



---

**PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES  
TAFALLA 66/220 kV**



**PARA SOLICITUD DE  
PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO**

---

**Situación:** Tafalla (Navarra)

**Peticionario:** M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.

**Fecha:** Febrero 2021

---



## ÍNDICE

---

DOCUMENTO I: MEMORIA

DOCUMENTO II: ANEXOS

ANEXO I: CÁLCULOS

ANEXO II: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

ANEXO III: RED DE PUESTA A TIERRA

ANEXO IV: DESMANTELAMIENTO

ANEXO V: ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO V: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

DOCUMENTO VI: PRESUPUESTO

DOCUMENTO VII: PLANOS



## DOCUMENTO I: MEMORIA

## ÍNDICE

---

DOCUMENTO I: MEMORIA.....	1
1. GENERALIDADES.....	5
1.1. Antecedentes .....	5
1.2. Objeto.....	6
1.3. Empresa peticionaria.....	6
2. NORMATIVA .....	8
2.1. General .....	8
2.2. Electricidad.....	9
2.3. Obra civil y estructuras.....	32
2.4. Seguridad y salud .....	34
2.5. Impacto ambiental y contaminación atmosférica .....	35
2.6. Otras.....	36
3. EMPLAZAMIENTO.....	36
4. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN.....	37
4.1. Nivel de 66 kV (intemperie) .....	37
4.2. Nivel de 220 kV (intemperie) .....	38
4.3. Nivel de 30 kV (interior) .....	38
4.4. Datos básicos de diseño .....	39
4.5. Sistema de 220 kV .....	40
4.5.1. Autoválvulas .....	40
4.5.2. Seccionador de línea .....	41
4.5.1. Aislador de apoyo.....	44
4.5.2. Interruptor automático .....	44
4.5.3. Transformadores de intensidad .....	47
4.5.4. Transformadores de tensión en línea .....	48
4.5.5. Transformadores de potencia.....	49
4.5.6. Conexión entre aparatos.....	51
4.6. Sistema de 66 kV .....	51
4.6.1. Autoválvulas .....	52
4.6.2. Seccionador de línea 1 y línea 2 .....	53

4.6.1.	Seccionador de Barras.....	55
4.6.2.	Aislador de apoyo.....	57
4.6.3.	Interruptor automático .....	58
4.6.4.	Transformadores de intensidad .....	60
4.6.5.	Transformadores de tensión en barras.....	64
4.6.6.	Cajas de puesta a tierra de las pantallas .....	66
4.6.6.1.	Limitadores de tensión (SVL).....	67
4.6.7.	Conexión entre aparatos.....	70
4.7.	Sistema media tensión Trafo servicios auxiliares.....	71
4.7.1.	Cabinas de 30 kV .....	71
4.7.2.	Transformador de servicios auxiliares .....	74
4.7.3.	Grupo electrógeno .....	75
4.7.4.	Cables aislados de interconexión celda con transformador de servicios auxiliares ...	75
4.8.	Sistemas auxiliares .....	76
4.8.1.	Clasificación de la instalación.....	76
4.8.2.	Corriente alterna .....	76
4.8.3.	Corriente continua .....	77
4.8.4.	Cuadros de servicios auxiliares .....	77
4.8.5.	Canalizaciones eléctricas empleadas .....	78
4.8.6.	Instalación de alumbrado interior.....	78
4.8.7.	Alumbrado exterior .....	78
4.8.8.	Alumbrado de emergencia.....	79
4.8.9.	Tomas de corriente .....	79
4.8.10.	Fuerza .....	79
4.8.11.	Ventilación y aire acondicionado .....	79
4.8.12.	Sistemas de protección (incendios e intrusos).....	80
4.9.	Control y protección.....	80
4.9.1.	Funciones de protección .....	81
4.9.2.	Medida de energía .....	83
4.9.3.	Telecontrol .....	85
4.9.4.	Equipos comunicaciones .....	86
4.10.	Red de tierras .....	86
4.10.1.	Inferiores .....	86
4.10.2.	Superiores .....	87

4.10.3.	Puesta a tierra de AT .....	87
4.11.	Obra civil.....	87
4.11.1.	Parque intemperie .....	87
4.11.2.	Acopio de materiales.....	87
4.11.3.	Desbroce .....	88
4.11.4.	Explanación y nivelación del terreno .....	88
4.11.5.	Relleno con aportaciones.....	88
4.11.6.	Red de tierras .....	88
4.11.7.	Cimentaciones de aparatos.....	88
4.11.8.	Bancada de transformadores y depósito de aceite .....	89
4.11.9.	Canalizaciones eléctricas.....	89
4.11.10.	Terminación superficial .....	90
4.11.11.	Cerramiento perimetral .....	90
4.11.12.	Edificio .....	90
4.11.12.1.	Cimentación del edificio.....	92
4.11.12.2.	Estructura .....	92
4.11.12.2.1.	Cubierta.....	92
4.11.12.2.2.	Cerramiento .....	92
4.11.12.2.3.	Revestimientos.....	93
4.11.12.2.4.	Pavimentos.....	93
4.11.12.2.5.	Evacuación.....	93
4.11.12.2.6.	Canalizaciones de cables .....	93
4.11.12.2.7.	Instalaciones interiores .....	93
4.11.12.2.8.	Cimentaciones.....	94
4.11.12.2.9.	Red de drenaje .....	95
4.12.	Estructura metálica .....	96
4.13.	Normativa prevención de incendios .....	96
4.13.1.	Parque intemperie .....	96
4.13.2.	Edificio .....	96
5.	PLANNING DE EJECUCIÓN .....	97
6.	RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	99

## 1. GENERALIDADES

---

### 1.1. Antecedentes

En el entorno del término municipal de Tafalla (Navarra), se van a desarrollar y construir la siguiente planta fotovoltaica y parque eólico:

- Parque eólico: **PE La Lobera** de **25 MW**, tramitado por **M.TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS, S.L.** (en adelante PE La Lobera - MTDE) (objeto de proyecto independiente).
- Planta solar fotovoltaica **ABETO NEW ENERGY** de **71,3 MW**, de potencia nominal, (objeto de proyecto independiente).
- **SUBESTACIÓN PROMOTORES TALLAFA 66/220 kV.**

De esta manera, la potencia total de la subestación será de 96,3 MWn.

Para la evacuación de esta potencia de la planta solar fotovoltaica y parque eólico, se construirán una línea de evacuación de por cada una de las plantas. Las infraestructuras de conexión estarán formadas por:

- Parque eólico: **PE La Lobera - MTDE** de **25 MW**, evacuará con una **línea aérea de alta tensión, 66 kV de simple circuito** con un conductor LA-280, (objeto de proyecto independiente).
- Planta solar fotovoltaica: **ABETO NEW ENERGY** de **71,3 MW**, de potencia nominal, evacuará **con una línea subterránea 66 kV** compuesta por tres conductores unipolares VOLTALENE RHZ1-RA + 2OL(S) 36/66 KV **1x1200KAI** + H165, (objeto de proyecto independiente).

Estas líneas de evacuación conformarán las posiciones de entrada de la subestación objeto de este proyecto. La tensión a la cual se ha concedido el **punto de conexión** para estas plantas es la tensión de **220 kV**, en una **posición de entrada de la subestación eléctrica TAFALLA 220 KV**, propiedad de REE.

Por lo que para poder conectar las líneas eléctricas de evacuación de las plantas de 66 kV, a la posición de entrada de la subestación de REE a 220 kV, es necesario a construcción de una subestación colectora de ambas líneas y elevadora 66/220 KV.

Esta subestación colectora elevadora, se va a denominar **SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 kV**, y estará compuesta por:

- Una posición de entrada de la línea de evacuación que proviene del parque eólico, **PE La Lobera - MTDE de 25 MW**, evacuará con una **línea aérea de alta tensión, 66 kV de simple circuito** con un conductor LA-280.
- Una posición de entrada de la línea de evacuación que proviene de la planta solar fotovoltaica, **ABETO NEW ENERGY de 71,3 MW**, evacuará con una **línea subterránea** compuesta por tres conductores unipolares VOLTALENE RHZ1-RA + 2OL(S) 36/66 KV **1x1200KAl + H165**.
- Una posición de transformador de 66/220 kV.
- Una posición de salida de línea de 220 kV.
- Una línea de 220 kV, que va a va conectar la **SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 Kv** con la subestación de REE **SUBESTACIÓN TAFALLA 220 Kv**.

## 1.2. Objeto

Se redacta el presente **PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 kV** (en adelante la nueva subestación), con el objeto de describir justificadamente las características técnicas esenciales del conjunto de equipos e instalaciones que componen esta nueva subestación elevadora, para informar a los Organismos Oficiales con vistas a solicitar y obtener los permisos necesarios para poder solicitar el proyecto de autorización previa.

## 1.3. Empresa peticionaria

La empresa peticionaria del proyecto, es la empresa asignada como interlocutor único de nudo, y que constará como peticionaria del proyecto:

Nombre de la sociedad: **M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.**

CIF **B-31774425**



Dirección: Ctra. Pamplona-Huesca km 9 s/n Torres de Elorz  
(Navarra)

Persona de contacto: Gorka Arratibel

Teléfono de contacto: 948 317 811

E-mail de contacto: [gorka.arratibel@mtorres.com](mailto:gorka.arratibel@mtorres.com)  
[jimena.rip@mtorres.com](mailto:jimena.rip@mtorres.com)

Nombre de la sociedad: **M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.**

CIF B-31774425

Las empresas promotoras de la subestación son:

Nombre de la sociedad: **ABETO NEW ENERGY S.L.**

CIF B-88238381

Dirección: Paseo del Club Deportivo 1, Edificio 06 A, 1ª  
Planta

Parque empresarial La Finca

Somosaguas, Pozuelo de Alarcón (Madrid)

Persona de contacto: Marco Antonio Macías Rodríguez

Teléfono de contacto: 619 054 889

E-mail de contacto: [mamacias@progresum.es](mailto:mamacias@progresum.es) / Con copia  
[lcalderon@progresum.es](mailto:lcalderon@progresum.es)

Nombre de la sociedad: **M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.**

CIF B-31774425



Dirección: Ctra. Pamplona-Huesca km 9 s/n Torres de Elorz  
(Navarra)

Persona de contacto: Gorka Arratibel

Teléfono de contacto: 948 317 811

E-mail de contacto: [gorka.arratibel@mtorres.com](mailto:gorka.arratibel@mtorres.com)  
[jimena.rip@mtorres.com](mailto:jimena.rip@mtorres.com)

## 2. NORMATIVA

---

Para la elaboración del presente proyecto se han tenido en cuenta los Reglamentos, Normas e Instrucciones Técnicas siguientes en su edición vigente:

### 2.1. General

- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, publicado en BOE número 303 de 17 de diciembre de 2004.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el 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, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos, publicado en BOE número 82 de 5 de abril de 2003.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, publicado en BOE número 148 de 21 de junio de 2001.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, publicada en BOE número 296, de 11 de diciembre de 2013.
- 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, publicado en BOE número 97 de 23 de abril de 1997.

- 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, publicado en BOE número 188 de 7 de agosto de 1997.

## **2.2. Electricidad**

- 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 BOE número 139 de 9 de junio de 2014.
- 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, publicado en BOE 68 de 19 de marzo de 2008.
- Real Decreto 1110/07, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, publicado en BOE número 224 de 18 de septiembre de 2007.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT51, publicado en BOE número 224 de 18 de septiembre de 2002.
- Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, editada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, publicada en BOE número 310, de 27 de diciembre de 2013.
- Real Decreto 1075/1986, de 2 de mayo, por el que se establecen normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este servicio, publicado en BOE número 135 de 6 de junio de 1986.
- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a

emisiones radioeléctricas, publicado en BOE número 234, de 29 de septiembre de 2001.

- Resolución de 19 de junio de 1984, de la Dirección General de la Energía, por la que se establecen normas de ventilación y acceso de ciertos centros de transformación, publicada en BOE número 152 de 26 de junio de 1984.
- Normas particulares y Condicionado Técnico de las Compañías Eléctricas suministradoras.

*Prescripciones técnicas impuestas por el propio reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, especialmente por las normas de la ITC-LAT 02.*

**GENERALES:**

UNE 20324:1993 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE 20324/1 M:2000 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). UNE 20324:2004 ERRATUM Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE 21308-1:1994 Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos.

UNE-EN 50102:1996 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1:1999 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 60060- 2:1997 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60060- 2/A11:1999 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60060- 3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60071- 1:2006 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071- 2:1999 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

UNE-EN 60865- 1:1997 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

UNE-EN 60909- 0:2002 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.

UNE-EN 60909- 3:2004 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofónicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra

#### **CABLES Y CONDUCTORES:**

UNE 21144-1- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.

UNE 21144-1- 1/2M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades.

UNE 21144-1- 2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas.

UNE 21144-1- 3:2003 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes.

UNE 21144-2- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2- 1/1M:2002 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. UNE 21144-2- 1/2M:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica.

UNE 21144-2- 2:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar.

UNE 21144-3- 1:1997 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable.

UNE 21144-3- 2:2000 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia.

UNE 21144-3- 3:2007 Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas.

UNE 21192:1992 Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático.

UNE 207015:2005 Conductores de cobre desnudos cableados para líneas eléctricas aéreas

UNE 211003- 1:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) a 3 kV ( $U_m = 3,6$  kV).

UNE 211003- 2:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 30 kV ( $U_m = 36$  kV).

UNE 211003- 3:2001 Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV ( $U_m = 36$  kV).

UNE 211004:2003 Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m = 170$  kV) hasta 500 kV ( $U_m = 550$  kV).

Requisitos y métodos de ensayo.

UNE 211004/1M:2007 Cables de potencia con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ( $U_m = 170$  kV) hasta 500 kV ( $U_m = 550$  kV).

Requisitos y métodos de ensayo. UNE 211435:2007 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución.

UNE-EN 50182:2002 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50182 CORR.:2005 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50183:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres en aleación de aluminio-magnesio silicio.

UNE-EN 50189:2000 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado.

UNE-EN 50397- 1:2007 Conductores recubiertos para líneas aéreas y sus accesorios para tensiones nominales a partir de 1 kV c.a. hasta 36 kV c.a. Parte 1: Conductores recubiertos.

UNE-EN 60228:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60228 CORR.:2005 Conductores de cables aislados.

UNE-EN 60794- 4:2006 Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia

UNE-EN 61232:1996 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE-EN 61232/A11:2001 Alambres de acero recubiertos de aluminio para usos eléctricos.

UNE-HD 620-5-E1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares

y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 5E-1, 5E-4 y 5E-5). UNE-HD 620-5-E2:1996 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 5: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de XLPE. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 5E-3).

UNE-HD 620-7-E1:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 7E-1, 7E-4 y 7E-5).

UNE-HD 620-7-E2:1996 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 7: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de EPR. Sección E-2: Cables reunidos en haz con fiador de acero para distribución aérea y servicio MT (tipo 7E-2).

UNE-HD 620-9- E:2007 Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos, con aislamiento de HEPR. Sección E: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E-4 y 9E-5).

UNE-HD 632- 3A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 3: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 3A).

UNE-HD 632- 5A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 5: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 5A).

UNE-HD 632- 6A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus

accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A).

UNE-HD 632- 8A:1999 Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 8: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y cubierta metálica y sus accesorios (lista de ensayos 8A).

PNE 211632-4A Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 4: Cables con aislamiento de HEPR y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

PNE 211632-6A Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, para tensión asignada desde 36 kV ( $U_m = 42$  kV) hasta 150 kV ( $U_m = 170$  kV). Parte 6: Cables con aislamiento de XLPE y cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 1, 2 y 3).

#### **ACCESORIOS PARA CABLES:**

UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

UNE-EN 61442:2005 Métodos de ensayo para accesorios de cables eléctricos de tensión asignada de 6 kV ( $U_m = 7,2$  kV) a 36 kV ( $U_m = 42$  kV)

UNE-EN 61854:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.

UNE-EN 61897:2000 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo Stockbridge

UNE-EN 61238- 1:2006 Conectores mecánicos y de compresión para cables de energía de tensiones asignadas hasta 36 kV ( $U_m = 42$  kV). Parte 1: Métodos de ensayo y requisitos.

UNE-HD 629- 1:1998 Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6/6(7,2) kV hasta 20,8/36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

UNE-HD 629- 1/A1:2002 Prescripciones de ensayo para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

#### **APOYOS Y HERRAJES:**

UNE 21004:1953 Crucetas de madera para líneas eléctricas.

UNE 21092:1973 Ensayo de flexión estática de postes de madera.

UNE 21094:1983 Impregnación con creosota a presión de los postes de madera de pino. Sistema Rüping.

UNE 21097:1972 Preservación de los postes de madera. Condiciones de la creosota.

UNE 21151:1986 Preservación de postes de madera. Condiciones de las sales preservantes más usuales.

UNE 21152:1986 Impregnación con sales a presión de los postes de madera de pino. Sistema por vacío y presión.

UNE 37507:1988 Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación.

UNE 207009:2002 Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

UNE 207016:2007 Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.

UNE 207017:2005 Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.

UNE 207018:2006 Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.

UNE-EN 12465:2002 Postes de madera para líneas aéreas. Requisitos de durabilidad.

UNE-EN 60652:2004 Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.

UNE-EN 61284:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.

UNE-EN ISO 1461:1999 Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

**APARAMENTA:**

UNE 21120-2:1998 Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

UNE-EN 60265-1:1999 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

UNE-EN 60265-1 CORR:2005 Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

UNE-EN 60265-2:1994 Interruptores de alta tensión. Parte 2: interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV

UNE-EN 60265- 2/A1:1997 Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.

UNE-EN 60265- 2/A2:1999 Interruptores de alta tensión. Parte 2: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.

UNE-EN 60282-1:2007 Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente

UNE-EN 62271- 100:2003 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 100/A1:2004 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 100/A2:2007 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.

UNE-EN 62271- 102:2005 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

### **AISLADORES:**

UNE 21009:1989 Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores

UNE 21128:1980 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE 21128/1 M:2000 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores.

UNE 21909:1995 Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE 21909/1 M:1998 Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE 207002:1999 IN Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas.

UNE-EN 60305:1998 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.

UNE-EN 60372:2004 Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos.

UNE-EN 60383- 1:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna.

Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60383- 1/A11:2000 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60383- 2:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60433:1999 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón

UNE-EN 61211:2005 Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.

UNE-EN 61325:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 61466- 1:1998 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.

UNE-EN 61466- 2:1999

Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas

UNE-EN 61466- 2/A1:2003 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

UNE-EN 62217:2007 Aisladores poliméricos para uso interior y exterior con una tensión nominal superior a 1000V. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

**PARARRAYOS:**

UNE 21087-3:1995 Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

UNE-EN 60099-1:1996 Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.

UNE-EN 60099- 1/A1:2001 Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.

UNE-EN 60099-4:2005 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099- 4/A1:2007 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN 60099-5:2000 Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. UNE-EN 60099- 5/A1:2001 Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización.

*Cumplimiento de las prescripciones técnicas impuestas por Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, principalmente las normas de la ITC-RAT-02.*

**GENERALES:**

UNE-EN 60060-1:2012	Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo.
UNE-EN 60060-2:2012	Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.
UNE-EN 60071-1:2006	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-1/A1:2010	Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.
UNE-EN 60071-2:1999	Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.
UNE-EN 60027-1:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009	Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60027-4:2011	Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Máquinas eléctricas rotativas.
UNE-EN 60617-2:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general.

UNE-EN 60617-3:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión.
UNE-EN 60617-6:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica.
UNE-EN 60617-7:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparata y dispositivos de control y protección.
UNE-EN 60617-8:1997	Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización.
UNE 207020:2012 IN	Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión.

**AISLADORES Y PASATAPAS:**

UNE-EN 60168:1997	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60168/A1:1999	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE-EN 60168/A2:2001	Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV.
UNE 21110-2:1996	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.

UNE 21110-2 ERRATUM:1997	Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V.
UNE-EN 60137:2011	Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V.
UNE-EN 60507:1995	Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna.

#### **APARAMENTA:**

UNE-EN 62271-1:2009	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 62271- 1/A1:2011	Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes.
UNE-EN 60439-5:2007	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Requisitos particulares para los conjuntos de aparamenta para redes de distribución públicas. (Esta norma dejará de aplicarse el 3 de enero de 2016).
UNE-EN 61439-5:2011	Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública

#### **SECCIONADORES:**

UNE-EN 102:2005	62271- 102:2005	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
--------------------	--------------------	---

UNE-EN 102:2005 ERR:2011	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 102:2005/A1:2012	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
UNE-EN 102:2005/A2:2013	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

**INTERRUPTORES, CONTACTORES E INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS:**

UNE-EN 1:1999	60265-	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
UNE-EN CORR:2005	60265-1	Interruptores de alta tensión. Parte 1: Interruptores de alta tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.  (Esta norma dejará de aplicarse el 21 de julio de 2014).
UNE-EN 103:2012	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
UNE-EN 104:2010	62271-	Aparamenta de alta tensión. Parte 104: Interruptores de corriente alterna para tensiones asignadas iguales o superiores a 52 kV.
UNE-EN 60470:2001		Contactores de corriente alterna para alta tensión y arrancadores de motores con contactores.

(Esta norma dejará de aplicarse el 29 de septiembre de 2014).

UNE-EN 62271-106:2012      Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna.

UNE-EN 62271-100:2011      Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

**APARAMENTA BAJO ENVOLVENTE METÁLICA O AISLANTE:**

UNE-EN 62271-200:2005      Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 29 de noviembre de 2014).

UNE-EN 62271-200:2012      Aparamenta de alta tensión. Parte 200: Aparamenta bajo envolvente metálica de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-201:2007      Aparamenta de alta tensión. Parte 201: Aparamenta bajo envolvente aislante de corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

UNE-EN 62271-203:2005      Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV. (Esta norma dejará de aplicarse el 13 de octubre de 2014).

UNE-EN 62271-203:2013	Aparamenta de alta tensión. Parte 203: Aparamenta bajo envolvente metálica con aislamiento gaseoso para tensiones asignadas superiores a 52 kV.
UNE 20324:1993	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324 ERRATUM:2004	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE 20324/1M:2000	Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).
UNE-EN 50102:1996	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1:1999	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).
UNE-EN 50102/A1 CORR:2002	Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

**TRANSFORMADORES DE POTENCIA:**

UNE-EN 60076-1:1998	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A1:2001	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-1/A12:2002	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades. (Esta norma dejará de aplicarse el 25 de mayo de 2014).
UNE-EN 60076-1:2013	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN 60076-2:2013	Transformadores de potencia. Parte 2: Calentamiento de transformadores sumergidos en líquido.
UNE-EN 60076-3:2002	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-3 ERRATUM:2006	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire.
UNE-EN 60076-5:2008	Transformadores de potencia. Parte 5: Aptitud para soportar cortocircuitos.
UNE-EN 60076-11:2005	Transformadores de potencia. Parte 11: Transformadores de tipo seco.
UNE-EN 50464-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más

	elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 50464-1:2010/A1:2013	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE21428-:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21428-1-1:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores multitensión en alta tensión.
UNE 21428-1-2:2011	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Requisitos para transformadores bitensión en baja tensión.
UNE-EN 50464-2-1:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-1: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Requisitos generales.
	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-2:

UNE-EN 50464-2-2:2010	Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 1 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-2-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 2-3: Transformadores de distribución con cajas de cables en el lado de alta y/o baja tensión. Cajas de cables Tipo 2 para uso en transformadores de distribución que cumplan los requisitos de la norma EN 50464-2-1.
UNE-EN 50464-3:2010	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2500 kVA con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3: Determinación de la potencia asignada de transformadores con corrientes no sinusoidales.
UNE-EN 50541-1:2012	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 21538-1:2013	Transformadores trifásicos de distribución tipo seco 50 Hz, de 100 kVA a 3 150 kVA, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 1: Requisitos generales. Complemento nacional.
UNE 21538-3:1997	Transformadores trifásicos tipo seco, para distribución en baja tensión, de 100 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV. Parte 3:

Determinación de las características de potencia de un transformador cargado con corrientes no sinusoidales.

**CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS:**

UNE-EN 62271-202:2007	Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
UNE EN 50532:2011	Conjuntos compactos de aparata para centros de transformación (CEADS).

**TRANSFORMADORES DE MEDIDA Y PROTECCIÓN:**

UNE-EN 50482:2009	Transformadores de medida. Transformadores de tensión inductivos trifásicos con $U_m$ hasta 52 kV.
UNE-EN 60044-1:2000	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
UNE-EN 60044-1/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad. (Esta norma dejará de aplicarse el 23 de octubre de 2015).
UNE-EN 61869-1:2010	Transformadores de medida. Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 61869-2:2013	Transformadores de medida. Parte 2: Requisitos adicionales para los transformadores de intensidad.

UNE-EN 60044-5:2005	Transformadores de medida. Parte 5: Transformadores de tensión capacitivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-5:2012	Transformadores de medida. Parte 5: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión capacitivos.
UNE-EN 60044-2:1999	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A1:2001	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-2/A2:2004	Transformadores de medida. Parte 2: Transformadores de tensión inductivos. (Esta norma dejará de aplicarse el 17 de agosto de 2014).
UNE-EN 61869-3:2012	Transformadores de medida. Parte 3: Requisitos adicionales para los transformadores de tensión inductivos.
UNE-EN 60044-3:2004	Transformadores de medida. Parte 3: Transformadores combinados.

**PARARRAYOS:**

UNE-EN 60099-1:1996	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.
UNE-EN 60099-1/A1:2001	Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna.

UNE-EN 60099-4:2005	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.
UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007	Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

**FUSIBLES DE ALTA TENSIÓN:**

UNE-EN 60282-1:2011	Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente.
UNE 21120-2:1998	Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión.

**CABLES Y ACCESORIOS DE CONEXIÓN DE CABLES:**

UNE 211605:2013	Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.
UNE-EN 60332-1-2:2005	Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW.
UNE-EN 60228:2005	Conductores de cables aislados.
UNE 211002:2012	Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V con aislamiento termoplástico. Cables unipolares, no propagadores del incendio, con aislamiento

termoplástico libre de halógenos, para instalaciones fijas.

UNE 21027-9:2007/1C:2009

Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V, con aislamiento reticulado. Parte 9: Cables unipolares sin cubierta libres de halógenos para instalación fija, con baja emisión de humos. Cables no propagadores del incendio.

UNE 211006:2010

Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

UNE 211620:2012

Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido y pantalla de tubo de aluminio de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.

UNE 211027:2013

Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

UNE 211028:2013

Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18/30 (36 kV).

### **2.3. Obra civil y estructuras**

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de hormigón estructural (EHE-2008), publicado en BOE número 203 de 22 de agosto de 2008.

- Real Decreto 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-16), publicado en BOE número 153, de 25 de junio de 2016.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación, publicado en BOE número 74 de 28 de marzo de 2006.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, publicado en BOE número 254 de 23 de octubre de 2007.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3); Orden de 2 de julio de 1976 por la que se confiere efecto legal a la publicación del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales, publicada en BOE número 162 de 7 de julio de 1976.
- Orden FOM/475/2002, de 13 de febrero, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a hormigones y aceros, publicada en BOE número 56 de 6 de marzo de 2002.
- Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones, publicada en BOE número 139 de 11 de junio de 2002.
- Orden FOM/891/2004, de 1 de marzo, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a firmes y pavimentos, publicada en BOE número 83 de 6 de abril de 2004.
- Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos, publicada en BOE número 3 de 3 de enero de 2015.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, publicado en BOE número 256 de 25 de octubre de 1997.

## **2.4. Seguridad y salud**

- Ley 31/95, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/97. Reglamento de los servicios de Prevención.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el 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 en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 50/98. Modificación de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.
- 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.
- Real Decreto 130/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el reglamento de explosivos.
- Ley 16/1987, de 30 de julio, de Ordenación de los Transportes Terrestres.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- 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 773/97. Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 488/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 487/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/97. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/97. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras
- Orden de 9 de Marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y sus modificaciones posteriores.
- Estatuto de los trabajadores.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Código de circulación.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad, Higiene y Medicina del Trabajo, que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.

## **2.5. Impacto ambiental y contaminación atmosférica**

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

- Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.

## 2.6. Otras

- Ordenanzas Municipales en vigor.
- Cualquier disposición de nueva aparición que pueda complementar y/o modificar las anteriores.

## 3. EMPLAZAMIENTO

---

La nueva subestación, se encuentra ubicada en el término municipal de Tafalla (Navarra), en la parcela 242-243 del polígono 6. El acceso se realizará desde la red de viales que se construirá para la planta fotovoltaica aledaña.

- Zona: 30 T
- Altitud: 415 m.s.n.m.
- Coordenadas UTM ETRS89:

Punto	X	Y
1	607934,69	4706401,86
2	607964,98	4076370,96
3	607904,70	4706311,87
4	607874,41	4706342,78

*Tabla 2: Vértices de la Subestación PROMOTORES TAFALLA 66/220 kV.*

La subestación ocupará aproximadamente 3. 992,12 m<sup>2</sup> de los cuales 73,27 m<sup>2</sup> corresponderán al edificio aproximadamente.

## 4. DESCRIPCIÓN DE LA SUBESTACIÓN

---

La subestación estará formada por un parque de intemperie de 66/220 kV en configuración simple barra.

El edificio de control albergará las cabinas de media tensión y los cuadros de protección, control y servicios auxiliares.

La parte de 66 kV constará de los siguientes elementos:

### 4.1. Nivel de 66 kV (intemperie)

**Posición de línea 1**, formada por los siguientes elementos:

- Un (1) juego de tres autoválvulas de protección de línea.
- Un (1) juego de tres transformadores de tensión para medida y protección.
- Un (1) seccionador tripolar de línea, con cuchillas de puesta a tierra.
- Un (1) juego de transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un (1) interruptor automático tripolar en SF<sub>6</sub>.
- Un (1) seccionador tripolar de barras.

**Posición de línea 2**, formada por los siguientes elementos:

- Un (1) juego de tres autoválvulas de protección de línea.
- Un (1) juego de tres transformadores de tensión para medida y protección.
- Un (1) seccionador tripolar de línea, con cuchillas de puesta a tierra.
- Un (1) juego de transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un (1) interruptor automático tripolar en SF<sub>6</sub>.
- Un (1) seccionador tripolar de barras.

**Posición de barra**, formada por los siguientes elementos:



- Sistema de barras principales con capacidad para tres posiciones.
- Un (1) juego de tres transformadores de tensión inductivos, para medida de tensión de barras.

**Posición de transformador** en su lado de conexión con el sistema de 66 kV intemperie, formada por los siguientes elementos:

- Un (1) seccionador tripolar de barras.
- Un (1) interruptor automático tripolar en SF<sub>6</sub>.
- Un (1) juego de transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un (1) juego de tres autoválvulas de protección.

#### **4.2. Nivel de 220 kV (intemperie)**

La instalación correspondiente al nivel de 220 kV posee una configuración formada por los siguientes elementos:

- Un (1) juego de tres autoválvulas de protección de línea.
- Un (1) juego de tres transformadores de tensión para medida y protección.
- Un (1) seccionador tripolar de línea, con cuchillas de puesta a tierra.
- Un (1) interruptor automático tripolar en SF<sub>6</sub>.
- Un (1) juego de transformadores de intensidad para medida y protección.
- Un (1) seccionador tripolar de línea, con cuchillas de puesta a tierra.
- Un (1) juego de tres autoválvulas de protección de trafo.
- Un (1) transformador de potencia de 90/120/140 MVA ONAN / ONAF/ODAF

#### **4.3. Nivel de 30 kV (interior)**

Consiste en un conjunto de celdas de 36 kV de aislamiento SF<sub>6</sub> en un embarrado, con las siguientes funciones:

- Una (1) celda de protección de transformador de servicios auxiliares
- Una celda de protección de línea, para la conexión de las líneas procedentes del arrollamiento terciario del transformador de potencia.

Además dispondrá de:

- Sistema integrado de control y protección consistente en cuadros de mando, medida, protección y control, consola de operación local, RTU.
- Servicios auxiliares constituidos por un transformador de MT/BT de 100 kVA, cuadros de distribución de corriente alterna y continua y por las baterías de corriente continua.
- Sistema de comunicaciones en tiempo real mediante fibra óptica.
- Sistema de medida de energía para facturación.

El transformador de servicios auxiliares se ubicará en una sala destinada solo para albergar este trafo.

#### **4.4. Datos básicos de diseño**

La aparamenta a instalar cumple con los siguientes valores mínimos para cada uno de los niveles de tensión aplicables en la instalación:

Nivel de tensión	66 kV	220 kV
Tensión nominal (kV ef.)	66	220
Tensión más elevada para el material (kV ef.)	72,5	245
Frecuencia nominal (Hz)	50	50
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta)	170	1.050
Tensión soportada a frecuencia industrial (1 min. 50 Hz)	70	460
Intensidad de cortocircuito, (kA)	25	40
Duración del defecto trifásico (s)	0,5	0,5
Intensidad primario transformador (A)	1.225	



Intensidad secundario transformador (A)	368
Intensidad posición de línea salida a SET TAFALLA (A)	368
Intensidad de posición de línea entrada 1	
Planta solar fotovoltaica: <b>ABETO NEW ENERGY</b> (A)	624
Intensidad de posición de línea entrada 2	
Parque eólico: <b>PE La Lobera-MTDE</b> (A)	219

#### 4.5. Sistema de 220 kV

El sistema en el nivel de 220 kV está compuesto por elementos localizados en el parque exterior.

Los elementos principales que constituyen este sistema es el transformador de potencia, autoválvulas, transformadores de intensidad, transformadores de tensión, seccionadores e interruptores automáticos.

La selección de estos elementos se realiza conforme a las características propias de la instalación, para la correcta operación tanto en condiciones normales como en situaciones de funcionamiento anormalmente extremas.

La disposición espacial de la aparamenta se realizará de acuerdo a la reglamentación vigente y a otras consideraciones prácticas con objeto de facilitar las operaciones requeridas durante el montaje y mantenimiento.

Todos los elementos que constituyen la aparamenta de la posición tendrán características similares, salvo que se indiquen expresamente las diferencias existentes.

##### 4.5.1. Autoválvulas

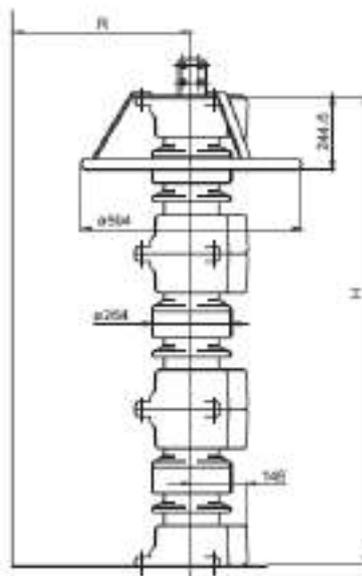
Estos elementos protegen a la instalación de averías ocasionadas por sobretensiones de tipo atmosférico originadas en la red. Se instalarán dos juegos de pararrayos, uno junto al transformador de potencia, otro a la línea de salida y otro a la llegada de la línea.

Las autoválvulas seleccionadas para esta instalación tienen las siguientes características:

Tipo..... Óxido de Zinc

Tensión máxima de servicio (Um) ..... 228 kV  
 Tensión Asignada (Ur) ..... 180 kV  
 Clase de descarga ..... cl 3  
 Línea de fuga mínima ..... 25 mm/kV  
 Intensidad nominal de descarga cresta ..... 10 kA  
 Servicio ..... Intemperie

Se instalará un contador de descargas individual para cada una de las autoválvulas.



Tensión Asignada Ur (kV eficaces)	Tensión Continua Uc* (kV eficaces)	Altura total H mm	Distancia en el aire mm	Peso neto kg	Separaciones mínimas	
					A ** mm	R*** mm
228	180	6187	247	2775	2337	1803

#### 4.5.2. Seccionador de línea

Se instalará un seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra en la entrada de la línea de 220 kV. Cumplirá la misión de aislar la instalación de la red efectuando un corte visible además



de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación transformadora.

Características generales:

Construcción ..... Triple columna (central giratoria)

Nº de unidades ..... 1

Tensión de servicio ..... 220 kV

Tensión más elevada para el material ..... 245 kV

Intensidad nominal ..... 2.000 A

Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) ..... 40 kA

Tensión de ensayo a Tierra y Polos:

A frecuencia industrial bajo lluvia ..... 460 kV

A impulso ..... 1.050 kV

Accionamiento cuchillas principales ..... Mando motorizado 110/125 Vcc

Cuchillas de tierra ..... Sí

Accionamiento cuchillas de tierra ..... Mando motorizado 110/125 Vcc

Altitud ..... <1.000 m.s.n.m.

Los seccionadores serán del tipo rotativo de tres columnas, con doble apertura lateral.

Se ha seleccionado un seccionador de MESA modelo SG3T-245/1.250, para la posición de línea.

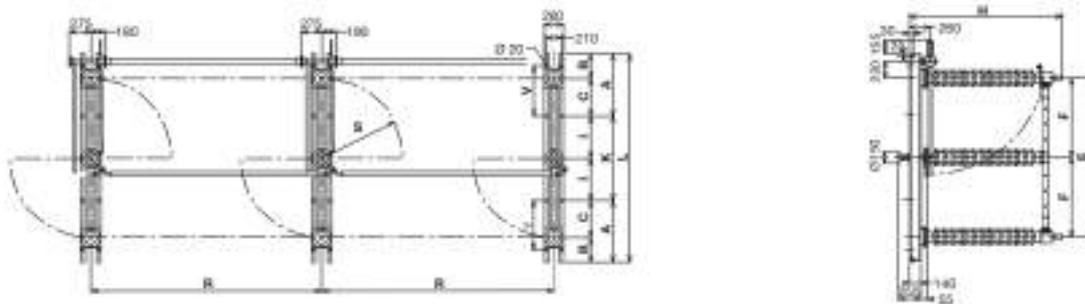
Las características de estos seccionadores son:

Tensión nominal (kV)	Intensidad nominal (A)	Tensión de ensayo				Intensidad de corta duración (Valor eficaz) (KA)	Valor de cresta de la intensidad (KA)	Tipo de aislador
		A tierra y entre polos	Sobre la dist. de secc.					
		A frecuencia industrial bajo lluvia	A impulso	A frecuencia industrial bajo lluvia	A impulso			

245	2.000	460	1.050	530	1200	40	100	C4-1050
-----	-------	-----	-------	-----	------	----	-----	---------

Peso Kg	Dimensiones (mm)														
	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	M	R	S	V	

2.145	715	315	400	-	3000	1.500	2783	1100	2200	3630	-	4500	1450	500
-------	-----	-----	-----	---	------	-------	------	------	------	------	---	------	------	-----



Para los seccionadores de Línea:

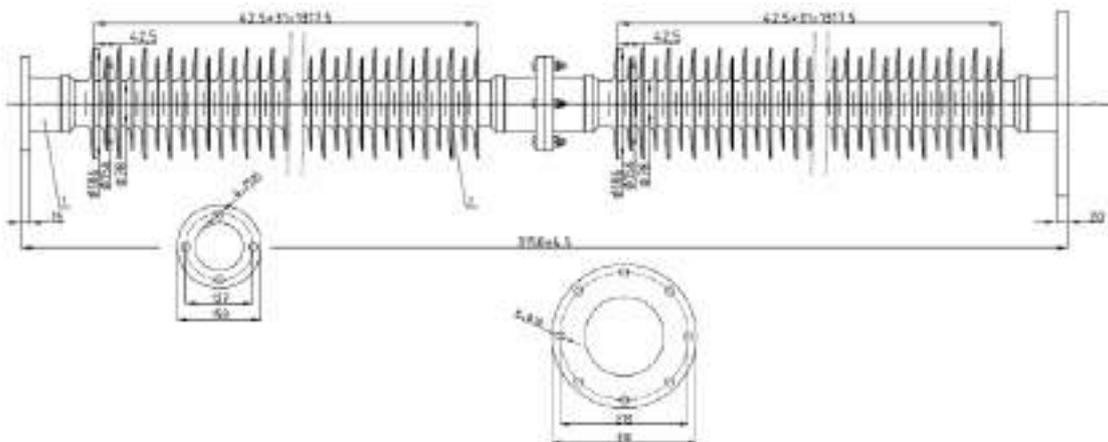
- Accionamiento cuchillas principales ..... Mando motorizado 110/125 Vcc
- Cuchillas de tierra..... Sí
- Accionamiento cuchillas de tierra ..... Mando motorizado 110/125 Vcc
- Altitud..... <1.000 m.s.n.m.

Este seccionador es válido para la intensidad mínima de 1.000 A reflejada en el esquema unifilar.

#### 4.5.1. Aislador de apoyo

Los aisladores de apoyo a instalar serán el modelo AIPO 4005P 8kN de Envertec o similar. Sera na aislador de apoyo adecuados para zonas de muy alta contaminación. Nivel IV 31,5 mm/kV. Recubrimiento continuo de silicona tipo HTV.

Tensión de servicio Ur/kV	Línea de fuga C.D. mm	Línea Min. Dist, Arco A.D./mm	Carga mecánica (SCL-kN)	Tensiones de ensayo 1,2 BIL kV	50 Hz/kV Wet/kV	Altura L mm
400	12.600	1.500	5	1.450	950	3.150



#### 4.5.2. Interruptor automático

Se instalarán interruptores automáticos con las siguientes características generales:

- Tipo..... Trifásico
- Instalación ..... Intemperie
- Servicio ..... Continuo
- Aislamiento interno y fluido extintor ..... SF<sub>6</sub>
- Altitud..... 1.000 m
- Temperatura ambiente (Max / min.) .....40°C / -25°C



Tensión de servicio..... 220 kV

Tensión más elevada para el material..... 245 kV

Frecuencia ..... 50 Hz

Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) ..... 460 kV

Tensión soportada a impulsos tipo atmosférico (LIWL) ..... 1.050 kV

Intensidad Nominal ..... 4.000 A

Corriente asignada de corta duración (3 s) ..... 40 kA

Poder de corte asignado en cortocircuito..... 40 kA

Poder de cierre asignado en cortocircuito..... 125 kA cresta

Secuencia de maniobras ..... O - 0.3s - CO - 3 min - CO

Accionamiento:

Uni / tripolar..... Tripolar

Tipo..... Electromecánico, tensado de resortes.

Tensión motor ..... 110/125 Vcc

Tensión mando ..... 110/125 Vcc

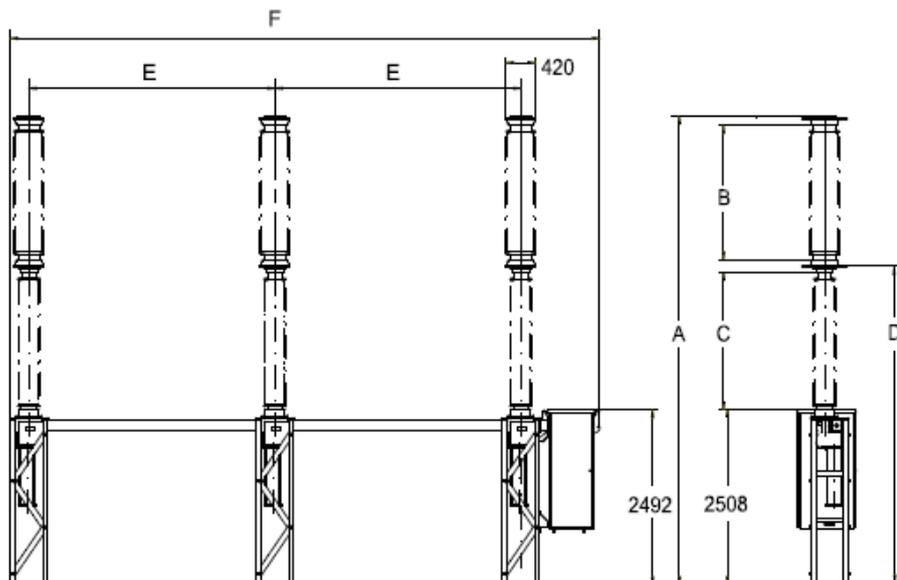
Aislamiento externo ..... Porcelana marrón

Equipado con:

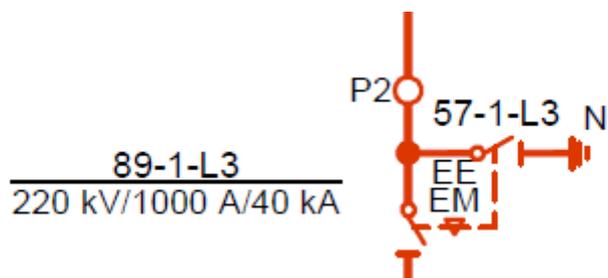
- Motor, bobinas de cierre y apertura
- Relés antibombeo y resistencia anticondensación
- Manómetros y densímetros para vigilancia de presión (uno por polo con tres niveles de detección ajustables)
- Contactos auxiliares de posición de interruptor
- Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando

Se ha seleccionado un interruptor modelo LTB 245E1 de ABB, o similar con las siguientes características:

Tensión nominal	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)
245 kV	6.703	1.914	1.955	4.544	3.500	8.390



El interruptor tendrá una intensidad nominal de 4.000 A y estará regulado a 1.000 A, tal y como viene reflejado en la intensidad del esquema unifilar.





### 4.5.3. Transformadores de intensidad

La función de un transformador de intensidad es la de adaptar los valores de intensidad que circula por la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser captados por los equipos de protección y medida.

Se instalará un juego de transformadores de intensidad, con un transformador por fase en cada posición de línea y en cada posición de trafo.

#### POSICIÓN DE LÍNEA

Servicio ..... Intemperie

Nº de unidades ..... 3

Tensión de servicio ..... 220 kV

Tensión más elevada para el material ..... 245 kV

Relación de transformación ..... 400 / 5-5-5-5-5-5 A

#### Secundario 1

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... CI 5P20

#### Secundario 2

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... CI 5P20

#### Secundario 3

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... CI 0,2S

#### Secundario 4

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... CI 0,5 5P20

#### Secundario 5

Potencia nominal ..... 50 VA



Clase de precisión.....	CI 5P20
Sobreintensidad en permanencia .....	1,2 In
Intensidad límite térmica (1 segundo) .....	80·In (min 25 kA)
Intensidad límite dinámica.....	200·In (min 63 kA)
Niveles de aislamiento:	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	460 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	1.050 Kv

#### 4.5.4. Transformadores de tensión en línea

La función de un transformador de tensión es la de adaptar los valores de la tensión de la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser utilizados por los relés de protección y los aparatos de medida.

Se instalará un juego de transformadores de tensión, con un transformador por fase.

Características generales:

##### POSICIÓN DE LÍNEA:

Servicio .....	Intemperie
Nº de unidades.....	3
Tensión de servicio .....	220 kV
Tensión más elevada para el material.....	245 kV
Relación de transformación .....	$220.000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}$ V
Secundario 1	
Potencia nominal .....	100 VA
Clase de precisión .....	CI 0,5-P
Secundario 2	
Potencia nominal .....	100 VA



Clase de precisión .....	Cl 0,5-P
Secundario 3	
Potencia nominal .....	50 VA
Clase de precisión .....	Cl 0,2
Factor de tensión 8 horas.....	1,5·Un
Sobretensión en permanencia .....	1,2·Un
Niveles de aislamiento:	
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) .....	460 kV
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) .....	1.50 Kv

#### 4.5.5. Transformadores de potencia

A continuación se describen las principales características de los transformadores de potencia a instalar objeto de esta memoria.

Potencia nominal .....	90/120/140 MVA ONAN / ONAF/ODAF
Tipo.....	Trifásico en baño de aceite mineral
Tensión primaria en vacío .....	220.000 V
Regulación lado AT .....	En carga, automático motorizado 21 tomas $\pm 10 \times 1\%$
Tensión secundaria en vacío .....	66.000 V
Servicio .....	Continuo
Instalación .....	Intemperie
Grupo de conexión .....	YNynO+d
Tensión de cortocircuito .....	14 %
Frecuencia .....	50 Hz
Temperatura ambiente (Máx / mín) .....	40°C / -25°C
Altitud.....	< 1.000 m.s.n.m.
Características generales:	
Construido según normas .....	CEI-76 / UNE 20101

Los transformadores de potencia poseerán las siguientes características constructivas:

- Tapa de acero laminada en caliente, reforzada con perfiles, resistente al vacío de 0,5 mm de Hg y a una sobrepresión interna de 350 milibares.
- Radiadores galvanizados adosados a la cuba mediante válvulas de independización.
- Arrollamientos de cobre electrolítico de alta conductividad, independientes y aislados entre sí.
- Circuito magnético constituido por tres columnas y culatas en estrella, formadas por láminas de acero al silicio, laminadas en frío, de grano orientado. Todas las uniones se realizarán a 45º solapadas.
- Circuito magnético puesto a tierra mediante conexiones de cobre, a través de la cuba.

Los transformadores incorporarán al menos los siguientes accesorios:

- Depósito de expansión de transformador
- Depósito de expansión de cambiador de tomas
- Desecadores de aire
- Válvula de sobrepresión
- Relé Buchholz
- Relé Buchholz de cambiador de tomas
- Dispositivo de recogida de gases
- Termómetro
- Termostato
- Cambiador de tomas en primario en carga de 21 escalones.
- Placas de toma de tierra bimetálicas
- Ruedas orientables en las dos direcciones principales
- Soporte para apoyo de gatos hidráulicos

- Elementos de elevación, arrastre, desencubado y fijación para el transporte
- Sonda de medida de temperatura tipo PT-100
- Caja de conexiones
- Placa de características de acero inoxidable, grabada en bajorrelieve con los datos principales del transformador, así como un esquema de conexiones

#### 4.5.6. Conexión entre aparatos

Para las conexiones entre aparatos en el parque intemperie se empleará un conductor Aleación de aluminio desnudo ASTER 1144, que posee las siguientes características:

Designación .....	ASTER 1144
Sección .....	1144 mm <sup>2</sup>
Diámetro .....	44 mm
Resistencia.....	0,0293 Ohm/km
Peso .....	3348 kg/km
Intensidad de cortocircuito .....	106 kA
Norma.....	EN 50182; IEC61089

La configuración seleccionada será la siguiente:

- SIMPLEX para la posición de línea

Las conexiones entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizarán a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, diseños circulares y equipados con tornillería de acero inoxidable.

#### 4.6. Sistema de 66 kV

El sistema en el nivel de 66 kV está compuesto por elementos localizados en el parque exterior.

Los elementos principales que constituyen este sistema es el transformador de potencia, autoválvulas, transformadores de intensidad, transformadores de tensión, seccionadores e interruptores automáticos.



La selección de estos elementos se realiza conforme a las características propias de la instalación, para la correcta operación tanto en condiciones normales como en situaciones de funcionamiento anormalmente extremas.

La disposición espacial de la aparamenta se realizará de acuerdo a la reglamentación vigente y a otras consideraciones prácticas con objeto de facilitar las operaciones requeridas durante el montaje y mantenimiento.

Todos los elementos que constituyen la aparamenta de la posición tendrán características similares, salvo que se indiquen expresamente las diferencias existentes.

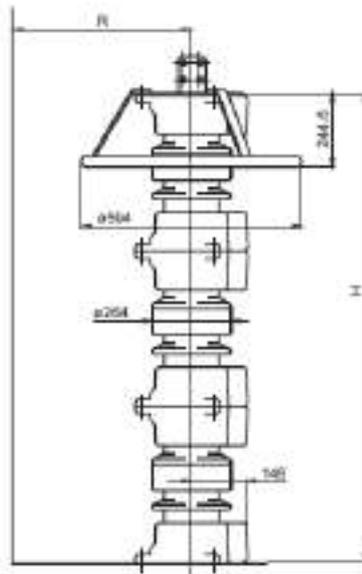
#### 4.6.1. Autoválvulas

Estos elementos protegen a la instalación de averías ocasionadas por sobretensiones de tipo atmosférico originadas en la red. Se instalarán tres juegos de pararrayos, uno junto al transformador de potencia, otro a la línea de salida y otro a la llegada de la línea.

Las autoválvulas seleccionadas para esta instalación tienen las siguientes características:

Tipo.....	Óxido de Zinc
Tensión máxima de servicio (Um) .....	72 kV
Tensión Asignada (Ur) .....	57 kV
Clase de descarga .....	cl 3
Línea de fuga mínima .....	25 mm/kV
Intensidad nominal de descarga cresta .....	10 kA
Servicio .....	Intemperie

Se instalará un contador de descargas individual para cada una de las autoválvulas.



Tensión Asignada Ur (kV eficaces)	Tensión Continua Uc* (kV eficaces)	Altura total H mm	Distancia en el aire mm	Peso neto kg	Separaciones mínimas	
					A ** mm	R*** mm
72	57	1831	70,3	783	787	533

#### 4.6.2. Seccionador de línea 1 y línea 2

Se instalará un seccionador tripolar con cuchillas de puesta a tierra en la entrada de las líneas de 66 kV. Cumplirá la misión de aislar la instalación de la red efectuando un corte visible además de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación transformadora.

Características generales:

Construcción .....Triple columna (central giratoria)

Tensión de servicio ..... 66 kV

Tensión más elevada para el material..... 72,5 kV

Intensidad nominal.....2.000 A



Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) ..... 31,5 kA

Tensión de ensayo a Tierra y Polos:

A frecuencia industrial bajo lluvia ..... 140 kV

A impulso ..... 325 kV

Accionamiento cuchillas principales ..... Mando motorizado 110/125 Vcc

Cuchillas de tierra ..... Sí

Accionamiento cuchillas de tierra ..... Mando motorizado 110/125 Vcc

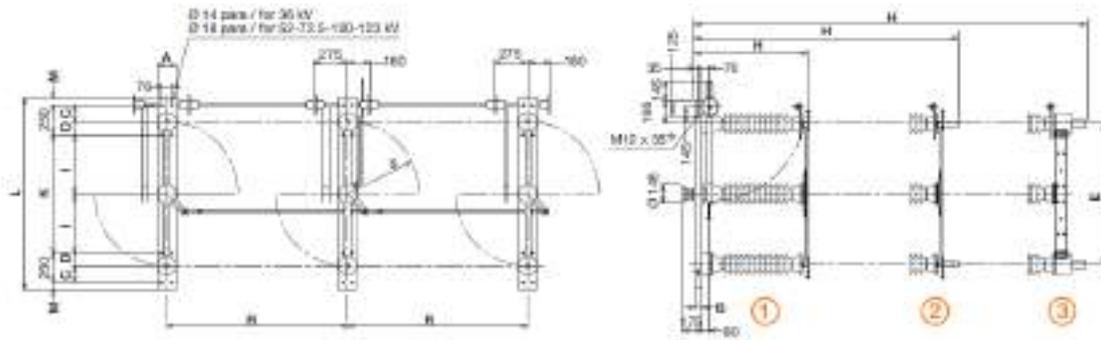
Altitud ..... <1.000 m.s.n.m.

Los seccionadores serán del tipo rotativo de tres columnas, con doble apertura lateral.

Se ha seleccionado un seccionador de MESA modelo SG3C-72/2.000, para la posición de línea con puesta a tierra. Las características de estos seccionadores son:

Tensión nominal (kV)	Intensidad nominal (A)	Tensión de ensayo				Intensidad de corta duración (Valor eficaz) (KA)	Valor de cresta de la intensidad (KA)	Tipo de aislador
		A tierra y entre polos		Sobre la dist. de secc.				
		A frecuencia industrial bajo lluvia	A impulso	A frecuencia industrial bajo lluvia	A impulso			
72,5	2.000	140	325	160	375	40	100	C4-325

Peso Kg	Dimensiones (mm)													
	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	M	R	S	V
660	160	65	145	105	1200	600	1070	495	990	1590	50	1500	568	-



Para los seccionadores de Línea:

Accionamiento cuchillas principales .....	Mando motorizado 110/125 Vcc
Cuchillas de tierra.....	Sí
Accionamiento cuchillas de tierra .....	Mando motorizado 110/125 Vcc
Altitud.....	<1.000 m.s.n.m.

Este seccionador es válido para la intensidad mínima de 1.000 A reflejada en el esquema unifilar.

#### 4.6.1. Seccionador de Barras

Se instalará un seccionador tripolar. Cumplirá la misión de aislar la instalación de la red efectuando un corte visible además de proporcionar una puesta a tierra para operaciones de mantenimiento sin tensión sobre la subestación transformadora.

Características generales:

Construcción .....	Triple columna (central giratoria)
Tensión de servicio .....	66 kV
Tensión más elevada para el material.....	72,5 kV
Intensidad nominal.....	1.250 A
Intensidad máxima de corta duración (valor eficaz) .....	31,5 kA

Tensión de ensayo a Tierra y Polos:



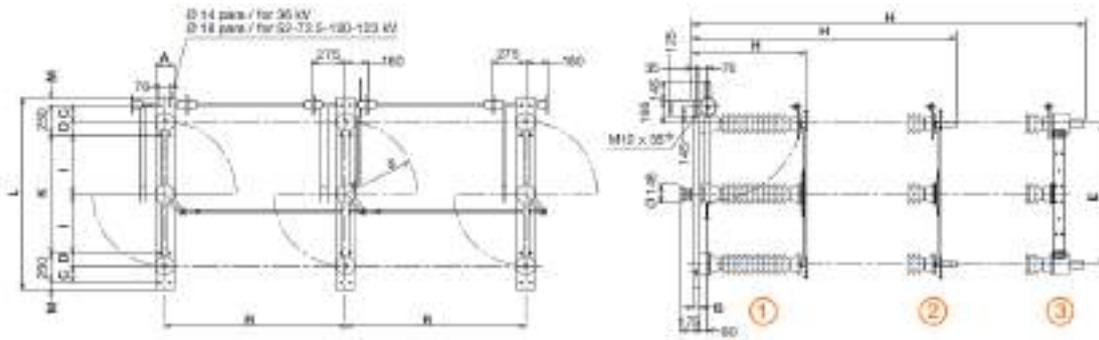
A frecuencia industrial bajo lluvia .....	140 kV
A impulso.....	325 kV
Accionamiento cuchillas principales .....	Mando motorizado 110/125 Vcc
Cuchillas de tierra.....	Sí
Accionamiento cuchillas de tierra.....	Mando motorizado 110/125 Vcc
Altitud.....	<1.000 m.s.n.m.

Los seccionadores serán del tipo rotativo de tres columnas, con doble apertura lateral.

Se ha seleccionado un seccionador y modelo SG3C-72/1.250 sin puesta a tierra para la posición de barras. Las características de estos seccionadores son:

Tensión nominal (kV)	Intensidad nominal (A)	Tensión de ensayo				Intensidad de corta duración (Valor eficaz) (KA)	Valor de cresta de la intensidad (KA)	Tipo de aislador
		A tierra y entre polos		Sobre la dist. de secc.				
		A frecuencia industrial bajo lluvia	A impulso	A frecuencia industrial bajo lluvia	A impulso			
72,5	1250	140	325	160	375	31,5	100	C4-325

Peso Kg	Dimensiones (mm)													
	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	M	R	S	V
580	160	65	145	105	1200	600	1.568	495	990	1.590	50	1500	568	-



Para los seccionadores de barras:

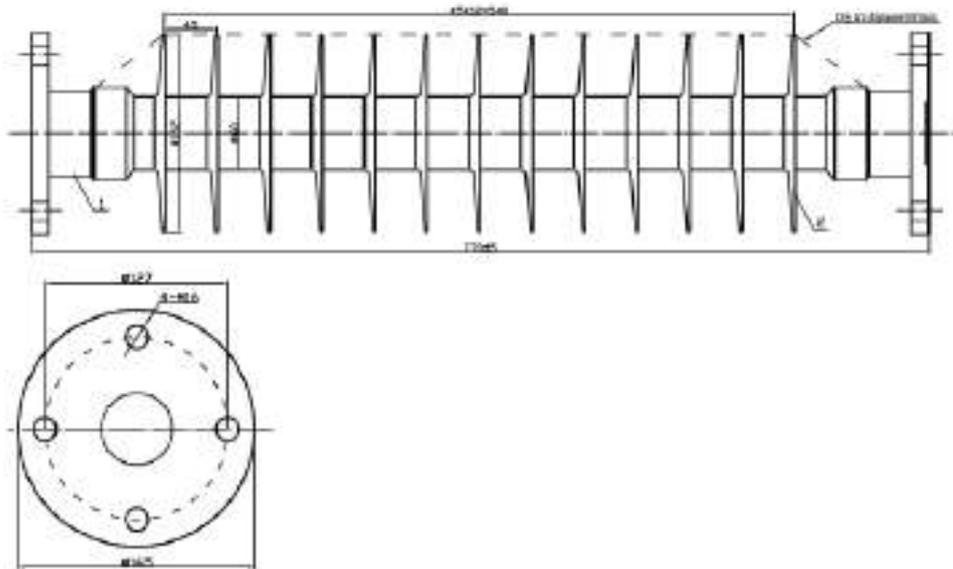
Accionamiento cuchillas principales .....Mando motorizado 110/125 Vcc  
 Cuchillas de tierra..... No  
 Accionamiento cuchillas de tierra ..... No  
 Altitud..... < 1.000 m.s.n.m.

Este seccionador es válido para la intensidad mínima de 1.000 A reflejada en el esquema unifilar para la posición de barras de las líneas y de 2.000 A para la posición de barras del lado del trafo de 66 kV.

#### 4.6.2. Aislador de apoyo

Los aisladores de apoyo a instalar serán el modelo AIPO 726 P de Envertec o similar. Sera na aislador de apoyo adecuados para zonas de muy alta contaminación. Nivel IV 31,5 mm/kV. Recubrimiento continuo de silicona tipo HTV.

Tensión de servicio Ur/kV	Línea de fuga C.D. mm	Línea Min. Dist, Arco A.D./mm	Carga mecánica (SCL-kN)	Tensiones de ensayo 1,2 BIL kV	50 Hz/kV Wet/kV	Altura L mm
66/72,5	1.830	635	6	325	140	770



#### 4.6.3. Interruptor automático

Se instalarán interruptores automático para la posición de transformador y la posición de línea, con las siguientes características generales:

Tipo..... Trifásico

Instalación ..... Intemperie

Servicio ..... Continuo

Aislamiento interno y fluido extintor ..... SF<sub>6</sub>

Altitud..... 1.000 m

Temperatura ambiente (Max / min.) ..... 40°C / -25°C

Tensión de servicio..... 66 kV

Tensión más elevada para el material..... 72,5 kV

Frecuencia ..... 50 Hz

Niveles de aislamiento:

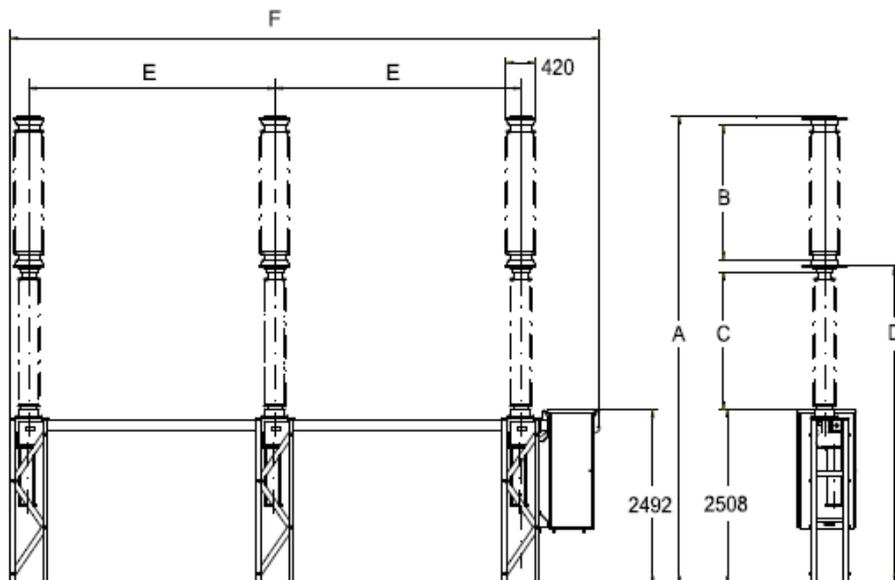
Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) ..... 140 kV



Tensión soportada a impulsos tipo atmosférico (LIWL) .....	325 kV
Intensidad Nominal .....	2.000 A
Corriente asignada de corta duración (3 s) .....	31,5 kA
Poder de corte asignado en cortocircuito.....	31,5 kA
Poder de cierre asignado en cortocircuito.....	125 kA cresta
Secuencia de maniobras .....	O - 0.3s - CO - 3 min - CO
Accionamiento:	
Uni / tripolar.....	Tripolar
Tipo.....	Electromecánico, tensado de resortes.
Tensión motor .....	110/125 Vcc
Tensión mando .....	110/125 Vcc
Aislamiento externo .....	Porcelana marrón
Equipado con:	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Motor, bobinas de cierre y apertura</li><li>• Relés antibombeo y resistencia anticondensación</li><li>• Manómetros y densímetros para vigilancia de presión (uno por polo con tres niveles de detección ajustables)</li><li>• Contactos auxiliares de posición de interruptor</li><li>• Manivela para tensado manual del resorte de cierre de mando</li></ul>	

Se ha seleccionado un interruptor modelo LTB 72,5E1 de ABB, o similar con las siguientes características:

Tensión nominal	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)
72,5 kV	4.790	1.292	655	3.244	1.100	3.590



El interruptor tendrá una intensidad nominal de 4.000 A y estará regulado a 2.000 A para la posición de trafo y a 1.000 A para la posición de línea 1 y 2, y tal y como viene reflejado en la intensidad del esquema unifilar.

#### 4.6.4. Transformadores de intensidad

La función de un transformador de intensidad es la de adaptar los valores de intensidad que circula por la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser captados por los equipos de protección y medida.

Se instalará un juego de transformadores de intensidad, con un transformador por fase en cada posición de línea y en cada posición de trafo.



POSICIÓN DE LÍNEA Nº 1

Servicio ..... Intemperie

Tensión de servicio ..... 66 kV

Tensión más elevada para el material ..... 72,5 kV

Relación de transformación ..... 300 / 5-5-5-5-5 A

Secundario 1

Potencia nominal.....20 VA

Clase de precisión..... CI 0,2S

Secundario 2

Potencia nominal.....50 VA

Clase de precisión..... CI 0,5

Secundario 3

Potencia nominal.....50 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

Secundario 4

Potencia nominal.....50 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

Secundario 5

Potencia nominal.....50 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

Sobreintensidad en permanencia ..... 1,2 In

Intensidad límite térmica (1 segundo) .....80·In (min 25 kA)

Intensidad límite dinámica ..... 200·In (min 63 kA)

Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) ..... 70 kV



Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50  $\mu$ s) ..... 170 Kv

POSICIÓN DE LÍNEA Nº 2

Servicio ..... Intemperie

Tensión de servicio ..... 66 kV

Tensión más elevada para el material ..... 72,5 kV

Relación de transformación ..... 700 / 5-5-5-5-5 A

Secundario 1

Potencia nominal.....20 VA

Clase de precisión..... CI 0,2S

Secundario 2

Potencia nominal.....50 VA

Clase de precisión..... CI 0,5

Secundario 3

Potencia nominal.....50 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

Secundario 4

Potencia nominal.....50 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

Secundario 5

Potencia nominal.....50 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

Sobreintensidad en permanencia ..... 1,2 In

Intensidad límite térmica (1 segundo) .....80·In (min 25 kA)

Intensidad límite dinámica ..... 200·In (min 63 kA)

Niveles de aislamiento:



Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) ..... 70 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50  $\mu$ s) ..... 170 Kv

#### POSICIÓN DE TRAFIO

Servicio ..... Intemperie

Tensión de servicio ..... 66 kV

Tensión más elevada para el material ..... 72,5 kV

Relación de transformación ..... 1500 / 5-5-5-5 A

#### Secundario 1

Potencia nominal..... 10 VA

Clase de precisión..... CI 0,2S

#### Secundario 2

Potencia nominal..... 20 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

#### Secundario 3

Potencia nominal..... 20 VA

Clase de precisión..... CI 5P20

Sobreintensidad en permanencia ..... 1,2 In

Intensidad límite térmica (1 segundo) ..... 80·In (min 25 kA)

Intensidad límite dinámica ..... 200·In (min 63 kA)

#### Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) ..... 70 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50  $\mu$ s) ..... 170 kV



#### 4.6.5. Transformadores de tensión en barras

La función de un transformador de tensión es la de adaptar los valores de la tensión de la instalación a niveles lo suficientemente bajos para ser utilizados por los relés de protección y los aparatos de medida.

Se instalará un juego de transformadores de tensión, con un transformador por fase.

Características generales:

##### POSICIÓN DE BARRA:

Servicio ..... Intemperie

Nº de unidades ..... 3

Tensión de servicio ..... 66 kV

Tensión más elevada para el material ..... 72,5 kV

Relación de transformación .....  $66.000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}$  V

##### Secundario 1

Potencia nominal ..... 10 VA

Clase de precisión ..... Cl 0,2

##### Secundario 2

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... 3P

##### Secundario 3

Potencia nominal ..... 30 VA

Clase de precisión ..... Cl 0,5

Factor de tensión 8 horas .....  $1,5 \cdot U_n$

Sobretensión en permanencia .....  $1,2 \cdot U_n$

Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) ..... 70 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50  $\mu$ s) ..... 170 kV



POSICIÓN DE LINEA 1 y 2:

Servicio ..... Intemperie

Nº de unidades ..... 3

Tensión de servicio ..... 66 kV

Tensión más elevada para el material ..... 72,5 kV

Relación de transformación .....  $66.000/\sqrt{3}:110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}-110/\sqrt{3}$  V

Secundario 1

Potencia nominal ..... 20 VA

Clase de precisión ..... CI 0,2

Secundario 2

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... CI 0,5

Secundario 3

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... CI 5P20

Secundario 4

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... CI 5P20

Secundario 5

Potencia nominal ..... 50 VA

Clase de precisión ..... CI 5P20

Factor de tensión 8 horas ..... 1,5·Un

Sobretensión en permanencia ..... 1,2·Un

Niveles de aislamiento:

Tensión a frecuencia industrial (50 Hz, 1 min) ..... 70 kV

Tensión soportada a impulsos tipo rayo (1,2/50 µs) ..... 170 kV

#### 4.6.6. Cajas de puesta a tierra de las pantallas

Se instalarán cajas de puesta a tierra para alojar las conexiones de las pantallas de los conductores.

Esta caja pueden incluirá limitadores de tensión al tratarse de una caja de puesta a tierra con cruzamiento de pantallas.

Las cajas de conexión de pantallas serán trifásicas y dispondrán de una envolvente preparada para alojar las conexiones de las pantallas, los cables de conexión a tierra y los limitadores de tensión asociados en caso necesario.

Serán accesibles mediante útil específico o llave para permitir la realización de los ensayos de puesta en servicio y de mantenimiento periódico del sistema de cable. Para facilitar estas operaciones, no contendrán ningún tipo de rellenos y las conexiones de las pantallas de los cables entre sí y con la red de tierras local se realizarán con pletinas desmontables.

Las envolventes estarán fabricadas en acero galvanizado o acero inoxidable y serán capaces de contener los efectos de fallo térmico o eléctrico de cualquiera de los elementos alojados en ellas sin que se produzcan daños a elementos externos vecinos. Además deberán estar conectadas siempre a tierra por medio de una conexión independiente de la puesta a tierra de los elementos contenidos en su interior.

Estarán provistas de una pantalla aislante y transparente que evite contactos accidentales a elementos en tensión cuando la caja esté abierta, de forma que tenga un grado de protección IPXXB con la tapa abierta. En sitio visible, dispondrán de una etiqueta que muestre la línea a la que pertenecen y el esquema de conexión y, en su exterior, estarán identificadas mediante el símbolo normalizado de peligro tensión según el RD 485/1997.

Las dimensiones para la tensión de 66 kV máximas serán las siguientes:

- Altura: 1.150 mm
- Anchura: 970 mm
- Profundidad: 720 mm

Estarán preparadas para ser instaladas a la tensión de 66 kV, sección de pantalla 165 mm<sup>2</sup> e intensidad de cc de 36,7 kA a 0,5 s.

Según el lugar de instalación se diferencian dos tipos:

- Exteriores: estarán preparadas para su fijación sobre torres y sobre pórtico a la intemperie, con una tapa practicable que deberá cerrarse mediante candado de seguridad. Cumplirán un grado de protección IP55 según UNE 20324 y un grado de protección mecánica frente a impactos IK10 según EN 50102. En nuestro caso serán las de los terminales.
- Subterráneas: estarán preparadas para su fijación a nivel de suelo y enterradas. La tapa y el cuerpo de la caja deberán cerrarse mediante tornillería inoxidable. Cumplirán un grado de protección IP68 con la totalidad de la caja a un metro de profundidad según UNE 20324 y un grado de protección mecánica IK10 según EN 50102. En nuestro caso, serán las de los empalmes.

Los tipos de conexión serán:

- Terminales: En estas cajas se reciben las pantallas que se pondrán a tierra de forma directa o a través de limitadores de tensión.
- Empalmes: En estas cajas se reciben las pantallas que se conectarán siguiendo una alguna de las configuraciones mencionadas anteriormente.



#### 4.6.6.1. Limitadores de tensión (SVL)

Los limitadores de tensión para las pantallas son dispositivos con características tensión-corriente fuertemente no lineal, destinados a limitar las diferencias de potencial transitorias que, con ocasión de sobretensiones de impulsos, atmosféricas o de maniobra, pueden aparecer entre elementos del circuito de pantallas con rigidez dieléctrica limitada.

Serán de óxido de cinc (ZnO) y estarán dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito.

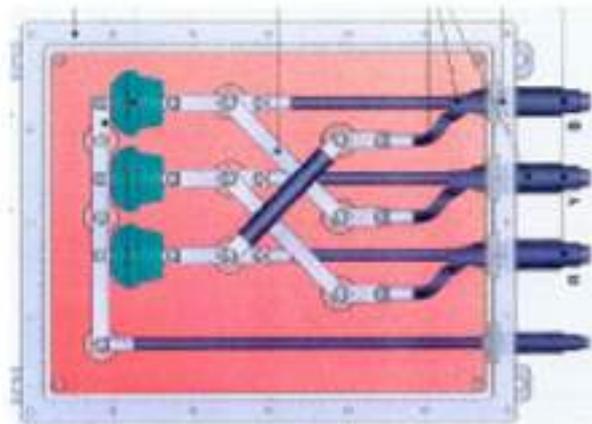
Sin embargo, deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles.

Las tensiones que se han de limitar son las que aparecen entre pantallas y la tierra local, que someten a esfuerzos dieléctricos a la cubierta exterior del cable y a los aisladores de soporte de los terminales, y las que se presentan entre los dos extremos de pantalla que concurren en un mismo empalme con discontinuidad de pantalla, que deben ser soportadas por un espesor muy reducido de material aislante en el interior del empalme.

Los limitadores de tensión deben dimensionarse en cada instalación para obtener un nivel de protección adecuado, aunque habitualmente se utilizarán con las siguientes características:

- Tensión asignada: 6 kV.
- Tensión residual:  $\leq 20$  kV.
- Corriente nominal de descarga con onda 8/20  $\mu$ s:  $\geq 10$  kA.

Esta caja, requerirá de un útil o llave para abrirse, serán similares a la de la figura:



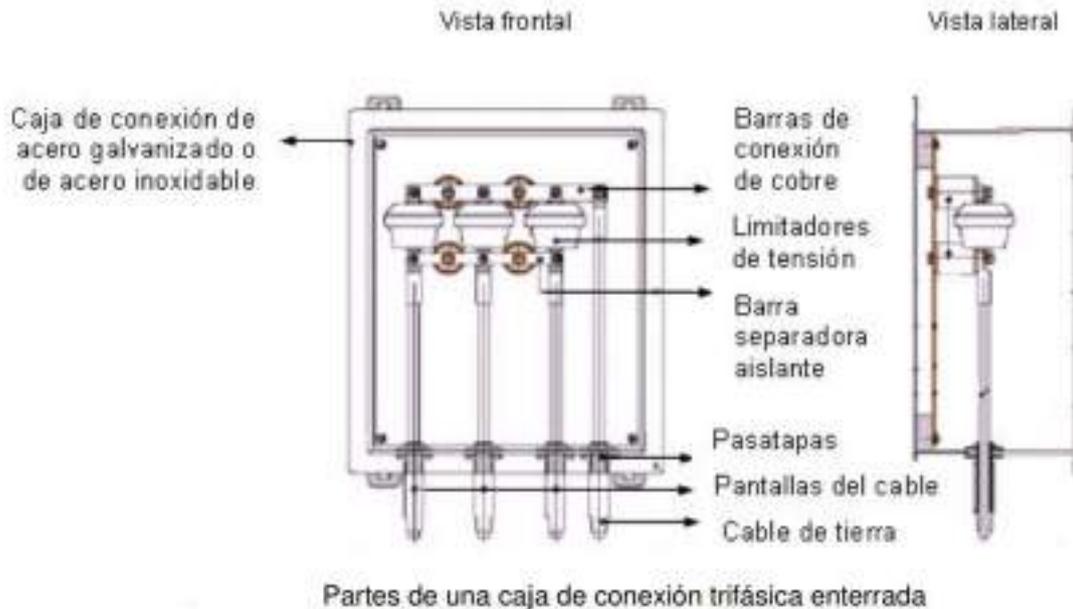
Constitución interna de una caja de conexión

En los extremos serán aéreas y en las arquetas de conexiones serán enterradas.

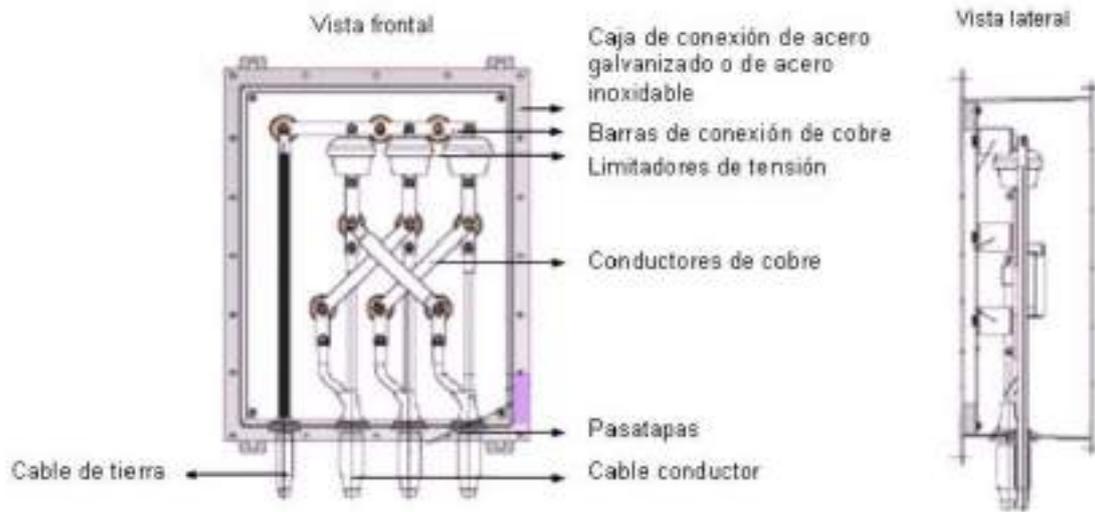
**Aéreas**, disponen de una tapa practicable y están preparadas para la fijación sobre torres o sobre pórtico a la intemperie. Estas cajas deben permitir aislar la pantalla para la realización de los ensayos de cubierta. La puerta se cierra mediante un candado de seguridad.

**Subterráneas**, es una caja de conexión estanca con tapa atornillable de acero inoxidable, para instalaciones enterradas bien sea directamente o en tubulares. Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres para la entrada de los cables concéntricos conectados a las pantallas de los cables de alta tensión en los empalmes o terminales, el cuarto para el cable

conectado a la toma de tierra del sistema y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja. Permiten aislar la pantalla para la realización de los ensayos de cubierta. La tapa y el cuerpo de la caja se cierran mediante tornillería inoxidable. Son capaces, además, de contener los efectos de un cortocircuito interno.



**Las cajas de conexión para los cruzamientos de pantalla,** están preparadas para instalarse a nivel de suelo y enterradas. Permiten aislar la pantalla para la realización de los ensayos de cubierta. La tapa y el cuerpo de la caja se cierran mediante tornillería inoxidable. Están preparadas para la realización del cruzamiento de pantallas en su interior. Son capaces, además, de contener los efectos de un cortocircuito interno.



Partes de una caja de conexión trifásica para cruzamiento de pantallas

#### 4.6.7. Conexión entre aparatos

Para las conexiones entre aparatos en el parque intemperie se empleará un conductor Aleación de aluminio desnudo ASTER 1144, que posee las siguientes características:

Designación .....	ASTER 1144
Sección .....	1144 mm <sup>2</sup>
Diámetro .....	44 mm
Resistencia.....	0,0293 Ohm/km
Peso .....	3348 kg/km
Intensidad de cortocircuito .....	106 kA
Norma.....	EN 50182; IEC61089

La configuración seleccionada será la siguiente:

- DUPLEX para la posición de transformador.
- SIMPLEX para la posición de línea N°1 y N°2.



Las conexiones entre el conductor citado anteriormente y los diferentes elementos se realizarán a través de racores de conexión de fabricación con técnica de ánodo masivo, diseños circulares y equipados con tornillería de acero inoxidable.

#### **4.7. Sistema media tensión Trafo servicios auxiliares**

El sistema de 30 kV de la subestación está constituido por los siguientes elementos:

- Cabinas blindadas aisladas en gas SF<sub>6</sub>.
- Botellas terminales de cable aislado de intemperie (salida del transformador).
- Conector terminal tipo pasacable aislado 18/30 kV de interconexión entre celdas y el transformador de servicios auxiliares.
- Conectores de entrada a las celdas de 30 kV.
- Transformador de servicios auxiliares.

##### **4.7.1. Cabinas de 30 kV**

Estos equipos incorporan la aparamenta de maniobra para el nivel de tensión de 30 kV en el interior de recintos blindados en atmósfera de gas SF<sub>6</sub>.

El sistema de celdas de 30 kV objeto de esta memoria se compone de:

- Una (1) celda de protección de transformador de servicios auxiliares
- 1 (1) celda de protección de línea, para la conexión de las líneas procedentes del arrollamiento terciario del transformador de potencia

#### **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Las características principales de estos equipos son:

Tensión nominal de aislamiento ..... 36 kV

Nivel de aislamiento:

A frecuencia industrial (50 Hz) .....70 kV (eficaz)

A onda de choque tipo rayo .....	170 kV (cresta)
Tensión de servicio.....	30 kV
Tensión de los circuitos de control .....	125 Vcc
Grado de protección circuitos principales de corriente.....	IP 65
Grado de protección frontal de operación .....	IP 3x
Intensidad nominal del embarrado.....	2500 A
Corriente de cortocircuito trifásico simétrica .....	25 kA

La maniobra de puesta a tierra en las cabinas equipadas con un seccionador de tres posiciones, se realiza siempre a través del interruptor, mediante un accionamiento separado.

Los seccionadores de tres posiciones del embarrado general, van acoplados a los interruptores de potencia mediante enclavamientos mecánicos adecuados, así se consigue que los seccionadores únicamente puedan accionarse estando desconectado el interruptor y este pueda accionarse a su vez en determinadas posiciones definidas del seccionador.

#### POSICIONES DE LÍNEA DE 30 kV

La posición de línea alimenta circuitos de media tensión en 30 kV procedente del arrolamiento terciario del transformador de potencia para la alimentación de los servicios auxiliares

Cada una de ellas está integrada por los siguientes elementos:

- 1 interruptor automático de corte en SF<sub>6</sub>.
- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.
- 3 transformadores de intensidad de doble secundario.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.
- Densímetro (manómetro compensado) montado en cada compartimento estanco de la cabina.

Las características nominales de la apartamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:



Intensidad nominal de barras .....	2500 A
Intensidad nominal en derivaciones .....	630 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.).....	25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta .....	63 kA
Las características de los transformadores de intensidad de fase son:	
Frecuencia .....	50 Hz
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.).....	25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta .....	63 kA
Intensidad nominal térmica permanente .....	1,2 In
Relación de transformación .....	100-200/5-5 A
Secundario 1	
Potencia nominal.....	10 VA
Clase de precisión.....	Cl 0,2s
Secundario 2	
Potencia nominal.....	20 VA
Clase de precisión.....	5P20

#### POSICIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES

La posición de servicios auxiliares conecta el embarrado de 30 kV con el transformador de servicios auxiliares instalado en el interior del edificio.

Está integrada por los siguientes elementos:

- 1 seccionador tripolar de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra con capacidad de corte en carga.
- 1 interruptor-seccionador con fusible de 10 A.
- 1 detector trifásico de presencia de tensión.

Las características nominales de la aparamenta de maniobra y poder de corte del interruptor son:



Intensidad nominal de barras .....	2500 A
Intensidad nominal en derivaciones .....	200 A
Intensidad de cortocircuito de corta duración (3 seg.).....	25 kA
Intensidad de cortocircuito, valor cresta .....	63 kA

#### 4.7.2. Transformador de servicios auxiliares

Para dar suministro de electricidad en baja tensión a los diferentes consumos de la subestación se requiere la instalación de un transformador de servicios auxiliares.

Las características principales de este transformador serán las siguientes:

Tipo.....	Seco encapsulado
Nº .....	1
Potencia AN.....	100 kVA
Clase térmica.....	F
Clase de comportamiento al fuego .....	F1
Clase climática.....	C2
Clase medioambiental.....	E2
Temperatura permanente máxima del punto más caliente .....	155 °C
Tensión de devanado primario .....	30.000 V
Regulación lado MT:	
Tipo.....	En vacío
Posiciones de regulación .....	±2,5 ±5 %
Número de posiciones.....	5
Tensión secundaria .....	400 V
Servicio .....	Continuo
Instalación .....	Interior
Grupo de conexión .....	Dyn11



Tensión de cortocircuito .....	6%
Frecuencia .....	50 Hz
Temperatura ambiente (máx. / mín.) .....	40 °C/ -25 °C
Altitud.....	< 1.000 m.s.n.m.
Niveles de aislamiento en lado 30 kV	
Con onda de choque 1,2/50 $\mu$ s .....	170 kV
Con 50 Hz - 1 min.....	70 kV
Niveles de aislamiento en lado 400 V a 50 Hz – 1 min.....	3 kV
Construido según normas .....	CEI-726 / UNE EN 60076

#### 4.7.3. Grupo electrógeno

Se instalará un grupo electrógeno para servicio de emergencia, en conmutación automática de acuerdo a las necesidades de la subestación (potencia mínima de 80 kVA ( $\pm$  5%)), en servicio de emergencia por fallo de red.

El grupo electrógeno dispondrá de depósito de combustible para tener una autonomía de 48 horas y equipo asociado de trasiego. Este depósito vendrá incorporado en la propia bancada del grupo y dispondrá de doble pared, por lo que no es necesario disponer de depósito auxiliar para recogida de fugas.

#### 4.7.4. Cables aislados de interconexión celda con transformador de servicios auxiliares

Para la interconexión entre la celda y el transformador de servicios auxiliares se tenderá una terna de cable aislado de polietileno reticulado RHZ1 18/30 kV de 95 mm<sup>2</sup> de sección de aluminio instalado al aire dentro de canal, con las características siguientes:

## 4.8. Sistemas auxiliares

### 4.8.1. Clasificación de la instalación

El uso destinado a la instalación se enmarca dentro de la categoría de explotación industrial, sin poseer ningún local con tipo de riesgo especial (local húmedo, mojado, polvoriento, incendio o explosión,...)

### 4.8.2. Corriente alterna

Se obtendrá una tensión de 400/230 Vca obtenidos en el secundario del transformador de servicios auxiliares alimentado desde el embarrado de media tensión.

La corriente alterna se utiliza para alimentación de los siguientes sistemas:

- Alumbrado interior formado principalmente por luminarias fluorescentes.
- Alumbrado exterior del parque constituido por parejas de proyectores de bajo consumo montados sobre soportes metálicos.
- Tomas de corriente, distribuidas estratégicamente por las dependencias del edificio de control.
- Calefacciones de aparatos.
- Climatización y extracción del edificio de control.
- Rectificador y cargador de baterías.
- Alimentación ventilación forzada transformador.
- Alimentación cambiador de tomas del transformador.
- Alimentación de equipo de alimentación ininterrumpida.

La distribución se realizará mediante el Cuadro General de Servicios Auxiliares de corriente alterna 400/230 Vca, el cual se instalará en la sala de servicios auxiliares del edificio, donde se alojarán los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de la subestación.



El cuadro general estará alimentado desde las fuentes independientes y no simultáneas arriba indicadas, estando alimentado desde la fuente principal, con las barras acopladas. En caso de ausencia de tensión un autómata programable conmutará a otra acometida viable.

El embarrado del cuadro general estará constituido por 3 barras de fase más 1 barra de neutro. Por facilidad de mantenimiento, tendrá una configuración de barra partida estando las barras 1 y las barras 2 enlazadas por medio de un interruptor motorizado.

#### 4.8.3. Corriente continua

La tensión de alimentación de 125 Vcc, será obtenida de un conjunto de dos baterías de 160 Ah con rectificador instaladas en el edificio y alimentada desde 230 Vca, proporciona una fuente de energía en ausencia de tensión de red, permitiendo mantener el control de la instalación por un periodo de tiempo determinado sin corriente alterna.

La corriente continua se utiliza básicamente en:

- Alimentación motores de tensado de muelles de interruptores.
- Alimentación de equipos de protección.
- Alimentación de equipos de mando.
- Alimentación equipos de señalización y alarmas.

Asimismo, el cuadro de corriente continua 125 Vcc, donde se alojarán los interruptores automáticos de las diversas salidas para servicios auxiliares de la subestación, tendrá dos barras independientes, desde las que se distribuirán los servicios de control y fuerza, el cual irá ubicado en la sala de servicios auxiliares del edificio.

También se instalará, en dicha sala, un cuadro de corriente continua 48 Vcc, con dos convertidores 125/48 Vcc, alimentados desde el cuadro de 125 Vcc. De este cuadro, partirán todas las alimentaciones a los equipos de comunicaciones.

#### 4.8.4. Cuadros de servicios auxiliares

Los cuadros de distribución de servicios auxiliares, tanto de c.c. como de c.a. serán metálicos y bastidor pivotante, en los que se encuentran alojados los interruptores magnetotérmicos que

alimentarán a los diferentes circuitos auxiliares de la instalación, interruptores de reserva, medidores de tensión e intensidad y relés de supervisión de tensión.

#### 4.8.5. Canalizaciones eléctricas empleadas

La recogida y distribución de señales a los distintos cuadros y/o apartamentos se realizará empleando cables. Éstos discurrirán por el interior de canales practicados en la solera del edificio, o por canales prefabricados de hormigón cuando discurran por el parque intemperie.

Cuando sea necesario comunicar un determinado elemento con el canal, se instalará un tubo de material plástico (rígido o corrugado, según conveniencia) que le proporcione protección mecánica a los conductores que discurran por su interior. El número de tubos y diámetro de los mismos que se dispondrán dependerá de la cantidad y tipo de conductores.

Por otra parte, las canalizaciones que se emplearán en el interior del edificio para dar suministro a los distintos receptores serán de distinto tipo:

- Bandeja metálica o de material plástico, con conductores con nivel de aislamiento 0,6/1 kV.
- Tubo rígido o canal protectora de montaje superficial, con conductores de nivel de aislamiento 750 V ó 0,6/1 kV.
- Tubo corrugado empotrado en la construcción, con conductores de nivel de aislamiento 750 V ó 0,6/1 kV.

Todos los conductores serán de tipo no propagadores de la llama según UNE-EN 50265-2-1.

#### 4.8.6. Instalación de alumbrado interior

En la instalación de alumbrado interior se distinguirán zonas diferentes en función de su uso y equitación; en cualquiera de los casos el nivel de iluminación deberá ser suficiente, cumpliendo con los requisitos marcados por reglamento y/o por las necesidades de la PROPIEDAD.

#### 4.8.7. Alumbrado exterior

Estará constituido por:



- Alumbrado de trabajo, estará formado por proyectores de 250 W de lámparas de vapor de sodio de alta presión, distribuidos estratégicamente.
- Alumbrado perimetral SET, formado por proyectores de vapor de sodio.

#### 4.8.8. Alumbrado de emergencia

Se dispondrán de luminarias autónomas de emergencia en cada dependencia, de tal forma que se pueda evacuar el edificio de forma ordenada en caso de emergencia. Éstas se colocarán encima de las puertas de salida, de tal forma que el recorrido de evacuación quede suficientemente iluminado.

Deberán poseer una autonomía mínima de 1 h, y su encendido será automático cuando la tensión descienda del 70 % del valor nominal.

#### 4.8.9. Tomas de corriente

Se preverán tomas de corriente en todas las dependencias del edificio, así como en el parque exterior. Se distribuirán en circuitos independientes según las necesidades previstas para cada instalación.

#### 4.8.10. Fuerza

Se preverán tomas de corriente monofásica y trifásica en todas las dependencias del edificio, así como en el parque exterior.

La alimentación se realizará desde los servicios auxiliares de corriente alterna por medio de circuitos protegidos con interruptores magnetotérmicos y relé diferencial.

#### 4.8.11. Ventilación y aire acondicionado

La instalación de aire acondicionado y ventilación se ha previsto con los siguientes criterios:

En la sala de control, sala de protección y medida, sala de servicios auxiliares y celdas de MT un sistema de aire acondicionado. Se incluirá un automatismo de control y alarma de los grupos refrigeradores.

#### 4.8.12. Sistemas de protección (incendios e intrusos)

La subestación estará dotada de un sistema de detección de incendios a base de detectores termo-velocimétricos y ópticos, y de 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.

El diseño del edificio, debido a su arquitectura compartimentada, sirve por propia naturaleza como protección ante la propagación de un hipotético incendio en una de las salas. Las características de los paramentos de separación entre salas y los sistemas de sellado correspondientes son tales que ofrecen una resistencia al fuego de RF-120.

La extinción de incendios se realizará manualmente con extintores de 5 kg de capacidad de CO<sub>2</sub> y 6 Kg. de polvo polivalente situados en el interior del edificio.

El edificio también estará dotado de un sistema de anti-intrusismo con alarma. El sistema de anti-intrusismo será el encargado de detectar la presencia humana dentro del edificio, cuando se suponga no esté autorizada, es decir cuando el sistema esté activado.

Los detectores actuarán mediante pulso negativo, es decir la señal que transmiten en condiciones normales a la central será de un “uno” lógico y en caso de detección transmitirán un “cero”, iniciándose el proceso de alarma. Con esto se evita una posible manipulación de los detectores.

Se realizará también la preinstalación para un sistema de vigilancia perimetral de la subestación y control de accesos a la misma.

Se instalará una central de alarmas y señalización con capacidad para todas las zonas de detección. Esta central de alarmas será común a ambos sistemas (anti-incendios y anti-intrusismo), tendrá un número de zonas suficiente para cubrir las necesidades de ambos, y de ella partirá una señal para la alarma local y otra hacia el sistema de comunicaciones exteriores.

En el parque de intemperie, ubicado en las cercanías de los transformadores de potencia, se instalará junto a ellos un extintor móvil de 25 kg de polvo polivalente.

### 4.9. Control y protección

Para la subestación proyectada se plantea la instalación de un sistema integrado de mando, medida, protección y control de la instalación constituido a base de UCP (unidades de control



de posición) cuyas funciones de protección se completan con relés independientes, comunicados todos ellos con la UCS (unidad de control de subestación) equipada con una consola de operación local.

Las principales funciones de la UCS serán:

- Mando y señalización de todas las posiciones de la subestación.
- Ejecución de automatismos generales a nivel de subestación.
- Presentación y gestión de las alarmas del sistema.
- Gestión de las comunicaciones con el sistema de telecontrol.
- Gestión de las comunicaciones con todas las UCP.
- Gestión de periféricos: Terminal local, impresora y módem.
- Generación de informes.
- Sincronización horaria.
- Gestión de comunicaciones y tratamiento de la información con las Unidades de Mantenimiento a través de la Red Telefónica Conmutada o Red de Tiempo Real.

Las principales funciones de la UCP serán:

- Medida de valores analógicos (intensidad, tensión, potencia, etc.) directamente desde los secundarios de los TT/I y TT/T.
- Protección de la posición.
- Mando y señalización remota de los dispositivos asociados a la posición (interruptores, seccionadores, etc.).
- Adquisición de las entradas digitales procedentes de campo asociadas a la posición.
- Gestión de alarmas internas de la propia UCP.

#### 4.9.1. Funciones de protección

Para cada una de las posiciones que componen la instalación, se enumeran a continuación las funciones de protección requeridas:

TRANSFORMADOR

- Protecciones de máquina.
  - Relé de disparos con bloqueo (86)
  - Protección diferencial de transformador (87T)
  - Buchholz (63B)
  - Buchholz cambiador de tomas (63BJ)
  - Liberador de presión (63L)
  - Temperatura (26)
  - Imagen térmica (49)
  
- Lado 220 kV.
  - Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N)
  - Protección de máxima y mínima tensión (59/27)
  - Protección de máxima y mínima frecuencia (81M/81m)
  - Vigilancia de circuitos de disparo (3)
  - Protección direccional de potencia (32F).
  - Regulador de cambiador de tomas en lado de 220 kV (90/70)
  
- Lado 66 kV.
  - Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N)
  - Protección de máxima tensión homopolar (64).
  - Vigilancia de circuitos de disparo (3)

#### LÍNEA 220 kV

- Protección de distancia con teleprotección (21 + 85).
- Protección diferencial de línea (87L).
- Teledisparo (94TD)
- Protección de sobreintensidad direccional de neutro (67N).



- Relé verificación de sincronismo (25)
- Reenganchador automático (79).
- Protección contra fallo interruptor (50s+62)
- Vigilancia de circuitos de disparo (3).

#### LÍNEAS DE 66 kV

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N).
- Reenganchador automático (79).
- Vigilancia de circuitos de disparo (3).

#### TRANSFORMADOR DE SS.AA. LADO DE 30 kV

- Protección de sobreintensidad de fases y neutro (50-50N, 51-51N).
- Temperatura (26)
- Vigilancia de circuitos de disparo (3).

#### BARRAS DE 66 kV

- Protección de sobretensión homopolar (59N).

#### 4.9.2. Medida de energía

La medida de energía se ha diseñado de acuerdo con el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, aprobado por el Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Para realizar la medida de la energía generada en cada una de las plantas fotovoltaica y el parque eólico se instalará un equipo de medida del tipo 1 por cada línea de llegada, que permita la medición de energía independiente.

Adicionalmente, se considera la instalación de un equipo totalizador correspondiente a un punto de medida del tipo 1 para la posición de transformador lado AT.

Este punto de medida permitirá asimismo calcular las pérdidas del transformador, o el consumo del transformador de servicios auxiliares, para ser deducido de la potencia generada por cada uno de los parques.



Se instalará un equipo de medida comprobante en el lado de 66 kV en la posición del transformador.

El punto de medida tipo 1 consta de los siguientes sistemas:

Sistema de medida principal:

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a 0,2s y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador.
- Módem.

Sistema de medida comprobante:

- Contador de energías activa y reactiva, a cuatro hilos con clases de precisión mejores o iguales a 0,2s y 0,5 para activa y reactiva respectivamente.
- Registrador.
- Módem.

Características de los Equipos de Medida:

- El registro de energía activa y reactiva será realizado en todos los sentidos y cuadrantes, respectivamente, en que sea posible la circulación de energía.
- Dispondrán de dispositivos de comunicación para la lectura remota todos los equipos de medida.
- Para permitir la lectura local y la parametrización de los equipos en modo local, dispondrán de al menos un canal de comunicaciones apropiado, ya sea a través de un puerto serie RS-232 o un optoacoplador.
- Los equipos de medida deberán disponer de al menos un integrador totalizador o elemento visualizador de la energía circulada que garantice su lectura tras ausencia de tensión de red, incluso cuando la opción horaria o por períodos sea la elegida, durante un tiempo no inferior a seis meses para todos los puntos de medida.
- El control de la potencia se efectuará mediante máxímetros. Se requerirán seis máxímetros en todos estos puntos, con un periodo de integración de 15 minutos.

- Se instalarán registradores con carácter general, los cuales podrán estar integrados en un contador combinado o constituir un dispositivo independiente de los contadores. Cada registrador podrá almacenar información de uno o más equipos de medida, con las condiciones que establezcan las instrucciones técnicas complementarias.
- El registrador de puntos de medida deberá tener capacidad para parametrizar periodos de integración de hasta 5 minutos, así como para registrar y almacenar los parámetros requeridos para el cálculo de las tarifas de acceso o suministro (energías activa y reactiva y valores de potencia), con la periodicidad y agregación que exija la normativa tarifaria correspondiente. Cuando ésta no requiera un periodo de integración menor, el registro de energía activa será horario.
- La clase de precisión de los transformadores de medida y los contadores de energía activa y reactiva que deberán cumplir los equipos de medida se resume en el siguiente cuadro:

Tipo de punto	Transformadores		Contadores	
	Tensión	Intensidad	Activa	Reactiva
1	0,2	0,2 S	≤0,2 S	≤0,5

*Tabla 3: Clase de precisión de los transformadores de medida.*

#### 4.9.3. Telecontrol

Para el control de la subestación se implementará un sistema integrado de control, protección y autosupervisión con ejecución modular, tanto en su parte física como en su parte lógica, y redundante. El sistema permitirá realizar trabajos de mantenimiento “en línea” y dispondrá de una autosupervisión permanente individual.

El sistema de control local de la subestación se comunicará con las unidades de protección y control de las posiciones de AT. Dicho sistema, ubicado en la Sala de Control de promotor, dispondrá del software de interfaz de usuario necesario para su utilización eventual desde la propia subestación, ya sea para funciones de control local en la propia subestación o para control remoto en las instalaciones dependientes de él.

#### 4.9.4. Equipos comunicaciones

Las necesidades de servicios de telecomunicaciones externos consisten en canales de comunicación para las teleprotecciones de línea y los circuitos de telecontrol. Habrá doble sistema de comunicaciones por fibra óptica (f.o.) entre la nueva subestación y la subestación de REE.

Para las comunicaciones internas, dentro de la subestación, entre las protecciones y las unidades de control de las posiciones y de la subestación se utilizarán enlaces por f.o., por lo que se dispondrá una red, con protección antirroedores, entre los armarios de protecciones y también con el armario de comunicaciones, situado en el edificio de la subestación, necesario para la interconexión con los diferentes centros de control.

### 4.10. Red de tierras

#### 4.10.1. Inferiores

El sistema de tierras se diseñará de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, ITC–RAT 13 y la IEEE 80.

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, la Subestación estará dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre de 95 mm<sup>2</sup> de sección, enterrada en el terreno a 60 cm de profundidad, que se extienden por todas las zonas ocupadas por las instalaciones, incluidas cimentaciones, edificios y cerramiento.

Dando cumplimiento a la Instrucción Técnica Complementaria del ITC RAT, 13, punto 6.1, se han conectado a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se han unido a la malla: la estructura metálica, bases de apartamento, cerramientos, neutros de transformadores de medida, etc.

Estas conexiones se han fijado a la estructura y carcasas del apartamento mediante tornillos y grapas especiales, que aseguran la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras aluminotérmicas de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.



La malla de tierra a tender quedará dimensionada, considerando la intensidad de falta máxima que se ha definido en las hipótesis de diseño.

En el anexo 3, cálculo de red de puesta a tierra, se han reflejado los datos y cálculos de la malla a instalar, comprobando los valores que fija el ITC RAT 13, y tomando como método de cálculo la norma ANSI-Std 80-2000.

#### 4.10.2. Superiores

Con el objeto de proteger los equipos de la subestación de descargas atmosféricas directas, se colocarán pararrayos en los apoyos del pórtico. Además se colocará un pararrayos activo en el tejado del edificio, con el fin de proteger también la zona de influencia cercana al mismo. Si fuera necesario se instalarían torres independientes con puntas Franklin, en aquellas zonas que interesasen.

Los pararrayos se unirán a la malla de tierra mediante cable de cobre desnudo de 95 mm<sup>2</sup>.

#### 4.10.3. Puesta a tierra de AT

El neutro del devanado de 220 y de 66 kV de los transformadores de potencia se pondrá rígidamente a tierra.

### 4.11. Obra civil

#### 4.11.1. Parque intemperie

El acondicionamiento del terreno y demás actuaciones necesarias sobre el parque intemperie se describen en los apartados siguientes.

#### 4.11.2. Acopio de materiales

Se acondicionará la zona adyacente a la subestación, de uso agrícola, como zona de acopio de materiales, zona de vertido y parque de maquinaria.



#### 4.11.3. Desbroce

Desbroce de la capa vegetal y retirada a vertedero de la capa superficial del terreno, hasta alcanzar una profundidad aproximada de 50 cm en toda la superficie donde se va a instalar la subestación.

#### 4.11.4. Explanación y nivelación del terreno

Se procederá a la explanación, desmonte, relleno y nivelación del terreno, aproximadamente unos 15 cm por debajo de la cota definitiva de la instalación.

#### 4.11.5. Relleno con aportaciones

Si fuese necesario, se aportará un relleno de préstamo, de zahorra compactada en capas de 30 cm hasta alcanzar la cota definitiva.

#### 4.11.6. Red de tierras

La red de tierras general de la instalación estará compuesta por conductor desnudo de Cu de 95 mm<sup>2</sup>.

Los conductores estarán embebidos en tierra vegetal para facilitar la disipación de corriente.

Los cruces de los conductores de tierra y las derivaciones de las tomas de tierra con la malla de tierras, se realizan mediante soldaduras aluminotérmicas.

Se preverán tomas de tierra para todos los bastidores y demás elementos metálicos de la subestación, así como las tomas de tierra para unión con el mallazo del edificio de control.

#### 4.11.7. Cimentaciones de aparatos

Los materiales a utilizar en las cimentaciones correspondientes, son:

Hormigón: HM-20.

Acero: B 500 S (para el caso de cercos de atado).

#### 4.11.8. Bancada de transformadores y depósito de aceite

Se dispondrá de una bancada de hormigón armado para el transformador de potencia. Esta bancada abarcará la totalidad de la superficie del transformador y se diseñará para soportar el peso de la máquina, para recoger eventualmente el aceite de posibles fugas y para conducirlo hasta el depósito de recogida de aceite.

La bancada estará recubierta por baldosas de entramado metálico con bolos de piedra encima, con las que se obtendrá una función de apagafuegos ante la posible pérdida de aceite en combustión.

La bancada dispondrá de unos carriles de acero embebidos en vigas armadas donde se apoyarán directamente cada uno de los transformadores.

El depósito de recogida de aceite estará diseñado para alojar todo el aceite del transformador más una reserva del 50% por seguridad. Así se cumple con la protección del medio ambiente y se evita el vertido por el terreno.

Así mismo y ante la posibilidad de un rebose de agua de lluvia, el depósito estará provisto de drenaje por medio de un sifón. A la salida del mismo, y antes de conectar con la red general de pluviales, se dispondrá una trampa de aceites y grasas para retener las posibles impurezas del agua evacuado.

La bancada del transformador conducirá el aceite derramado hasta el depósito de aceite a través de tubo de acero inoxidable.

#### 4.11.9. Canalizaciones eléctricas

Para la recogida de los cables de alimentación y señales de los diferentes equipos y aparata de la subestación, y conducción de los mismos a edificio, se instalarán canalizaciones de cables.

Las canalizaciones para conducción de cables a instalar serán las siguientes:

Prefabricadas, o canalizaciones principales, constituidas por un canal prefabricado con tapas de hormigón accesibles desde la superficie, ejecutadas según plano dotando al trazado de la canalización de una salida de aguas y de una pendiente aproximada del 2% para la evacuación de aguas procedentes de lluvias.

Tubos, o canalizaciones secundarias, realizadas con tubo de PVC o PEAD de diámetros adecuados o acero inoxidable DN63 para la recogida de cables de los equipos y conexión con las canalizaciones principales.

#### 4.11.10. Terminación superficial

El parque intemperie se remata con dos tipos de acabados:

- Capa de grava superficial de 10 cm en el recinto interior salvo viales y aceras.
- Pavimentado de vial de acceso y acera perimetral del edificio de control.

#### 4.11.11. Cerramiento perimetral

Se realizará un vallado perimetral a la subestación con un muro de hormigón de 30 cm de altura, apoyado sobre una zapata corrida de hormigón en masa. Sobre dicho muro de hormigón se colocará una malla electrosoldada apoyada en bastidores tubulares con tratamiento mediante galvanizado en caliente y acabado final por pintura, que irán embebidos en la zapata corrida.

La altura total del cierre será de 2,5 m desde el nivel del terreno. Se colocarán señales de advertencia de riesgo eléctrico cada 10 m.

Para el acceso a la subestación, se ha previsto una puerta metálica de ancho mínimo de 5 m para el paso de vehículos.

#### 4.11.12. Edificio

El edificio podrá ser prefabricado o de ejecución in situ, ajustándose en cualquier manera a las características expuestas a continuación.

El edificio, constituido por una sola planta, tendrá la siguiente distribución interior:

- (1) Sala de celdas de Media Tensión.
- (1) Sala de armarios de control.
- (1) Sala de servicios auxiliares.
- (1) Sala de reserva.

La sala de celdas de media tensión estará dedicada a albergar las celdas de media tensión procedentes de las plantas de producción de energía. A estas salas se accederá desde el exterior del edificio y por dentro del edificio a través de la sala de armarios control.

La sala de armarios de control estará dedicada a albergar los cuadros de control-protección, así como los sistemas informáticos y resto de equipos necesarios para la explotación y control de la subestación. El acceso se realizará desde el exterior del edificio y por dentro del edificio a través de la sala de celdas de media tensión y de la sala de servicios auxiliares.

La sala de trafa de servicios auxiliares estará destinada a albergar el transformador de servicios auxiliares. A esta sala se accederá únicamente desde el exterior del edificio.

En la parte inferior del muro se habilitarán huecos para el paso de cables entre el edificio y el parque intemperie, que deberán sellarse a la conclusión de los trabajos.

El edificio posee unas dimensiones totales de 18,61 m de largo por 4,50 m de ancho. La superficie total construida es aproximadamente de 83,74 m<sup>2</sup> y la altura del alero al suelo es aproximadamente de 4,25 m.

Se trata de una planta rectangular con cerramiento de paneles prefabricados de hormigón y cubierta a dos aguas con teja cerámica curva roja con canalones y bajantes de PVC. El acabado del edificio será con aquel material que mejor se integre con el entorno, para minimizar, en la medida de lo posible, el impacto visual.

Se realizará una solera de hormigón armado a distintos niveles en función de la dependencia en que se encuentre, colocada sobre una capa de encachado de grava. Dicha solera se rematará superficialmente mediante un revestimiento de resina epoxi en dos capas de 1 mm de espesor.

Se dispondrá suelo técnico en las salas de media tensión y control.

La terminación de los techos se realizará con la técnica de falso techo en todas las salas.

Las particiones interiores del edificio como paredes, sellado de paso de cables y puertas tendrán una resistencia al fuego de 2 horas (RF-120).

Las puertas de acceso al interior del edificio serán abatibles hacia el exterior mediante doble hoja de las dimensiones adecuadas a los equipos a instalar. Estas puertas irán pintadas con pintura anticorrosiva y con una banda fotoluminiscente epoxi de 10 cm en la parte interior.

El edificio irá bordeado por una acera de 1,5 m de anchura y acabado igual que la fachada del edificio.

#### 4.11.12.1. *Cimentación del edificio*

La cimentación del edificio se efectuará mediante zapatas con la configuración de zapata corrida y con pasamuros previstos para el paso de cables e instalaciones al edificio.

#### 4.11.12.2. *Estructura*

La estructura estará constituida por pilares y vigas de hormigón armado de construcción in situ.

El sistema utilizado en los forjados será de bovedilla unidireccional de hormigón o placa alveolar.

El cálculo de la estructura portante se realizará de acuerdo con la normativa EHE, actualmente vigente y con los valores característicos dados por las normas del CTE que sean de aplicación en las acciones de la edificación.

Tanto en forjados como en las vigas y pilares de los pórticos, se tendrán en cuenta la norma EHE, actualmente vigente.

##### 4.11.12.2.1. *Cubierta*

Las cubiertas estará formada por tabique palomero, sobre el que se colocará rasillón, una capa de compresión de 5 cm. aislamiento con poliestireno proyectado y con un recubrimiento de teja curva árabe.

##### 4.11.12.2.2. *Cerramiento*

El cerramiento vertical estará compuesto por un enlucido de yeso con pintura plástica con ladrillo hueco doble colocado a tabicón, permitiendo una capa de aislante de 5 cm. de espesor, una cámara intermedia de 7 cm. ventilada y cerrando la sección con ladrillo de termoarcilla de 14 cm. de espesor. Se completará el cerramiento exterior con un revestimiento de piedra irregular de colores acordes con la zona en la que se construya el edificio de manera que quede integrado visualmente en el paisaje.

#### 4.11.12.2.3. *Revestimientos*

Los revestimientos para los interiores serán enyesados para la sala de control y sala de celdas y de baldosa cerámica en el aseo, ducha y vestuario.

#### 4.11.12.2.4. *Pavimentos*

Los pavimentos serán de solera de hormigón de 15 cm. de grueso con mallazo equipotencial de 30×30 cm. formado por redondos de diámetro 6 mm.

El acabado del pavimento será de suelo técnico en las salas de celdas, sala de control y sala de baterías, de hormigón acabado en pintura de resina epoxi en el almacén y de terrazo de 30×30 cm en el resto de estancias.

En los espacios exteriores (recinto de entrada) se dejará una solera de hormigón visto para las rampas de acceso y una acera perimetral rematada con baldosa hidráulica.

#### 4.11.12.2.5. *Evacuación*

Las aguas pluviales se recogerán en las cubiertas mediante canalones para proteger al edificio del retorno contra el cerramiento por el efecto del viento. Todos los albañales serán de hormigón centrifugado y debidamente anillado, con las correspondientes arquetas de empalme y sifónica previa a la fosa séptica que deberá enterrarse en la zona del forjado sanitario, con bajantes en PVC.

#### 4.11.12.2.6. *Canalizaciones de cables*

Se instalarán tubos de PVC de 160-200 mm de diámetro en el edificio para conexión entre aparatos de campo y cuadros de mando, medida, protección, control y comunicaciones instalados en el interior del edificio. Por el interior de las salas se dispondrá de falso suelo para el paso de cables.

Se prevé la instalación de para el paso de cables entre las salas.

#### 4.11.12.2.7. *Instalaciones interiores*

El edificio se completará con las siguientes instalaciones:

- Instalación de alumbrado interior normal y emergencia.
- Instalación de tomas de corriente.
- Instalación de climatización de las salas.
- Sistema de extinción de incendios e intrusismo.

#### 4.11.12.2.8. *Cimentaciones*

A efectos de cimentación podremos clasificar los elementos constructivos que conforman la subestación en dos grupos:

- Edificios
- Elementos de intemperie

Dentro de los elementos de intemperie tendremos:

- Cimentación de transformador de potencia.
- Cimentación del grupo electrógeno.
- Cimentación de la reactancia de puesta a tierra
- Cimentación de pórticos de línea
- Cimentaciones soporte de pararrayos autoválvulas 220 kV
- Cimentaciones soporte de transformadores de intensidad 220 kV
- Cimentaciones soporte de transformadores de tensión 220 kV
- Cimentaciones soporte de seccionadores
- Cimentación soporte de pórtico de barras

Las cimentaciones de estos elementos se considerarán zapatas aisladas y tendrán unas dimensiones y características definidas según los siguientes criterios:

- La superficie de apoyo deberá ser completamente horizontal y a la cota correspondiente.
- Se ejecutará una primera capa de hormigón de limpieza de diez centímetros (no resistente) con el fin de conseguir la separación correcta entre armaduras y terreno.

- Hormigonado de primera fase: Hormigón armado o en masa, según necesidad, encofrando hasta la cota de explanación.

Los soportes metálicos de los distintos aparatos se atornillarán con los pernos de anclaje embebidos y se dejarán instalados los tubos previstos para el paso de cables eléctricos y del cable de p. a t., en esta primera fase.

- Hormigonado de segunda fase: Hormigón en masa, encofrando hasta la cota de coronación

La cimentación del edificio se efectuará mediante zapatas individuales tipo cáliz arriostradas entre si y solera de hormigón armado.

#### 4.11.12.2.9. Red de drenaje

La red de drenaje de la subestación se diseñará con una pendiente del 0,5-1% y se calculará en función de la intensidad de la lluvia en la zona.

Se instalará una conducción subterránea de zanjas dren con tubo drenante y manta geotextil, a modo de árbol, que conducirán el agua hacia el exterior de la subestación a través de un tubo colector que desaguará al exterior de la parcela. Dichas zanjas se rellenarán después con árido dren.

Se instalarán las correspondientes arquetas, canalizaciones, cunetas y pozos de recogida, los cuales deberán ser accesibles para un posible mantenimiento, constituyendo una completa red de evacuación del agua de lluvia.

Los desagües interiores del edificio se conectarán a la red de saneamiento existente en la zona. Y las aguas procedentes de las cubiertas se recogerán a través de sumideros, conectados mediante bajantes de cobre a desaguar en imbornales, y de éstos a la red de aguas pluviales.

El agua que pudiera entrar en los canales de cables del parque se eliminará a través de pequeños espacios situados en la base de los mismos, que evacuarán hacia un tubo dren, que también discurrirá bajo los canales de cables, y se enlazará con la red general.

Los viales de rodadura tendrán desniveles, con pendientes hacia las zonas perimetrales, para evitar la acumulación de agua en cualquier punto de los mismos.

#### **4.12. Estructura metálica**

Las estructuras metálicas y soportes de la aparamenta del parque se construirán con perfiles de acero de alma llena normalizados y tendrán acabado galvanizado en caliente como protección contra la corrosión.

El conjunto de estos soportes se diseñará de acuerdo con el vigente Código Técnico de la edificación, "CTE-DB-SE-A".

#### **4.13. Normativa prevención de incendios**

##### **4.13.1. Parque intemperie**

En aplicación de las prescripciones de la ITC RAT 15.5 se utilizarán materiales que prevengan y eviten la aparición de fuego y su propagación a otros puntos de la instalación al exterior.

Los transformadores cuentan con dispositivos de protección que lo desconecta del resto de la red ante situaciones en las que se pudiera dar peligro de incendio como cortocircuitos, sobrecargas y otras causas que puedan suponer calentamientos excesivos.

La bancada de los transformadores estará recubiertas por una capa de cantos rodados que tienen una función de apaga fuegos.

##### **4.13.2. Edificio**

Se aplicarán las prescripciones de la ITC RAT 14.4 para prevención de incendios en el edificio de la SET.

De acuerdo con ITC RAT 14 no es necesaria la instalación de un equipo de extinción automática.

El edificio consta de una superficie de 73,27 m<sup>2</sup>

Conforme a lo establecido en la tabla 1.2 del Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, este edificio por asimilación tiene una carga al fuego de aparatos eléctricos, de 400 MJ/m<sup>2</sup>.

Esta carga al fuego da lugar nivel de riesgo intrínseco bajo 1, conforme a la tabla 1.3.



En los establecimientos industriales de una sola planta, o con zonas administrativas en más de una planta pero compartimentadas del uso industrial según su reglamentación específica, situados en edificios de tipo C, separados al menos 10 m de límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas, no será necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura.

El establecimiento cumplirá lo recogido en los apartados 8 y 16 del anexo III.

Se situarán tres extintores de eficacia 21A 113B de CO<sub>2</sub> de 5 Kg, uno en cada sala, y un extintor de eficacia 377B de polvo de 25 Kg en la sala de transformador de servicios auxiliares.

El edificio estará dotado de iluminación de emergencia autónoma.

## 5. PLANNING DE EJECUCIÓN

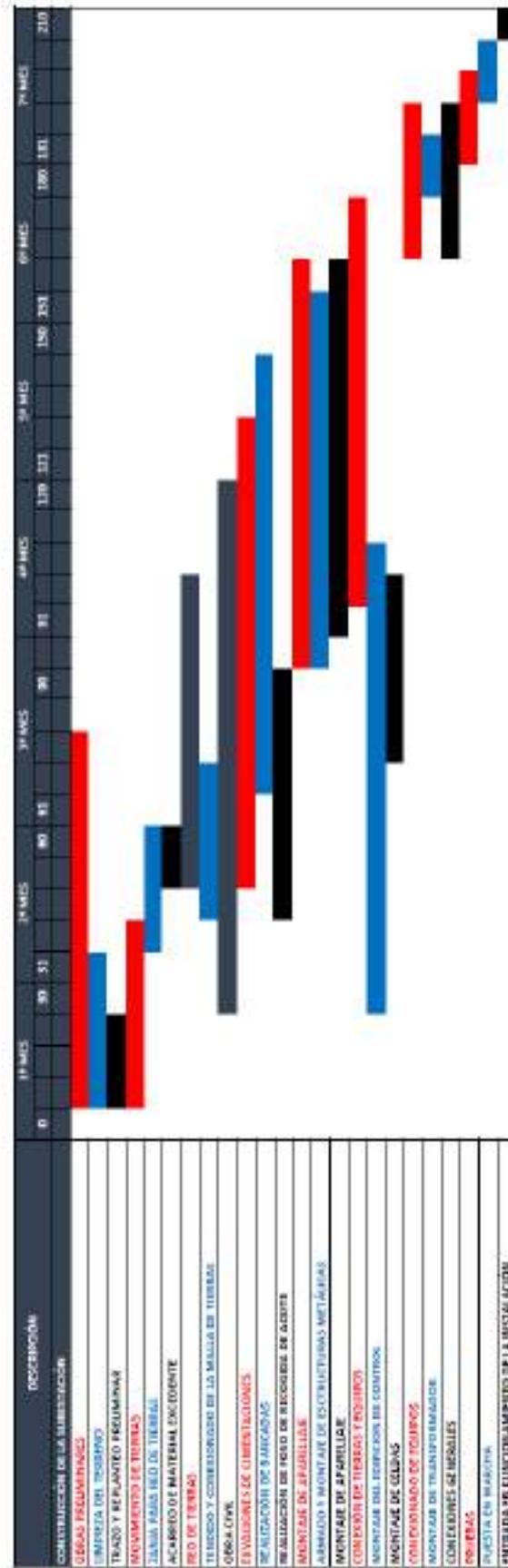
---

La ejecución de este proyecto se ha estimado en siete (7) meses, incluyendo todas las tareas y suministros necesarios.

Para la estimación de la duración prevista se han tenido en cuenta las partidas más importante y que nos van a condicionar la duración total de las obras.

Se ha considerado la ejecución de varios tajos siguiendo un orden compatible y lógico de realización.

En la tabla adjunta se presenta diagrama de planning de ejecución.



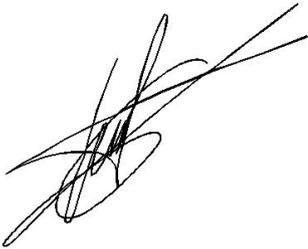
## 6. RESUMEN DE PRESUPUESTO

---

El presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de tres millones doscientos dieciocho mil ochocientos setenta y seis euros con veinticinco céntimos (3.218.876,25 €).

Navarra, Febrero de 2021

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Juan José Gázquez González

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.



Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



## DOCUMENTO II: ANEJOS



## ÍNDICE

---

ANEJO I: CÁLCULO EMBARRADOS Y CONDUCTORES

ANEJO II: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO

ANEJO III: RED DE PUESTA A TIERRA

ANEJO IV: DESMANTELAMIENTO

ANEJO V: ANÁLISIS DE CAMPOS MAGNÉTICOS



## ANEXO I: CÁLCULO EMBARRADO, CONDUCTORES Y EQUIPOS



## ÍNDICE

---

ANEXO I: CÁLCULO EMBARRADO, CONDUCTORES Y EQUIPOS .....	1
1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....	3
1.1. Intensidades nominales .....	3
1.1.1. Intensidad lado 220 kV .....	3
1.1.2. Intensidad lado 66 kV .....	3
1.2. Cálculo de conductores .....	4
1.2.1. Interconexión aparamenta intemperie 220 kV .....	4
1.2.1.1. Intensidad máxima admisible .....	4
1.2.1.2. Intensidad de cortocircuito máxima admisible .....	4
1.2.2. Interconexión aparamenta 66 kV .....	5
1.2.2.1. Intensidad máxima admisible .....	5
1.2.2.2. Intensidad de cortocircuito máxima admisible .....	5
1.2.3. Embarrados 66 KV .....	5
1.2.3.1. Intensidad máxima admisible .....	5
1.2.3.2. Intensidad de cortocircuito máxima admisible .....	6
1.2.4. Interconexión aparamenta 30 KV .....	6
1.2.5. Interconexión celdas 30 kV – transformador de servicios auxiliares .....	6
2. CONCLUSIONES .....	7



## 1. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

---

### 1.1. Intensidades nominales

#### 1.1.1. Intensidad lado 220 kV

La intensidad primaria viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3}V_p} (A)$$

Donde:

- S: potencia del transformador en kVA.
- V<sub>p</sub>: tensión primaria en kV.
- I<sub>p</sub>: intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es 220 kV y las potencias consideradas serán:

- 140 MVA para las posiciones de transformador
- 140 MVA para posición de línea de salida

Para estas potencias, con el razonamiento descrito anteriormente, las intensidades máximas previstas serán:

- 368 A para las posiciones de línea y transformador

#### 1.1.2. Intensidad lado 66 kV

Con el mismo planteamiento que para el nivel de 220 kV, tendremos la siguiente intensidad máxima para el lado de 66 kV:

- 1.225 A para las posición del primario del transformador
- 219 A para la posición de entrada de línea 1
- 624 A para la posición de entrada de línea 2



## 1.2. Cálculo de conductores

A continuación se incluyen los cálculos justificativos de los conductores utilizados, según los criterios siguientes:

- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito máxima admisible.

### 1.2.1. Interconexión aparamenta intemperie 220 kV

#### 1.2.1.1. *Intensidad máxima admisible*

A efectos de homogeneización de conductores y piezas de conexión, se ha considerado un cable ASTER 1144, con una intensidad máxima admisible de 1378,30 A, según los datos del fabricante.

Para las posiciones de transformador y de salida de línea, se ha considerado una configuración simplex, resultando válida al ser la intensidad máxima prevista, inferior a la admisible.

#### 1.2.1.2. *Intensidad de cortocircuito máxima admisible*

La máxima corriente de cortocircuito admisible por el cable se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} [kA]$$

Siendo:

- K: coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio
- S: sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- t: duración del cortocircuito en segundos

Para un conductor de aluminio, y una sección de 1.143,51 mm<sup>2</sup>, la intensidad máxima que puede circular por el ASTER durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 106 \text{ kA}$$

Se obtiene una intensidad de cortocircuito superior a 40 kA, corriente de diseño del sistema de 220 kV.



## 1.2.2. Interconexión aparamenta 66 kV

### 1.2.2.1. *Intensidad máxima admisible*

A efectos de homogeneización de conductores y piezas de conexión, se ha considerado un cable ASTER 1140, con una intensidad máxima admisible de 1.387,30 A, según los datos del fabricante.

Para las posiciones de transformador y de salida de línea, se ha considerado una configuración simplex, resultando válida al ser la intensidad máxima prevista, inferior a la admisible.

### 1.2.2.2. *Intensidad de cortocircuito máxima admisible*

La máxima corriente de cortocircuito admisible por el cable se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} [kA]$$

Siendo:

- K: coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio
- S: sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- t: duración del cortocircuito en segundos

Para un conductor de aluminio, y una sección de 1.143,51 mm<sup>2</sup>, la intensidad máxima que puede circular por el ASTER durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 106 \text{ kA}$$

Se obtiene una intensidad de cortocircuito superior a 31,5 kA, corriente de diseño del sistema de 66 kV.

## 1.2.3. Embarrados 66 KV

### 1.2.3.1. *Intensidad máxima admisible*

El conductor seleccionado para las barras principales de 66 kV es un tubo de Aluminio de 80 mm de diámetro exterior y 68 mm de diámetro interior (espesor de pared 12 mm).

La intensidad que puede transportar este conductor permitiendo un calentamiento máximo de 65°C según los datos del fabricante es:



$$I_{\text{máx TUBO}} = 2.020 \text{ A}$$

Siendo la capacidad del embarrado considerado superior a la intensidad máxima prevista, la solución resulta válida.

#### 1.2.3.2. *Intensidad de cortocircuito máxima admisible*

La máxima corriente de cortocircuito admisible por el cable se calcula mediante la expresión:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}} [kA]$$

Siendo:

- K: coeficiente dependiente del tipo de conductor, 93 para Aluminio
- S: sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- t: duración del cortocircuito en segundos

Para un tubo de aluminio, y una sección de 1.394 mm<sup>2</sup> (correspondiente a un tubo de 80/68), la intensidad máxima que puede circular durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 129 \text{ kA}$$

Se obtiene una intensidad de cortocircuito superior a 31,5 kA, corriente de diseño del sistema de 66 kV.

#### 1.2.4. Interconexión aparamenta 30 KV

#### 1.2.5. Interconexión celdas 30 kV – transformador de servicios auxiliares

La interconexión entre la celda de 30 kV y el transformador de servicios auxiliares de 100 kVA se realiza a través de una terna de cable aislado 18/30 kV, tipo RHZ1 (aislamiento en XLPE) de 95 mm<sup>2</sup> de sección de aluminio.

### **INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE**

Para el transformador de servicios auxiliares a plena carga, la intensidad máxima circulante por el lado de 30 kV será de 1,92 A.



La intensidad máxima admisible para un conductor, según fabricante, será de 205 A. Considerando la utilización de tres ternas y aplicando un factor de corrección global de 0,9, la intensidad máxima admisible de la configuración seleccionada será de 553,5 A.

Siendo la capacidad del cable y configuración considerado superior a la intensidad máxima prevista, la solución resulta válida.

#### **INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE**

La intensidad máxima que puede circular por los conductores se obtiene según la expresión enunciada en apartados anteriores.

Para un conductor de aluminio, y una sección de  $1 \times 95 \text{ mm}^2$ , la intensidad máxima que puede circular por los cables durante 1 segundo es de:

$$I_{cc} = 8,98 \text{ kA}$$

Superior a 25 kA para una terna de cables, corriente de diseño del sistema de 30 kV.

## **2. CONCLUSIONES**

---

Con lo expuesto en la memoria y con los planos y documentos adjuntos, consideramos descritas las instalaciones objeto de este Proyecto.



## ANEXO II: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO



## ÍNDICE

---

ANEXO II: COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO .....	1
1. INTRODUCCION .....	3
2. NORMATIVA APLICABLE .....	3
3. AISLAMIENTO Y SU COORDINACIÓN .....	4
3.1. Distancias mínimas reglamentarias .....	5
3.2. Distancia a elementos en tensión .....	6
3.3. Coordinación del aislamiento con los pararrayos .....	7
3.4. Autoválvulas conforme a las condiciones del fabricante 66 kV .....	10
3.5. Autoválvulas conforme a las condiciones del fabricante 220 kV .....	14
4. DISTANCIA REGLAMENTARIA SUBESTACIÓN LINEAS AEREAS DE ALTA TENSIÓN .....	17



## 1. INTRODUCCION

---

En este documento se muestra la metodología, los datos y los resultados del estudio de coordinación de aislamiento, para determinar las distancias mínimas y el nivel de aislamiento de los equipos en la Subestación que forma parte del presente documento.

## 2. NORMATIVA APLICABLE

---

R.D. 1110/2007

Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico español.

IEC 60815-3

Selección y dimensionamiento de aisladores de alta tensión destinados para su utilización en condiciones de contaminación Procedimientos de operación de Red Eléctrica de España.

R.D. 337/2014

Reglamento de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación

IEEE

Normativa Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

*Normativas aplicables*

### 3. AISLAMIENTO Y SU COORDINACIÓN

En la siguiente tabla se presentan los parámetros generales para los niveles de tensión de 220 kV y de 66 kV de la Subestación.

Nivel de tensión	66 kV	220 kV
Tensión nominal (kV ef.) (ITC- 4)	66	220
Frecuencias nominal (Hz)	50	50
Nivel de contaminación ambiental (IEC 60815)	Medio	Medio
Distancia de fuga específica (mm/kV) (IEC 60815)	25	25
Tensión más elevada para el material (kV ef.) (ITC- 12)	72,5	245
Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta) (ITC- 12)	325	1.050
Tensión soportada a frec. ind. (1 min. 50 Hz) (ITC-12)	140	460
Tipo de PAT del sistema eléctrico	Rígidamente puesto a tierra	Rígidamente puesto a tierra

*Tabla de parámetros generales*

### 3.1. Distancias mínimas reglamentarias

Las distancias mínimas reglamentarias aplicables a la instalación proyectada serán las siguientes:

#### **Distancia mínima entre fases en el aire**

Según la tabla 5 de la ITC RAT 12 del decreto RD 337/2014 y para una altura menor a 1.000 m:

Nivel de tensión	Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo (kV cresta)	Distancia mínima
66	325	63
220	1.050	210

*Tabla 2: Tabla 5 de la ITC-RAT12. Distancias mínimas entre fases en el aire.*

#### **Distancia mínima entre fase y tierra en el aire**

Según la tabla 4 y 6 de la ITC RAT 12 del decreto RD 337/2014 y para una altura menor a 1.000 m:

Nivel de tensión	Tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo (kV cresta)	Distancia mínima
66	325	63
220	1.050	260

*Tabla 3: Tabla 6 de la ITC-RAT12. Distancias mínimas entre Conductor Estructura.*

### 3.2. Distancia a elementos en tensión

Según el apartado 3 de la ITC RAT15 del decreto RD 337/2014:

Pasillos de servicio

Los elementos en tensión no protegidos que se encuentren sobre los pasillos, deberán estar a una altura mínima:

$$H = 250 + d$$

Siendo:

- H = altura mínima desde el suelo en cm.
- d = distancia en cm de la tabla 4 de la ITC RAT 12, dada en función de la tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo adoptada por la instalación.

Nivel de tensión	d (cm)	H (cm)
66	63	313
220	210	460

*Tabla 4: Pasillos de servicio.*

#### **Zonas de protección contra contactos accidentales en el interior del recinto de la instalación**

De los elementos en tensión a paredes macizas de 180 cm. de altura mínima:

$$B = d + 3$$

De los elementos en tensión a enrejados de 180 cm. de altura mínima:

$$C = d + 10$$

De los elementos en tensión a cierres de cualquier tipo:

$$E = d + 30 (E_{\min}=125 \text{ cm})$$

Siendo  $d$  la distancia definida en el apartado anterior se obtienen los siguientes valores:

Nivel de tensión	$d$ (cm)	$B$ (cm)	$C$ (cm)	$E$ (cm)
66	63	66	73	125
220	210	213	220	240

*Tabla 5: Distancias de protección contra contactos en el interior.*

### Zonas de protección contra contactos accidentales desde el exterior del recinto de la instalación

En la S.E.T. se colocará a lo largo del todo el perímetro un enrejado metálico de altura igual a 2,5 metros, por lo que la distancia del exterior del recinto a la S.E.T. quedará definida de la siguiente manera

De elementos en tensión al cierre cuando éste es un enrejado de cualquier altura mayor o igual a 220 cm.

$$G = d + 150$$

Nivel de tensión	$G$ (cm)
66	213
220	360

*Tabla 6: Distancias de protección contra contactos en el exterior.*

En todo el perímetro se respetará una distancia de 4 metros, cumpliendo así para ambos niveles de tensión y asegurando una mayor seguridad desde contactos accidentales desde el exterior.

La cuadrícula del enrejado será como máximo de 50 x 50 mm.

### 3.3. Coordinación del aislamiento con los pararrayos

En este apartado se pretende coordinar el aislamiento del conjunto de la aparamenta instalada con los niveles de protección de los pararrayos a instalar, para proporcionar protección a los aparatos contra los riesgos producidos por tensiones anormales de naturaleza diversa. Estas sobretensiones pueden provocar cebados y causar daños importantes al material, comprometiendo así el funcionamiento de la subestación.

Se pretende utilizar pararrayos de resistencia variable de óxidos metálicos, en concreto de OZn, para los cuales existen una serie de consideraciones técnicas, que son las siguientes:

- 1) Determinación de la máxima tensión de operación del sistema.

Para ello se utiliza la curva MCOV (Maximum Continuous Operating Voltage) o curva de voltaje máximo de operación continua de los pararrayos, que presenta como valor más desfavorable, el valor continuo a lo largo del tiempo de 0,8, lo que indica que los pararrayos pueden soportar una tensión del 80 % de su tensión nominal durante un tiempo indefinido.

$U_n$ (kV)	$U_m$ (kV)	$U_{m\ f-t}$ (kV)	$U_1$ (kV)	$U_n$ (kV)
66	72,5	41,85	25,98	30
220	245	141,45	176,91	220

Dónde:

- $U_{m\ f-t} = U_m / \sqrt{3}$
- $U_1 = U_{m\ f-t} / 0,8$
- 2) Consideración de las sobretensiones temporales de onda, a frecuencia industrial, de duración apreciable (faltas a tierra, cortocircuitos, etc.).

Se admite una duración del defecto de puesta a tierra de 2 s, lo que supone una disminución de la tensión del 8 %.

Para redes de puesta a tierra, el coeficiente de puesta a tierra,  $C_{pat}$ , vale 0,8 para las redes con neutro efectivamente puesto a tierra, y entre 1 y 1,1 para redes con neutro aislado.

Para el nivel de 220 kV tomamos un  $C_{pat}$  de 0,8. para 30 kV tomamos el valor de 1.

El coeficiente de defecto a tierra,  $C_{dt}$ , se define por la relación entre la tensión eficaz máxima a la frecuencia de la red, entre fase perfectamente aislada y tierra, durante un defecto a tierra (que afecte a una o más fases en un punto cualquiera de la red), y la tensión eficaz entre fase y tierra a la frecuencia de la red que se obtendría en el punto considerado en ausencia del defecto a tierra. Su valor viene dado por la expresión:

$$C_{dt} = \sqrt{3} \cdot C_{pat}$$

La evaluación de las sobretensiones temporales de corta duración para cada nivel de tensión se hace mediante la expresión:

$$U_2 = U_{m\ f-t} \cdot C_{dt} / 1,08$$

$U_n$ (kV)	$U_{m\ f-t}$ (kV)	$C_{pat}$	$U_2$ (kV)
66	41,85	0,8	53,70
220	141,45	0,8	181,48

- 3) Elección del tipo de pararrayos en función de los valores obtenidos en los apartados anteriores.

Se elige el pararrayos de manera que la tensión nominal sea de un valor comercial superior a la mayor de las dos tensiones nominales calculadas en los apartados anteriores,  $U_1$  y  $U_2$ . Además se indican las tensiones residuales máximas admisibles de los pararrayos de la clase elegida.

$U_n$ (kV)	$U_{sel}$ (kV)	$U_{comercial}$ (kV)	$U_{res\ max}$ (kV cresta)
66	53,70	60	141
220	53,70	180	399

- 4) Verificación de la coordinación de aislamiento a proteger con el nivel de protección de los pararrayos.

Debe cumplirse que:

$$C = BIL / U_{residual} \geq 1,4$$

Donde:

BIL (Basic Insulation Level) es el nivel de aislamiento a la onda de choque 1,2/50  $\mu$ s en kV cresta entre fases de los aparatos a proteger.

$U_n$ (kV)	BIL	$U_{res}$ (kV cresta)	C
66	325	141	2,30
220	1.050	399	2,63

Por consiguiente, la instalación cumple la coordinación de seguridad exigida (C mayor de 1,4), así como el coeficiente extra de seguridad del 70 % para 220 kV.

- 5) Elección de la línea de fuga adecuada.

La longitud de la línea de fuga se hace en función del nivel de contaminación existente en el lugar de emplazamiento de los pararrayos. Se considera que en el emplazamiento de la instalación no hay contaminación apreciable, por tanto

Línea de fuga  $\geq 25 \cdot U_{me}$

Siendo  $U_{me}$  la tensión más elevada prevista para el material.

$U_n$ (kV)	$U_{me}$ (kV)	Línea de fuga mínima
66	72,5	1.812,5
220	245	6.125

- 6) Análisis de márgenes de protección.

Se realizan según la expresión:

$$M_p = [ (BIL / U_{res}) - 1 ] \cdot 100$$

Se tiene:

$U_n$ (kV)	BIL (kV cresta)	$U_{res}$ (kV cresta)	MARGEN
66	325	141	130,5 %
220	1.050	399	163,15 %

Estos márgenes de protección son ampliamente superiores al valor mínimo del 30 %.

### 3.4. Autoválvulas conforme a las condiciones del fabricante 66 kV

Intensidad nominal de descarga:

Según CEI 99-5 (Recomendación para la selección y utilización de pararrayos), los pararrayos de 10 kA de capacidad nominal de descarga serán los de utilización preferente en las redes de hasta 245 kV de tensión máxima

Tensión nominal:

$$V_n = V_{m\acute{a}s\ elevada} \times \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$$

Siendo  $\alpha$  para redes con neutro a puesta y eliminación de defectos automática de 1.05



$$V_n = 72,5 \times \frac{1,05}{\sqrt{3}} = 43,95 \text{ kV}$$

Tensión máxima con respecto a tierra:

$$V_t = \frac{V_{\text{m\u00e1s elevada}}}{\sqrt{3}} = \frac{72,5}{\sqrt{3}} = 41,85 \text{ kV}$$

La sobretensión con respecto a tierra, por pérdida brusca de la carga puede alcanzar un valor de 1,55  $V_t$ , con una duración del defecto de 10s:

$$V_{10s} = V_t \times 1,55 = 41,85 \times 1,55 = 64,867 \text{ kV}$$

El valor de la sobretensión con respecto a tierra, por defecto a tierra de una fase alcanza, en las otras dos fases con respecto a tierra el valor del 140 % de la máxima a tierra, con una duración del defecto de 1s:

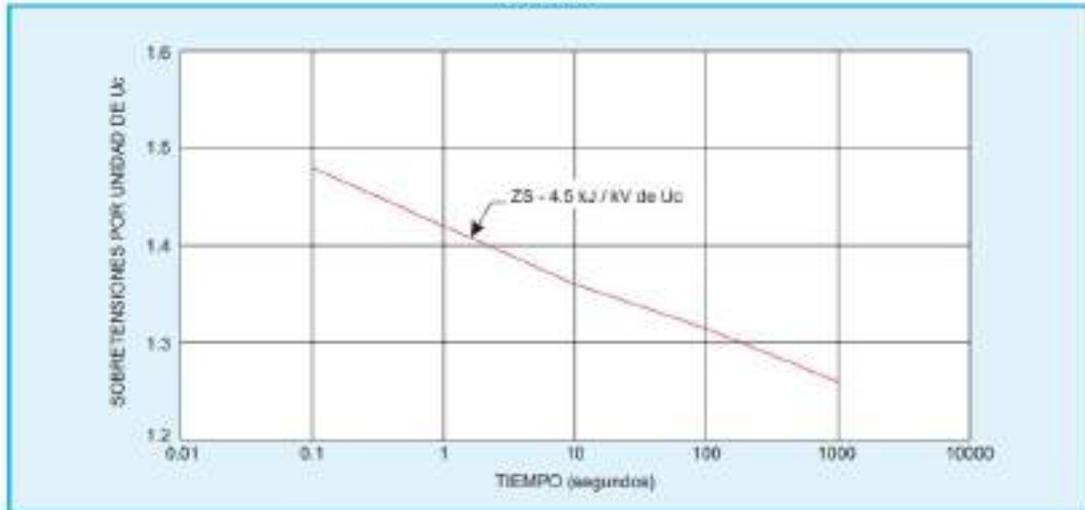
$$V_{1s} = V_t \times 1,40 = 41,85 \times 1,40 = 58,59 \text{ kV}$$

El pararrayos seleccionado debe ser de la menor tensión nominal que reúna las siguientes características:

- Tensión de servicio continuo superior a 43,95 kV.
- Debe soportar una tensión de 64,867 kV durante 10 s.
- Debe soportar una tensión de 58,59 kV durante 1 s.

Vamos a seleccionar un pararrayos tipo ZS de INAEL, o similar, con una tensión asignada de 72 kV, que tiene un tensión de funcionamiento de 57 kV.

GRÁFICO 1



Conforme al grafico vemos que el pararrayos elegido puede soportar:

Durante 1 s. una sobretensión de 1,43 U es decir,  $1,43 \times 57 = 81,51$  kV

Durante 10 s. una sobretensión de 1,36 U =  $1,36 \times 57 = 77,52$  kV

Desde el punto de vista de tensión nominal y capacidad para soportar sobretensiones temporales, éste sería el pararrayos adecuado, ya que el pararrayos seleccionado presenta una resistencia a las sobretensiones de:

Durante 1 s.  $81,51$  kV >  $58,59$  kV

Durante 10 s.  $72,52$  kV >  $64,876$  kV

Tensión Asignada Ur (kV eficaces)	Tensión Continua Uc* (kV eficaces)	STT (1)		Equivalen te al frente de onda ** (kV cresta)	Máxima sobreten sión de maniobra *** (kV cresta)	Tensión residual máxima (kV cresta) Usando una onda de corriente 8/20 µseg						
		1 s (kV eficaces)	10 s (kV eficaces)			1.5 kA	3 kA	5 kA	10 kA	15 kA	20 kA	40 kA
72	57	82,8	78,9	160	124	143	147	152	159	169	175	188

\* U = Tensión máxima de funcionamiento continuo.

\*\*La tensión residual equivalente al frente de onda es el valor máximo correspondiente a una onda de corriente de impulso de 5 kA, que produce una onda de tensión cuya cresta se alcanza en 0,5 µseg.

\*\*\*Basado en una onda de tipo 45/90 µseg y los siguientes valores de la corriente: 500 A para las tensiones asignadas comprendidas entre 3 kV y 96 kV, 1,000 A para las tensiones asignadas comprendidas entre 120 y 240 kV.

1 Sobretensiones temporales en pararrayos nuevos.

Tensión Asignada Ur (kV eficaces)	Tensión Continua Uc* (kV eficaces)	Altura total H mm	Distancia en el aire mm	Peso neto kg	Separaciones mínimas	
					A ** mm	R*** mm
72	57	1831	70,3	783	787	533

\* U = Tensión máxima de funcionamiento continuado.

\*\* A = Distancia mínima entre ejes de los pararrayos.

\*\*\* R = Distancia mínima a cualquier pared.

El margen de protección (MP) ha de ser superior al 33%.

El valor de la tensión residual con un impulso de corriente de 10 kA, onda 8/20 de éste pararrayos es 159 kV. Los niveles de aislamiento (NA) establecidos en el ITC RAT-12 para los equipos de 72,5 kV es de 325 kV.

En el peor de los casos, para el valor mínimo del nivel de aislamiento del equipo.

$$MP = \left( \frac{325}{159} - 1 \right) \times 100 = 104,40 \%$$

El pararrayos seleccionado, protege adecuadamente el equipo de 66 kV, ya que en el peor de los casos, cuando los niveles de aislamiento de la instalación son los mínimos normalizados, el margen de protección es muy bueno pues alcanza un valor del 104,40%.

### 3.5. Autoválvulas conforme a las condiciones del fabricante 220 kV

Intensidad nominal de descarga:

Según CEI 99-5 (Recomendación para la selección y utilización de pararrayos), los pararrayos de 10 kA de capacidad nominal de descarga serán los de utilización preferente en las redes de hasta 245 kV de tensión máxima

Tensión nominal:

$$V_n = V_{m\acute{a}s\ elevada} \times \frac{\alpha}{\sqrt{3}}$$

Siendo  $\alpha$  para redes con neutro a puesta y eliminación de defectos automática de 1.05

$$V_n = 245 \times \frac{1,05}{\sqrt{3}} = \mathbf{148,52\ kV}$$

Tensión máxima con respecto a tierra:

$$V_t = \frac{V_{m\acute{a}s\ elevada}}{\sqrt{3}} = \frac{245}{\sqrt{3}} = 141,45\ kV$$

La sobretensión con respecto a tierra, por pérdida brusca de la carga puede alcanzar un valor de 1,55  $V_t$ , con una duración del defecto de 10s:

$$V_{10s} = V_t \times 1,55 = 141,45 \times 1,55 = 219,25\ kV$$

El valor de la sobretensión con respecto a tierra, por defecto a tierra de una fase alcanza, en las otras dos fases con respecto a tierra el valor del 140 % de la máxima a tierra, con una duración del defecto de 1s:

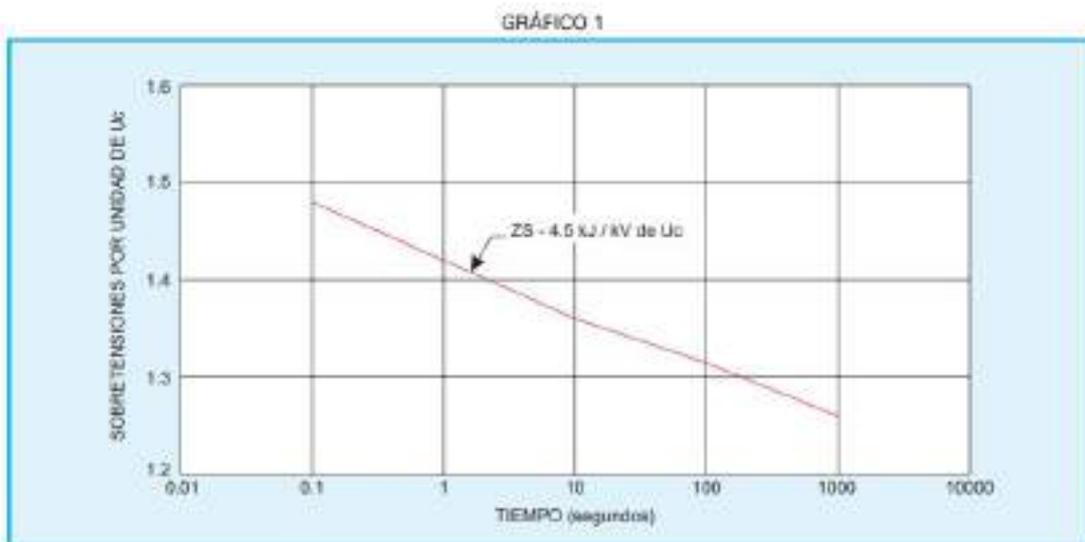
$$V_{1s} = V_t \times 1,40 = 141,45 \times 1,40 = 198,03\ kV$$

El pararrayos seleccionado debe ser de la menor tensión nominal que reúna las siguientes características:

- Tensión de servicio continuo superior a 148,52 kV.
- Debe soportar una tensión de 219,25 kV durante 10 s.

- Debe soportar una tensión de 198,03 kV durante 1 s.

Vamos a seleccionar un pararrayos tipo ZS de INAEL, o similar, con una tensión asignada de 228 kV, que tiene un tensión de funcionamiento de 180 kV.



Conforme al gráfico vemos que el pararrayos elegido puede soportar:

Durante 1 s. una sobretensión de 1,43 U es decir,  $180 \times 1,43 = 257,40$  kV

Durante 10 s. una sobretensión de 1,36 U =  $180 \times 1,36 = 244,80$  kV

Desde el punto de vista de tensión nominal y capacidad para soportar sobretensiones temporales, éste sería el pararrayos adecuado, ya que el pararrayos seleccionado presenta una resistencia a las sobretensiones de:

Durante 1 s.  $257,40 \text{ kV} > 219,25 \text{ kV}$

Durante 10 s.  $244,80 \text{ kV} > 198,03 \text{ kV}$

Tensión Asignada Ur (kV eficaces)	Tensión Continua Uc* (kV eficaces)	STT (1)		Equivalen te al frente de onda ** (kV cresta)	Máxima sobreten sión de maniobra *** (kV cresta)	Tensión residual máxima (kV cresta) Usando una onda de corriente 8/20 µseg						
		1 s (kV eficaces)	10 s (kV eficaces)			1.5 kA	3 kA	5 kA	10 kA	15 kA	20 kA	40 kA
228	180	261	249	521	428	464	479	493	516	550	569	610

\* U = Tensión máxima de funcionamiento continuo.

\*\*La tensión residual equivalente al frente de onda es el valor máximo correspondiente a una onda de corriente de impulso de 5 kA, que produce una onda de tensión cuya cresta se alcanza en 0,5 µseg.

\*\*\*Basado en una onda de tipo 45/90 µseg y los siguientes valores de la corriente: 500 A para las tensiones asignadas comprendidas entre 3 kV y 96 kV, 1,000 A para las tensiones asignadas comprendidas entre 120 y 240 kV.

1 Sobretensiones temporales en pararrayos nuevos.

Tensión Asignada Ur (kV eficaces)	Tensión Continua Uc* (kV eficaces)	Altura total H mm	Distancia en el aire mm	Peso neto kg	Separaciones mínimas	
					A ** mm	R*** mm
228	180	6187	247	2775	2337	1803

\* U = Tensión máxima de funcionamiento continuado.

\*\* A = Distancia mínima entre ejes de los pararrayos.

\*\*\* R = Distancia mínima a cualquier pared.

El margen de protección (MP) ha de ser superior al 33%.

El valor de la tensión residual con un impulso de corriente de 10 kA, onda 8/20 de éste pararrayos es 516 kV. Los niveles de aislamiento (NA) establecidos en el ITC RAT-12 para los equipos de 245 kV son de 750, 850, 950 y 1.050 kV.

En el peor de los casos, para el valor mínimo del nivel de aislamiento del equipo.

$$MP = \left( \frac{1050}{516} - 1 \right) \times 100 = 103,4 \%$$



El pararrayos seleccionado, protege adecuadamente el equipo de 220 kV, ya que en el peor de los casos, cuando los niveles de aislamiento de la instalación son los mínimos normalizados, el margen de protección es muy bueno pues alcanza un valor del 103,4 %.

Se va a seleccionar para tener un mayor margen de seguridad un nivel de aislamiento de:

Tensión soportada impulso tipo rayo (kV cresta)	1.050
Tensión soportada a frecuencia industrial (1 min. 50 Hz)	460

#### 4. DISTANCIA REGLAMENTARIA SUBESTACIÓN LINEAS AEREAS DE ALTA TENSION

---

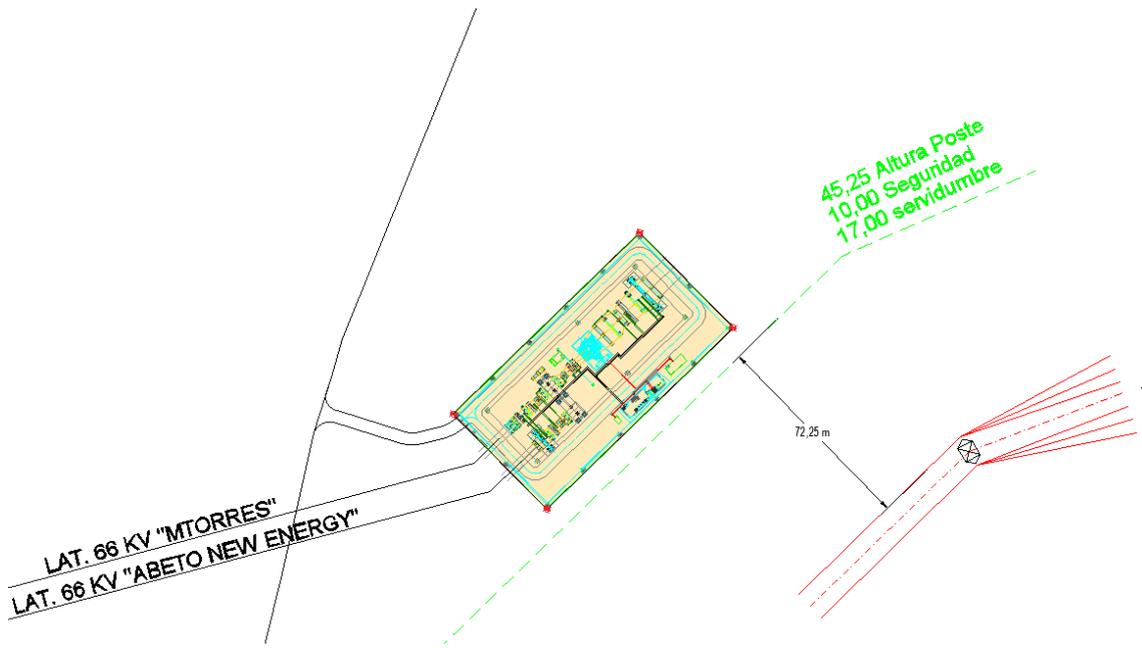
Conforme a lo dispuesto en el Real Decreto 337/2014, en el apartado 6.5 de la ITC RAT 15, se establece que:

*“Por motivos de seguridad no se permite la construcción de subestaciones de exterior bajo la franja del terreno definida por la servidumbre de vuelo de una línea aérea de alta tensión ajena a la subestación, incrementada a cada lado en la altura de los apoyos de la línea más 10 m.”*

En nuestro caso la distancia mínima es de:

- 17 m de servidumbre de la línea aérea
- 45,25 m de la altura del apoyo.
- 10 m de seguridad adicional.

Siendo nuestra distancia al a línea superior a la mínima exigida de 72,25 m



Navarra, Febrero de 2021

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez González

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



ANEXO III:  
RED DE PUESTA A TIERRA



## ÍNDICE

---

ANEXO III: RED DE PUESTA A TIERRA .....	1
1. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO .....	3
2. NORMATIVA .....	4
3. RED DE PUESTA A TIERRA INFERIORES.....	4
3.1. Criterios básicos de diseño.....	4
3.2. Datos de diseño:.....	5
3.3. Resistencia de puesta a tierra de la malla:.....	6
3.4. Intensidad de defecto: .....	7
3.1. Diámetro del conductor: .....	8
3.1. Cálculos del calentamiento del conductor.....	8
3.2. Tensiones de paso y contacto máximas admisibles:.....	10
3.3. Validación del sistema de puesta a tierra .....	13
3.4. Faltas de tierra en el lado de media tensión.....	16
4. RED DE PUESTA A TIERRA SUPERIORES.....	17



## 1. OBJETO Y ALCANCE DEL ESTUDIO

---

Se redacta el presente documento con el objeto de describir los cálculos que se han realizado para justificar la validez de la malla de tierras que se instalará en la Subestación.

La instalación de tierras constará de varias fases:

- Se deberá tender una red de cables de Cu desnudo de sección 95 mm<sup>2</sup> a una profundidad de 0,6 m por debajo del terreno, formando una cuadrícula y uniéndose cada cruce mediante soldaduras exotérmicas. La superficie a cubrir por esta malla será tal que sobrepase en 1 metro el vallado perimetral como mínimo.
- Se instalarán cuatro picas de tierras de cobre de 2 metros de profundidad y 14 mm de diámetro en cada una de las esquinas de la subestación.
- Se deberán realizar las conexiones de los apoyos y de los equipos, mediante herrajes y cables en función del tipo de equipo, además de a lo largo de las zanjas. En general, se realizará una conexión en todos los apoyos, mediante dobles latiguillos por la parte central de la cimentación. Todas estas conexiones se realizarán de igual modo, mediante doble cable de cobre desnudo de sección 95 mm<sup>2</sup> por la parte central de la cimentación.
- Se va a realizar el estudio de la puesta a tierra de la propia malla de la subestación.

## 2. NORMATIVA

---

En el estudio justificativo de la red de tierras se ha tenido en cuenta las siguientes normas:

- 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.
- IEEE Standard 80-2000: Diseño de sistemas de puesta a tierra para subestaciones.
- UNE 21-185:1995 sobre protección de las estructuras contra el rayo y principios generales.

## 3. RED DE PUESTA A TIERRA INFERIORES

---

### 3.1. Criterios básicos de diseño

Para el diseño de la red de tierras se han seguido las indicaciones de la instrucción MIE-RAT 13 de Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Se ha considerado una resistividad del terreno de  $150 \Omega\text{m}$ , que deberá ser verificada previo el comienzo de la construcción, actualizando el cálculo en el caso de que la resistencia real supere el valor considerado.

Los cálculos justificativos estarán basados en el documento IEEE Standard 80-2000.

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, la subestación irá dotada de una malla de tierras inferiores formada por cable de cobre de  $95 \text{ mm}^2$  enterrada a 0,6 m de la cota de explanación, formando retículas aproximadas de 5 x 5 m.

Cumplimentando la Instrucción Técnica Complementaria del MIE-RAT, 13, punto 6.1, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pudieran estarlo como consecuencia de averías, sobretensiones por descarga atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla: estructuras metálicas, bases de aparellaje, neutros de transformadores de potencia, reactancias, etc.



Estas conexiones se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales, que aseguren la permanencia de la unión, haciendo uso de soldaduras Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

Será necesario realizar el dimensionamiento de la red de tierras desde el punto de vista térmico con el fin de determinar la sección de los conductores de tierra y desde el punto de vista de la elevación de tensión en el terreno, tensiones que deben ser inferiores a las que marca el reglamento MIE-RAT.

### 3.2. Datos de diseño:

Tensión nominal de la Subestación .....	220/66 kV
( $\rho$ ) Resistividad media del terreno .....	150 ( $\Omega \cdot m$ )
( $\rho_s$ ) Resistividad media del terreno .....	3.000 ( $\Omega \cdot m$ )
(t) Tiempo de duración del defecto .....	0.5 s
Número de líneas aéreas con línea de guarda .....	2 ud
Número de transformadores de potencia.....	1 ud
(h) Profundidad de la malla .....	0,6 m
(A) Área cubierta por la malla.....	3.912 m <sup>2</sup>
Factor de incremento de corriente por posibles ampliaciones .....	1,1
Tensión de servicio nominal .....	220 kV
Factor de división de corriente por líneas aéreas o por inducción .....	52,61 %
Factor de seguridad adicional.....	20 %
Factor de división de corriente aplicado (por factor de seguridad) .....	63,14 %
Razón X/R de la impedancia subtransitoria del sistema.....	10
Factor de asimetría (Df) .....	1,02
Factor de reducción de corriente por MIE-RAT .....	1
Intensidad de cortocircuito de cálculo .....	15 kA



Intensidad de cortocircuito aplicada (tras aplicar divisor corriente).....3,37kA

### 3.3. Resistencia de puesta a tierra de la malla:

Para calcular la resistencia de la red de tierra se utiliza la siguiente expresión:

$$R_g = \rho \left[ \frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20 \times A}} \left( 1 + \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] = (\Omega)$$

Donde:

$\rho$  = resistividad del terreno ( $\Omega\text{m}$ )

L = Longitud Total del conductor enterrado (m)

h = profundidad del conductor enterrado (m)

A = superficie ocupada por la malla ( $\text{m}^2$ )

Para nuestro caso tenemos:

$\rho = 150$  ( $\Omega\text{m}$ )

L = 2.047 (m)

h = 0,6 (m)

A = 3.912 ( $\text{m}^2$ )

$$R_g = 150 \left[ \frac{1}{2279} + \frac{1}{\sqrt{20 \times 4501}} \left( 1 + \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{20}{4501}}} \right) \right] = 1,11(\Omega)$$

### 3.4. Intensidad de defecto:

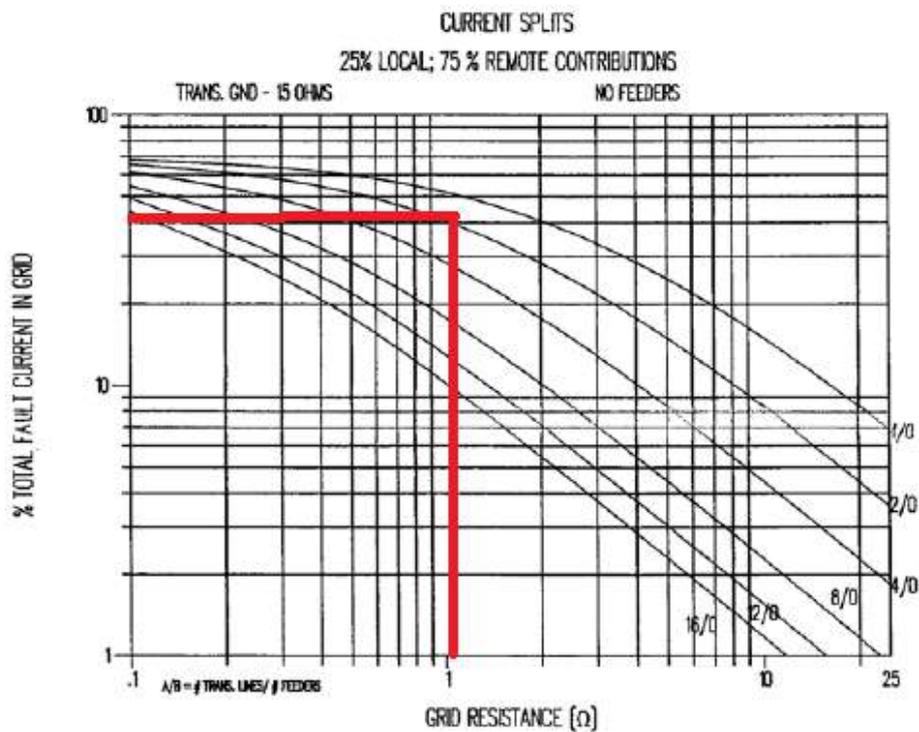
Para el diseño de la red de tierras se han seguido las indicaciones establecidas en el reglamento MIE RAT 13 y la recomendación IEEE Std. 80/2000.

El MIE-RAT 13 establece una reducción de un 30% de ese valor al tener neutro rígido a tierra en la instalación.

$$I_E = 0,7 \times 1,03 \times 40 = 28,84 \text{ (kA)}$$

De acuerdo con la IEEE-80-2000 se puede aplicar un factor de reducción  $S_f$  en función de los caminos de retorno adicionales que suponen los hilos de guarda de las líneas de distribución y de transmisión que llegan a la subestación.

Para determinar esta reducción se utiliza la siguiente figura, sabiendo que la resistencia de puesta a tierra es  $1,03 \Omega$  y el número de líneas de transmisión y de distribución total son tres. Por lo que el factor que resulta es del 45 %.



**Figure C.17—Curves to approximate split factor  $S_f$**

La intensidad total disipada a tierra por la malla será:  $I_g = 28,84 \cdot 0,30 = 8,652 \text{ kA}$

### 3.1. Diámetro del conductor:

Para determinar la sección mínima del conductor se utiliza la expresión que indica el estándar IEEE 80, para conductores de cobre:

$$A = I \times \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \times \alpha_r \times \rho_r}\right) \times \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Donde:

I = Mitad de la intensidad de falta a tierra (kA)

$t_c$  = tiempo máximo de falta (s)

$T_m$  = temperatura máxima (°C)

$T_a$  = Temperatura ambiente (°C)

TCAP: Capacidad térmica del conductor según tabla adjunta (J/cm<sup>3</sup>°C)

$\alpha_r$  = coeficiente térmico de resistividad a 2 °C (1/°C)

$\rho_r$  = resistencia del conductor a 20 °C ( $\mu\Omega \cdot \text{cm}$ )

$K_0$  = Inversa del coeficiente térmico de resistividad a 0°C

A: Sección mínima del conductor (mm<sup>2</sup>)

Para la selección de estos valores lo realizaremos en base a los datos de partida y los datos de la tabla de constantes de los materiales de IEEE-80-2000.

### 3.1. Cálculos del calentamiento del conductor

Para determinar la sección mínima del conductor se utiliza la expresión que indica el estándar IEEE 80, para conductores de cobre:

$$A = I \times \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{TCAP \times 10^{-4}}{t_c \times \alpha_r \times \rho_r}\right) \times \ln\left(\frac{K_0 + T_m}{K_0 + T_a}\right)}}$$

Donde:

$I$  = Mitad de la intensidad de falta a tierra (kA)

$t_c$  = tiempo máximo de falta (s)

$T_m$  = temperatura máxima ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_a$  = Temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ )

TCAP: Capacidad térmica del conductor según tabla adjunta ( $\text{J}/\text{cm}^3\text{C}$ )

$\alpha_r$  = coeficiente térmico de resistividad a  $20^{\circ}\text{C}$  ( $1/^{\circ}\text{C}$ )

$\rho_r$  = resistencia del conductor a  $20^{\circ}\text{C}$  ( $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ )

$K_0$  = Inversa del coeficiente térmico de resistividad a  $0^{\circ}\text{C}$

$A$ : Sección mínima del conductor ( $\text{mm}^2$ )

Para la selección de estos valores lo realizaremos en base a los datos de partida y los datos de la tabla de constantes de los materiales de IEEE-80-2000.

Tabla 3. Constantes de los materiales conductores [1]

DESCRIPTION	Material conductivity (%)	Resistor at $20^{\circ}\text{C}$ ( $10^6\Omega$ )	$K_0$ at $0^{\circ}\text{C}$ ( $10^6\Omega$ )	Fusing temperature $T_m$	$\rho_r$ at $20^{\circ}\text{C}$ ( $\mu\Omega/\text{cm}$ )	TCAP thermal capacity ( $\text{J}/\text{cm}^3\cdot^{\circ}\text{C}$ )	KI
Copper, annealed soft-drawn	100	0.00380	234	1080	1.72	3.42	7
Copper, commercial hard-drawn	97	0.00381	242	1084	1.78	3.42	7.06
Copper-clad steel wire	40	0.00378	248	1084	4.4	3.85	10.45
Copper-clad steel wire	30	0.00378	245	1084	5.95	3.85	12.06
Copper-clad steel rod	20	0.00378	245	1084	8.62	3.85	14.64
Aluminum, EC grade	61	0.00403	228	657	2.95	2.56	12.12
Aluminum, 5005 alloy	53.6	0.00353	263	652	3.22	2.6	12.41
Aluminum, 5201 alloy	52.5	0.00347	268	654	3.28	2.6	12.47
Aluminum-clad steel wire	20.3	0.0036	258	657	8.48	3.58	17.2
Steel, 1020	10.8	0.00316	605	1510	15.9	3.28	15.86
Stainless-clad steel rod	9.8	0.0016	605	1400	17.5	4.44	14.72
Zinc-coated steel rod	8.6	0.0032	293	419	20.1	3.93	23.96
Stainless steel, 304	2.4	0.0013	749	1400	72	4.03	30.05

Por lo que en nuestro caso tendremos:

$$I = 14,42(\text{kA})$$

$$t_c = 0,5 \text{ (s)}$$

$$T_m = 300 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$T_a = 40 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\text{TCAP: } 3,42 \text{ (J/cm}^3\text{}^\circ\text{C)}$$

$$\alpha_r = 0,00381 \text{ (1/}^\circ\text{C)}$$

$$\rho_r = 1,78 \text{ (}\mu\Omega\cdot\text{cm)}$$

$$K_0 = 242 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$A = 14 \times \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{3,42 \times 10^{-4}}{0,5 \times 0,00381 \times 1,78}\right) \times \ln\left(\frac{242 + 300}{242 + 40}\right)}} = 85,24 \text{ mm}^2$$

La sección mínima necesaria es mucho menor que los 95 mm<sup>2</sup> del cable de Cu que se va a utilizar, por lo que no habría problemas.

Por otro lado, la densidad de corriente máxima que puede soportar el cable de Cu es de 192 A/mm<sup>2</sup>. Entonces para el cable de 120 mm<sup>2</sup> la máxima intensidad que puede circular es de:

$$I_{\text{max}} = 2 \times 95 \times 120 = 36,48 \text{ kA.}$$

Este valor es mayor que la mitad de la corriente de falta a tierra, que era de 28,84 kA. Se utiliza la mitad del valor, ya que el diseño de la malla se establece de forma que en cada punto de p. a t. llegan al menos dos conductores.

### 3.2. Tensiones de paso y contacto máximas admisibles:

Al efecto de validar el diseño de la instalación de puesta a tierra se calculan los valores máximos de las tensiones de paso y contacto a que puedan quedar sometidas las personas que circulen o permanezcan en puntos accesibles del interior o exterior de la instalación eléctrica.

Según el ITC-RAT 01 a 23, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Donde K y n se determinan a partir de la tabla:

	K	n
$0.9 \geq t > 0.1s$	72	1
$3 \geq t > 0.9 s$	78.5	0.18
$5 \geq t > 3s$	$V_{ca} \leq 64V$	
$t > 5s$	$V_{ca} \leq 50V$	

Los datos utilizados para el cálculo de la red de tierras para la subestación son:

Tiempo de despeje de la falta (t): 0,5 s.

Para tiempo de desconexión inferiores a 0,9 s, conforme a la tabla adjunta de la MIE-RAT 13 K=72 y n=1,

Resistividad de la capa superficial (grava) ( $\rho_s$ ): 3000  $\Omega \cdot m$ .

Según el ITC-RAT 01 a 23, las tensiones de paso y contacto máximas admisibles son:

Tensión de paso:

$$V_p = \frac{10 \times K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6 \times \rho_s}{1000}\right) = \frac{10 \times 72}{0,5^1} \times \left(1 + \frac{6 \times 3000}{1000}\right) = 27.360 V$$

Tensión de contacto:

$$V_c = \frac{K}{t^n} \times \left(1 + \frac{1,5 \times \rho_s}{1000}\right) = \frac{72}{0,5^1} \times \left(1 + \frac{1,5 \times 3000}{1000}\right) = 792 V$$

Según IEEE Std 80-2000 Aptdos. 8.3 y 7.4:



Tensión de paso:

$$V_p = (1000 + 6 \times C_s \times \rho_s) \times \frac{0,157}{\sqrt{t_s}} = (V)$$

Tensión de contacto:

$$V_c = (1000 + 1,5 \times C_s \times \rho_s) \times \frac{0,157}{\sqrt{t_s}} = (V)$$

Siendo  $C_s$  el factor de reducción siguiente:

$$C_s = 1 - \left( \frac{0,09 \times \left(1 + \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2 \times h_s + 0,09} \right)$$

Donde:

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )= 150  $\Omega \cdot m$

$\rho_s$ : resistividad de la gravilla ( $\Omega \cdot m$ )= 3.000  $\Omega \cdot m$

$h_s$ : espesor capa de gravilla (m)= 0,1 m.

Con lo que:

$$C_s = 1 - \left( \frac{0,09 \times \left(1 - \frac{150}{3000}\right)}{2 \times 0,1 + 0,09} \right) = 0,71$$

$$V_p = (1000 + 6 \times 0,71 \times 3000) \times \frac{0,157}{\sqrt{0,5}} = 3.040,30 (V)$$

$$V_c = (1000 + 1,5 \times 0,71 \times 3000) \times \frac{0,157}{\sqrt{0,5}} = 926,60(V)$$



El cometido de la red de tierras inferiores es establecer las condiciones para que se cumplan estas hipótesis.

### 3.3. Validación del sistema de puesta a tierra

El cálculo teórico de las máximas tensiones de paso y contacto que se van a presentar en la instalación descrita se realiza por aplicación de las fórmulas ANSI/IEEE Std 80, propuesta de 1996:

Máxima tensión de paso (inferior a  $V_{padm}$ ):

$$V_s = \frac{\rho \cdot K_i \cdot K_s \cdot I_G}{L_s}$$

Máxima tensión de contacto (inferior a  $V_{c^{adm}}$ ):

$$V_m = \frac{\rho \cdot K_i \cdot K_m \cdot I_G}{L_m}$$

Utilizando el estándar IEEE 80, se pueden calcular unos valores previstos de tensiones de paso y contacto para unos determinados niveles de falta, y para un diseño previo de la malla de red de tierras.

Los datos iniciales utilizados para el cálculo han sido:

Resistividad del terreno ( $\rho$ ) 150  $\Omega \cdot m$

Espaciado medio entre conductores (D) 5 m

Profundidad del conductor enterrado (h) 0,6 m

Diámetro del conductor (95mm<sup>2</sup>) (d) 0,01098 m

Longitud del conductor enterrado (L) 2047 m

Intensidad de defecto ( $I_g$ ) 8.652 A

Partiendo de los valores indicados, e introducidos en las fórmulas desarrolladas en el estándar IEEE 80, se obtienen los siguientes valores intermedios:

$$K_h = \sqrt{1 + h} = 1,26$$

En nuestro caso tenemos:

$L_c$  = longitud del conductor de la malla = 2047 m

$L_p$  = longitud del perímetro de la malla = 263,4 m

$L_x$  = longitud máxima de la malla en la dirección x = 99,40 m

$L_y$  = longitud máxima de la malla en la dirección y = 45,3 m

$D_m$  = máxima distancia entre dos puntos en la malla = 109,30 m

$L_R$  =  $D_m/2$  para mallas rectangulares = 54,64 (m)

$A$  = Área de la malla 3.912,5 m<sup>2</sup>

$$n = n_a \times n_b \times n_c \times n_d$$

$$n_a = \frac{2 \times L_c}{L_p} = 15,54$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 \times \sqrt{A}}} = 1,03$$

$$n_c = \left[ \frac{L_x \times L_y}{A} \right]^{\frac{0,7 \times A}{L_x \times L_y}} = 1$$

$$n_d = \frac{D_m}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}} = 1$$

Al ser una malla de forma rectangular  $n_c$  y  $n_d$  es igual a 1.

$$n = 15,54 \times 1,03 \times 1 \times 1 = 15,94$$

$$K_i = 0,644 + 0,148 \times n = 0,644 + 0,148 \times 15,94 = 3,00$$

$$K_{ii} = \frac{1}{(2n)^{\frac{2}{n}}} = 0,65$$

$$K_m = \frac{1}{2 \times \pi} \left[ \ln \left( \frac{D^2}{16h \times d} + \frac{(D+2 \times h)^2}{8 \times D \times d} - \frac{h}{4 \times d} \right) + \frac{K_{ii}}{K_h} \ln \left( \frac{8}{\pi \times (2 \times n - 1)} \right) \right]$$

$$K_m = \frac{1}{2 \times \pi} \left[ \ln \left( \frac{5^2}{16 \times 0,6 \times 0,01098} + \frac{(5 + 2 \times 0,6)^2}{8 \times 5 \times 0,01098} - \frac{0,6}{4 \times 0,01098} \right) + \frac{3,00}{0,65} \ln \left( \frac{8}{\pi \times (2 \times 15,94 - 1)} \right) \right]$$

$$= 0,89$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 \times h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D} \times (1 - 0,5^{n-2}) \right]$$

$$K_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 \times 0,6} + \frac{1}{5+0,65} + \frac{1}{5} \times (1 - 0,5^{15,94-2}) \right] = 0,38$$

De acuerdo con la IEEE-80-2000, la fórmula que permite obtener el valor de la tensión de contacto:

$$V_{contacto} = \rho \times K_m \times K_i \times \frac{I_g}{L_M} = 1705,84 \text{ V}$$

Donde  $L_M$  es:

$$L_M = L_C + \left[ 1,55 + 1,22 \left( \frac{L_R}{\sqrt{L_X^2 + L_Y^2}} \right) \right] \times L_R = (\text{m})$$

$$L_R = 2 \text{ m}$$

$$L_M = 2043,15$$

Y la fórmula que permite obtener la tensión de paso:

$$V_{paso} = \rho \times K_S \times K_i \times \frac{I_g}{L_S} = 735,29 \text{ V}$$

Donde  $L_S$  es:

$$L_S = 0,75 \times L_C + 0,85 \times L_R = (\text{m})$$

$$L_S = 1531,70$$

Por lo que

$$V_{CONTACTO} = 2840,99 \text{ V} < 3.040,30 \text{ V}$$

$$V_{PASO} = 735,29 \text{ V} < 792 \text{ V}$$

Las tensiones de paso y contacto son admisibles.

### 3.4. Faltas de tierra en el lado de media tensión

En caso de que la falta a tierra sea en el lado de media tensión, la intensidad estará limitada por las reactancias de puesta a tierra de los transformadores. Esta intensidad, siguiendo la documentación de las reactancias trifásicas, es de 1000 A.

Esta intensidad, debido a que es menor que la calculada de alta tensión, generará menores tensiones de paso y contacto, con lo que se puede comprobar que es una condición menos restrictiva que el cortocircuito en alta tensión. El electrodo sigue siendo completamente válido para este caso.

## 4. RED DE PUESTA A TIERRA SUPERIORES

---

El cometido del sistema de tierras superiores es la captación de las descargas atmosféricas y su conducción a la malla enterrada para que sean disipadas a tierra sin que se ponga en peligro la seguridad del personal y de los equipos de la subestación.

El sistema de tierras superiores consiste en un conjunto de hilos de guarda y/o de puntas Franklin sobre columnas. Estos elementos están unidos a la malla de tierra de la instalación a través de la estructura metálica que los soporta, que garantiza una unión eléctrica suficiente con la malla.

Para el diseño del sistema de protección de tierras superiores se ha adoptado el modelo electro geométrico de las descargas atmosféricas y que es generalmente aceptado para este propósito.

El criterio de seguridad que se establece es el de apantallamiento total de los embarrados y de los equipos que componen el aparellaje, siendo este criterio el que establece que todas las descargas atmosféricas que puedan originar tensiones peligrosas y que sean superiores al nivel del aislamiento de la instalación, deben ser captadas por los hilos de guarda.

Este apantallamiento se consigue mediante una disposición que asegura que la zona de captación de descargas peligrosas de los hilos de guarda y de las puntas Franklin contiene totalmente a la correspondiente a las partes bajo tensión.

La zona de captura se establece a partir del radio crítico de cebado ( $r$ ) y que viene dado por la siguiente expresión:

$$r = 8 \times I^{0,65}$$

En donde:

$$I = 1,1 * U * N / Z,$$

Siendo:

$U$  = tensión soportada a impulsos tipo rayo = 1050 kV

$N$  = número de líneas conectadas a la subestación = 2

$Z =$  Impedancia característica de las líneas =  $400\Omega$  (valor típico)

Sustituyendo y aplicando estos valores se obtiene:

$$I = 1,1 * 1050 * 2/400 = 2,88 \text{ kA}$$

Luego la zona de captura será:

$$r = 8 * 2,8,8^{0,65} = 15,91 \text{ m}$$

El radio crítico de 15,91 m con centro en las puntas Franklin, en el centro en los amarres de los hilos de guarda y en su punto más bajo, cuyo emplazamiento se refleja en los planos correspondientes, garantiza el apantallamiento total de la instalación.

Navarra, Febrero de 2021

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Juan José Gázquez González

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.



Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



ANEJO IV:  
DESMANTELAMIENTO



## ÍNDICE

---

ANEJO IV: DESMANTELAMIENTO .....	1
1. OBJETO .....	3
2. PETICIONARIO .....	3
3. OBRAS DE DESMANTELAMIENTO.....	5
3.1. Aparellaje eléctrico y equipos .....	5
3.2. Embarrados y conductores .....	5
3.3. Estructura metálica .....	6
3.4. Cimentación y edificio.....	6
3.5. Canalizaciones .....	6
4. MEDIDAS CORRECTORAS .....	6
4.1. Contaminación atmosférica .....	7
4.2. Contaminación acústica .....	8
4.3. Suelo.....	8
4.4. Vegetación.....	9
4.5. Paisaje .....	9
4.6. Residuos de demolición .....	10
5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	10
6. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	10
7. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO .....	12



## 1. OBJETO

---

El presente documento constituye el **PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO DE LA SUBESTACIÓN**. El desmantelamiento de la instalación se realizará una vez cese la actividad de la Subestación. Por las características propias de la instalación, ésta puede integrarse en la red de transporte o distribución, por lo que la vida útil de la misma puede estar indexada a las propias necesidades del transporte o distribución. No obstante, a efectos de este proyecto se indexa la vida útil al periodo previsto para las subestaciones, esto es 30 años desde su puesta en servicio más aquellas prórrogas que pudieran realizarse, sin perjuicio de reconversiones tecnológicas de las subestaciones que alarguen su vida útil.

## 2. PETICIONARIO

---

La empresa peticionaria del proyecto, es la empresa asignada como interlocutor único de nudo, y que constará como peticionaria del proyecto:

Nombre de la sociedad:	<b>M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.</b>
CIF	B-31774425
Dirección:	Ctra. Pamplona-Huesca km 9 s/n Torres de Elorz (Navarra)
Persona de contacto:	Gorka Arratibel
Teléfono de contacto:	948 317 811
E-mail de contacto:	<a href="mailto:gorka.arratibel@mtorres.com">gorka.arratibel@mtorres.com</a> <a href="mailto:jimena.rip@mtorres.com">jimena.rip@mtorres.com</a>
Nombre de la sociedad:	<b>M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.</b>
CIF	B-31774425



Las empresas promotoras de la subestación son:

Nombre de la sociedad: **ABETO NEW ENERGY S.L.**

CIF: B-88238381

Dirección: Paseo del Club Deportivo 1, Edificio 06 A, 1ª Planta  
Parque empresarial La Finca  
Somosaguas, Pozuelo de Alarcón (Madrid)

Persona de contacto: Marco Antonio Macías Rodríguez

Teléfono de contacto: 619 054 889

E-mail de contacto: [mamacias@progressum.com](mailto:mamacias@progressum.com) / Con copia  
[lcalderon@progressum.com](mailto:lcalderon@progressum.com)

Nombre de la sociedad: **M TORRES DESARROLLOS ENERGETICOS S.L.**

CIF: B-31774425

Dirección: Ctra. Pamplona-Huesca km 9 s/n Torres de Elorz  
(Navarra)

Persona de contacto: Gorka Arratibel

Teléfono de contacto: 948 317 811

E-mail de contacto: [gorka.arratibel@mtorres.com](mailto:gorka.arratibel@mtorres.com)  
[jimena.rip@mtorres.com](mailto:jimena.rip@mtorres.com)



### 3. OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

---

Al cese total de la actividad se procederá al desmantelamiento y/o demolición de la Subestación, conforme al presente Proyecto de Desmantelamiento.

El plazo de ejecución de las actuaciones previstas en el Plan será de seis meses. Durante el desmantelamiento se adoptarán todas las medidas de seguridad y prevención de riesgos laborales recogidas en la legislación vigente en ese momento, así como toda la legislación sectorial aplicable.

#### 3.1. Aparellaje eléctrico y equipos

Para el aparellaje eléctrico de AT, como transformador de potencia, transformadores de medida, interruptores, seccionadores, cabinas de MT, se procederá a la desconexión de los mismos, retirada y traslado cada uno según su posterior aprovechamiento, a los lugares de almacenaje que indiquen sus propietarios. Para los equipos de menor envergadura como cuadros eléctricos, bastidores de control, rectificadores, etc., se procederá de igual manera.

En caso en que esto anterior no sea posible se trasladarán a vertederos autorizados para el tratamiento de chatarra y eliminación de aceites y otros elementos potencialmente contaminantes, gestionándose conforme a lo establecido en la legislación vigente.

Los aceites usados procedentes del transformador de potencia serán recogidos y puestos a disposición de gestor de residuos peligrosos autorizado.

#### 3.2. Embarrados y conductores

Dado que los materiales empleados son principalmente cobre y aluminio, estos se enviarán a gestor autorizado para su reciclaje.



### 3.3. Estructura metálica

Una vez retirados los equipos, se procederá al desmontaje de la estructura metálica de acero. Para ello, se emplearán los medios adecuados como grúas autopropulsadas, camiones pluma, elementos de sujeción y manipulación. Esta estructura será retirada a los lugares de almacenaje que indiquen los propietarios para su posterior reutilización o reciclaje.

### 3.4. Cimentación y edificio.

Se eliminarán las cimentaciones hasta una profundidad mínima de 70 cm, a medir desde la cota natural del terreno. Una vez realizada la extracción, se procederá al recubrimiento de la zona afectada mediante de una capa de terreno vegetal de espesor suficiente para que se permita el arraigo de las especies autóctonas. Para el caso de edificios, se procederá a su demolición y retirada de escombros a vertedero autorizado. De la misma forma, se repondrán los terrenos ocupados por la subestación a su morfología original, y se revegetará usando especies autóctonas.

### 3.5. Canalizaciones

Como en el resto de la subestación, se procederá a la restitución de la zona mediante recubrimiento de una capa de suelo que permita la revegetación de matorral de la zona, no afectando a las cuencas hidrológicas de la zona. Se retirarán todos los elementos como canalizaciones de cables, canalizaciones de sistemas de drenajes, tubos instalados, cunetas para evacuación de aguas, llevando todo este material de desecho (principalmente escombros, hormigón, tubos, ... ) a vertedero autorizado.

## 4. MEDIDAS CORRECTORAS

---

Las medidas correctoras que se plantean están enfocadas a lograr alguno/s de los siguientes aspectos:

- Reducir o eliminar las alteraciones que el medioambiente de la zona pueda haber sufrido por las instalaciones de la subestación.
- Reducir o atenuar los efectos ambientales negativos, limitando la intensidad de la acción que se ha provocado.
- Llevar a cabo medidas de restauración de modo que se consiga el efecto contrario a la acción provocada.

En la siguiente tabla puede ver un esquema simplificado de los aspectos a considerar:

FASE DE DESAMANTEAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN	
Contaminación Atmosférica	Reducir niveles de polvo
	* Minimizar los niveles de ruido en el desmantelamiento
	* Limitación del horario de trabajo de las unidades ruidosas
	* Protección del personal adscrito a la obra según PSyS
Suelo	* Reducir los riesgos de contaminación propios de esta fase.
	* Restauración de las zonas ocupadas por las instalaciones
Vegetación	* Revegetación de los puntos ocupados por la subestación, empleando especies autóctonas que lo aproximen al clima
Paisaje	* Restauración paisajística de las zonas ocupadas por la subestación.

A continuación, se lleva a cabo el desarrollo técnico detallado de las diferentes medidas correctoras que se consideran necesarias en función de los factores ambientales que se ven afectados en la fase de desmantelamiento de la subestación.

#### 4.1. Contaminación atmosférica

Las labores a realizar irán encaminadas a reducir los niveles de polvo y las emisiones de sustancias contaminantes a la atmósfera.



- Para reducir la emisión de polvo se procederá, entre otras acciones, al riego de los viales transitados por la maquinaria y camiones que intervienen en el desmantelamiento de la subestación.
- Asimismo, los camiones de transporte de material con alta capacidad de generar nubes de polvo irán provistos de mallas o lonas que cubran el material durante su traslado.

Cuando las labores generadoras correspondan a procesos de movimiento de tierras se procederá al riego previo a la actuación. Las emisiones a la atmósfera de gases contaminantes procederán principalmente de la maquinaria. Para reducir tales emisiones se realizarán revisiones de la misma, manteniendo los niveles de emisión conforme a la legislación vigente

#### 4.2. Contaminación acústica

La contaminación acústica viene originada principalmente por la maquinaria que trabaja en la obra de desmantelamiento de la subestación. Para reducir el nivel de ruido de la misma se consideran distintas posibilidades no excluyentes unas de otras. Entre las actuaciones a realizar se consideran:

- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
- Empleo de revestimiento de goma en maquinaria pesada, grúas, etc.
- Mantenimiento preventivo y regular de la maquinaria. –
- Optimizar el tiempo empleado en las actuaciones, siendo reducido el mismo en la medida de lo posible.
- Protección del personal adscrito a la obra según el Plan de Seguridad y Salud.

#### 4.3. Suelo

Durante esta fase de desmantelamiento de la subestación, los riesgos de contaminación del suelo son debidos mayormente a los restos de aceite que puedan escapar del transformador de potencia, para lo cual se establecerán las medidas necesarias para la recogida y almacenamiento



de los residuos en contenedores habilitados para tales efectos. Posteriormente se transportarán a las instalaciones de tratamiento mediante gestor autorizado.

En cuanto a la restauración del suelo degradado, se procederá al relleno de las excavaciones realizadas para eliminar los restos de cimentaciones, básicamente. El relleno se hará con tierra inerte en profundidad y tierra vegetal en la capa superficial. El espesor de esta última capa será tal que permita reponer los terrenos a su morfología original y se revegetará usando especies autóctonas de la zona.

#### 4.4. Vegetación

Una vez retirados todos los elementos y construcciones que componían la subestación, se procederá a ejecutar las medidas correctoras necesarias y que se traducen en una restauración paisajística consistente en:

- Restaurar la cubierta vegetal en aquellos puntos que haya resultado dañada como consecuencia de las obras de construcción y desmantelamiento de la subestación.
- Lograr una integración de los rellenos de los taludes que se originaron como consecuencia de la explanación realizada para la disposición del parque de la subestación.

Para regenerar la vegetación se emplearán especies autóctonas acordes a la serie de vegetación existente en la zona.

La revegetación vendrá determinada por las pendientes de las zonas que se estimen necesarias de recuperación. De cualquier modo, las medidas a realizar incluirán:

- Mejora edáfica de los terrenos que se van a reforestar. - Extendido de tierra vegetal, con un espesor mínimo de 15-20cm.
- Utilización de especies autóctonas y correspondientes a la vegetación potencial. - Abonado y riegos.

#### 4.5. Paisaje

La restauración paisajística de las zonas ocupadas por las infraestructuras de la subestación se realizará básicamente mediante:



- Recuperación de las áreas degradadas por las infraestructuras desmanteladas.
- Retirada y limpieza de todo tipo de residuos a los vertederos adecuados.

#### 4.6. Residuos de demolición

Se consideran residuos de demolición los materiales y componentes de construcción que se obtienen como resultado de las operaciones de desmantelamiento.

También consideramos aquí los residuos de demoliciones parciales, originados por trabajo de reparación o de rehabilitación. Son los residuos que tienen mayor volumen y peso en el conjunto del volumen de elementos generados por la actividad constructora.

Se gestionarán correctamente se estudiarán en profundidad el reciclado, reutilización o depósito en vertedero controlado.

### 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

Dado que la vida útil de la instalación se prevé 30-35 años tras la puesta en servicio, serán de aplicación las cuantas disposiciones legales en materia de seguridad y salud estén vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, teniendo en cuenta en su caso, la revisión de los métodos y procedimientos de trabajo en función del avance de la técnica.

El contratista adjudicatario de los trabajos de desmantelamiento, realizará conforme a la legislación vigente un plan de seguridad y salud, donde recoja, según su sistema de trabajo, las medidas de seguridad a aplicar durante la realización de los mismos. Este plan de seguridad y salud será aprobado por el coordinador de seguridad y salud previo al comienzo de los trabajos.

### 6. NORMATIVA DE APLICACIÓN

---

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

- 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
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- 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.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. - Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición.
- Ley Foral 14/2018, de 18 de junio, de Residuos y su Fiscalidad de Navarra.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Normas Básicas de la Edificación.
- Instrucción del Hormigón estructural EHE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación que sean de aplicación.
- Normas UNE que sean de aplicación.
- Normas CEI que sean de aplicación.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.
- Resto de normas relativas a Construcción y Protección Contra Incendios aplicables a Instalaciones Eléctricas de Alta y Baja Tensión.
- Ordenanzas, Regulaciones y Códigos Nacionales, Autonómicos y Locales, que sean de aplicación.



En materia de prevención de riesgos laborales se cumplirá con la normativa de aplicación en materia de prevención de riesgos laborales, y resto de normas y reglamentos relativos a la seguridad y salud en las obras de construcción, que estén vigentes en el momento de ejecución de las obras. A título enunciativo, se relacionan:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba los Reglamentos de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de Coordinación de actividades empresariales.
- 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 de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Con los datos expresados en la presente Memoria en unión de la valoración económica que se acompañan, consideramos adecuadamente descritas y justificadas las obras de desmantelamiento de la subestación.

## 7. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO

---

### PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO

Cap.	Descripción	Importe
1	Posición de Transformación	5.980,00 €
2		295,00 €

Posición de Barras	
3	Posición de Línea 2.890,00 €
4	Posición de MT 19.800,00 €
5	Equipos de BT 880,00 €
6	Embarrados 1.875,00 €
7	Red de tierras 1.100,00 €
8	Equipos control, medida, cableado control 10.300,00 €
9	Equipos de seguridad 250,00 €
10	Alumbrado Exterior 120,00 €
11	Sistema Protección Intrusión 30,00 €
12	Sistema ventilación 150,00 €
13	Obra Civil 8.100,00 €
14	Estructura metálica 3.650,00 €
15	Restitución paisajística 5.500,00 €
<b>Importe Capítulo 60.920,00 €</b>	
<b>Importe 60.920,00 €</b>	
<b>Gastos Generales 13% 7.919,60 €</b>	



<b>Beneficio Industrial 6%</b>	<b>3.655,20 €</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>	<b>72.494,80 €</b>

Asciende el presente presupuesto a la referida cantidad de Setenta y dos Mil cuatrocientos noventa y cuatro Euros con Ochenta céntimos (72.494,80€).



ANEJO V:  
ESTUDIOS CAMPOS MAGNÉTICOS



## ÍNDICE

---

ANEJO V: ESTUDIOS CAMPOS MAGNÉTICOS .....	1
1. OBJETO .....	3
2. NORMATIVA VIGENTE .....	3
3. CRITERIOS DE APLICACIÓN .....	4
4. CARACTERISTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	5
5. CÁLCULOS CAMPOS MAGNETICOS .....	6
5.1 Criterios y consideraciones .....	6
6. RESULTADOS OBTENIDOS .....	7
6.1 Líneas de 66 kV.....	8
6.2 Línea aérea de 220 kV .....	8
6.3 Distribución de campos magnéticos .....	9
7. Conclusiones.....	10

## 1. OBJETO

---

El objeto de este Documento es el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de la Subestación Eléctrica Tafalla 66/220 kV, para dar cumplimiento al RD 337/2014 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión), donde se indica que se deberán realizar cálculos para comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001.

Con posterioridad surgen dos disposiciones principales, el Real Decreto 299/2016 de 22 de julio y el Real Decreto 123/2017 de 24 de febrero. Dado que límites marcados en éstos últimos decretos son menos estrictos se mantendrá inicialmente como referencia los valores publicados en el Real Decreto 1066/2001 observando si existe algún problema.

El alcance comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que puedan alcanzarse en dicho entorno haciendo una evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente, para asegurar las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

## 2. NORMATIVA VIGENTE

---

- El R.D. 337/2014 de 9 de mayo, recoge el “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- RD 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueba 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.
- RD 299/2016 de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- RD 123/2017, de 24 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre el uso del dominio público radioeléctrico.

- Directiva 2013/35/UE del Parlamento Europea y del Consejo de 26 de junio de 2013.

### 3. CRITERIOS DE APLICACIÓN

---

De acuerdo con el RD 1066/2001, en el punto 3.1 Niveles de Campo, se establecen los límites de referencia para campos magnéticos y eléctricos, en función de la frecuencia de los mismos.

Para el caso que nos ocupa y considerando que la frecuencia de red es de 0,05 kHz, los límites máximos de referencia según este Real Decreto son los siguientes:

Intensidad de campo E = 5.000 V/m

Intensidad de campo H = 80 A/m

Campo Magnético B = 100  $\mu$ T

En el caso del RD 299/2016 los niveles de acción aparecen en el Anexo II, sección B3, Tabla 6 y para una frecuencia de red de 50 Hz define los siguientes límites:

Límite efectos sensoriales = 1000  $\mu$ T

Límite efectos para la salud = 6000  $\mu$ T

Como ya se ha indicado en el punto 1 a lo largo de éste estudios se tomará como referencia los niveles definidos en el RD 1066/2001 por ser más estrictos.

El método general de medida de campo magnético definido por UNESA define entre sus pautas generales:

Se tomarán las medidas a una altura de 1 metro del suelo, a excepción de las medidas específicas y puntuales a aparatos, electrodomésticos o instalaciones eléctricas concretas.

## 4. CARACTERISTICAS DE LA INSTALACIÓN

---

La Subestación Eléctrica Tafalla es una Subestación Eléctrica Transformadora 66/220 kV en la que:

- El sistema de 66 y 220 kV está instalado en intemperie.
- El transformador de potencia está instalado en intemperie.

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 en el que se aconseja tomar medidas que limitan las radiaciones de campo eléctrico y magnético, describimos aquellos criterios que se han tomado para minimizar la emisión de campos electromagnéticos y poder así cumplir los límites establecidos en el mismo.

- Los cables subterráneos que poseen una pantalla metálica atenúan el campo eléctrico. Además, si son distribuidos en ternas, de tal forma que se compensa el campo magnético que genera cada cable, lo que supone un eficaz método de reducir las emisiones magnéticas.
- Los transformadores de potencia se encuentran en intemperie separados una distancia prudencial del cerramiento minimizando de esta forma las emisiones al exterior.
- Zanjas y atarjeas de cables se diseñan retranqueadas del cerramiento para minimizar las emisiones de campo magnéticos de las mismas.
- Las acometidas de cables de AT se encuentran distribuidas en diferentes puntos como medida de limitar el valor máximo de campo magnético.

## 5. CÁLCULOS CAMPOS MAGNETICOS

---

Se ha realizado un análisis y estudio de la emisión magnética producida por cada uno de los equipos eléctricos que constituyen la Subestación Eléctrica Tafalla a través del programa simulación de campos magnéticos SISEMFIELDV0.0.

Los resultados obtenidos a través de la simulación informática son corroborados por las mediciones y muestras de campo magnético realizadas en otras instalaciones de características similares o en funcionamiento por todo el territorio nacional.

### 5.1 Criterios y consideraciones

Para la obtención de los resultados se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- El estudio se realiza para la zona interior y exterior de la subestación y a una altura de 1 m sobre el suelo.
- Se consideran como fuentes principales de campo magnético los equipos y cables eléctricos existentes dentro del cerramiento de la SET, no considerándose los equipos eléctricos o instalaciones ajenas o exteriores al recinto de la SET, salvo las correspondientes a la propia instalación.
- Se considera un grado de carga del 110% de la instalación en el nivel de 66 y 220 kV, de forma que se analice el caso más desfavorable de emisión de campos, aun cuando esta situación no está prevista que se dé durante la explotación habitual de la instalación, ni físicamente posible por el balance de las cargas consideradas en la actualidad.
- Se aplica el principio de superposición, para conocer el campo magnético generado por dos o más elementos, es decir para obtener el campo magnético en un punto, se sumará vectorialmente la aportación de cada uno de los elementos calculados individualmente.



La subestación consiste en una serie de equipos en intemperie de nivel de tensión 66 y 220 kV, las cuales están constituidas por aparataje convencional y una combinación de embarrados rígidos y flexibles.

Para considerar el caso más desfavorable, se desprecian las pérdidas en los equipos y líneas y a la potencia nominal, aun cuando no se prevea su funcionamiento en este régimen.

Para los transformadores de potencia, al igual que pasa en las posiciones blindadas, el campo magnético que emite al exterior un transformador de potencia no es muy intenso debido a su propia construcción y se amortigua muy rápidamente con la distancia. Por otra parte, la principal fuente de generación de campo magnético son las líneas de alimentación de entrada y salida, por lo que se modelan éstas en detrimento del propio transformador y cuya aportación se desprecia comparada con ellas.

Basándonos en la potencia del transformador de 66/220 kV de 140 MVA, y considerando una sobrecarga del 10 %, las corrientes consideradas han sido las siguientes:

Nivel 66 kV

- Posición de entrada de línea 1: 267,29 A
- Posición de entrada de línea 2: 762,32 A
- Posición de trafo: 1347,15 A

Nivel 220 kV

- Posición de salida de línea 1: 404,15 A

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

---

En los apartados posteriores se reflejan los resultados de los campos magnéticos obtenidos en la subestación transformadora y en el exterior de la misma.

Los cálculos realizados muestran que el valor del campo magnético en el contorno de la subestación está por debajo de los 100  $\mu$ T.

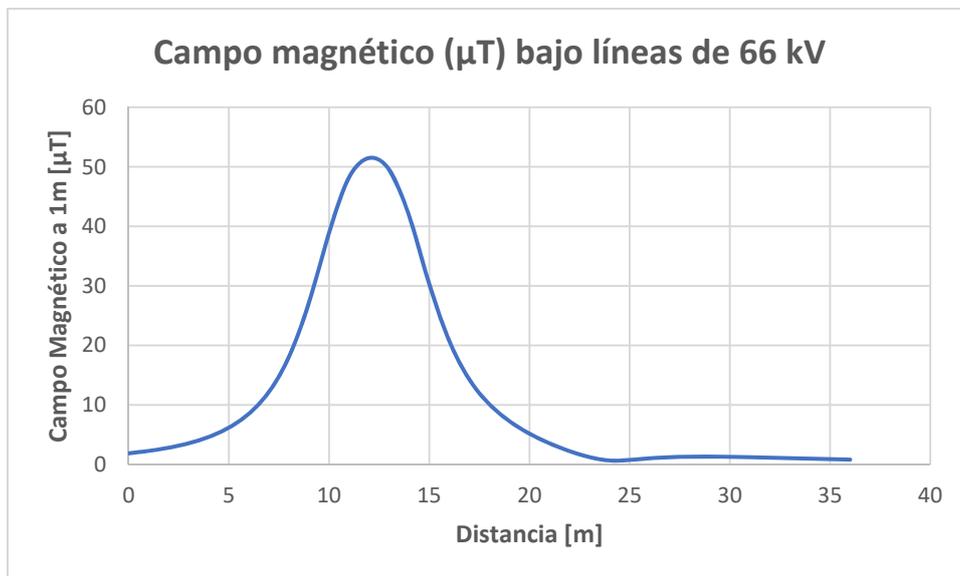
Estos niveles de campo disminuyen a medida que nos alejamos de la instalación y de los ejes de las líneas.

En la imagen incluida en el anexo pueden observarse los niveles de campo magnético originados en el exterior de las instalaciones estudiadas, representados mediante curvas de nivel.

### 6.1 Líneas de 66 kV

Para las líneas de 66 kV se considera una línea en disposición de conductores en capa con una separación de 1,5 m a una altura de 8 m sobre el terreno y otra con una transición de aérea a subterránea enterrada a 1,20 metros de profundidad.

En la figura siguiente se aprecia el campo magnético máximo generado que aparece en un plano transversal a las líneas, calculado a un nivel del suelo de 1 metro.

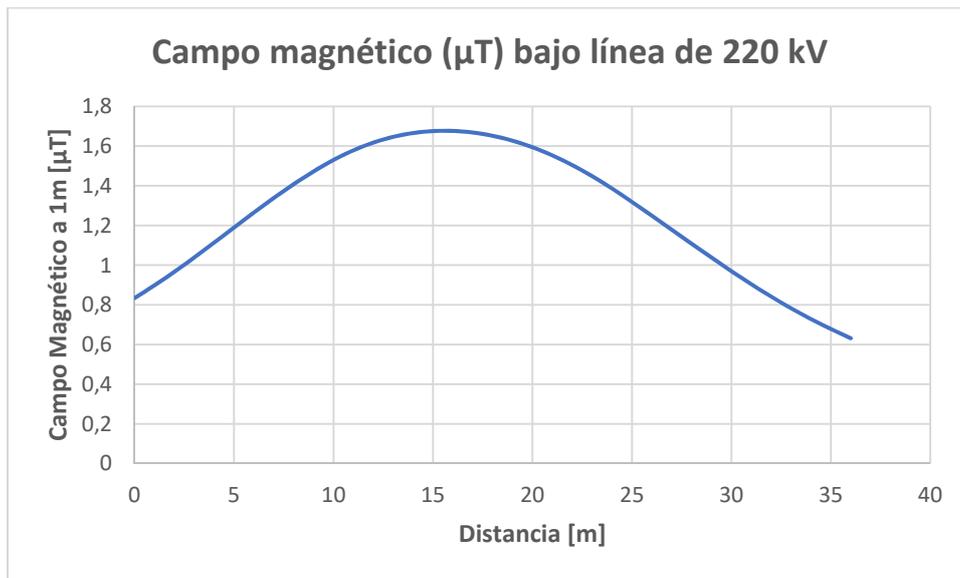


El campo magnético generado por las líneas a 1 m del suelo tiene un valor máximo que alcanza 51,48  $\mu\text{T}$ .

### 6.2 Línea aérea de 220 kV

Para la línea de 220 kV se considera una línea en disposición de conductores en capa con una separación de 4 m a una altura de 17,50 m sobre el terreno.

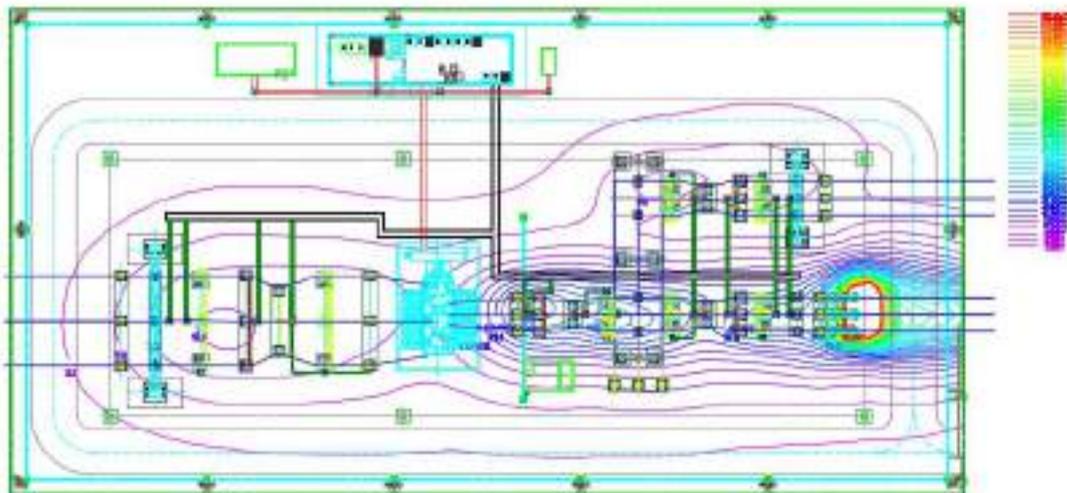
En la figura siguiente se aprecia el campo magnético máximo generado que aparece en un plano transversal a la línea, calculado a un nivel del suelo de 1 metro.



El campo magnético generado por la línea a 1 m del suelo tiene un valor máximo que alcanza 1,68  $\mu\text{T}$ .

### 6.3 Distribución de campos magnéticos

A continuación, se incluye un plano con la representación de las líneas de campo magnético originadas en la subestación a la altura de 1 metro.



## 7. CONCLUSIONES

---

Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad la SET, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100  $\mu$ T para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

Navarra, Febrero de 2021

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Juan José Gázquez González

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.



Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



## DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES



## ÍNDICE

---

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES.....	1
1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS.....	4
1.1. Objeto del pliego de condiciones.....	4
1.2. Normativa aplicable.....	4
1.3. Dirección facultativa.....	5
1.4. Contratación de las obras.....	6
1.5. Obligaciones del contratista.....	8
1.6. Precios.....	9
1.7. Medición y valoración.....	9
1.8. Certificaciones.....	10
1.9. Recepción y liquidación de las obras.....	10
1.10. Obligaciones del propietario.....	12
1.11. Señalización de obras.....	12
1.12. Conservación del paisaje y limpieza final de las obras.....	12
1.13. Normas de carácter general.....	13
1.13.1. Daños.....	13
1.13.2. Transporte y almacenamiento.....	13
1.13.3. Recepción de materiales.....	14
1.14. Gastos de carácter general a cargo del contratista.....	14
1.15. Contradicciones y omisiones del proyecto.....	15
1.16. Materiales y ensayos.....	15
2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES.....	16
2.1. Descripción de las obras.....	16
2.2. Condiciones de ejecución de las obras.....	16
2.3. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras.....	16
3. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	18
3.1. Con carácter general.....	18
3.2. Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características.....	18



3.2.1.	Áridos para morteros y hormigones .....	18
3.2.2.	Agua.....	19
3.2.3.	Cemento.....	19
3.2.4.	Morteros expansivos en rellenos de huecos de hormigón .....	19
3.2.5.	Hormigones .....	19
3.2.6.	Aceros en redondos para armaduras.....	20
4.	CONDICIONES DE EJECUCIÓN .....	21
4.1.	Excavaciones .....	21
4.2.	Rellenos .....	21
4.3.	Hormigonados.....	21
4.4.	Encofrados.....	22
4.5.	Estructuras metálicas .....	22
4.6.	Con carácter general .....	22
4.6.1.	Zanjas .....	22
4.7.	Tierras.....	23
4.8.	Cables de fuerza y control .....	23

## 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS

---

### 1.1. Objeto del pliego de condiciones

En el pliego, se señalarán los criterios generales que serán de aplicación, se describirán las obras comprendidas y se fijarán las características de los materiales a emplear que no se definen en la memoria, las normas que han de seguirse en la ejecución de las distintas unidades de obra, las pruebas previstas para las recepciones, las formas de medición y abono de las obras, y el plazo de garantía.

### 1.2. Normativa aplicable

En las obras necesarias a acometer en este tipo de instalaciones para su ubicación y correcto funcionamiento, se contemplará en todo momento el cumplimiento de todas las disposiciones incluidas en las normas que a continuación se detallan:

- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, así como las ampliaciones y modificaciones posteriores.
- Normas UNE de la Asociación Española de normalización y certificación. AENOR.
- Normas CEI.
- Recomendaciones UNESA.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, RD 223/2008 de 15 de febrero de 2008, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, RD 842/2002 de 2 de Agosto de 2002, e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- 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 BOE número 139 de 9 de junio de 2014.
- Documentos de Idoneidad Técnica (D.I.T.) concedidos por el I.E.T.C.C. para los diversos materiales.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio por el que se establece la Instrucción de hormigón estructural EHE.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Norma de construcción sismorresistente (Parte general y edificación) NCSE-02. Real Decreto 997/2002 de 27 de Septiembre.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, así como las ampliaciones y modificaciones posteriores.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75), B.O.E. 7 de julio de 1976 y sus ampliaciones y modificaciones posteriores.

### 1.3. Dirección facultativa

Director de obra podrá ser aquella persona con capacidad técnico-legal completa, siendo su misión la dirección y vigilancia de los trabajos, bien por sí mismo o mediante delegación a representantes con atribuciones para ello; pudiendo recusar al Contratista si considera que el adoptar esta solución es útil y necesario para la buena marcha de las obras.



#### 1.4. Contratación de las obras

Puede ser Contratista todo español o extranjero que se halle en plena posesión de su capacidad jurídica y de obrar, exceptuándose aquellos que:

- Se hallen procesados.
- Estén en suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.
- Estén en deuda con los caudales públicos.

El contrato se formalizará mediante documento público o privado a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el contrato se especificarán las particularidades que convengan a ambas partes y deberá llevar el visto bueno del Director de obra.

Como requisito previo e indispensable a la firma del contrato, el contratista firmará al pie del pliego de condiciones del presente Proyecto.

El Director de obra podrá exigir al contratista la presentación de avales y referencias, ya sean bancarias o de otras entidades o personas.

La fianza que se exigirá al contratista para que responda del cumplimiento del contrato, consistirá en una retención porcentual, a determinar según los casos, sobre el importe de los pagos que se establezcan en el contrato, salvo que dicho documento establezca otro procedimiento.

Ambas partes aceptan la jurisdicción de los Tribunales de esta ciudad, o superiores competentes, con arreglo a la legislación vigente y hacen renuncia expresa a todos los efectos, del fuero propio que pudiera corresponderles jurídicamente.

Con cargo a la fianza se realizarán aquellos trabajos con orden de ejecución a terceros ante la negativa del contratista a realizar por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas; sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el propietario en el caso de que dicho importe no bastase para abonar la totalidad de los gastos ocasionados.

El propietario tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

- Muerte o quiebra del contratista.
- Incumplimiento del contrato o de las condiciones estipuladas en este pliego.



- Modificación del proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Director de obra.
- No dar comienzo a los trabajos durante el plazo señalado.
- Abandono de la obra sin causa justificada.
- Mala fe o morosidad en la ejecución.
- Insubordinación o falta de observancia a las órdenes recibidas por el Director de la obra.
- Terminación del plazo de ejecución de la obra sin que esta esté concluida.
- Retraso notorio de la marcha de la obra sin causa justificada sobre el "Calendario de Realización" presentado por el contratista.

En todos los casos de rescisión del contrato por incumplimiento del contratista, llevará implícita la pérdida de la fianza, sin que se admita reclamación alguna ni otros derechos que el abono de la cantidad de obra ejecutada y de recibo de los materiales acopiados al pie de obra que, a juicio de la Dirección, reúnan las debidas condiciones y sean necesarios para la misma.

La interpretación de cuantos casos de rescisión puedan presentarse, corresponde al Director de obra.

El contratista, por su parte, tendrá derecho a rescindir el contrato en los siguientes casos:

- Cuando las variaciones introducidas en la obra aumenten o disminuyan el importe de ésta en más de un 20% por alteración en el número o clase de unidades.
- Cuando por razones ajenas al contratista se pase más de un año sin poder trabajar en la obra, en una escala equivalente a la mitad de la prevista con arreglo al plazo establecido.
- Cuando se retrase más de seis meses el pago de alguna certificación.

En el caso de rescindir, sin incumplimiento del contrato por parte del contratista, éste tendrá derecho al cobro de los gastos no resarcibles efectuados hasta la fecha de la notificación y valorados contradictoriamente más de un 30% del valor de la obra que reste por ejecutar.



Será facultativo del propietario autorizar en su caso la petición del contratista de traspasar el contrato a otro contratista. Igualmente, en caso de muerte o quiebra del contratista y previa aprobación del propietario, podrán los herederos o síndicos de aquél, traspasarlos a otro contratista. En todos los casos, este último ha de reunir las condiciones especificadas en este pliego.

### 1.5. Obligaciones del contratista

El contratista queda obligado a hacer todo cuanto sea necesario para la buena marcha y construcción de las obras, aun cuando no se halle taxativamente expresado en los documentos del Proyecto, pero implícito en el mismo.

El contratista cumplirá todo lo prescrito por las Ordenanzas Municipales, Legislación del Trabajo, Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Protección, Seguros de Accidentes, Seguros Sociales, de Responsabilidad Civil, Criminal, de las obras y cualquier otra disposición que afecte a las obras en general.

Estas obligaciones incluyen también todas las que pudieran dictarse con carácter de obligatoriedad durante la realización de los trabajos.

El contratista deberá presentarse en la obra siempre que lo convoque la Dirección.

De los accidentes que puedan sobrevenir de la inobservancia de las disposiciones vigentes se hará responsable el contratista, declinando toda su responsabilidad el Director de obra.

El personal empleado por el contratista habrá de reunir unas mínimas condiciones de competencia y comportamiento a juicio del Director de obra, que en todo momento podrá imponer la sustitución de aquél que no alcanzara dichos mínimos.

El contratista confeccionará un "Calendario de Realización", a fin de cumplir el plazo de ejecución señalado en el contrato y lo someterá a la aprobación de la propiedad y de la Dirección de Obra antes de comenzar los trabajos, aunque se reserve el derecho de alterarlo en caso de que lo juzgue necesario para la buena marcha de las obras.

Si las obras no se realizan por contrata, sino por gestión directa de la propiedad, ésta, independientemente de su función específica, asumirá las responsabilidades que en este pliego de condiciones sean inherentes del contratista a quien reemplaza.



## 1.6. Precios

El presupuesto del contratista se entiende que comprende la obra completamente terminada y llevará implícito el importe de los trabajos auxiliares (limpieza del solar, vallado, etc.), y todo tipo de cargas que de ella se deriven, así como los útiles, herramientas y materiales necesarios para la completa realización de las obras.

Los precios de unidad de obra, así como los de los materiales o mano de obra de trabajos que no figuren en los cuadros de precios, se fijarán contradictoriamente entre la Dirección y el contratista, extendiéndose por duplicado el acta correspondiente.

En el caso de no llegar a un acuerdo, la Dirección podrá hacer ejecutar estas unidades en la forma que estime más conveniente. La fijación del precio contradictorio se hará antes de que se ejecute la obra a que haya de aplicarse, pero si por cualquier causa hubiera sido ejecutada, el contratista queda obligado a aceptar el precio que señale el Director de obra.

El contratista no podrá reclamar variación alguna de los precios incluidos en el presupuesto aprobado, salvo variaciones oficiales.

## 1.7. Medición y valoración

Todas las operaciones y medios auxiliares que se necesitan para los replanteos serán de cuenta del contratista, no teniendo por este concepto derecho a reclamación alguna.

Las mediciones se verificarán aplicando la unidad de medida que sea más apropiada, en la forma y condiciones que estime justa el Director de obra y multiplicando el resultado final por el precio unitario correspondiente.

El precio por unidad de medida incluye el de los materiales, caso de haberlos, así como mano de obra y cuantos medios auxiliares sean necesarios para su completa ejecución.

Cuando por rescisión u otra causa fuese preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios del presupuesto aceptado, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionándola de otra forma que la establecida en los cuadros de composición de precios.

Las diferencias por exceso que resultan en las mediciones de las distintas unidades de obra, sobre las marcadas en los planos y el estado de mediciones aprobado, no se abonarán al



contratista en ningún caso, salvo que sea aprobado por el Director de obra. En ningún caso se admitirá que la diferencia entre la obra medida y la que figure en los planos sea por defecto.

### 1.8. Certificaciones

Las obras ejecutadas se abonarán en función de Certificaciones previamente aprobadas por el Director de Obra. Dichas Certificaciones tendrán como base la medición en obra de los trabajos ejecutados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto y a la aplicación de los precios unitarios previamente estipulados en el contrato y de acuerdo con lo previsto en el mismo y en el pliego de condiciones a estos efectos.

Del importe de cada Certificación se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las Certificaciones no tendrán más que un carácter provisional y no suponen la aprobación o recepción de las obras que en ella figuren, hasta la medición y valoración de la recepción final.

### 1.9. Recepción y liquidación de las obras

Se entiende que el plazo de entrega de las obras comprende:

- La total terminación de las obras.
- La recepción de las mismas por el Director.
- La limpieza total de las mismas (escombros, vallas, etc.).

Antes de la recepción provisional de las obras y con la asistencia del propietario, el Director de Obra y el contratista, se practicará un reconocimiento detenido de las mismas y se levantará un acta por triplicado firmada por los asistentes legales de las tres partes antes citadas, en cuyo caso:

- Si las obras se hallan en estado de ser admitidas, se darán por recibidas provisionalmente, haciendo constar y comenzando a correr el plazo de garantía.
- Si las obras no se hallan en perfecto estado de ser recibidas, se hará constar igualmente en el acta y se dará al contratista las instrucciones oportunas para redimir los defectos observados, fijándose un plazo. Expirado éste, se realizará un nuevo reconocimiento en



idénticas condiciones a fin de proceder a la recepción provisional de las obras. Si el contratista no hubiese cumplido, se rescindirá el contrato con pérdida de la fianza, a no ser que el propietario acceda a concederle un nuevo e improrrogable plazo.

El plazo de garantía será el estipulado en el contrato, mínimo un año, contando a partir de la fecha de recepción provisional, quedando a cargo del contratista durante dicho plazo la vigilancia y conservación de la obra y arreglo de los desperfectos que provengan de asientos, vicios de mala construcción y defectos de las instalaciones.

Efectuada la recepción provisional, si durante el plazo de garantía fuese preciso efectuar cualquier clase de trabajo, se procederá de la siguiente manera para su abono:

- Si los trabajos a efectuar estuvieran especificados en el Proyecto y, sin causa justificada, no se hubieran realizado a su debido tiempo, serán valorados según los precios que figuren en el presupuesto.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del propietario, se valorarán y abonarán éstos a los precios del día, previamente acordados.
- Si los trabajos a ejecutar son para reparar desperfectos ocasionados por la deficiencia de la construcción o mala calidad de los materiales, no se abonará nada al contratista.

La recepción definitiva se efectuará después de transcurrido el plazo de garantía:

- Si las obras se encuentran en perfecto estado de uso y conservación, a partir de dicha fecha cesará la obligación del contratista de reparar a su cargo aquellos desperfectos que sean inherentes a la normal conservación.
- Si las obras se encuentran en perfecto estado de uso y conservación, se procederá de idéntica forma a lo preceptuado para la recepción provisional, sin que el contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna bajo ningún concepto.

Una vez verificada la recepción definitiva, se efectuará la liquidación definitiva; esto es, la fianza más o menos el saldo de la liquidación definitiva, según sea a favor o en contra. Se devolverá dentro del mes siguiente de la fecha de aprobación de la liquidación.



### 1.10. Obligaciones del propietario

Se hará cargo de todas las obligaciones inherentes a su condición de propietario, corriendo de su cuenta, por tanto, todas las tramitaciones y gastos que de los diferentes conceptos se deriven.

El propietario no podrá nunca dar órdenes directas al contratista o personal subalterno de éste. En todo caso se hará a través de la Dirección de Obra.

### 1.11. Señalización de obras

El contratista estará obligado a instalar y mantener a su costa y bajo su responsabilidad, durante la ejecución de las obras, las señalizaciones necesarias, balizamientos, iluminaciones y protecciones adecuadas tanto de carácter diurno como nocturno, ateniéndose en todo momento a las vigentes reglamentaciones y obteniendo en todo caso las autorizaciones necesarias para las ejecuciones parciales de la obra.

Sin perjuicio del cumplimiento por parte del contratista de toda Reglamentación de Seguridad vigente, viene asimismo obligado a que toda clase de elementos que se instalen para el cumplimiento de las mismas, así como la señalización y demás medios materiales, rotulaciones..., tengan una presentación adecuada y decorosa.

### 1.12. Conservación del paisaje y limpieza final de las obras

El contratista prestará especial atención al efecto que puedan tener las distintas operaciones e instalaciones que necesite realizar para la ejecución del contrato sobre el paisaje de las zonas en que se hallan las obras.

En este sentido cuidará el emplazamiento y estética de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de la Obra.

Una vez que las obras hayan terminado, todas las instalaciones y depósitos construidos con carácter temporal para el servicio de la misma deberán ser desmontados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Toda la obra se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden totalmente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.



Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por tanto, no serán objeto de abonos por su realización.

### 1.13. Normas de carácter general

#### 1.13.1. Daños

En la construcción se procurará ocasionar los mínimos daños posibles, aleccionando al personal en este sentido.

Una vez acabada cada una de las partes de la instalación, se dejará el terreno colindante limpio de materiales sobrantes, recogiendo y retirando a vertederos o lugares de recogida de residuos, de tal forma que el terreno quede en las mismas condiciones que antes de comenzar.

Se tomará nota de la superficie de terreno sembrado que haya sido deteriorado, así como el número de cepas, arbustos y árboles (indicando su superficie y diámetro) que haya sido necesario talar; y se enviará la relación completa de los daños a la compañía constructora.

#### 1.13.2. Transporte y almacenamiento

Se pondrá cuidado en las operaciones de carga, transporte, manipulación y descarga de los materiales empleados para la construcción de la Subestación, para evitar que sufran deterioros por golpes o roces, atendiendo especialmente en el transporte de determinados materiales, como aparata, transformador, celdas, elementos de protección y medida. Estas precauciones se tomarán siempre, lo mismo en el almacén o taller que durante el montaje.

En el transporte de los tubos se tendrá especial cuidado en colocarlos descansando por completo en la superficie de apoyo. Si la plataforma del vehículo no fuera completamente plana, se colocarán listones de madera para compensar dichos salientes. La parte más expuesta, que es el extremo del tubo, se protegerá para evitar que pueda sufrir deterioro. Se sujetarán los tubos con cuerda, nunca con cables ni alambres, para evitar que rueden y reciban golpes.

Durante el transporte no se colocarán pesos encima de los tubos que les puedan producir aplastamiento; asimismo, se evitará que otros cuerpos, principalmente si tienen aristas vivas, golpeen o queden en contacto con ellos.

Los tubos de PVC deberán ser transportados entre dos personas.



### 1.13.3. Recepción de materiales

Los materiales de la instalación serán sometidos a pruebas y ensayos normalizados con el fin de comprobar que cumplen con las condiciones exigidas.

Para ello se presentarán muestras de los materiales a emplear con la antelación suficiente y antes de su instalación para su reconocimiento y ensayo, bien en obra (si existen los medios suficientes) o bien en un laboratorio.

De no ser satisfactorios los resultados se procederá al rechazo de los mismos, debiendo ser sustituidos por otros nuevos.

El material procedente de fabricantes y talleres será descargado y comprobado, dosificándolo y efectuando su control de calidad, consistente en separar piezas dobladas, fuera de medida, con rebabas o mal galvanizadas, postes en malas condiciones, etc.; con el fin de que pueda procederse a su cambio.

### 1.14. Gastos de carácter general a cargo del contratista

Correrán a cuenta del Contratista los gastos que originen el replanteo general de las obras o su comprobación y los replanteos parciales de las mismas; los de construcción, desmontaje y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de acopio y de la propia obra contra deterioro; los de limpieza y evacuación de desperdicios y basura, los de limpieza general de la obra; los de retirada de materiales rechazados y corrección de las deficiencias puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.

En los casos de resolución del contrato, cualquiera que sea la causa que lo motive, el contratista deberá proporcionar el personal y los materiales necesarios para la liquidación de las obras, abonando los gastos de las Actas Notariales que en su caso sea necesario levantar.

Asimismo el contratista deberá proporcionar el personal y material que se precise para el replanteo general, replanteos parciales y liquidación de las obras.



#### 1.15. Contradicciones y omisiones del proyecto

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre Planos y Pliego de Condiciones se consultará al Director de Obra.

Las omisiones en los Planos y en el Pliego de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean indispensables para llevar a cabo la intención de lo expuesto, y que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de la obra, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y en el Pliego de Condiciones, para conservar el espíritu de los mismos.

#### 1.16. Materiales y ensayos

Los materiales serán de la mejor procedencia debiendo cumplir las especificaciones que para los mismos se indican en el presente Pliego de Condiciones.

Los ensayos y pruebas tanto de materiales como de unidades de obra se ajustarán a lo aquí señalado.

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES

---

### 2.1. Descripción de las obras

Comprende el presente proyecto la ejecución de las obras e instalación de los materiales necesarios para la construcción y montaje de la **SUBESTACIÓN PROMOTORES TALLAFA 66/220 kV**, en el T.M. de Tafalla (Navarra).

### 2.2. Condiciones de ejecución de las obras

Todas las obras comprendidas en este proyecto se ejecutarán de acuerdo con los planos y órdenes del Director de Obra.

Independientemente de las condiciones particulares o específicas que se exijan a los materiales necesarios para ejecutar las obras en los artículos del presente Pliego, todos estos materiales deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Deberán estar disponibles con suficiente anticipación al comienzo del trabajo correspondiente para que puedan ser examinados y ensayados, en caso de creerlo necesario el Director de Obra.
- Después de ser aprobado y aceptado el material, deberá mantenerse en todo momento en condiciones de trabajo satisfactorias.
- Si durante la ejecución de las obras se observase, por cualquier motivo, que algún material no es idóneo al fin del proyecto, éste deberá sustituido por otro que sí lo sea.

### 2.3. Procedimiento a seguir en la ejecución de las obras

Una vez iniciadas las obras, deberán continuarse sin interrupción, salvo expresa indicación del Director de Obra.

El contratista dispondrá de los medios técnicos y humanos adecuados para la correcta y rápida ejecución de las mismas.



La realización de las obras se llevará a cabo con los materiales aprobados previamente por el Director de Obra. Cualquier cambio introducido deberá justificarse.

Terminadas las obras e instalaciones, se realizarán las pruebas en presencia del Director de Obra. Si el resultado no fuese satisfactorio, el contratista habrá de ejecutar las reparaciones, reposiciones y operaciones necesarias a su costa, para que las obras de instalación se hallen en perfectas condiciones.

### 3. DISPOSICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

---

#### 3.1. Con carácter general

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio por el que se establece la Instrucción de hormigón estructural EHE.
- Documentos de Idoneidad Técnica (D.I.T.) concedidos por el I.E.T.C.C. para los diversos materiales.
- Norma de construcción sismorresistente (Parte general y edificación) NCSE-02. Real Decreto 997/2002 de 27 de Septiembre.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75), B.O.E. 7 de julio de 1976 y sus ampliaciones y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-16).

#### 3.2. Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características

##### 3.2.1. Áridos para morteros y hormigones

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán las condiciones que para los mismos se indican en el artículo correspondiente a la Instrucción para el Proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado (EHE).

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección Facultativa podrá establecer su clasificación disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que se estimen convenientes.

El tamaño máximo del árido grueso será inferior a los cuatro quintos (4/5) de la separación entre armaduras y al tercio (1/3) del ancho o espesor mínimo de la pieza que se hormigona.



### 3.2.2. Agua

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general, cumplirá las condiciones que se prescribe la Instrucción EHE.

### 3.2.3. Cemento

Se usará cemento Tipo H cumpliendo las condiciones prescritas en el Pliego de Condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos (RC-16) y las indicadas en el artículo correspondiente a la citada Instrucción EHE.

En los casos que determine el Proyecto o en su caso la Dirección Facultativa de las obras, el cemento a emplear cumplirá las condiciones de los resistentes a las aguas selenitosas, suelos con gran contenido en sulfatos, u otros cementos especiales.

### 3.2.4. Morteros expansivos en rellenos de huecos de hormigón

Se empleará para el relleno de orificios dejados por las espadas del encofrado para el hormigonado o para el relleno de huecos en hormigón.

La puesta en obra de este mortero se hará de la forma que en cada caso determine la Dirección de Obra.

Este mortero se obtendrá mediante adición al cemento de expansionantes de reconocido prestigio, removiéndolo bien y confeccionando a continuación el mortero en la forma habitual.

Se utilizará mortero 1:3 con una relación A/C de 0,5 y la proporción de expansionamiento será del 3 % del peso del cemento.

### 3.2.5. Hormigones

Se prevén los siguientes hormigones:

- Hormigón en masa HM-15 para limpieza de cimentaciones, presoleras y hormigonado de canalizaciones.
- Hormigón HA-25 para arquetas de hormigón armado.



En cuya denominación, el número indica la resistencia característica específica del hormigón a compresión a los 28 días, expresada en  $\text{kp/cm}^2$ .

La consistencia de todos los hormigones será plástica, salvo que a la vista de ensayos al efecto, la Dirección de Obra decidiera otra cosa, lo que habría de comunicar por escrito al Contratista, quedando éste obligado al cumplimiento de las condiciones de resistencia y restantes que especifique aquella de acuerdo con el presente Pliego. La consolidación del hormigón se hará mediante vibradores en número y potencia suficientes.

### 3.2.6. Aceros en redondos para armaduras

Todo el acero de este tipo será de dureza natura, tendrá un límite elástico característico como mínimo igual a cuatro mil cien kilogramos por centímetro cuadrado,  $4.100 \text{ kg/cm}^2$ , (AEH-400N), y cumplirá lo previsto en la Instrucción EHE. Asimismo estará en posesión del Sello de Calidad del CIETSID, debiendo llevar grabadas las marcas de identificación según norma UNE 36088/II/75.

El material será acopiado en parque adecuado para su conservación y clasificación por tipos y diámetros, de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general. Cuando se disponga acopiado sobre el terreno, se extenderá previamente una capa de grava o zahorras sobre la que se situarán las barras. En ningún caso se admitirá acero de recuperación.



## 4. CONDICIONES DE EJECUCIÓN

---

Los componentes fundamentales de la subestación están suficientemente definidos en la Memoria Descriptiva y en los Planos incluidos en el presente Proyecto.

La información se completa con la Relación de Materiales que figura en el Presupuesto.

Respecto a la obra civil se indica a continuación la calidad y preparación de los materiales a utilizar.

### 4.1. Excavaciones

En función de las características propias del terreno, se seguirán las normas establecidas para la realización de las excavaciones.

Los productos sobrantes de las excavaciones deberán ser depositados en escombreras autorizadas.

### 4.2. Rellenos

Los rellenos se realizarán con zahorras seleccionadas, en capas que no superarán los 0,30 m de espesor, compactados hasta conseguir el 95 % del Ensayo Próctor modificado según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

### 4.3. Hormigonados

Se realizará una limpieza de la superficie de contacto, antes de verter hormigón endurecido, mediante chorro de agua y aire a presión, y/o picado. El hormigón se compactará por vibración hasta asegurar la eliminación de todos los huecos y el aire de la masa, y que sale la lechada a la superficie.

Durante el primer periodo de endurecimiento, no se someterá al hormigón a cargas estáticas o dinámicas que puedan provocar su fisuración y la superficie se mantendrá húmeda durante 7 días, como mínimo, protegiéndola de la acción directa de los rayos solares.



No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2 °C, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0 °C durante las 48 horas siguientes, ni cuando la temperatura ambiente alcance los 40 °C. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

#### 4.4. Encofrados

Los encofrados de madera o metálicos serán estancos y estarán de acuerdo con las dimensiones previstas en el proyecto, serán indeformables bajo la carga para la que están previstos y no presentarán irregularidades bruscas superiores a 2 mm ni suaves superiores a 6 mm medidas sobre la regla patrón de 1 m de longitud. Su desplazamiento final, respecto a las líneas teóricas de replanteo, no podrá exceder de los 6 mm.

#### 4.5. Estructuras metálicas

La presentación de los anclajes se efectuará con las plantillas previstas para este fin.

Una vez clasificada la estructura y comprobado que las dimensiones (incluso taladros) corresponden a las medidas indicadas en el Proyecto, se procederá al izado de la misma.

Las tolerancias admitidas son:

- Alineación:  $\pm 5$  mm.
- Nivelación:  $\pm 5$  mm.
- Aplomado:  $\pm h/1000$  (h = altura).

En los elementos que tengan que soportar aparatos no se admitirán errores superiores a  $\pm 2,5$  mm de nivelación.

#### 4.6. Con carácter general

##### 4.6.1. Zanjas

Las zanjas se realizarán en paralelo con los caminos de acceso, tal y como indican los planos, y se colocarán los elementos según las disposiciones tipo.



#### 4.7. Tierras

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

#### 4.8. Cables de fuerza y control

Los cables se fijarán en los extremos mediante prensaestopas o grapas de presión. Todos los cables estarán identificados y marcados. Cada hilo será igualmente identificado en sus dos extremos y marcado con la numeración que figure en los planos de cableado correspondiente.

Conforme a lo expuesto anteriormente, firmo el presente pliego de condiciones.

Navarra, Febrero de 2021

El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo.: Juan José Gázquez González

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P

Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



## DOCUMENTO IV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



## ÍNDICE

---

DOCUMENTO IV: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	1
1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEMORIA .....	5
1.1. OBJETO .....	5
1.2. DATOS GENERALES.....	5
1.2.1. TIPO DE TRABAJO .....	5
1.2.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES .....	5
1.2.3. SITUACIÓN Y CLIMA .....	6
1.2.4. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	7
1.2.5. NÚMERO DE OPERARIOS .....	7
1.2.6. OFICIOS.....	7
1.2.7. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	8
1.2.8. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA .....	10
1.2.9. ANÁLISIS DE RIESGOS .....	10
1.2.10. RIESGOS GENERALES.....	10
1.2.11. RIESGOS ESPECÍFICOS .....	11
1.2.11.1. EXCAVACIONES .....	11
1.2.11.2. VOLADURAS .....	12
1.2.11.3. MOVIMIENTOS DE TIERRAS .....	12
1.2.11.4. TRABAJO CON FERRALLA.....	12
1.2.11.5. TRABAJO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO .....	13
1.2.11.6. TRABAJOS CON HORMIGÓN .....	13
1.2.11.7. MANIPULACIÓN DE MATERIALES.....	14
1.2.11.8. TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA .....	14
1.2.11.9. PREFABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS, CERRAMIENTOS Y EQUIPOS .	14
1.2.11.10. MANIOBRA DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES	15
1.2.11.11. MONTAJE DE INSTALACIONES. SUELOS Y ACABADOS .....	15
1.2.12. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	15



1.2.12.1.	MÁQUINAS FIJAS Y HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS .....	15
1.2.12.2.	MEDIOS DE ELEVACIÓN.....	16
1.2.12.3.	ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS.....	16
1.2.12.4.	EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA Y OXIACETILÉNICA.....	17
1.3.	MEDIDAS PREVENTIVAS .....	17
1.3.1.	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	18
1.3.1.1.	RIESGOS GENERALES.....	18
1.3.1.2.	RIESGOS ESPECÍFICOS .....	19
1.3.2.	PROTECCIONES PERSONALES.....	27
1.3.3.	REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD .....	28
1.4.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES .....	28
1.4.1.	RIESGOS PREVISIBLES.....	28
1.4.2.	MEDIDAS PREVENTIVAS.....	28
1.4.2.1.	CUADROS DE DISTRIBUCIÓN .....	28
1.4.2.2.	PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES .....	29
1.4.2.3.	HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES .....	29
1.4.2.4.	MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS .....	30
1.4.2.5.	NORMAS DE CARÁCTER GENERAL .....	30
1.4.2.6.	REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....	30
1.5.	MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	30
1.5.1.	REVISIONES PERIÓDICAS.....	30
1.6.	ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES .....	31
1.6.1.	ALMACENAMIENTO .....	31
1.6.2.	USO DE BOTELLAS EN LOS TAJOS.....	31
1.7.	FORMACIÓN DEL PERSONAL.....	32
1.7.1.	CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN LA OBRA	32
1.7.2.	CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS.....	32
1.8.	REUNIONES DE SEGURIDAD .....	33
1.9.	MEDICINA ASISTENCIAL .....	33
1.9.1.	CONTROL MÉDICO .....	34
1.9.2.	MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS.....	34



1.9.3.	MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS O PERMANENTES .....	34
1.10.	VESTUARIOS Y ASEOS .....	34
2.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE CONDICIONES .....	35
2.1.	OBJETO .....	35
2.2.	DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS .....	35
2.3.	PROTECCIONES PERSONALES .....	37
2.4.	PROTECCIONES COLECTIVAS .....	37
2.5.	REVISIONES TECNICAS DE SEGURIDAD .....	38
3.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLANOS .....	38
4.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO	60
4.1.	OBJETO .....	60
4.2.	PRESUPUESTO PARCIAL .....	60
4.2.1.	CAPITULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES .....	60
4.2.2.	CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS .....	62
4.2.3.	CAPITULO 3: PREVENCION Y PRIMEROS AUXILIOS .....	62
4.2.4.	CAPITULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR. ....	63
4.2.5.	CAPITULO 5: FORMACION Y REUNIONES .....	63
4.3.	PRESUPUESTO GENERAL .....	64



## 1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEMORIA

---

### 1.1. OBJETO

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

El "Estudio de Seguridad y Salud" se redacta de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de Construcción con una inversión superior a 450.759 €.

### 1.2. DATOS GENERALES

#### 1.2.1. TIPO DE TRABAJO

El trabajo a realizar por contratistas de distintas especialidades en la ejecución del presente Proyecto, consiste básicamente en el desarrollo de las siguientes fases de construcción:

- Acondicionamiento de la plataforma y acceso.
- Cimentaciones de las estructuras y bastidores metálicos.
- Bancadas transformadores de potencia y depósito de aceite
- Bancada reactancias y batería de condensadores.
- Cimentaciones para edificios.
- Canalizaciones para cables de control y para conductores de tierra.
- Urbanización y Cerramiento.

#### 1.2.2. ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos son básicamente las siguientes:



- Acondicionamiento del terreno destinado a la instalación.
- Movimiento de tierras.
- Excavación para la realización de la obra civil (cimentaciones, viales, cierre, bancadas de transformadores, depósito de aceite, canales de cables, zanjas, edificio, etc.), y ejecución de la misma.
- Ejecución de la red de tierras.
- Medida de tensiones de paso y contacto.
- Construcción de un edificio destinado a albergar las celdas de MT, servicios auxiliares y comunicaciones, trafos de servicios auxiliares, grupo electrógeno y almacén.
- Maniobra de descarga mediante grúa hasta su bancada y montaje de transformadores de potencia.
- Montaje de estructuras y aparamenta eléctrica de intemperie.
- Colocación de embarrados y piezas de conexión para unión de la aparamenta.
- Montaje de equipos de protección, medida, control y comunicaciones en el edificio, así como la instalación de la parte de servicios auxiliares.
- Tendido y conexionado de los cables de potencia y demás elementos auxiliares.
- Tendido y conexionado de los cables de control, fuerza y comunicaciones, y demás elementos auxiliares.
- Pruebas funcionales.
- Puesta en servicio de la instalación

### 1.2.3. SITUACIÓN Y CLIMA

La nueva subestación, se encuentra ubicada en el término municipal de Tafalla (Navarra), en la parcela 242-243 del polígono 6. El acceso se realizará desde la red de viales que se construirá para la planta fotovoltaica aledaña.

- Zona: 30 T



- Altitud: 415 m.s.n.m.
- Coordenadas UTM ETRS89:

Punto	X	Y
1	607934,69	4706401,86
2	607964,98	4706370,96
3	607904,70	4706311,87
4	607874,41	4706342,78

*Tabla 2: Vértices de la Subestación PROMOTORES TAFALLA 66/220 kV.*

La subestación ocupará aproximadamente 3. 992,12 m<sup>2</sup> de los cuales 73,27 m<sup>2</sup> corresponderán al edificio aproximadamente.

La climatología de la zona es tipo templado y húmedo, con nubosidad y precipitaciones abundantes.

#### 1.2.4. PLAZO DE EJECUCIÓN

El periodo de tiempo estimado para la ejecución de las obras del citado Proyecto es de 7 meses.

#### 1.2.5. NÚMERO DE OPERARIOS

Se considera una punta máxima de veinte (20) trabajadores, con una media de diez (10) trabajadores en obra.

#### 1.2.6. OFICIOS

La mano de obra directa prevista la compondrán trabajadores de los siguientes oficios:

- Jefes de Equipo, Mandos de Brigada
- Encofradores
- Ferrallistas



- Albañiles
- Pintores
- Gruístas y maquinistas
- Especialistas de acabados diversos
- Ayudantes

La mano de obra indirecta estará compuesta por:

- Jefes de Obra
- Técnicos de ejecución/Control de Calidad/Seguridad
- Encargados
- Administrativos

#### 1.2.7. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

La maquinaria y los medios auxiliares más significativos que se prevé utilizar para la ejecución de los trabajos objeto del presente Estudio, son los que se relacionan a continuación:

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de soldadura oxiacetilénica-oxicorte.
- Máquina eléctrica de roscar.
- Camión de transporte.
- Grúa móvil.
- Camión grúa.
- Pistolas de fijación.
- Taladradoras de mano.
- Cortatubos.
- Curvadoras de tubos.
- Radiales y esmeriladoras.



- Trácteles, poleas, aparejos, eslingas, grilletes, etc.
- Máquina de excavación con martillo hidráulico.
- Máquina retroexcavadora mixta.
- Hormigoneras autopropulsadas.
- Camión volquete.
- Máquina niveladora.
- Minirretroexcavadora
- Compactadora.
- Compresor.
- Martillo rompedor y picador, etc.
- Plataforma de elevación

Entre los medios auxiliares cabe mencionar los siguientes:

- Andamios sobre borriquetas.
- Andamios metálicos modulares.
- Escaleras de mano.
- Escaleras de tijera.
- Cuadros eléctricos auxiliares.
- Instalaciones eléctricas provisionales.
- Herramientas de mano.
- Bancos de trabajo.



#### 1.2.8. INSTALACIONES PROVISIONALES DE OBRA

Para el suministro de energía a las máquinas y herramientas eléctricas propias de los trabajos objeto del presente Estudio, los contratistas instalarán cuadros de distribución con tomas de corriente alimentados desde las instalaciones de la propiedad o mediante grupos electrógenos. Tanto los riesgos previsible como las medidas preventivas a aplicar para los trabajos en instalaciones, elementos y máquinas eléctricas son analizados en los apartados siguientes.

#### 1.2.9. ANÁLISIS DE RIESGOS

Analizamos a continuación los riesgos previsible inherentes a las actividades de ejecución previstas, así como las derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones, máquinas o herramientas eléctricas.

Con el fin de no repetir innecesariamente la relación de riesgos analizaremos primero los riesgos generales, que pueden darse en cualquiera de las actividades, y después seguiremos con el análisis de los específicos de cada actividad.

#### 1.2.10. RIESGOS GENERALES

Entendemos como riesgos generales aquéllos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad concreta que realicen. Se prevé que puedan darse los siguientes:

- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Conjuntivitis por arco de soldadura u otros.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobre esfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.



- Golpes contra objetos.
- Atrapamientos entre objetos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Incendios y explosiones.
- Atrapamiento por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Lesiones por manipulación de productos químicos.
- Lesiones o enfermedades por factores atmosféricos que comprometan la seguridad o salud.
- Inhalación de productos tóxicos.

#### 1.2.11. RIESGOS ESPECÍFICOS

Nos referimos aquí a los riesgos propios de actividades concretas que afectan sólo al personal que realiza trabajos en las mismas.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados en el punto 3.1, más los específicos de su actividad.

A tal fin analizamos a continuación las actividades más significativas.

##### 1.2.11.1. *EXCAVACIONES*

Además de los generales, pueden ser inherentes a las excavaciones los siguientes riesgos:

- Desprendimiento o deslizamiento de tierras.
- Atropellos y/o golpes por máquinas o vehículos.
- Colisiones y vuelcos de maquinaria.
- Riesgos a terceros ajenos al propio trabajo.



#### *1.2.11.2. VOLADURAS*

- Proyecciones de piedras
- Explosiones incontroladas por corrientes erráticas o manipulación incorrecta.
- Barrenos fallidos.
- Elevado nivel de ruido
- Riesgos a terceras personas.

#### *1.2.11.3. MOVIMIENTOS DE TIERRAS*

En los trabajos derivados del movimiento de tierras por excavaciones o rellenos se prevén los siguientes riesgos:

- Carga de materiales de las palas o cajas de los vehículos.
- Caídas de personas desde los vehículos.
- Vuelcos de vehículos por diversas causas (malas condiciones del terreno, exceso de carga, durante las descargas, etc.).
- Atropello y colisiones.
- Proyección de partículas.
- Polvo ambiental.

#### *1.2.11.4. TRABAJO CON FERRALLA*

Los riesgos más comunes relativos a la manipulación y montaje de ferralla son:

- Cortes y heridas en el manejo de las barras o alambres.
- Atrapamientos en las operaciones de carga y descarga de paquetes de barras o en la colocación de las mismas.



- Torceduras de pies, tropiezos y caídas al mismo nivel al caminar sobre las armaduras.
- Roturas eventuales de barras durante el doblado.

#### *1.2.11.5. TRABAJO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO*

En esta actividad podemos destacar los siguientes:

- Desprendimiento de tableros.
- Pinchazos con objetos punzantes.
- Caída de materiales (tableros, tablones, puntales, etc.).
- Caída de elementos del encofrado durante las operaciones de desencofrado.
- Cortes y heridas en manos por manejo de herramientas (sierras, cepillos, etc.) y materiales.

#### *1.2.11.6. TRABAJOS CON HORMIGÓN*

La exposición y manipulación del hormigón implica los siguientes riesgos:

- Salpicaduras de hormigón a los ojos.
- Hundimiento, rotura o caída de encofrados.
- Torceduras de pies, pinchazos, tropiezos y caídas al mismo y a distinto nivel, al moverse sobre las estructuras.
- Dermatitis en la piel.
- Aplastamiento o atrapamiento por fallo de entibaciones.
- Lesiones musculares por el manejo de vibradores.
- Electrocutión por ambientes húmedos.



#### *1.2.11.7. MANIPULACIÓN DE MATERIALES*

Los riesgos propios de esta actividad están incluidos en la descripción de riesgos generales.

#### *1.2.11.8. TRANSPORTE DE MATERIALES Y EQUIPOS DENTRO DE LA OBRA*

En esta actividad, además de los riesgos enumerados en el punto 3.1., son previsibles los siguientes:

- Desprendimiento o caída de la carga, o parte de la misma, por ser excesiva o estar mal sujeta.
- Golpes contra partes salientes de la carga.
- Atropellos de personas.
- Vuelcos.
- Choques contra otros vehículos o máquinas.
- Golpes o enganches de la carga con objetos, instalaciones o tendidos de cables.

#### *1.2.11.9. PREFABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS, CERRAMIENTOS Y EQUIPOS*

De los específicos de este apartado cabe destacar:

- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de izado y acoplamiento de los mismos o fallo mecánico de equipos.
- Caída de personas desde altura por diversas causas.
- Atrapamiento de manos o pies en el manejo de los materiales o equipos.
- Caída de objetos o herramientas sueltas.
- Explosiones o incendios por el uso de gases o por proyecciones incandescentes.



#### *1.2.11.10. MANIOBRA DE IZADO, SITUACIÓN EN OBRA Y MONTAJE DE EQUIPOS Y MATERIALES*

Como riesgos específicos de estas maniobras podemos citar los siguientes:

- Caída de materiales, equipos o componentes de los mismos por fallo de los medios de elevación o error en la maniobra.
- Caída de pequeños objetos o materiales sueltos (cantoneras, herramientas, etc.) sobre personas.
- Caída de personas desde altura en operaciones de estrobo o desestrobo de las piezas.
- Atrapamientos de manos o pies.
- Aprisionamiento/aplastamiento de personas por movimientos incontrolados de la carga.
- Golpes de equipos, en su izado y transporte, contra otras instalaciones (estructuras, líneas eléctricas, etc.).caída o vuelco de los medios de elevación.

#### *1.2.11.11. MONTAJE DE INSTALACIONES. SUELOS Y ACABADOS*

Los riesgos inherentes a estas actividades podemos considerarlos incluidos dentro de los generales, al no ejecutarse a grandes alturas ni presentar aspectos relativamente peligrosos.

#### 1.2.12. MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES

Analizamos en este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse en el uso de maquinaria y de medios auxiliares relacionados en el apartado 6.2.7.

Diferenciamos estos riesgos clasificándolos en los siguientes grupos:

#### *1.2.12.1. MÁQUINAS FIJAS Y HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS*

Los riesgos más significativos son:



- Las características de trabajos en elementos con tensión eléctrica en los que pueden producirse accidentes por contactos, tanto directos como indirectos.
- Caídas de personal al mismo, o distinto nivel por desorden de mangueras.
- Lesiones por uso inadecuado, o malas condiciones de máquinas giratorias o de corte.
- Proyecciones de partículas.

#### *1.2.12.2. MEDIOS DE ELEVACIÓN*

Consideramos como riesgos específicos de estos medios, los siguientes:

- Caída de la carga por deficiente estrobo o maniobra.
- Rotura de cable, gancho, estrobo, grillete o cualquier otro medio auxiliar de elevación.
- Golpes o aplastamientos por movimientos incontrolados de la carga.
- Exceso de carga con la consiguiente rotura, o vuelco, del medio correspondiente.
- Fallo de elementos mecánicos o eléctricos.
- Caída de personas a distinto nivel durante las operaciones de movimiento de cargas.

#### *1.2.12.3. ANDAMIOS, PLATAFORMAS Y ESCALERAS*

Son previsibles los siguientes riesgos:

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída del andamio por vuelco.
- Vuelcos o deslizamientos de escaleras.
- Caída de materiales o herramientas desde el andamio.
- Los derivados de padecimiento de enfermedades no detectadas (epilepsia, vértigo, etc.).



#### 1.2.12.4. EQUIPOS DE SOLDADURA ELÉCTRICA Y OXIACETILÉNICA

Los riesgos previsibles propios del uso de estos equipos son los siguientes:

- Incendios.
- Quemaduras.
- Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
- Explosión de botellas de gases.
- Proyecciones incandescentes, o de cuerpos extraños.
- Contacto con la energía eléctrica.

### 1.3. MEDIDAS PREVENTIVAS

Para disminuir en lo posible los riesgos previstos en el apartado anterior, ha de actuarse sobre los factores que, por separado o en conjunto, determinan las causas que producen los accidentes. Nos estamos refiriendo al factor humano y al factor técnico.

La actuación sobre el factor humano, se basará fundamentalmente en la formación, mentalización e información de todo el personal que participe en los trabajos del presente Estudio, así como en aspectos ergonómicos y condiciones ambientales.

Con respecto a la actuación sobre el factor técnico, se actuará básicamente en los siguientes aspectos.

- Protecciones colectivas.
- Protecciones personales.
- Controles y revisiones técnicas de seguridad.

En base a los riesgos previsibles enunciados en el punto anterior, analizamos a continuación las medidas previstas en cada uno de estos campos.



### 1.3.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

Siempre que sea posible se dará prioridad al uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior a la de las protecciones personales. Sin excluir el uso de estas últimas, las protecciones colectivas previstas, en función de los riesgos enunciados, son las siguientes:

#### 1.3.1.1. *RIESGOS GENERALES*

Nos referimos aquí a las medidas de seguridad a adoptar para la protección de riesgos que consideramos comunes a todas las actividades, y que son las siguientes:

- Señalizaciones de acceso a obra y uso de elementos de protección personal.
- Acotamiento y señalización de zona donde exista riesgo de caída de objetos desde altura.
- Se montarán barandillas resistentes en los huecos por los que pudiera producirse caída de personas.
- En cada tajo de trabajo, se dispondrá de, al menos, un extintor portátil de polvo polivalente.
- Si algún puesto de trabajo generase riesgo de proyecciones (de partículas, o por arco de soldadura) a terceros se colocarán mamparas opacas de material ignífugo.
- Si se realizasen trabajos con proyecciones incandescentes en proximidad de materiales combustibles, se retirarán éstos o se protegerán con lona ignífuga.
- Se mantendrán ordenados los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de materiales generados por el trabajo se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán según lo establecido en las condiciones de uso específicas de cada producto.
- Respetar la señalización y limitaciones de velocidad fijadas para circulación de vehículos y maquinaria en el interior de la obra.

- Aplicar las medidas preventivas contra riesgos eléctricos que desarrollaremos más adelante.
- Todos los vehículos llevarán los indicadores ópticos y acústicos que exija la legislación vigente.
- Proteger a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

#### 1.3.1.2. RIESGOS ESPECÍFICOS

Las protecciones colectivas previstas para la prevención de estos riesgos, siguiendo el orden de los mismos establecido en el punto 3.2., son las siguientes:

##### **En excavaciones**

- Se entibarán o taludarán todas las excavaciones verticales de profundidad superior a 1,5 m
- Se señalizarán las excavaciones, como mínimo a 1 m de su borde.
- No se acopiarán tierras ni materiales a menos de 2 m del borde de la excavación.
- Las excavaciones de profundidad superior a 2 m, y en cuyas proximidades deban circular personas, se protegerán con barandillas resistentes de 90 cm de altura, las cuales se situarán, siempre que sea posible, a 2 m del borde de la excavación.
- Los accesos a las zanjas o trincheras se realizarán mediante escaleras sólidas que sobrepasan en 1 m el borde de éstas.
- Las máquinas excavadoras y camiones solo serán manejadas por personal capacitado, con el correspondiente permiso de conducir, que será responsable, así mismo, de la adecuada conservación de su máquina.

##### **En voladuras**

Las voladuras serán realizadas por una empresa especializada que elaborará el correspondiente plan de voladuras. En su ejecución, además de cumplir la legislación vigente sobre explosivos (R.D. 2114/78 B.O.E. 07.09.78), se tomarán, como mínimo, las siguientes medidas de seguridad:



- Acordonar la zona de "carga" y "pega" a la que, bajo ningún concepto, deben acceder personas ajenas a las mismas.
- Anunciar, con un toque de sirena 15 minutos antes, la proximidad de la voladura, con dos toques la inmediatez de la detonación y con tres el final de la voladura, permitiéndose la reanudación de la actividad en la zona.
- En el perímetro de la zona acordonada se colocarán señales de "prohibido el paso - Voladuras".
- Antes de la "pega", una persona recorrerá la zona comprobando que no queda nadie, y se pondrán vigilantes en lugares estratégicos de acceso a la zona para impedir la entrada de personas o vehículos.
- El responsable de la voladura y los artilleros comprobarán, cuando se hayan disipado los gases, que la "pega" ha sido completa y comprobará que no quedan terrenos inestables, saneando éstos si fuera necesario antes de iniciar los trabajos.

#### **En movimiento de tierras**

- No se cargarán los camiones por encima de la carga admisible ni sobrepasando el nivel superior de la caja.
- Se prohíbe el traslado de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- Se situarán topes o calzos para limitar la proximidad a bordes de excavaciones o desniveles en zonas de descarga.
- Se limitará la velocidad de vehículos en el camino de acceso y en los viales interiores de la obra a 20 km/h.
- En caso necesario y a criterio del Técnico de Seguridad se procederá al regado de las pistas para evitar la formación de nubes de polvo.

#### **En trabajos en altura**

Es evidente que el trabajo en altura se presenta dentro de muchas de las actividades que se realizan en la ejecución de este Proyecto y, como tal, las medidas preventivas relativas a las mismas deberán ser tratadas conjuntamente.



Sin embargo, dada la elevada gravedad de las consecuencias que, generalmente, se derivan de las caídas de altura, se considera oportuno y conveniente remarcar, en este apartado concreto, las medidas de prevención básicas y fundamentales que deben aplicarse para eliminar, en la medida de lo posible, los riesgos inherentes a los trabajos en altura.

Destacaremos, entre otras, las siguientes medidas:

Para evitar la caída de objetos:

- Coordinar los trabajos de forma que no se realicen trabajos superpuestos.
- Ante la necesidad de trabajos en la misma vertical, poner las oportunas protecciones (redes, marquesinas, etc.).
- Acotar y señalizar las zonas con riesgo de caída de objetos.
- Señalizar y controlar la zona donde se realicen maniobras con cargas suspendidas, hasta que éstas se encuentren totalmente apoyadas.
- Emplear cuerdas para el guiado de cargas suspendidas, que serán manejadas desde fuera de la zona de influencia de la carga, y acceder a esta zona sólo cuando la carga esté prácticamente arriada.

Para evitar la caída de personas:

- Se montarán barandillas resistentes en todo el perímetro o bordes de plataformas, forjados, etc. por los que pudieran producirse caídas de personas.
- Se protegerán con barandillas o tapas de suficiente resistencia los huecos existentes en forjados, así como en paramentos verticales si éstos son accesibles o están a menos de 1,5 m del suelo.
- Las barandillas que se quiten o huecos que se destapen para introducción de equipos, etc., se mantendrán perfectamente controlados y señalizados durante la maniobra, reponiéndose las correspondientes protecciones nada más finalizar éstas.
- Los andamios que se utilicen (modulares o tubulares) cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G. S. H .T., destacando entre otras:
  - Superficie de apoyo horizontal y resistente.



- Si son móviles, las ruedas estarán bloqueadas y no se trasladarán con personas sobre las mismas.
  - Arriistrarlos a partir de cierta altura.
  - A partir de 2 m de altura se protegerá todo su perímetro con rodapiés y quitamiedos colocados a 45 y 90 cm del piso, el cual tendrá, como mínimo, una anchura de 60 cm.
  - No sobrecargar las plataformas de trabajo y mantenerlas limpias y libres de obstáculos.
  - En altura (más de 2 m) es obligatorio utilizar cinturón de seguridad, siempre que no existan protecciones (barandillas) que impidan la caída, el cual estará anclado a elementos, fijos, móviles, definitivos o provisionales, de suficiente resistencia.
  - Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar barandillas de protección, o bien sea necesario el desplazamiento de los operarios sobre estructuras o cubiertas. En este caso se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.
- Las escaleras de mano cumplirán, como mínimo, las siguientes condiciones:
    - No tendrán largueros o peldaños rotos ni astillados.
    - Dispondrán de zapatas antideslizantes.
    - Las superficies de apoyo inferior y superior serán planas y resistentes.
    - Fijación o amarre por su cabeza en casos especiales y usar el cinturón de seguridad anclado a un elemento ajeno a ésta.
    - Colocarla con la inclinación adecuada.
    - Con las escaleras de tijera, ponerle tope o cadena para que no se abran, no usarlas plegadas y no ponerse a caballo en ellas.

### **En trabajos con ferralla**



- Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal, separando las capas con durmientes de madera y evitando alturas de pilas superiores a 1,50 m.
- No se permitirá trepar por las armaduras.
- Se colocarán tableros para circular por las armaduras de ferralla.
- No se emplearán elementos o medios auxiliares (escaleras, ganchos, etc.) hechos con trozos de ferralla soldada.
- Diariamente se limpiará la zona de trabajo, recogiendo y retirando los recortes y alambres sobrantes del armado.

#### **En trabajos de encofrado y desencofrado**

- El ascenso y descenso a los encofrados se hará con escaleras de mano reglamentarias.
- No permanecerán operarios en la zona de influencia de las cargas durante las operaciones de izado y traslado de tableros, puntales, etc.
- Se sacarán o remacharán todos los clavos o puntas existentes en la madera usada.
- El desencofrado se realizará siempre desde el lado en que no puedan desprenderse los tableros y arrastrar al operario.
- Se acotará, mediante cinta de señalización, la zona en la que puedan caer elementos procedentes de las operaciones de encofrado o desencofrado.

#### **En trabajos de hormigón**

##### Vertidos mediante canaleta:

- Instalar topes de final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- No situarse ningún operario detrás de los camiones hormigonera en las maniobras de retroceso.

##### Vertido mediante cubo con grúa:



- Señalizar con pintura el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible de la grúa.
- No permanecer ningún operario bajo la zona de influencia del cubo durante las operaciones de izado y transporte de éste con la grúa.
- La apertura del cubo para vertido se hará exclusivamente accionando la palanca prevista para ello. Para realizar tal operación se usarán, obligatoriamente, guantes, gafas y, cuando exista riesgo de caída, cinturón de seguridad.
- El guiado del cubo hasta su posición de vertido se hará siempre a través de cuerdas guía.

#### **Para la manipulación de materiales**

- Informar a los trabajadores acerca de los riesgos más característicos de esta actividad, accidentes más habituales y forma de prevenirlos haciendo especialmente hincapié sobre los siguientes aspectos:
  - Manejo manual de materiales.
  - Acopio de materiales, según sus características.
  - Manejo/acopio de materiales tóxico/peligrosos.

#### **Para el transporte de materiales y equipos dentro de la obra**

- Se cumplirán las normas de tráfico y límites de velocidad establecidas para circular por los viales de obra, las cuales estarán señalizadas y difundidas a los conductores.
- Se prohibirá que las plataformas y/o camiones transporten una carga superior a la identificada como máxima admisible.
- La carga se transportará amarrada con cables de acero, cuerdas o estrobos de suficiente resistencia.
- Se señalizarán con banderolas o luces rojas las partes salientes de la carga y, de producirse estos salientes, no excederán de 1,50 m.
- En las maniobras con riesgo de vuelco del vehículo, se colocarán topes y se ayudarán con un señalista.



- Cuando se tenga que circular o realizar maniobras en proximidad de líneas eléctricas, se instalarán gálibos o topes que eviten aproximarse a la zona de influencia de las líneas.
- No se permitirá el transporte de personas fuera de la cabina de los vehículos.
- No se transportarán, en ningún caso, cargas suspendidas por la pluma con grúas móviles.
- Se revisará periódicamente el estado de los vehículos de transporte y medios auxiliares correspondientes.

#### **Para la prefabricación, izado y montaje de estructuras, cerramientos y equipos**

- Se señalizarán y acotarán las zonas en que haya riesgo de caída de materiales por manipulación, elevación y transporte de los mismos.
- No se permitirá, bajo ningún concepto, el acceso de cualquier persona a la zona señalizada y acotada en la que se realicen maniobras con cargas suspendidas.
- El guiado de cargas/equipos para su ubicación definitiva, se hará siempre mediante cuerdas guía manejadas desde lugares fuera de la zona de influencia de su posible caída, y no se accederá a dicha zona hasta el momento justo de efectuar su acople o posicionamiento.
- Se taparán o protegerán con barandillas resistentes o, según los casos, se señalizarán adecuadamente los huecos que se generen en el proceso de montaje.
- Se ensamblarán a nivel de suelo, en la medida que lo permita la zona de montaje y capacidad de las grúas, los módulos de estructuras con el fin de reducir en lo posible el número de horas de trabajo en altura y sus riesgos.
- Los puestos de trabajo de soldadura estarán suficientemente separados o se aislarán con pantallas divisorias.
- La zona de trabajo, sea de taller o de campo, se mantendrá siempre limpia y ordenada.
- Los equipos/estructuras permanecerán arriostadas, durante toda la fase de montajes hasta que no se efectúe la sujeción definitiva, para garantizar su estabilidad en las peores condiciones previsibles.



- Los andamios que se utilicen cumplirán los requerimientos y condiciones mínimas definidas en la O.G.S.H.T.
- Se instalarán cuerdas o cables fiadores para sujeción de los cinturones de seguridad en aquellos casos en que no sea posible montar plataformas de trabajo con barandilla, o sea necesario el desplazamiento de operarios sobre la estructura. En estos casos se utilizarán cinturones de caída, con arnés provistos de absorción de energía.

De cualquier forma dado que estas operaciones y maniobras están muy condicionadas por el estado real de la obra en el momento de ejecutarlas, en el caso de detectarse una complejidad especial se elaborará un estudio de seguridad específico al efecto.

#### **Para maniobras de izado y ubicación en obra de materiales y equipos**

Las medidas de prevención a aplicar en relación con los riesgos inherentes a este tipo de trabajos, que ya se relacionaron, están contempladas y definidas en el punto anterior, destacando especialmente las correspondientes a:

- Señalizar y acotar las zonas de trabajo con cargas suspendidas.
- No permanecer persona alguna en la zona de influencia de la carga.
- Hacer el guiado de las cargas mediante cuerdas.
- Entrar en la zona de riesgo en el momento del acoplamiento.

#### **En instalaciones de distribución de energía**

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existan líneas de tendidos eléctricos aéreos que pueda afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas. En caso de que vehículos de la obra



tuvieran que circular bajo el tendido se utilizará una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

### 1.3.2. PROTECCIONES PERSONALES

Como complemento de las protecciones colectivas será obligatorio el uso de las protecciones personales. Los mandos intermedios y el personal de seguridad vigilarán y controlarán la correcta utilización de estas prendas de protección.

Dado que la mayoría de los riesgos que obligan al uso de las protecciones personales son comunes a las actividades a realizar, relacionamos las prendas de protección previstas para el conjunto de los trabajos.

Se prevé el uso, en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones personales:

- Casco.
- Pantalla facial transparente.
- Pantalla de soldador con visor abatible y cristal inactínico.
- Mascarillas faciales según necesidades.
- Mascarillas desechables de papel.
- Guantes de varios tipos (montador, soldador, aislante, goma, etc.)
- Cinturón de seguridad.
- Absorbedores de energía.
- Chaqueta, peto, manguitos y polainas de cuero.
- Gafas de varios tipos (contraimpactos, soopletero, etc.).
- Calzado de seguridad, adecuado a cada uno de los trabajos.
- Protecciones auditivas (cascos o tapones).
- Ropa de trabajo.

Todas las protecciones personales cumplirán la Normativa Europea (CE) relativa a Equipos de Protección Individual (EPI).



### 1.3.3. REVISIONES TÉCNICAS DE SEGURIDAD

Su finalidad es comprobar la correcta aplicación del Plan de Seguridad. Para ello, el Contratista velará por la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en dicho Plan.

Sin perjuicio de lo anterior, podrán realizarse visitas de inspección por técnicos asesores especialistas en seguridad.

## 1.4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES

La acometida eléctrica general alimentará una serie de cuadros de distribución de los distintos contratistas, los cuales se colocarán estratégicamente para el suministro de corriente a sus correspondientes instalaciones, equipos y herramientas propias de los trabajos.

### 1.4.1. RIESGOS PREVISIBLES

Los riesgos implícitos a estas instalaciones son los característicos de los trabajos y manipulación de elementos (cuadros, conductores, etc.) y herramientas eléctricas, que pueden producir accidentes por contactos tanto directos como indirectos.

### 1.4.2. MEDIDAS PREVENTIVAS

Las principales medidas preventivas a aplicar en instalaciones, elementos y equipos eléctricos serán las siguientes:

#### 1.4.2.1. *CUADROS DE DISTRIBUCIÓN*

Serán estancos, permanecerán todas las partes bajo tensión inaccesibles al personal y estarán dotados de las siguientes protecciones:

- Interruptor general.
- Protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Diferencial de 300 mA.
- Toma de tierra de resistencia máxima 20 ohmios.

- Diferencial de 30 mA para las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles.
- Tendrán señalizaciones de peligro eléctrico.
- Solamente podrá manipular en ellos el electricista.
- Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para instalaciones, serán de 1.000 voltios de tensión nominal como mínimo.

#### *1.4.2.2. PROLONGADORES, CLAVIJAS, CONEXIONES Y CABLES*

- Los prolongadores, clavijas y conexiones serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente hembras y de características tales que aseguren el aislamiento, incluso en el momento de conectar y desconectar.
- Los cables eléctricos serán del tipo intemperie sin presentar fisuras y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Los empalmes y aislamientos en cables se harán con manguitos y cintas aislantes vulcanizadas.
- Las zonas de paso se protegerán contra daños mecánicos.

#### *1.4.2.3. HERRAMIENTAS Y ÚTILES ELÉCTRICOS PORTÁTILES*

- Las lámparas eléctricas portátiles tendrán el mango aislante y un dispositivo protector de la lámpara de suficiente resistencia. En estructuras metálicas y otras zonas de alta conductividad eléctrica se utilizarán transformadores para tensiones de 24 V.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles serán de doble aislamiento.
- Todas las herramientas, lámparas y útiles eléctricos portátiles, estarán protegidos por diferenciales de alta sensibilidad (30 mA).



#### 1.4.2.4. MÁQUINAS Y EQUIPOS ELÉCTRICOS

Además de estar protegidos por diferenciales de media sensibilidad (300 mA), irán conectados a una toma de tierra de 20 ohmios de resistencia máxima y llevarán incorporado a la manguera de alimentación el cable de tierra conectado al cuadro de distribución.

#### 1.4.2.5. NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

- Bajo ningún concepto se dejarán elementos de tensión, como puntas de cables terminales, etc., sin aislar.
- Las operaciones que afecten a la instalación eléctrica, serán realizadas únicamente por el electricista.
- Cuando se realicen operaciones en cables, cuadros e instalaciones eléctricas, se harán sin tensión.

#### 1.4.2.6. REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Se realizará un adecuado mantenimiento y revisiones periódicas de las distintas instalaciones, equipos y herramientas eléctricas, para analizar y adoptar las medidas necesarias en función de los resultados de dichas revisiones

### 1.5. MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Cada contratista dispondrá en obra de extintores de Polvo o Gas en número suficiente para cubrir las necesidades de los riesgos de incendio que generen los trabajos que realiza, así como para la protección de sus instalaciones, oficinas, almacenes, vehículos, etc.

#### 1.5.1. REVISIONES PERIÓDICAS

La persona designada al efecto por los distintos contratistas, comprobará periódicamente el estado de los extintores y sustituirá los descargados o bajos de presión.



## 1.6. ALMACENAMIENTO Y USO DE GASES

### 1.6.1. ALMACENAMIENTO

Las botellas de gases se almacenarán en un recinto acotado y exclusivo para ellas que cumplirá las siguientes condiciones:

- Se separará cada tipo de gas en compartimentos diferentes y, en cada caso, estará señalizado el contenido de las botellas.
- Se separarán las botellas llenas de las vacías.
- El recinto estará perfectamente ventilado, cubierto de los rayos del sol y en el acceso habrá algún extintor.

### 1.6.2. USO DE BOTELLAS EN LOS TAJOS

El personal que maneje las botellas de gases o equipos de oxicorte, estará adiestrado para estos trabajos y como mínimo cumplirá las siguientes normas básicas de Seguridad:

- La presión de trabajo del acetileno no será superior a dos atmósferas.
- Antes de encender el soplete por primera vez cada día, las mangueras se purgarán individualmente, así como al finalizar el trabajo.
- Verificar periódicamente el estado de las mangueras, juntas, etc., para detectar posibles fugas. Para ello se utilizará agua jabonosa, pero nunca llama.
- Se pondrán válvulas antirretroceso en las salidas de los manómetros y en las entradas del soplete.
- Durante el transporte o desplazamiento, las botellas incluso si están vacías, deben tener la válvula cerrada y la caperuza puesta.
- Está prohibido el arrastre, deslizamiento o rodadura de la botella en posición horizontal.
- No se colocarán, ni puntualmente, cerca de sustancias o líquidos fácilmente inflamables tales como aceite, gasolina, etc.



- Los botellas se mantendrán alejadas del punto de trabajo, lo suficiente para que no les lleguen las chispas o escorias, o bien se protegerán con mantas ignífugas.
- No se emplearán nunca los gases comprimidos para limpiar residuos, vestuarios, ni para ventilar personas.
- Las botellas estarán siempre, en obra o acopio, en posición vertical y colocadas en carros portabotellas o amarradas a puntos fijos para evitar su caída.

## 1.7. FORMACIÓN DEL PERSONAL

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, darles a conocer las técnicas preventivas y mantener el espíritu de seguridad de todo el personal.

Para la enseñanza de las Técnicas de Prevención, además de los sistemas de divulgación escrita, como Folletos, normas, etc., ocuparán un lugar primordial las charlas específicas de riesgos y actividades concretas.

### 1.7.1. CHARLA DE SEGURIDAD Y PRIMEROS AUXILIOS PARA PERSONAL DE INGRESO EN LA OBRA

Todo el personal, antes de comenzar sus trabajos, asistirá a una charla en la que se le informará de los riesgos generales de la obra, de las medidas previstas para evitarlos, de las Normas de Seguridad de obligado cumplimiento y de aspectos generales de Primeros Auxilios.

Al inicio de la semana los encargados de cada uno de los grupos de trabajo impartirá unas charlas de seguridad sobre los trabajos a realizar en este periodo y las normas de seguridad a seguir.

### 1.7.2. CHARLA SOBRE RIESGOS ESPECÍFICOS

Dirigidas a los grupos de trabajadores sujetos a riesgos concretos en función de las actividades que desarrollen. Serán impartidas por los Mandos directos de los trabajos, o bien por Técnicos de Seguridad de cada una de las empresas que participan en la ejecución de la obra.



Si, sobre la marcha de los trabajos, se detectasen situaciones de especial riesgo en determinadas profesiones o fases de trabajo, se programarían Charlas Específicas, impartidas por el Técnico de Seguridad encaminadas a divulgar las medidas de protección necesarias en las actividades a que se refieran.

Entre los temas más importantes a desarrollar en estas charlas estarán los siguientes:

- Riesgos eléctricos.
- Trabajos en altura.
- Riesgos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Uso de máquinas, manejo de herramientas.
- Manejo de cargas de forma manual y con medios mecánicos.
- Empleo de andamios, plataformas, escaleras y líneas de vida.

## 1.8. REUNIONES DE SEGURIDAD

Para que la política de mentalización, motivación y responsabilización de los mandos de obra en el campo de la prevención de accidentes sea realmente efectiva, son muy importantes las Reuniones de Seguridad en las que la Dirección de Obra, los Mandos responsables de la ejecución de los trabajos, los trabajadores y el personal de Seguridad analicen conjuntamente aspectos relacionados exclusivamente con la prevención de accidentes.

## 1.9. MEDICINA ASISTENCIAL

Partiendo de la imposibilidad humana de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que, inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de tres situaciones:

- Control médico de los empleados.
- La organización de medios de actuación rápida y primeros auxilios a accidentados.
- La medicina asistencial en caso de accidente o enfermedad profesional.



### 1.9.1. CONTROL MÉDICO

Tal como establece la legislación Vigente, todos los trabajadores que intervengan en la construcción de las obras objeto de este Estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función del riesgo a que, por su oficio u ocupación, vayan a estar sometidos.

### 1.9.2. MEDIOS DE ACTUACIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

La primera asistencia médica a los posibles accidentados será realizada por los Servicios Médicos de la Mutua Laboral concertada por cada contratista o, cuando la gravedad o tipo de asistencia lo requiera por los Servicios de Urgencia de los Hospitales Públicos o Privados más próximos.

En la obra se dispondrá, en todo momento, de un vehículo para hacer una evacuación inmediata, de un medio de comunicación (teléfono) y de un Botiquín y, además, habrá personal con unos conocimientos básicos de Primeros Auxilios, con el fin de actuar en casos de urgente necesidad.

Así mismo se dispondrá, igualmente, en obra de una "nota" escrita, colocada en un lugar visible y de la que se informará y dará copia a todos los contratistas, que contendrá una relación con las direcciones y teléfonos de los Hospitales, ambulancias más cercanas, así como los médicos locales.

### 1.9.3. MEDICINA ASISTENCIAL EN INCAPACIDADES LABORALES TRANSITORIAS O PERMANENTES

El contratista acreditará que este servicio queda cubierto por la organización de la Mutua Laboral con la que debe tener contratada póliza de cobertura de incapacidad transitoria, permanente o muerte por accidente o enfermedad profesional.

## 1.10. VESTUARIOS Y ASEOS

En la zona destinada a instalaciones de contratistas, éstos montarán casetas prefabricadas para aseos y vestuarios de su personal cumpliendo, en función del número de trabajadores que los utilicen en cada momento, las condiciones mínimas establecidas en el Capítulo III de la O.G.S.H.T., o bien usar, en su defecto y bajo las mismas condiciones las instalaciones definitivas.



En cualquier caso, estas instalaciones se deberán mantener en unas adecuadas condiciones de limpieza e higiene.

## 2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE CONDICIONES

---

### 2.1. OBJETO

El objeto del siguiente Pliego de Condiciones es especificar las características y condiciones técnicas correspondientes a los medios de protección colectiva e individual previstos en la Memoria, así como las normas necesarias para su correcto mantenimiento, atendiendo a la Reglamentación Vigente.

No se especifican en este documento por estar claramente definidos en los diferentes artículos del RD 1627/1997, los aspectos relativos a las obligaciones del coordinador en materia de seguridad y de salud, a las obligaciones de los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos y al uso del libro de incidencias. También son de aplicación fundamental los principios generales y disposiciones mínimas de seguridad y de salud que se recogen en el RD 1627/1997.

### 2.2. DISPOSICIONES LEGALES REGLAMENTARIAS

Será de obligado cumplimiento, por parte de los contratistas, la normativa reseñada a continuación:

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (RD 1627/1997)
- Reglamento de aparatos de elevación: grúas móviles autopropulsadas (RD 2370/1996)
- Disposiciones de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas (RD 487/1997)

- Disposiciones de seguridad y salud en los lugares de trabajo (RD 486/1997)
- Señalización de seguridad y salud en el trabajo (RD 485/1997, B.O.E. 23.4.97)
- Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo (OM 9.3.1971)
- Reglamento de prevención de riesgos laborales (RD 39/1997)
- Normas armonizadas en aplicación de la Directiva 89/392 sobre máquinas
- Directiva 89/392 de máquinas (RD 56/1995)
- Reglamento de líneas aéreas de alta tensión (RD 223/2008)
- Limitación de potencia acústica en maquinaria de obras (RD 212/2002)
- Protección de los trabajadores frente al ruido (RD 286/2008)
- Libro de incidencias en materia de seguridad (OM 20.9.86, B.O.E. 13.11.86)
- Estatuto de los Trabajadores (RD 2/2015) Constitución, composición y funciones de los Comités de Seguridad y Salud Laboral (Ley 31/95)
- Ordenanza Laboral de la Construcción (O.M. 28.08.70)
- Ordenanza Laboral Industrias Siderometalúrgicas (O.M. 29.07.70)
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002)
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres y Peligrosas (D. 2414/61 de 22 de Diciembre).
- Reglamento de Explosivos (R.D. 130/2017).
- Reglamento de aparatos Elevadores para Obras (O.M. de 23 de Mayo de 1997).
- Reglamento de Seguridad en las Máquinas (R.D. 1495/86)
- Reglamento de Aparatos a Presión (R.D. 2060/2008).
- Almacenamiento de Productos Químicos (R.D. 656/2017).
- Instrucción Técnica Reglamentaria sobre extintores de incendios (O.M. de 31 de Mayo de 1982).
- Normas sobre señalización (R.D. 485/1997).



- Normas Técnicas Reglamentarias para la Homologación de Equipos de Protección Individual E.P.I (R.D. 1407/92 y modificaciones posteriores).
- Convenios Colectivos Provinciales de la Construcción.

Serán también de obligado cumplimiento cualquiera otra disposición oficial, relativa a la Seguridad y Salud Laboral, que entre en vigor durante la ejecución de la obra y que pueda afectar a los trabajos en la misma.

### 2.3. PROTECCIONES PERSONALES

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán lo establecido en el R.D. 1407/92 de 20 de Noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrá de forma visible el sello (CE) correspondiente.

### 2.4. PROTECCIONES COLECTIVAS

Consideramos como Protecciones Colectivas las siguientes:

- Andamios.
- Redes (según Norma UNE 81-650-80).
- Mamparas.
- Protecciones de la instalación eléctrica.
- Medios de protección contra incendios.
- Señalización.
- Barandillas.
- Plataformas.
- Líneas o cuerdas de vida, etc.



Algunas de éstas han sido ya descritas en la Memoria y otras son parte integrante de los propios equipos, medios o estructuras, por lo que omitiremos extendernos en sus características.

Por otra parte, los elementos y características de seguridad más significativos de los medios de protección colectiva que se prevé utilizar están descritos en los planos y dibujos que se adjuntan en el apartado 3 (PLANOS) del presente Estudio.

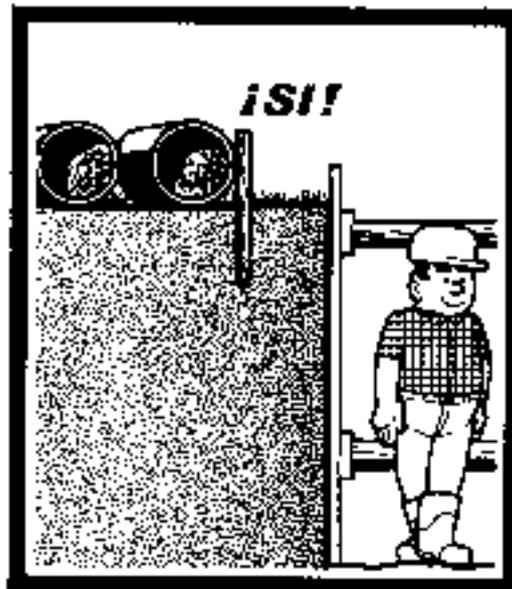
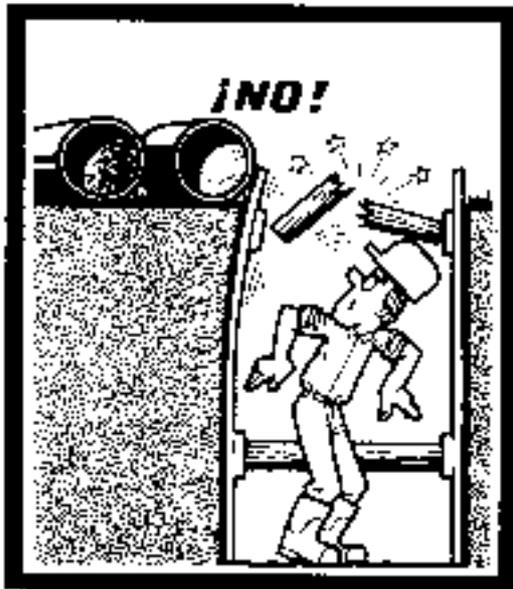
## 2.5. REVISIONES TECNICAS DE SEGURIDAD

Tal como hemos indicado a lo largo del presente Estudio, se realizarán, con cierta periodicidad, las revisiones necesarias a los equipos, herramientas y medios auxiliares, con el fin de mantenerlos en perfectas condiciones de uso.

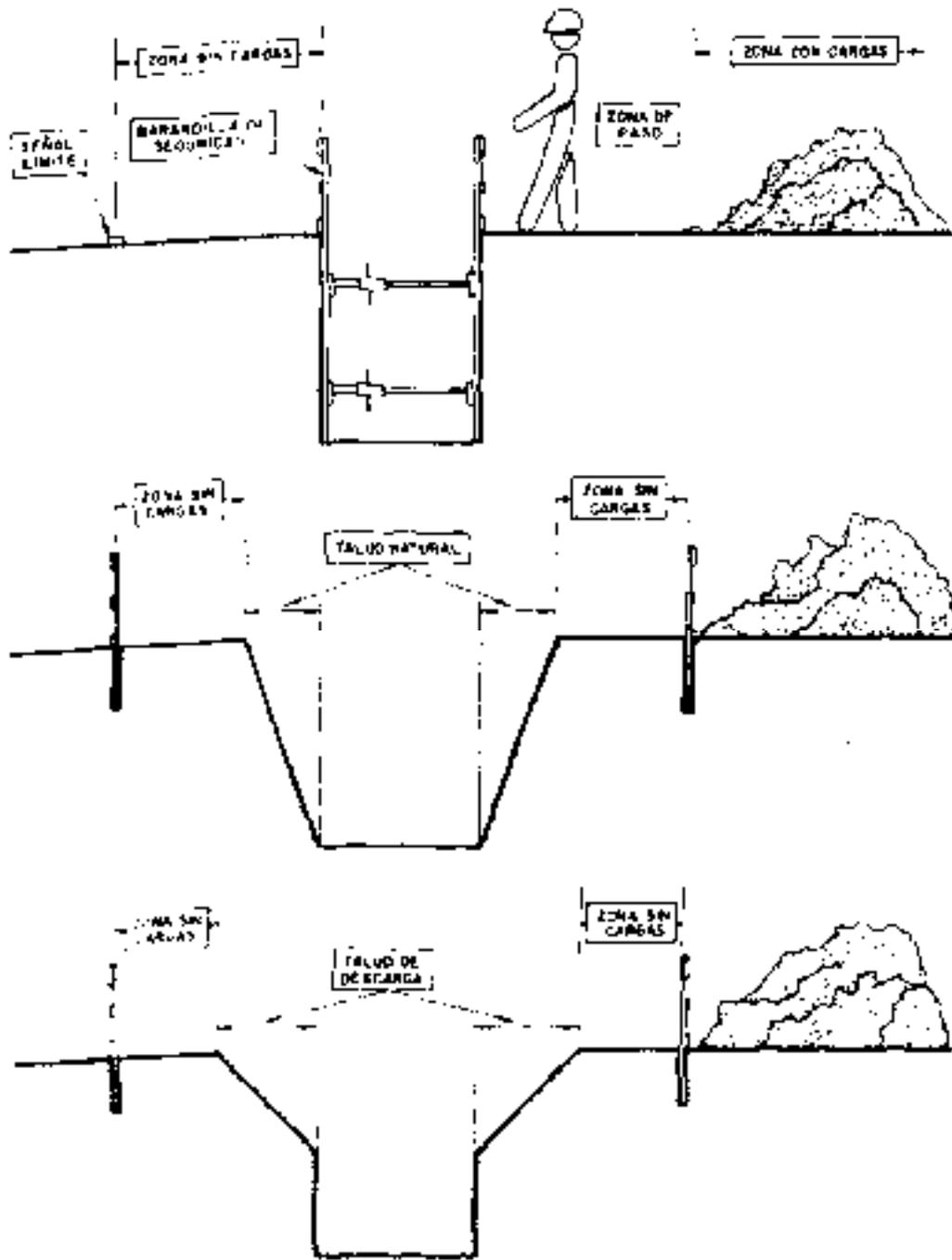
## 3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLANOS

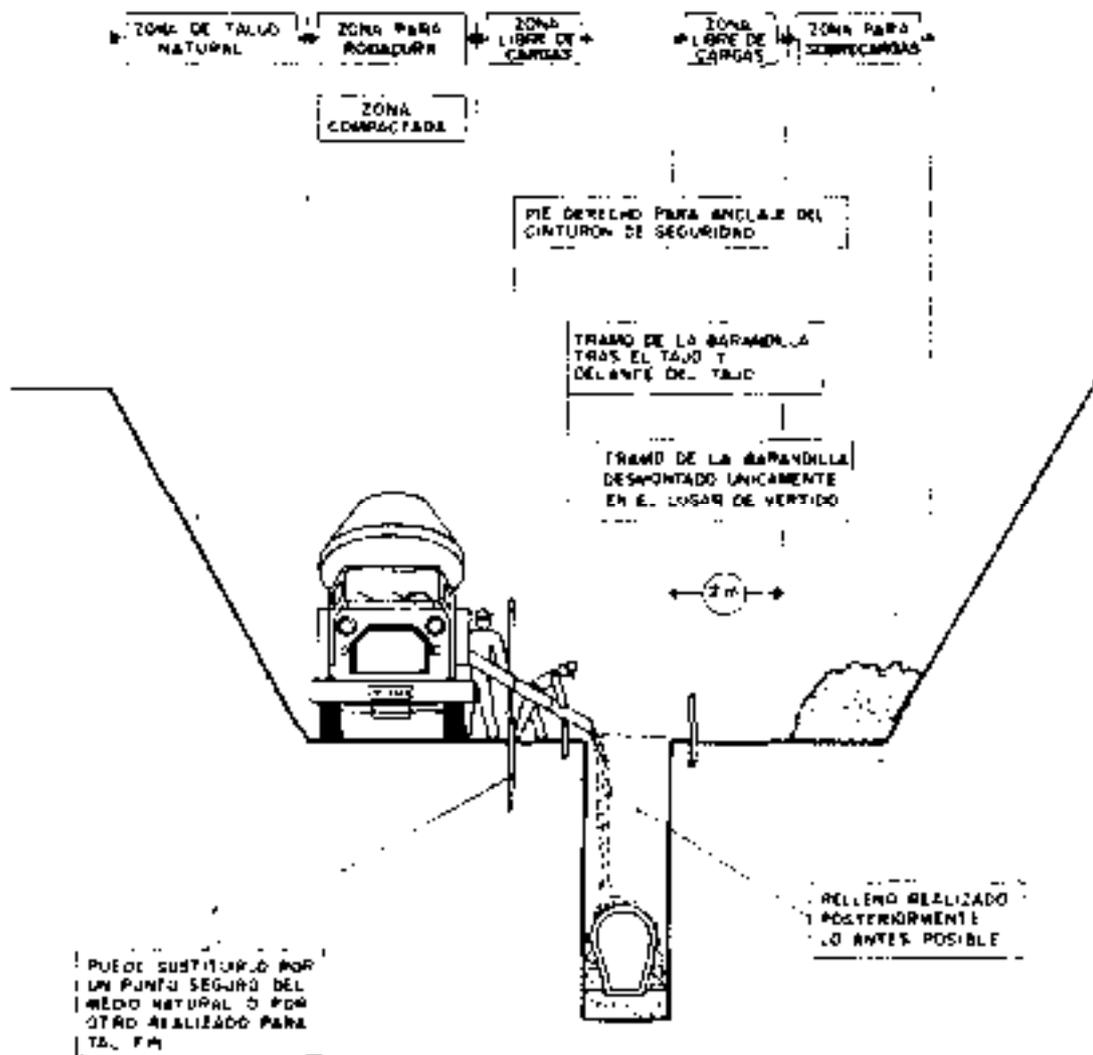
---

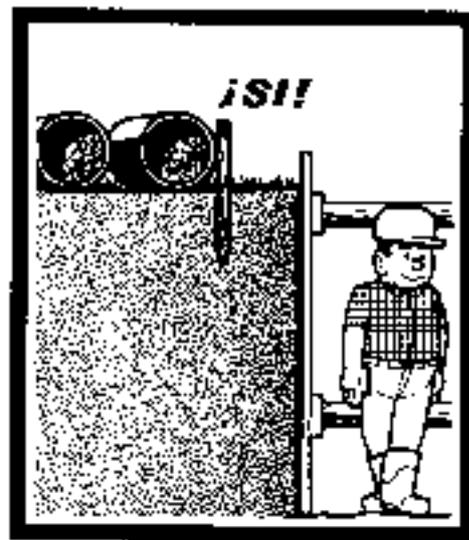
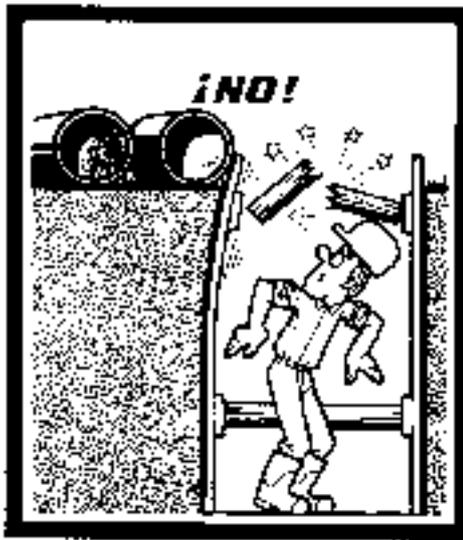
### EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS



Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.





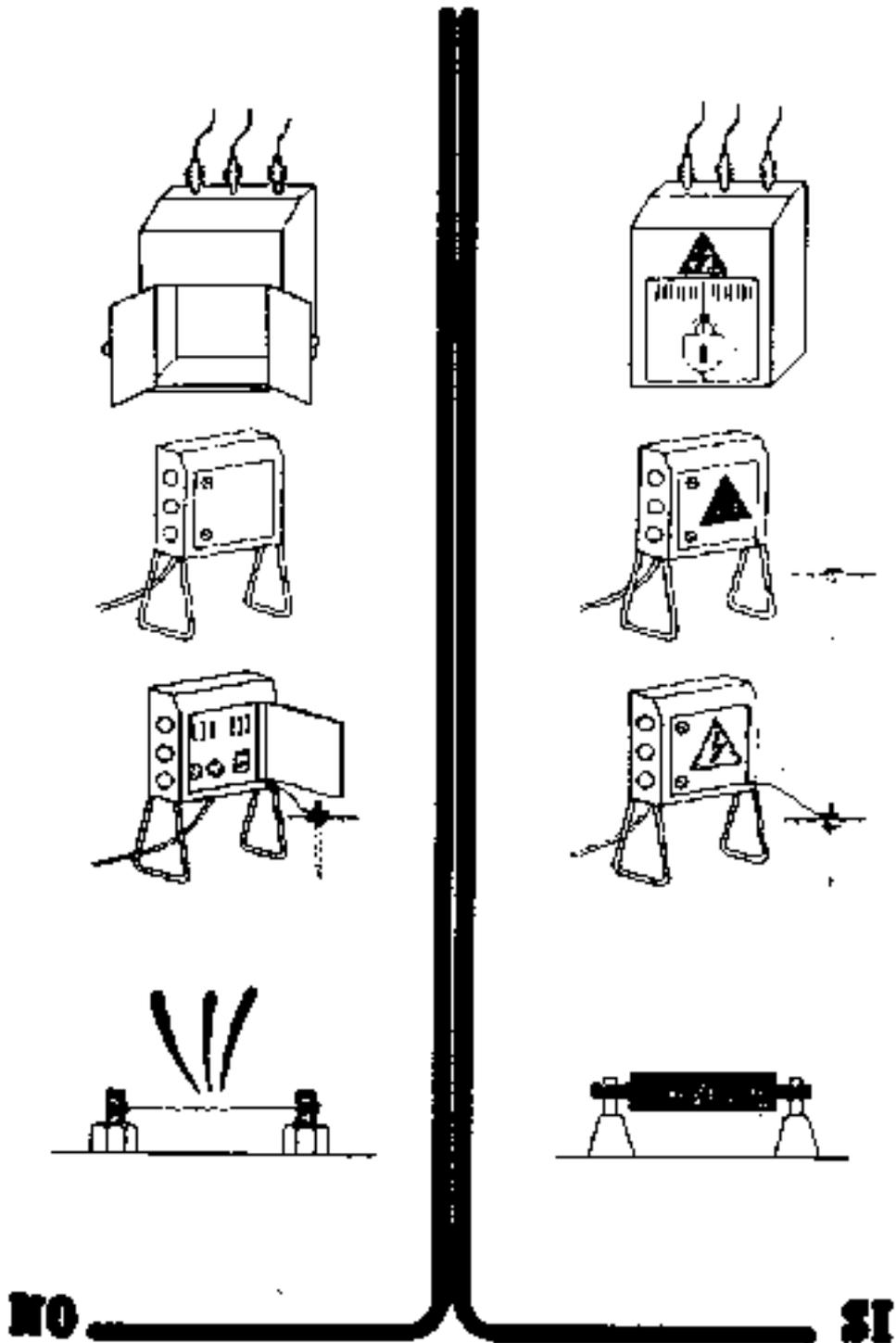


Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

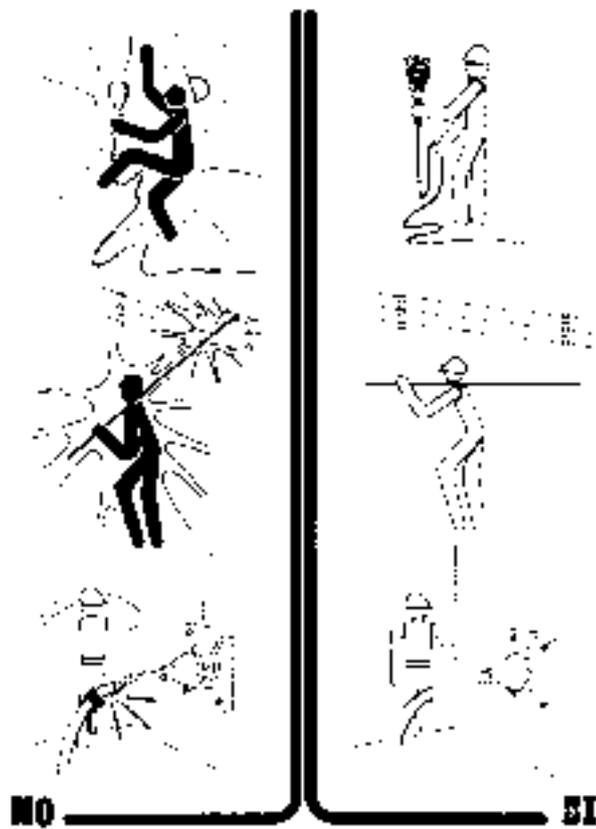
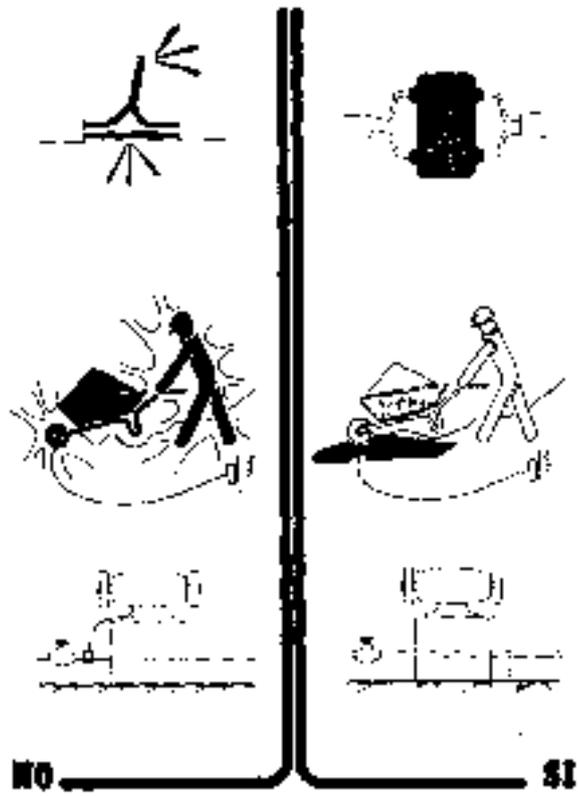
Las zanjas deben entibarse.

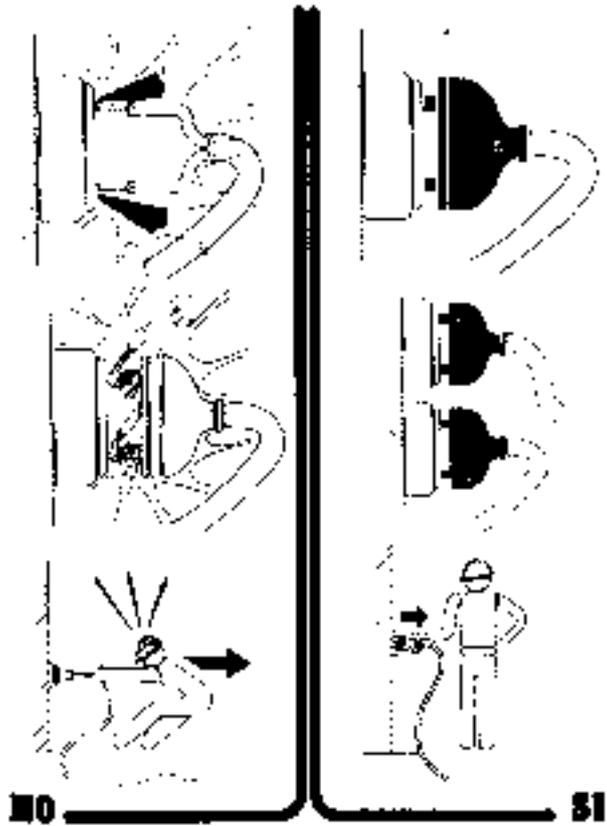


*Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.*

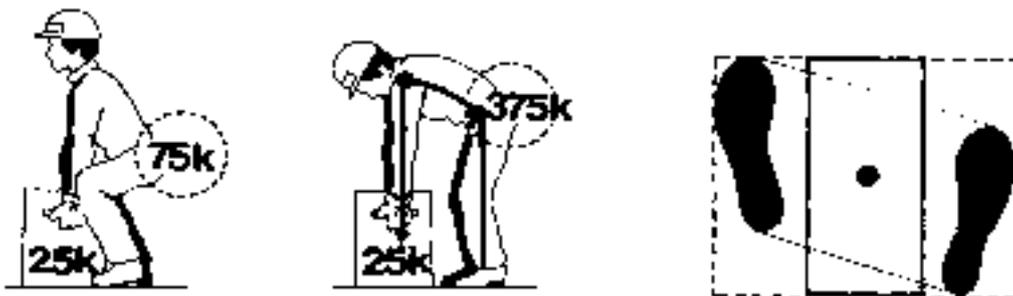


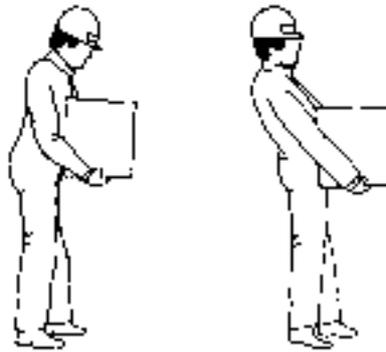
*INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA*





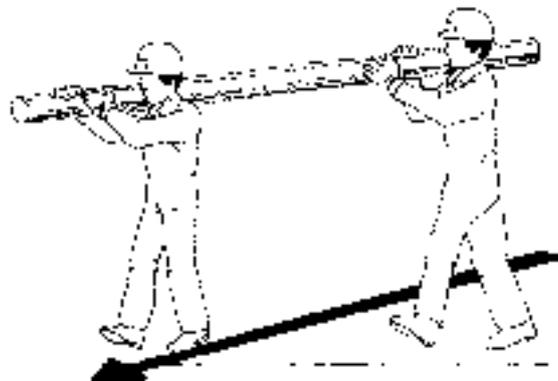
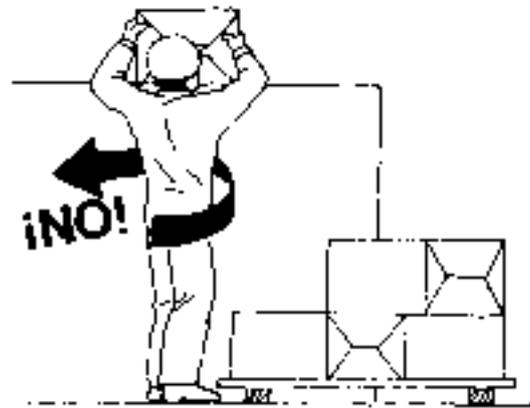
MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS





**¡NO!**

**¡SI!**





Mantener los cuantos de trabajo en orden, los materiales ordenados a disposición adecuada, así se evitan los resbalones y las caídas.



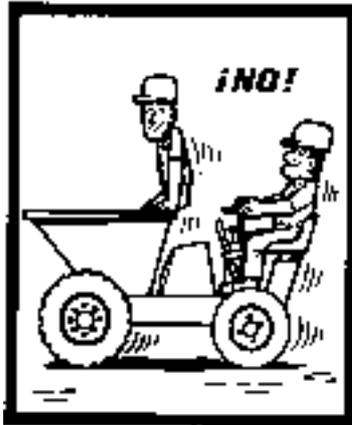


Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores

ORDEN Y LIMPIEZA



Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra



Está firmemente prohibido transportar a personas por medio de los montacargas, grúas y demás aparatos destinados únicamente al transporte de cargas.



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

### MAQUINARIA DE OBRA

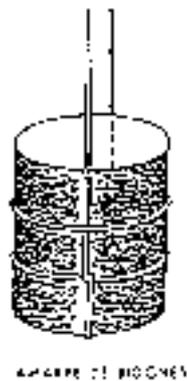
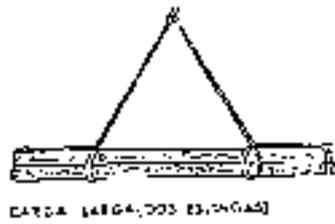
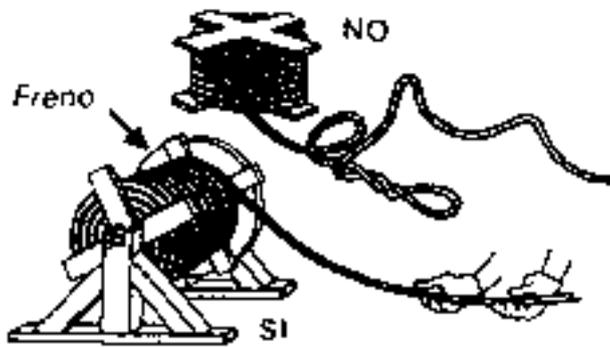


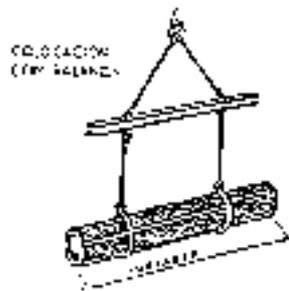
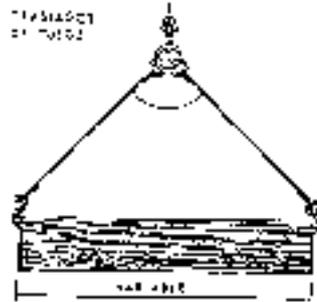
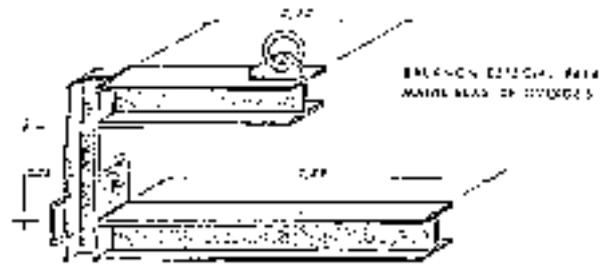
Alejar de las aristas vivas las selingas, cadenas y cuerdas.

### ELEMENTOS DE IZADO

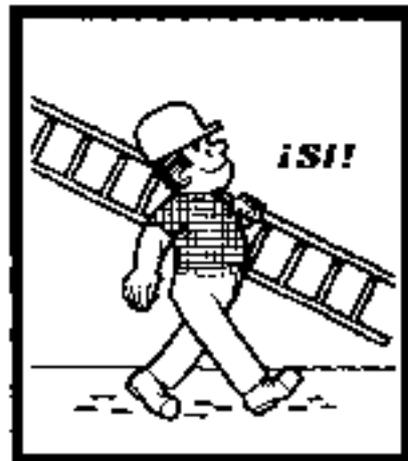


Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad





ESCALERAS



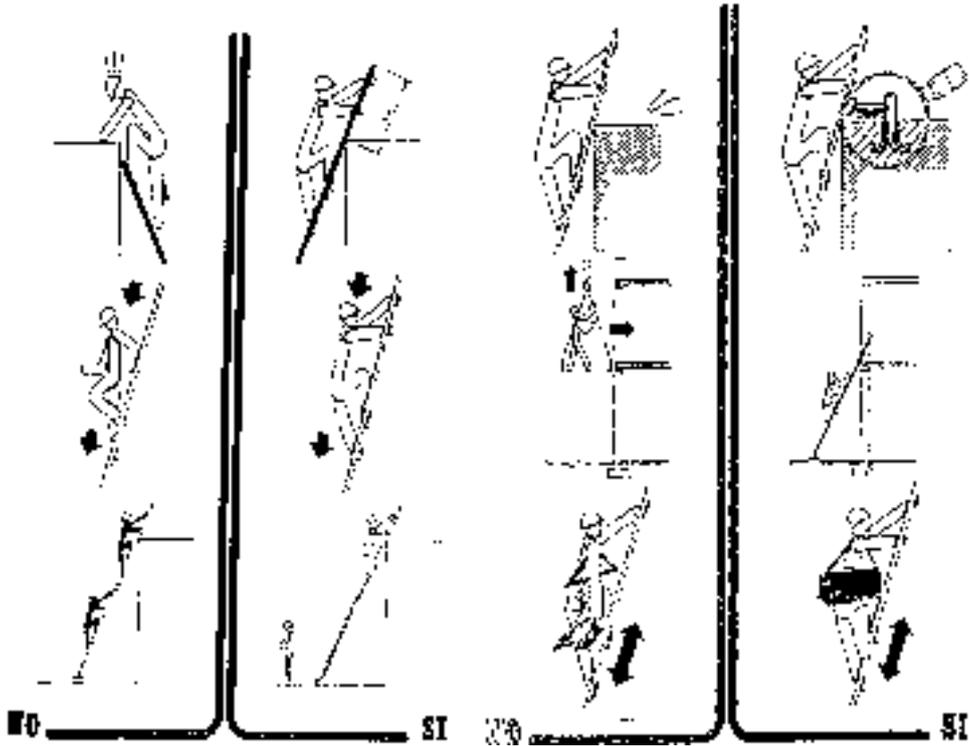


Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y lisa y de forma que no puedan instalarse incorrecta.

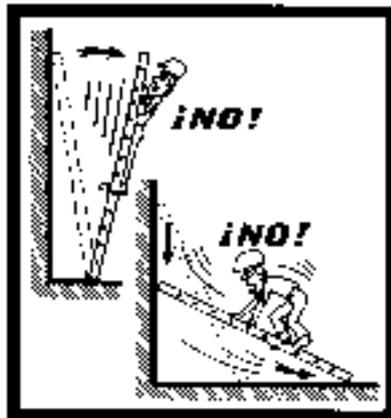


Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del punto de trabajo al que dan paso.

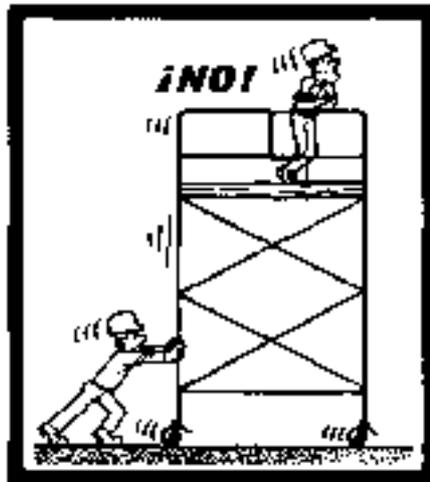




Vigilar que la separación del pie de  
trabaja de la superficie de apoyo,  
sea la correcta.



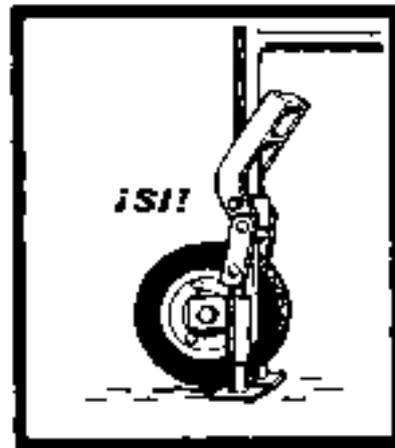
ANDAMIOS



Los andamios rodantes sólo deben ser desplazados lentamente, prefiriendo el sentido longitudinal, sobre suelos bien despejados.

Nadie debe encontrarse en el andamio durante los desplazamientos.

Antes de cualquier desplazamiento, asegurarse de que no pueda caer ningún objeto.



Antes de subir a un andamio rodante, bloquear las ruedas y si es necesario colocar los estabilizadores.

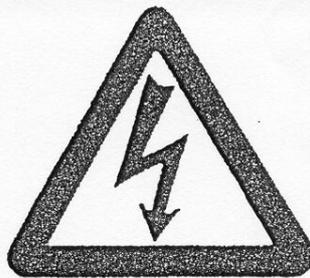
SEÑALIZACION DE SEGURIDAD ELECTRICA



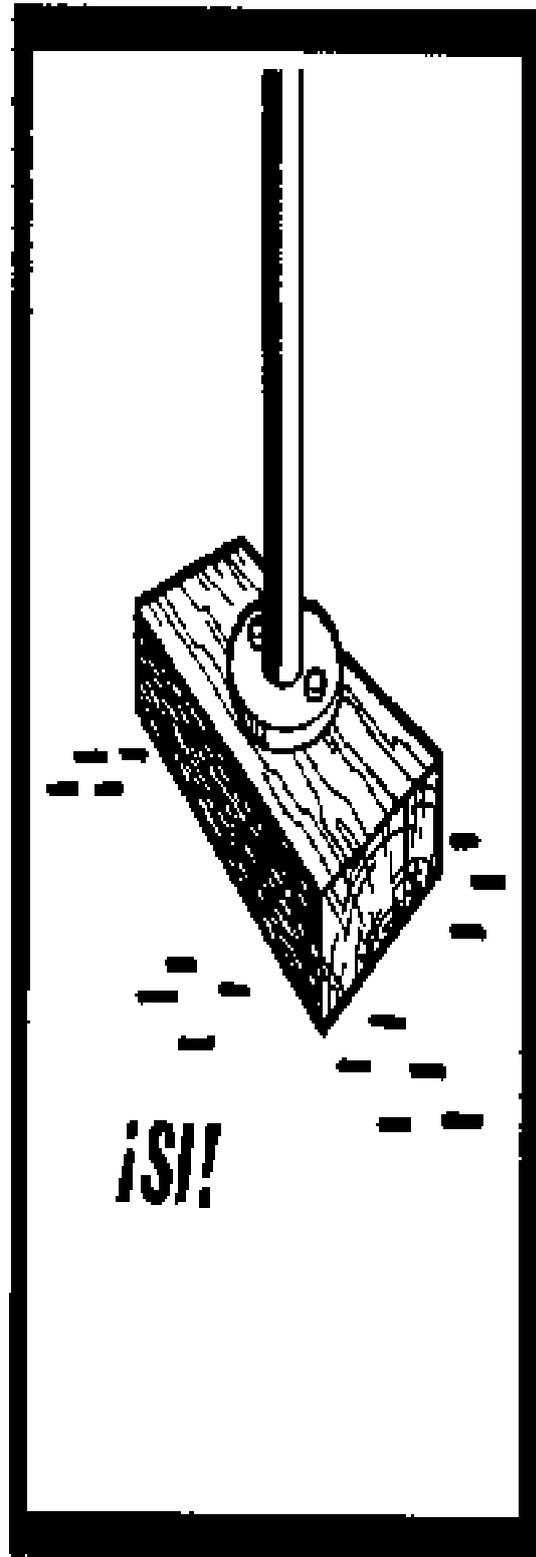
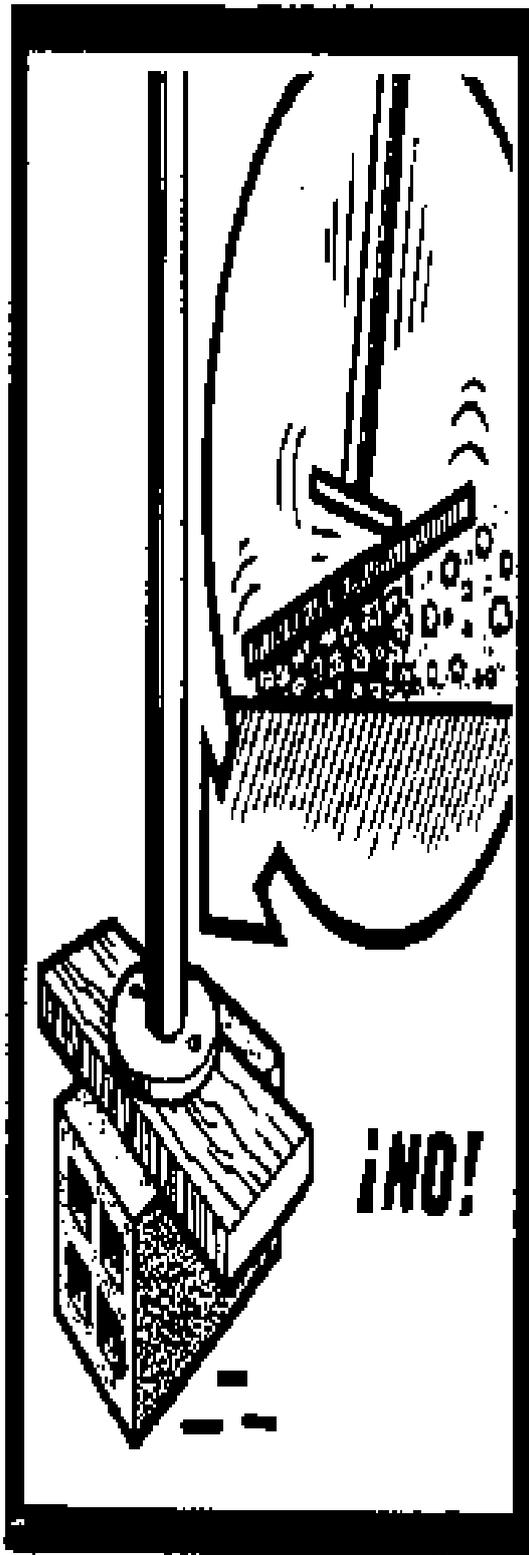
SEÑALIZACION

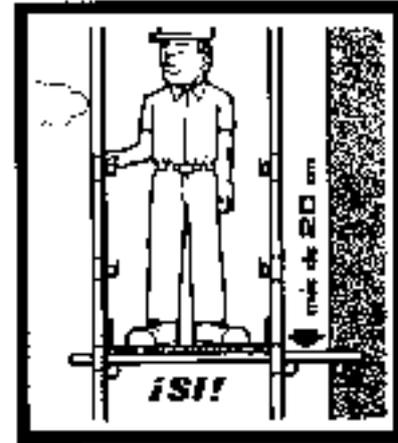
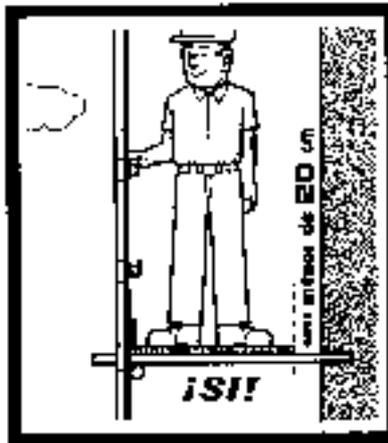
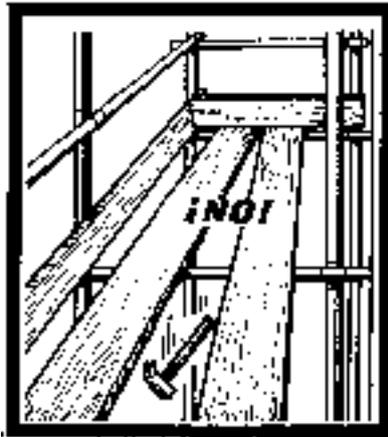


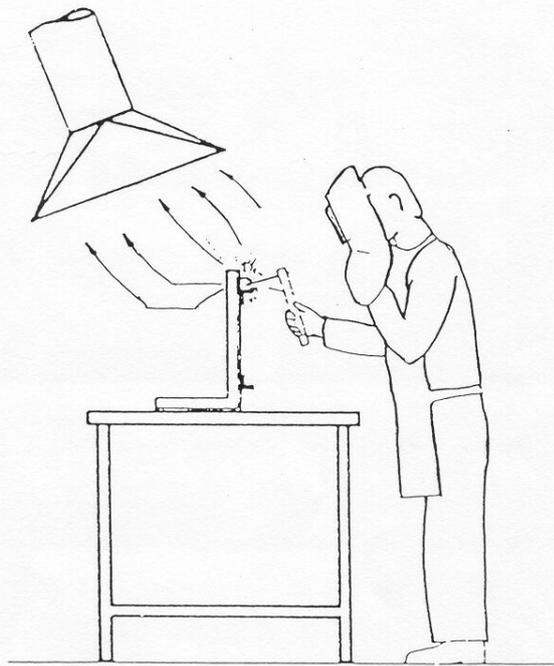
RIESGO ELECTRICO



SEÑALIZACION DE RIESGOS ELECTRICOS

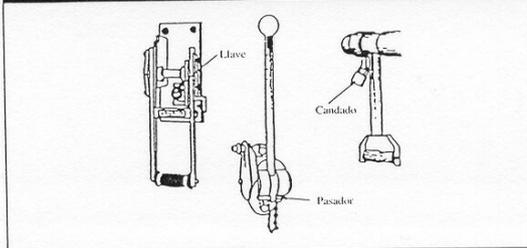




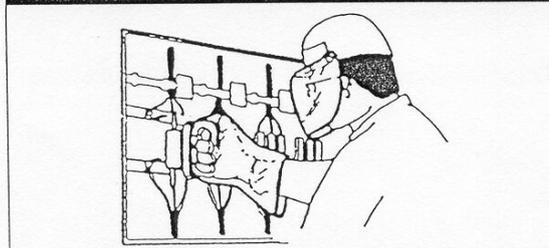


SOLDADURA ELECTRICA . PROTECCION

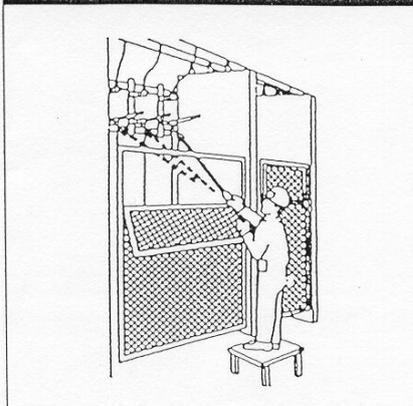
**BLOQUEO MECANICO DE LOS DISPOSITIVOS DE MANDO**



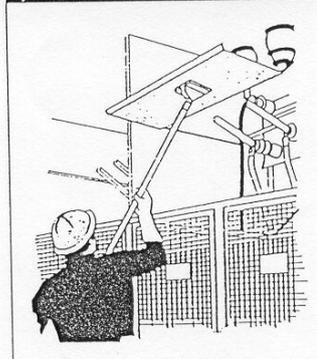
**BLOQUEO ELECTRICO MEDIANTE RETIRADA DE FUSIBLES DE MANDO**



**COMPROBACION DE LA AUSENCIA DE TENSION**



**UTILIZACION DE PANTALLAS AISLANTES**



PREVENCIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS



## 4. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEDICIONES Y PRESUPUESTO ECONÓMICO

---

### 4.1. OBJETO

El objeto de este documento es valorar los gastos asignados según previsiones de desarrollo de este Estudio de Seguridad y Salud Laboral.

En relación a este capítulo se incluyen y valoran:

- Las protecciones personales
- Las protecciones colectivas no integradas en máquinas e instalaciones (no se incluyen los andamios, plataformas, escaleras, protecciones mecánicas o eléctricas de máquinas y cuadros, etc, por considerarlas elementos integrantes de los medios de producción).
- La Medicina Preventiva y Primeros Auxilios previstos para los trabajadores.
- Las horas de personal dedicadas a formación, vigilancia y reuniones de seguridad.
- Los costos, incluyendo limpieza y mantenimiento, de las instalaciones de Higiene y Bienestar.

### 4.2. PRESUPUESTO PARCIAL

#### 4.2.1. CAPITULO 1: PROTECCIONES INDIVIDUALES

Ud	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total (€)
Ud.	Casco de seguridad homologado	10	3,61	36,1
Ud.	Gafa antipolvo y anti-impactos	10	5,41	54,1
Ud.	Mascarilla antipolvo	10	10,09	100,9
Ud.	Filtro para mascarilla antipolvo	20	0,43	8,6
Ud.	Protector auditivo	10	12,26	122,6
Ud.	Cinturón de seguridad	4	19,84	79,36
Ud.	Cinturón antivibratorio	2	17,30	34,6
Ud.	Mono o buzo de trabajo	10	13,70	137
Ud.	Impermeable	10	12,98	129,8
Ud.	Guantes dieléctricos	10	25,25	252,5
Ud.	Guantes de goma finos	10	1,80	18
Ud.	Guantes de cuero	8	2,52	20,16
Ud.	Botas impermeables al agua y a la humedad	10	9,37	93,7
Ud.	Botas de seguridad de lona	8	20,20	161,6
Ud.	Botas de seguridad de cuero	3	23,08	69,24
Ud.	Botas dieléctricas	2	28,85	57,7
Ud.	Chaleco reflectante	8	18,04	144,32
Ud.	Muñequera	2	2,88	5,76
Ud.	Casco para AT homologado	8	2,82	22,56
Ud.	Pértiga para AT	1	86,30	86,3
Ud.	Banqueta aislante de maniobra exterior AT	1	103,62	103,62
Ud.	Cinturón de seguridad para caídas homol.	4	135,00	540
Ud.	Aparato de freno de paracaídas, homolog.	4	73,78	295,12
Ud.	Cubierta de poliamida para freno de parac.	4	6,30	25,2
Ud.	Amarre regulable(1.10-1.80m), argolla revestida de P.V.C., homologado	4	17,92	71,68
Ud.	Dispositivo anti caída	4	96,40	385,6
<b>TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>				<b>3.056,12 €</b>

*Presupuesto Protecciones individuales*

#### 4.2.2. CAPITULO 2: PROTECCIONES COLECTIVAS

U d	Denominación	Cantidad	P. Unita	Total (€)
U d	Cartel indicativo de riesgo con soporte metálico, incluida la colocación	1	28,98	28,98
M	Cordón de balizamiento reflectante, incluidos soportes, colocación y desmontaje	50	0,47	23,4
M	Cinta plástica de balizamiento en colores blanco y rojo	50	0,47	23,4
U d	Valla autónoma metálica de contención peatones	3	9,52	28,548
U d	Jalón de señalización, incluida la colocación	5	1,08	5,4
H	Camión de riego, incluido el conductor	2	17,66	35,328
H	Mano de obra de señalización	4	7,81	31,248
H	Mano de obra de brigada de seguridad empleada en mantenimiento y reposición de protecciones	3	14,42	43,272
U d	Teléfono móvil disponible en obra, incluida conexión y utilización	1	901,52	901,524
U d	Extintor de polvo polivalente, incluido el soporte	2	75,18	150,36
U d	Aparato de doble comunicación para organizar el tráfico	1	399,18	399,18
U d	Instalación de puesta a tierra, compuesta por cable de cobre, electrodo conectado a tierra en masas metálicas, etc.	1	41,06	41,064
U d	Interruptor diferencial de media sensibilidad (300mA)	2	25,45	50,904
U d	Interruptor diferencial de alta sensibilidad (30mA)	2	30,40	60,792
<b>TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS</b>				<b>1.823,40</b>

*Presupuesto Protecciones Colectivas*

#### 4.2.3. CAPITULO 3: PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS

U d	Denominación	Cantida d	P. Unitario	Total (€)
U d	Botiquín de obra instalado	2	25,66	51,32
U d	Reposición de material de botiquín de obra	5	30,47	152,35
U d	Reconocimiento médico obligatorio	20	51,78	1035,6
<b>TOTAL PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS</b>				<b>1.239,27 €</b>

*Presupuesto Prevención y Primeros Auxilios*

#### 4.2.4. CAPITULO 4: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.

U d	Denominación	Cantidad	P. Unitario	Total (€)
U d	Mes de alquiler de caseta prefabricada para usos varios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	7	108,00	756
U d	Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2.35m, incluida instalación de fuerza y alumbrado	7	108,00	756
U d	Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 3.25x1.90m, incluida instalación de fuerza y alumbrado, material sanitario y termo agua caliente	7	108,00	756
U d	Acometida provisional de electricidad a casetas de obra	2	30,41	60,816
U d	Acometida provisional de fontanería a casetas de obra	1	36,25	36,252
U d	Acometida provisional de saneamiento a casetas de obra	1	42,58	42,576
U d	Pileta corrida construida en obra y dotada de tres grifos	1	30,47	30,468
U d	Mesa metálica para comedor, capacidad 10 personas, colocada	1	24,23	24,228
U d	Banco de polipropileno para cinco personas con soportes metálicos	2	22,42	44,832
U d	Calienta comidas para 50 servicios	1	47,46	47,46
<b>TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR</b>				<b>3.662,54</b>

*Presupuesto Instalaciones de Higiene y Bienestar*

#### 4.2.5. CAPITULO 5: FORMACION Y REUNIONES

U	Denominación	Cantida d	P. Unitario	Total (€)
H	Formación de seguridad e higiene en el trabajo, considerando una hora a la semana realizado por un encargo	24	4,07	61,02
H	Comité de seguridad	3	27,91	83,736
H	Horas reuniones de Seguridad	15	15,93	207,09
H	Meses de control y asesoramiento de Seguridad (Visitas Téc. Seguridad)	4	318,54	1274,16
<b>TOTAL FORMACIÓN Y REUNIONES</b>				<b>1.626,01 €</b>

*Presupuesto Formación y Reuniones*

#### 4.3. PRESUPUESTO GENERAL

**TOTAL PRESUPUESTO:**

TOTAL PROTECCIONES INDIVIDUALES	3.056,12 €
TOTAL PROTECCIONES COLECTIVAS	1.823,40 €
TOTAL PREVENCIÓN Y PRIMEROS AUXILIOS	1239,27 €
TOTAL INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	3.662,54 €
TOTAL FORMACIÓN Y REUNIONES	1.626,01 €
<b>TOTAL SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>11.407,34 €</b>

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de: **ONCE MIL CUATROCIENTOS SIETE** euros y **TREINTA Y CUATRO** céntimos.

Navarra, Febrero de 2021

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Juan José Gázquez González

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P.



Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



## DOCUMENTO V: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS



## ÍNDICE

---

DOCUMENTO V: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	1
1. OBJETO .....	3
2. ALCANCE.....	3
3. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS .....	3
4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS.....	6
5. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS. ....	7
6. PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS .....	8
6.1. Presupuestos parciales.....	8
6.1.1. Tierras y pétreos procedentes de excavación.....	8
6.1.2. Rcd de naturaleza pétrea .....	8
6.1.3. Rcd de naturaleza no pétrea .....	9
6.1.4. Residuos peligrosos.....	9
7. PRESUPUESTO GENERAL .....	10

## 1. OBJETO

---

El presente Estudio de Gestión de Residuos tiene como objeto establecer las directrices generales para la gestión de los residuos de construcción y demolición generados en la obra a la que se refiere.

Este Estudio se ha elaborado en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición.

## 2. ALCANCE

---

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

## 3. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

---

Analizamos a continuación los residuos que se prevé generar durante las actividades de ejecución previstas.

Se muestran los residuos incluidos en la Lista Europea de Residuos (según Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, y sus modificaciones), con su codificación correspondiente. Los residuos generados serán los marcados en la lista.

17 RESÍDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)	
17 01	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos
17 01 01	Hormigón X
17 01 02	Ladrillos
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos X
17 01 06*	Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos que contienen sustancias peligrosas

17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 ( 3 ) Para el ámbito de esta lista, son metales de transición: escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, itrio, niobio, hafnio, tungsteno, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo. Estos metales o sus compuestos son peligrosos si aparecen clasificados como sustancias peligrosas.	
17 02	Madera, vidrio y plástico	
17 02 01	Madera	X
17 02 02	Vidrio	
17 02 03	Plástico	X
17 02 04*	Vidrio, plástico y madera que contienen sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	
17 03	Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	
17 03 01*	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla	
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	
17 03 03*	Alquitrán de hulla y productos alquitranados	
17 04	Metales (incluidas sus aleaciones)	
17 04 01	Cobre, bronce, latón	
17 04 02	Aluminio	
17 04 03	Plomo	
17 04 04	Zinc	
17 04 05	Hierro y acero	
17 04 06	Estaño	
17 04 07	Metales mezclados	X
17 04 09*	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas	
17 04 10*	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	
17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	X
17 05	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje)	
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 ( 3 ) Para el ámbito de esta lista, son metales de transición: escandio, vanadio, manganeso, cobalto, cobre, itrio, niobio, hafnio, tungsteno, titanio, cromo, hierro, níquel, zinc, circonio, molibdeno y tántalo. Estos metales o sus compuestos son peligrosos si aparecen clasificados como sustancias peligrosas.	
17 05 03*	Tierra y piedras que contienen sustancias peligrosas	
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	X
17 05 05*	Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	
17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	
17 05 07*	Balasto de vías férreas que contiene sustancias peligrosas	

17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del espec. en el código 17 05 07	
17 06	Materiales de aislamiento y materiales de construcción que contienen amianto	
17 06 01*	Materiales de aislamiento que contienen amianto	
17 06 03*	Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas	
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	
17 06 05	Materiales de construcción que contienen amianto	
17 08	Materiales de construcción a base de yeso	
17 08 01*	Materiales de construcción a base de yeso contaminados con sustancias peligrosas	
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	X
17 09	Otros residuos de construcción y demolición	
17 09 01*	Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio	
17 09 02*	Residuos de construcción y demolición que contienen PCB (por ejemplo, sellantes que contienen PCB, revestimientos de suelo a base de resinas que contienen PCB, acristalamientos dobles que contienen PCB, condensadores que contienen PCB)	
17 09 03*	Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas	
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	X

*Tabla de RCD*

La estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos se realizará en función de las categorías de la tabla anterior.

Se calculan las siguientes cantidades de residuos generados:

- Hormigón: (54,65 T).
- Cerámicos: (10,99 T).
- Cables (recortes y sobrantes): 1 m<sup>3</sup> (3,71 T)
- Papeles, cartones: < 1 m<sup>3</sup> (<0,90 T)
- Plásticos: < 1 m<sup>3</sup> (<0,90 T)



#### 4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS

---

Se procurará, en los casos en los que sea posible, la reutilización de las tierras procedentes de la excavación.

En cuanto al resto de materiales de la obra, se prevén las siguientes operaciones de reutilización, valorización o eliminación:

X	No se prevé la reutilización en la obra. Transporte a vertedero autorizado
	Utilización como combustible y generación de energía
	Recuperación de disolventes
	Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas, sin disolventes
	Reciclado o recuperación de metales
	Reciclado o recuperación de otras materias orgánicas

*Previsión de operaciones*

## 5. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS.

---

Según lo indicado por el R.D. 105/2008 en su artículo 5, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón.....80 t.
- Ladrillos, tejas, cerámicos: .....40 t.
- Metal: .....2 t.
- Madera: .....1 t.
- Vidrio: .....1 t.
- Plástico: .....0,5 t.
- Papel y cartón: .....0,5 t.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, con esta obligación.

## 6. PRESUPUESTO GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tipos de almacenamiento de residuos incluyendo alquiler, transporte, tasas y gestión	Precio (€)	Precio/Vol
1 saca de 1 m <sup>3</sup>	50	50 €/m <sup>3</sup>
1 bidón de 1 m <sup>3</sup>	100	100 €/m <sup>3</sup>
1 bidón de 1000 l de residuos peligrosos	270	270 €/m <sup>3</sup>
1 contenedor de media capacidad (5 – 10 m <sup>3</sup> ), normalmente de 7 m <sup>3</sup>	200	30 €/m <sup>3</sup>
1 contenedor de alta capacidad (más de 12 m <sup>3</sup> )	300	25 €/m <sup>3</sup>
1 carga de camión de transporte de hasta 10 t	100	11 €/m <sup>3</sup>
1 carga de camión de transporte de hasta 25 t	100	5 €/m <sup>3</sup>
1 bidón de hasta 200 l para residuos peligrosos	100	500 €/m <sup>3</sup>

### 6.1. Presupuestos parciales

#### 6.1.1. Tierras y pétreos procedentes de excavación

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Tierras limpias y materiales pétreos	475 t	100 € (19 camiones de 25 t) 100 € (1 carga de camión de transporte de hasta 10 t)	2.000
<b>Total</b>			<b>2.000</b>

#### 6.1.2. Rcd de naturaleza pétreo

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
-------------	----------	---------------------	------------------



Hormigón	10,36 t	100 € (1 camión de hasta 25t)	100
----------	---------	----------------------------------	-----

<b>Total</b>	<b>100</b>
--------------	------------

#### 6.1.3. Rcd de naturaleza no pétreo

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Plásticos	0,14 m <sup>3</sup>	100 € (1 bidón de 1 m <sup>3</sup> )	100
<b>Total</b>			<b>100</b>

#### 6.1.4. Residuos peligrosos

Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)	Precio total (€)
Trapos contaminados, envases contaminados, aerosoles	3 bidones de 200 l	100 € (3 bidones)	300
<b>Total</b>			<b>300</b>



## 7. PRESUPUESTO GENERAL

---

Según los presupuestos desarrollados en los presupuestos parciales, el presupuesto general se resume en:

Descripción	Precio Total
Tierras de excavación	2.000
Hormigón	100
Plásticos	100
Residuos peligrosos	300
<b>TOTAL</b>	<b>2.500 €</b>

El presupuesto para la gestión de residuos del proyecto, asciende a la cantidad de **DOS MIL QUINIENTOS** euros (2.500,00 €).



## DOCUMENTO VI: PRESUPUESTO

## PRESUPUESTO SUBESTACIÓN

Cap.	Descripción	Importe
<b>1</b>	<b>Construcción</b>	
1.1	Movimiento de tierras	5.150,00 €
1.2	Obra civil parque	145.900,00 €
1.3	Red puesta a tierras inferior	11.500,00 €
1.4	Red puesta a tierras superior	14.600,00 €
1.5	Edificios y Casetas	42.180,00 €
1.6	Montaje Electro Mecánico	175.205,00 €
1.7	Prueba y Puesta en Servicio	32.400,00 €
1.8	Servicios auxiliares obra	28.674,00 €
1.9	Almacenamiento y Transporte	15.552,00 €
1.10	Seguridad y Vigilancia	8.100,00 €
	<b>Importe Capítulo 1</b>	<b>479.261,00 €</b>
<b>2</b>	<b>Equipos Eléctricos 220 kV</b>	
2.1	Interruptores AT	136.992,00 €
2.2	Seccionadores AT	42.169,60 €
2.3	Pararrayos	12.830,40 €
2.4	Transformadores Intensidad	24.105,60 €
2.5	Transformadores de tensión	58.320,00 €
2.6	Embarrados y aisladores	154.150,00 €
2.7	Transformador 220/66 140 MVA y RaT	1.540.744,00 €
	<b>Importe Capítulo 2</b>	<b>1.969.311,60 €</b>
<b>3</b>	<b>Equipos Eléctricos 66 kV</b>	
2.1	Interruptores AT	116.552,00 €
2.2	Seccionadores AT	38.456,00 €
2.3	Pararrayos	10.222,00 €
2.4	Transformadores Intensidad	24.105,60 €
2.5	Transformadores de tensión	58.320,00 €
2.6	Embarrados y aisladores	261.120,00 €
	<b>Importe Capítulo 3</b>	<b>508.775,60 €</b>
<b>4</b>	<b>Protecciones</b>	
4.1	Sistema integrado de control y protección	113.481,00 €
4.2	Protecciones 220 Kv	68.797,90 €
4.3	Telecomunicaciones	122.540,00 €
4.4	Sistemas Cabinas 30 kV	26.568,00 €
	<b>Importe Capítulo 4</b>	<b>331.386,90 €</b>
<b>5</b>	<b>Equipos y Servicios Auxiliares</b>	
5.1	Transformador de servicios aux.	6.318,00 €

5.2 Equipos rectificador baterías	28.431,00 €
5.3 Medida	14.418,00 €
<b>Importe Capítulo 5</b>	<b>49.167,00 €</b>

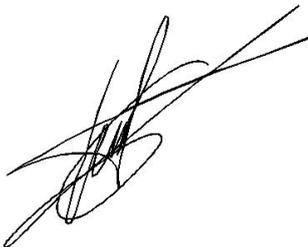
<b>6 Seguridad y Salud</b>	
6.1 Coordinación SyS	6.527,82 €
6.2 Protecciones Colectivas e individuales	4.879,52 €
<b>Importe Capítulo 6</b>	<b>11.407,34 €</b>

<b>7 Montaje</b>	
7.1 Embarrados y Cableado	68.500,81 €
7.2 Aparellaje	215.435,00 €
7.3 Control y Protecciones	31.266,00 €
7.4 Alumbrado	12.890,00 €
7.5 Pruebas	20.736,00 €
<b>Importe Capítulo 7</b>	<b>348.827,81 €</b>

	Importe	3.218.876,25 €
<b>Gastos Generales 13%</b>		<b>418.453,91 €</b>
<b>Beneficio Industrial 6%</b>		<b>20.929,67 €</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>		<b>3.658.259,83 €</b>

Navarra, Febrero de 2021

El Ingeniero Técnico Industrial



Fdo.: Juan José Gázquez González

Col. 845

El Ingeniero de Caminos, C y P



Fdo.: Guillermo Berbel Castillo

Col. 15.152



## DOCUMENTO VII: PLANOS



## ÍNDICE

---

### **1.- Situación y Emplazamiento.**

#### **2.1.- Implantación.**

#### **2.2.- Parcela Catastral.**

### **3.- Obra Civil. Planta General Subestación.**

### **4.- Obra Civil. Sección General Subestación.**

### **5.- Obra Civil. Planta General Cimentaciones y Canales.**

### **6.- Obra Civil. Cimentación.**

6.1.- Pararrayos Franklin (E1)

6.2.- Autoválvulas y Aisladores de Apoyo (E2 y E9).

6.3.- Cimentación Transformador Tensión (E3).

6.4.- Cimentación Seccionadores (E4 y E7).

6.5.- Cimentación Transformador Intensidad (E5).

6.6.- Interruptor ABB (4).

6.7.- Pórtico Salida Línea (E9).

6.8.- Soporte Proyector.

6.9.- Batería de Condensadores.

6.10.- Batería de Condensadores (B-B).

### **7.- Obra Civil.**

7.1.- Puerta de Entrada.

7.2.- Puerta de Entrada.

7.3.- Vallado Lineal I.

7.4.- Vallado Lineal II.

7.5.- Vallado Lineal III.

### **8.- Obra Civil. Canalizaciones.**

8.1.- Canales de Cables. Tipo A y B.

8.2.- Canal Reforzado Tipo A y B.

8.3.- Cables Arqueta Prefabricada Iluminación.



**9.- Obra Civil. Edificio.**

- 9.1.- Excavación.
- 9.2.- Cimentación.
- 9.3.- Planta Distribución.
- 9.4.- Secciones.
- 9.5.- Alzados.
- 9.6.- Cubierta.
- 9.7.- Modulación de Paneles.
- 9.8.- Carpinterías.
- 9.9.- Uniones.

**10.- Edificio MT.**

- 10.1.- Disposición Tapas Metálicas de Forjado.
- 10.2.- Sección Longitudinal A-A´.
- 10.3.- Cabina Línea Sección B-B´.
- 10.4.- Instalación Alumbrado.
- 10.5.- Instalación Fuerza.
- 10.6.- Detección de Incendios y Alumbrado de Emergencia.
- 10.7.- Ventilación y Climatización.

**11.- Obra Civil. Planta General Red de Pat.**

**12.- Alumbrado y Fuerza Exterior.**

**13.- Esquema Unifilar Simplificado.**

**14.- Esquema Unifilar Protecciones**

**15.- Esquema Unifilar Servicios Auxiliares C.A.**

**16.- Esquema Unifilar Servicios Auxiliares C.C.**

**17.- Campos Magnéticos.**

**18.- Movimiento de Tierras.**

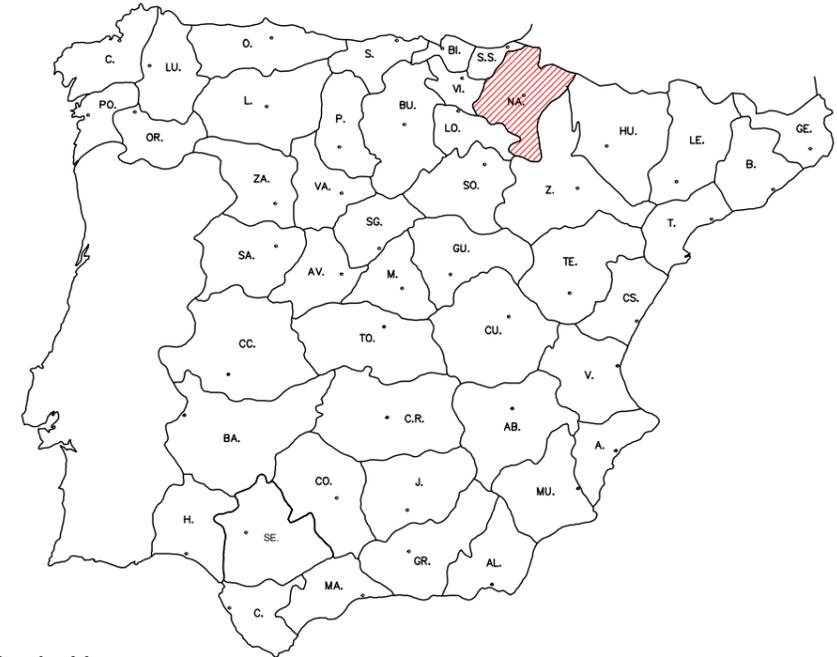


Localización  
Escala: 1/30.000

Localización

Coordenadas UTM ETRS89		
X	Y	Zona
607930,28	4706334,26	30T

Nacional  
Escala: 1/5.000.000

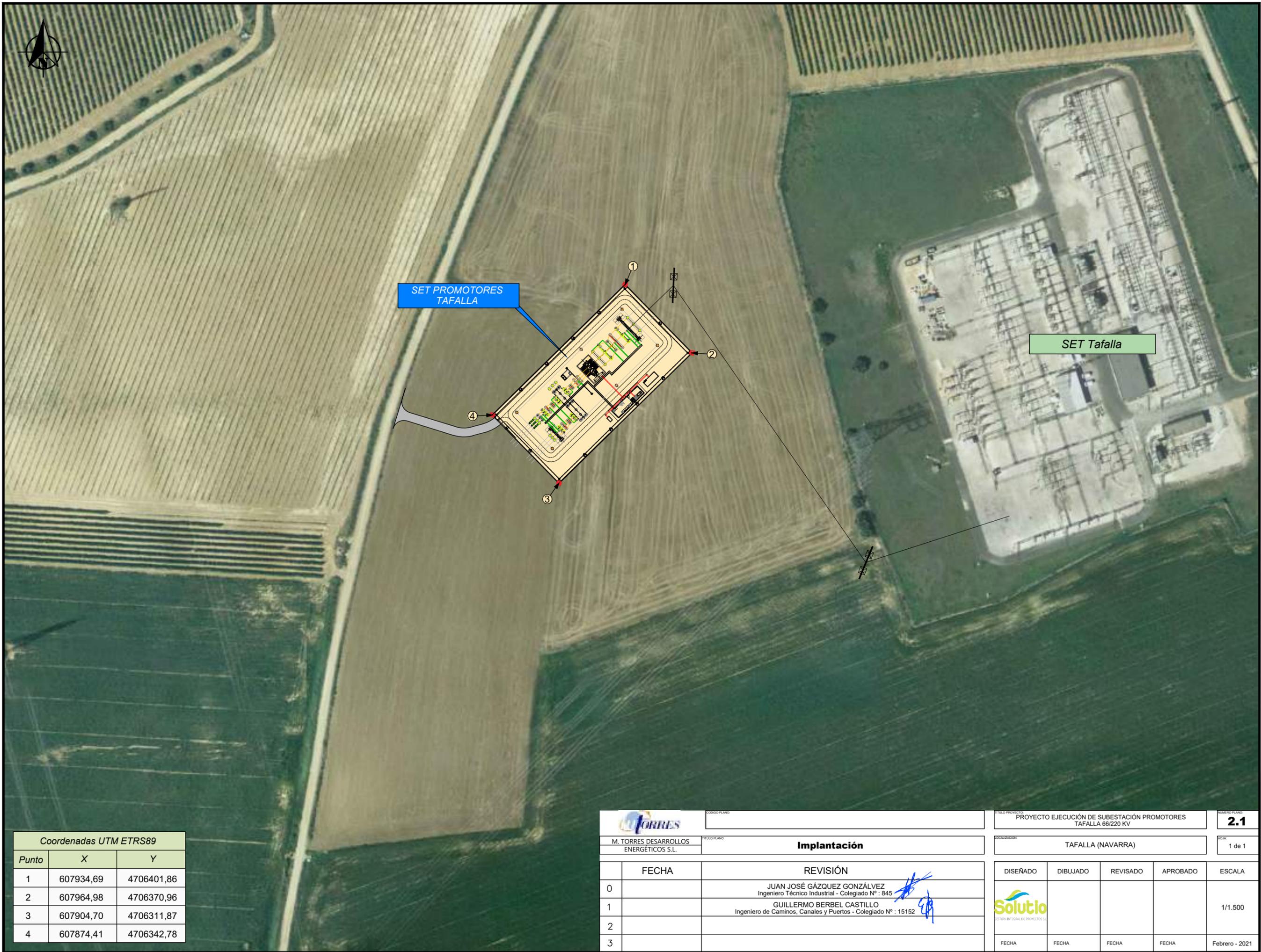


Provincia de Navarra  
Escala: 1/1.500.000



Situación

		CÓDIGO PLANO:		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBSTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>1</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Situación y Emplazamiento</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 1	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		APROBADO		ESCALA: Indicadas	
2				FECHA		FECHA	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		Febrero - 2021	



Coordenadas UTM ETRS89		
Punto	X	Y
1	607934,69	4706401,86
2	607964,98	4706370,96
3	607904,70	4706311,87
4	607874,41	4706342,78

		CODIGO PLANO: _____		TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NUMERO PLANO: <b>2.1</b>		
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Implantación</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 1		
	FECHA	REVISIÓN		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845						1/1.500
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152						
2								
3				FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021



263  
A

B

241  
A

187

266  
A

SET PROMOTORES  
TAFALLA

C

PAV

SET Tafalla

TRANSFORMADOR

PAV

TRANSFORMADOR

D

186

242

B

267  
B

243

A

272

A

244

A



CODIGO PLANO

TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV

NUMERO PLANO: 2.2

M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.

TITULO PLANO: Parcela Catastral

LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)

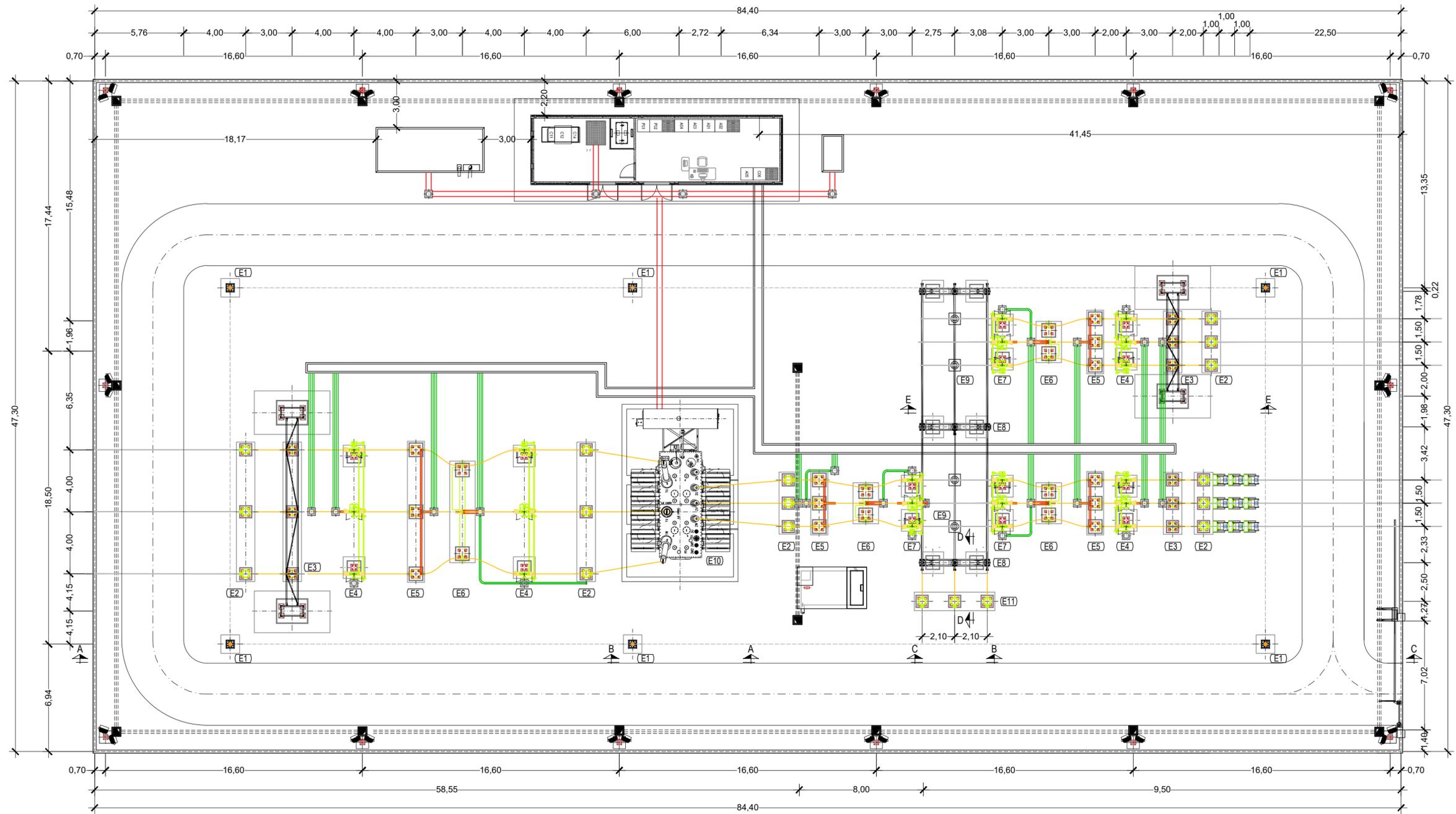
FOLIO: 1 de 1

Datos Finca		
Termino Municipal	Poligono	Parcela
Tafalla	6	242
		243

FECHA	REVISIÓN
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152
2	
3	

DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				1/1.500
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021





**Leyenda**

(E1)	Pararrayos Franklin
(E2)	Pararrayos
(E3)	Transformador de Tensión
(E4)	Seccionador de Línea
(E5)	Transformador de Intensidad
(E6)	Interruptor
(E7)	Seccionador de Barra
(E8)	Pórtico Barras
(E9)	Aisladores de Apoyo
(E10)	Transformador

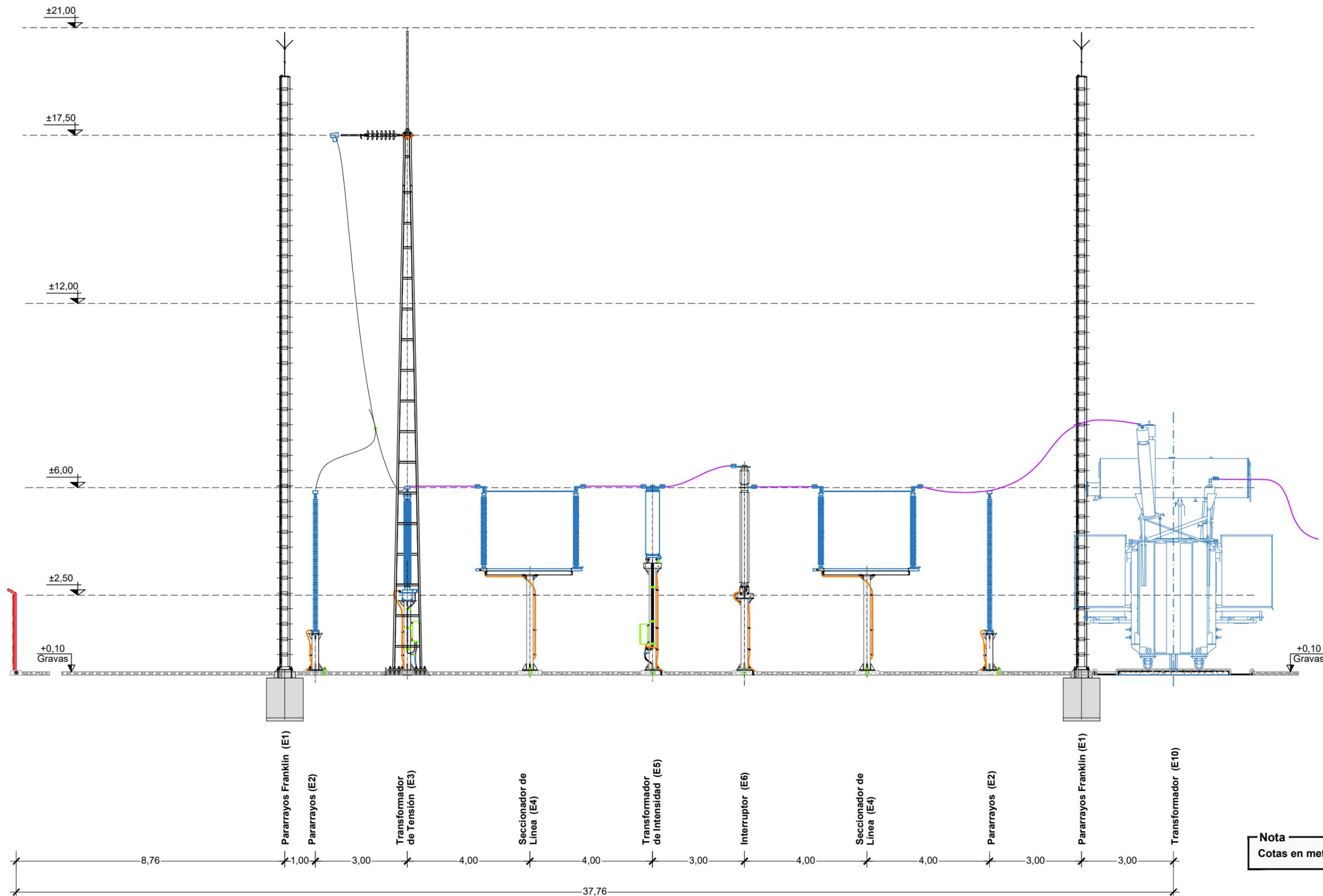
**Nota**  
Cotas en metros

		PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		<b>3</b>		
<b>Obra Civil. Planta General Subestación</b>		TAFALLA (NAVARRA)		1 de 1		
FECHA	REVISIÓN	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845					1/200
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152					
2						
3						
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021



**Sección A-A**

**Salida Línea 220 kV**

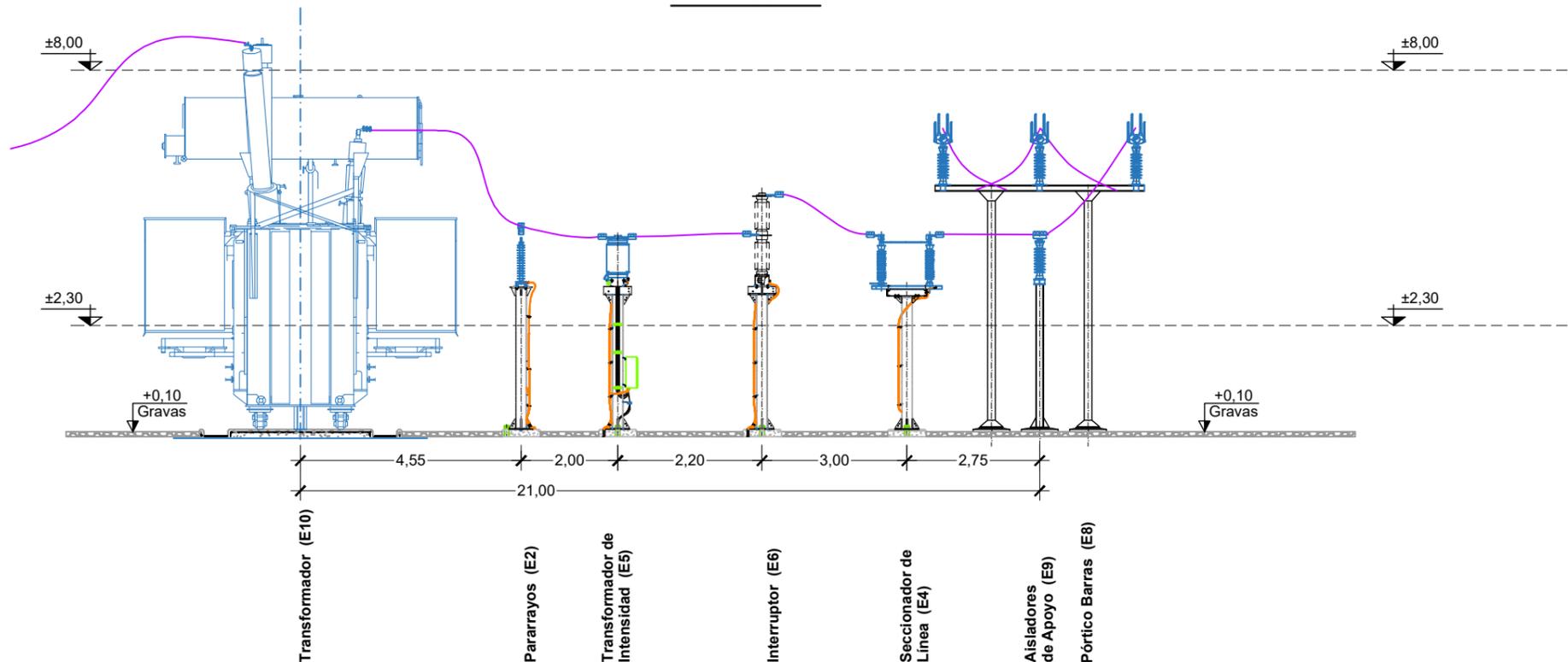


**Nota**  
Cotas en metros

		CODIGO PLANO: _____		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>4</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Sección General Subestación</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 3	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				APROBADO	
2		_____				ESCALA: 1/125	
3		_____		FECHA		FECHA	
_____		_____		FECHA		FECHA	
_____		_____		FECHA		Febrero - 2021	

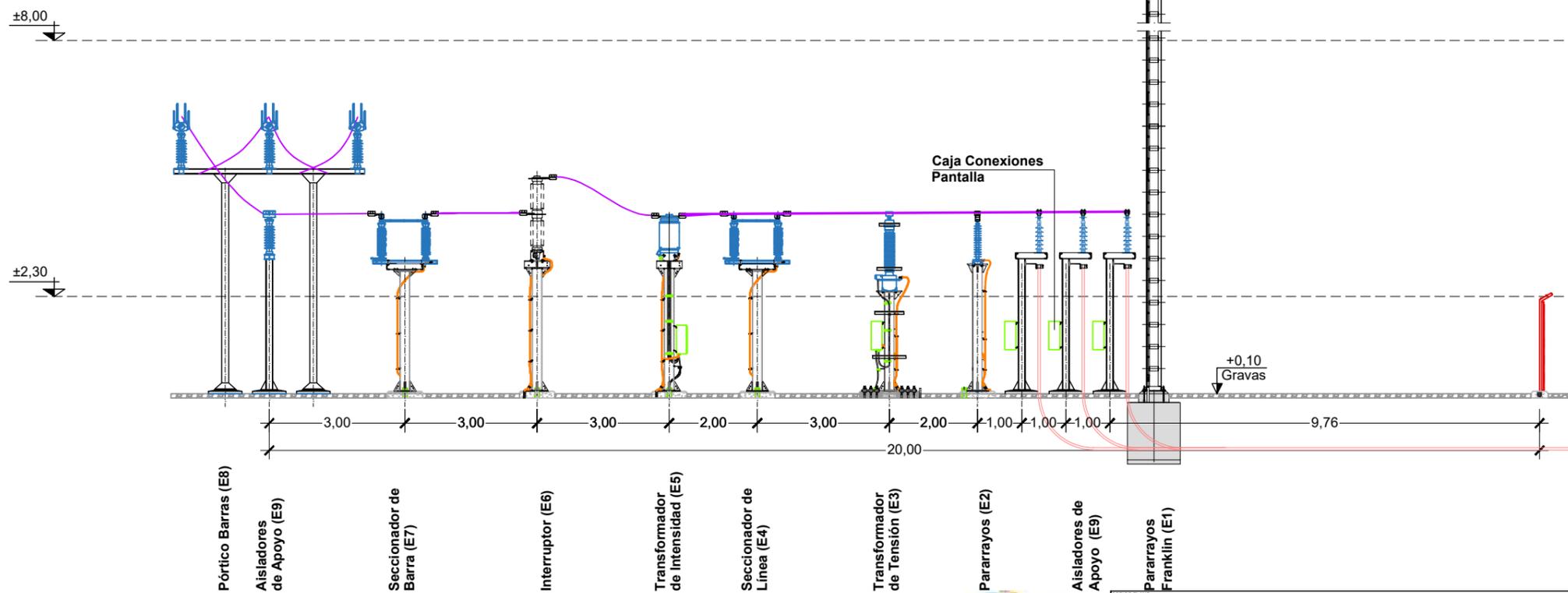
**Sección B-B**

**Trafo 66 kV**

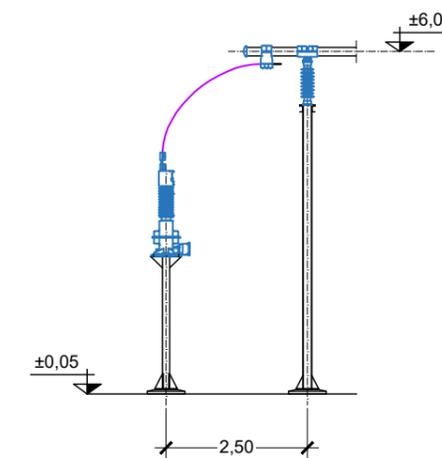


**Sección C-C**

**Entrada Línea N° 2 66 kV**



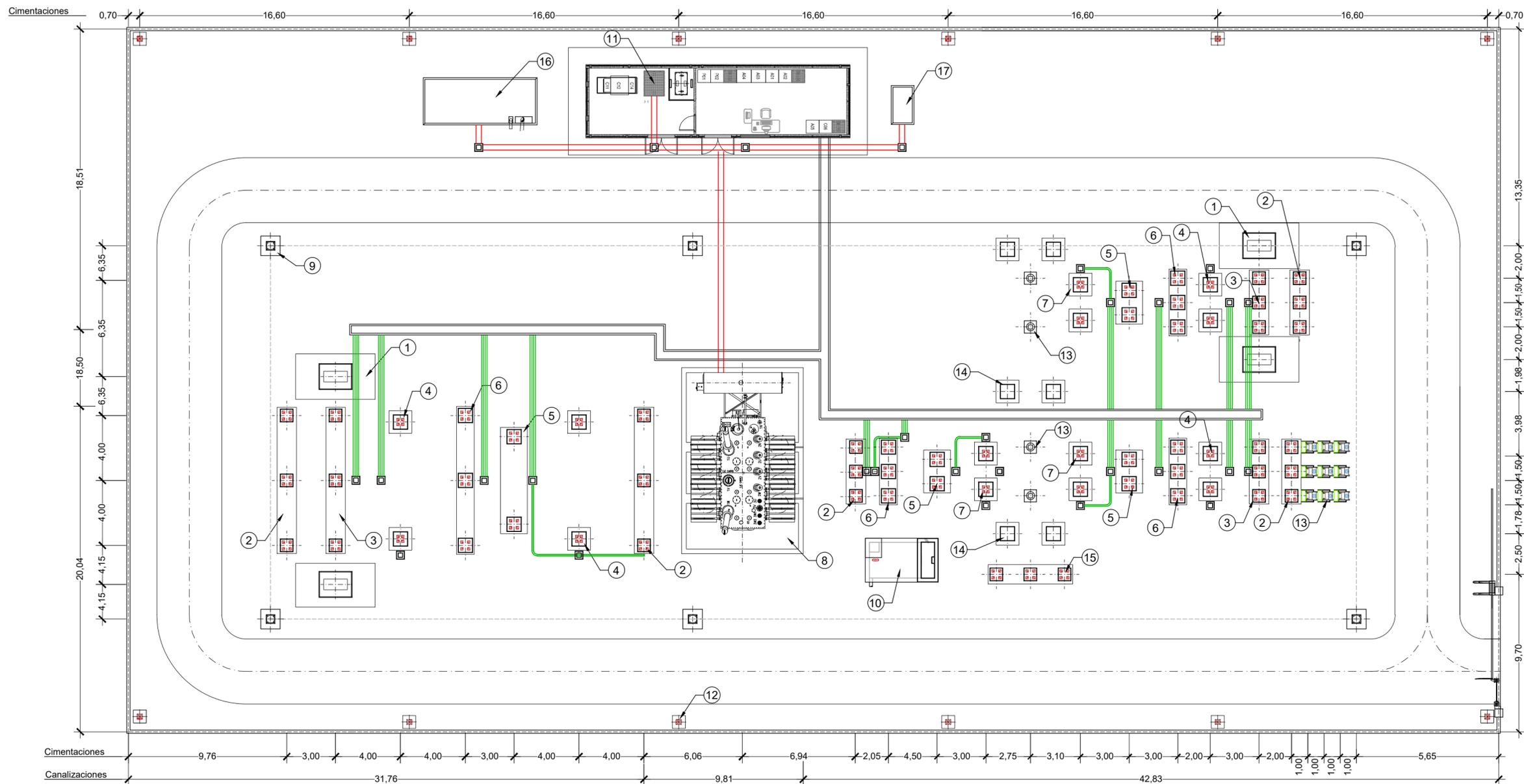
**Sección D-D**



**Nota**  
Cotas en metros

		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Sección General Subestación</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>4</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 2 de 3		ESCALA: 1/125	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		REVISADO		APROBADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		APROBADO		ESCALA: 1/125	
2		FECHA		DISEÑADO		DIBUJADO	
3		FECHA		REVISADO		APROBADO	
FECHA		FECHA		FECHA		FECHA	
Febrero - 2021		Febrero - 2021		Febrero - 2021		Febrero - 2021	

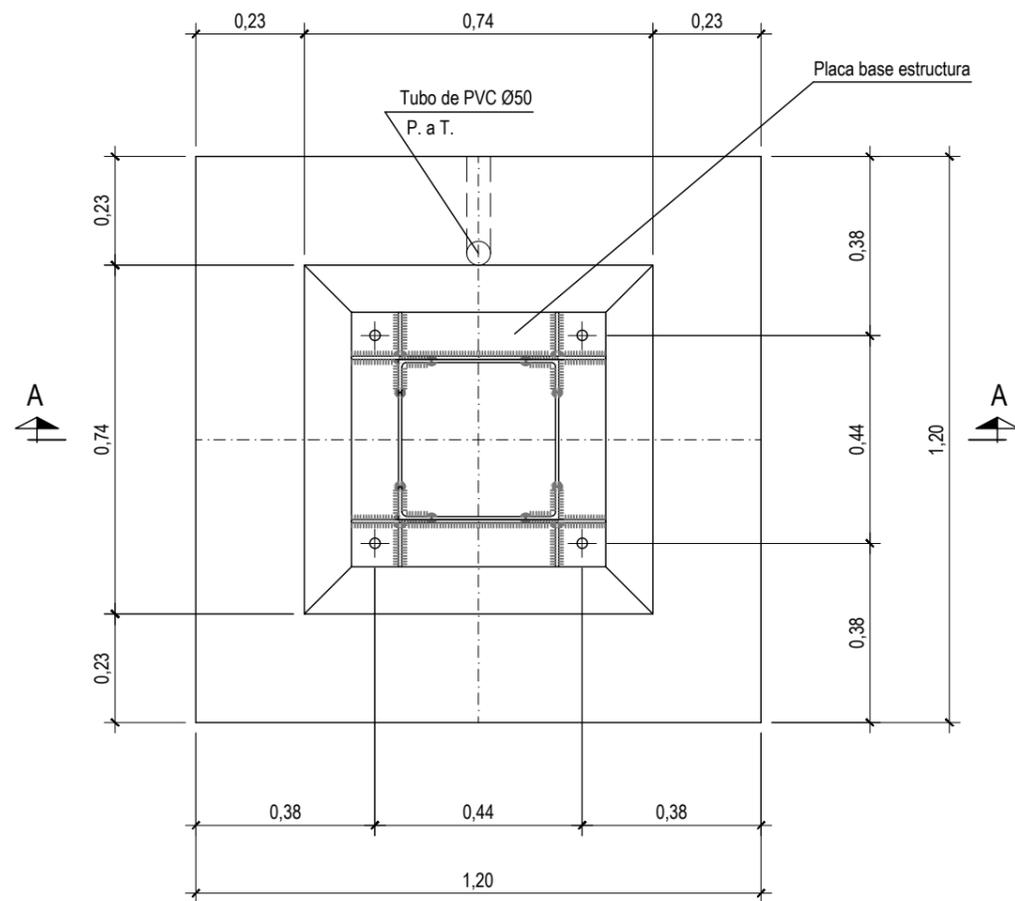




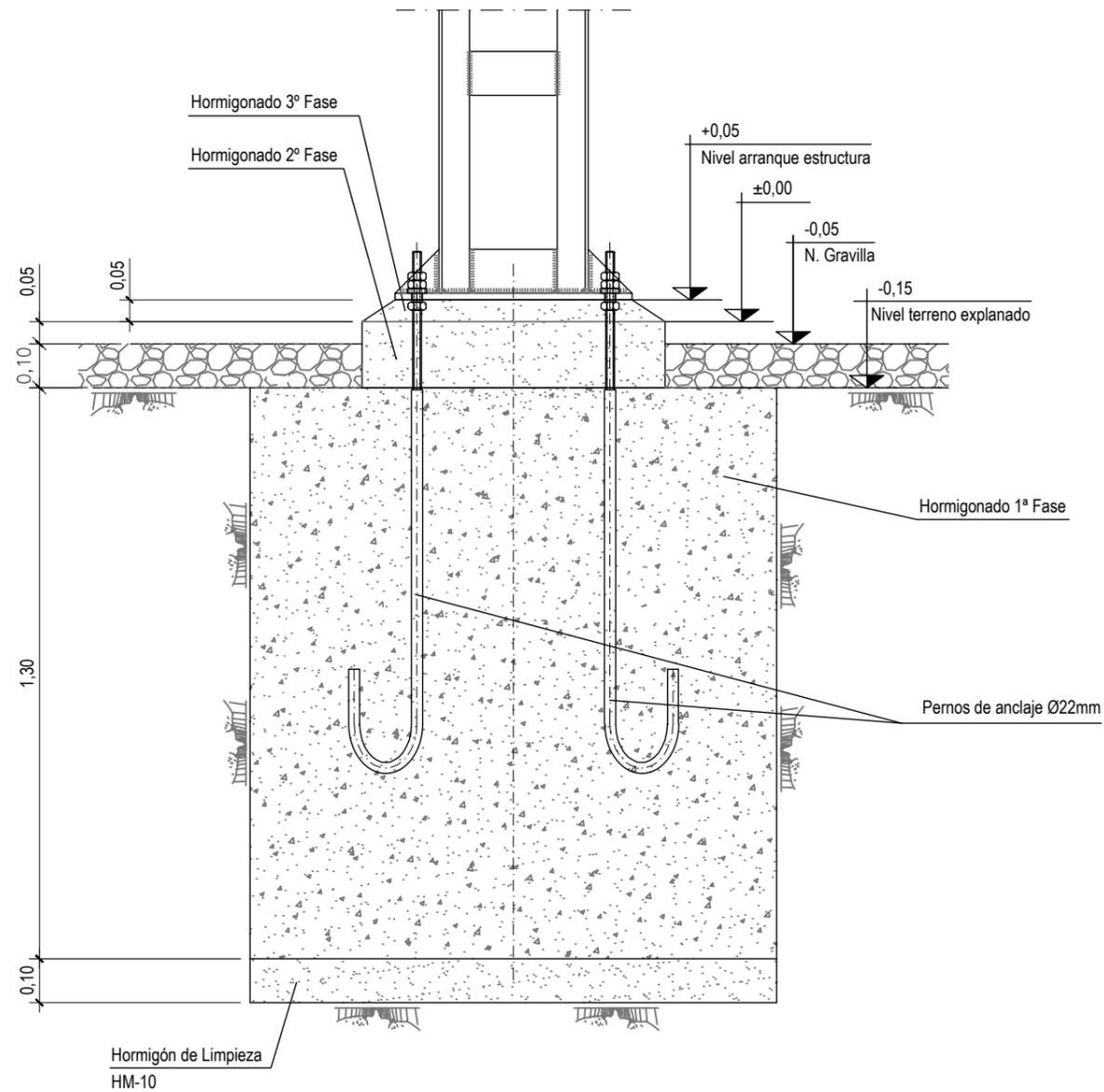
Pos.	Denominación
1	Cimentación Pórtico
2	Cimentación Pararrayos
3	CIMENTACIÓN TT Capacitivo de Línea
4	Cimentación Seccionador Línea
5	Cimentación Interruptor
6	Cimentación Transformador de Intensidad
7	Cimentación Seccionador Barras
8	Cimentación Transformador de Potencia
9	Cimentación Pararrayos Franklin
10	Depósito de Aceite
11	Edificio de Control
12	Cimentación Alumbrado
13	Cimentación Aislador de Apoyo
14	Cimentación Pórtico Barras
15	Cimentación TT Barras
16	Cimentación Batería Condensadores
17	Cimentación Grupo Electrógeno

**Nota**  
Cotas en metros

		PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		<b>5</b>
<b>Obra Civil. Planta General Cimentaciones y Canales</b>		TAFALLA (NAVARRA)		1 de 1
FECHA	REVISIÓN			
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº 1845			
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº 15152			
2				
3				
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
				Febrero - 2021



**Planta**  
Escala 1/15



**Sección A-A'**  
Escala 1/15

**Notas:**

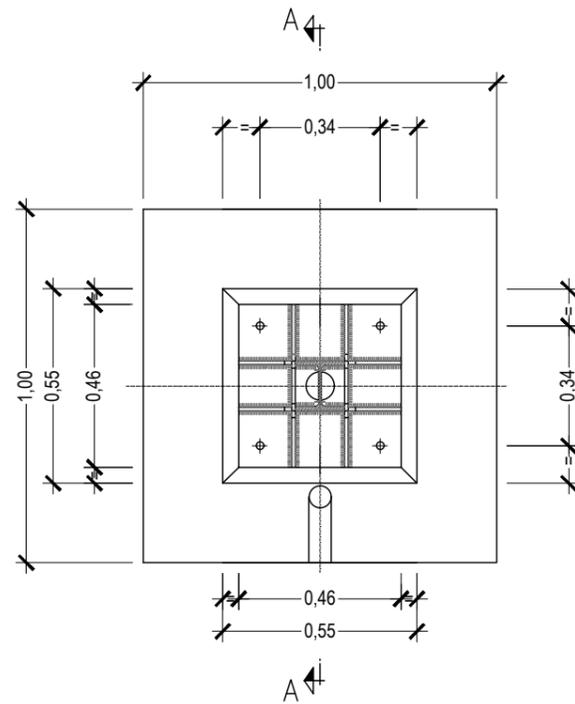
- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
- La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje Mediante plantillas metálicas. la 2ª fase se realizara después de colocar Los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.
- La tensión admisible del terreno es 1'5kg/cm
- No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
- Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil

- Resistencia característica del Hormigón en masa  $f_{ck} = 20 \text{ n/mm}^2$ .
- Coeficiente de balasto:  $1 \text{ kg/cm}^3$ .
- Nivel de control: normal

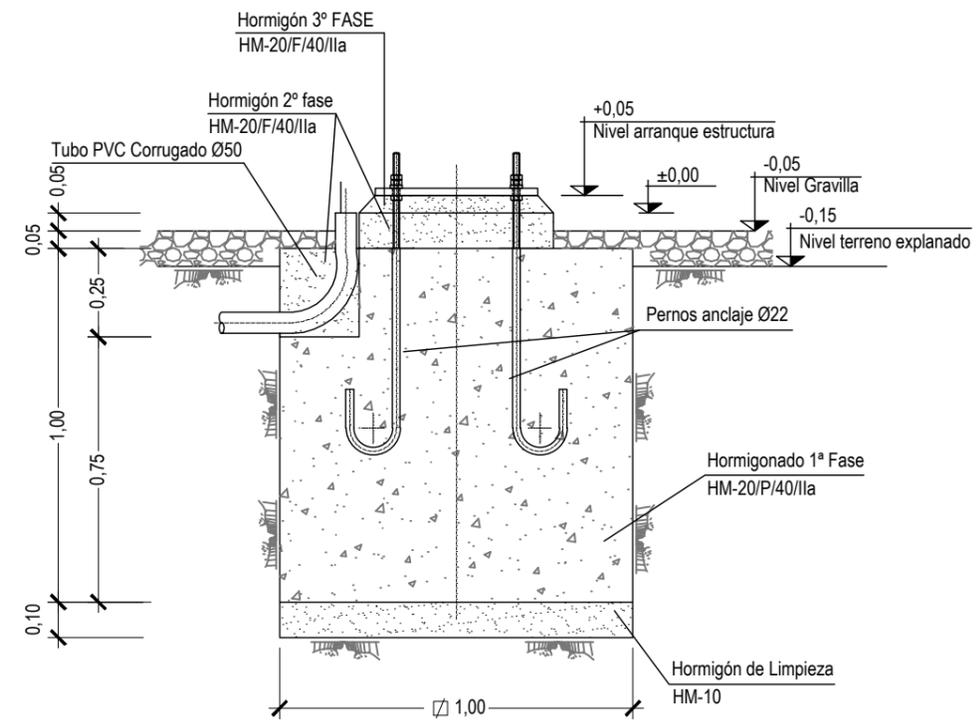
**Consistencias:**

- Dado de cimentación: plástica
- Punta de diamante: fluida

		CÓDIGO PLANO: _____		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>6</b>																								
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Obra Civil. Cimentación. Pararrayos Franklin (E1)</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 10																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>REVISIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		FECHA	REVISIÓN	0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845	1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152	2		3		<table border="1"> <thead> <tr> <th>DISEÑADO</th> <th>DIBUJADO</th> <th>REVISADO</th> <th>APROBADO</th> <th>ESCALA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1/15</td> </tr> <tr> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>Febrero - 2021</td> </tr> </tbody> </table>		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA					1/15	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021		
FECHA	REVISIÓN																													
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845																													
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152																													
2																														
3																														
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA																										
				1/15																										
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021																										



**Planta**  
Escala 1/20



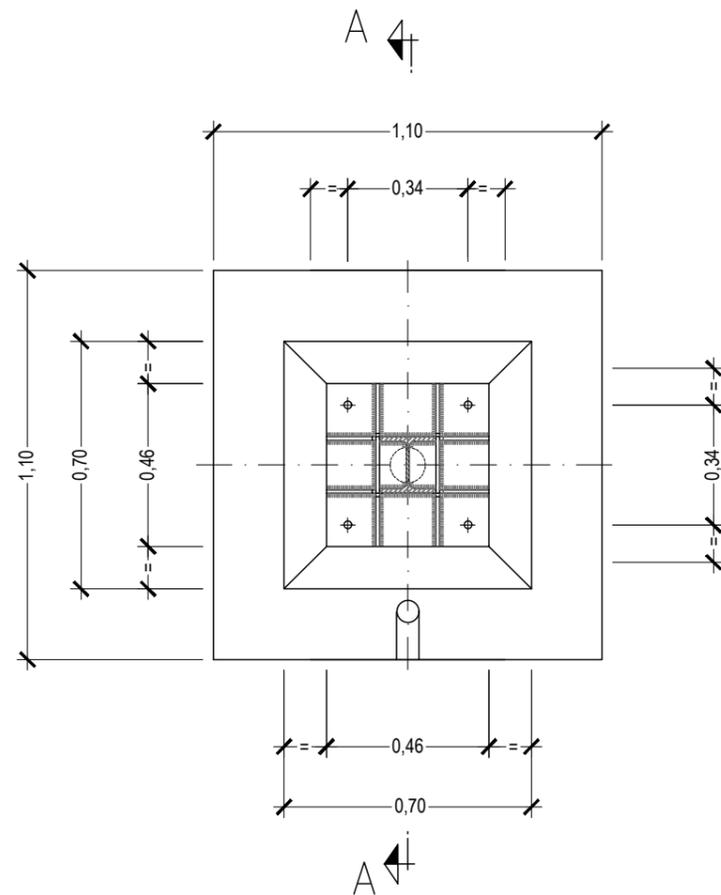
**Sección A-A**  
Escala 1/20

**Notas:**

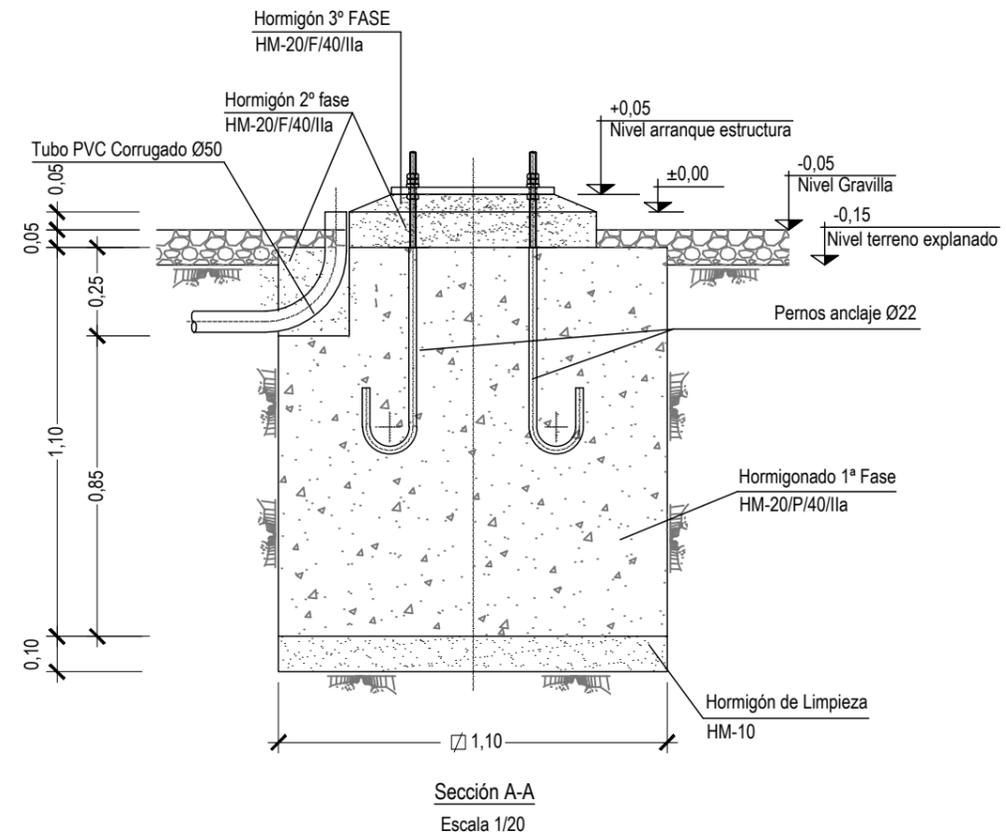
- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
- La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje  
Mediante plantillas metálicas. la 2ª fase se realizara después de colocar  
Los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.
- La tensión admisible del terreno es 1'5kg/cm
- No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
- Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil
- Resistencia característica del Hormigón en masa  $f_{ck} = 20 \text{ n/mm}^2$ .
- Coeficiente de balasto: 1kg/cm<sup>3</sup>.
- Nivel de control: normal

Consistencias:  
Dado de cimentación: plástica  
Punta de diamante: fluida

		CODIGO PLANO:		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>6</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Cimentación. Autoválvulas y Aisladores de Apoyo (E2 y E9)</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 2 de 10	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845					
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				ESCALA: 1/20	
2							
3							
FECHA		REVISIÓN		FECHA		FECHA	
						Febrero - 2021	



**Planta**  
Escala 1/20



**Sección A-A**  
Escala 1/20

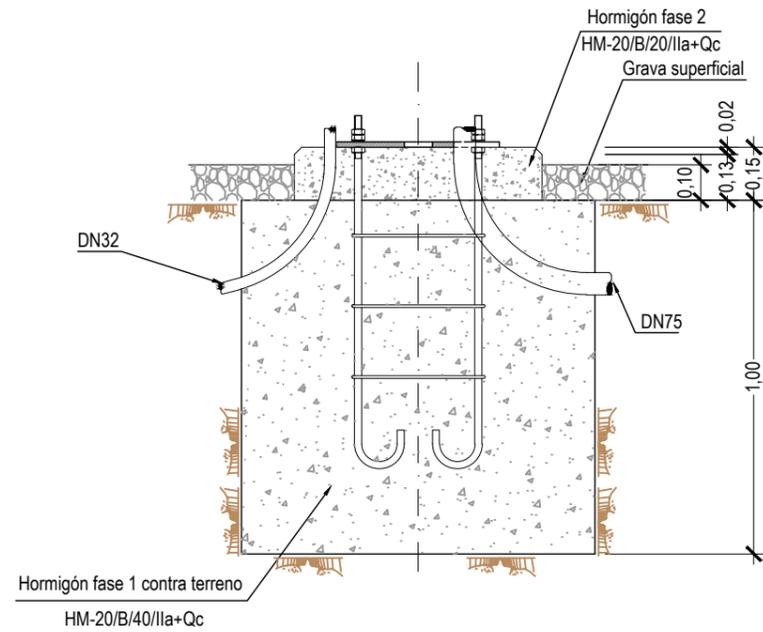
**Notas:**

- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
- La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje mediante plantillas metálicas. la 2ª fase se realizara después de colocar los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.
- La tensión admisible del terreno es 15kg/cm
- No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
- Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil
- Resistencia característica del Hormigón en masa  $f_{ck} = 20 \text{ n/mm}^2$
- Coeficiente de balasto: 1kg/cm<sup>3</sup>
- Nivel de control: normal

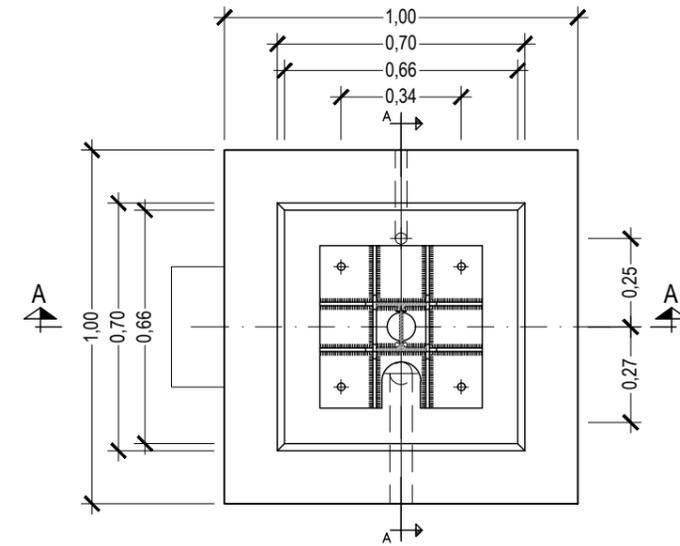
Consistencias:  
Dado de cimentación: plástica  
Punta de diamante: fluida

		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Cimentación Transformador Tensión (E3)</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>6</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 3 de 10		ESCALA: 1/20	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				APROBADO	
2						ESCALA	
3				FECHA		Febrero - 2021	

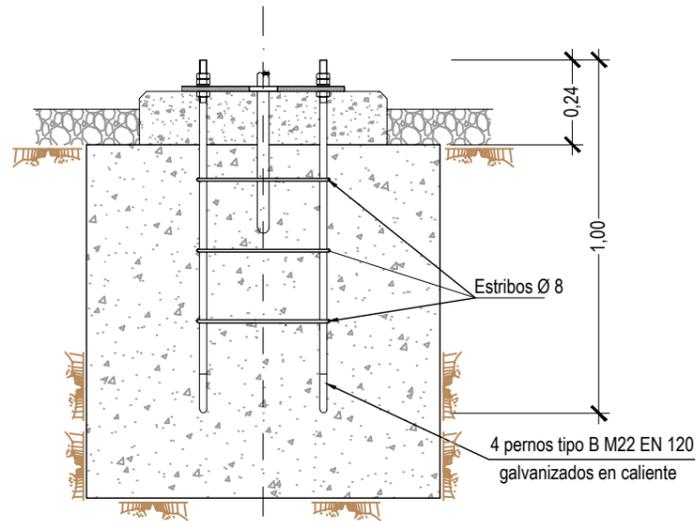




Sección A-A  
Escala 1/20



Planta  
Escala 1/20



Sección B-B  
Escala 1/20

**Notas:**

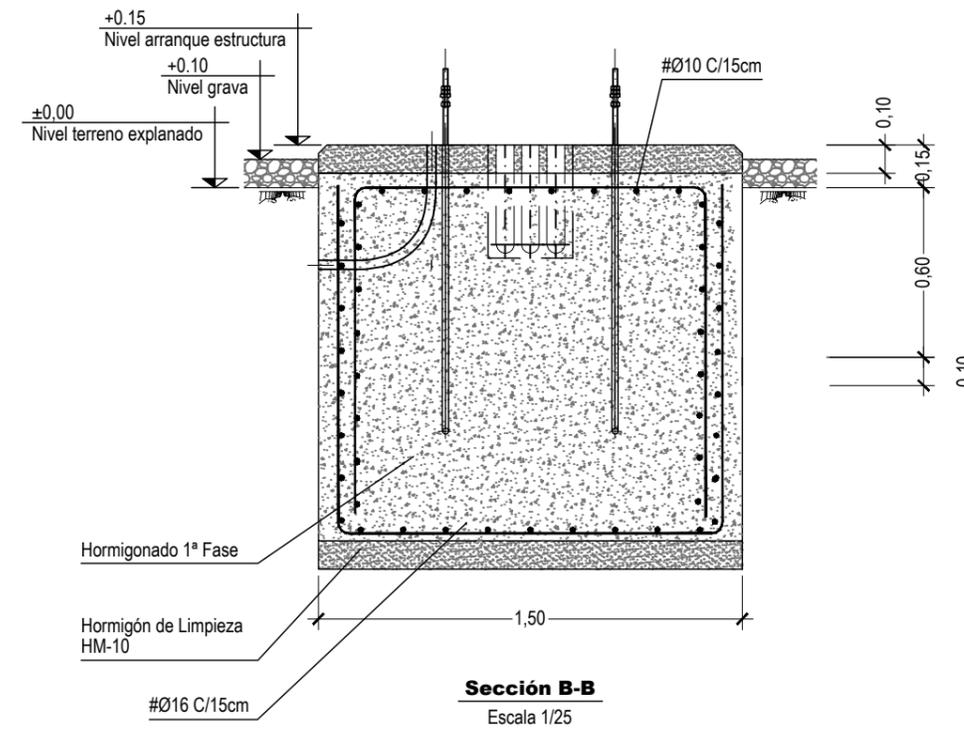
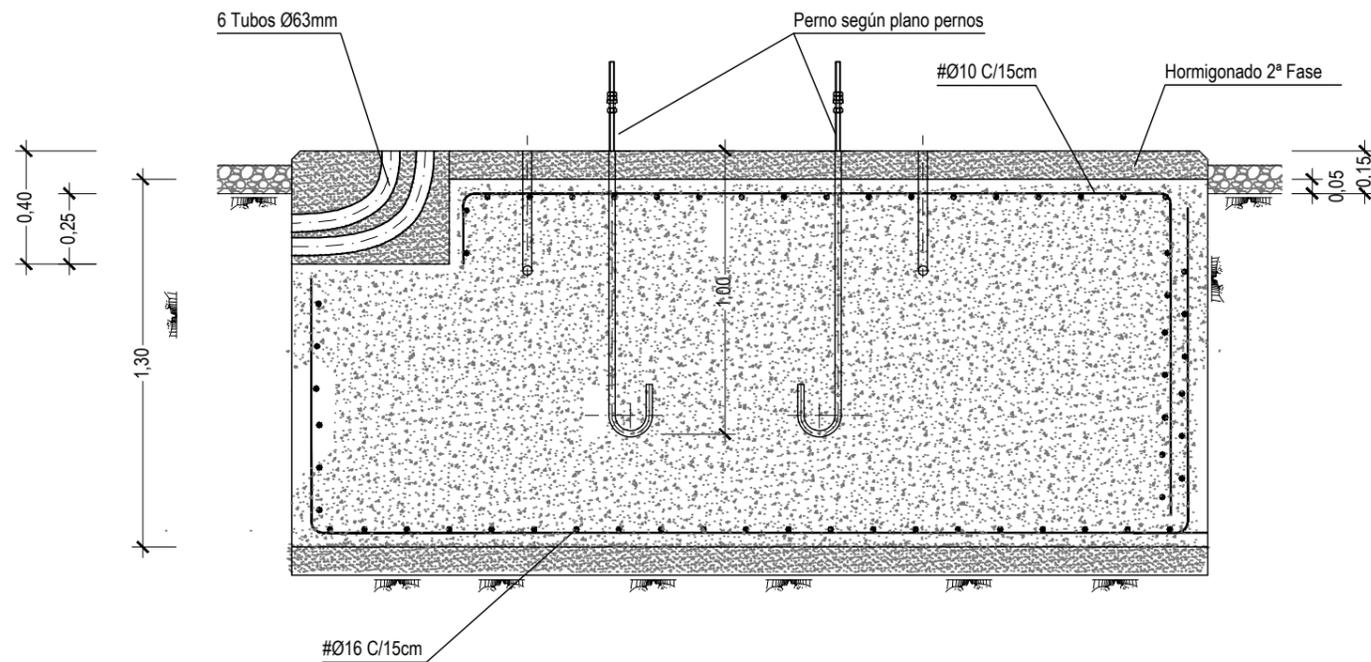
- La colocación y el número de tubos de embebidos en la posición que marca:
- Planta general tierras
- Planta general canalizaciones secundarias
- Al finalizar las obras, se extenderá sobre la cota ±0,00 de explanación, una capa de gravilla de piedra machacada 12 a 18 mm con un espesor medio de 100 mm.

Hormigones.- según el artículo 39 de la instrucción EHE	
1º FASE HM-20/B/40/I Hormigón en masa (HM) Resistencia característica, 200 Kg/cm <sup>2</sup> (20) Consistencia, blanda (B) Tamaño máximo del árido, 40 mm (40) Designación del ambiente, ver artículo 8.2.1.	2º FASE HM-20/P/40/I Hormigón en masa (HM) Resistencia característica, 200 Kg/cm <sup>2</sup> (20) Consistencia, plástica (P). Tamaño máximo del árido, 40 mm (40) Designación del ambiente, VER ARTICULO 8.2.1.

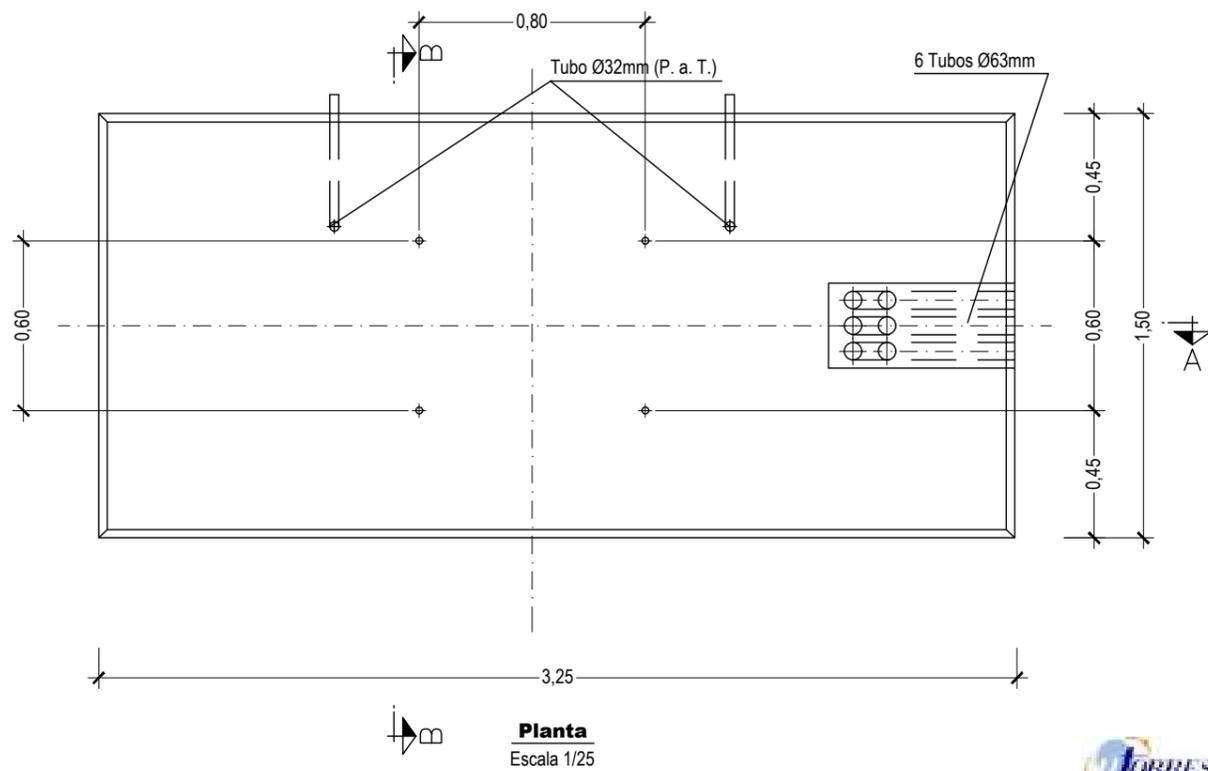
		CÓDIGO PLANO: _____		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>6</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Cimentación Transformador Intensidad (E5)</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 5 de 10	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152		APROBADO		ESCALA: 1/20	
2				FECHA		FECHA	
3				FECHA		FECHA	
				Febrero - 2021			

**Sección A-A**

Escala 1/25



**Sección B-B**  
Escala 1/25



**Planta**  
Escala 1/25

**Nota Importante :**

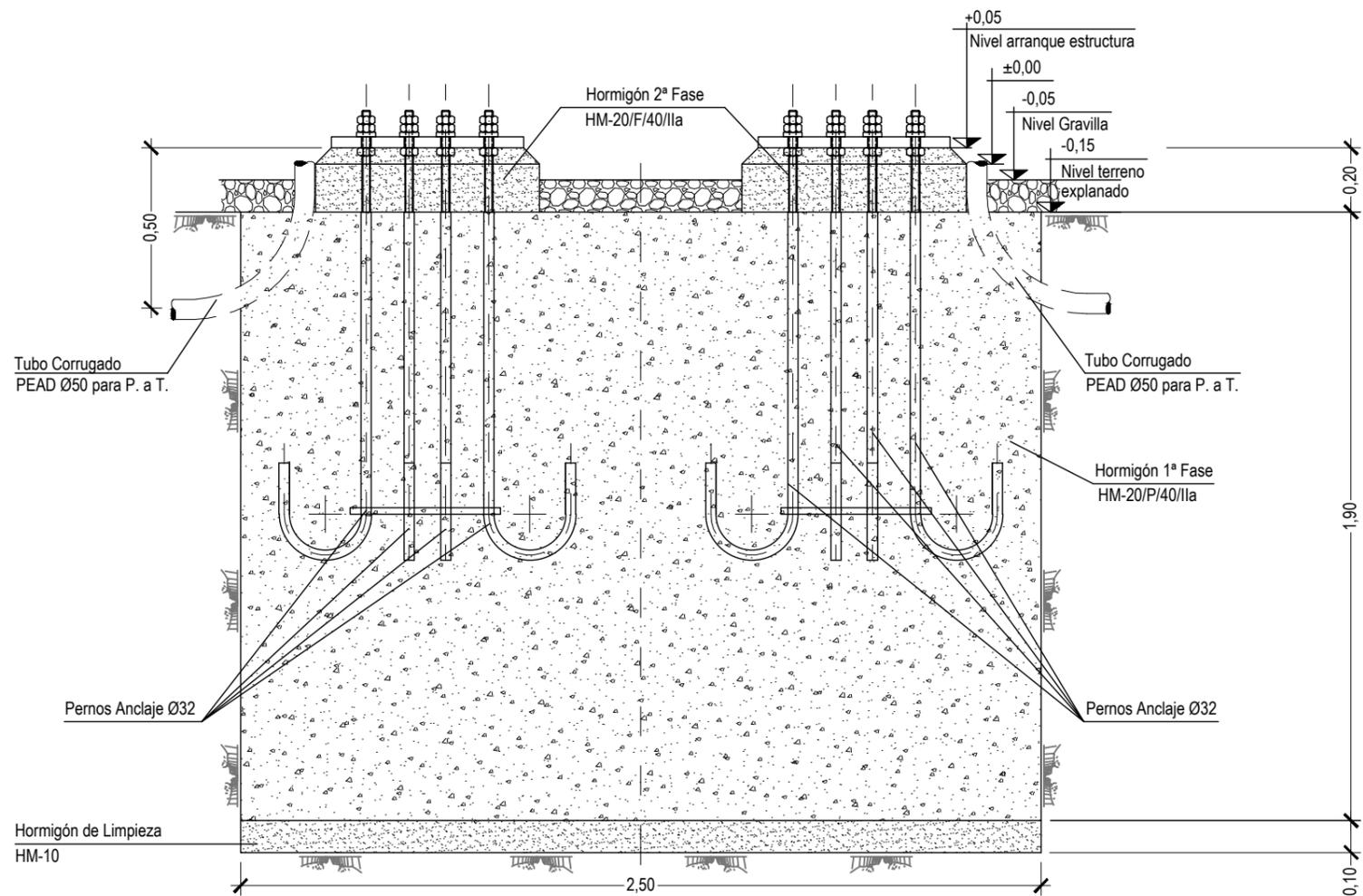
- La orientación de la cimentación debe tener en cuenta los planos de montaje aportados por el proveedor del híbrido donde indique en qué lado se ubica el armario de control en función de la disposición barras-lineas o barras-trafo.

**Notas:**

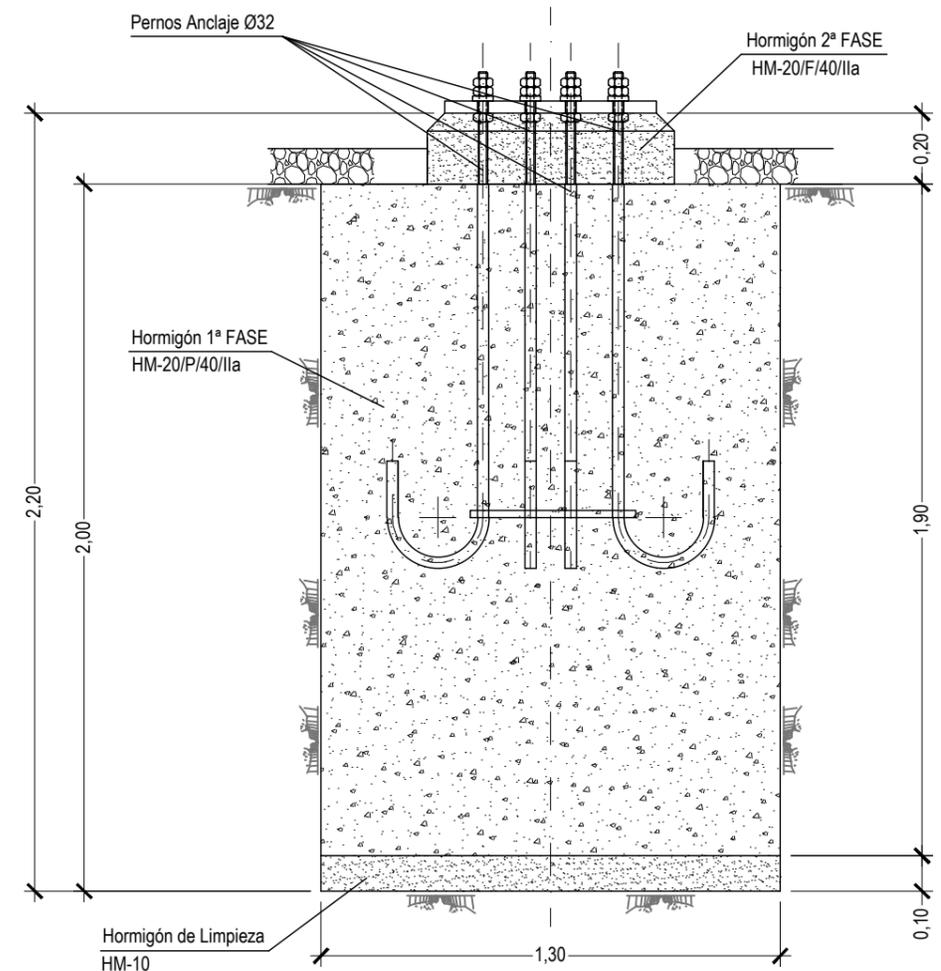
- La fundación de hormigonara en dos fases; en la 1ª, se colocaran los pernos de anclaje mediante plantillas metálicas. la 2ª fase se realizara despues de colocar los tubos pasacables y la estructura metálica.
- Los hormigones armados a utilizar son del tipo HA-25/P/20/IIa+Qc.
- Los hormigones en masa a utilizar son del tipo HM-20/P/40/I+Qc.

Hormigones. (Según instrucción EHE )	
1ª Fase HA-25/P/20/IIa+Qc	2ª Fase HM-20/P/40/I+Qc
Hormigón Armado (HA) Resistencia Característica, 25 N/mm² Consistencia, Plástica (P) Tamaño máximo del árido, 20mm (20)	Hormigón EN MASA (HM) Resistencia Característica, 20 N/mm² Consistencia, Plástica (P) Tamaño máximo del árido, 40mm (40)

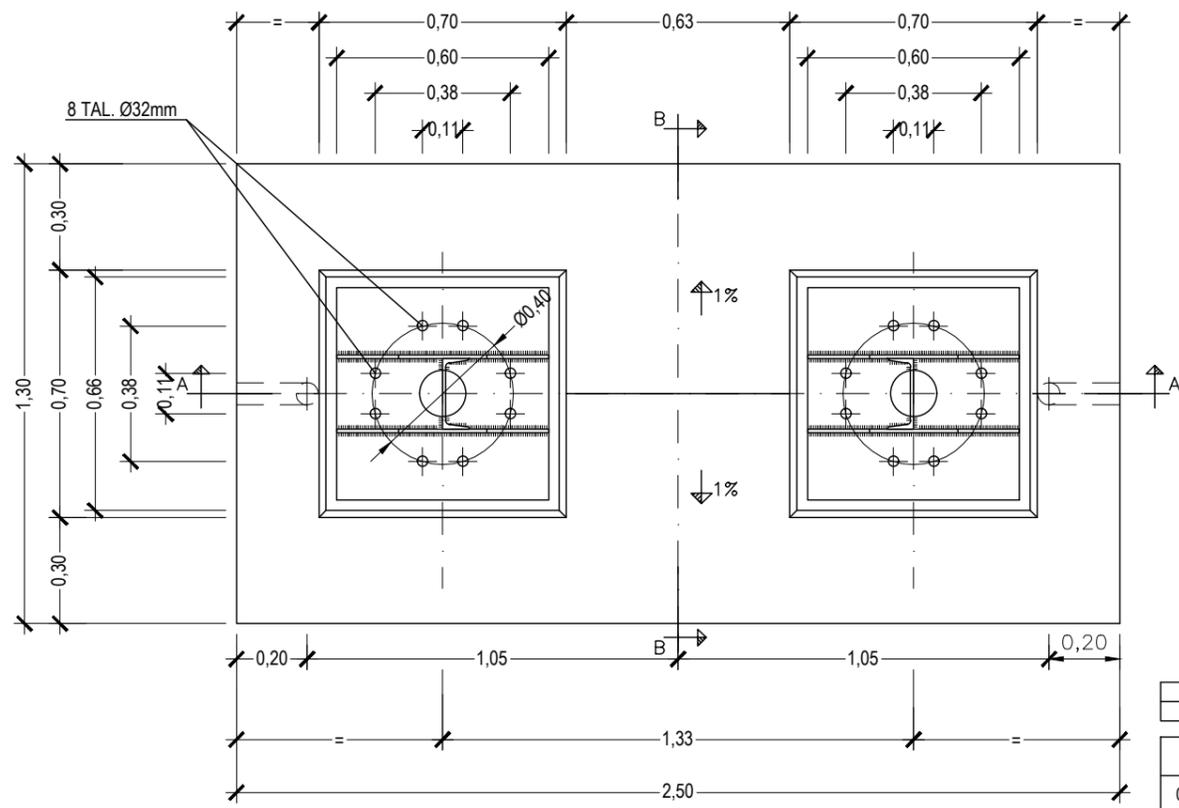
		CODIGO PLANO: <b>Obra Civil. Cimentación. Interruptor ABB (4)</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>6</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Cimentación. Interruptor ABB (4)</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 6 de 10	
FECHA:		REVISIÓN:		DISEÑADO:		DIBUJADO:	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845		REVISADO:		APROBADO:	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152		FECHA:		FECHA:	
2		FECHA:		FECHA:		ESCALA: 1/25	
3		FECHA:		FECHA:		Febrero - 2021	



**Sección A-A'**  
Escala 1/20



**Sección B-B'**  
Escala 1/20

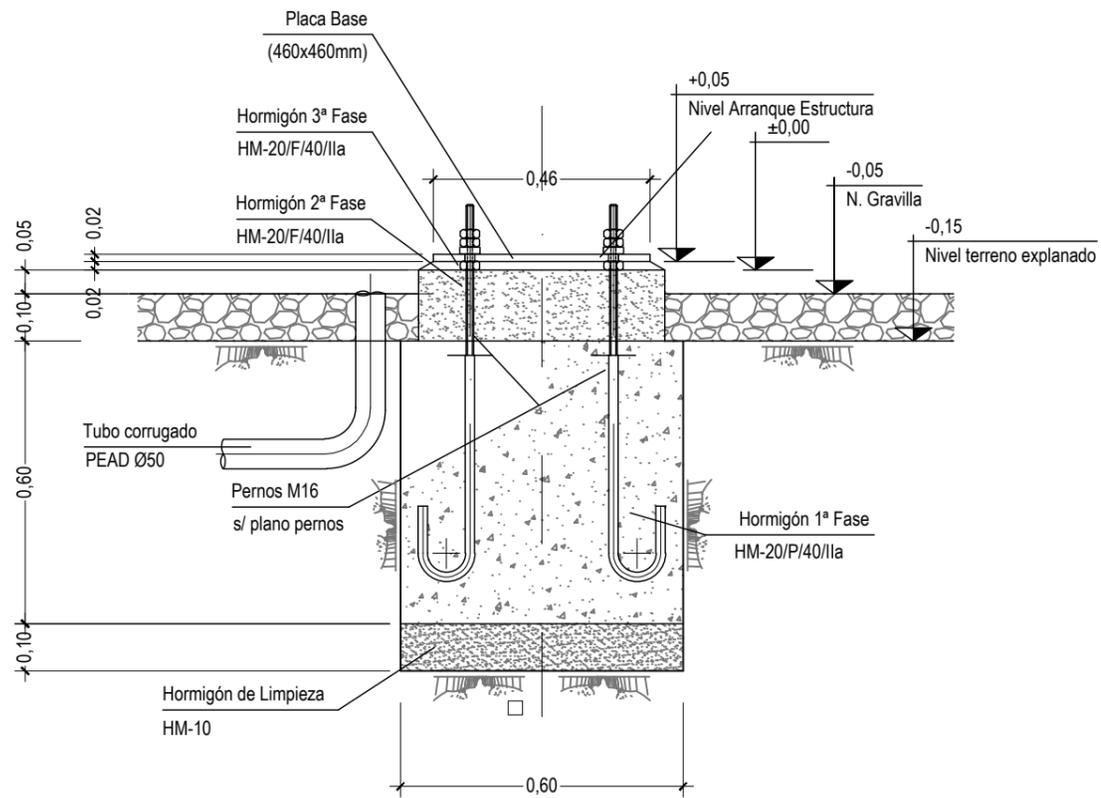


**Planta**  
Escala 1/20

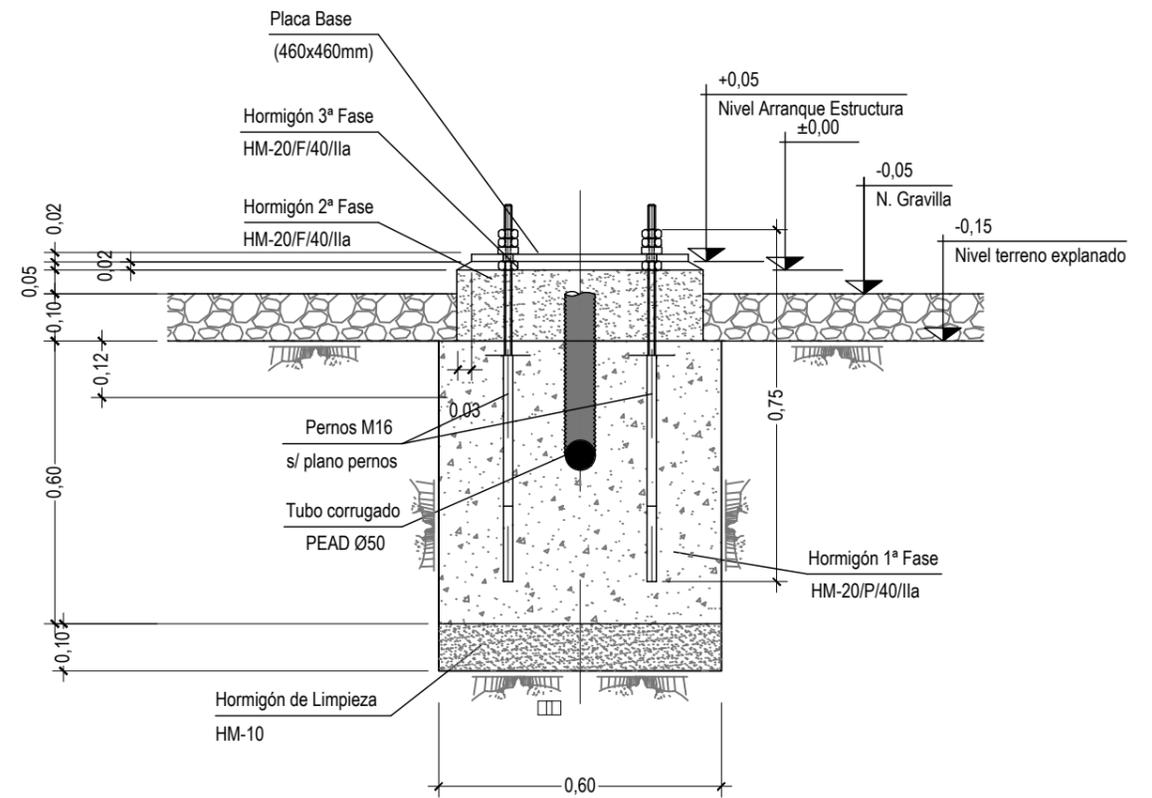
**Notas:**

- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
  - La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje mediante plantillas metálicas. la 2ª fase se realizara después de colocar los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.
  - La tensión admisible del terreno es 1'5kg/cm
  - No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
  - Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil
  - Resistencia característica del Hormigón en masa fck= 20n/mm²
  - Coeficiente de balasto: 1kg/cm3.
  - Nivel de control: normal
- Consistencias:  
Dado de cimentación: plástica  
Punta de diamante: fluida

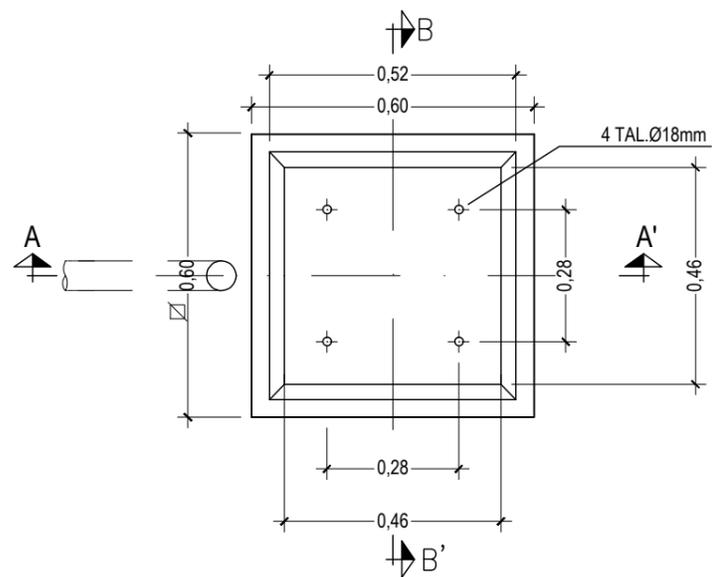
		CODIGO PLANO:		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>6</b>																										
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Obra Civil. Cimentación. Pórtico Salida Línea (E9)</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 7 de 10																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>FECHA</th> <th>REVISIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		FECHA	REVISIÓN	0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845	1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152	2		3		<table border="1"> <thead> <tr> <th>DISEÑADO</th> <th>DIBUJADO</th> <th>REVISADO</th> <th>APROBADO</th> <th>ESCALA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1/20</td> </tr> <tr> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>FECHA</td> <td>Febrero - 2021</td> </tr> </tbody> </table>		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA					1/20	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021				
FECHA	REVISIÓN																															
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845																															
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152																															
2																																
3																																
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA																												
				1/20																												
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021																												



**Sección A-A'**  
Escala 1/15



**Sección B-B'**  
Escala 1/15



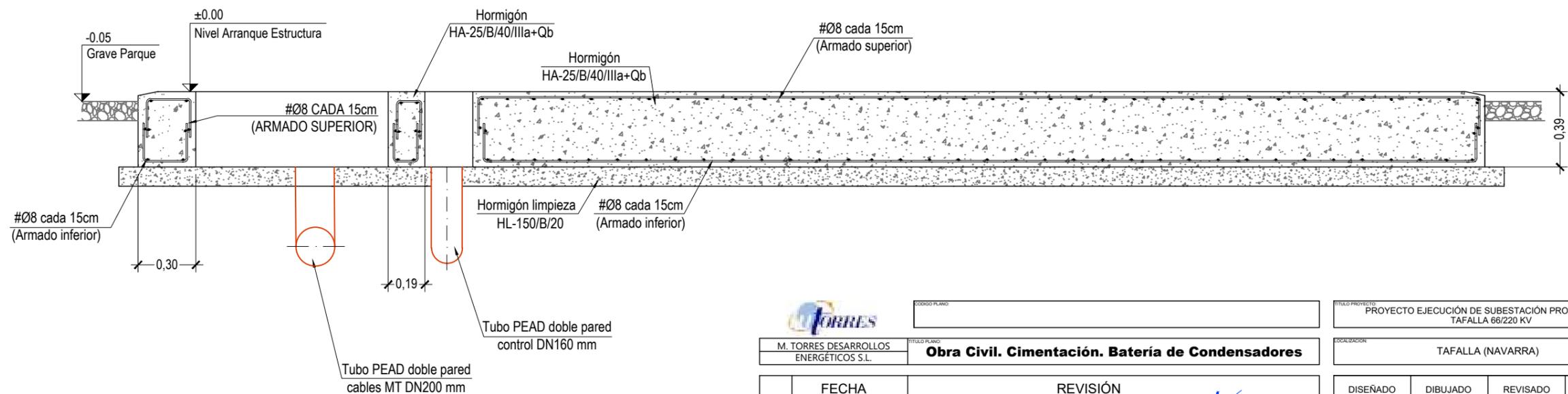
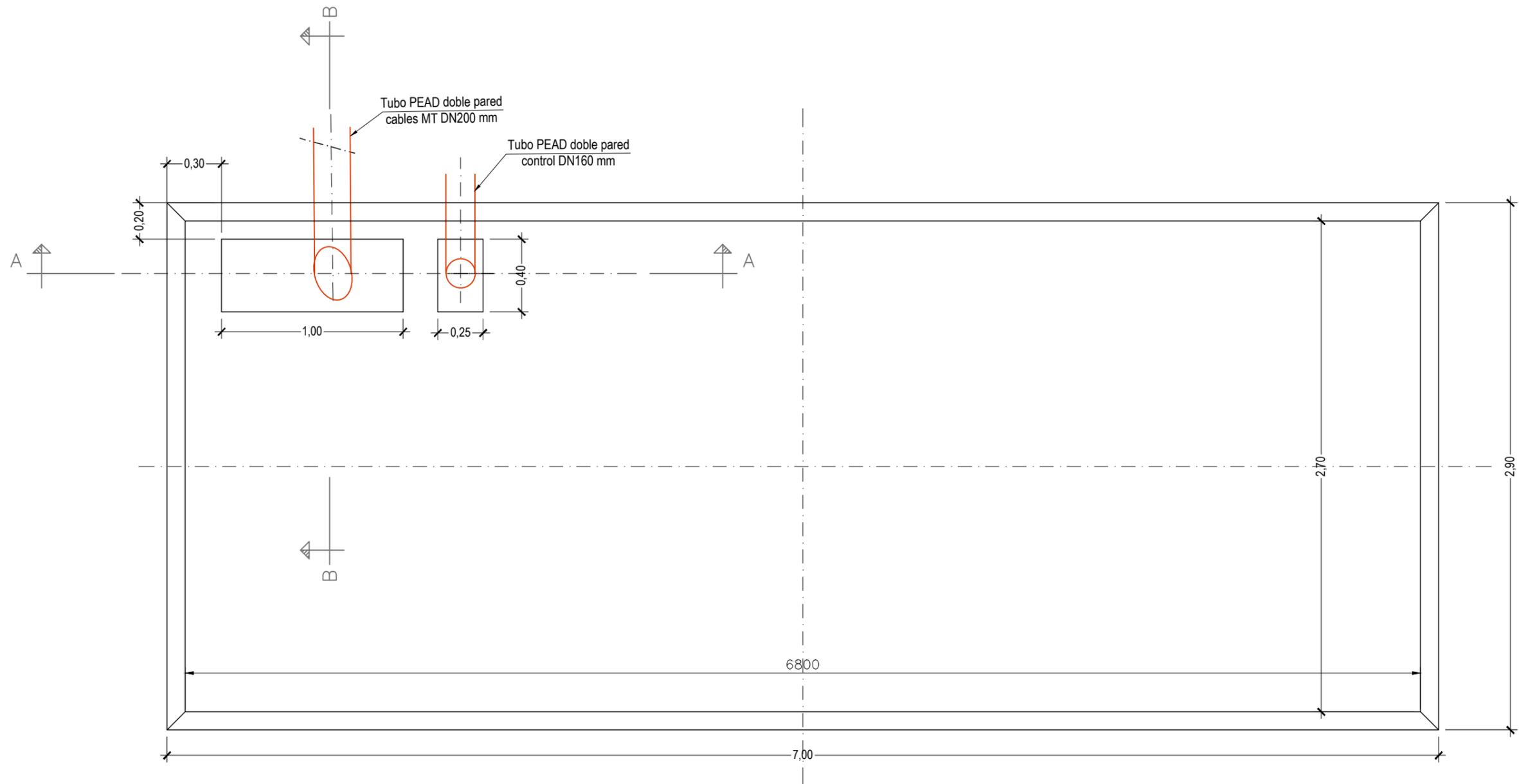
**Planta**  
Escala 1/15

**Notas:**

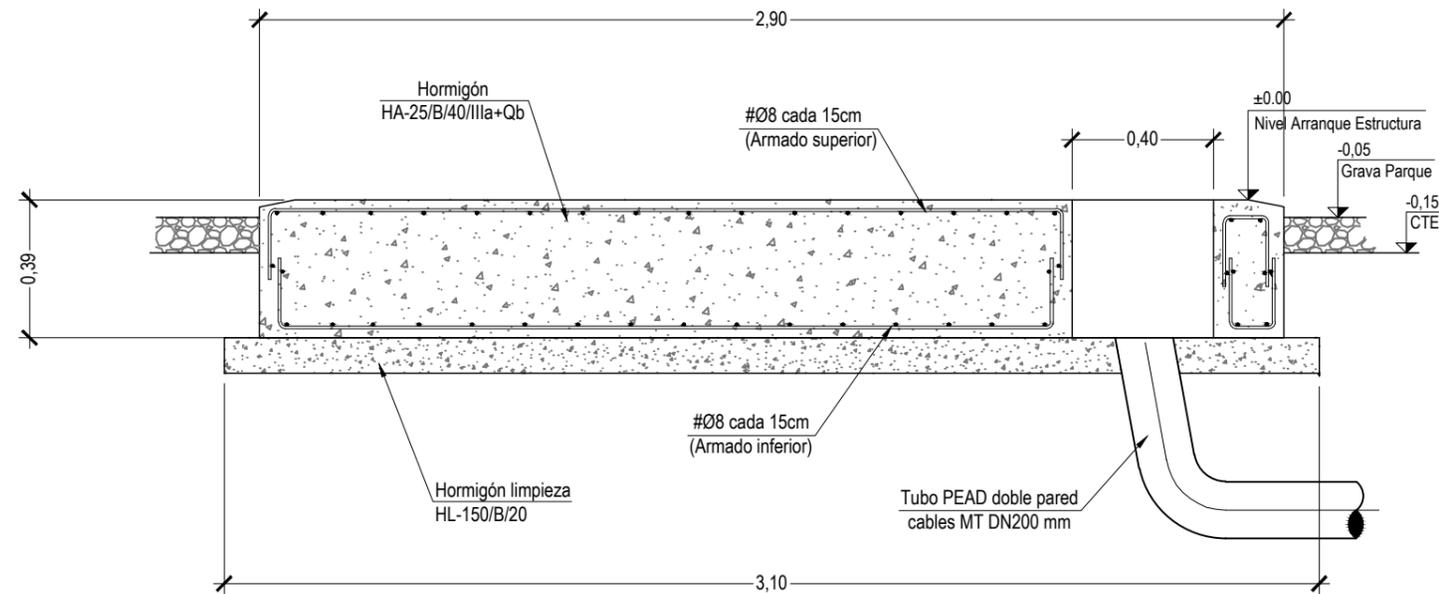
- Para situar la cimentación ver plano planta general cimentaciones . orientar según tubo salida
- La cimentación se hormigonara en tres fases, en la primera se colocaran los pernos de anclaje  
Mediante plantillas metálicas. la 2º fase se realizara después de colocar  
Los tubos pasacables y la 3ª fase después de colocar el soporte.
- La tensión admisible del terreno es 1'5kg/cm
- No se montará el mástil en el soporte hasta finalizada 1ª y 2ª fase de hormigonado
- Numero de cimentaciones a construir según planos de obra civil
- Resistencia característica del Hormigón en masa  $f_{ck} = 20 \text{ n/mm}^2$
- Coeficiente de balasto: 1kg/cm<sup>3</sup>.
- Nivel de control: normal

Consistencias:  
Dado de cimentación: plástica  
Punta de diamante: fluida

CORRIGO PLANO		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>6</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		Obra Civil. Cimentación. Soporte Projectores		FOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		DIBUJADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		REVISADO	
2				APROBADO	
3				ESCALA	
				1/15	
				Febrero - 2021	



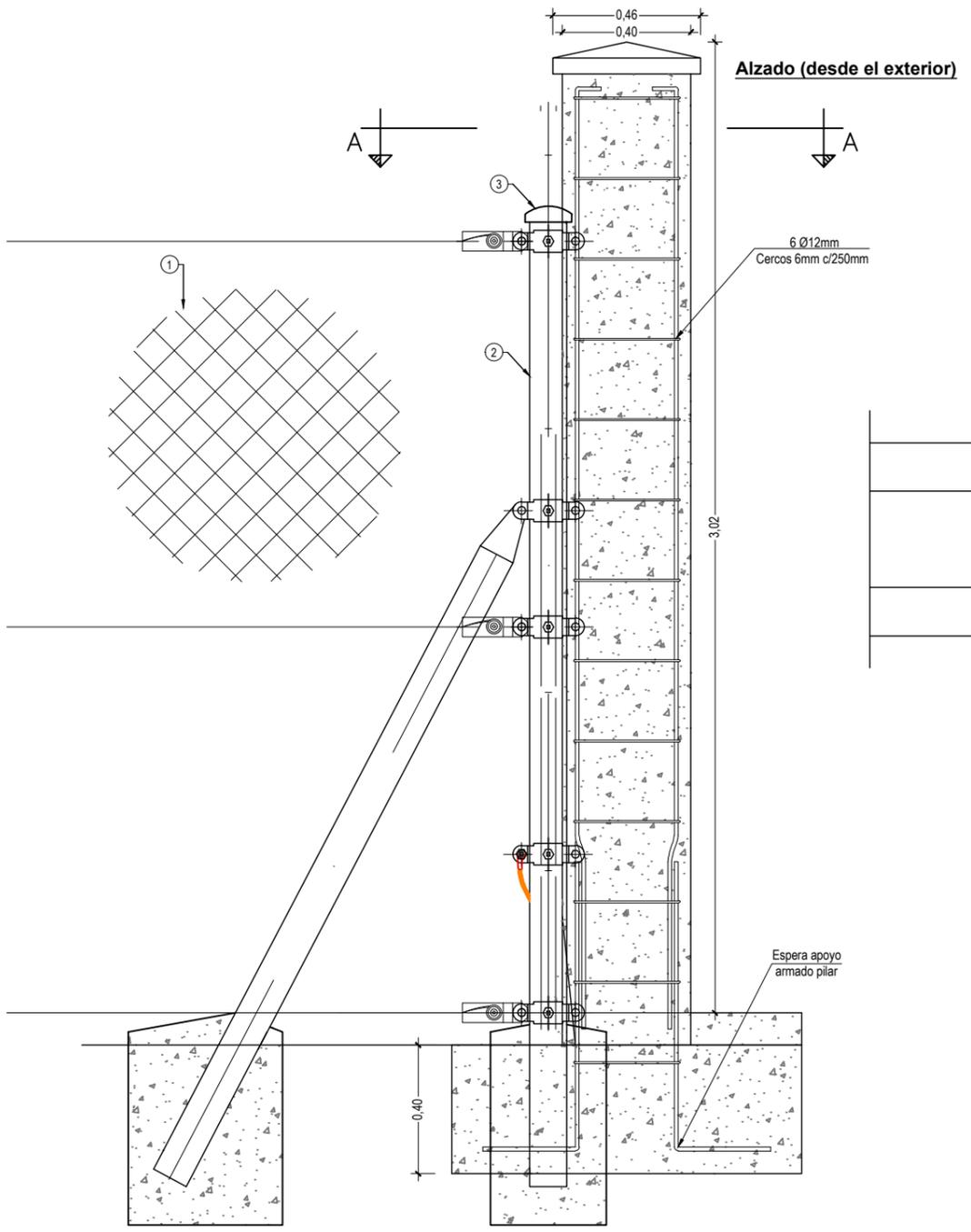
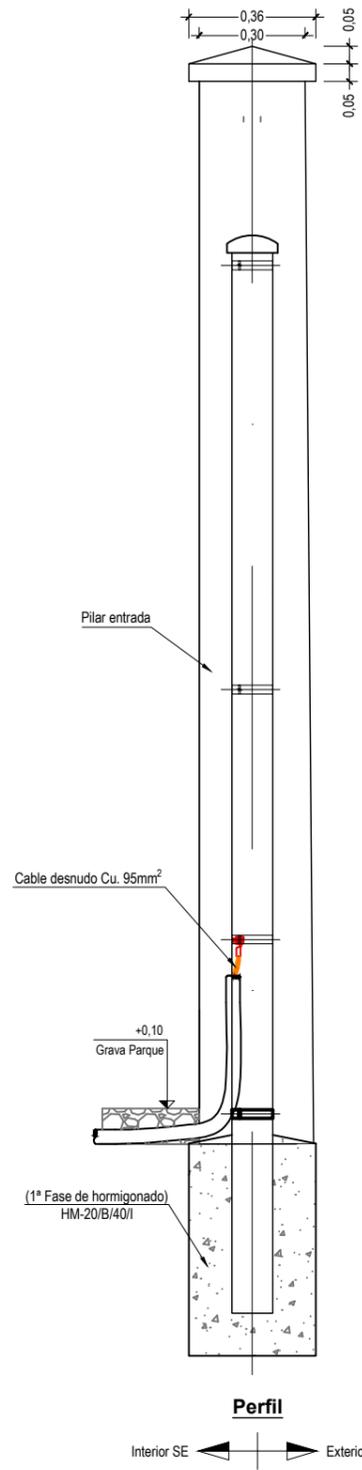
		CÓDIGO PLANO: <b>Obra Civil. Cimentación. Batería de Condensadores</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>6</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Obra Civil. Cimentación. Batería de Condensadores</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 9 de 10	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/25	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				Febrero - 2021			



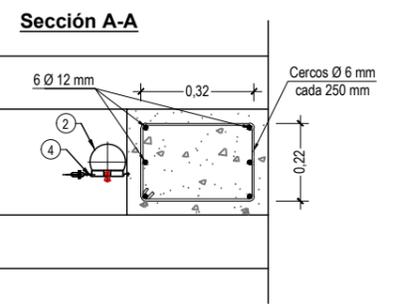
**Nota:**

- 1.- La fundación, excepto el hormigón de limpieza, se hormigonará en una única fase. en ella se colocarán los tubos pasacables. posteriormente se rellenarán los cajeados (salvo el de MT).
- 2.- La fundación dispone de dos tipos de cajeados para facilitar la colocación de los tubos pasacables. el cajeados de 250 mm corresponde al tubo de paso para cables de control y un segundo tipo para la salida de cables de MT., para su orientación ver :
  - Planta cimentaciones
  - Planta red de tierras
- 3.- Para la orientación de esta fundación se atenderá a la situación de las marcas en la planta general.
- 4.- La fundación está dimensionada para un terreno de capacidad portante 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.
- 5.- Anclajes tipo HSV M16x140 de HILTI o similar incluido rosca M16 DIN 934 con arandela plana A17 DIN 125.
- 6.- Para la canalización de cables de control y potencia se utilizan tubos PEAD de doble pared, corrugada la exterior, lisa la interior.

	<b>Obra Civil. Cimentación. Batería de Condensadores (B-B)</b>	TAFALLA (NAVARRA)	PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV			
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.	<b>Obra Civil. Cimentación. Batería de Condensadores (B-B)</b>	TAFALLA (NAVARRA)	PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV			
FECHA	REVISIÓN	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845					1/20
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152					
2						
3						
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
						Febrero - 2021

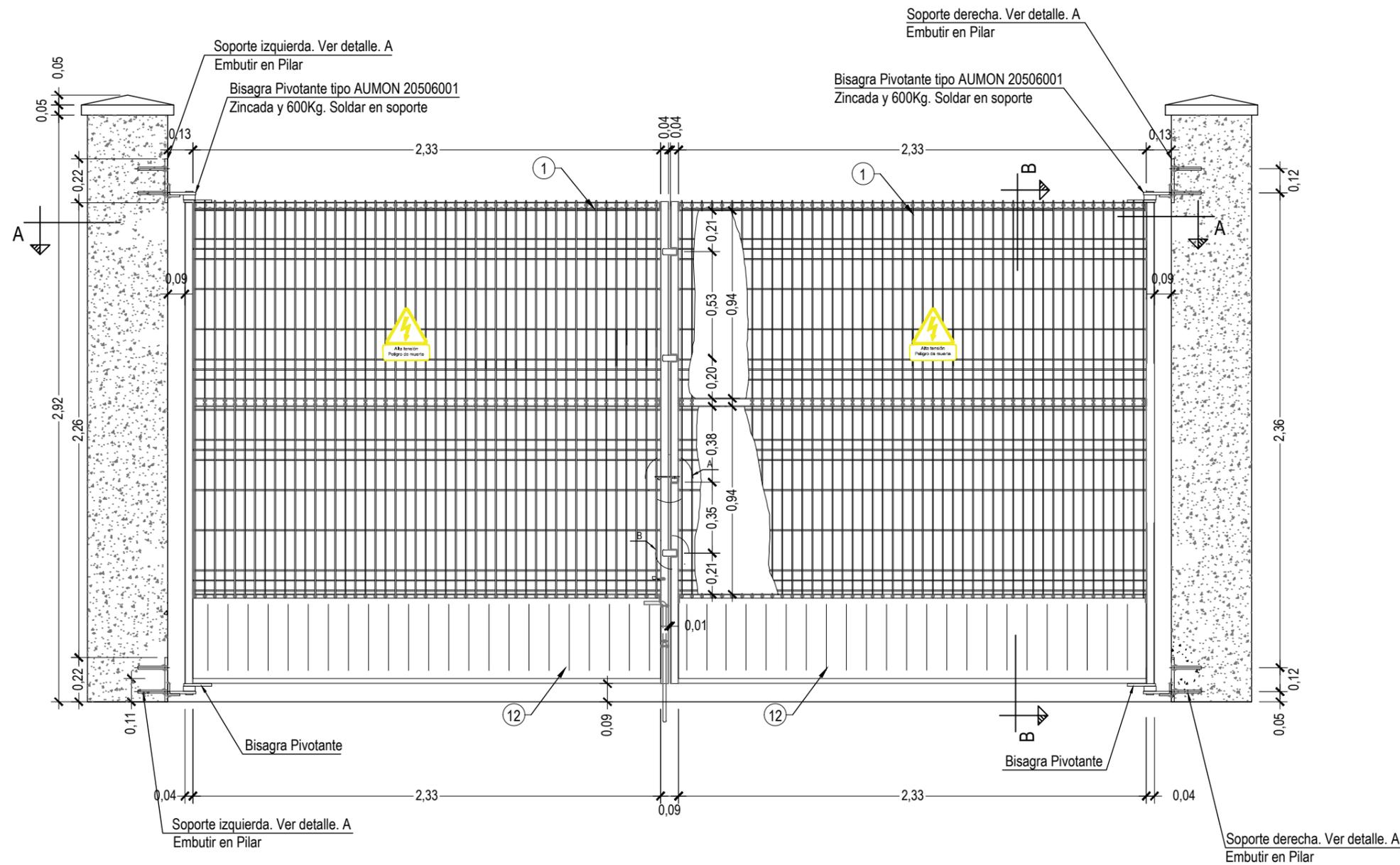


- 1 Malla simple torsión
- 2 Postes de inicio
- 3 Tapa de poste
- 4 Tensor y soporte

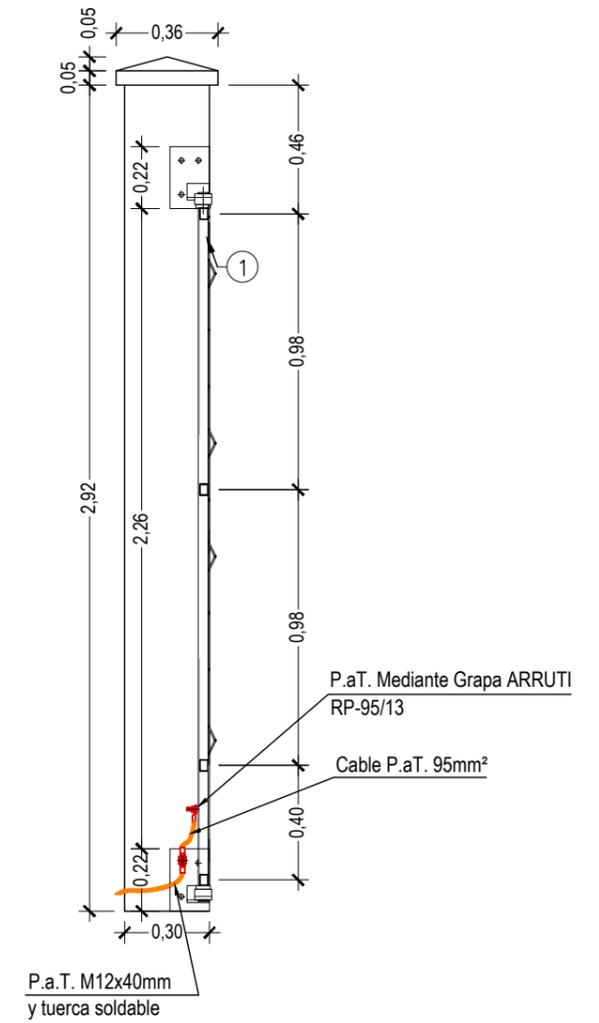


		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBSTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>7</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Puerta de Entrada</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845			
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		DIBUJADO	
2				REVISADO	
3				APROBADO	
				ESCALA: 1/20	
				FECHA: Febrero - 2021	

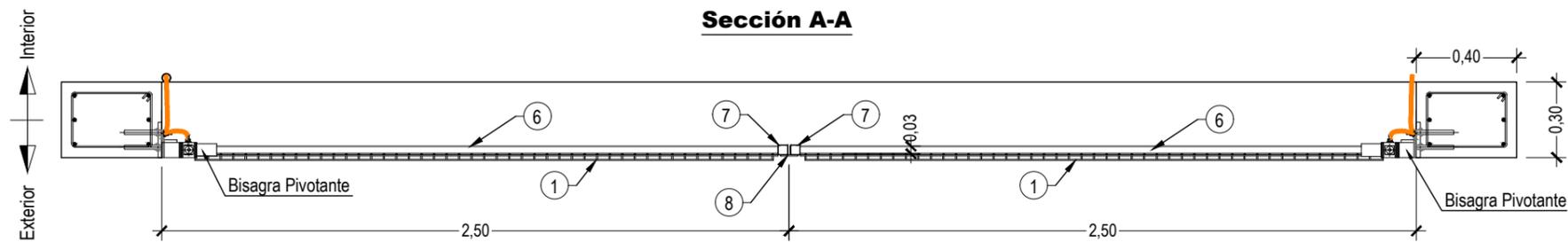
**Vista desde el Exterior**



**Sección B-B**

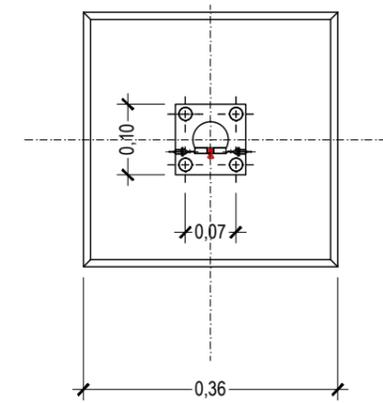
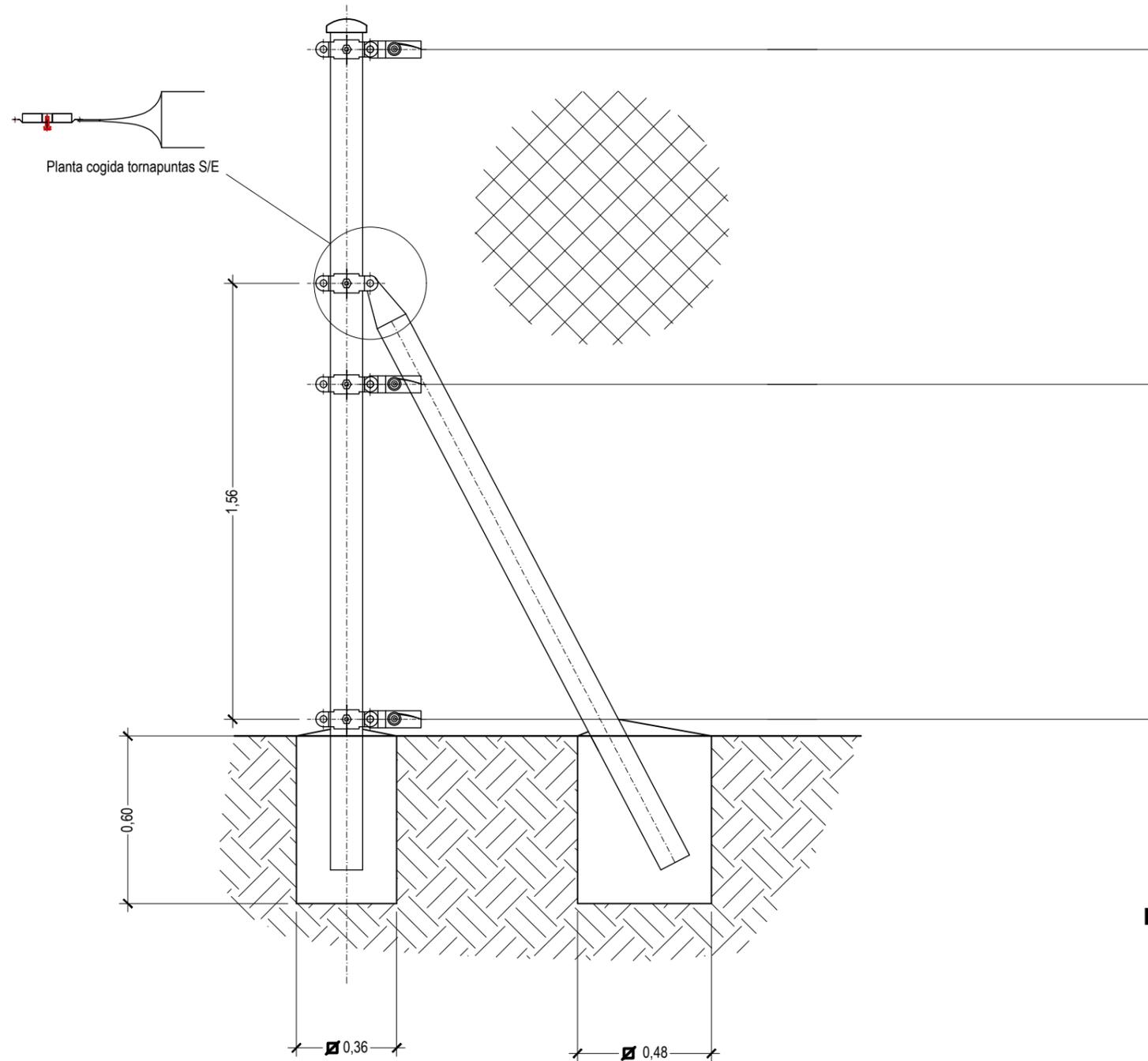


**Sección A-A**



		CODIGO PLANO:		TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBSTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NUMERO PLANO: <b>7</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TITULO PLANO: <b>Obra Civil. Puerta de Entrada</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 2 de 5	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		REVISADO		APROBADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		ESCALA: 1/25		ESCALA: 1/25	
2		FECHA		FECHA		FECHA	
3		FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA		FECHA		FECHA		Febrero - 2021	

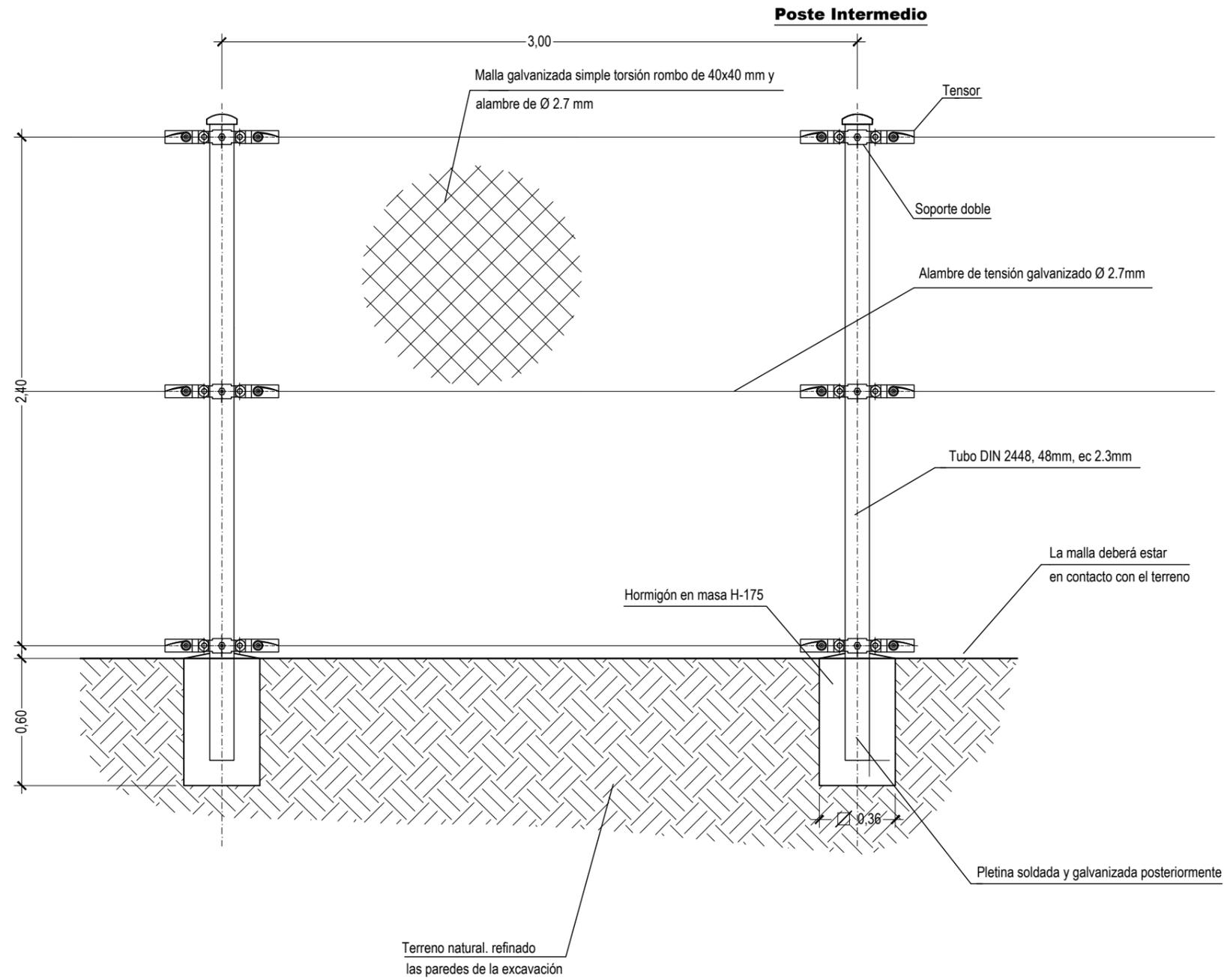
### Poste de Inicio



### Detalle Cimentación Poste Inicio

Escala 1/10

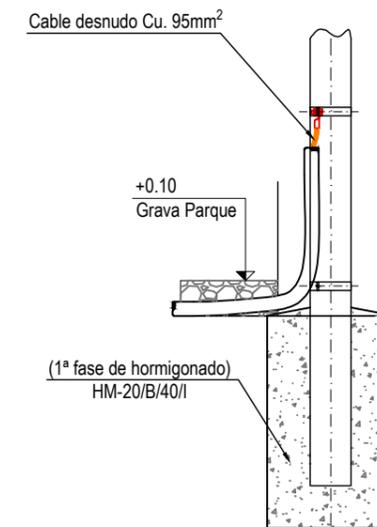
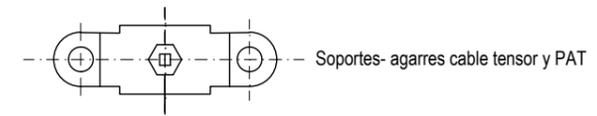
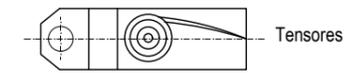
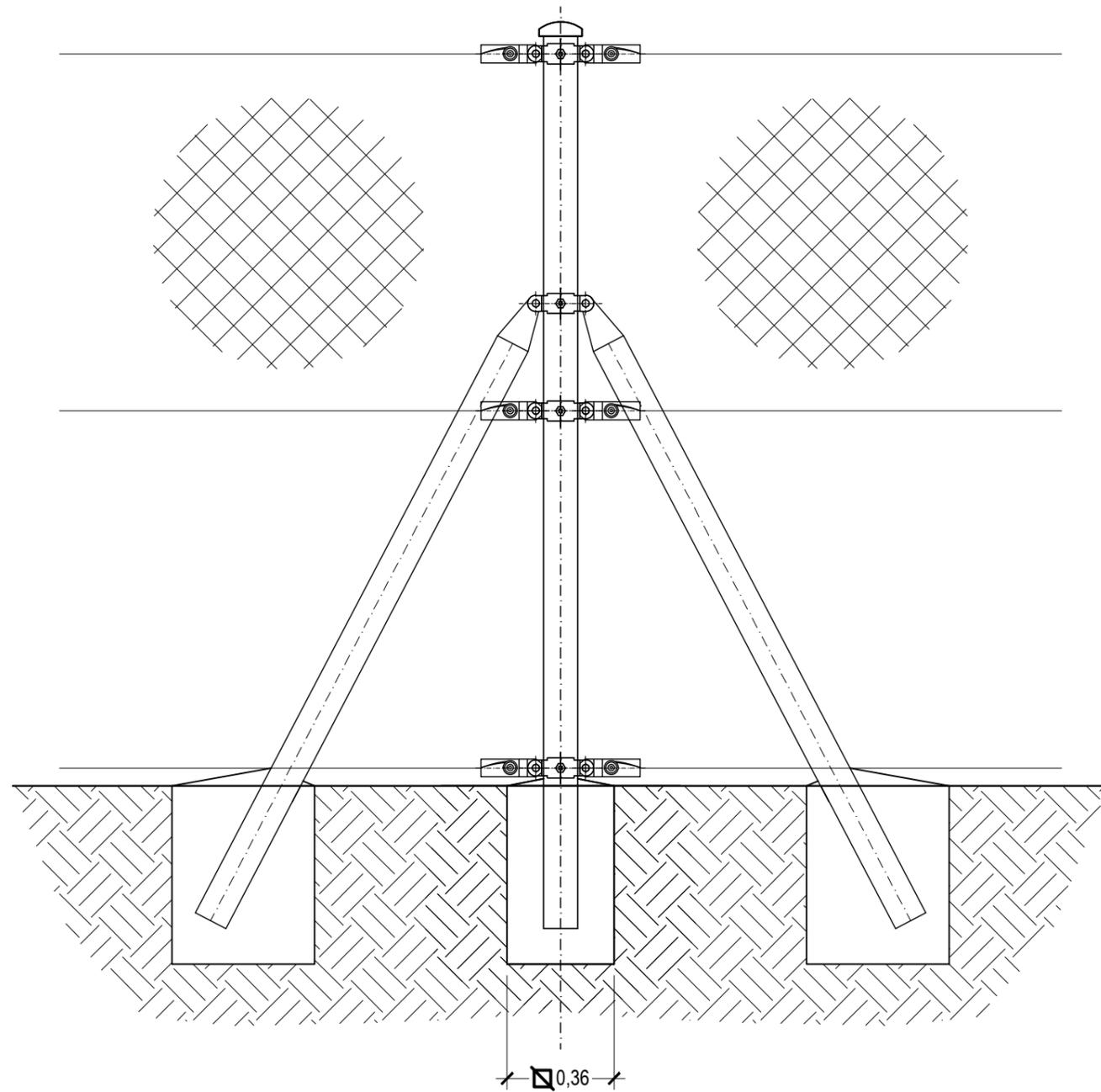
		<small>CODIGO PLANO:</small>		<small>TITULO PROYECTO:</small> PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		<small>NUMERO PLANO:</small> <b>7</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<small>TITULO PLANO:</small> <b>Obra Civil. Vallado Lineal (I)</b>		<small>LOCALIZACIÓN:</small> TAFALLA (NAVARRA)		<small>HOJA:</small> 3 de 5	
		<small>REVISIÓN</small>		<small>DISEÑADO</small>		<small>DIBUJADO</small>	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845					
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				1/20	
2							
3							
<small>FECHA</small>		<small>FECHA</small>		<small>FECHA</small>		<small>FECHA</small>	
						Febrero - 2021	



**Cerramiento de Malla**

		CÓDIGO PLANO: _____		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>7</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Vallado Lineal (II)</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 4 de 5	
		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845					
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				ESCALA: 1/25	
2				FECHA		FECHA	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		Febrero - 2021	

### Poste de Refuerzo

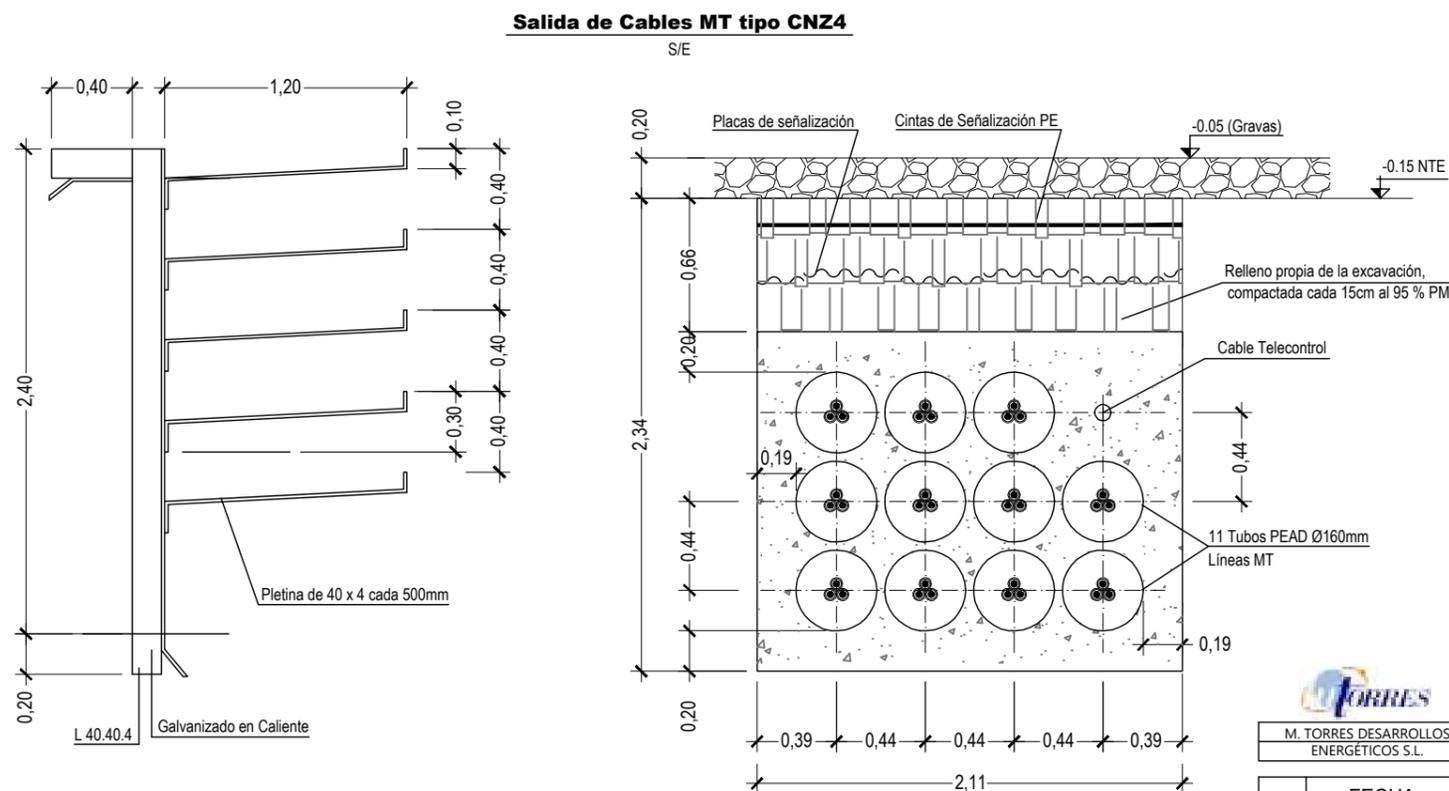
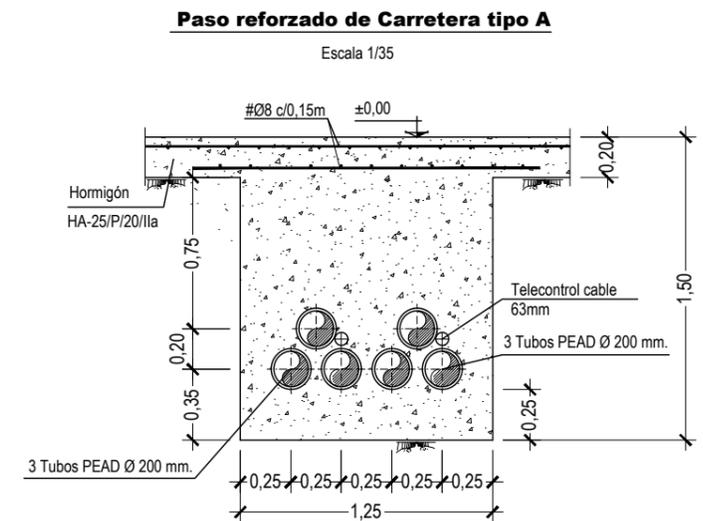
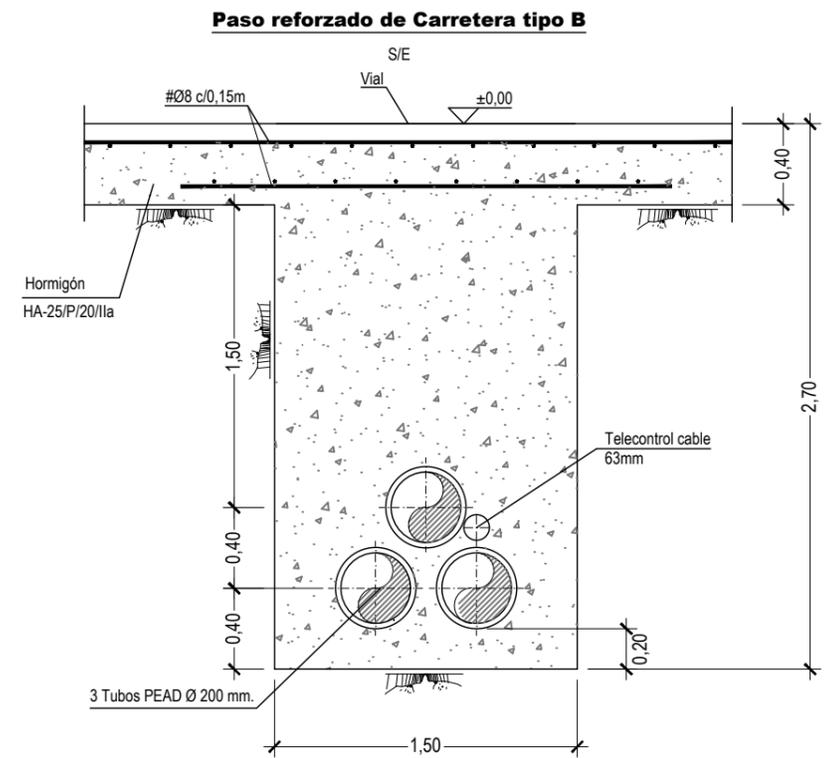
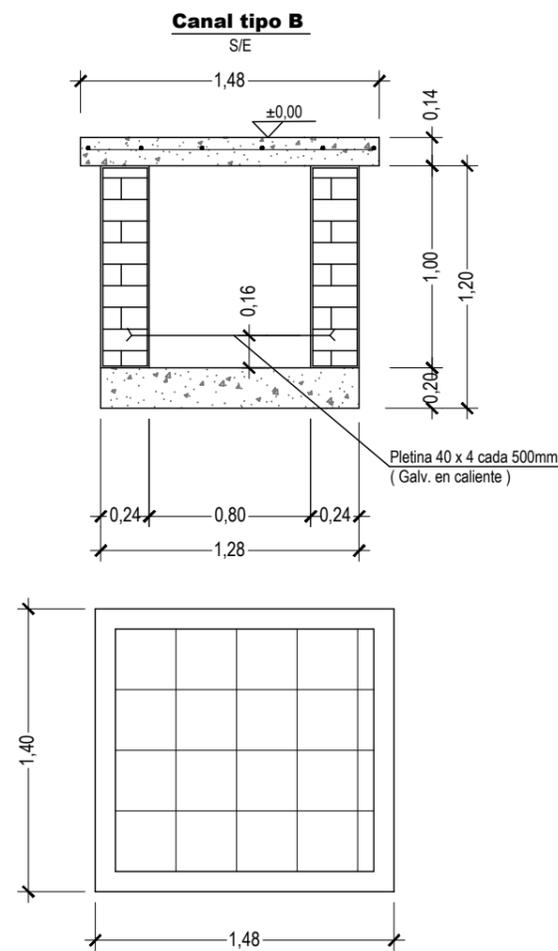
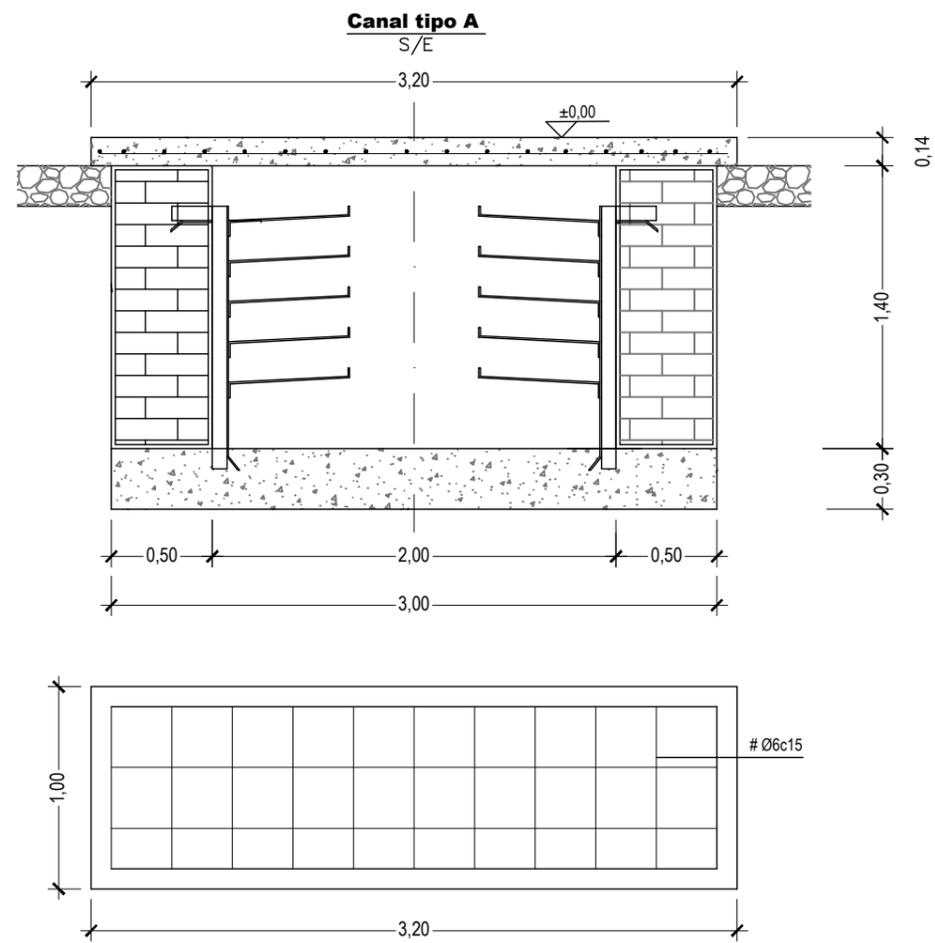


### Perfil

Interior SE ← → Exterior SE

Detalles conexión a Tierra de Vallado

		CÓDIGO PLANO: _____		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBSTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>7</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Vallado Lineal (III)</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 5 de 5	
		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado N°: 845		REVISADO		APROBADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado N°: 15152		ESCALA: 1/20		ESCALA: 1/20	
2				FECHA		FECHA	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				FECHA		Febrero - 2021	



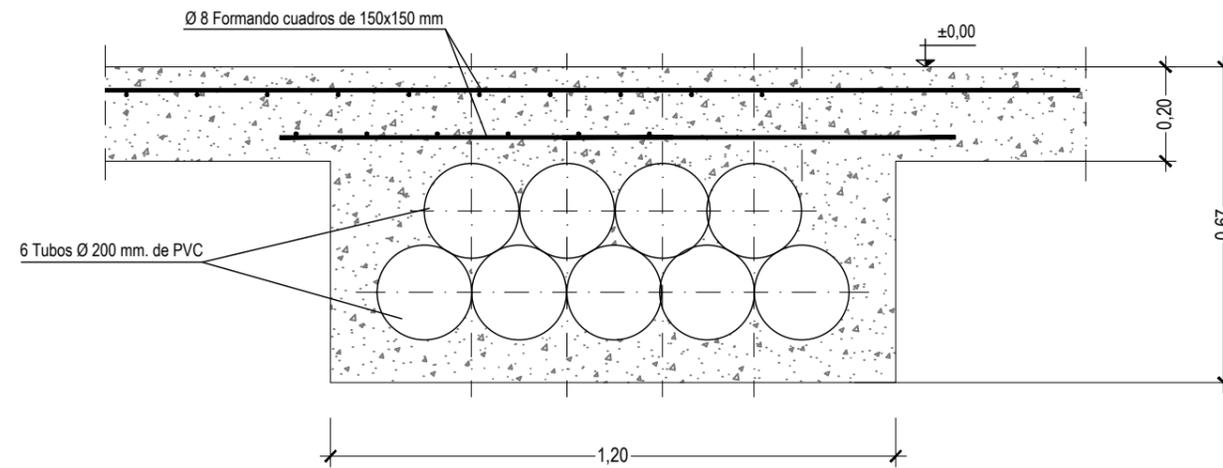
#### Notas:

- La fundación esta dimensionada para un terreno de capacidad portante 1,5 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Podrán utilizarse canales prefabricados con las mismas dimensiones útiles.
- Para situar el canal de cables ver plano de planta general plataformas de excavación
- Plano de planta grat. urbanización
- Ver plano de obra civil

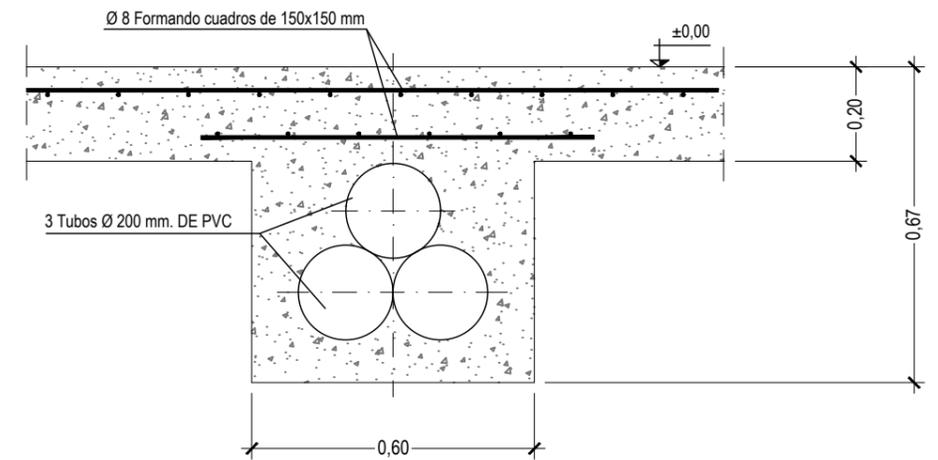
#### Hormigones.- Según Instrucción EHE

- Tipo hormigón utilizado: HA-25/B/40/IIa
- Hormigón Armado (HA)
- Resistencia Característica, 250 Kg/cm<sup>2</sup> (25)
- Consistencia, Blanda (B)
- Tamaño Máximo del Árido, 40 mm (40)
- Designación del Ambiente, Ver artículo

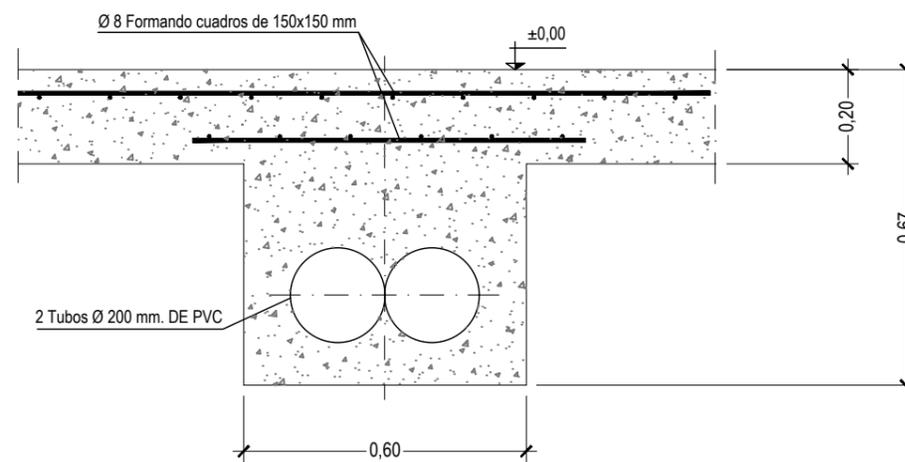
CORRIGIÓ PLANO		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>8</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		FOLIO: 1 de 3	
TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Canalizaciones. Canales de Cables. Tipo A y B</b>		DISEÑADO		DIBUJADO	
FECHA		REVISIÓN		REVISADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		APROBADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		ESCALA: 1/35	
2				FECHA	
3				FECHA	
FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA		FECHA		Febrero - 2021	



**Paso Reforzado de Carretera Canal tipo A**



**Paso Reforzado de Carretera Canal tipo B**

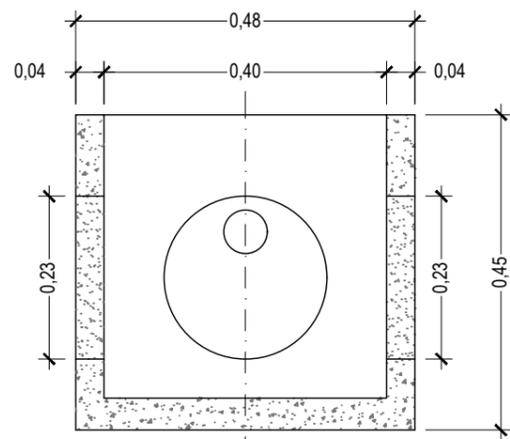
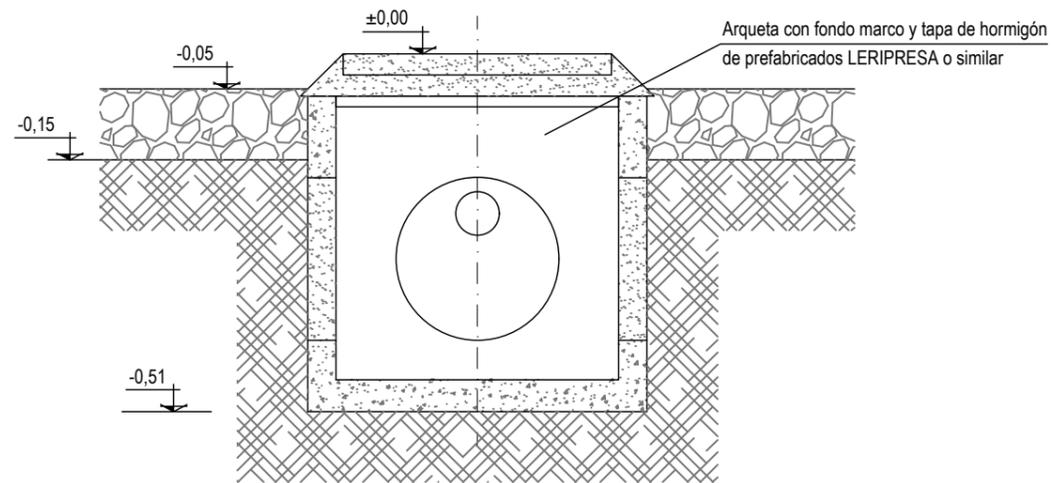


**Paso Reforzado de Carretera Canal tipo C**

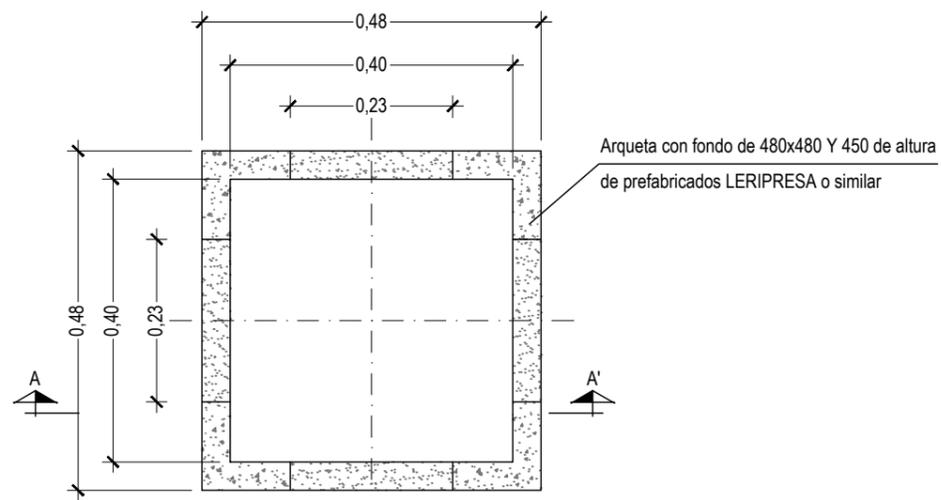
**Hormigones.- Según Instrucción EHE**

- Tipo hormigón utilizado: HA-25/B/40/IIa
- Hormigón Armado (HA)
- Resistencia Característica, 250 Kg/cm<sup>2</sup> (25)
- Consistencia, Blanda (B)
- Tamaño Máximo del Árido, 40 mm (40)
- Designación del Ambiente, Ver artículo

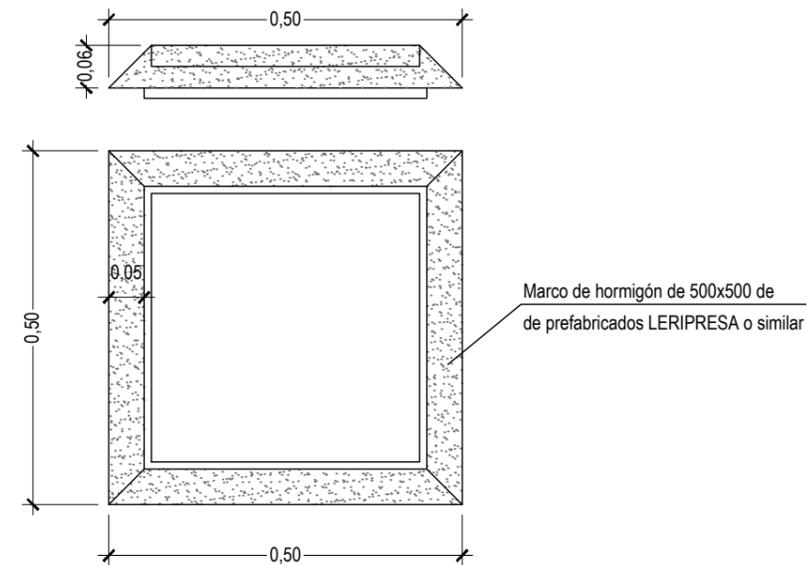
		CODIGO PLANO: TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Canalizaciones. Canal Reforzado Tipo A y B</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>8</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Obra Civil. Canalizaciones. Canal Reforzado Tipo A y B</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 2 de 3	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/15	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				FECHA		Febrero - 2021	



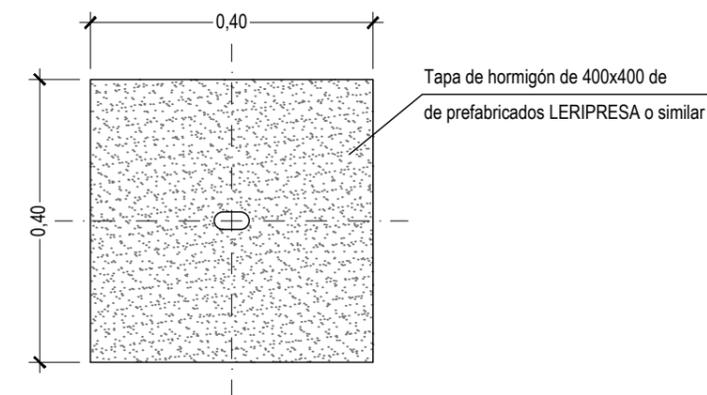
**Sección A-A'**



**Planta**



**Marco Prefabricado**



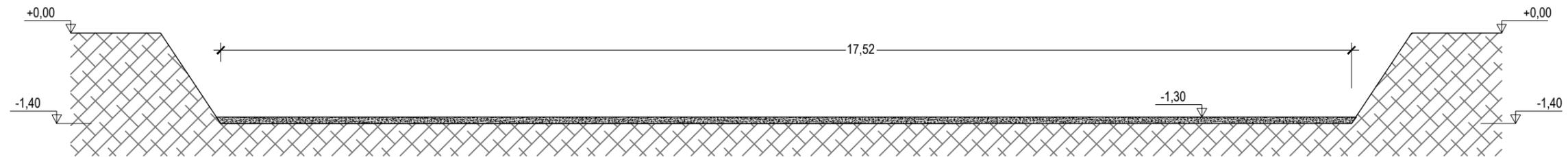
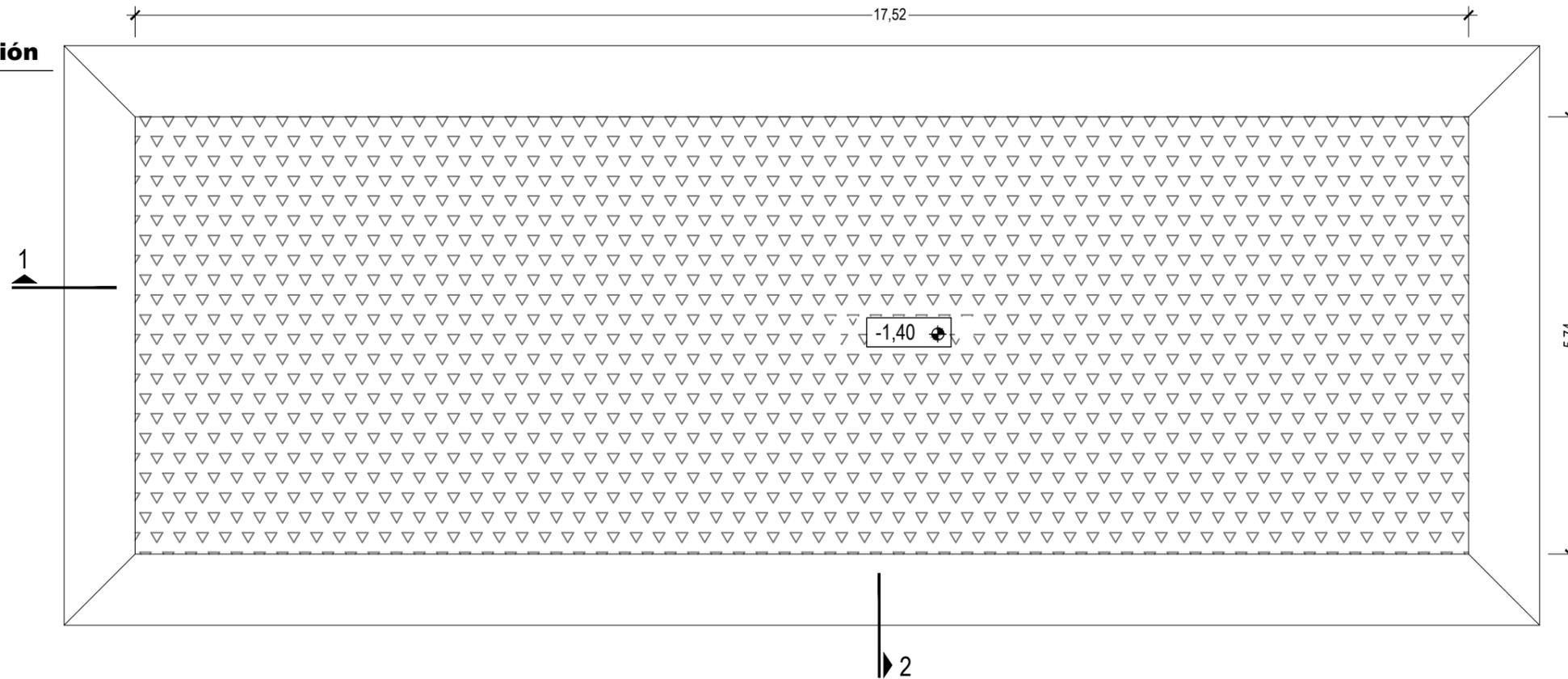
**Tapa Prefabricada**

**-Notas:**

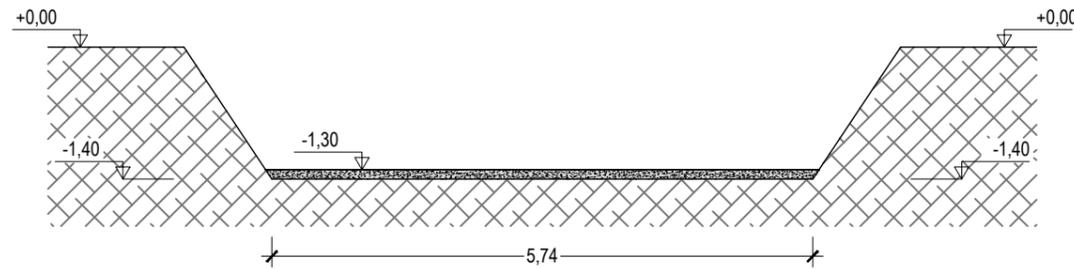
-Para orientación de la cimentación ver la situación en la planta general de obra civil

		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Canalizaciones. Cables Arqueta Prefabricada Iluminación</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>8</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 3 de 3		ESCALA: 1/10	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		APROBADO		FECHA	
2				FECHA		FECHA	
3				FECHA		Febrero - 2021	

**Planta Excavación**



**Corte 1-1**

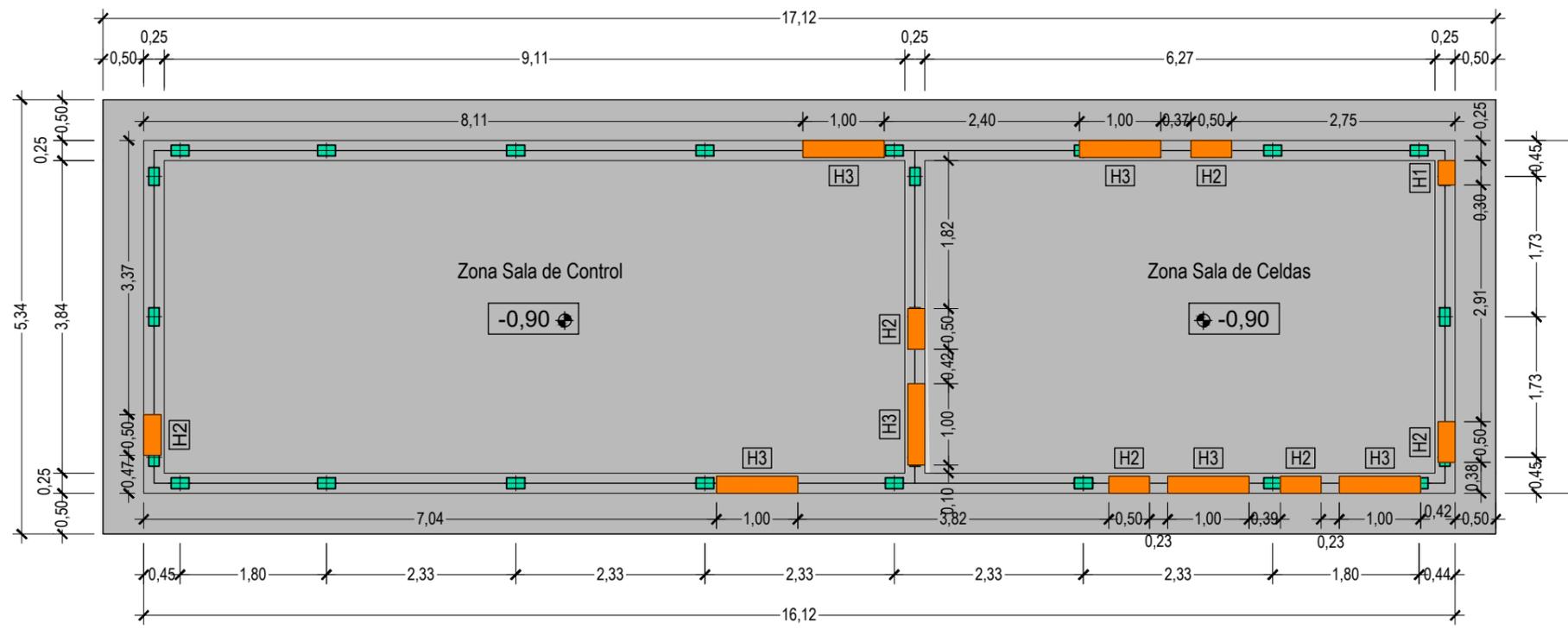


**Corte 2-2**

**Notas:**

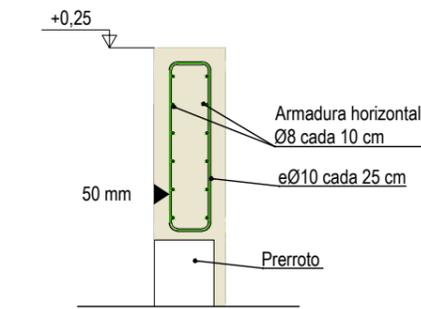
- 1.- COTAS EN METROS, ELEVACIONES EN METROS.
- 2.- LA CIMENTACIÓN REPRESENTADA ES VALIDA PARA TERRENOS QUE TENGAN UNA TENSIÓN DE 0,7 Kg/cm2 Y ASIENTOS DIFERENCIABLES DESPRECIABLES.
- 3.- SE INCREMENTA EL CANTO DE LA LOSA OBTENIDO POR CÁLCULO EN UN 25%, SEGÚN CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.
- 4.- EN LA CIMENTACIÓN DEBEN QUEDAR EMBEBIDAS UNAS CHAPAS PARA LA CONEXIÓN CON LOS PANELES PREFABRICADOS.
- 5.- PARA EL CALZADO DE LOS PANELES, SE UTILIZARAN PLACAS DE PLÁSTICO PREFORMADAS.

		CÓDIGO PLANO: TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Excavación</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>9</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		Obra Civil. Edificio. Excavación		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 1	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/75	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				Febrero - 2021			



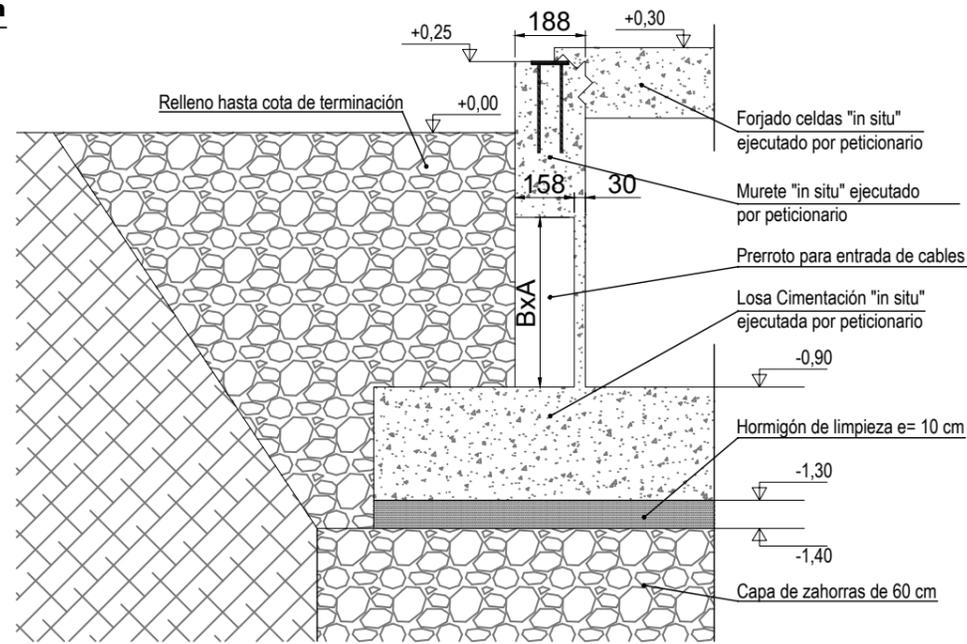
**Planta Cimentación**

Escala 1/75



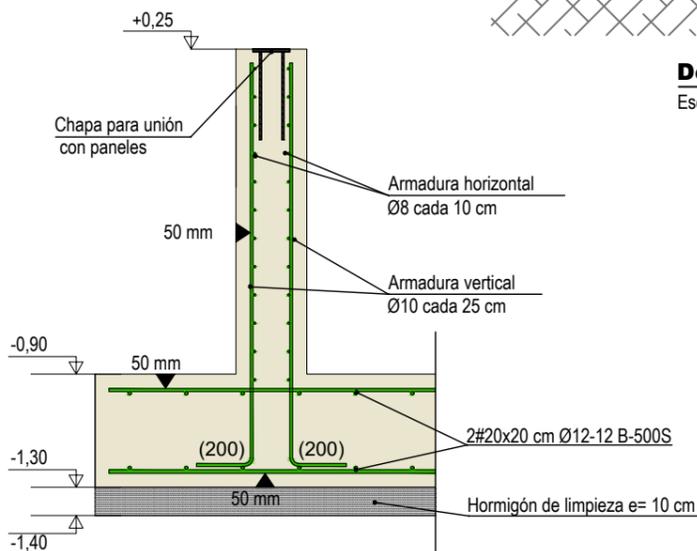
**Detalle Armado Preroto**

Escala 1/25



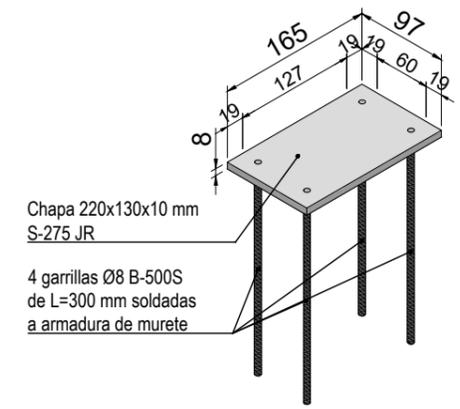
**Detalle Cimentación Zona Preroto**

Escala 1/25



**Detalle Armado Cimentación**

Escala 1/25



**Detalle Chapas**

Escala 1/10

H1	PRERROTO 300x300 mm. COTA -0,90m
H2	PRERROTO 500x500 mm. COTA -0,90m
H3	PRERROTO 1000x600 mm. COTA -0,90m

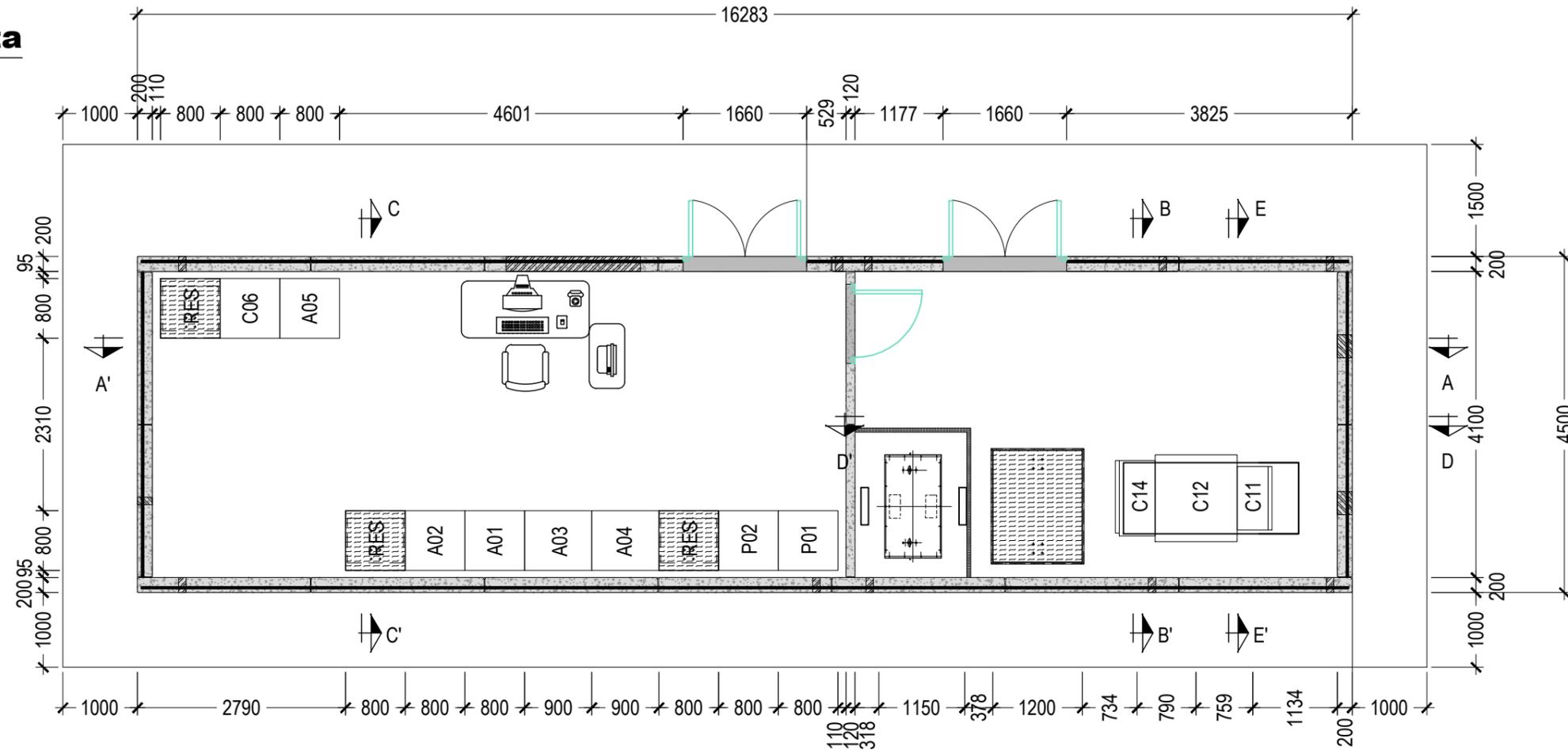
**Notas:**

1. COTAS EN METROS, ELEVACIONES EN METROS.
2. LA CIMENTACIÓN REPRESENTADA ES VALIDA PARA TERRENOS QUE TENGAN UNA TENSIÓN DE 0,7 Kg/cm<sup>2</sup> Y ASIENTOS DIFERENCIABLES DESPRECIABLES.
3. SE INCREMENTA EL CANTO DE LA LOSA OBTENIDO POR CÁLCULO EN UN 25%, SEGÚN CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO.
4. EN LA CIMENTACIÓN DEBEN QUEDAR EMBEBIDAS UNAS CHAPAS PARA LA CONEXIÓN CON LOS PANELES PREFABRICADOS.
5. PARA EL CALZADO DE LOS PANELES, SE UTILIZARAN PLACAS DE PLÁSTICO PREFORMADAS.

Cuadro de Características según EHE-08							
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFICACIÓN DEL ELEMENTO	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD EN E.L.U.				
			$\gamma_c$	$\gamma_s$	$\gamma_p$	$\gamma_g$	$\gamma_q$
HORMIGÓN "IN SITU" HORMIGÓN	HORMIGÓN DE LIMPIEZA	HL-150 / B / 20	1.50			1.35	1.50
	CIMENTACIÓN	HA-25 / B / 20 / IIa	1.50			1.35	1.50
	SOLERAS, FORJADOS	HA-25 / B / 20 / IIa	1.50			1.35	1.50
PREFABRICADO	PANELES	HA-35 / F / 12 / IIb	1.50			1.35	1.50
	CUBIERTAS	HA-35 / F / 12 / IIb	1.50			1.35	1.50
ACERO DE ARMADURAS	PANELES	B-500 T / B-500 S		1.15			
	CUBIERTAS	B-500 S / B-500 T		1.15			
ACERO	TODOS LOS ELEMENTOS	S-275 JR		1.05			

		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Cimentación</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>9</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 2 de 9		FECHA:	
REVISIÓN		DISEÑADO:		DIBUJADO:		REVISADO:	
0 JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		APROBADO:		ESCALA:		Febrero - 2021	
1 GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		ESCALA:		ESCALA:		ESCALA:	
2		ESCALA:		ESCALA:		ESCALA:	
3		ESCALA:		ESCALA:		ESCALA:	

# Planta



## LISTA DE MATERIALES

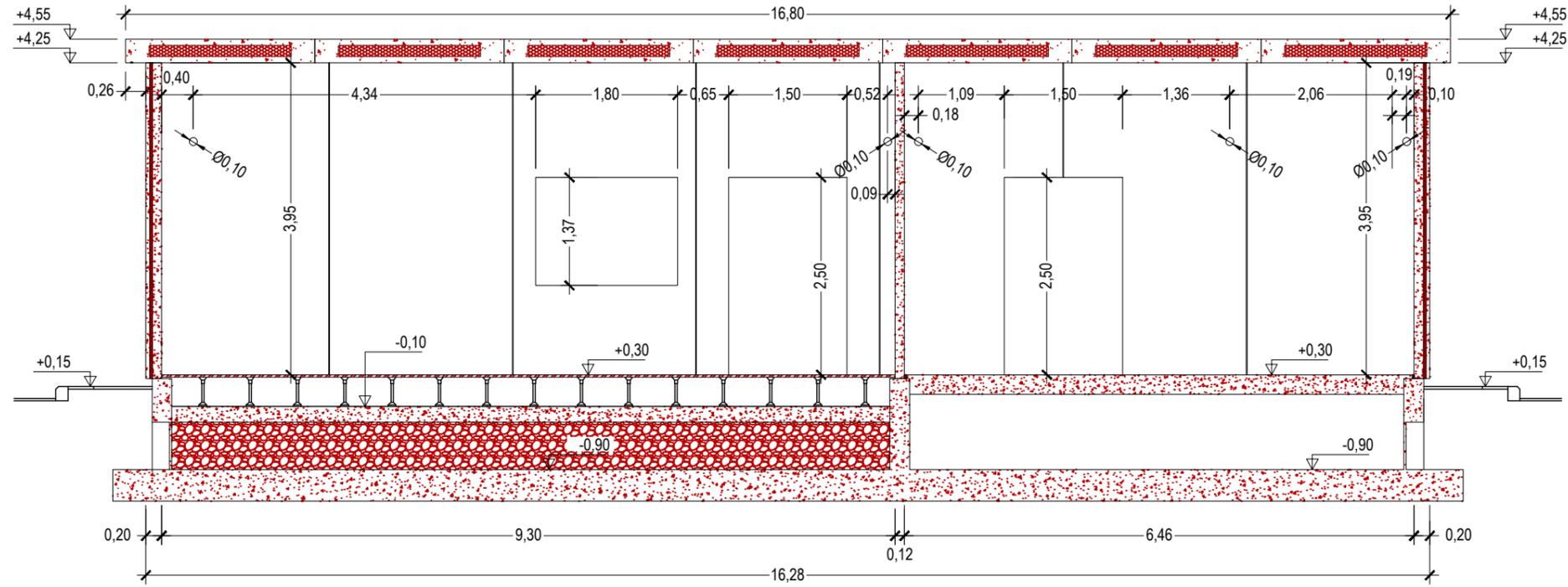
APARTADO	REF.	DENOMINACION	CANT.
ARMARIOS	A01	RECTIFICADOR-BATERÍA 1 - 125VCC	1 ud.
	A02	RECTIFICADOR-BATERÍA 2 - 125VCC	1 ud.
	A03	ARMARIO SSAA CC	1 ud.
	A04	ARMARIO SSAA CA MODULO	1 ud.
	A05	ARMARIO MEDIDA PRINCIPAL	1 ud.
	C06	ARMARIO DE COMUNICACIONES	1 ud.
	RES	RESERVA	3 uds.
	P01	UCS	1 ud.
	P02	ARMARIO PROTECCIÓN TRAF0 - LÍNEA	1 ud.
CELDAS 30 KV	C11	CELDA ENTRADA TRAF0	1 ud.
	C12	CELDA MEDIDA	1 ud.
	C14	CELDA DE TRAF0 SSAA	1 ud.

**Nota**  
Cotas en milímetros

		CÓDIGO PLANO: _____ TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Planta Distribución</b>	TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)	NÚMERO PLANO: <b>9</b> HOJA: 3 de 9
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		REVISIÓN		
0	FECHA	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		
1	FECHA	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		
2	FECHA			
3	FECHA			
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				1/75
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021

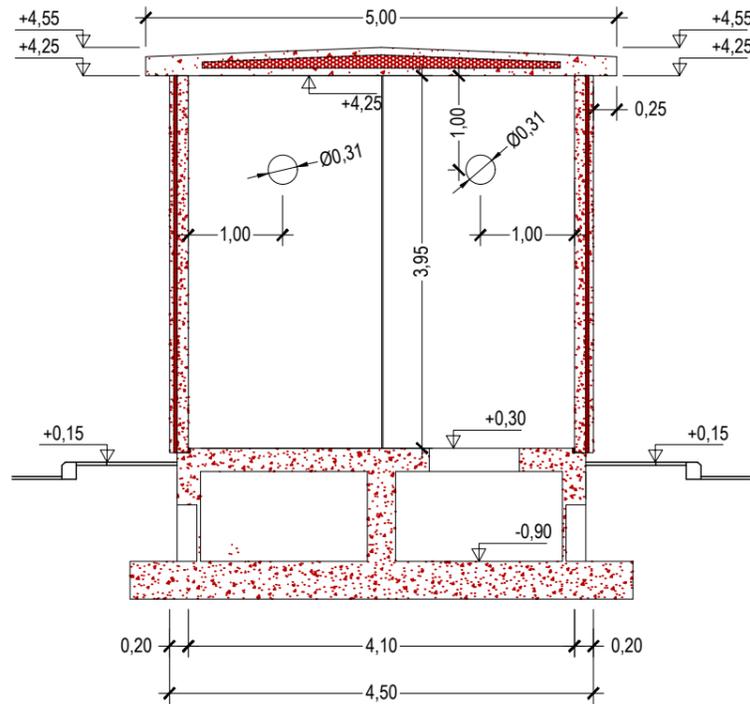
### Sección A-A

Escala 1/75



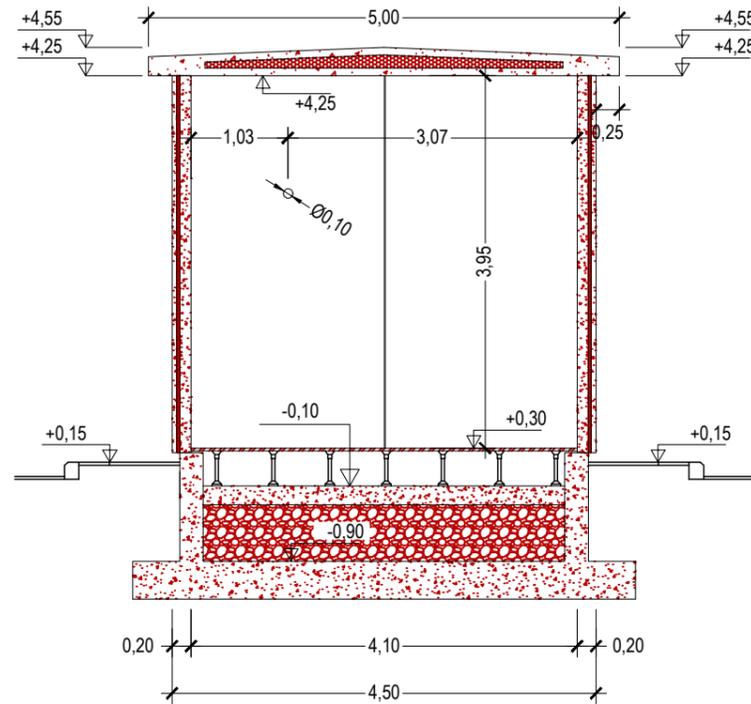
### Sección B-B

Escala 1/75



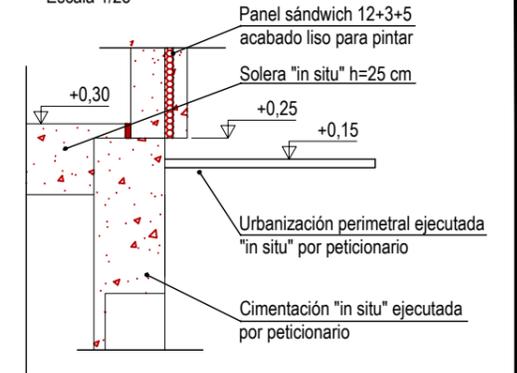
### Sección C-C

Escala 1/75



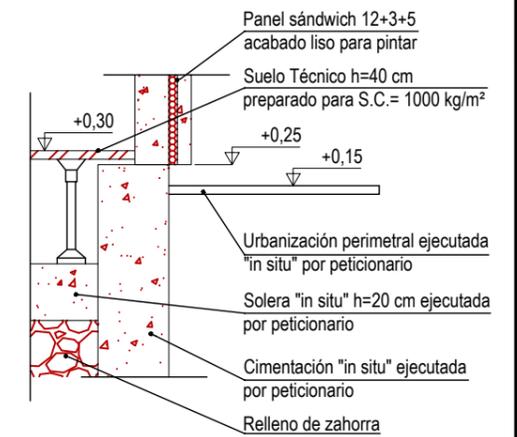
### Detalle Forjado Celdas

Escala 1/25



### Detalle Forjado Control

Escala 1/25

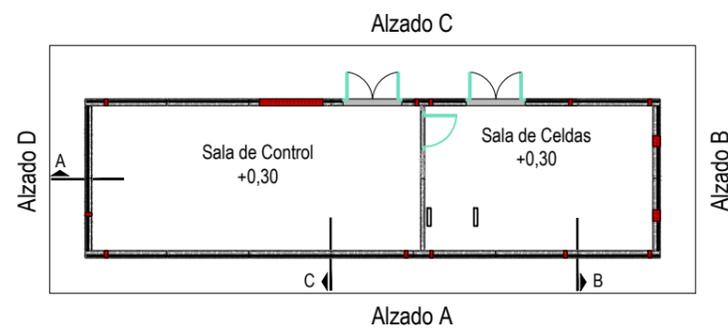


### Notas:

1. COTAS EN mm Y ELEVACIONES EN m.
2. PANEL EXTERIOR TIPO SÁNDWICH, ACABADO GRIS, PINTADO EN RAL A DEFINIR.
3. ACABADO INTERIOR BLANCO PINTADO.
4. ACABADO CARPINTERÍAS EN RAL 7044
5. SELLADO INTERIOR Y EXTERIOR CON RESINA DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
6. CUBIERTA IMPERMEABILIZADA.

### Planta Guía

Escala 1/200



CODIGO PLANO

M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.

TITULO PLANO

Obra Civil. Edificio. Secciones

TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV

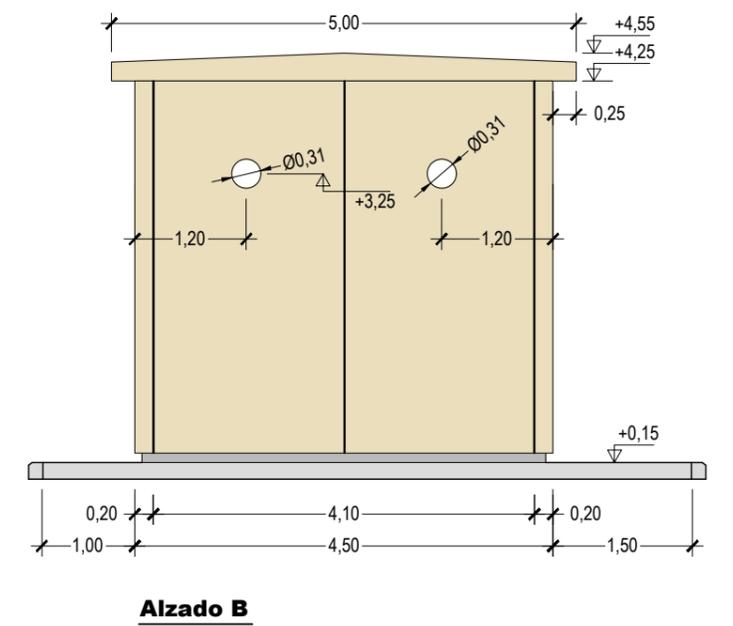
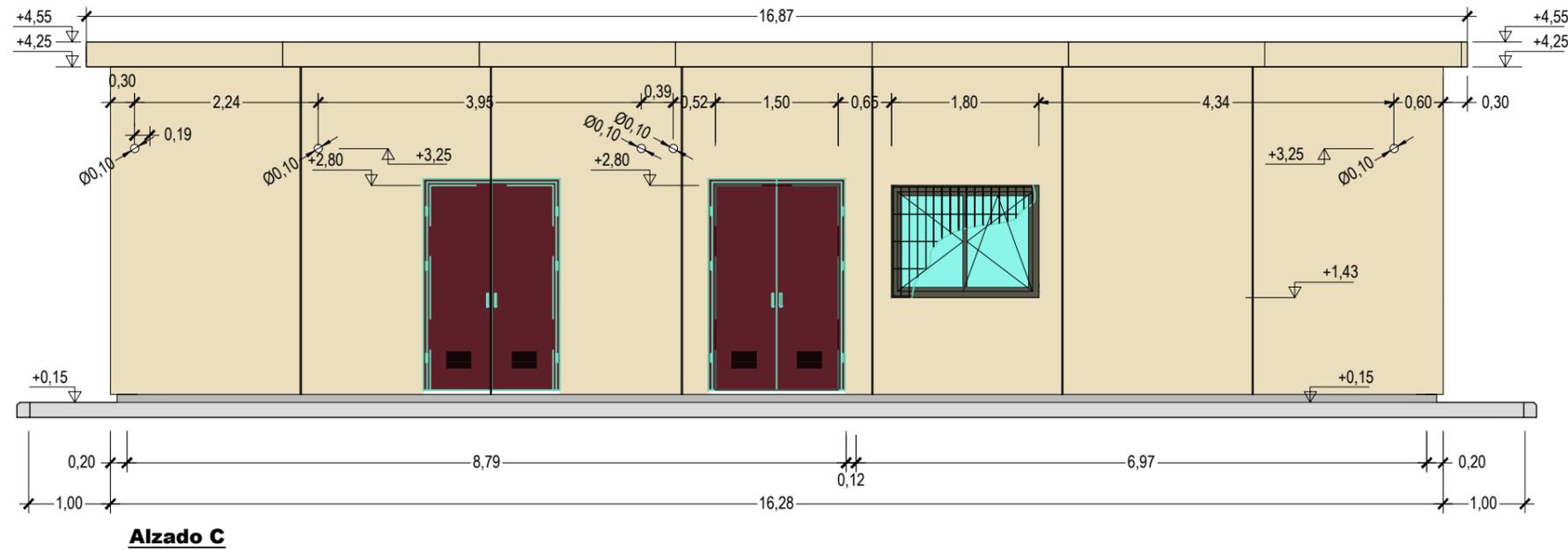
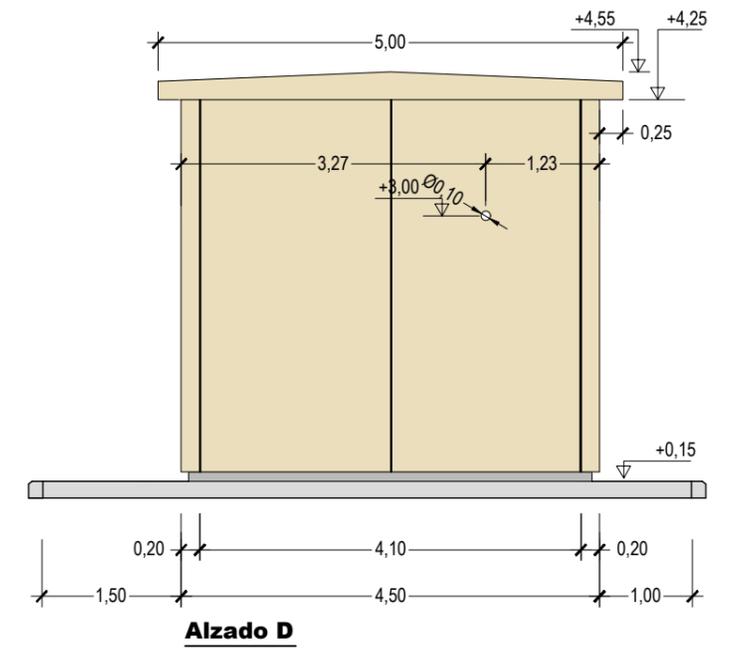
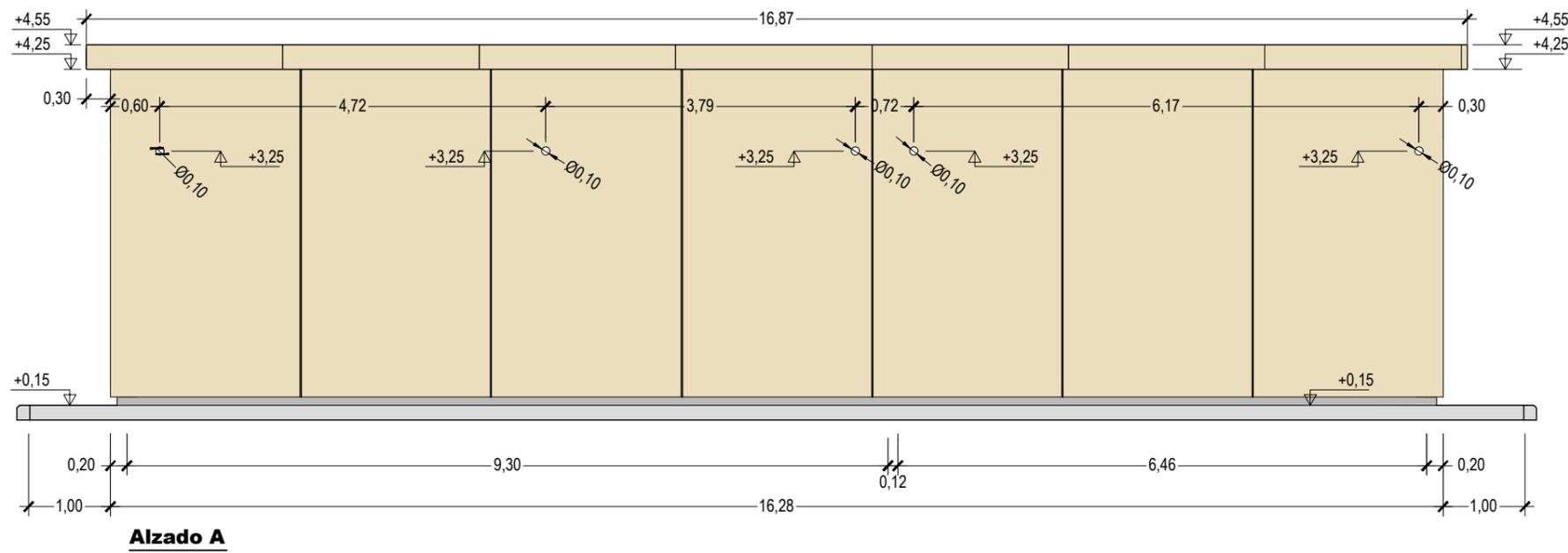
NUMERO PLANO: 9

LOCALIZACION: TAFALLA (NAVARRA)

FOLIA: 4 de 9

FECHA	REVISIÓN
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152
2	
3	

DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				Indicadas
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021

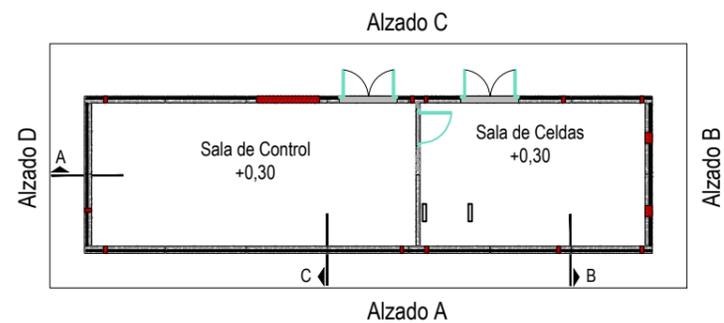


**Notas**

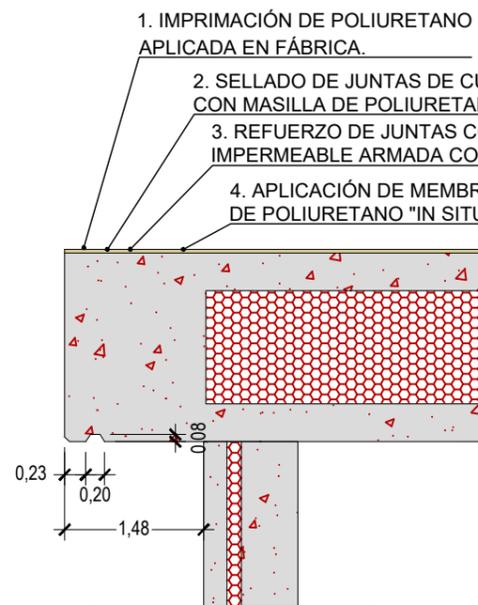
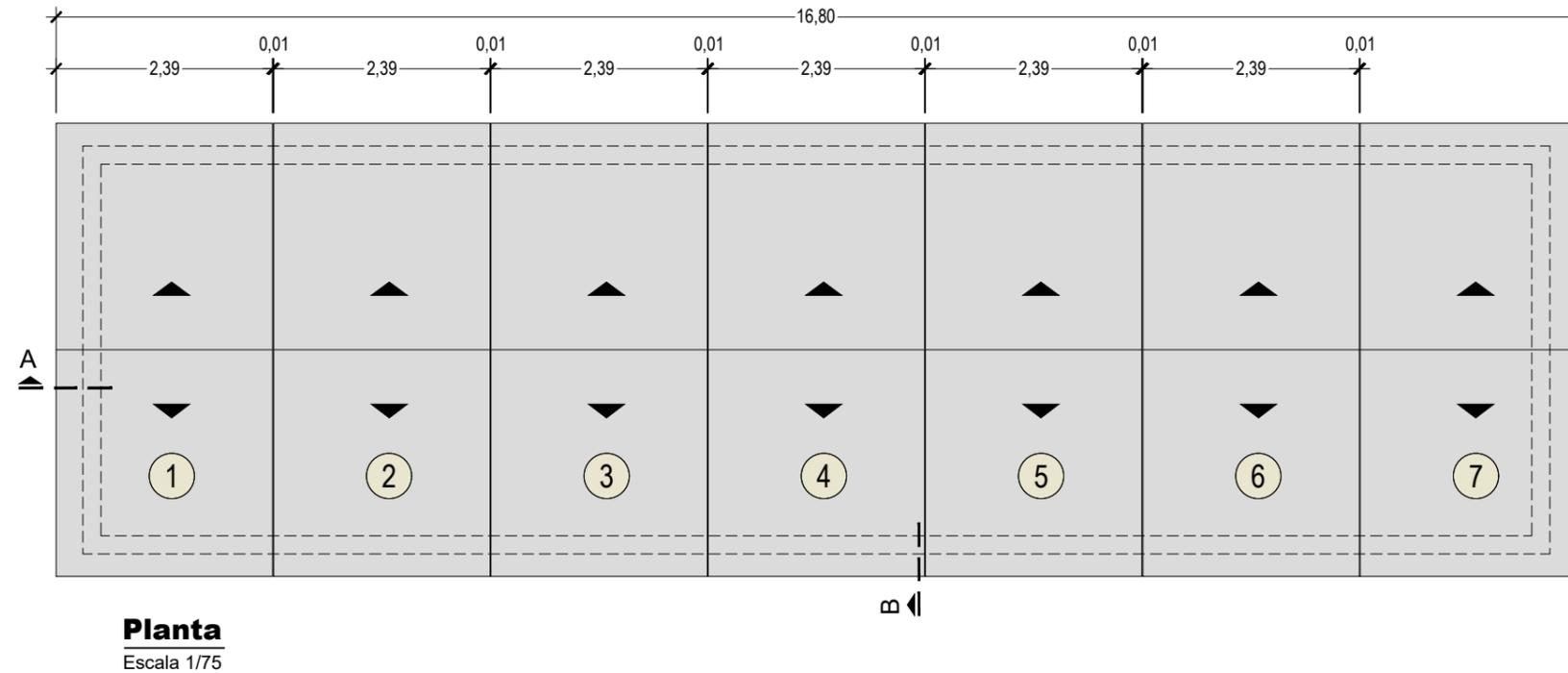
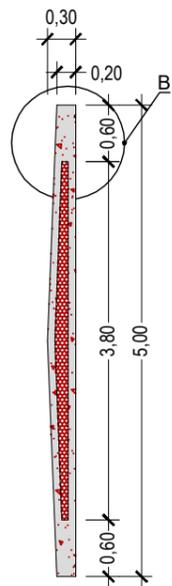
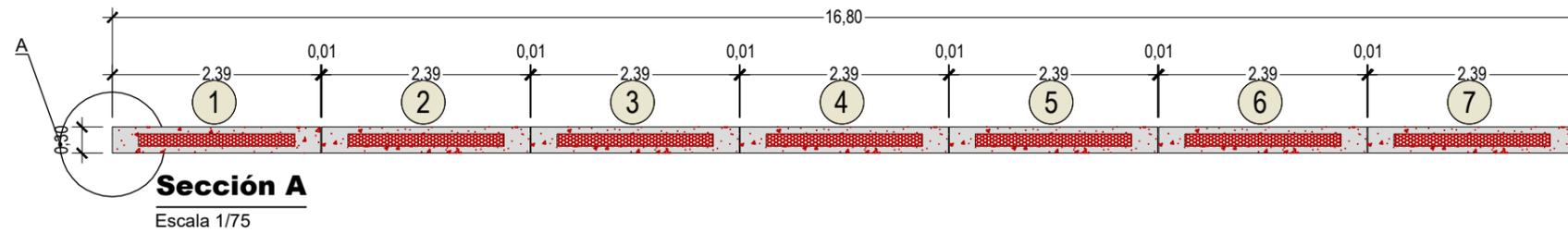
1. COTAS EN mm Y ELEVACIONES EN m.
2. PANEL EXTERIOR TIPO SÁNDWICH, ACABADO GRIS, PINTADO EN RAL A DEFINIR.
3. ACABADO INTERIOR BLANCO PINTADO.
4. ACABADO CARPINTERÍAS EN RAL 7044
5. SELLADO INTERIOR Y EXTERIOR CON RESINA DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
6. CUBIERTA IMPERMEABILIZADA.

**Planta Guía**

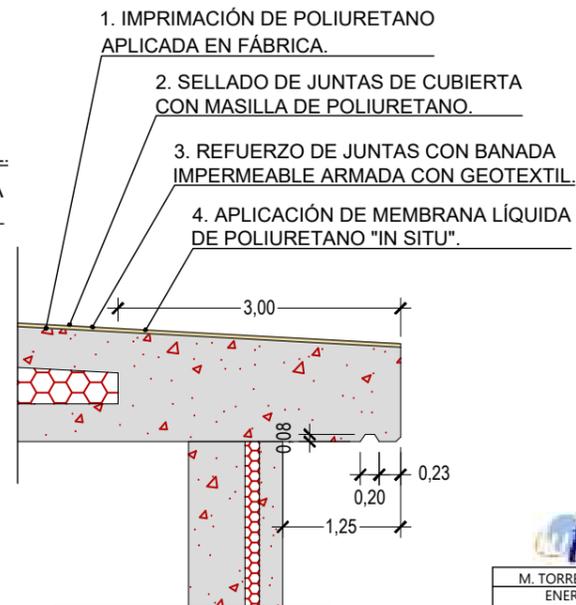
Escala 1/200



		CÓDIGO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Alzados</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>9</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Alzados</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 5 de 9	
FECHA:		REVISIÓN:		DISEÑADO:		DIBUJADO:	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				REVISADO:	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				APROBADO:	
2						ESCALA: 1/75	
3				FECHA:		FECHA:	
				FECHA:		FECHA:	
				FECHA:		Febrero - 2021	



**Detalle A**  
Escala 1/15

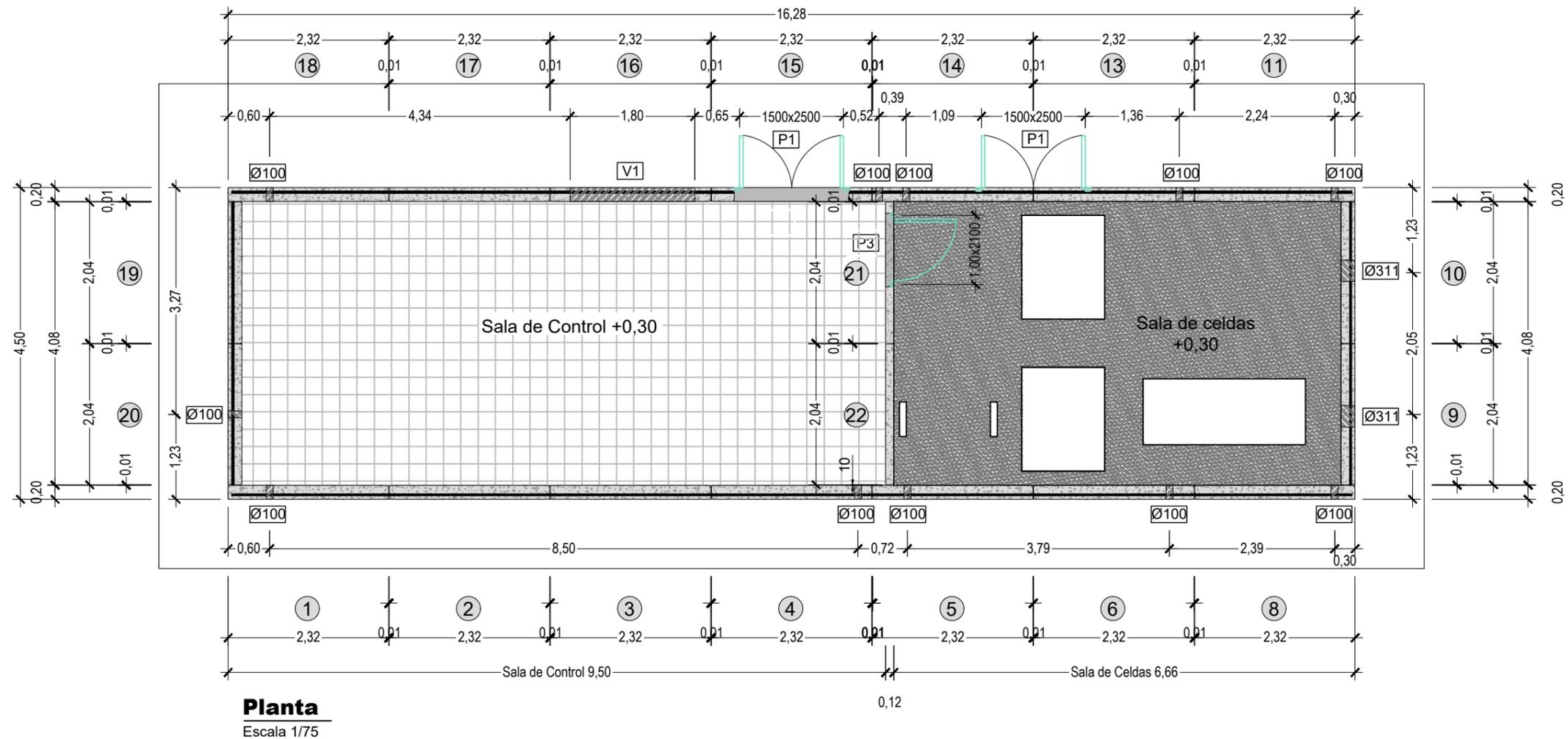


**Detalle B**  
Escala 1/15

**NOTAS:**

1. COTAS EN mm Y ELEVACIONES EN m.
2. TODOS LOS PANELES ESTÁN CONECTADOS ELÉCTRICAMENTE PARA FORMAR UNA JAULA DE FARADAY.
3. IMPERMEABILIZACIÓN DE CUBIERTA CONSISTENTE EN:
  - IMPRIMACIÓN DE POLIURETANO APLICADA EN FÁBRICA.
  - SELLADO DE JUNTAS DE CUBIERTA CON MASILLA DE POLIURETANO.
  - REFUERZO DE JUNTAS CON BANADA IMPERMEABLE ARMADA CON GEOTEXTIL.
  - APLICACIÓN DE MEMBRANA LÍQUIDA DE POLIURETANO "IN SITU".

		CÓDIGO PLANO: _____ TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Cubierta</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		NÚMERO PLANO: <b>9</b> HOJA: 6 de 9	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/75	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				FECHA		Febrero - 2021	

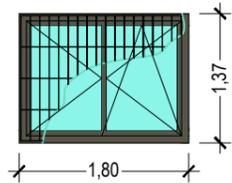


Paneles	UD.	Dimensiones (mm.) Anchura x Altura		e (mm.)	Peso Unit. (Kg.)	Peso Total (Kg.)	Notas
1, 4, 5, 6, 8, 13, 18	7	2317	4000	200	3939	27572	1Ø100mm
2, 3, 17	3	2317	4000	200	3939	19695	
9, 10	2	2035	4000	200	3460	6919	1Ø311mm
11	1	2317	4000	200	2345	2345	1Ø100mm/P1
14	1	2317	4000	200	3939	3939	2Ø100mm
15	1	2317	4000	200	2154	2154	P1
16	1	2317	4000	200	2891	2891	V1
19	1	2035	4000	200	3460	3460	
20	1	2035	4000	200	3460	3460	1Ø100mm
21	1	2035	3980	120	1800	1800	P3
22	1	2035	3980	120	2430	2430	
TOTAL	22					76663	

#### Notas

- Cotas en m y Elevaciones en m.
- Panel exterior tipo sándwich, acabado gris, pintado en RAL a definir.
- Acabado interior blanco pintado.
- Acabado carpinterías en RAL 7044
- Sellado interior y exterior con resina de poliuretano monocomponente.
- Cubierta impermeabilizada.

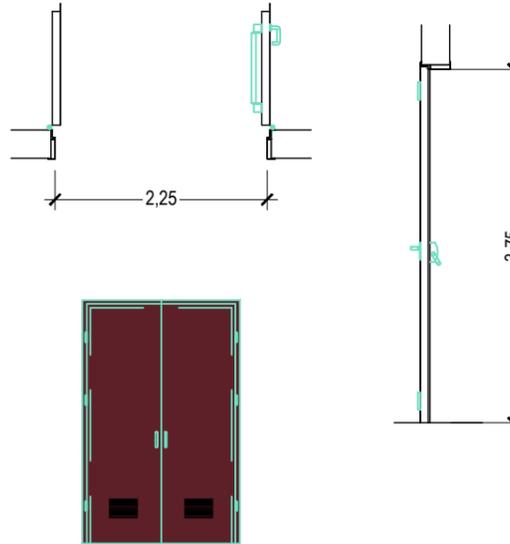
		CÓDIGO PLANO: _____ TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Modulación de Paneles</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>9</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 7 de 9		ESCALA: 1/75	
FECHA: _____		REVISIÓN: _____		DISEÑADO: _____		DIBUJADO: _____	
0 _____		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		REVISADO: _____		APROBADO: _____	
1 _____		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		FECHA: _____		FECHA: _____	
2 _____		_____		FECHA: _____		FECHA: _____	
3 _____		_____		FECHA: _____		FECHA: _____	



**Ventana V1: 1 Unidad**

Alzado exterior. Sala de control  
Escala 1/75

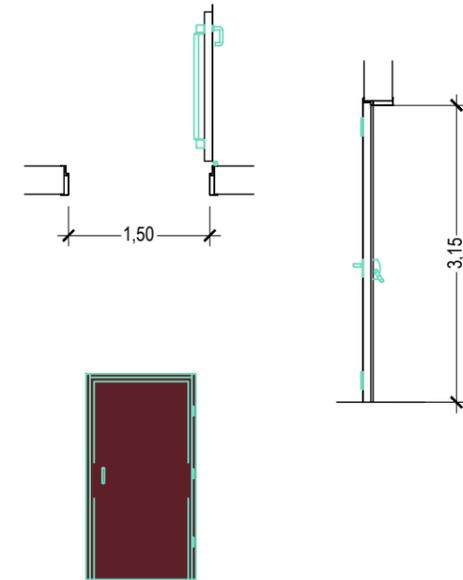
- 2 Paños practicables, uno de ellos oscilobatiente.
- Aluminio lacado BLANCO con garras de 30x20x120 mm cada 400 mm en todo el perímetro (perfil serie HH7000 de Exlabesa, o similar).
- Vidrio climalit 4/12/4 con lunas Planilux o similar.
- Reja metálica galvanizada, realizada según norma UNE 108-142-88, con barras verticales lisas de acero Ø16 mm, separadas 100 mm. y pletinas horizontales de acero 10x30 mm, separadas 290mm, que se atornillarán a los paneles con taco mecánico expansible. Pintada en RAL 7044



**Puerta P1: 2 Unidades**

Alzado exterior.  
Escala 1/75

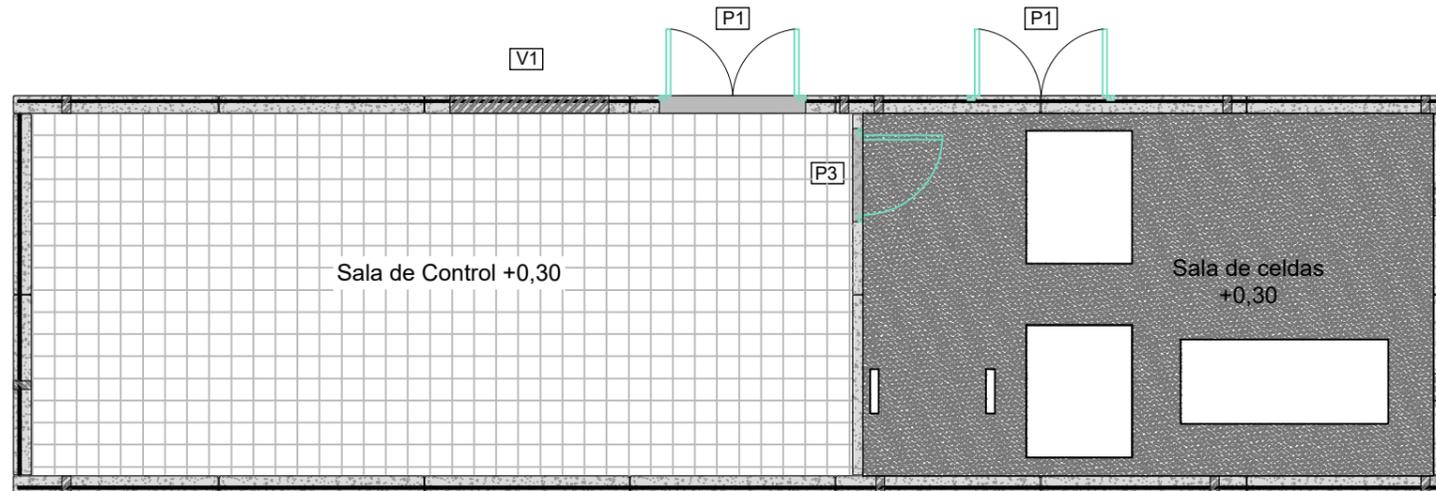
Dos hojas abatibles hacia el exterior de doble bandeja de chapa lisa galvanizada con aislamiento interior, de dimensiones interiores 1500x2500 mm, con barra antipánico en hoja activa y una rejilla 300x200 mm en cada hoja. RAL 7044



**Puerta P3: 1 Unidad**

Alzado exterior.  
Escala 1/75

Una hoja abatible hacia el exterior de doble bandeja de chapa lisa galvanizada con aislamiento interior, de dimensiones interiores 1000x2100 mm. Protección al fuego RF-90. RAL 7044



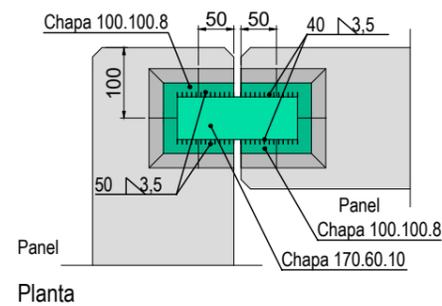
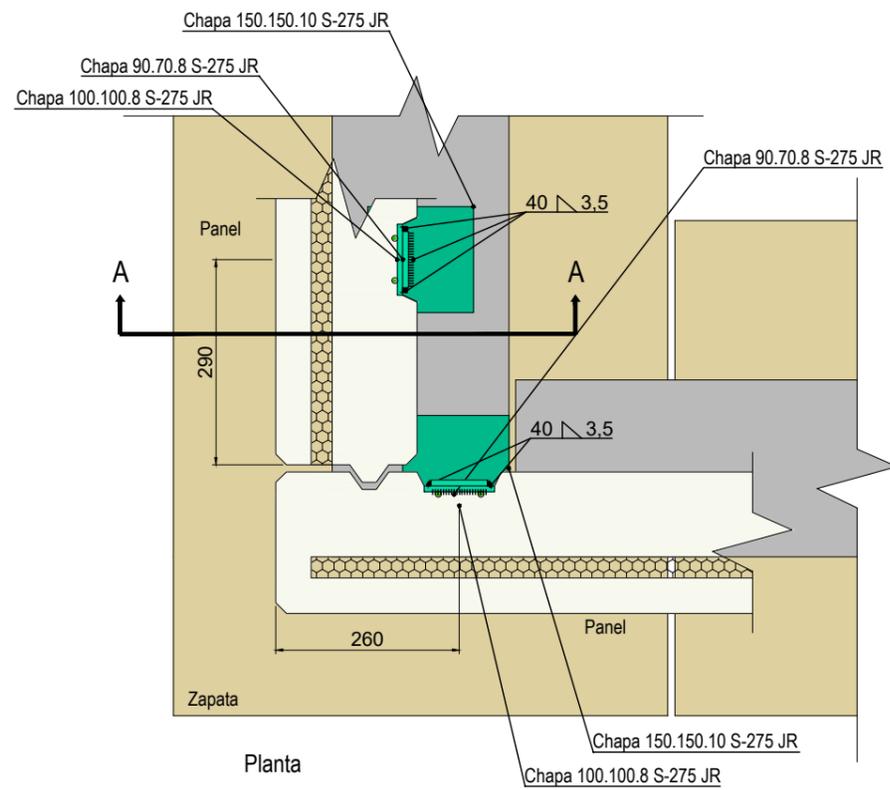
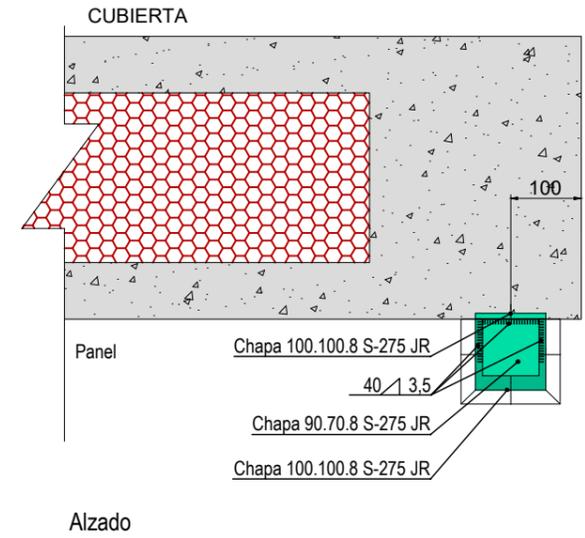
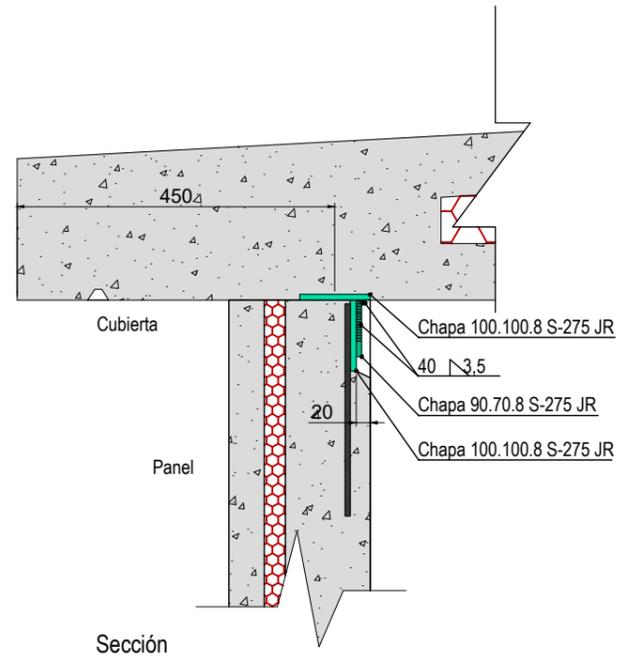
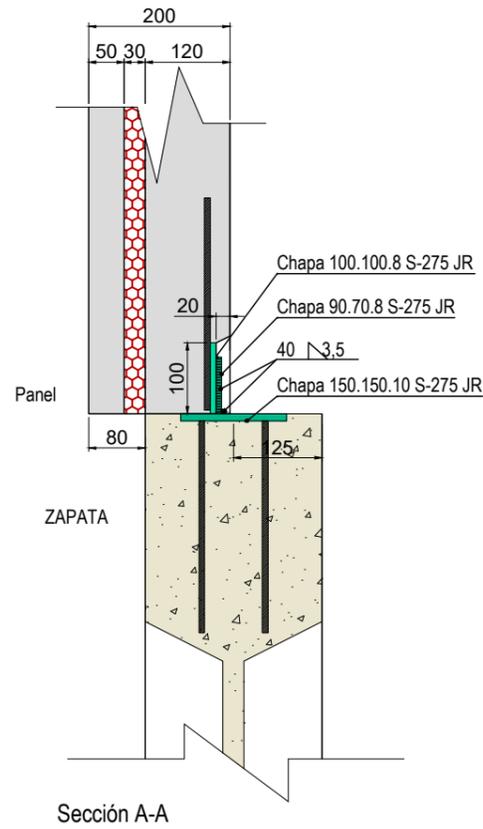
**Planta Guía**

Escala 1/40

		CODIGO PLANO: _____		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>9</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Carpinterías</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 8 de 9	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/75	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				FECHA		Febrero - 2021	

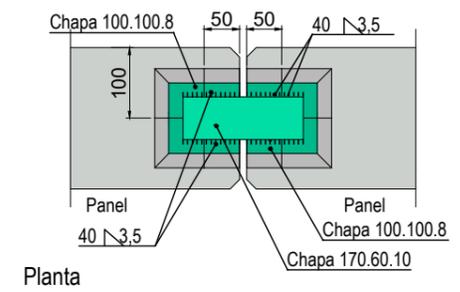
### Unión Panel - Cubierta

Escala 1/10



### Unión Paneles en Esquina

Escala 1/10



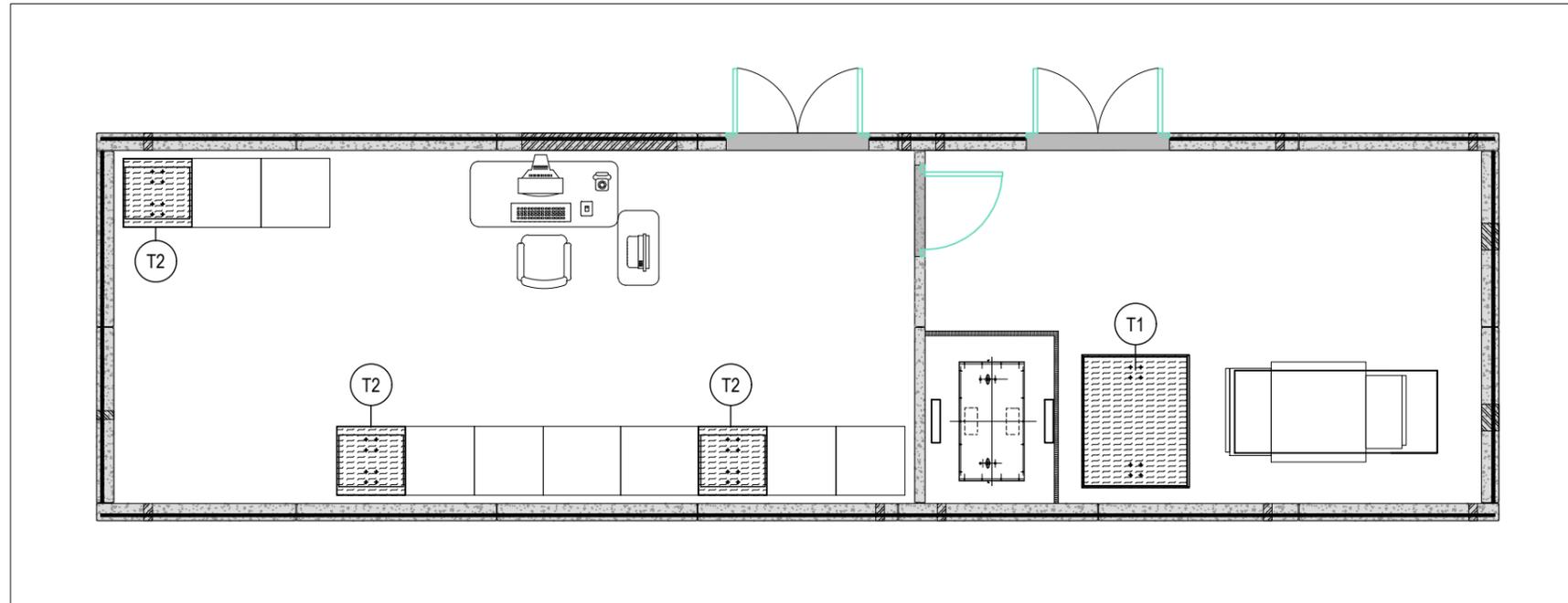
### Unión Paneles Contiguos

Escala 1/10

### Unión Zapata - Panel

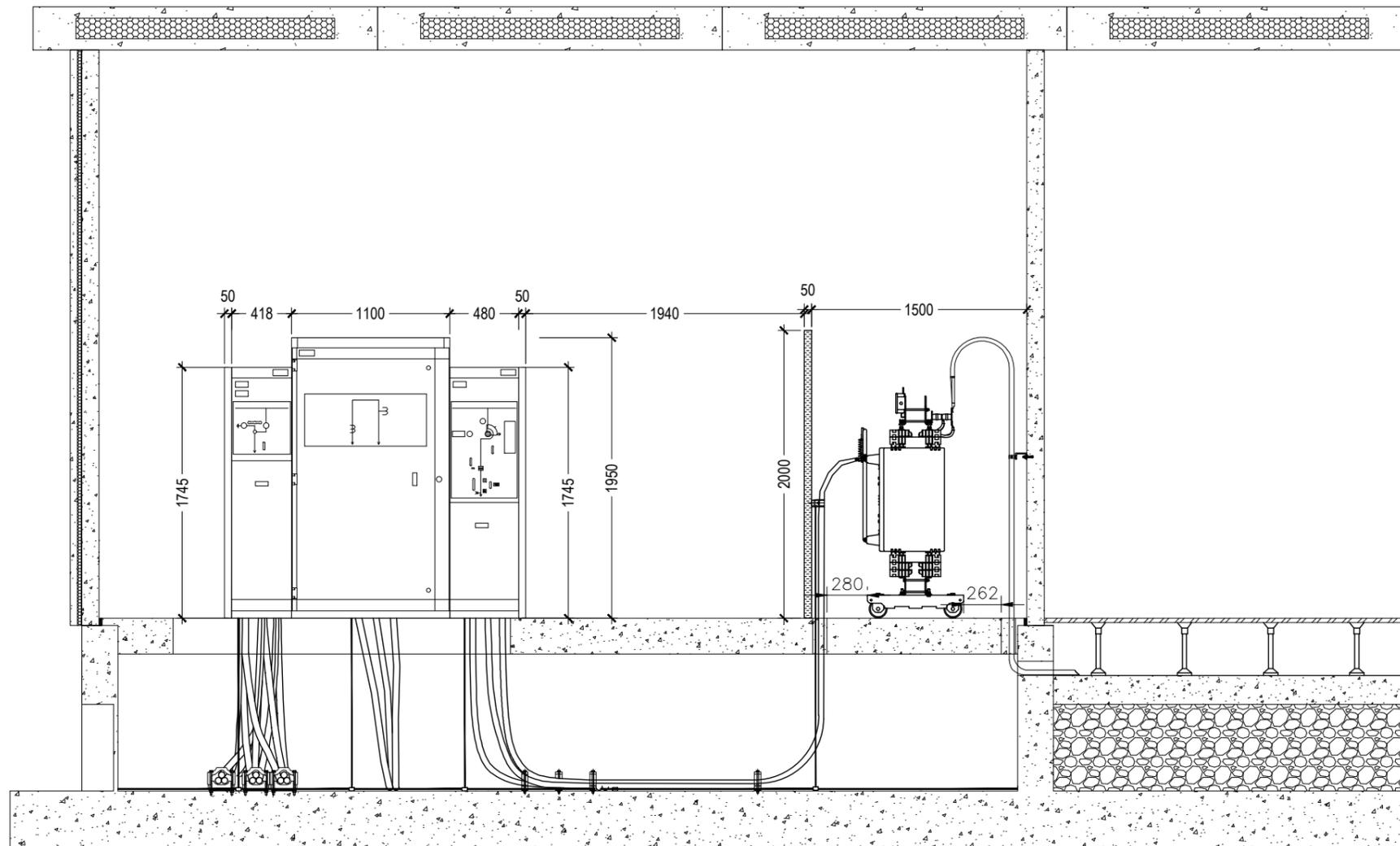
Escala 1/10

		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Uniones</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>9</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Obra Civil. Edificio. Uniones</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 9 de 9	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		APROBADO		ESCALA: 1/40	
2		FECHA		FECHA		FECHA	
3		FECHA		FECHA		FECHA	
FECHA		FECHA		FECHA		Febrero - 2021	

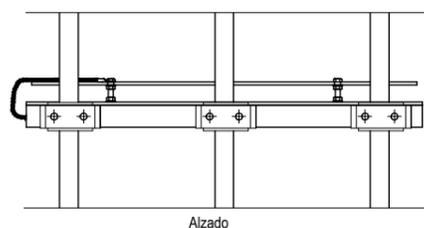


**Planta**

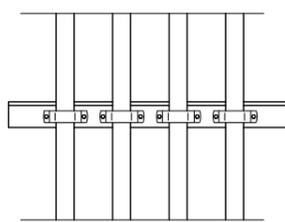
		CODIGO PLANO:		TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NUMERO PLANO: <b>10</b>		
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Edificio MT. Disposición Tapas Metálicas de Forjado</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 7		
	FECHA	REVISIÓN		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845						1/75
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152						
2								
3				FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021



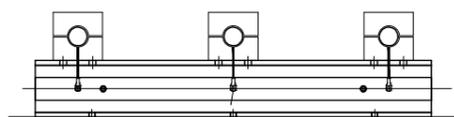
**Sección Longitudinal D-D'**



Alzado



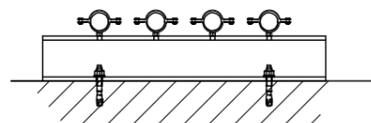
Alzado



Planta

**Detalle Montaje Cables MT**

Escala 1/10



Planta

**Detalle Montaje Cables BT**

Escala 1/10



M. TORRES DESARROLLOS  
ENERGÉTICOS S.L.

CODIGO PLANO:

TITULO PLANO:

**Electricidad MT. Edificio. Sección Longitudinal A - A'**

TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES  
TAFALLA 66/220 KV

NUMERO PLANO:  
**10**

LOCALIZACION: TAFALLA (NAVARRA)

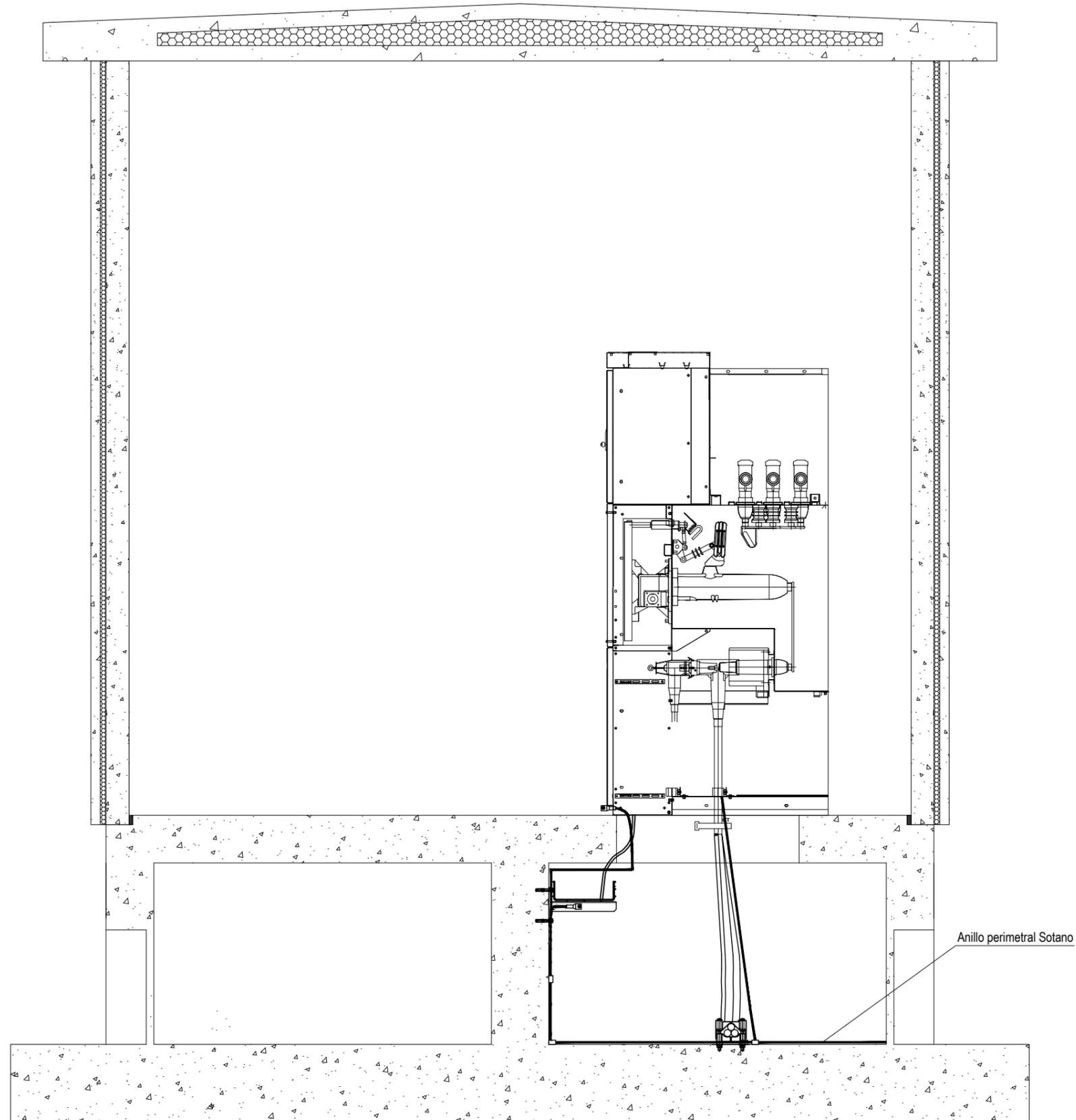
HOJA:  
2 de 7

FECHA	REVISIÓN
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152
2	
3	

DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				1/40
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021

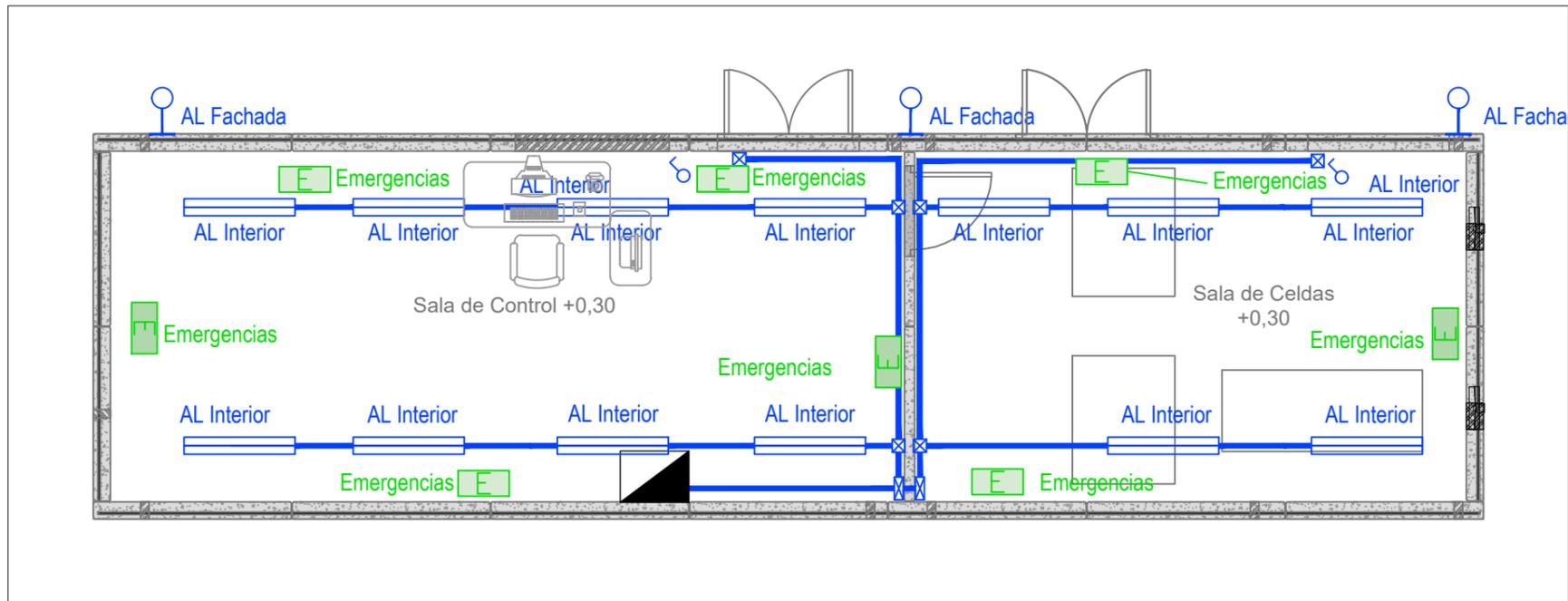
**Sección E-E' (Celda Línea)**

Escala 1/25



		CÓDIGO PLANO: _____		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>10</b>		
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Electricidad MT. Edificio. Cabina Línea Sección B - B'</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 3 de 7		
	FECHA	REVISIÓN		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845						1/25
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152						
2								
3				FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021

# Planta



### Intensidades de Luz

- Sala de Cabinas 300 LUX
- Sala de Control 500 LUX
- Sótano 120 LUX

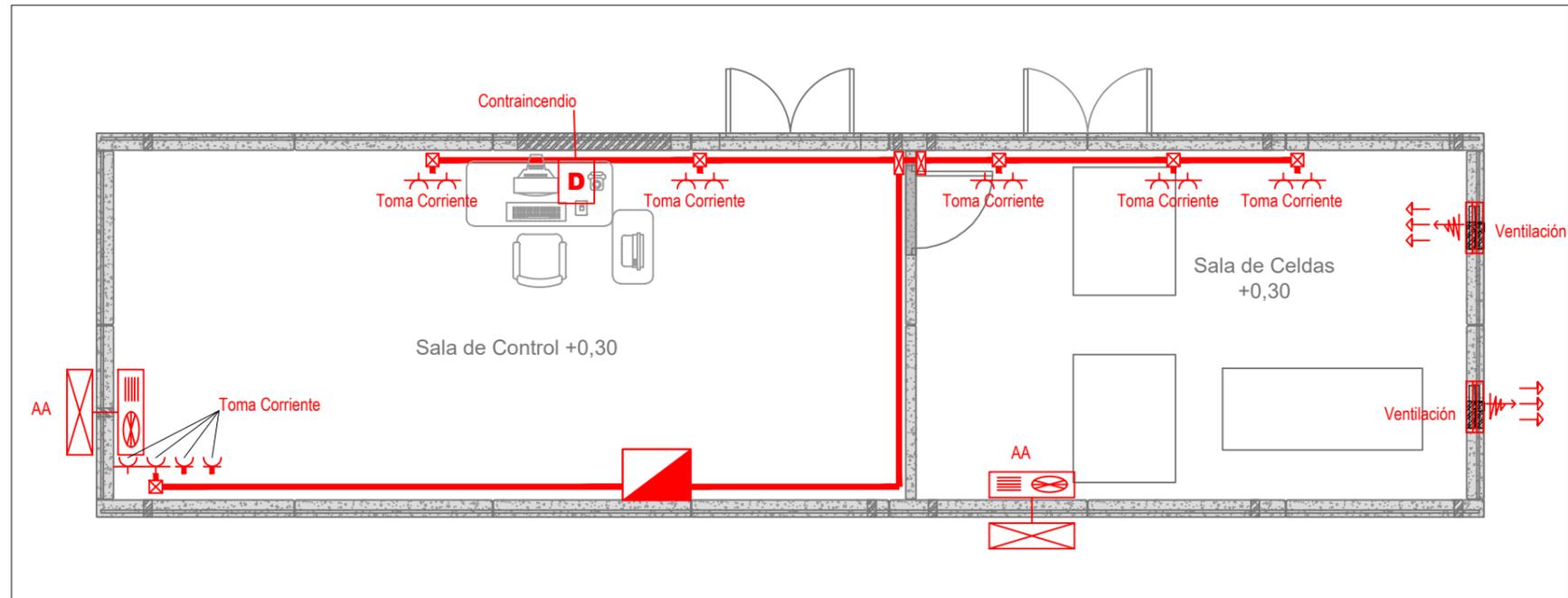
### Legenda de Alumbrado

	Cuadro Servicios Auxiliares Alterna	1 Ud
	Luminaria Alumbrado Perimetral 90W LED Luz día	3 Uds
	Luminaria Abierta con 2 Tubos de 20 w LED	15 Uds
	Interruptor	2 Uds
	Caja Derivación LEGRAND 100x100x55	6 Uds
	Caja Derivación LEGRAND 180x140x86	2 Uds
	PG21	50 m
	PG16 (Bajantes)	50 m
	Luminaria Emergencia (1X16w)	9 Uds

NOTA : El encendido de las luminarias perimetrales se realizara mediante reloj astronomico.

		CODIGO PLANO: <b>Edificio MT. Instalación Alumbrado</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>10</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Edificio MT. Instalación Alumbrado</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 4 de 7	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				APROBADO	
2		ESCALA: 1/75		FECHA		FECHA	
3		ESCALA: Febrero - 2021		FECHA		FECHA	

# Planta

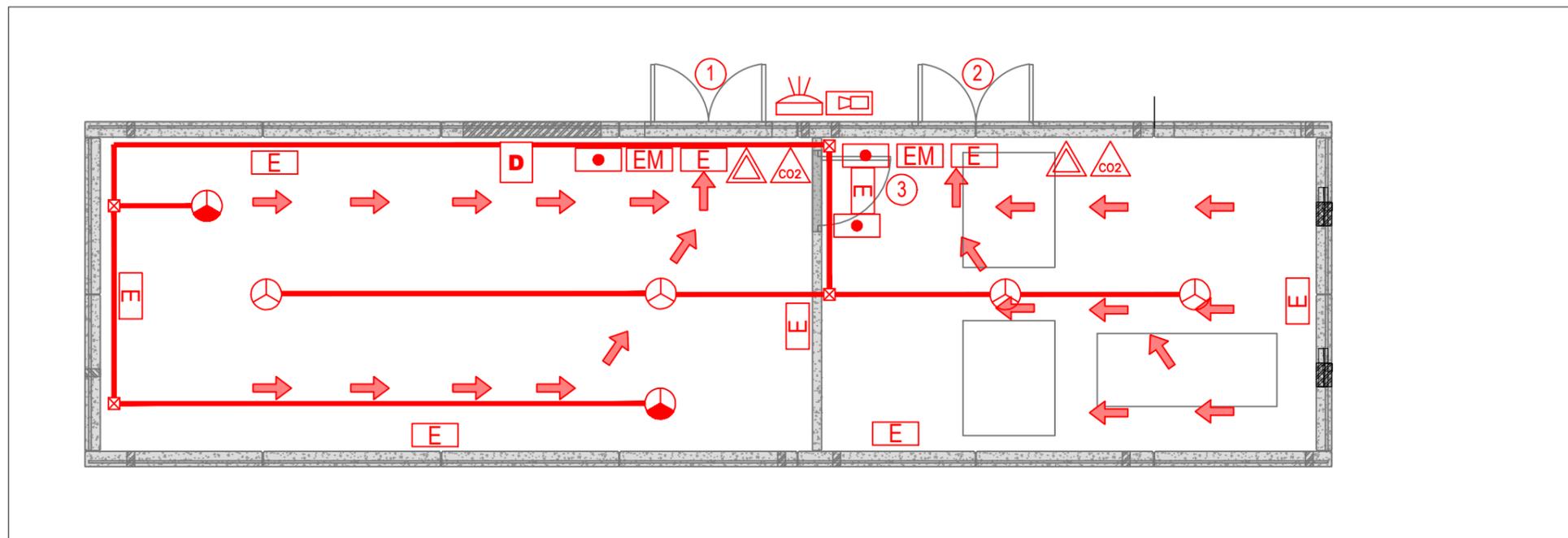


## Leyenda de Electricidad

	Equipo Aire Acondicionado Tipo SPLIT (1500W)	2 Uds
	Cuadro Servicios Auxiliares Alterna	1 Ud
	Base de Enchufe Estanco Bipolar 16 A (T.M)	12 Uds
	Base de Enchufe Estanco Tripolar 32 A (T.T)	2 Uds
	Caja Derivación LEGRAND 100x100x55	6 Uds
	Caja Derivación LEGRAND 180x140x86	2 Uds
	PG21	35 m
	PG16 (Bajantes)	30 m
	Ventilador Helmural (124W)	2 Uds
	Central de Detección de Incendios (300W)	1 Ud

		CODIGO PLANO:		TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NUMERO PLANO: <b>10</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TITULO PLANO: <b>Edificio MT. Instalación Fuerza</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 5 de 7	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/75	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				Febrero - 2021			

## Planta



### Simbología Detección de Incendios y Alumbrado de Emergencia

	Tubos PG 16	
	Caja Derivación Aislante LEGRAND 100x100x55	4 Uds
	Central de Detección de Incendios	1 Ud
	Extintor Móvil de Polvo ABC 25 KG eficacia 377/B.	2 Uds
	Extintor de CO2 eficacia 21 A-113 B.	2 Uds
	Detector Óptico de Humo (en techo).	4 Uds
	Detector Óptico de Humo (en suelo).	2 Uds
	Sentido de Evacuación.	
	Alumbrado de Emergencia (1x16W)	9 Uds
	Señal de Salida de Emergencia.	2 Uds
	Puerta de Evacuación con Barra Antipánico.	3 Uds
	Pulsador de Alarma.	3 Uds
	Sirena Autoprotegida y lanza destellos.	1 Ud

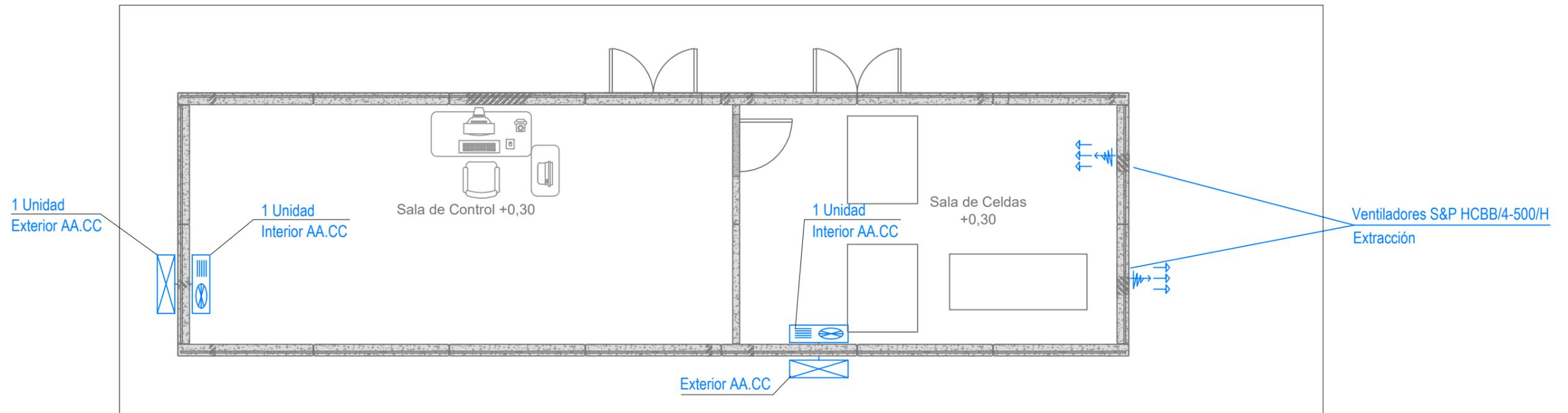
### Sectorización

Sala MT = 9,3x4,0=37,2m <sup>2</sup>	h=3,95m
Sala Control = 8,79x4,0=35,16m <sup>2</sup>	h=3,95m
Falso Suelo = 8,79x4,0=35,16m <sup>2</sup>	h=40cm

Nota: La alimentación eléctrica se realizara usando los tubos PG de los planos de alumbrado.

		CÓDIGO PLANO:		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>10</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TÍTULO PLANO: <b>Edificio MT. Detección de Incendios y Alumbrado de Emergencia</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 6 de 7	
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado N°: 845				REVISADO	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado N°: 15152				APROBADO	
2						ESCALA: 1/75	
3				FECHA		FECHA	
				FECHA		FECHA	
				FECHA		Febrero - 2021	

**Planta**



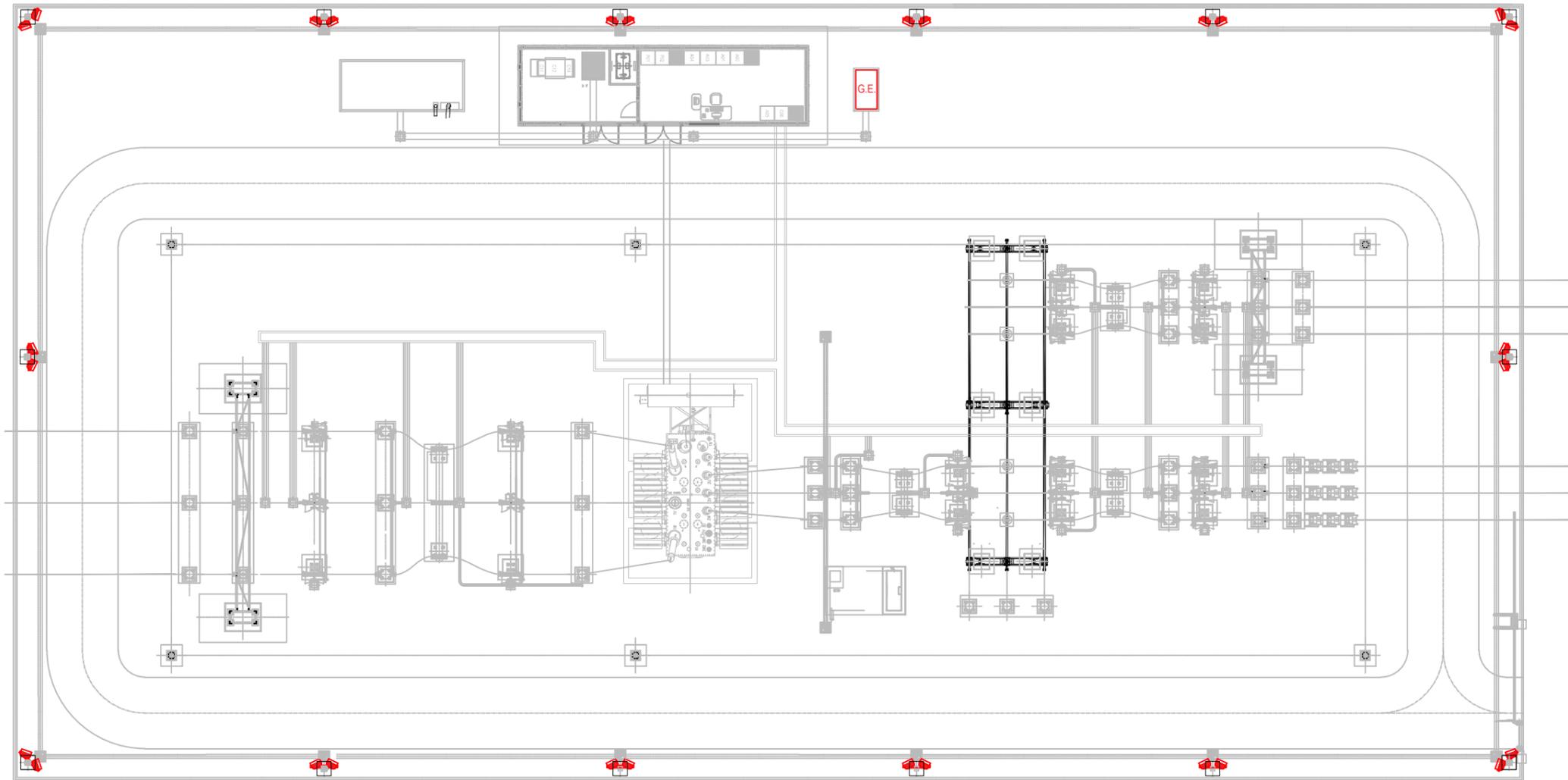
**Leyenda de Estilización y Climatización**

	Extracción de Aire	2 Uds	Ventilador HELMURAL Modelo: HCBB/4-315H monof. de 3.590m <sup>3</sup> /h. 124w con persiana de sobrepresión Modelo: PER-355CR Aluminio
	Consola SPLIT	2 Uds	Equipo de Aire Acondicionado de 4000 Frigorias Fujitsu o equivalente

NOTA : La alimentación eléctrica se realizara usando los tubos PG de los planos de fuerza.

		CODIGO PLANO: _____		TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NUMERO PLANO: <b>10</b>							
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TITULO PLANO: <b>Edificio MT. Ventilación y Climatización</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 7 de 7							
FECHA		REVISIÓN		DISEÑADO		DIBUJADO		REVISADO		APROBADO		ESCALA	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845						FECHA		FECHA		FECHA	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152				1/75		FECHA		FECHA		FECHA	
2		_____		_____		_____		_____		_____		_____	
3		_____		_____		_____		_____		_____		Febrero - 2021	



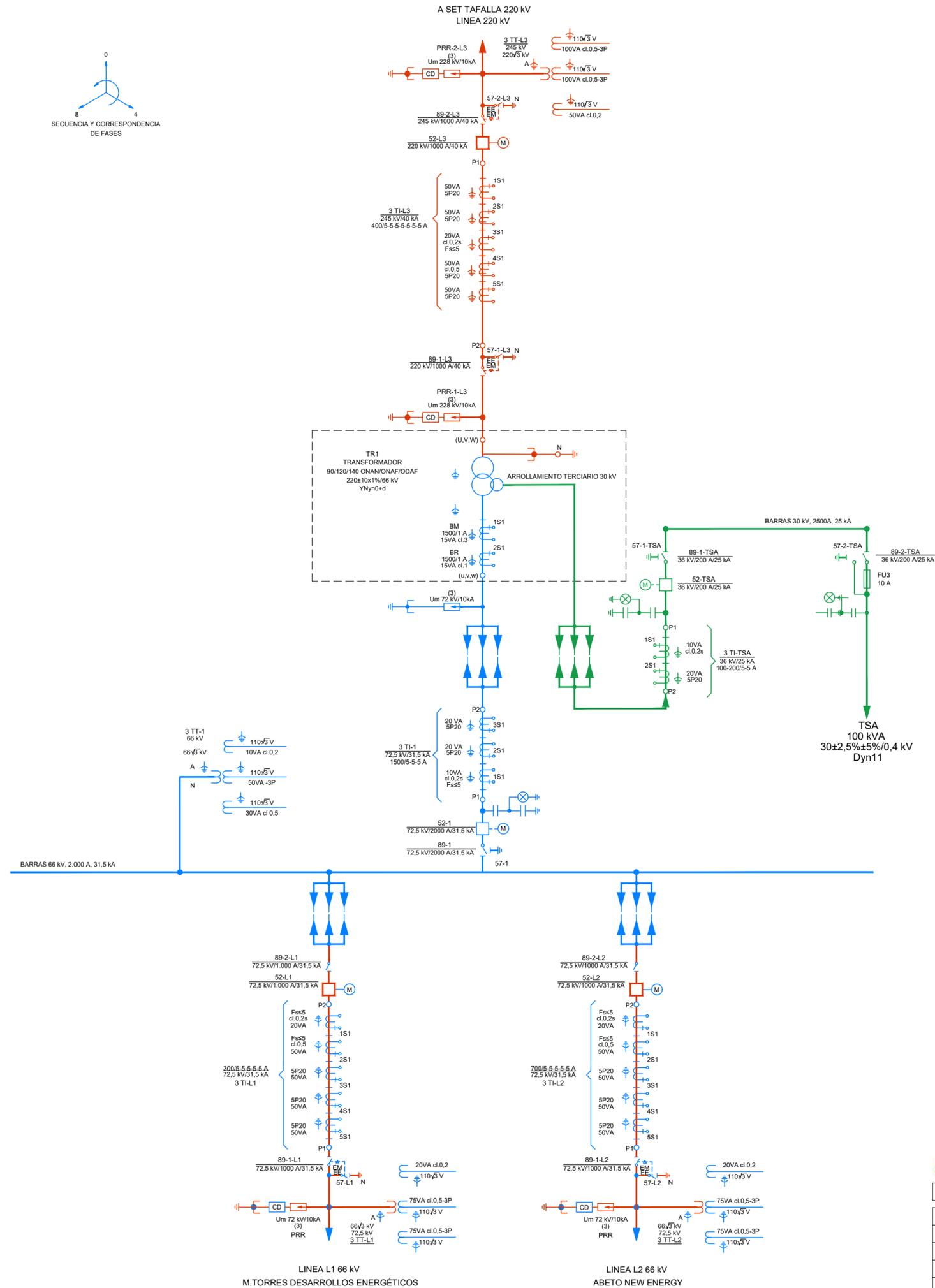
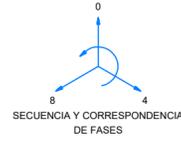


**Leyenda de Alumbrado y Fuerza Exterior**

**G.E.** Grupo Electrónico Insonorizado Servicio Emergencia 80 kVA

2X Proyector LED 150 W

		CODIGO PLANO: <b>Alumbrado y Fuerza Exterior</b>		TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NUMERO PLANO: <b>12</b>		
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TITULO PLANO: <b>Alumbrado y Fuerza Exterior</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 1		
	FECHA	REVISIÓN		DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845						1/300
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152						
2								
3				FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021

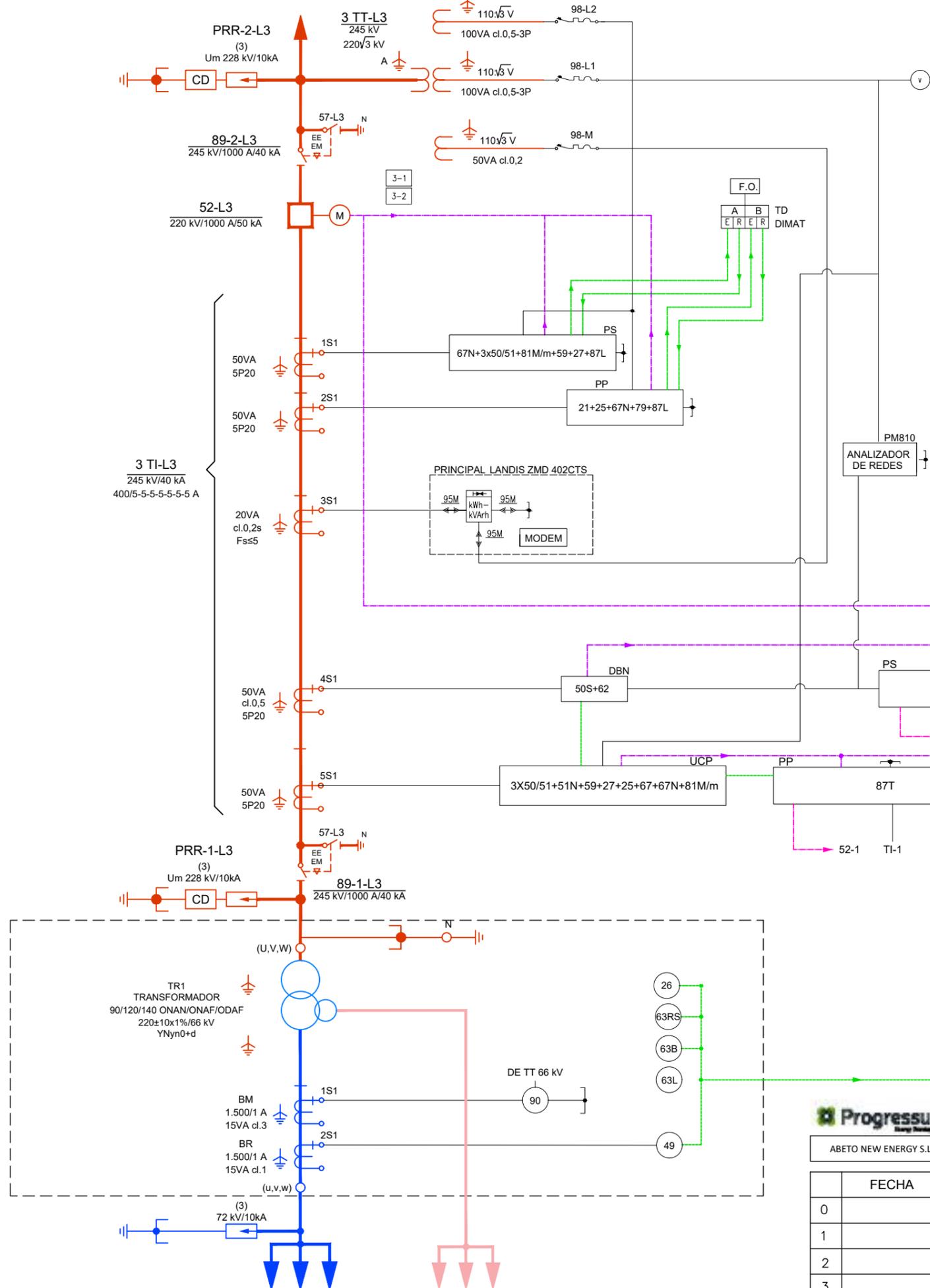


**Características Basicas del Diseño**

<b>SISTEMA 220 kV</b>	
TENSION DE SERVICIO	220 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	245 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	1.050 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	460 kV
REGIMEN DE NEUTRO	RIGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	2000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	40 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	1 s
<b>SISTEMA 66 kV</b>	
TENSION DE SERVICIO	66 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	72,5 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	170 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
REGIMEN DE NEUTRO	RIGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	2000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	31,5 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	DOBLE BATERIA 125/48 Vcc; 400/230 Vca
<b>SISTEMA 30 kV</b>	
TENSION DE SERVICIO	36 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	50 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	170 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
REGIMEN DE NEUTRO	RIGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	2500 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	DOBLE BATERIA 125/48 Vcc; 400/230 Vca

		PROYECTO EJECUCION DE SUBESTACION PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		<b>13</b>
ABETO NEW ENERGY S.L.		<b>Esquema Unifilar Simplificado</b>		TAFALLA (NAVARRA)
FECHA		REVISION		ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		Sin Escala
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		Febrero - 2021
2				
3				

# A SUBESTACIÓN TAFALLA 220 kV

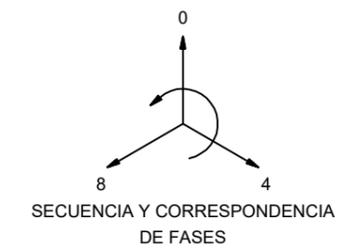


## Leyenda

- 52 INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
- 57 SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
- 89 SECCIONADOR
  
- 2 DISCORDANCIA DE POLOS
- 3 SUPERVISIÓN DE BOBINAS
- 21 PROTECCIÓN DE DISTANCIA
- 25 PROTECCIÓN DE SINCRONISMO
- 26 TERMOMETRO TEMPERATURA DEL ACEITE
- 27 PROTECCIÓN MINIMA TENSION
- 49 PROTECCIÓN DE IMAGEN TERMICA
- 50-51 PROTECCIÓN SOBREENTENSIDAD DE FASES
- 50N-51N PROTECCIÓN SOBREENTENSIDAD DE NEUTRO
- 50s-62 PROTECCIÓN DE FALLO DE INTERRUPTOR
- 59 PROTECCIÓN MAXIMA TENSION
- 63B RELE BUCHHOLZ
- 63L LIBERADOR DE PRESION
- 63RS RELE JANSEN
- 67 PROTECCIÓN DIRECCIONAL DE FASES
- 67N PROTECCIÓN DIRECCIONAL DE NEUTRO
- 79 RELE DE REENGANCHE
- 81 PROTECCIÓN MAXIMA/MINIMA FRECUENCIA
- 86 RELE DE DISPARO CON BLOQUEO
- 87L PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LINEA
- 87T PROTECCIÓN DIFERENCIAL TRANSFORMADOR
- 90 REGULADOR DE TENSION
- 98 INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

## Características Basicas del Diseño

SISTEMA 220 kV	
TENSION DE SERVICIO	220 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	245 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	1.050 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	460 kV
REGIMEN DE NEUTRO	RIGIDO A TIERRA
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	40 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
SISTEMA 66 kV	
TENSION DE SERVICIO	66 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	72.5 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	170 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
REGIMEN DE NEUTRO	RIGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	2000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	31,5 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	DOBLE BATERÍA 125/48 Vcc; 400/230 Vca
SISTEMA 30 kV	
TENSION DE SERVICIO	30 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	36 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	170 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	70 kV
REGIMEN DE NEUTRO	REACTANCIA DE P.A.T.
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	2500 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	25 kA
DURACION DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	DOBLE BATERÍA 125/48 Vcc; 400/230 Vca



ABETO NEW ENERGY S.L.

**Esquema Unifilar Protecciones**

TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV

NÚMERO PLANO: **14**

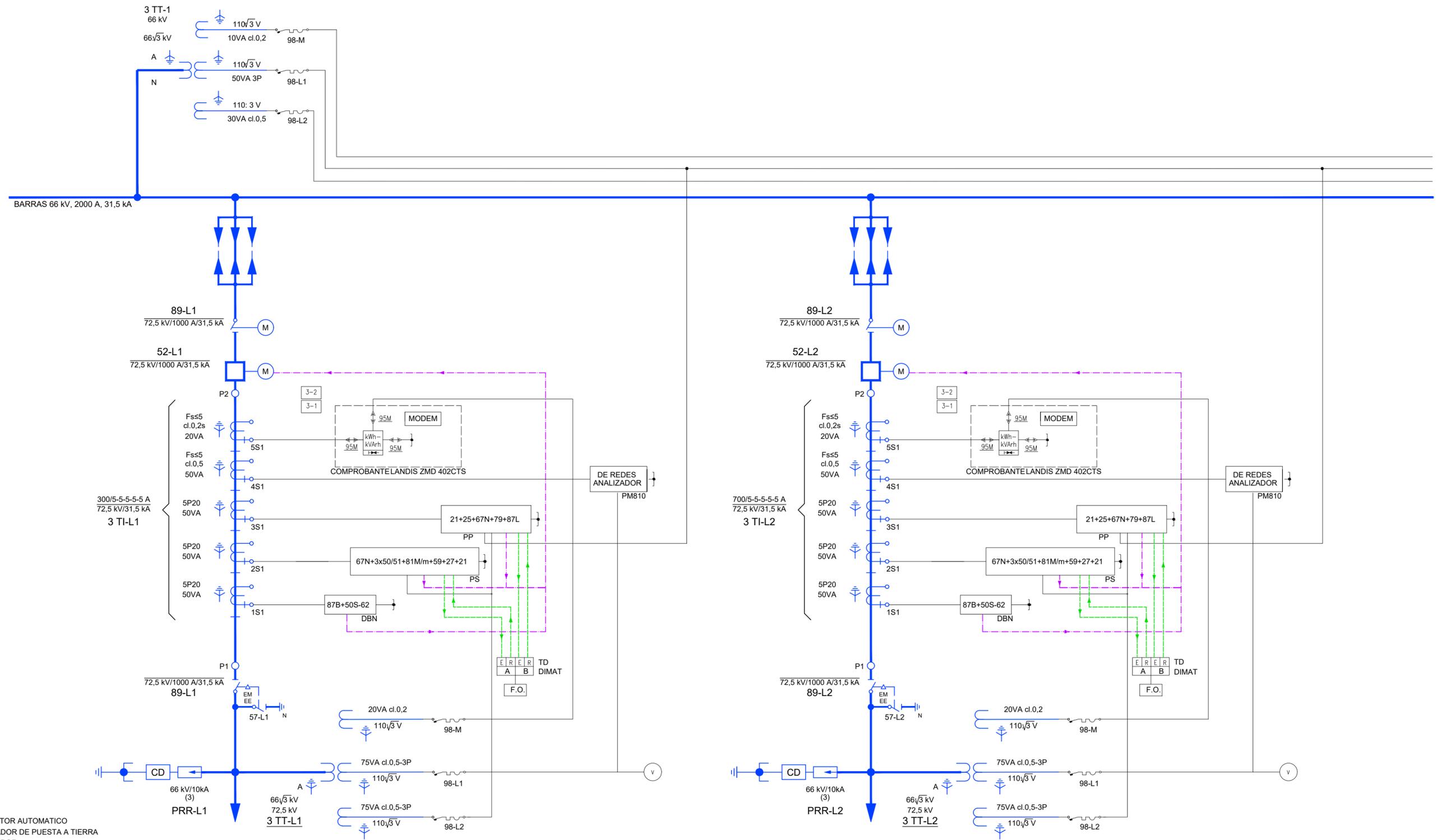
LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)

PÁGINA: 1 de 3

FECHA	REVISIÓN
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152
2	
3	

DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				Sin Escala
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021





LINEA 66 kV

LINEA 66 kV

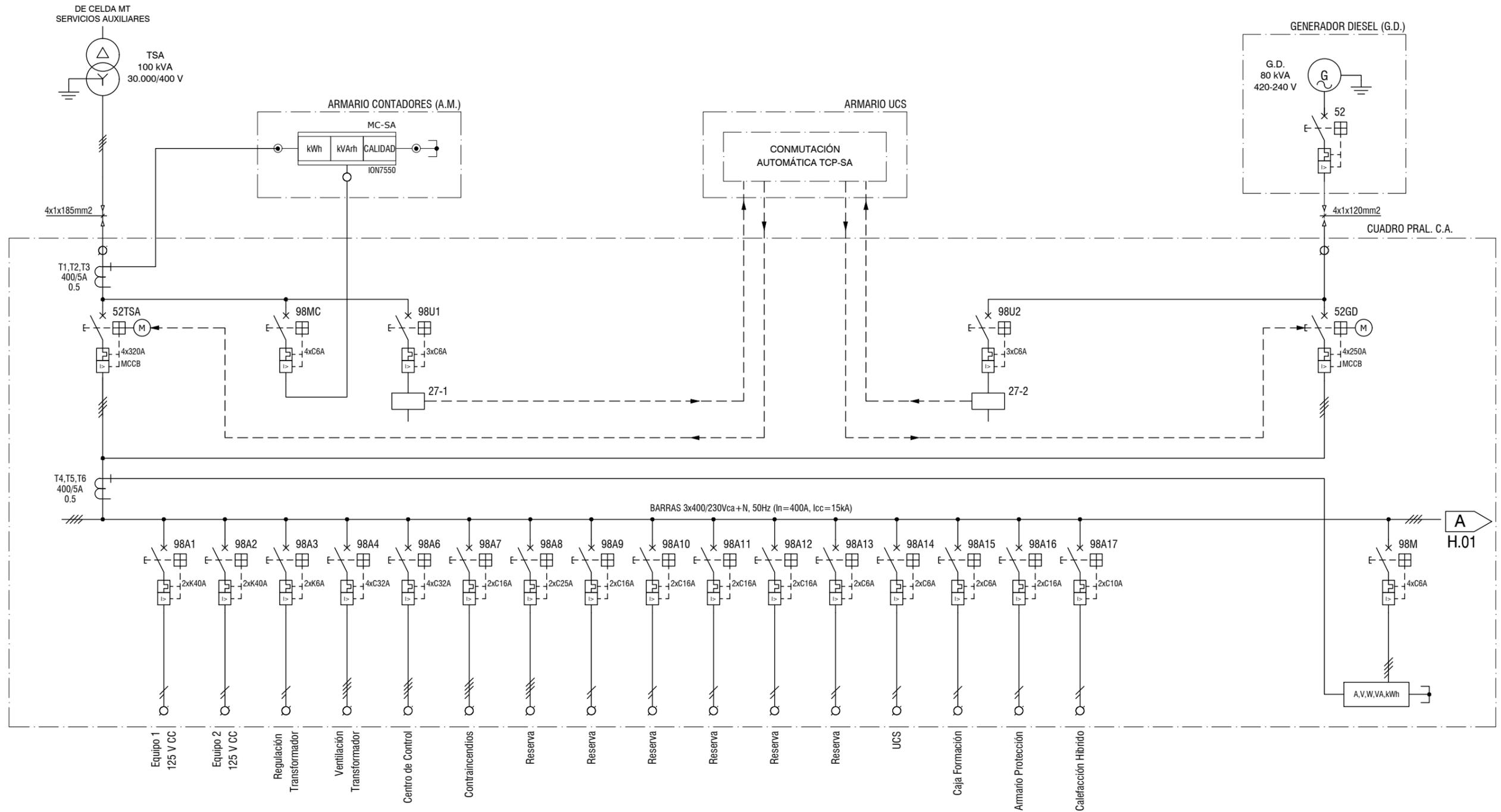
**Legenda**

- 52 INTERRUPTOR AUTOMATICO
- 57 SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA
- 89 SECCIONADOR
  
- 2 DISCORDANCIA DE POLOS
- 3 SUPERVISIÓN DE BOBINAS
- 21 PROTECCIÓN DE DISTANCIA
- 25 PROTECCIÓN DE SINCRONISMO
- 26 TERMOMETRO TEMPERATURA DEL ACEITE
- 27 PROTECCIÓN MINIMA TENSION
- 49 PROTECCIÓN DE IMAGEN TERMICA
- 50-51 PROTECCIÓN SOBREENSIDAD DE FASES
- 50N-51N PROTECCIÓN SOBREENSIDAD DE NEUTRO
- 50s-62 PROTECCIÓN DE FALLO DE INTERRUPTOR
- 59 PROTECCIÓN MAXIMA TENSION
- 63B RELE BUCHHOLZ
- 63L LIBERADOR DE PRESION
- 63RS RELE JANSEN
- 67 PROTECCIÓN DIRECCIONAL DE FASES
- 67N PROTECCIÓN DIRECCIONAL DE NEUTRO
- 79 RELE DE REENGANCHE
- 81 PROTECCIÓN MAXIMA/MINIMA FRECUENCIA
- 86 RELE DE DISPARO CON BLOQUEO
- 87L PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE LINEA
- 87T PROTECCIÓN DIFERENCIAL TRANSFORMADOR
- 90 REGULADOR DE TENSION
- 98 INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO

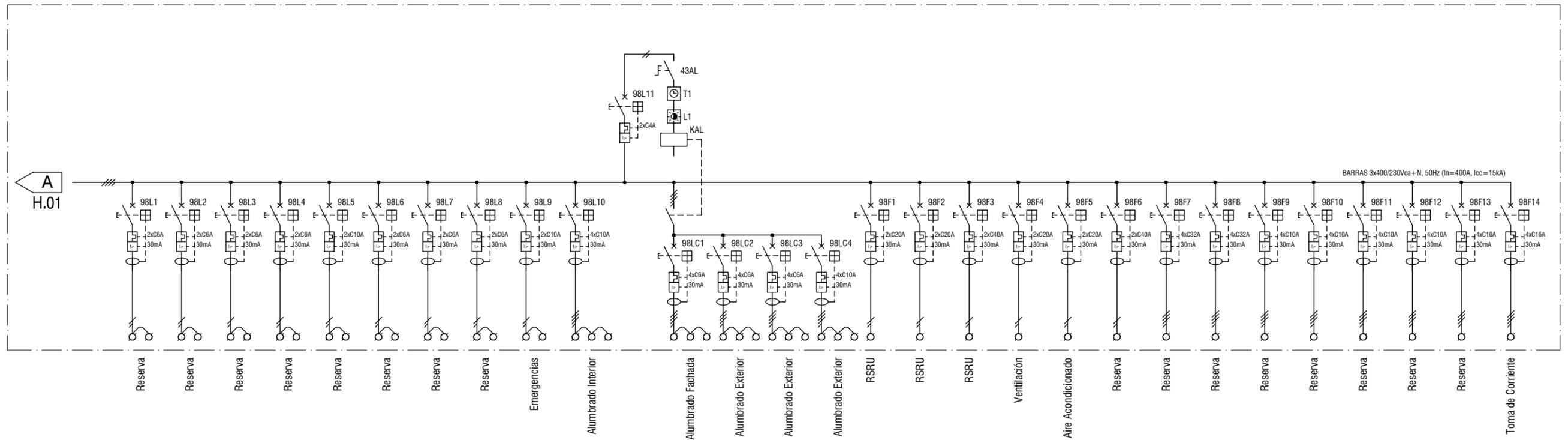
**Características Basicas del Diseño**

SISTEMA 66 kV	
TENSION DE SERVICIO	66 kV
TENSION MAS ELEVADA PARA EL MATERIAL	72,5 kV
NIVEL BASICO DE IMPULSO	325 kV
TENSION FRECUENCIA INDUSTRIAL 1 MINUTO	140 kV
REGIMEN DE NEUTRO	RIGIDO A TIERRA
INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	2000 A
INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	31,5 kA
DURACIÓN DE CORTOCIRCUITO	1 s
TENSION DE CIRCUITOS AUXILIARES	DOBLE BATERIA 125/48 Vcc; 400/230 Vca

		PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		<b>14</b>
ABETO NEW ENERGY S.L.		<b>Esquema Unifilar Protecciones</b>		TAFALLA (NAVARRA)
FECHA		REVISIÓN		ESCALA
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845		Sin Escala
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152		Sin Escala
2				
3				
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021



		CODIGO PLANO:		TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NUMERO PLANO: <b>15</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		TITULO PLANO: <b>Esquema Unifilar Servicios Auxiliares C.A.</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 2	
FECHA:		REVISIÓN:		DISEÑADO:		DIBUJADO:	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845				REVISADO:	
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				APROBADO:	
2						ESCALA: Sin Escala	
3				FECHA:		FECHA:	
				FECHA:		FECHA:	
				FECHA:		Febrero - 2021	



M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.

TÍTULO PLANO: Esquema Unifilar Servicios Auxiliares C.A.

TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV

NÚMERO PLANO: 15

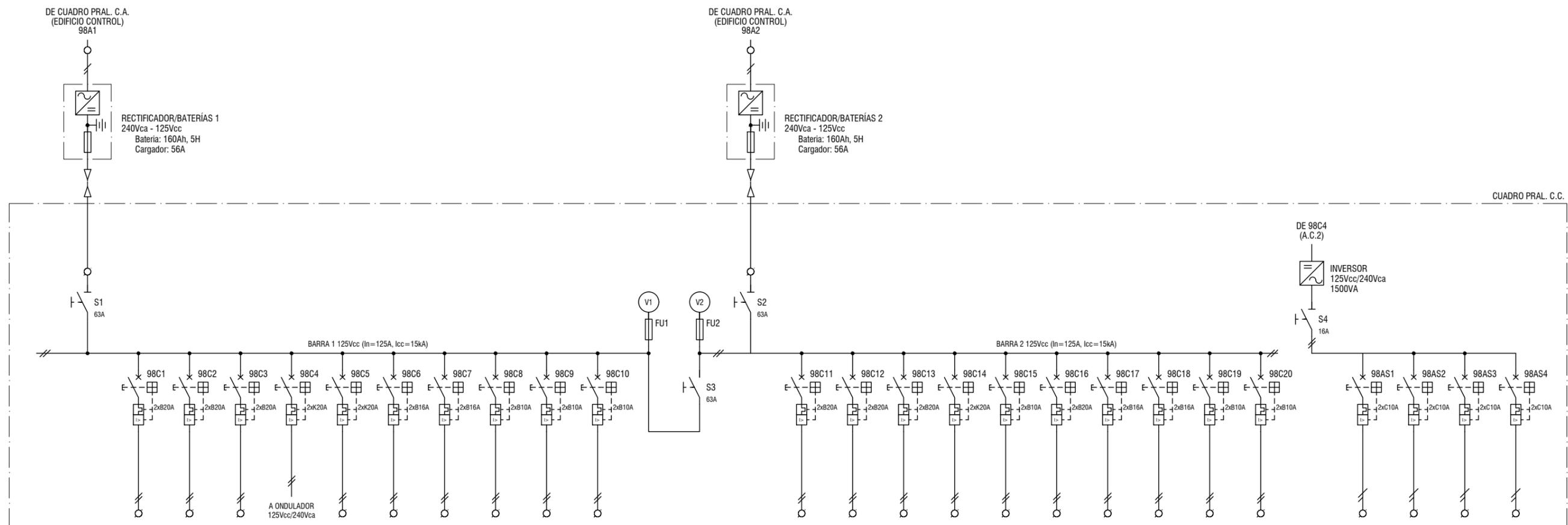
LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)

FOLIO: 2 de 2

FECHA	REVISIÓN
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152
2	
3	

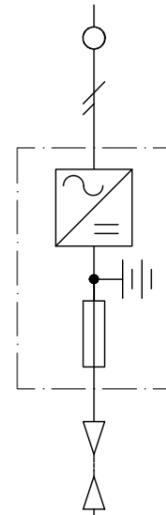
DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				Sin Escala
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021





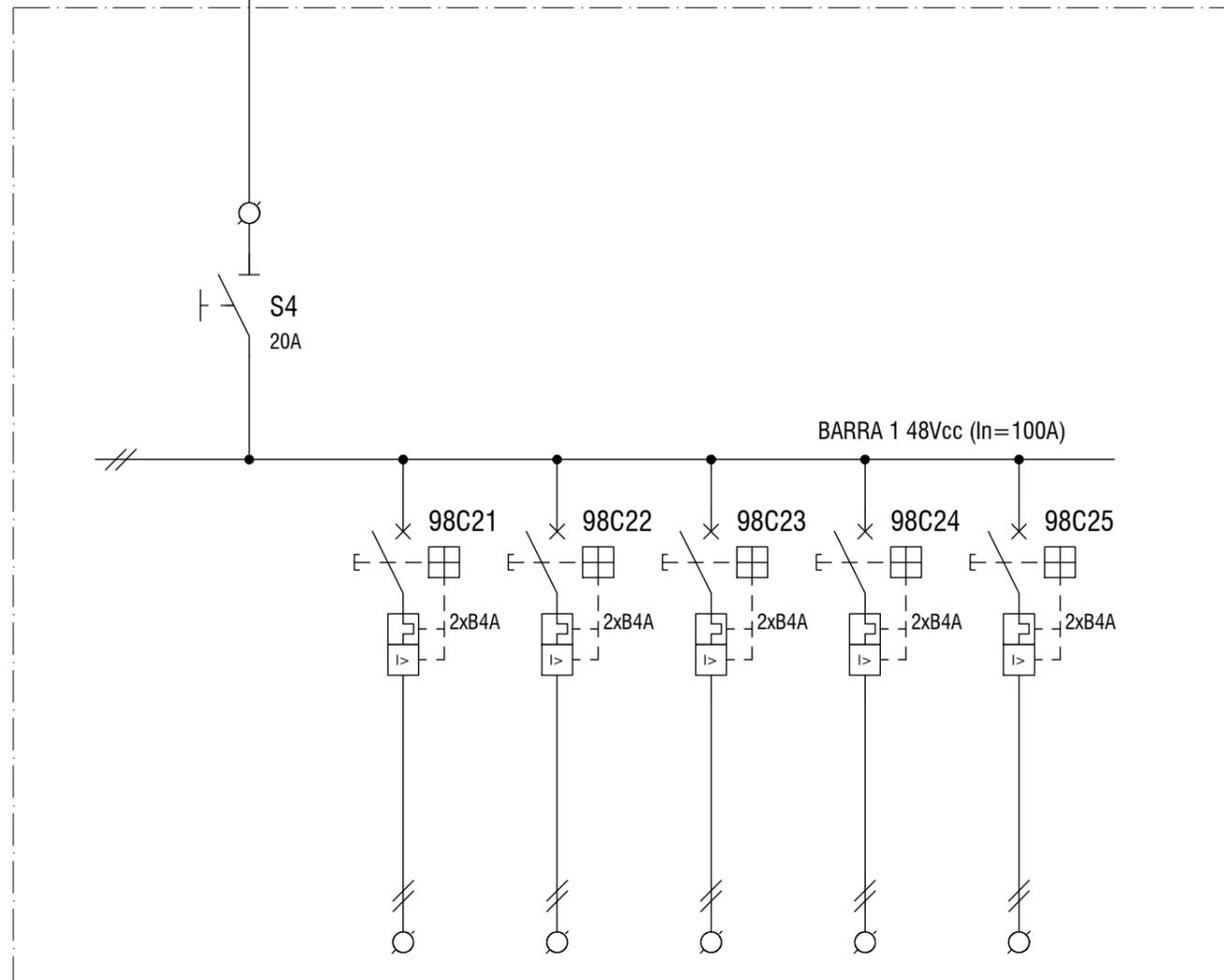
		TÍTULO PLANO: <b>Esquema Unifilar Servicios Auxiliares C.C.</b>		TÍTULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBESTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV		NÚMERO PLANO: <b>16</b>	
M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.		<b>Esquema Unifilar Servicios Auxiliares C.C.</b>		LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)		HOJA: 1 de 2	
<b>FECHA</b>		<b>REVISIÓN</b>		<b>DISEÑADO</b>		<b>DIBUJADO</b>	
0		JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845					
1		GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152				<b>Sin Escala</b>	
2							
3							
<b>FECHA</b>		<b>FECHA</b>		<b>FECHA</b>		<b>FECHA</b>	
						Febrero - 2021	

DE CUADRO PRAL. C.A.  
(EDIFICIO CONTROL)  
98A3



RECTIFICADOR/BATERÍAS  
240Vca - 48Vcc  
Bateria: 50Ah, 6H  
Cargador: 16A

CUADRO PRAL. CC



CODIGO PLANO: \_\_\_\_\_

TITULO PROYECTO: PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBSTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV

NUMERO PLANO: **16**

M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.

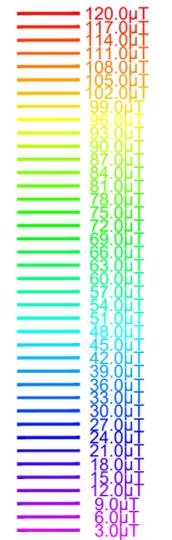
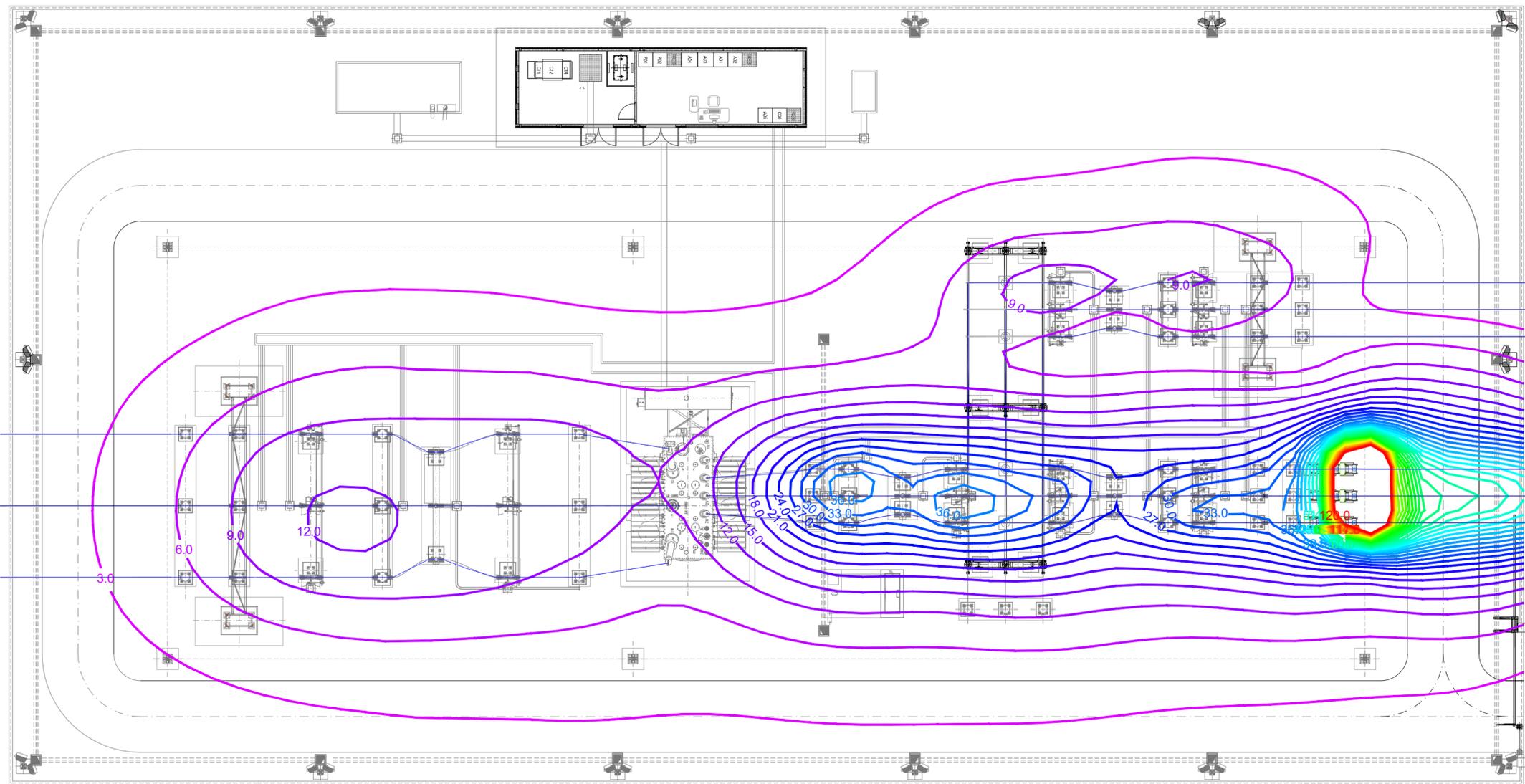
TITULO PLANO: **Esquema Unifilar Servicios Auxiliares C.C.**

LOCALIZACIÓN: TAFALLA (NAVARRA)

HOJA: 2 de 2

FECHA	REVISIÓN
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº: 845
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº: 15152
2	
3	

DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
				Sin Escala
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA	Febrero - 2021



M. TORRES DESARROLLOS ENERGÉTICOS S.L.

PROYECTO EJECUCIÓN DE SUBSTACIÓN PROMOTORES TAFALLA 66/220 KV

17

**Campos Magnéticos**

TAFALLA (NAVARRA)

1 de 1

FECHA	REVISIÓN	DISEÑADO	DIBUJADO	REVISADO	APROBADO	ESCALA
0	JUAN JOSÉ GÁZQUEZ GONZÁLEZ Ingeniero Técnico Industrial - Colegiado Nº : 845					1/200
1	GUILLERMO BERBEL CASTILLO Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos - Colegiado Nº : 15152					
2						
3						



FECHA FECHA FECHA FECHA Febrero - 2021

