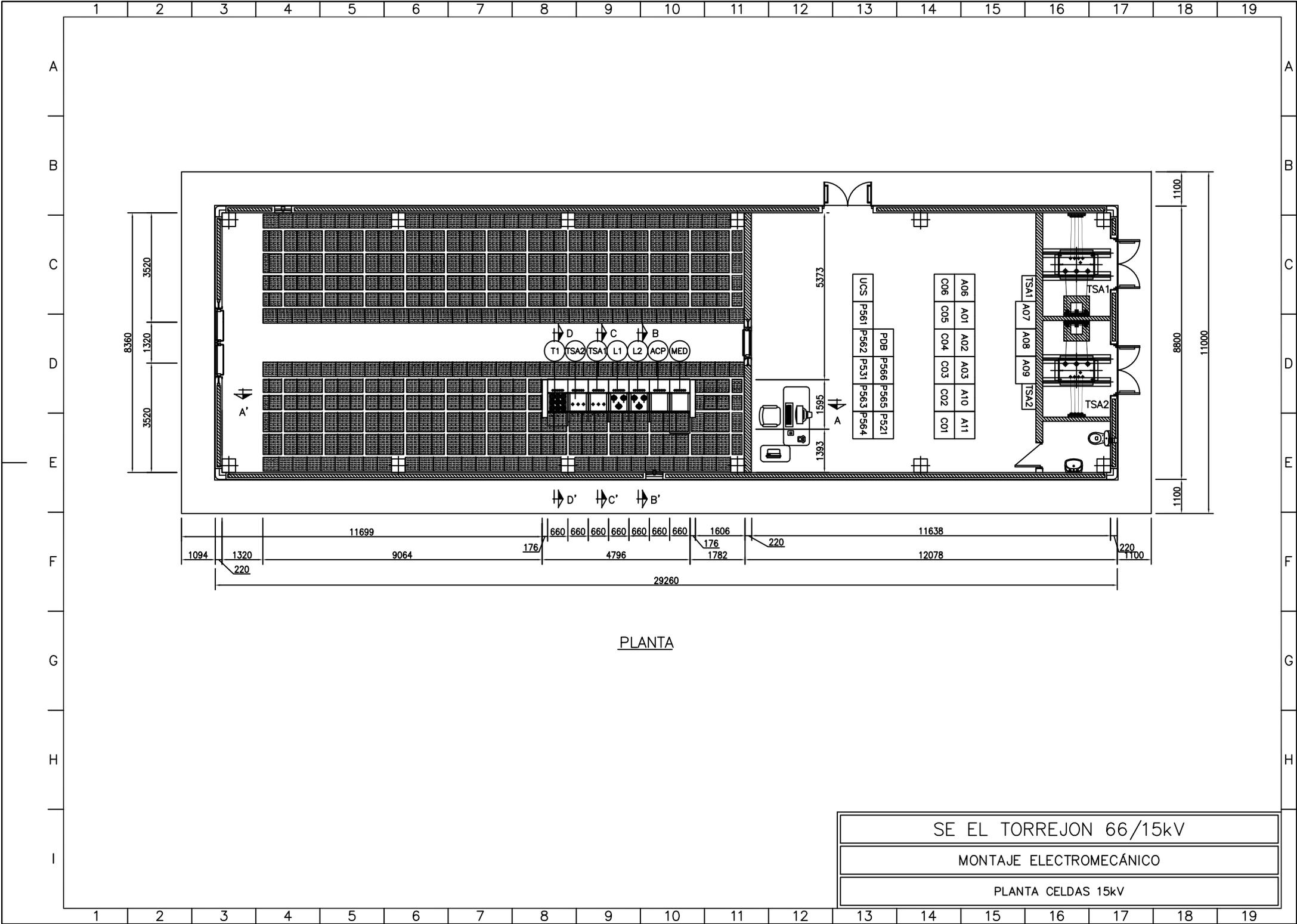
ACOPL.



A
B
C
D
E
F
G
H

SE EL TORREJON 66/15kV
CELDAS 15kV
SECCIONES CELDAS 15kV

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19



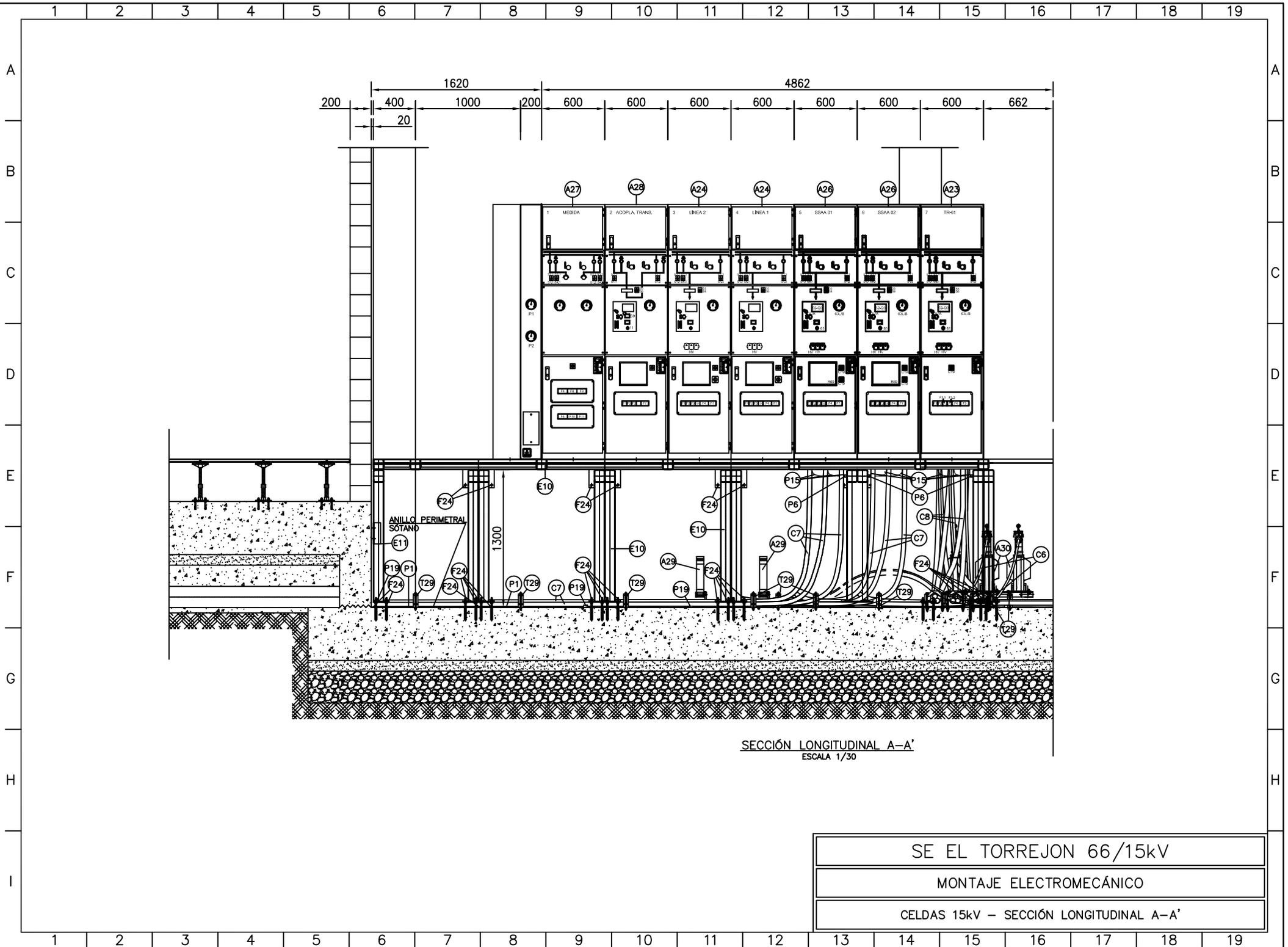
8360
3520
1320
3520

1094 1320 220 11699 9064 176 660 660 660 660 660 660 660 4796 1606 176 1782 220 11638 12078 220 1100 29260

1100
8800
1100

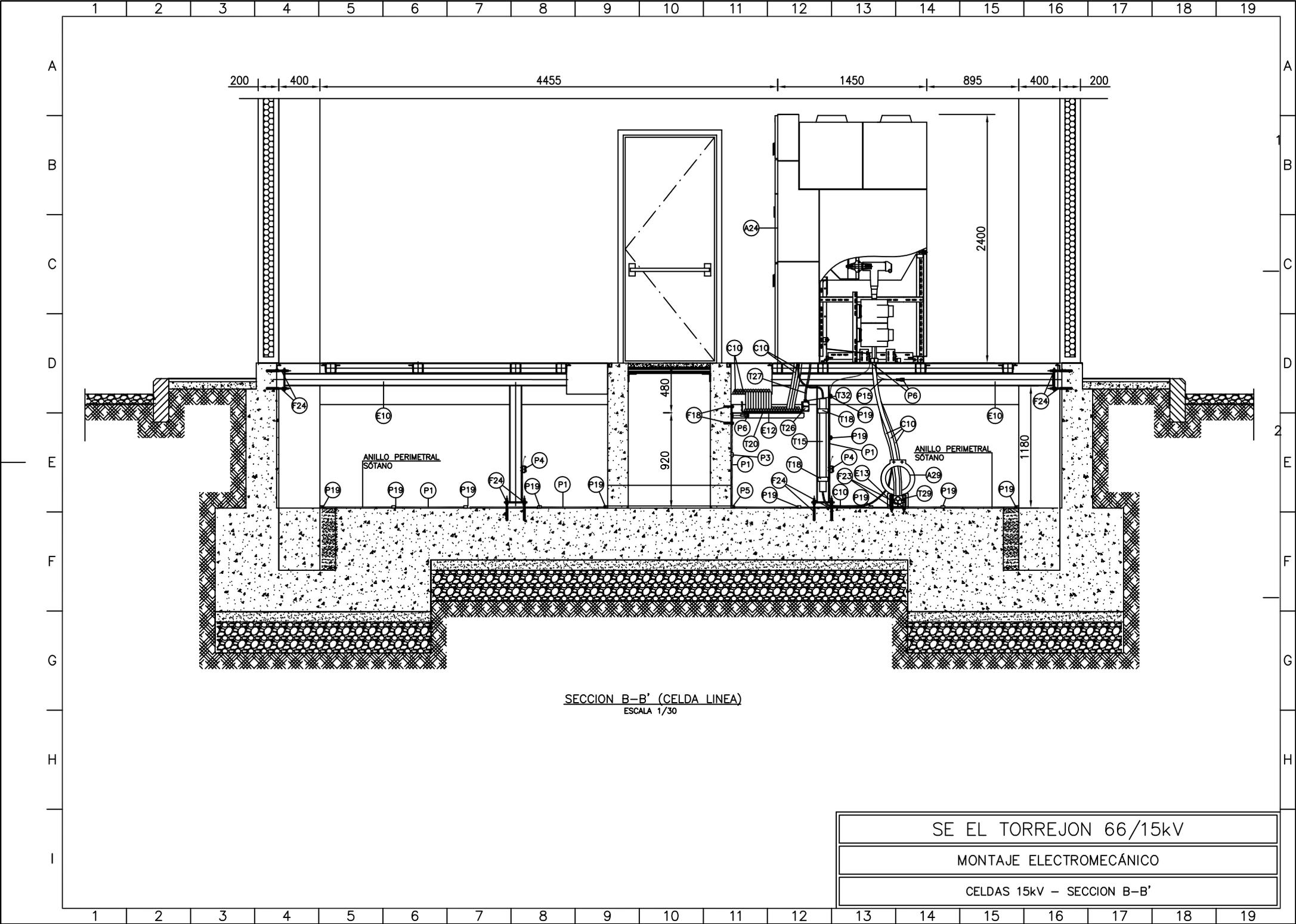
PLANTA

SE EL TORREJON 66/15kV
MONTAJE ELECTROMECHANICO
PLANTA CELDAS 15kV



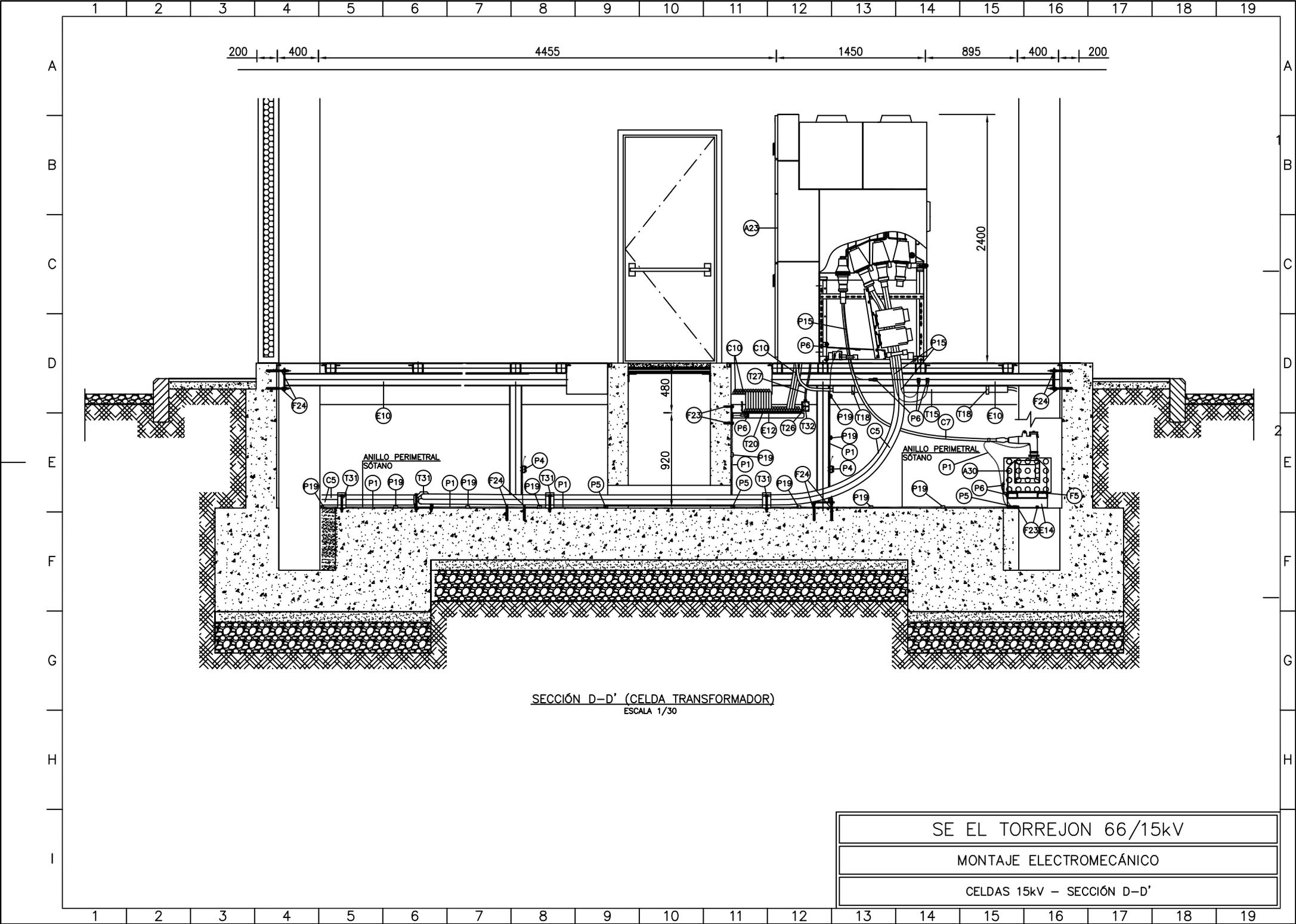
SECCI'ON LONGITUDINAL A-A'
ESCALA 1/30

SE EL TORREJON 66/15kV
MONTAJE ELECTROMECA'NICO
CELDA 15kV - SECCI'ON LONGITUDINAL A-A'



SECCION B-B' (CELDA LINEA)
 ESCALA 1/30

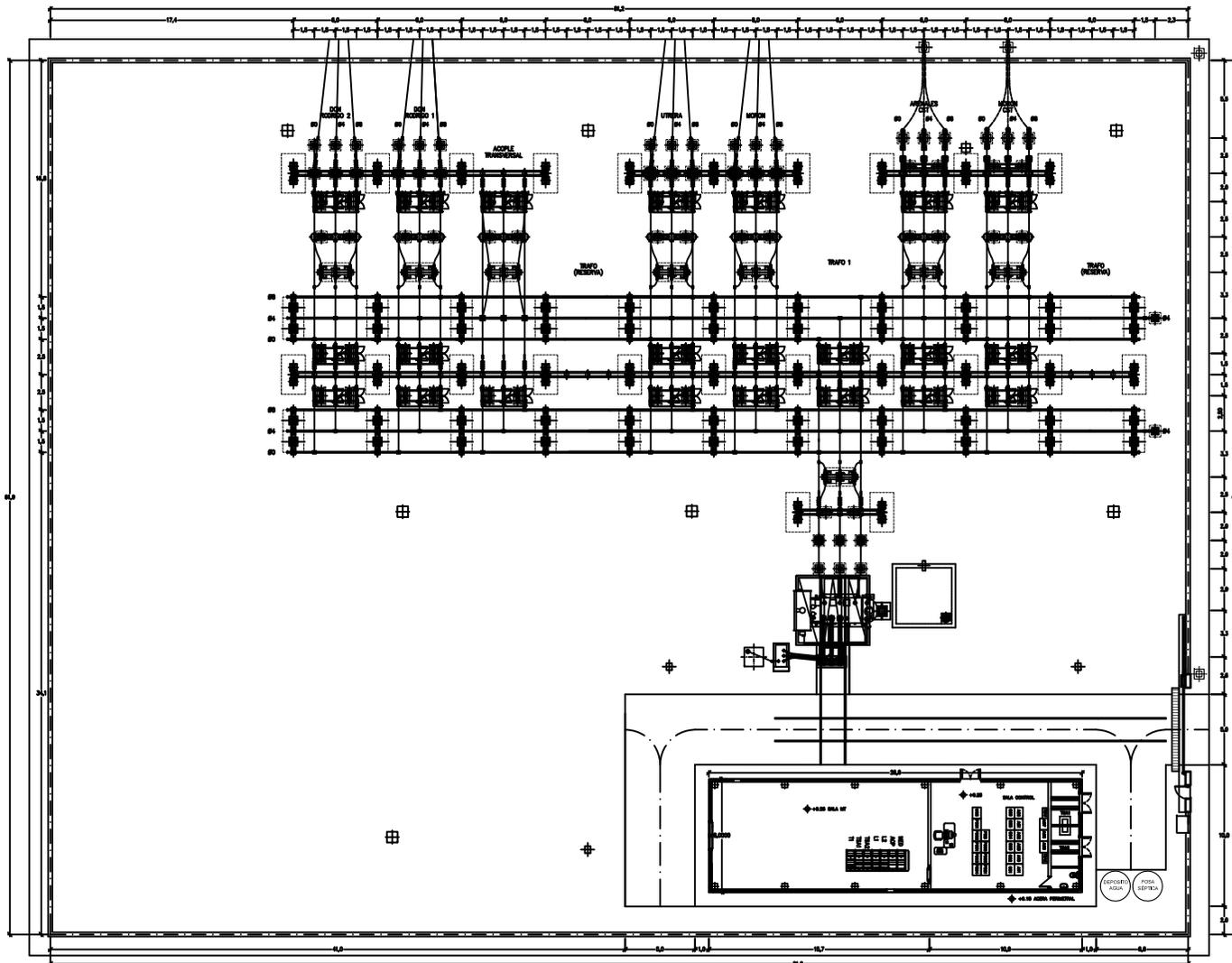
SE EL TORREJON 66/15kV
MONTAJE ELECTROMECHANICO
CELDA 15kV - SECCION B-B'



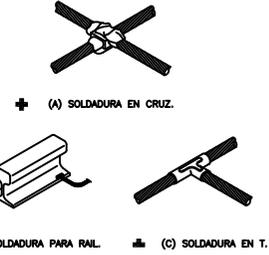
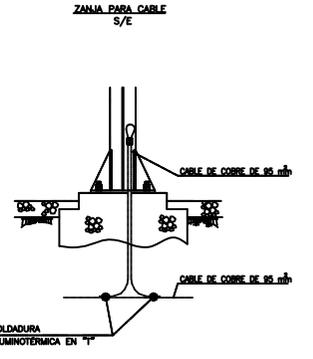
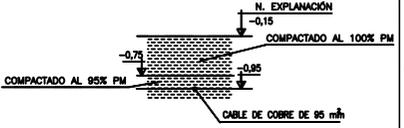
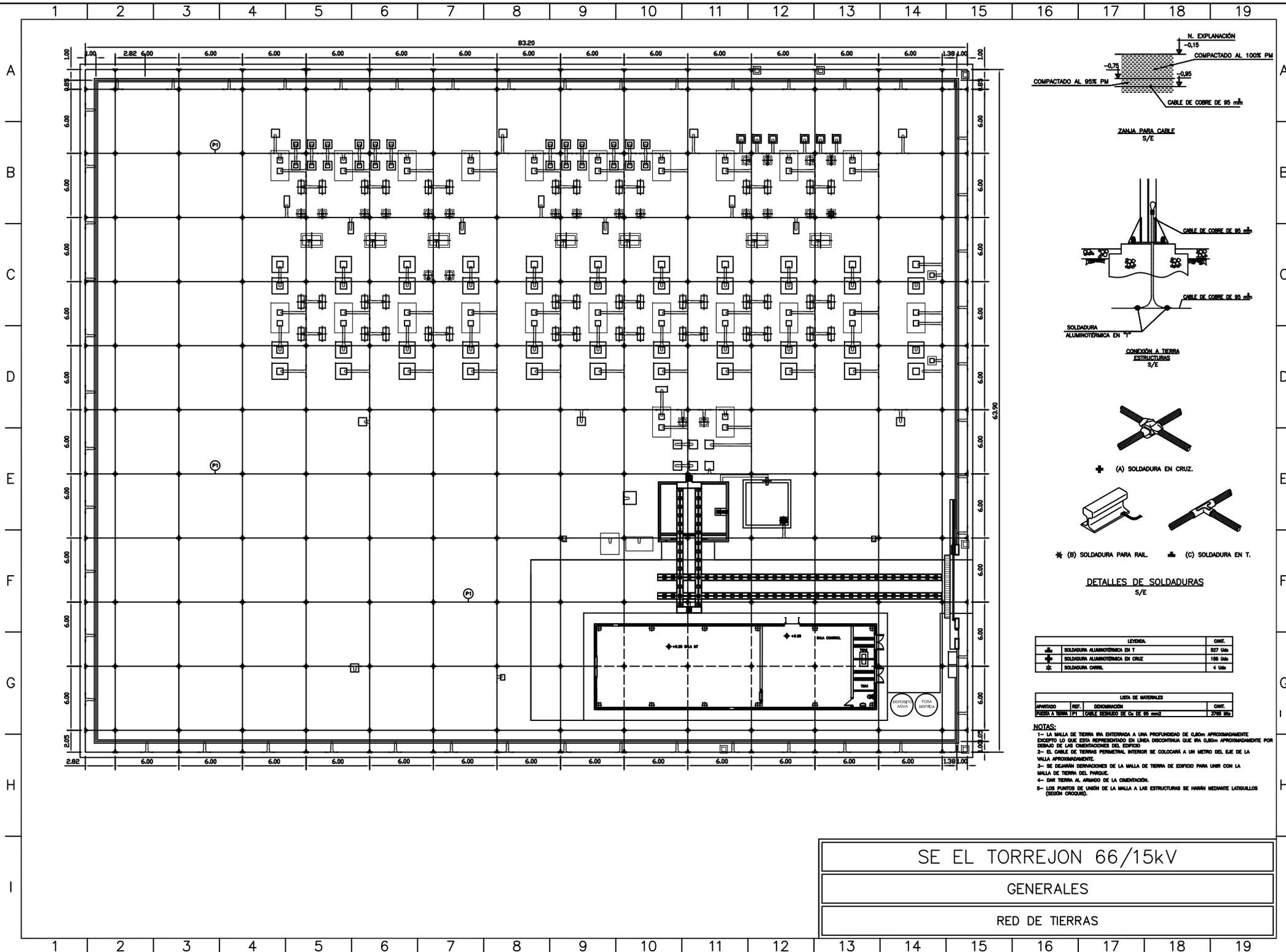
SECCIÓN D-D' (CELDA TRANSFORMADOR)

ESCALA 1/30

SE EL TORREJON 66/15kV
MONTAJE ELECTROMECÁNICO
CELDA 15kV - SECCIÓN D-D'



SE EL TORREJON 66/15kV
GENERALES
PLANTA GENERAL



DETALLES DE SOLDADURAS
S/E

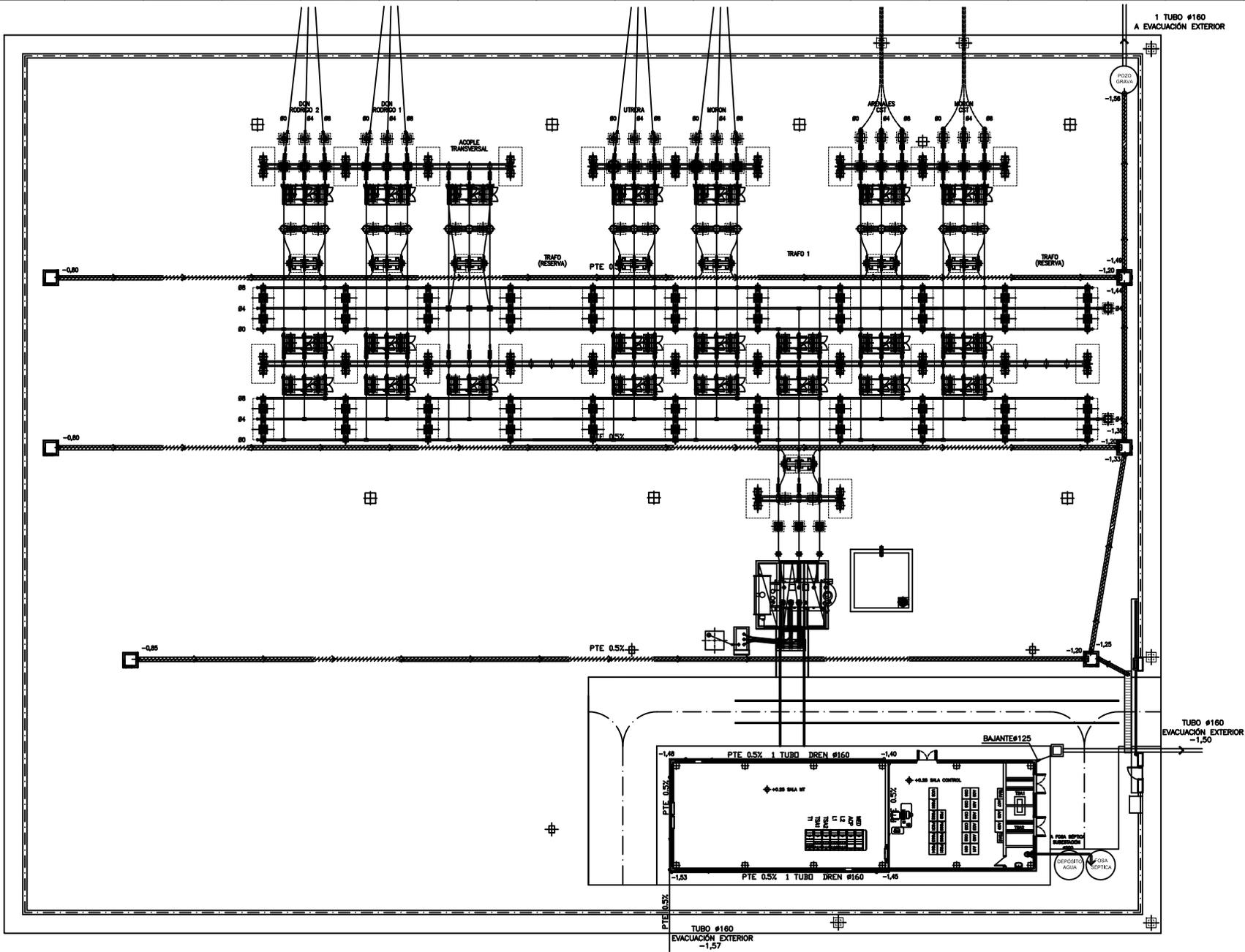
LEYENDA	CANT.
(A) SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN T	827 Uds
(B) SOLDADURA ALUMINOTERMICA EN CRUZ	158 Uds
(C) SOLDADURA CIVIL	4 Uds

LISTA DE MATERIALES

APORTADO	REF.	DESIGNACION	CANT.
		REJILLA Y VARA TPT	3268 Uds
		CABLE COBREADO DE Cu DE 95 mm ²	

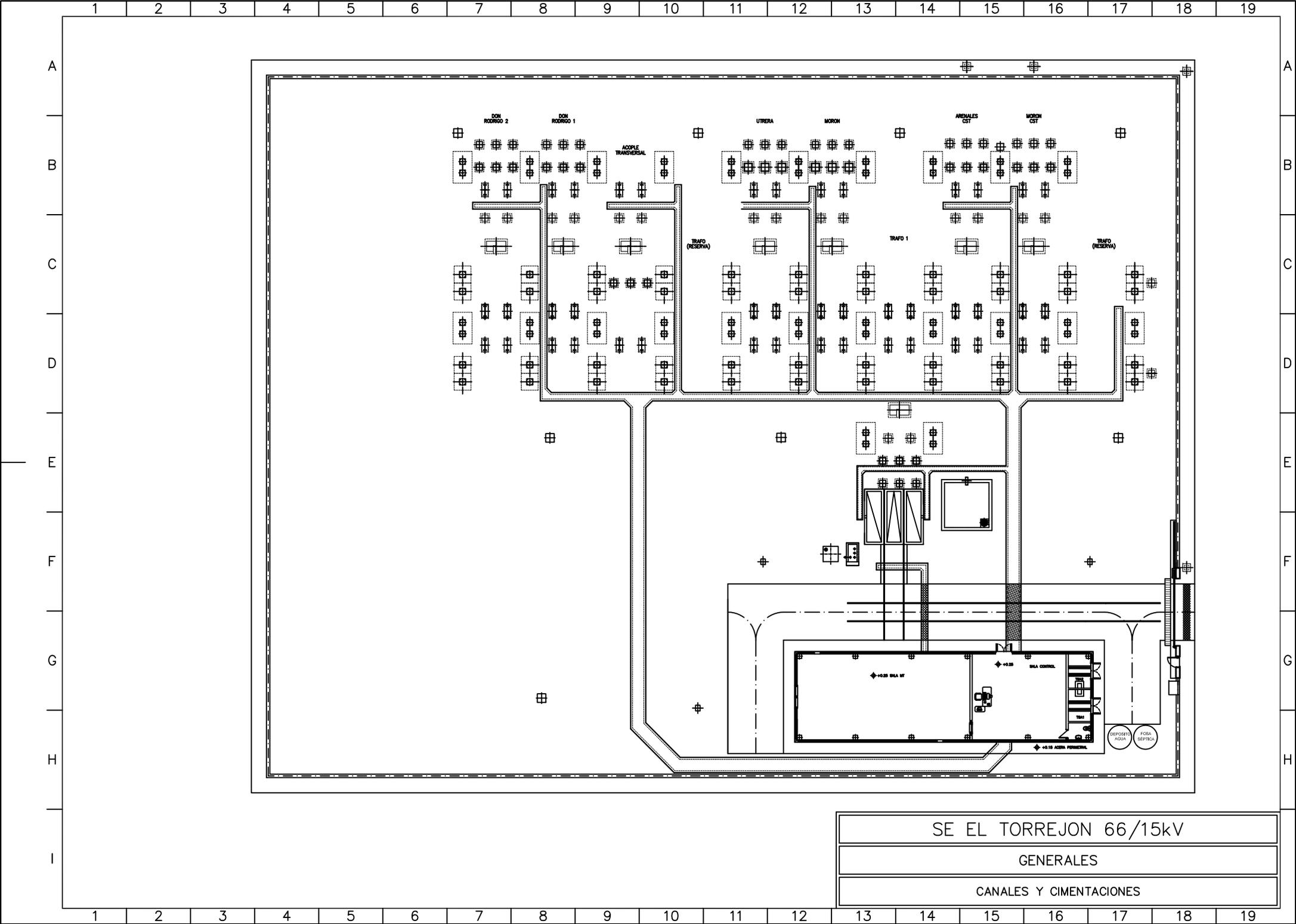
NOTAS:
 1- LA MALLA DE TIERRA VA ENTERRADA A UNA PROFUNDIDAD DE 0,80m APROXIMADAMENTE EXCEPTO LO QUE ESTA REPRESENTADO EN LINEA DISCONTINUA QUE IRA 0,50m APROXIMADAMENTE POR DEBAJO DE LAS CIMENTACIONES DEL EDIFICIO
 2- EL CABLE DE TIERRAS PERIMETRIAL INTERIOR SE COLOCARA A UN METRO DEL EJE DE LA MALLA APROXIMADAMENTE.
 3- SE DEJARAN DERIVACIONES DE LA MALLA DE TIERRA DE EDIFICIO PARA UNIR CON LA MALLA DE TIERRA DEL PARQUE
 4- DAR TIERRA AL ARMADO DE LA CIMENTACION.
 5- LOS PUNTOS DE UNION DE LA MALLA A LAS ESTRUCTURAS SE HANAN MEDIANTE LATIGUILLOS (SEGUN CROQUIS).

SE EL TORREJON 66/15kV
 GENERALES
 RED DE TIERRAS



NOTAS:
 1.-LAS COTAS DE NIVEL DE LOS TUBOS ESTAN REFERIDAS A LA BASE DE APOYO DEL MISMO.

SE EL TORREJON 66/15kV
 GENERALES
 DRENAJES

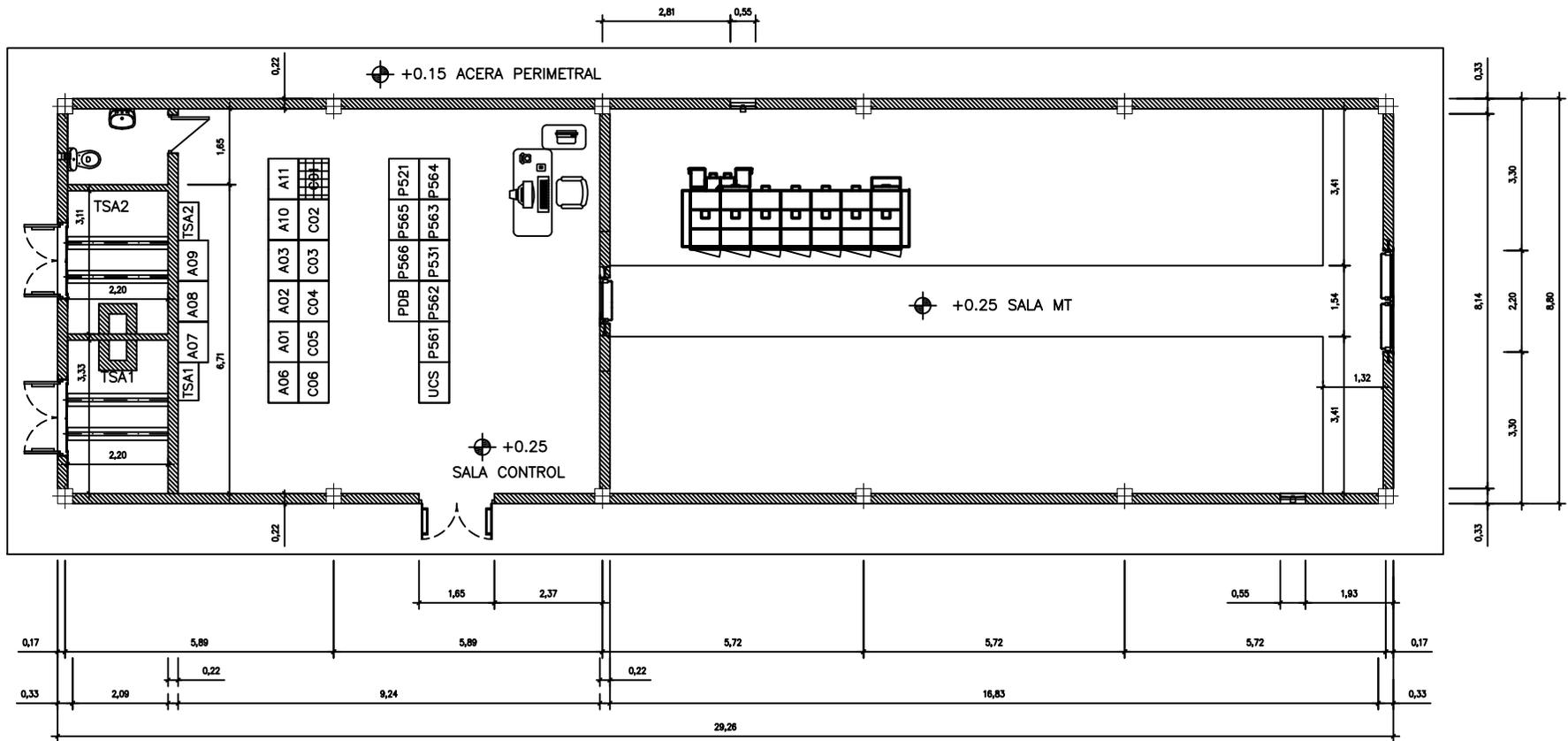


SE EL TORREJON 66/15kV
GENERALES
CANALES Y CIMENTACIONES

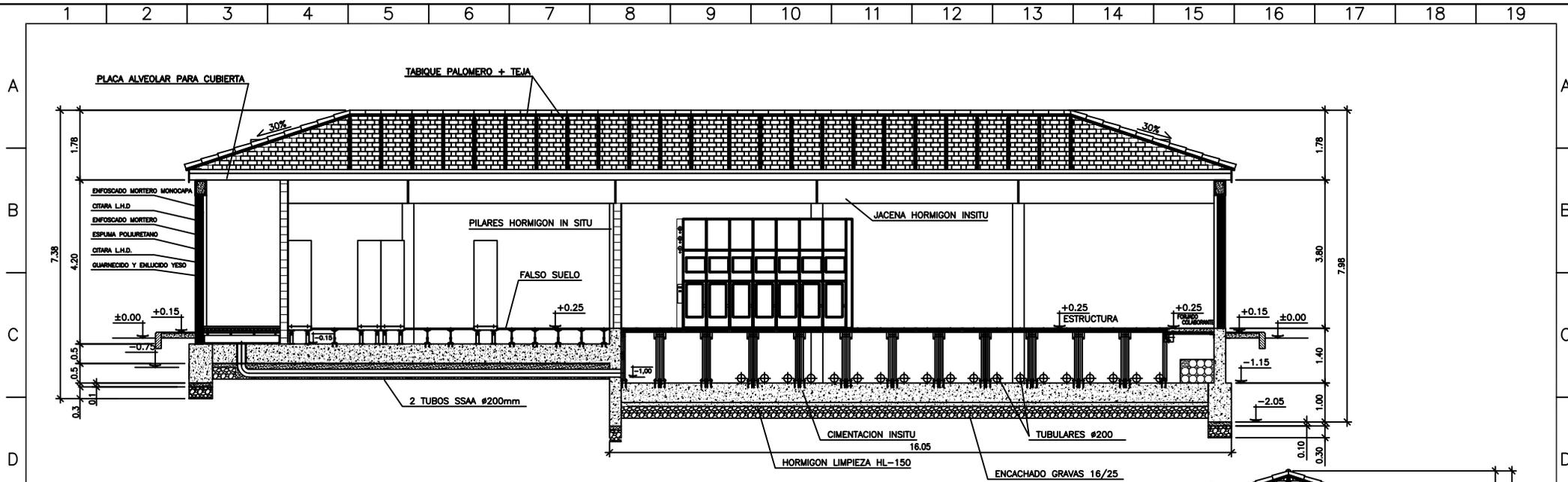
SALA CONTROL	
TSA1	ARMARIO ACOMETIDA TRAF0 SERV. AUXILIARES 1
TSA2	ARMARIO ACOMETIDA TRAF0 SERV. AUXILIARES 2
A07	ARMARIO DISTRIBUCIÓN 380Vca (DISTRIB. PRINCIPAL)
A08	ARMARIO DISTRIBUCIÓN 380Vca (ALLUMB. Y CONMUT.)
A09	ARMARIO DISTRIBUCIÓN 380Vca (PEQUEÑA FUERZA)
A06	ARMARIO DISTRIBUCIÓN 125Vcc 1" Y 2" BATERIA
A01	ARMARIO RECTIF. BAT-1 MODULO-1 125Vcc
A02	ARMARIO RECTIF. BAT-2 MODULO-1 125Vcc
A03	VACANTE CON BANCADA
A10	VACANTE CON BANCADA
A11	VACANTE CON BANCADA

SALA CONTROL	
C01	VACANTE CON BANCADA
C02	VACANTE CON BANCADA
C03	VACANTE CON BANCADA
C04	VACANTE CON BANCADA
C05	VACANTE CON BANCADA
C06	VACANTE CON BANCADA
UCS	UNIDAD CONTROL SUBESTACIÓN
P561	ARMARIO CONTROL Y PROTECCIÓN CST MORÓN
P562	ARMARIO CONTROL Y PROTECCIÓN CST ARENALES
P531	ARMARIO CONTROL Y PROTECCIÓN TRAF0-1
P563	ARMARIO CONTROL Y PROTECCIÓN LINEA MORÓN
P654	ARMARIO CONTROL Y PROTECCIÓN LINEA UTRERA
P521	ARMARIO CONTROL Y PROTECCIÓN ACOUPLE TRANS.
P565	ARMARIO CONTROL Y PROTECCIÓN L. DON RODRIGO-1
P566	ARMARIO CONTROL Y PROTECCIÓN L. DON RODRIGO-2
PDB	ARMARIO PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRAS

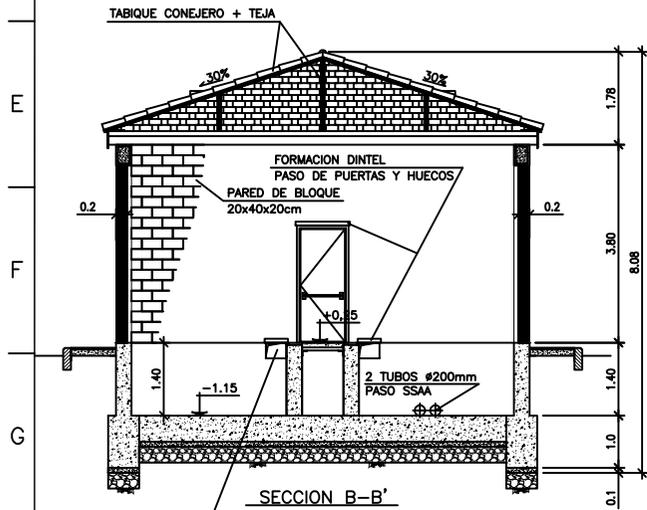
SALA MEDIA TENSIÓN	
T1	CELDA MT TRAF0-1
TSA1	CELDA MT TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES 1
TSA2	CELDA MT TRAF0 SERVICIOS AUXILIARES 2
L1	CELDA MT LINEA CST MORÓN
L2	CELDA MT LINEA CST ARENALES
ACP	CELDA MT ACOUPLE TRANSVERSAL
MED	CELDA MT MEDIDA TENSIÓN BARRAS



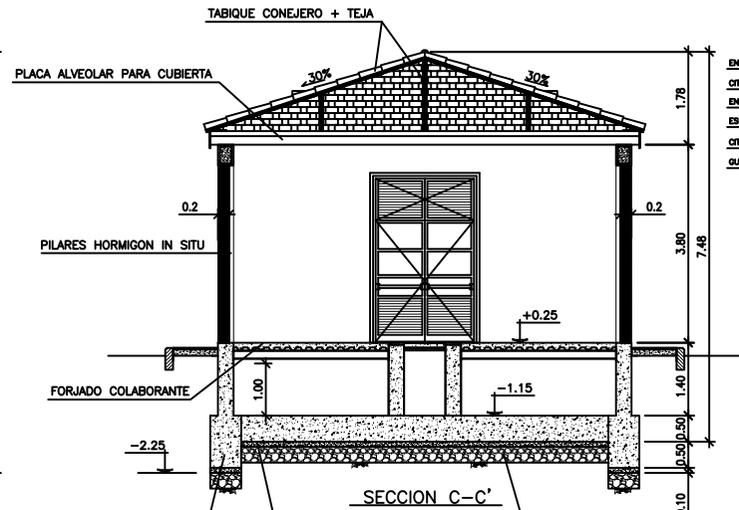
SE EL TORREJON 66/15kV
 GENERALES
 PLANTA EDIFICIO



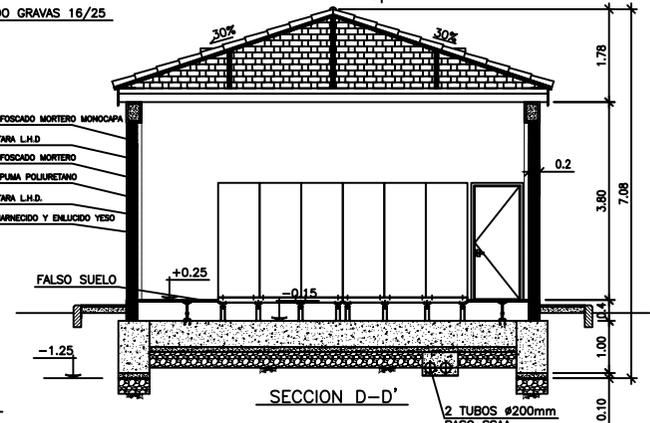
SECCION A-A'



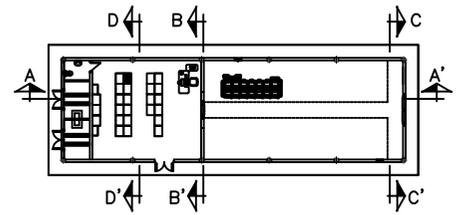
SECCION B-B'



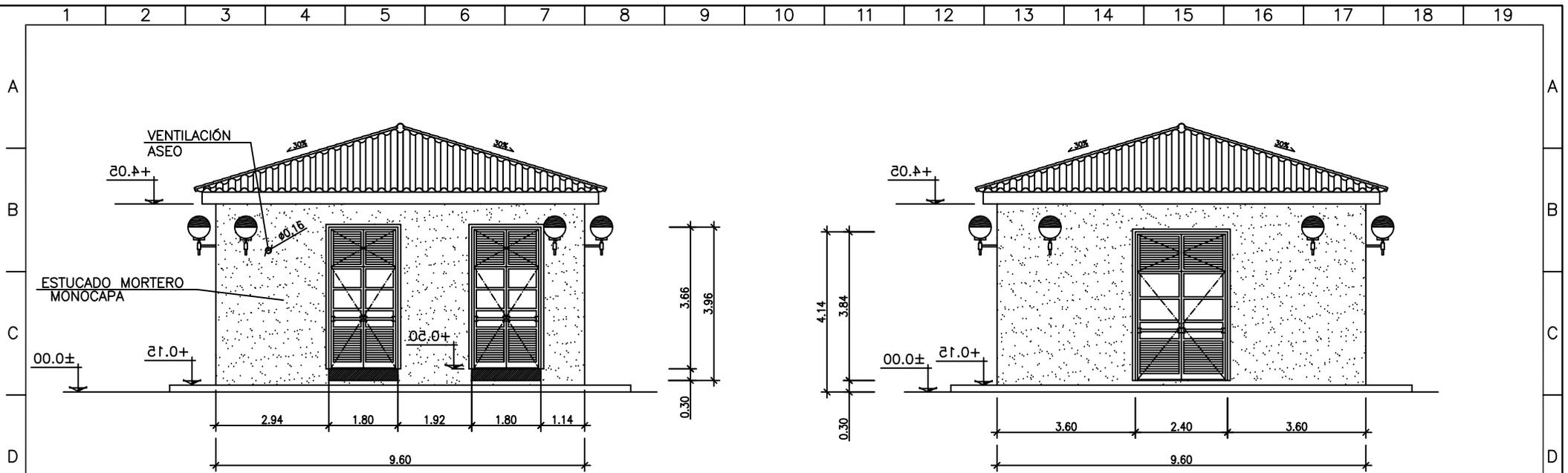
SECCION C-C'



SECCION D-D'

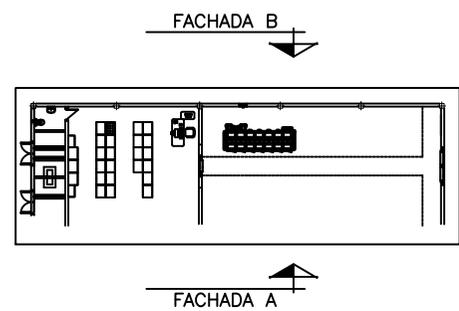


SE EL TORREJON 66/15kV
 GENERALES
 SECCIONES EDIFICIO



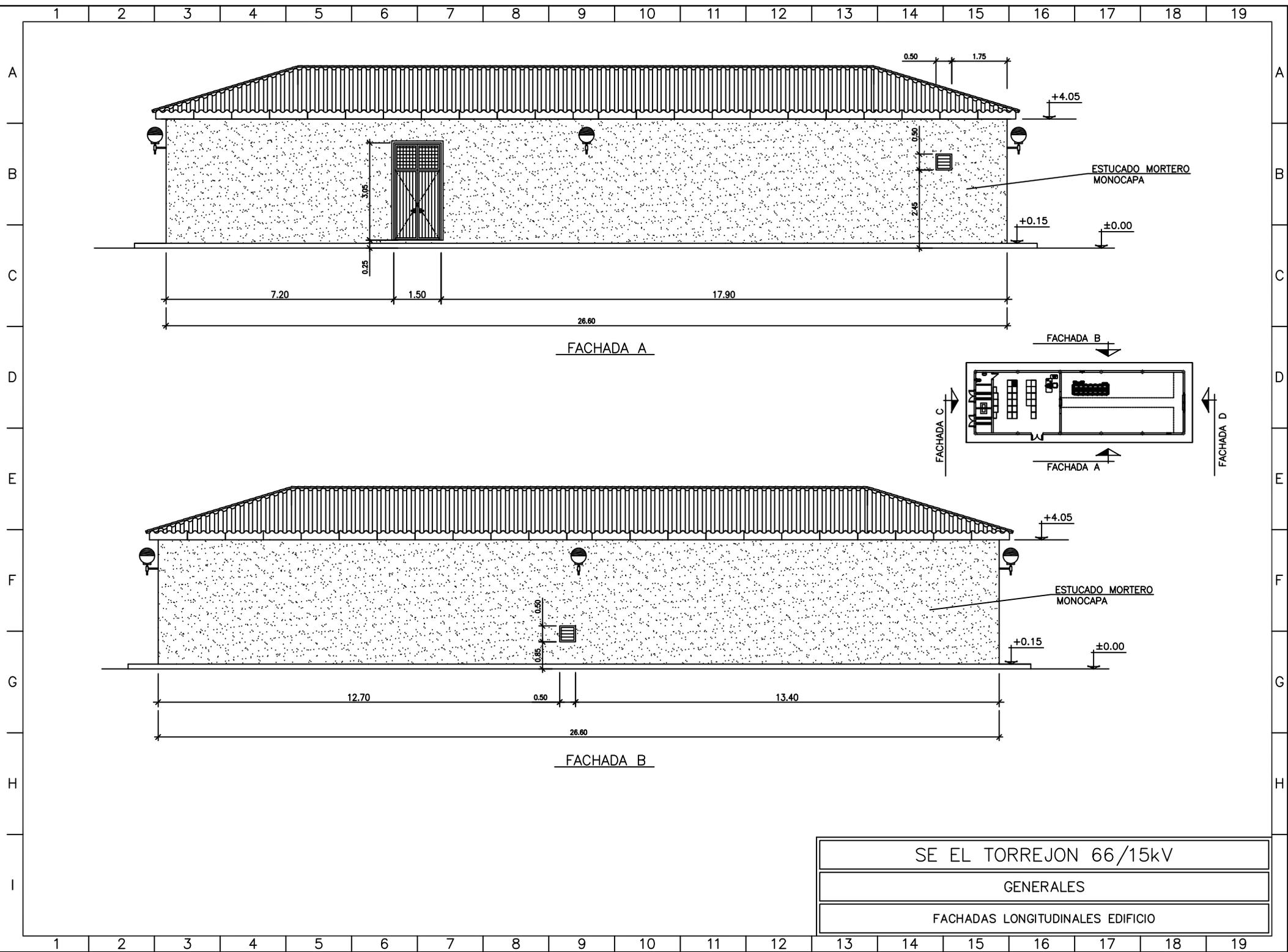
FACHADA C

FACHADA D

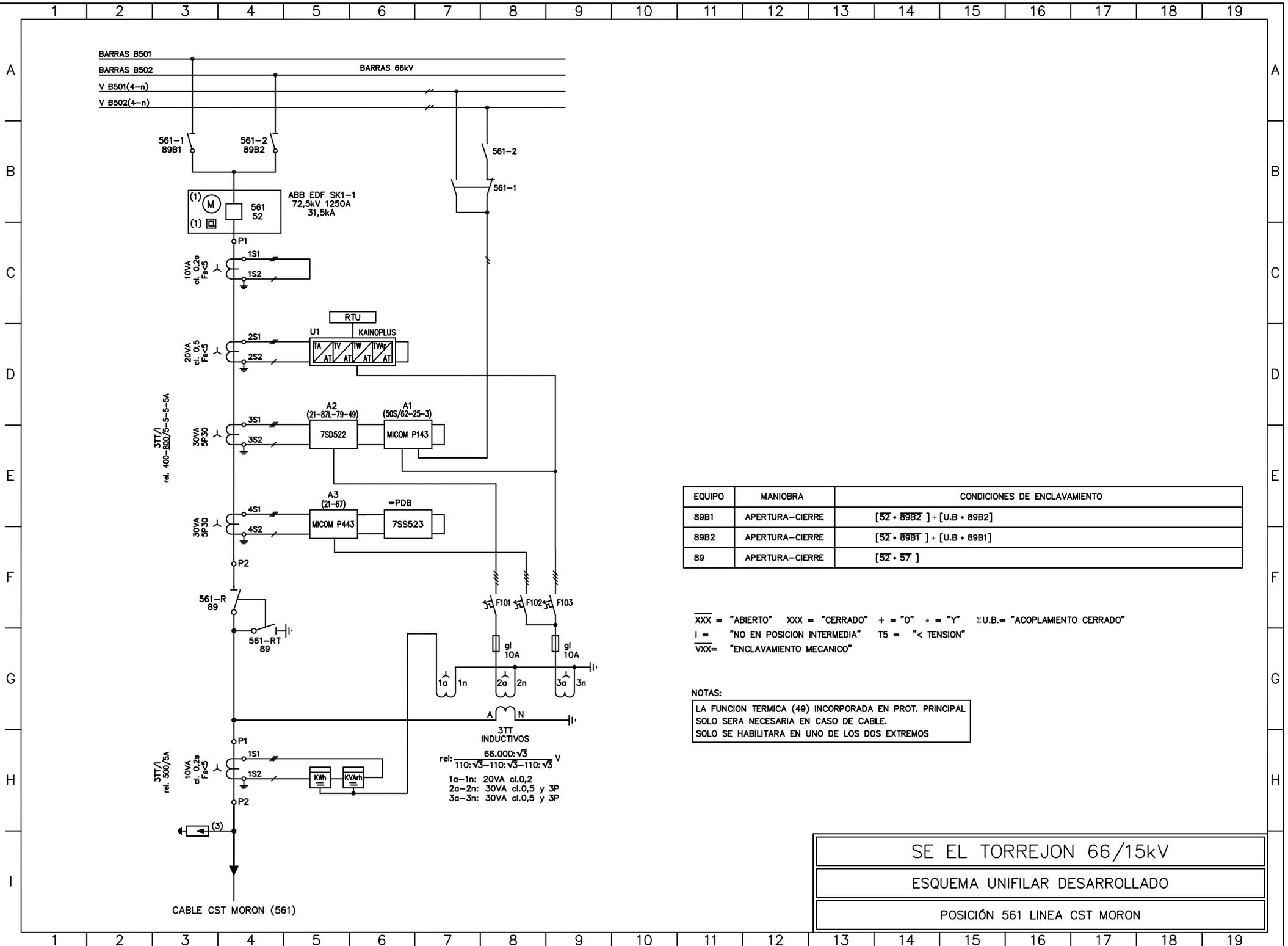


PLANTA EDIFICIO

SE EL TORREJON 66/15kV
GENERALES
FACHADAS TRANSVERSALES EDIFICIO



SE EL TORREJON 66/15kV
GENERALES
FACHADAS LONGITUDINALES EDIFICIO

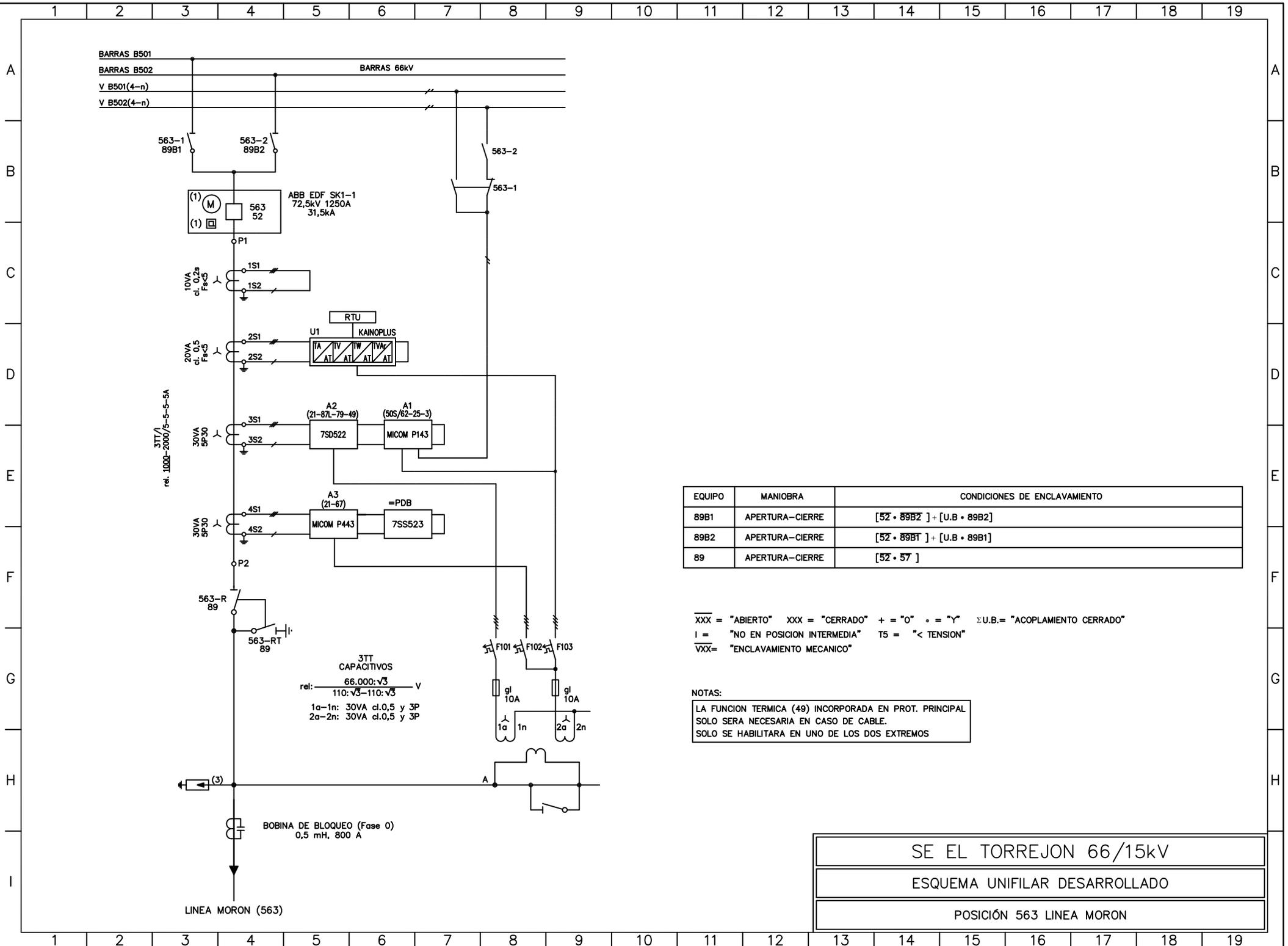


EQUIPO	MANIOBRA	CONDICIONES DE ENCLAVAMIENTO
89B1	APERTURA-CIERRE	[52 • 89B2]+ [U.B • 89B2]
89B2	APERTURA-CIERRE	[52 • 89B1]+ [U.B • 89B1]
89	APERTURA-CIERRE	[52 • 57]

XXX = "ABIERTO" XXX = "CERRADO" + = "0" • = "Y" ΣU.B.= "ACOPLAMIENTO CERRADO"
 I = "NO EN POSICION INTERMEDIA" T5 = "< TENSION"
 VXX= "ENCLAVAMIENTO MECANICO"

NOTAS:
 LA FUNCION TERMICA (49) INCORPORADA EN PROT. PRINCIPAL SOLO SERA NECESARIA EN CASO DE CABLE. SOLO SE HABILITARA EN UNO DE LOS DOS EXTREMOS

SE EL TORREJON 66/15kV
 ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
 POSICIÓN 561 LINEA CST MORON

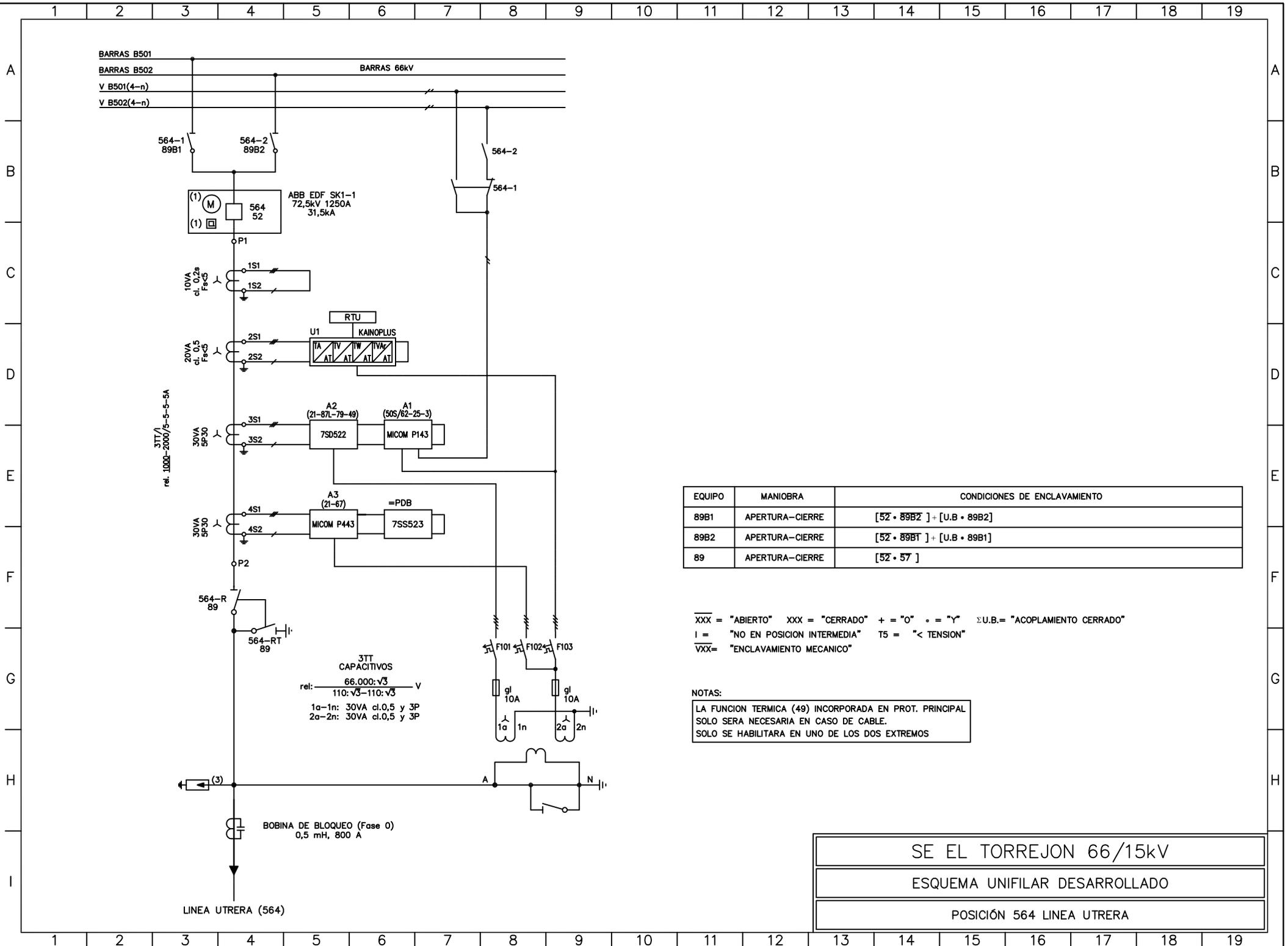


EQUIPO	MANIOBRA	CONDICIONES DE ENCLAVAMIENTO
89B1	APERTURA-CIERRE	[52 • 89B2]+ [U.B • 89B2]
89B2	APERTURA-CIERRE	[52 • 89B1]+ [U.B • 89B1]
89	APERTURA-CIERRE	[52 • 57]

XXX = "ABIERTO" XXX = "CERRADO" + = "O" • = "Y" ΣU.B.= "ACOPAMIENTO CERRADO"
 I = "NO EN POSICION INTERMEDIA" T5 = "< TENSION"
 VXX= "ENCLAVAMIENTO MECANICO"

NOTAS:
 LA FUNCION TERMICA (49) INCORPORADA EN PROT. PRINCIPAL SOLO SERA NECESARIA EN CASO DE CABLE.
 SOLO SE HABILITARA EN UNO DE LOS DOS EXTREMOS

SE EL TORREJON 66/15kV
 ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
 POSICIÓN 563 LINEA MORON

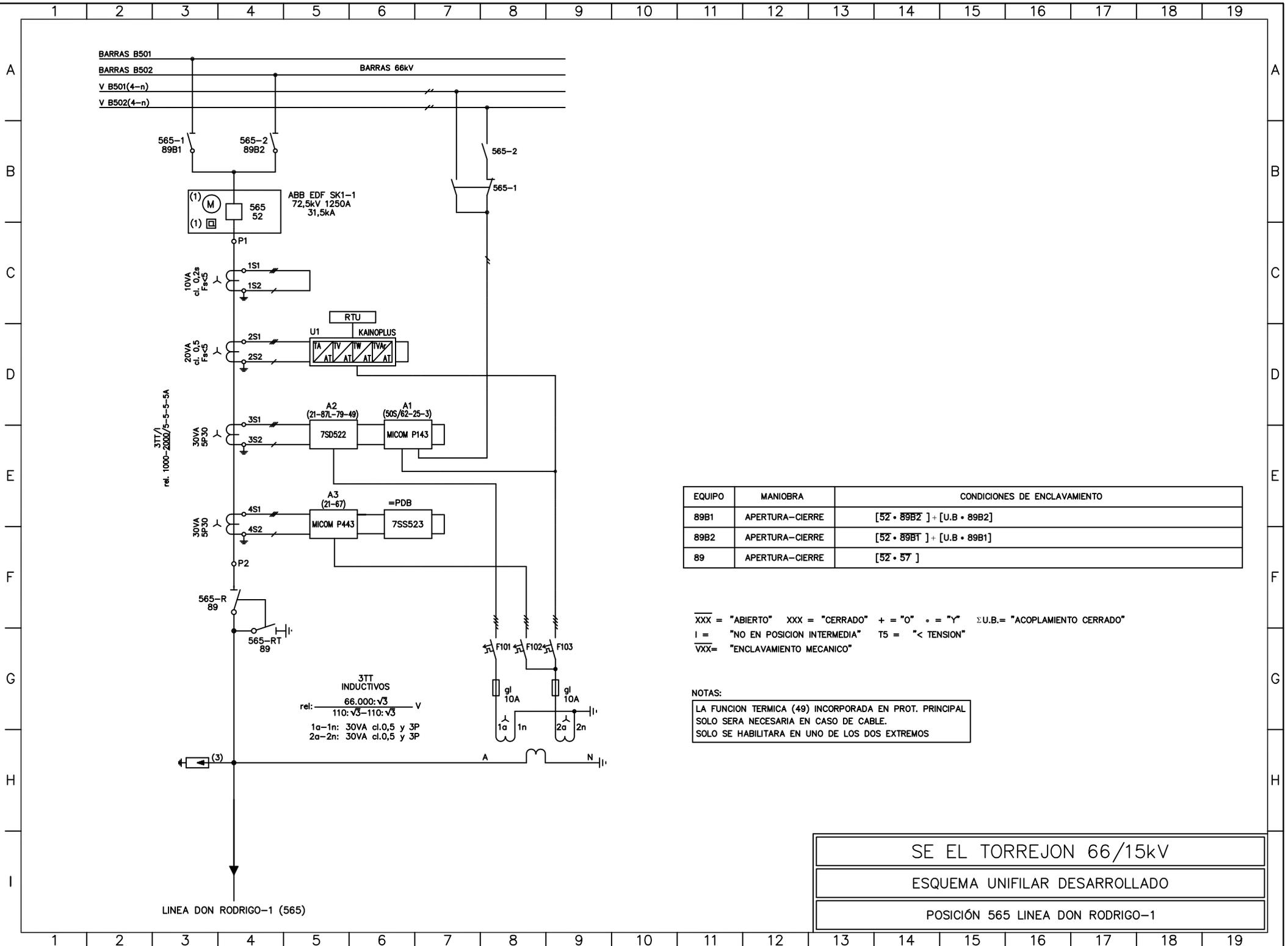


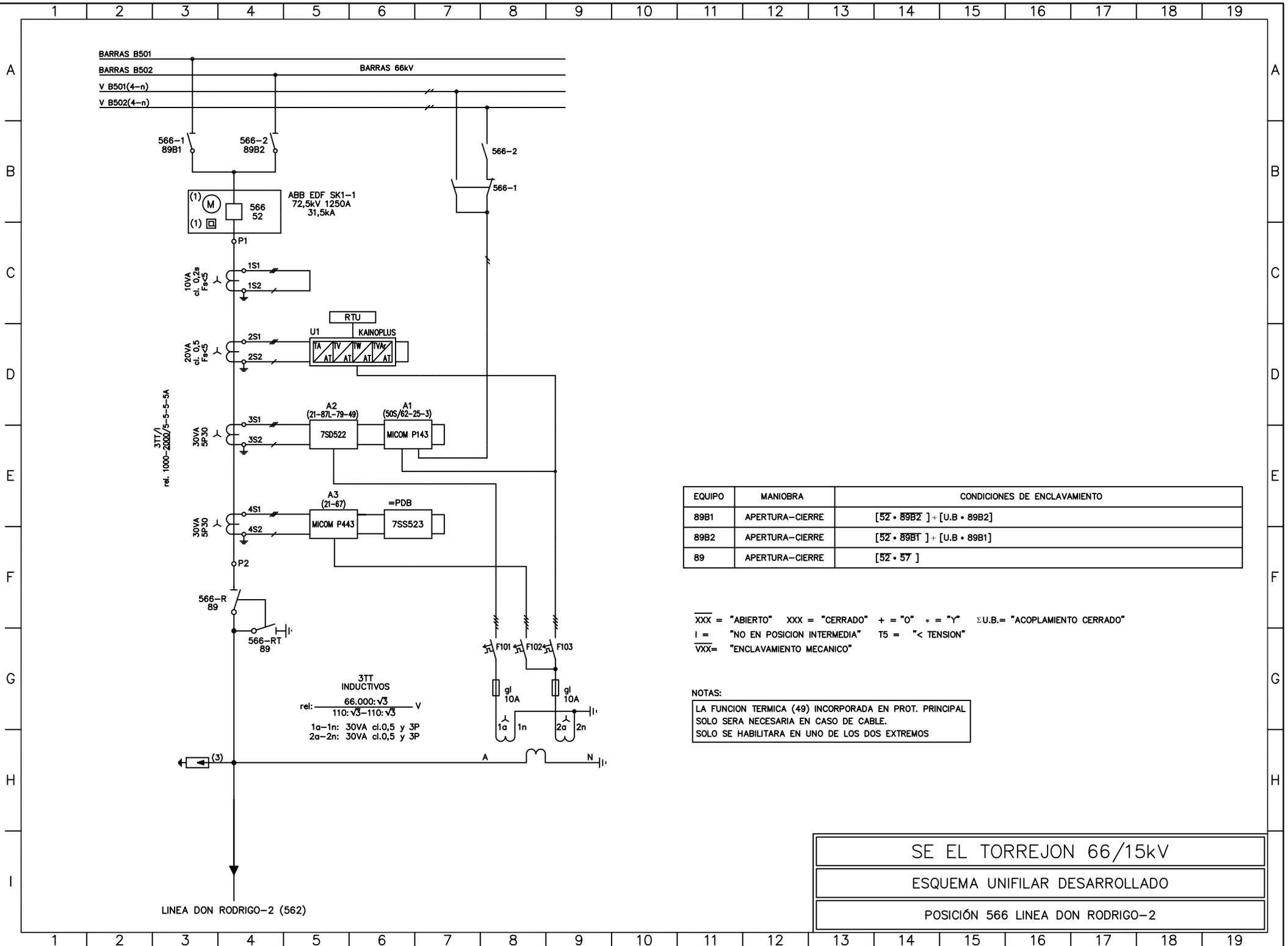
EQUIPO	MANIOBRA	CONDICIONES DE ENCLAVAMIENTO
89B1	APERTURA-CIERRE	[52 • 89B2]+ [U.B • 89B2]
89B2	APERTURA-CIERRE	[52 • 89B1]+ [U.B • 89B1]
89	APERTURA-CIERRE	[52 • 57]

XXX = "ABIERTO" XXX = "CERRADO" + = "0" • = "Y" ΣU.B.= "ACOPLAMIENTO CERRADO"
 I = "NO EN POSICION INTERMEDIA" T5 = "< TENSION"
 VXX= "ENCLAVAMIENTO MECANICO"

NOTAS:
 LA FUNCION TERMICA (49) INCORPORADA EN PROT. PRINCIPAL
 SOLO SERA NECESARIA EN CASO DE CABLE.
 SOLO SE HABILITARA EN UNO DE LOS DOS EXTREMOS

SE EL TORREJON 66/15kV
 ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
 POSICIÓN 564 LINEA UTRERA





EQUIPO	MANIOBRA	CONDICIONES DE ENCLAVAMIENTO
89B1	APERTURA-CIERRE	[52 • 89B2]+ [U.B • 89B2]
89B2	APERTURA-CIERRE	[52 • 89B1]+ [U.B • 89B1]
89	APERTURA-CIERRE	[52 • 57]

XXX = "ABIERTO" XXX = "CERRADO" + = "0" • = "Y" ΣU.B.= "ACOPAMIENTO CERRADO"
 I = "NO EN POSICION INTERMEDIA" T5 = "< TENSION"
 VXX= "ENCLAVAMIENTO MECANICO"

NOTAS:
 LA FUNCION TERMICA (49) INCORPORADA EN PROT. PRINCIPAL SOLO SERA NECESARIA EN CASO DE CABLE.
 SOLO SE HABILITARA EN UNO DE LOS DOS EXTREMOS

SE EL TORREJON 66/15kV
 ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
 POSICIÓN 566 LINEA DON RODRIGO-2

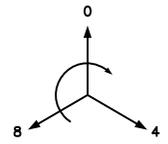
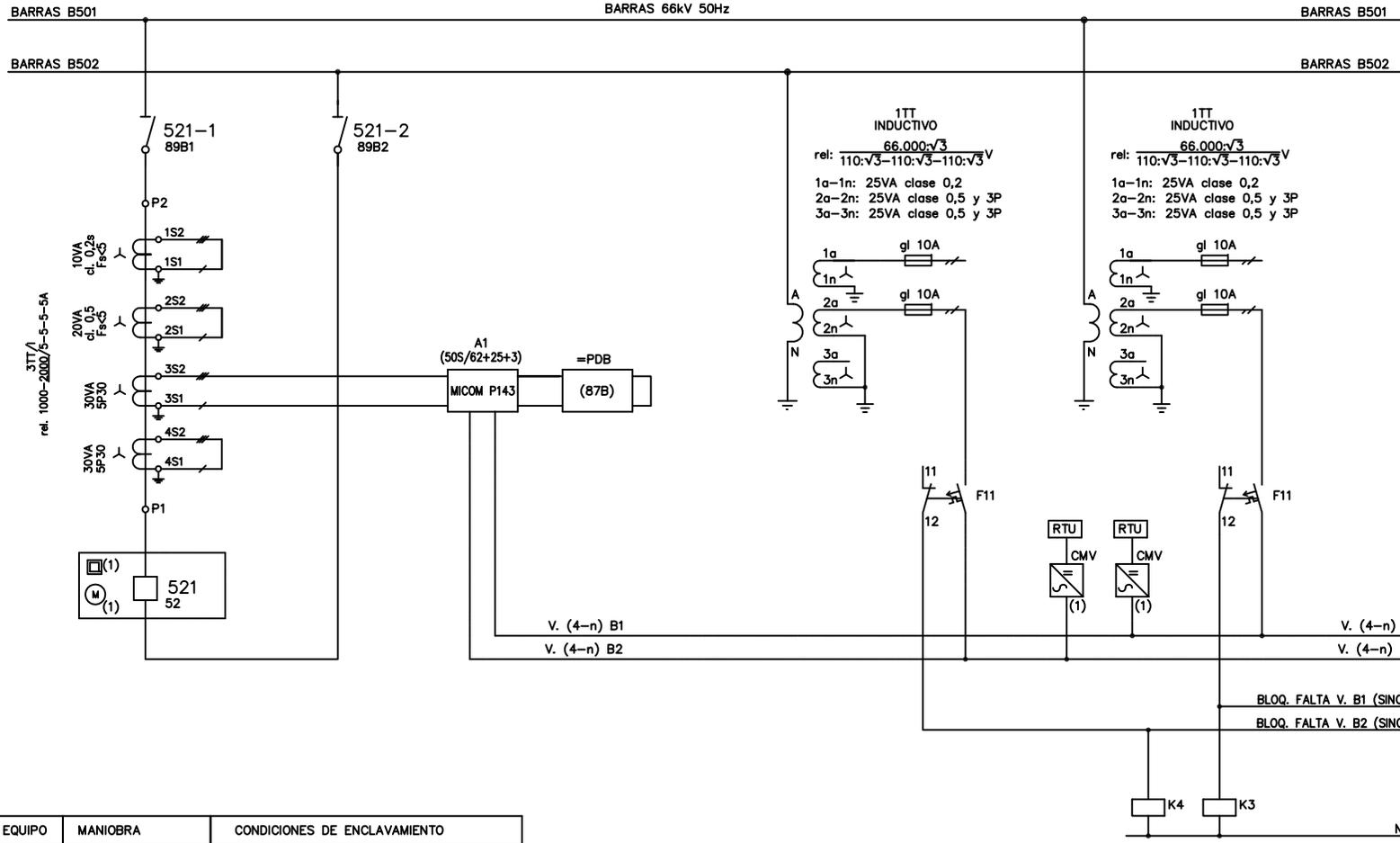
BARRAS B501
 BARRAS B502
 V B501(4-n)
 V B502(4-n)

ABB EDF SK1-1
 72,5kV 1250A
 31,5kA

3TT/
 rel. 1000-2000/5-5-5-A

3TT
 INDUCTIVOS
 rel.: 66.000:√3
 110:√3-110:√3 V
 1a-1n: 30VA cl.0,5 y 3P
 2a-2n: 30VA cl.0,5 y 3P

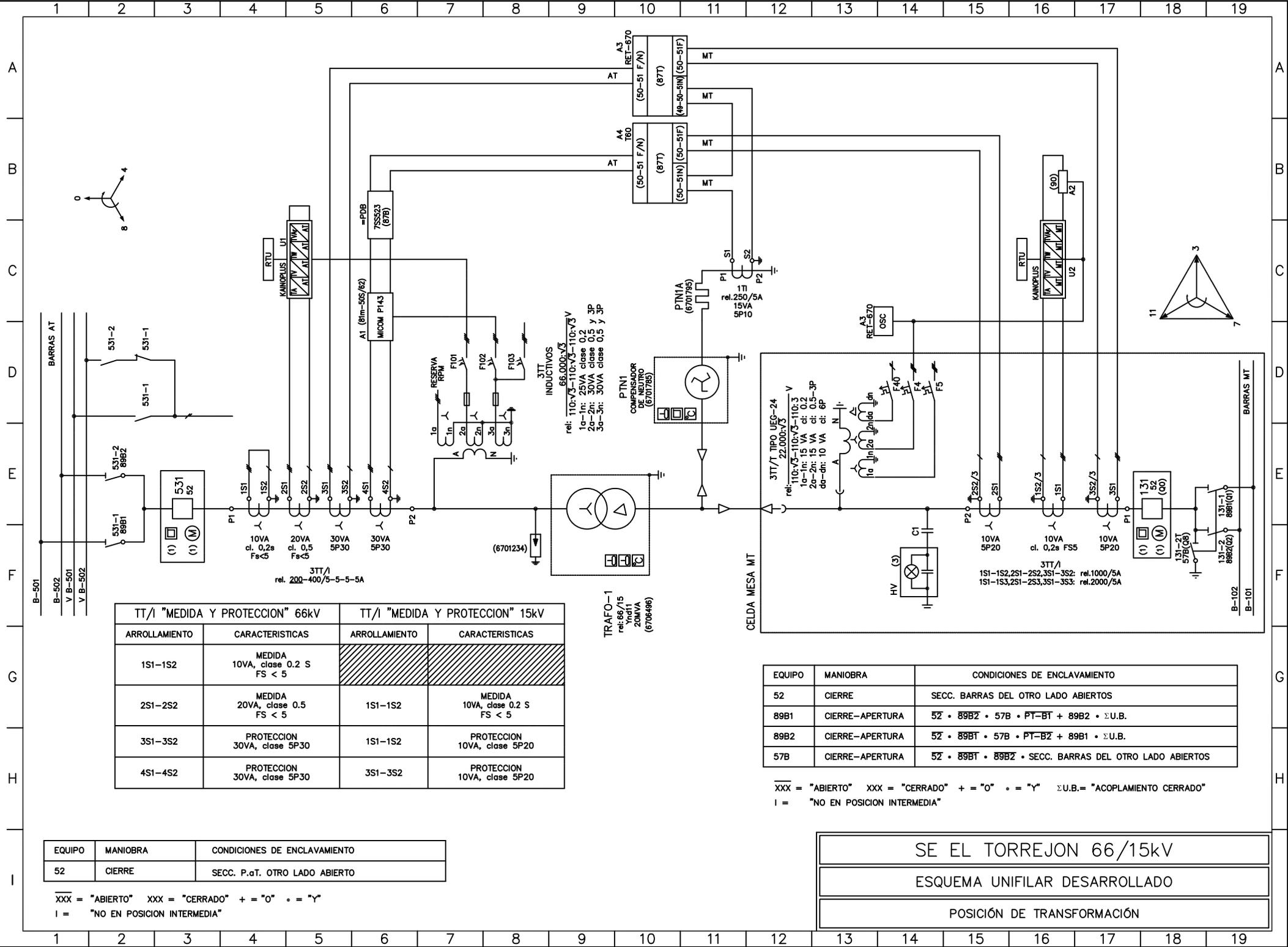
LINEA DON RODRIGO-2 (562)



EQUIPO	MANIOBRA	CONDICIONES DE ENCLAVAMIENTO
89B1	CIERRE-APERTURA	5Z
89B2	CIERRE-APERTURA	5Z

XXX = "ABIERTO" XXX = "CERRADO" + = "0" ° = "Y" ΣU.B. = "ACOPLAMIENTO CERRADO"
 I = "NO EN POSICION INTERMEDIA" T5 = "< TENSION"
 VXX = "ENCLAVAMIENTO MECANICO"

SE EL TORREJON 66/15kV
 ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
 POSICIÓN ACOPLE 66kV



TT/1 "MEDIDA Y PROTECCION" 66kV		TT/1 "MEDIDA Y PROTECCION" 15kV	
ARROLLAMIENTO	CARACTERISTICAS	ARROLLAMIENTO	CARACTERISTICAS
1S1-1S2	MEDIDA 10VA, clase 0.2 S FS < 5		
2S1-2S2	MEDIDA 20VA, clase 0.5 FS < 5	1S1-1S2	MEDIDA 10VA, clase 0.2 S FS < 5
3S1-3S2	PROTECCION 30VA, clase 5P30	1S1-1S2	PROTECCION 10VA, clase 5P20
4S1-4S2	PROTECCION 30VA, clase 5P30	3S1-3S2	PROTECCION 10VA, clase 5P20

TRAFO-1
rel: 66/15
Ynd11
20MVA
(6706496)

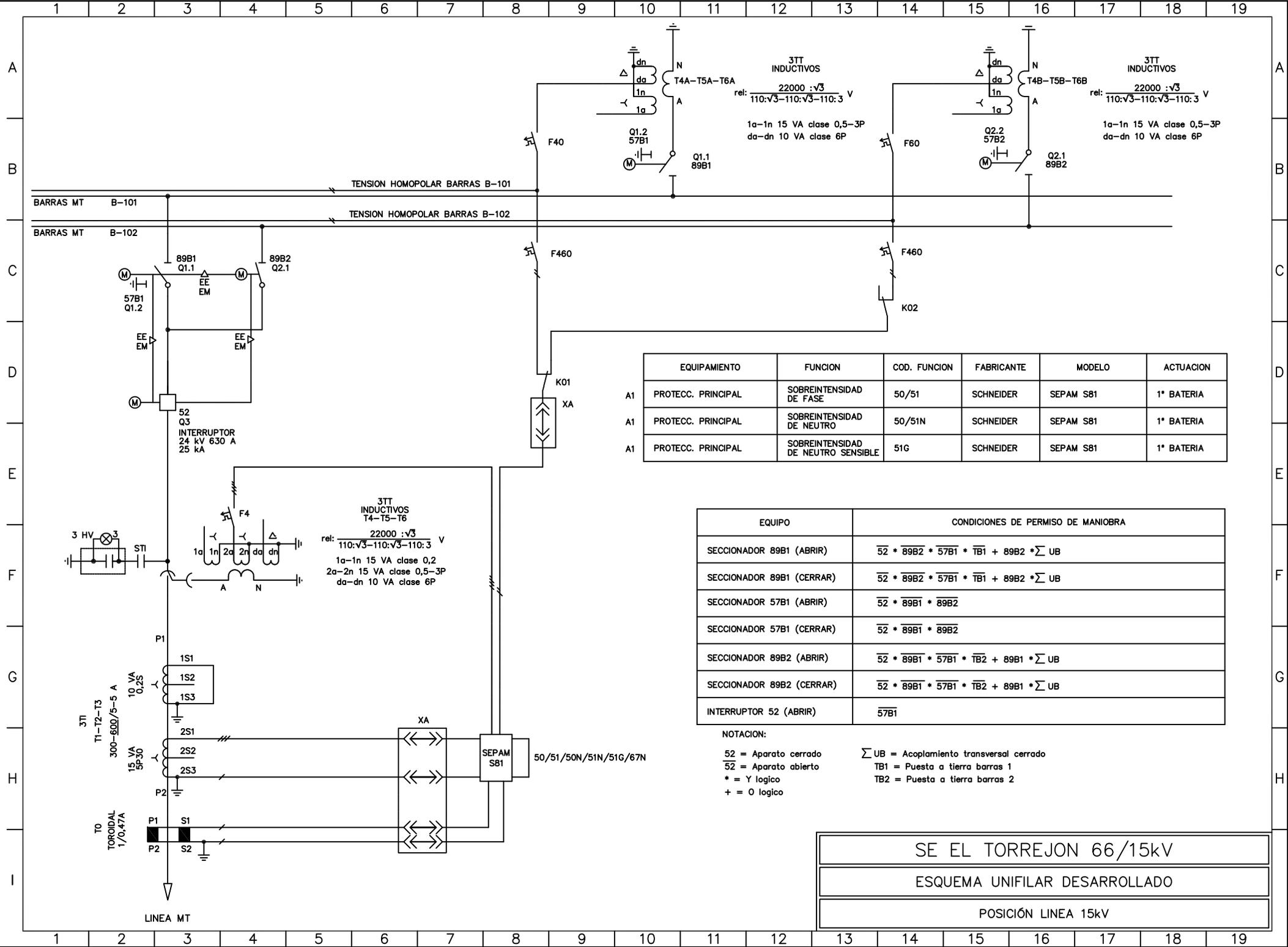
EQUIPO	MANIOBRA	CONDICIONES DE ENCLAVAMIENTO
52	CIERRE	SECC. BARRAS DEL OTRO LADO ABIERTOS
89B1	CIERRE-APERTURA	52 • 89B2 • 57B • PT-BT + 89B2 • ∑U.B.
89B2	CIERRE-APERTURA	52 • 89BT • 57B • PT-B2 + 89B1 • ∑U.B.
57B	CIERRE-APERTURA	52 • 89BT • 89B2 • SECC. BARRAS DEL OTRO LADO ABIERTOS

xxx = "ABIERTO" xxx = "CERRADO" + = "O" • = "Y" ∑U.B. = "ACOPLAMIENTO CERRADO"
I = "NO EN POSICION INTERMEDIA"

EQUIPO	MANIOBRA	CONDICIONES DE ENCLAVAMIENTO
52	CIERRE	SECC. P.G.T. OTRO LADO ABIERTO

xxx = "ABIERTO" xxx = "CERRADO" + = "O" • = "Y"
I = "NO EN POSICION INTERMEDIA"

SE EL TORREJON 66/15kV
ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO
POSICIÓN DE TRANSFORMACIÓN



	EQUIPAMIENTO	FUNCION	COD. FUNCION	FABRICANTE	MODELO	ACTUACION
A1	PROTECC. PRINCIPAL	SOBREINTENSIDAD DE FASE	50/51	SCHNEIDER	SEPAM S81	1ª BATERIA
A1	PROTECC. PRINCIPAL	SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO	50/51N	SCHNEIDER	SEPAM S81	1ª BATERIA
A1	PROTECC. PRINCIPAL	SOBREINTENSIDAD DE NEUTRO SENSIBLE	51G	SCHNEIDER	SEPAM S81	1ª BATERIA

EQUIPO	CONDICIONES DE PERMISO DE MANIOBRA
SECCIONADOR 89B1 (ABRIR)	$\overline{52} * \overline{89B2} * \overline{57B1} * \overline{TB1} + 89B2 * \sum UB$
SECCIONADOR 89B1 (CERRAR)	$\overline{52} * \overline{89B2} * \overline{57B1} * \overline{TB1} + 89B2 * \sum UB$
SECCIONADOR 57B1 (ABRIR)	$\overline{52} * \overline{89B1} * \overline{89B2}$
SECCIONADOR 57B1 (CERRAR)	$\overline{52} * \overline{89B1} * \overline{89B2}$
SECCIONADOR 89B2 (ABRIR)	$\overline{52} * \overline{89B1} * \overline{57B1} * \overline{TB2} + 89B1 * \sum UB$
SECCIONADOR 89B2 (CERRAR)	$\overline{52} * \overline{89B1} * \overline{57B1} * \overline{TB2} + 89B1 * \sum UB$
INTERRUPTOR 52 (ABRIR)	$\overline{57B1}$

NOTACION:

52 = Aparato cerrado
 52 = Aparato abierto
 * = Y logico
 + = O logico

$\sum UB$ = Acoplamiento transversal cerrado
 TB1 = Puesta a tierra barras 1
 TB2 = Puesta a tierra barras 2

SE EL TORREJON 66/15kV

ESQUEMA UNIFILAR DESARROLLADO

POSICIÓN LINEA 15kV

6 ANEXO I: CALCULO RED DE TIERRA

La Subestación deberá disponer de una instalación de tierra diseñada de forma que proteja al personal y al equipo instalado, limitando las tensiones respecto a tierra que puedan presentarse en el interior y exterior de la instalación en ocasión de un defecto.

Las tensiones máximas de paso y de contacto admisibles en la instalación son las indicadas en el Apartado 1.1, de la Instrucción MIE-RAT 13, del Reglamento de AT.

El sistema de puesta a tierra adoptado, es el de una red general enterrada a una profundidad de 80 cm que cubre normalmente la totalidad de la superficie del terreno.

A esta red general de tierra se conectarán todas las tierras de protección y de servicio de la Subestación.

6.1 Datos de Partida de Diseño

6.1.1 Datos Generales

- Tensión Nominal de la Instalación. $U = 66 \text{ kV}$.
- Resistividad del suelo: $\rho = 50 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$.
- Resistividad capa superficial de grava: $\rho_s = 3000 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$.
- Espesor capa superficial de grava: $h_s = 0,10 \text{ m}$.
- Tiempo de despeje del defecto: $t_r = 0,50 \text{ s}$.
- Coeficiente de mayoración de la corriente de defecto: $K_A = 1,40$.
- Valor de la corriente de defecto: $3I_0 = 12,80 \text{ kA}$.
- Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante: $R_{a1} = 2000 \text{ } \Omega$.
- Impedancia del cuerpo humano: $Z_B = 1000 \text{ } \Omega$.

6.1.2 Datos de la malla

- Profundidad instalación de la malla: $h = 0,80 \text{ m}$.
- Separación entre conductores de la malla: $D = 6 \text{ m}$.
- Lado mayor de la malla: $a = 79 \text{ m}$.
- Lado menor de la malla: $b = 64 \text{ m}$.

6.2 Calculo de la Resistencia de Malla

- Numero de conductores en sentido transversal: $n_a = 11$.
- Numero de conductores en sentido longitudinal: $n_b = 14$.
- Longitud conductores de la malla:

$$L = n_a \cdot a + n_b \cdot b = 11 \cdot 79 + 14 \cdot 64 = 1765 \text{ m.}$$

- Area cubierta por la malla:

$$A = a \cdot b = 79 \cdot 64 = 5056 \text{ m}^2.$$

- Resistencia a tierra de la malla:

$$R_g = \frac{\rho}{4 \cdot \sqrt{A/\pi}} + \frac{\rho}{L} = \frac{50}{4 \cdot \sqrt{5056/\pi}} + \frac{50}{1765} = 0,34\Omega$$

6.3 Impedancia Equivalente de los Cables de Tierra de las Líneas Aereas

La elevación de potencial de la red de tierra hace circular una corriente por el cable de tierra de la línea, independientemente de que la línea esté en servicio o no, y su magnitud queda determinada por el cociente entre la tensión y la impedancia que presenta el cable de tierra.

Esta impedancia es conocida como “impedancia en cadena” y está compuesta por la sucesión de las impedancias de cada vano de cable de tierra entre las que se derivan las resistencias de puesta a tierra de los apoyos.

Para las líneas aéreas que acometen a la subestación en estudio, las cuales disponen de un cable de tierra cada uno siendo este un cable compuesto tierra-optico OPGW-48, se puede tomar como valor de impedancia en cadena el siguiente:

$$Z_S = 2,5 \Omega$$

6.4 Calculo de la Resistencia Total de Puesta a Tierra

La resistencia total de puesta a tierra se calcula como:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{n_l}{Z_S} + \frac{1}{R_g}$$

Donde n_l es el número de cables de tierra ($n_l=4$).

Sustituyendo los valores necesarios se llega al siguiente resultado:

$$R_e = 0,22 \Omega$$

6.5 Calculo de la Corriente de Puesta a Tierra

La corriente de puesta a tierra es la parte de la corriente de defecto a tierra que pasa al terreno a través de la red de tierras y provoca, por tanto, la elevación de potencial de la misma.

Para su cálculo, en el caso de que se produzca una falta interna, se considera la subestación dentro de una superficie cerrada y se realiza la suma de las corrientes entrantes y salientes.

Como corrientes entrantes se consideran las corrientes homopolares aportadas por todas las líneas que concurren en la subestación.

Como corrientes salientes se consideran, por un lado la corriente de puesta a tierra y por otro las que circulan por los cables de tierra de las líneas aéreas y por la pantalla de las líneas subterráneas.

La corriente que circula por los cables de tierra de las líneas aéreas y por la pantalla de los cables de las líneas subterráneas durante el tiempo de duración del defecto, es provocada por la inducción y la conducción.

6.5.1 Inducción

Este fenómeno se debe al campo magnético creado por los conductores de fase en falta. Este campo induce una corriente que se dispersa por los hilos de guarda o pantallas de los cables de líneas subterráneas.

La corriente inducida en un cable de tierra de una línea aérea es:

$$I_i = 3I_0 \cdot \frac{Z_m}{Z_0} = 3I_0 \cdot (1 - P)$$

Siendo

I_i (corriente inducida (A))

$3I_0$ (corriente homopolar de la línea (A))

Z_m (impedancia mutua entre los conductores de las fases y el cable de tierra (Ω))

Z_0 (impedancia homopolar del cable de tierra (Ω))

P (factor de reducción de la corriente que retorna por tierra) = 0,65.

Sustituyendo valores nos queda:

$$I_{i,aerea} = \left(12,8kA \cdot 1,4 \cdot \frac{4}{6} \right) \cdot (1 - 0,65) = 4,18 kA$$

La corriente inducida en las pantallas de los cables de las líneas subterráneas se considera que no va a ser superior a un 10% de la de defecto:

$$I_{i,sub} = 10\% \cdot \left(12,8kA \cdot 1,4 \cdot \frac{2}{6} \right) = 0,597 kA$$

6.5.2 Conducción

La corriente que circula por los cables de tierra de las líneas aéreas es:

$$I_{c,aerea} = 3I_0 - I_{i,aerea} = \left(12,8kA \cdot 1,4 \cdot \frac{4}{6} \right) - 4,18 = 7,765 kA$$

La corriente que circula por la pantalla de los cables subterráneos es:

$$I_{c,sub} = 3I_0 - I_{i,sub} = \left(12,8kA \cdot 1,4 \cdot \frac{2}{6} \right) - 0,597 = 5,376 kA$$

6.5.3 Elevación del Potencial del Electrodo de Puesta a Tierra

La elevación del potencial de la red de puesta a tierra como consecuencia de un defecto es:

$$E_e = R_e \cdot (I_{c,aerea} + I_{c,sub}) = 0,22\Omega \cdot (7765 A + 5376 A) = 2893,4 V$$

6.5.4 Corriente a través de la red de Puesta a Tierra

En consecuencia, la intensidad que circula a través de la red de puesta a tierra la calculamos de la siguiente manera:

$$I_g = \frac{E_e}{R_g} = \frac{2893,4 V}{0,34 \Omega} = 8511,95 A$$

6.5.5 Calculo de la Tensión de Malla

El potencial de la malla en caso de defecto será:

$$V_p = I_g \cdot R_g = 8511,95 A \cdot 0,34 \Omega = 2893,4 V$$

6.6 Calculo de Secciones de Conductores

6.6.1 Conductores de Puesta a Tierra

Los conductores de puesta a tierra son los que unen a la malla todas las estructuras metálicas o equipos que se deseen poner a tierra. Deben estar diseñados para que circule por ellos toda la intensidad de defecto sin que alcancen una temperatura superior a 300°C. La ecuación para el cálculo de su sección es:

$$S = I_f \cdot \sqrt{\frac{t_f \cdot \alpha_r \cdot \rho_r \cdot 10^4}{TCAP \cdot \ln \left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a} \right)}}$$

Donde

α_r : Coeficiente térmico de resistividad a la temperatura de referencia $T_r = 0,00397 \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

ρ_r : Resistividad del conductor de tierra a la temperatura de referencia $T_r = 1.7241\mu\Omega\cdot\text{cm}$.

t_f : tiempo de duración de la falta = 1,5 s.

TCAP : Factor de capacidad térmica para el Cu = 3,42 J/cm³/°C.

T_m : Temperatura máxima permisible = 300 °C.

T_a : Temperatura ambiente = 25 °C.

K_0 : Inversa coeficiente térmico de resistividad a 0°C = 234 °C

Sustituyendo valores resulta una sección de:

$$S = 54,83 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto la sección elegida, en principio, para los conductores de puesta a tierra es de 70mm².

6.6.2 Conductores de malla

Para el dimensionado de los conductores de la malla, hay que tener en cuenta, que dentro de la misma, cualquier corriente aplicada tiene al menos dos caminos para circular, por lo que la intensidad a considerar será igual a la máxima previsible que térmicamente solicitara la malla, dividida por dos.

Por tanto la sección mínima del conductor vendrá dada por la ecuación:

$$S_m = \frac{S}{2} = \frac{54,83 \text{ mm}^2}{2} = 27,415 \text{ mm}^2$$

Además de esta comprobación hay que tener en cuenta lo que dice la ITC-RAT 13, y es que a efectos de dimensionado de las secciones de los conductores de la red de tierras y derivaciones no se podrá superar la densidad de 160 A/mm² para conductores de cobre. Por lo tanto, la sección mínima por densidad de corriente será:

$$S_m = \frac{I_g}{I_{sth}} = \frac{8511,95 \text{ A}}{160 \text{ A/mm}^2} = 53,2 \text{ mm}^2$$

Por lo que la sección a adoptar, en principio, para los conductores de la malla también es de 70mm².

6.7 Cálculo de las Tensiones de Paso y Contacto

6.7.1 Tensión de Contacto

La máxima tensión de contacto depende del factor geométrico K_m , del factor de corrección K_i , de la resistividad del suelo y de la corriente de puesta a tierra por unidad de longitud de conductor enterrado (I_g / L_m). La máxima tensión de contacto se da al tocar un elemento metálico puesto a tierra estando de pie en el centro de una de las cuadrículas que conforman la malla de tierra. La ecuación que nos permite el cálculo es:

$$E_c = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_m}$$

Donde el factor geométrico K_m se calcula mediante la fórmula:

$$K_m = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \left(\ln \left(\frac{D^2}{16 \cdot h \cdot d} + \frac{(D + 2 \cdot h)^2}{8 \cdot D \cdot d} - \frac{h}{4 \cdot d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \cdot \ln \left(\frac{8}{\pi \cdot (2 \cdot n_c - 1)} \right) \right)$$

Siendo

D (separación entre conductores) = 6 m.

h (profundidad de la red) = 0,8 m.

d (diámetro conductor empleado) = 0,00944 m para un cable de sección 70mm².

K_h (factor de profundidad) = $\sqrt{1 + h} = 1,34$.

K_{ii} (factor de disposición de picas) = $\frac{1}{(2 \cdot n_c)^{2/n_c}} = 0,595$.

n_c (nº efectivo de conductores paralelos en una dirección) = $n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4 = 12,38$.

$$n_1 = \frac{2 \cdot L}{L_p} = 12,34$$

L (longitud total de conductor de malla) = 1765m.

L_p (Longitud perimetral de la malla) = 286m.

$$n_2 = \sqrt{\frac{L_p}{4 \cdot \sqrt{A}}} = 1,003$$

$$A \text{ (área de la malla)} = 5056 \text{ m}^2.$$

$$n_3 = n_4 = 1 \text{ (para una malla cuadrada)}$$

Sustituyendo obtenemos $K_m = 0,7975$.

El factor de corrección K_i se calcula de acuerdo a:

$$K_i = 0,644 + 0,148 \cdot n_c = 2,476$$

Sustituyendo estos valores en la ecuación para el cálculo de la tensión de contacto obtenemos:

$$E_c = \rho \cdot K_m \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_m} = 50 \cdot 0,7975 \cdot 0,644 \cdot \frac{8511,95}{1765} = 476,11 \text{ V}.$$

6.7.2 Tensión de Paso

La máxima tensión de paso depende del factor geométrico K_s , del factor de corrección K_i , de la resistividad del suelo y de la corriente de puesta a tierra por unidad de longitud de conductor enterrado (I_g / L_s). La ecuación que nos permite el cálculo es:

$$E_p = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_s}$$

Donde el factor geométrico K_s se calcula mediante la fórmula:

$$K_s = \frac{1}{\pi} \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} \cdot (1 - 0,5^{n_c - 2}) \right) = 0,299$$

Y la longitud efectiva de conductor enterrado se calcula como:

$$L_s = 0,75 \cdot L = 0,75 \cdot 1765 = 1323,75 \text{ m}.$$

Sustituyendo valores obtenemos:

$$E_p = \rho \cdot K_s \cdot K_i \cdot \frac{I_g}{L_s} = 50 \cdot 0,299 \cdot 2,476 \cdot \frac{8511,95}{1323,75} = 237,8 \text{ V}.$$

6.8 Cálculo de las Tensiones de Paso y Contacto de Referencia

Según la ITC MIE-RAT 13 la tensión máxima aplicable al cuerpo humano se calcula de la siguiente manera:

$$V_{ca} = \frac{k}{t^n}$$

Siendo:

$k=72$ y $n=1$ para tiempos inferiores a 0,9 segundos.

$k=78,5$ y $n=0,18$ para tiempos superiores a 0,9 segundos e inferiores a 3 segundos.

t =duración de la falta en segundos.

Al sustituir obtenemos:

$$V_{ca} = \frac{k}{t^n} = \frac{72}{0,5} = 144 \text{ V.}$$

6.8.1 Capa Superficial de Terreno

El añadir una capa superficial de terreno de otro material con mayor resistividad hace que las tensiones de paso y contacto admisibles por la instalación aumenten. El cálculo de la resistividad equivalente al añadir esta capa superficial se realiza de la siguiente manera:

$$\rho_{eq} = \rho_s \cdot C_s$$

El parámetro C_s se calcula de la siguiente manera:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0,106}$$

Donde

$h_s = 0,1$ m (es el grosor de la capa superficial de terreno añadida).

$\rho = 50 \Omega \cdot \text{m}$ (es la resistividad del terreno).

$\rho_s = 3000 \Omega \cdot \text{m}$ (es la resistividad de la capa superficial de terreno añadida).

Sustituyendo, obtenemos:

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \frac{1 - \frac{\rho}{\rho_s}}{2 \cdot h_s + 0,106} = 1 - 0,106 \cdot \frac{1 - \frac{50}{3000}}{2 \cdot 0,1 + 0,106} = 0,659$$

Con el valor del parámetro C_s se obtiene el siguiente valor de la resistividad equivalente:

$$\rho_{eq} = \rho_s \cdot C_s = 3000 \cdot 0,659 = 1978,1 \Omega \cdot \text{m}$$

6.8.2 Calculo de la Tensión de Paso Admisible

El cálculo de la tensión de paso admisible se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$U_{pa} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right)$$

Sustituyendo en la anterior fórmula obtenemos:

- En el interior del recinto: $U_{pai} = 18530,8 \text{ V.}$
- En el exterior del recinto: $U_{pae} = 1872 \text{ V.}$

6.8.3 Calculo de la Tensión de Contacto Admisible

El cálculo de la tensión de paso admisible se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$U_{ca} = V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \cdot \rho}{1000}\right)$$

Sustituyendo en la anterior fórmula obtenemos:

- En el interior del recinto: $U_{cai} = 571,27 \text{ V.}$

- En el exterior del recinto: $U_{cae} = 154,8 \text{ V}$.

6.8.4 Conclusiones

El criterio de aceptación para el diseño establecido de la red de tierras tiene que satisfacer:

$$\begin{aligned} E_p &< U_{pa} \\ E_c &< U_{ca} \end{aligned}$$

En el interior del recinto de la subestación se da:

$$\begin{aligned} E_p &< U_{pai} \rightarrow 237,8 \text{ V} < 18530,8 \text{ V} \\ E_c &< U_{cai} \rightarrow 476,1 \text{ V} < 571,27 \text{ V} \end{aligned}$$

En el exterior del recinto de la subestación se da:

$$\begin{aligned} E_p &< U_{pae} \rightarrow 237,8 \text{ V} < 1872 \text{ V} \\ E_c &< U_{cae} \rightarrow 476,1 \text{ V} < 154,8 \text{ V} \end{aligned}$$

Como se ve, se cumplen todas menos la última condición. Para que este diseño sea adecuado se propone añadir una capa del mismo material que se ha añadido en el interior del recinto en todo el perímetro de la subestación, en una extensión como mínimo de 1 metro hacia fuera del cerramiento, para así aumentar la tensión de contacto admisible en el exterior.

7 ANEXO II: CALCULO EMBARRADO 66kV

El embarrado de 66kV constituye una de las partes fundamentales de la subestación, su misión es unir todas las posiciones que estén al mismo potencial del embarrado, en este caso una de las seis posiciones de línea y la posición de transformación. Se da la circunstancia de que se trata de un embarrado compuesto por dos juegos de barras trifásicas que a través de la posición de acople pueden formar un único embarrado.

El embarrado normalmente se compone de los siguientes elementos:

- Conductores eléctricos (cables, tubos y pletinas)
- Aisladores: sirven como elemento aislante entre el embarrado y la estructura que soporta el embarrado, además de soporte mecánico del conductor.
- Bornas: su misión es unir los diferentes tramos de conductores y la unión de los conductores a la aparatadura.

El embarrado se dimensionará de acuerdo a los siguientes criterios de cálculo:

- Intensidades admisibles del embarrado.
- Resistencia térmica ante cortocircuitos.
- Resistencia mecánica ante cortocircuitos.

7.1 Datos de Diseño

7.1.1 Hipotesis de Diseño

Para los siguientes cálculos la corriente de cortocircuito trifásica que se va a tener en cuenta es el 80% de la máxima para la que está preparada la aparatadura instalada en parque, que se corresponde con 31,5kA, siendo muy superior a la corriente de cortocircuito actual (11,7 kA), por lo que usaremos a efectos de cálculo una intensidad de cortocircuito de 25,2kA.

El embarrado de 66kV estará formado cada vano por un tramo de barras principales sobre aisladores en cada extremo, siendo la longitud de cada vano de 6m (L) y la separación entre fases de 1,5m (A). La unión de un vano con el siguiente se hará con una borna elástica que facilite las diferentes dilataciones.

7.1.2 Características de los materiales

Los tubos a usar en el embarrado de 66kV tendrán las siguientes características:

Conductor		Tubo AL 120/100	
Diametro Exterior	d	120	mm
Diametro Interior	di	104	mm
Espesor	e	8	mm
Sección	S	2.813,44	mm ²

Peso del Material	m	9,33	kg/m
Momento de Inercia	J	443,62	cm ⁴
Momento Resistente	W	60,88	cm ³
Modulo de Young	E	70.000	N/mm ²
Limite de fluencia minimo	R _{po2min}	1.250	kg/cm ²
Conductividad		30	m/mm ²
Coefficiente de dilatación	α	0,023	mm/m°C
Presión del viento a 120 km/h	p _v	666,7	N/m ²

Tabla 7-1 Características del material del embarrado de 66kV

7.2 Resistencia mecánica ante cortocircuitos

Este criterio consiste en verificar que las tensiones producidas en las barras debidas a la fuerza electrodinámica producida por el cortocircuito no influyen de manera negativa sobre la resistencia mecánica del embarrado.

Ademas de la tensión producida por los esfuerzos mecánicos producidos por el cortocircuito existen esfuerzos debidos a los del propio peso de las barras y los producidos por las cargas de viento.

7.2.1 Tensión en el tubo

7.2.1.1 Esfuerzos por cortocircuito

En un sistema trifasico, con los conductores principales dispuestos sobre el mismo plano y con igual distancia entre ejes, la fuerza máxima actua sobre el conductor central durante un cortocircuito. Esta fuerza estática se calcula mediante:

$$F_{m3} = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{i_{p3}^2}{A}$$

Donde

$$\mu_0 \text{ (constante magnética)} = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ V} \cdot \text{s/A} \cdot \text{m}$$

$$i_{p3} \text{ (valor de cresta de la corriente de cortocircuito trifasico)} = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc} = 64,15 \text{ kA}$$

donde:

$$\chi \text{ (Factor de asimetria)} = 1,8$$

$$I_{cc} \text{ (intensidad de cortocircuito trifásica)} = 25,2 \text{ kA}$$

sustituyendo, obtenemos:

$$F_{m3} = 475,16 \text{ N/m}$$

La tensión de trabajo en el tubo por esfuerzo dinámico de cortocircuito la calcularemos de acuerdo a:

$$\sigma_m = V_\sigma \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{m3} \cdot L^2}{8 \cdot W}$$

donde β es un factor que depende del tipo y numero de soportes, V_σ tiene en cuenta fenómenos dinámicos y estáticos, y V_r tiene en cuenta fenómenos mecánicos con y sin reenganche automatico.

El factor β se obtiene de la tabla 7-2 siendo su valor de 0,73.

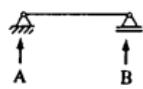
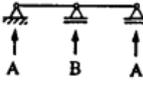
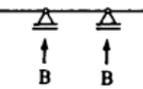
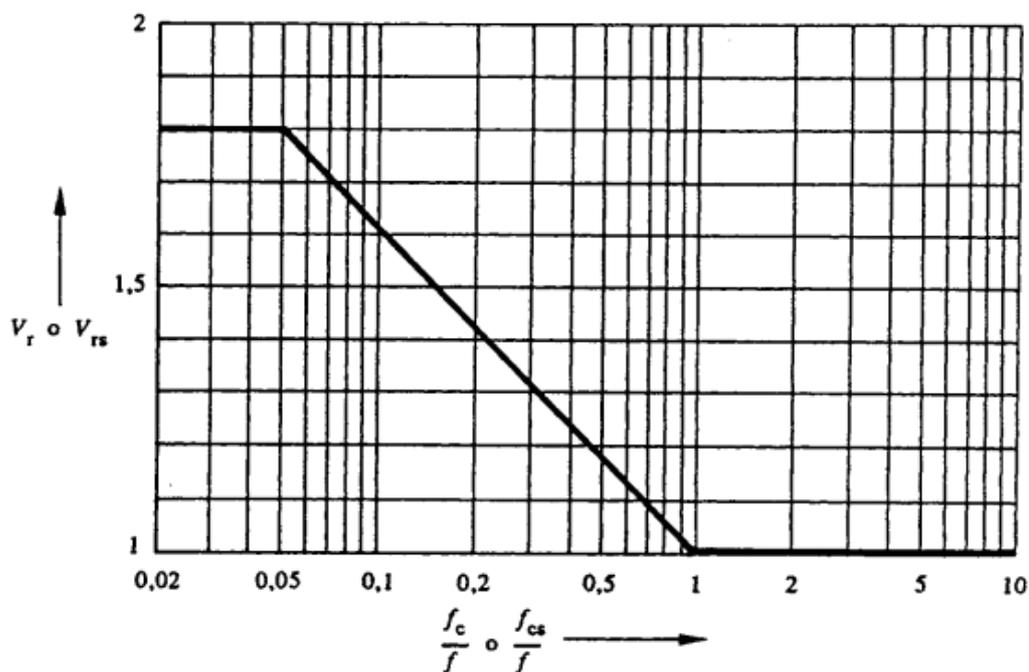
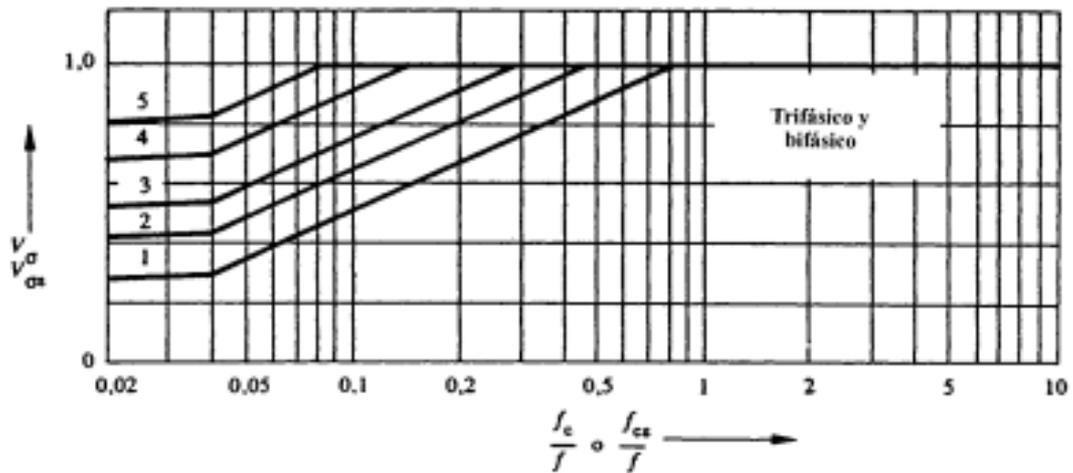
Tipo de viga y de soporte		Factor α	Factor β^*	Factor γ
Vigas de un solo vano	A y B: soportes simples 	A: 0,5 B: 0,5	1,0	1,57
	A: soporte empotrado B: soporte simple 	A: 0,625 B: 0,375	0,73	2,45
	A y B: soportes empotrados 	A: 0,5 B: 0,5	0,5	3,56
Vigas continuas con soportes equidistantes	Dos vanos 	A: 0,375 B: 1,25	0,73	2,45
	Tres o más vanos 	A: 0,4 B: 1,1	0,73	3,56

Tabla 7-2 Factores α , β y γ para diferentes disposiciones de apoyos de embarrados.

El valor del factor V_r se obtiene de la figura 7-1 y el valor de V_σ se obtiene de la figura 7-2, para ello es necesario conocer la relación entre la frecuencia de resonancia y la frecuencia del sistema.



7-1 Factor V_r en función de la relación entre la frecuencia de resonancia y la frecuencia natural.



7-2 Factor V_σ en función de la relación entre la frecuencia de resonancia y la frecuencia natural.

La frecuencia de resonancia se calcula mediante:

$$f_c = \frac{\gamma}{L^2} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot J}{m}}$$

donde:

γ (coeficiente que depende del tipo y nº de apoyos, se obtiene de tabla 1) = 3,56.

L (longitud del tramo de vano) = 6 m.

E (modulo de Young del tubo) = $7 \cdot 10^{10}$ N/m².

J (momento de inercia) = $4,436 \cdot 10^{-6}$ m⁴.

m (masa por unidad de longitud) = 9,33 kg/m.

sustituyendo, obtenemos:

$$f_c = \frac{3,56}{6^2} \cdot \sqrt{\frac{7 \cdot 10^{10} \cdot 4,436 \cdot 10^{-6}}{9,33}} = 18,04 \text{ Hz}$$

Siendo el valor de la relación entre frecuencia de resonancia y frecuencia natural:

$$\frac{f_c}{f} = \frac{18,04}{50} = 0,36$$

Obteniendo de las figuras 7-1 y 7-2 los siguientes valores:

$$\begin{aligned}V_{\sigma} &= 0,8 \\V_r &= 1,25\end{aligned}$$

Por lo que el valor de las tensiones en el tubo debidos a esfuerzos dinámicos de cortocircuito valdrán:

$$\sigma_m = V_{\sigma} \cdot V_r \cdot \beta \cdot \frac{F_{m3} \cdot L^2}{8 \cdot W} = 0,8 \cdot 1,25 \cdot 0,73 \cdot \frac{475,16 \cdot 6^2}{8 \cdot 60,88 \cdot 10^{-6}} = 25639301,29 \text{ N/m}^2$$

7.2.1.2 Esfuerzos por viento

Estos se calculan mediante la formula:

$$F_v = p_v \cdot d = 666,7 \cdot 0,12 = 80 \text{ N/m}$$

El cálculo de las tensiones en el tubo debidas a la fuerza del viento será:

$$\sigma_v = \frac{F_v \cdot L^2}{8 \cdot W} = \frac{84 \cdot 6^2}{8 \cdot 60,88 \cdot 10^{-6}} = 5913567,67 \text{ N/m}^2$$

7.2.1.3 Esfuerzos por peso propio

Estos se calculan de la siguiente forma:

$$F_p = m \cdot g = 9,33 \cdot 9,81 = 91,53 \text{ N/m}$$

El cálculo de las tensiones en el tubo debido al peso del propio tubo será:

$$\sigma_p = \frac{F_p \cdot L^2}{8 \cdot W} = \frac{91,53 \cdot 6^2}{8 \cdot 60,88 \cdot 10^{-6}} = 6765322,77 \text{ N/m}^2$$

7.2.1.4 Esfuerzos totales

La tension de trabajo total sobre el tubo sera la suma geometrica de las tensiones producidas por los distintos esfuerzos que se acumulan en sus respectivas direcciones. De tal forma la tensión máxima valdra:

$$\sigma_{total} = \sqrt{\sigma_p^2 + (\sigma_v + \sigma_m)^2} = 32270003,6 \text{ N/m}^2$$

7.2.2 Comprobación del tubo

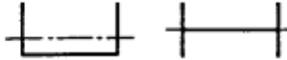
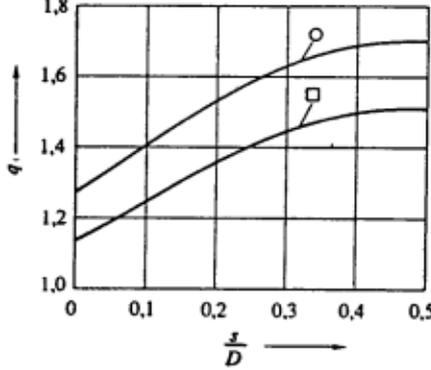
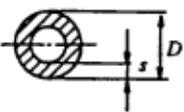
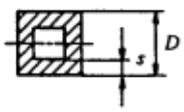
Una vez calculada la tension de trabajo total del tubo, se halla el coeficiente de seguridad frente al limite de fluencia de acuerdo a:

$$\text{Coeficiente Seguridad} = \frac{R_{p0,2}}{\sigma_{total}} = \frac{122625000}{32270003,6} = 3,8$$

La norma UNE-En-60865-1-1997 establece que el tubo soprta los esfuerzos si se cumple:

$$\sigma_{total} \leq q \cdot R_{p0,2}$$

donde el valor de q de la tabla 7-3.

Sección	Sección
 $q = 1,5$	 $q = 1,83$
	 $q = 1,19$
 $q = 1,7$	
 $q = 1,7 \frac{1 - (1 - 2s/D)^3}{1 - (1 - 2s/D)^4}$	
 $q = 1,5 \frac{1 - (1 - 2s/D)^3}{1 - (1 - 2s/D)^4}$	

q es válido para el eje de flexión dibujado en línea discontinua. Las fuerzas son perpendiculares a este eje.

Tabla 7-3 Cálculo del factor q .

Sustituyendo la relación s/D (espesor/Diámetro exterior) en la ecuación correspondiente al cálculo de q para una sección cilíndrica hueca, obtenemos el siguiente valor:

$$q = 1,36$$

Una vez obtenido el valor de q , se realiza verificación que indica la citada norma:

$$\sigma_{total} \leq q \cdot R_{p0,2}$$

Con esta verificación, sabemos que el embarrado va a soportar las distintas tensiones a las que se va a ver sometido.

7.2.3 Reacciones sobre aisladores soporte

El cálculo de las fuerzas ejercidas sobre los soportes de los conductores rígidos se hace conforme a la norma UNE-En-60865-1-1997 de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$F_d = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_{m3} \cdot L$$

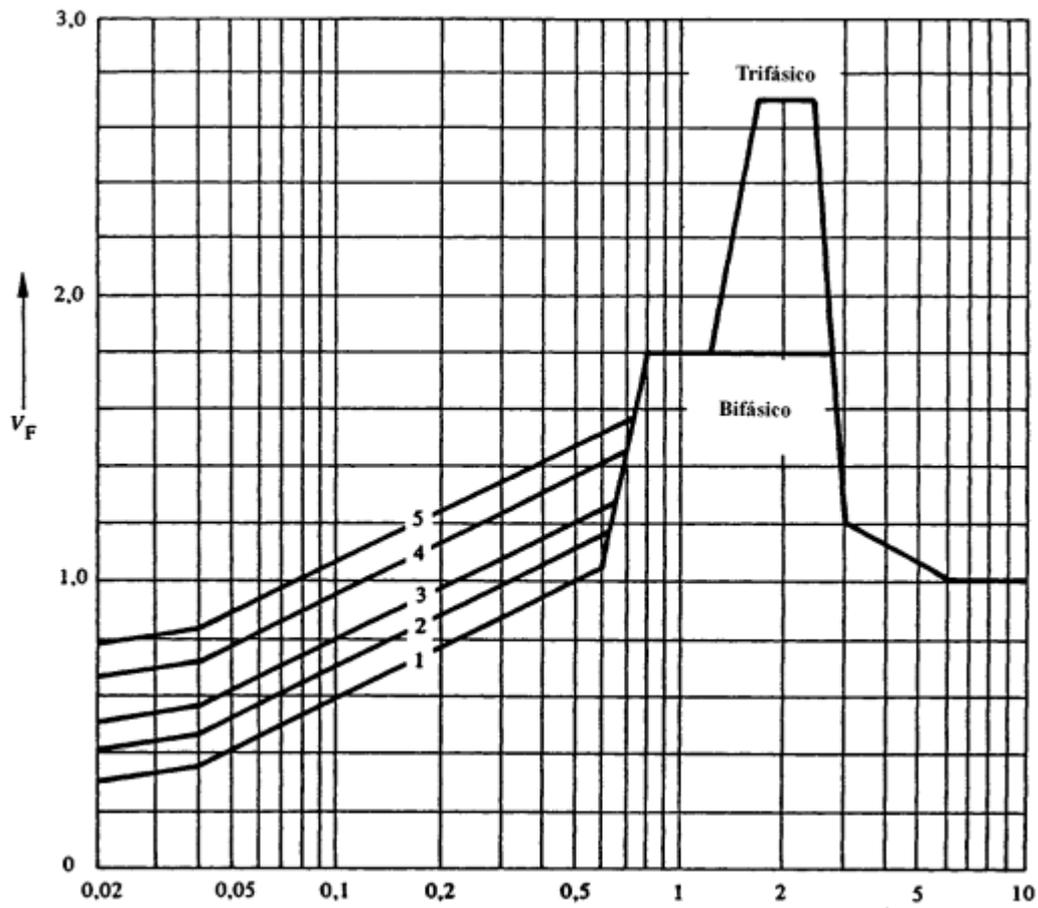
donde:

V_F se obtiene de la figura 7-3, teniendo en cuenta la relación entre la frecuencia de resonancia y la frecuencia natural, siendo su valor de 0,85.

α depende del tipo y número de soportes y se obtiene de la tabla 7-2, se coge el valor más desfavorable el cual se corresponde con un apoyo intermedio, u su valor es de 1,1.

sustituyendo obtenemos:

$$F_d = V_F \cdot V_r \cdot \alpha \cdot F_{m3} \cdot L = 0,85 \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 475,16 \cdot 6 = 3332,1 \text{ N}$$



7-3 Factor V_F en función de la relación entre la frecuencia de resonancia y la frecuencia natural.

El modelo de aislador soporte a elegir será aquel que nos ofrezca un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5 frente a la carga de rotura, por lo que se tendrá que cumplir:

$$F_{max} \geq 1,5 \cdot F_d = 1,5 \cdot 3332,1 = 4998,1 \text{ N}$$

En nuestro caso elegiremos como mínimo un aislador soporte tipo C6-325 que nos ofrece una resistencia a la flexión de 6000N.

7.2.4 Flecha en el tubo

La flecha máxima para una viga apoyada en un extremo y empotrada en el otro se calcula como:

$$f_{max} = \frac{P \cdot L^4}{185 \cdot E \cdot J}$$

donde:

$P = 91,47 \text{ N/m}$, es la carga vertical distribuida que se corresponde con el peso del embarrado.

$L = 6 \text{ m}$, es la longitud del vano.

$E = 7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$, es el módulo de Young.

$I = 4,436 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4$, es la inercia de la sección.

Sustituyendo, obtenemos:

$$f_{max} = 0,002 \text{ m} = 0,2 \text{ cm}$$

Este valor es muy inferior al que nos daría una flecha admisible de $L/300$, que en nuestro caso es de 2cm.

7.2.5 Elongación del embarrado

El embarrado, el cual esta formado por una serie de tubos, se dilata como consecuencia del aumento de temperatura debido por un lado a la temperatura ambiente y por otro debido a intensidad que lo recorre. Este aumento de longitud se calcula mediante la expresión:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

donde:

l_0 es la longitud inicial del tubo y su valor es 6m.

α es el coeficiente de dilatación lineal del tubo y su valor es 0,023 mm/m°C

$\Delta \theta$ es el incremento de temperatura entre la de montaje (35°C) y la de servicio (80°C).

sustituyendo se obtiene:

$$\Delta l = 6 \cdot 0,023 \cdot 45 = 6,2 \text{ mm}$$

Estas elongaciones serán absorbidas por las bornas elásticas que unen un tramo de embarrado con el siguiente y a su vez hacen de apoyo sobre el aislador de apoyo.

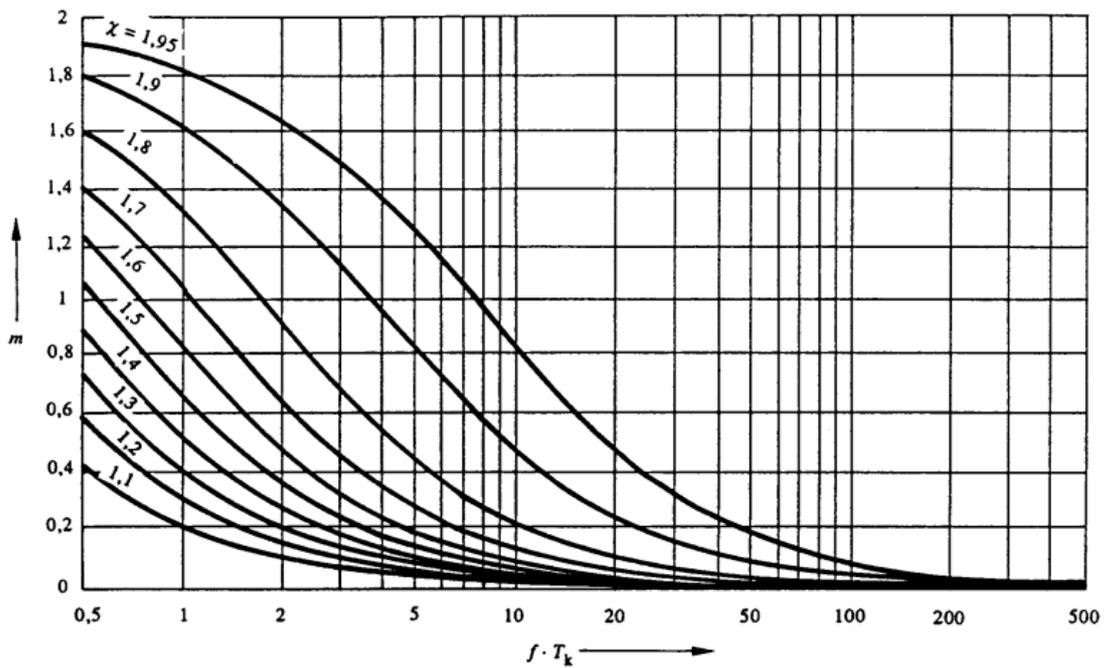
7.3 Esfuerzos de origen térmico

El calentamiento que experimenta un conductor al producirse un cortocircuito depende de la duración del mismo, del material del que esta hecho el conductor y de la corriente térmica equivalente que lo recorre.

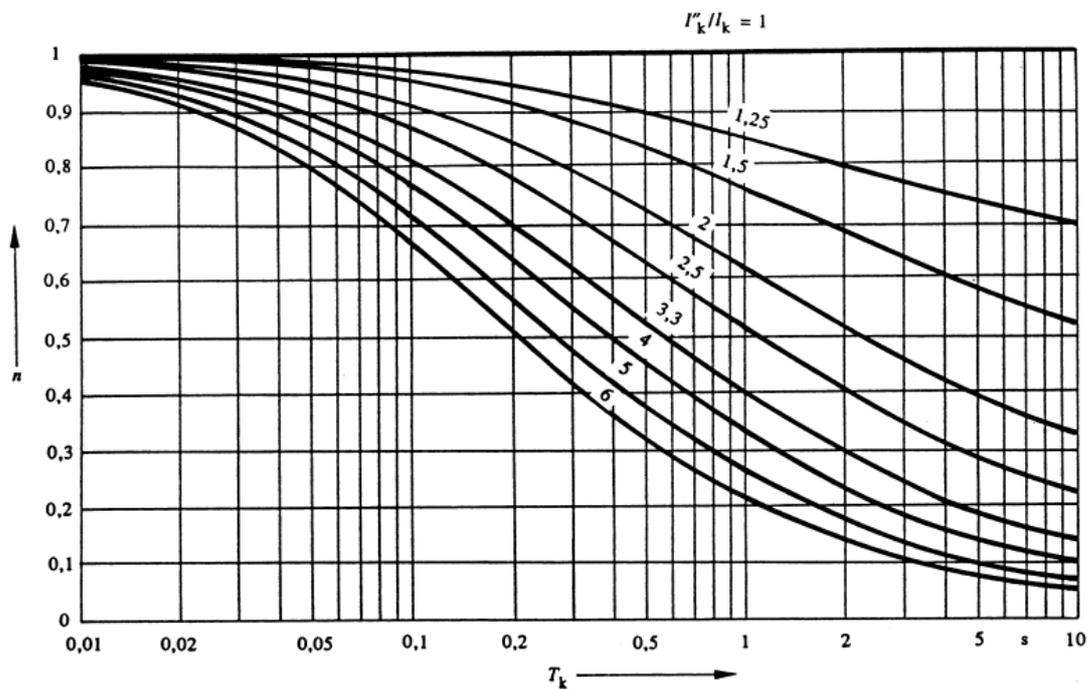
La corriente térmica equivalente de corta duración debe ser calculada, de acuerdo a la norma UNE-EN-60865-1, a partir del valor eficaz de la corriente de cortocircuito y de los factores m y n relativos a los efectos térmicos de las componentes continua y alterna de la corriente de cortocircuito en función del tiempo. Por lo que la corriente térmica equivalente de corta duración se calcula mediante:

$$I_{th} = I_p \cdot \sqrt{m + n}$$

Donde m es el factor para el efecto térmico de la componente de corriente continua y n es el factor para el efecto térmico de la componente de corriente alterna. Estos se obtienen de las figuras 7-4 y 7-5 respectivamente.



7-4 Factor m, disipación térmica correspondiente a la componente de CA.



7-5 Factor n, disipación térmica correspondiente a la componente de CC.

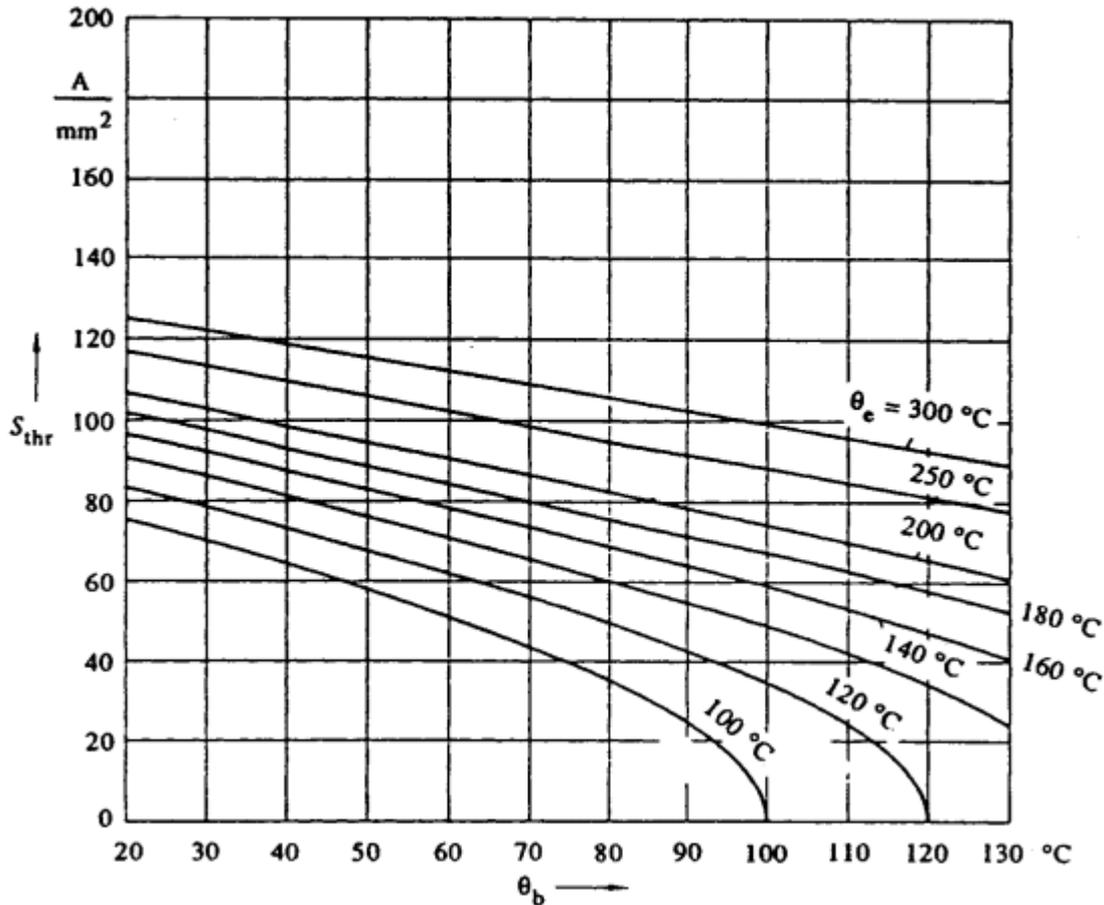
De las figuras anteriores se obtiene los valores de $m=0,1$ y $n=0,8$. Sustituyendo estos valores obtenemos una corriente térmica equivalente de:

$$I_{th} = I_p \cdot \sqrt{m + n} = 64,15 \cdot \sqrt{0,1 + 0,8} = 60,8 \text{ kA}$$

Conocido el valor de la corriente y la sección de las barras, se puede calcular el valor de la densidad de corriente:

$$\delta = \frac{I_{th}}{S} = \frac{60858}{2813,44} = 21,63 \text{ A/mm}^2$$

Este valor de la densidad de corriente debe ser inferior a la densidad de corriente admisible por las barras, el cual se obtiene de la figura 6, en donde se puede observar que para una temperatura final del embarrado de 85°C y una temperatura máxima de cortocircuito de 200°C se obtiene una densidad de corriente de 80³/mm², valor superior al calculado.



7-6 Relación entre el valor asignado de la densidad de corriente soportada de corta duración (T=1s) y la temperatura del conductor.

7.4 Intensidad Nominal de las barras

La intensidad nominal del tubo es de 3210 A a una temperatura ambiente de 30°C y con una temperatura de trabajo del tubo de 65°C. Esta intensidad debe de ser corregida por una serie de factores según la normativa DIN43670.

Los factores que hay que tener en cuenta son:

$k_1 = 0,92$ (este factor tiene en cuenta el material del que esta hecho el tubo).

$k_2 = 1,25$ (este factor tiene en cuenta la desviación de temperatura de la temperatura ambiente y la temperatura de trabajo con respecto a las nominales del tbo dadas por fabricante).

$k_3 = 1$ (este factor tiene en cuenta la forma constructiva del tubo que forma el embarrado).

$k_4 = 0,98$ (este factor esta influenciado por la localización, siendo su valor para una altitud inferior a los 1000m sobre el nivel del mar y situado en exterior).

Por tanto la intensidad máxima con la que puede trabajar el embarrado sin que pueda verse afectado es:

$$I_{max} = I_n \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 3210 \cdot 0,92 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 0,98 = 3617,67 \text{ A}$$

El valor calculado es muy superior al valor de intensidad que va a circular por el embarrado.