

Khamiss Ennajar Oumida

**ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL RIU CLAR**

TRABAJO FINAL DE GRADO

Dirigido por Lluís Massagués Vidal

Grado de Ingeniería Eléctrica



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2023



## **ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL RIU CLAR**

**AUTOR:** Khamiss Ennajar Oumida

**DIRECTOR:** Lluís Massagués Vidal

**Resumen.** El presente proyecto se trata de diseñar una línea de media tensión de 25 kV para alimentar un conjunto de parcelas ubicadas en el polígono industrial de Riu Clar Tarragona. Antes de empezar con el diseño de la red, se realiza un estudio de trazado de la línea, con la finalidad de que el trayecto sea lo más corto posible y económicamente viable. Además, teniendo en cuenta que el impacto ambiental sea el mínimo posible. Después del estudio del trayecto de la red de distribución, se realiza el diseño de los planos requeridos para la construcción de la red, siempre teniendo en cuenta las normas vigentes tanto estatales como municipales y las especificaciones técnicas de Endesa.

**Titulación:** Grado de Ingeniería Eléctrica

**Fecha de Presentación:** Enero de 2023



## **ELECTRIFICACIÓ DEL POLIGON INDUSTRIAL RIU CLAR**

AUTOR: Khamiss Ennajar Oumida

DIRECTOR: Lluís Massagués Vidal

**Resum.** El present projecte es tracta dissenyar una línia de mitja tensió de 25 kV per alimentar un conjunt de parcel·les ubicades al polígon industrial de Riu Clar Tarragona. Abans de començar amb el disseny de la xarxa, es realitza un estudi de traçat de la línia, amb la finalitat que el trajecte sigui el més curt possible i econòmicament viable. A més, tenint en compte que l'impacte ambiental sigui el mínim possible. Després de l'estudi del trajecte de la xarxa de distribució, es realitza el disseny dels plànols requerits per a la construcció de la xarxa, sempre tenint en compte les normes vigents tant estatals com municipals i les especificacions tècniques d'Endesa.

**Titulació:** Grau d'Enginyeria Elèctrica

**Data de Presentació:** Gener del 2023



## **ELECTRIFICATION OF THE RIU CLAR INDUSTRIAL ESTATE**

**AUTHOR:** Khamiss Ennajar Oumida

**SUPERVISOR:** Lluís Massagués Vidal

**Abstract.** This project deals with the design of a 25 kV medium voltage line to feed a set of parcels located in the industrial area of Riu Clar Tarragona. Before starting with the design of the network, a study of the layout of the line was carried out, in order to make the distance as short as possible and economically viable. In addition, taking into account that the environmental impact is the minimum possible. After the study of the distribution network route, the design of the plans required for the construction of the network is carried out, always considering the current state and municipal regulations and Endesa's technical specifications.

**Study Program:** Degree in Electrical Engineering

**Defense Date:** January 2023

## Referencia del proyecto: 1032025

### Proyecto

Realización de un proyecto Técnico de Electrificación del polígono industrial Riu Clar mediante una Línea de Media Tensión de 25 kV que alimenta a varios centros de transformación.

### Emplazamiento

Polígono Industrial de Riu Clar Tarragona (ver plano 1 y 2)

### Cliente

Proyectos y Construcciones S.A

CIF: A63700306

Calle de Coure, parcela 75, 43006 Polígono Industrial Riu Clar (Tarragona)

### Empresa

Proyectos Ingeniería Eléctrica S.A

NIF: 0910948-C

Calle de Plata, parcela 82, 43006 Polígono Industrial Riu Clar (Tarragona)

### Autor del Proyecto

Khamiss Ennajar Oumida

Ingeniero eléctrico

N. de colegiado 256489260

Autor	Institución propietaria
Khamiss Ennajar	

Tarragona, 06 de enero de 2023

# 1. Índice

1.	Índice .....	6
2.	Memoria .....	12
2.1.	Objetivo .....	13
2.2.	Alcance .....	13
2.3.	Antecedentes .....	13
2.4.	Normas y referencias .....	13
2.4.1.	Dispositivos legales .....	13
2.4.2.	Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto	14
2.4.3.	Bibliografía.....	14
2.4.4.	Programas de cálculo.....	14
2.4.5.	Otras referencias .....	15
2.5.	Definiciones y abreviaturas.....	15
2.6.	Requisitos de diseño .....	15
2.6.1.	Cliente.....	15
2.6.2.	Emplazamiento .....	15
2.6.3.	Parcelas o terrenos afectados .....	15
2.6.4.	Parcelas para abastecer con potencia eléctrica .....	16
2.6.5.	Línea aérea media tensión LAMT .....	16
2.6.6.	Línea subterránea media tensión LSMT.....	23
2.6.7.	Centros de transformación.....	27
2.6.8.	Red de baja tensión.....	31
2.7.	Análisis de soluciones.....	35
2.8.	Resultados finales .....	35
2.8.1.	Tramo aéreo.....	35
2.8.2.	Tramo subterráneo media tensión.....	36
2.8.3.	Centros de transformación.....	37
2.8.4.	Red de baja tensión.....	38
2.9.	Planificación de trabajos .....	38
2.10.	Orden de prioridad entre los documentos .....	39
3.	Anexos .....	40
3.1.	Documentos de partida .....	41
3.2.	Previsión de demanda de potencia.....	41
3.3.	Cálculo de los apoyos .....	43
3.3.1.	Resumen de formulas .....	43

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

3.3.2.	Datos generales de la instalación.....	69
3.3.3.	Distancias de seguridad. ....	69
3.3.4.	Cruzamientos.....	71
3.3.5.	Tensiones y flechas en hipótesis reglamentarias. ....	72
3.3.6.	Tensiones y flechas de tendido.....	72
3.3.7.	Cálculo de apoyos.....	73
3.3.8.	Apoyos adoptados. ....	73
3.3.9.	Crucetas adoptadas. ....	73
3.3.10.	Cálculo de cimentaciones. ....	73
3.3.11.	Cálculo de cadenas de aisladores.....	74
3.3.12.	Cálculo de esfuerzos verticales sin sobrecarga.....	74
3.3.13.	Flechas en hipótesis de tracción máxima.....	74
3.4.	Cálculo de la red de media tensión.....	74
3.4.1.	Fórmulas Generales.....	74
3.4.2.	Fórmula Conductividad Eléctrica.....	75
3.4.3.	Fórmulas Cortocircuito.....	75
3.4.4.	Características generales de la red.....	76
3.4.5.	Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos.....	76
3.4.6.	Pérdidas de potencia activa en kW.....	78
3.4.7.	Resultados obtenidos para las protecciones.....	79
3.4.8.	Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos.....	79
3.4.9.	Caída de tensión total en los distintos itinerarios.....	79
3.4.10.	Resultados del cálculo a cortocircuito.....	79
3.4.11.	Cálculo de Cortocircuito en Pantallas.....	80
3.5.	Centro de transformación prefabricado simple.....	80
3.5.1.	Intensidad de alta tensión.....	80
3.5.2.	Intensidad en baja tensión.....	81
3.5.3.	Cortocircuito.....	81
3.5.4.	Dimensionado del embarrado.....	82
3.5.5.	Selección de las protecciones de alta y baja tensión.....	83
3.5.6.	Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.....	84
3.5.7.	Dimensionado del pozo apagafuegos.....	85
3.5.8.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	85
3.6.	Centro de transformación prefabricado doble.....	90
3.6.1.	Intensidad de alta tensión.....	90
3.6.2.	Intensidad en baja tensión.....	90
3.6.3.	Cortocircuito.....	91

3.6.4.	Dimensionado del embarrado.....	92
3.6.5.	Selección de las protecciones de alta y baja tensión. ....	93
3.6.6.	Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.....	95
3.6.7.	Dimensionado del pozo apagafuegos. ....	95
3.6.8.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	95
3.7.	Cálculo de Baja Tensión .....	101
3.7.1.	Fórmulas generales .....	101
3.7.2.	Fórmulas Sobrecargas .....	101
3.7.3.	Fórmulas Cortocircuito.....	101
3.7.4.	Centro de transformación 1 .....	103
3.7.5.	Centro de transformación 2 .....	104
3.7.6.	Centro de transformación 3 .....	105
3.7.7.	Centro de transformación 4 .....	106
3.7.8.	Centro de transformación 5 .....	107
3.8.	Estudio seguridad y salud .....	107
3.8.1.	Prevención de riesgos laborales.....	107
3.8.2.	Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo .....	114
3.8.3.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo .....	115
3.8.4.	Seguridad y salud .....	121
3.8.5.	Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.....	132
4.	Planos .....	135
4.1.	Situación .....	136
4.2.	Emplazamiento .....	137
4.3.	Distribución de las parcelas .....	138
4.4.	Trazado de la línea aérea de media tensión .....	139
4.5.	Trazado de la línea subterránea de media tensión .....	140
4.6.	Detalle del tramo aéreo .....	141
4.7.	Detalle apoyo de celosía .....	142
4.8.	Conversión aérea subterránea .....	143
4.9.	Detalle chapa antiescalo y cadena de amarre.....	144
4.10.	Protección, Cruzamiento y Paralelismo con servicios .....	145
4.11.	Detalle de las zanjas de media tensión .....	146
4.12.	Detalle de las arquetas de media tensión.....	147
4.13.	Centro de transformación .....	148

4.14.	Esquema unifilar de centro de transformación.....	149
4.15.	Centro de transformación doble .....	150
4.16.	Esquema unifilar centro de transformación doble.....	151
4.17.	Conexión entre los centros de transformación .....	152
4.18.	Distribución de baja tensión de centro de transformación 1 .....	153
4.19.	Distribución de baja tensión de centro de transformación 2 .....	154
4.20.	Distribución de baja tensión de centro de transformación 3 .....	155
4.21.	Distribución de baja tensión de centro de transformación 4 .....	156
4.22.	Distribución de baja tensión de centro de transformación 5 .....	157
4.23.	Detalle de las zanjas de baja tensión .....	158
4.24.	Acabados superficiales .....	159
4.25.	Detalle de las arquetas de baja tensión.....	160
4.26.	Detalle de caja de seccionamiento y protección general.....	161
5.	Pliego de condiciones .....	162
5.1.	Condiciones Generales .....	163
5.1.1.	Objetivo .....	163
5.1.2.	Campo de aplicación .....	163
5.1.3.	Disposiciones generales.....	163
5.1.4.	Organización del trabajo.....	165
5.1.5.	Ensayos.....	166
5.1.6.	Limpieza y seguridad en las obras.....	167
5.1.7.	Medios auxiliares.....	167
5.1.8.	Ejecución de las obras. ....	167
5.1.9.	Subcontratación de las obras. ....	167
5.1.10.	Plazo de ejecución. ....	168
5.1.11.	Recepción provisional.....	168
5.1.12.	Periodos de garantía.....	169
5.1.13.	Recepción definitiva. ....	169
5.1.14.	Pago de obras .....	169
5.1.15.	Abono de materiales acopiados .....	169
5.1.16.	Disposición final .....	170
5.2.	Condiciones técnicas.....	170
5.2.1.	Línea aérea.....	170
5.2.2.	Red subterránea .....	184
5.2.3.	Centro de transformación .....	198
6.	Mediciones .....	209
6.1.	Capítulo C01 Línea área media tensión .....	210

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

6.2.	Capítulo C02 Línea subterránea media tensión .....	211
6.3.	Capítulo C03 Centros de transformación.....	214
6.4.	Capítulo C04 Red de baja tensión.....	217
6.5.	Capítulo C05 Varios .....	224
7.	Presupuesto.....	225
7.1.	Precios unitarios.....	226
7.2.	Precios Descompuestos.....	232
7.2.1.	Capítulo C01 Línea aérea media tensión.....	232
7.2.2.	Capítulo C02 Línea subterránea media tensión.....	236
7.2.3.	Capítulo C03 Centros de transformación .....	237
7.2.4.	Capítulo C04 Red de baja tensión .....	243
7.2.5.	Capítulo C05 Varios .....	251
7.3.	Presupuesto .....	252
7.3.1.	Capítulo C01 Línea aérea media tensión.....	252
7.3.2.	Capítulo C02 Línea subterránea media tensión.....	253
7.3.3.	Capítulo C03 Centros de transformación .....	253
7.3.4.	Capítulo C04 Red de baja tensión .....	254
7.3.5.	Capítulo C05 Varios .....	254
7.4.	Resumen Presupuesto .....	255

## **2. Memoria**

## **2.1.Objetivo**

El objetivo del presente proyecto es diseñar una red de distribución para electrificar un conjunto de parcelas ubicadas en el polígono industrial de Riu Clar (Tarragona).

Desde la subestación eléctrica de Endesa ubicada en el mismo polígono, parte una línea aérea de media tensión de 25 kV hasta la zona de las parcelas afectada. Entonces, en la zona afectada se convierte la línea aérea en subterránea para alimentar los diferentes centros de transformación. Desde los centros de transformaciones se alimentan los circuitos de baja tensión.

La finalidad del presente proyecto es establecer y justificar las características generales para diseñar, calcular y construir la red distribución.

Todo el diseño de la red complicará con las normas vigentes estatales, municipales y las especificaciones técnicas de Endesa.

## **2.2. Alcance**

El alcance del presente proyecto es realizar el diseño de la línea aérea de media tensión, el diseño de la línea subterránea, el diseño los centros de transformación y el diseño de los circuitos de baja tensión que alimentan a las diferentes parcelas.

Antes de empezar con el diseño de la red, se realiza un estudio de trazado de la línea, con la finalidad de que sea el trayecto sea lo más corto posible y económicamente viable. Además, teniendo en cuenta que el impacto ambiental sea el mínimo posible.

Después del estudio del trayecto de la red de distribución, se realiza el diseño de los planos requeridos para la construcción de la red, siempre teniendo en cuenta las normas vigentes tanto estatales como municipales y las especificaciones técnicas de Endesa.

Por último, se realiza un estudio económico de la construcción de la red.

## **2.3.Antecedentes**

En los últimos años el polígono industrial de Riu Clar, ha tenido unas ampliaciones importantes de parcelas. Esto se traduce directamente en un incremento considerable de demanda de potencia eléctrica. Por lo tanto, para abastecer estas ampliaciones, se opta por la construcción de una nueva red distribución.

## **2.4.Normas y referencias**

### **2.4.1. Dispositivos legales**

Para redactar este proyecto se tendrá en cuenta toda la reglamentación y normativa vigente:

- UNE 157001: Criterios generales para la elaboración de proyectos técnico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 37/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas.
- Real Decreto 1048/2013, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de la distribución de energía eléctrica.
- Real decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- 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.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real decreto 773/1997, de 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- 

#### **2.4.2. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la redacción del proyecto**

La redacción del presente proyecto se basa en la norma UNE 157001, que especifica los criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

Tanto el diseño como el cálculo de la red de distribución, se realiza con el programa dmELECT. Por lo tanto, para asegurar que los resultados calculados por el programa son correctos, se escogen valores de forma aleatoria y se calculan manualmente para verificar que son correctos.

Después de redactar el proyecto, se verifican todos los documentos detalladamente para asegurar que estén correctos y que no falte ningún documento.

#### **2.4.3. Bibliografía**

- Normas Técnicas Particulares de Endesa.

#### **2.4.4. Programas de cálculo**

Para el diseño del presente proyecto se utilizan los siguientes programas:

- DmELECT: Diseño y cálculos de la red de distribución.
- Cype Generador de Precios: Presupuesto

### 2.4.5. Otras referencias

No aplica

### 2.5. Definiciones y abreviaturas

En toda la redacción del proyecto, las abreviaturas que se han utilizado son basadas en las unidades del sistema internacional. A excepción de la siguientes:

- LAMT: Línea Aérea Media Tensión
- LSMT: Línea Subterránea Media Tensión
- BT: Baja Tensión
- CT: Centro de transformación

### 2.6. Requisitos de diseño

#### 2.6.1. Cliente

El cliente del proyecto es Proyectos y Construcciones S.A, solicita el diseño y posteriormente la construcción del presente proyecto para abastecer de potencia eléctrica un grupo de parcelas ubicadas en el polígono industrial de Riu Clar.

#### 2.6.2. Emplazamiento

A continuación, se muestran las coordenadas UTM de los nuevos apoyos de la línea aérea de media tensión:

Coordenadas UTM31	X	Y
Apoyo 1 (Inicio LAMT)	351143	4555318
Apoyo 2	351199	4555392
Apoyo 3	351221	4555444
Apoyo 4 (Final LAMT)	351247	4555192

Tabla 1: Ubicación de los nuevos apoyos de la línea aérea de media tensión.

#### 2.6.3. Parcelas o terrenos afectados

A continuación, se listan las parcelas afectadas por el tendido de la línea aérea de media tensión:

Referencia Catastral	Dirección	Uso
1058906CF5515N0001BH	CR TARRAGONA-CONSTANTI 58	Industrial
1058938CF5515N0001BH	CR TARRAGONA-CONSTANTI 58 (F)	Suelo sin edif., obras urbaniz., jardinería, constr. ruinosas
1455301CF5515N0001LH	CR TARRAGONA-CONSTANTI 4 Suelo	Suelo sin edif., obras urbaniz., jardinería, constr. ruinosas
1358509CF5515N0001UH	CL MERCURI DEL 1	Industrial

Tabla 2: Terrenos afectados por la línea aérea de media tensión.

#### **2.6.4. Parcelas para abastecer con potencia eléctrica**

A continuación, se muestran los datos de las parcelas a abastecer con potencia eléctrica:

N.PARCELA	REFERENCIA CATASTRAL	USO
1	1358501CF5515S0001RK	Industrial
2	1358502CF5515N0001DH	Industrial
3	1358503CF5515N0001XH	Industrial
4	1358513CF5515N0001HH	Industrial
5	1358521CF5515N0001GH	Industrial
6	1358520CF5515N0001YH	Industrial
7	1358519CF5515N0001QH	Industrial
8	1358504CF5515N0001IH	Industrial
9	1358505CF5515N0001JH	Industrial
10	1358515CF5515N0001AH	Industrial
11	1358512CF5515N0001UH	Industrial
12	1358511CF5515N0001ZH	Industrial
13	1358518CF5515N0001GH	Industrial
14	1358516CF5515N0001BH	Industrial
15	1358517CF5515N0001YH	Industrial
16	1358506CF5515N0001EH	Industrial
17	1358510CF5515N0001SH	Industrial
18	1358509CF5515N0001UH	Industrial
19	1358507CF5515N0001SH	Industrial

Tabla 3: Datos catastrales de las parcelas afectadas.

#### **2.6.5. Línea aérea media tensión LAMT**

##### **2.6.5.1. Generalidades de la línea aérea de media tensión**

La línea aérea será de una tensión nominal de 25 kV con una frecuencia de 50 Hz.

##### **2.6.5.2. Conductor LAMT**

El conductor implementado será de tipo LA-110 de aluminio con alma de acero.

En la siguiente tabla se muestran las características del conductor implementado:

Tipo	Sección mm <sup>2</sup>		≅ en Cu mm <sup>2</sup>	Diámetro mm		Composición				Carga de rotura daN	R a 20°C Ω/km	Masa daN/km	Módulo de elasticid. daN/mm <sup>2</sup>	Coefic. dilatac. lineal °Cx10 <sup>-6</sup>
						Alambres de aluminio		Alambres de acero						
	Al	Total		Acero	Total	N°	Ø mm	N°	Ø mm					
47AL1/8-A20SA (LARL 56)	46,8	54,6	30	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1720	0,5808	179,1	7500	19,3
119-AL1/28-A20SA (LARL 145)	116,9	148,1	78,5	9,45	15,75	15	3,15	4	3,15	5810	0,2262	528,7	8000	18,4

Tabla 4: Conductor LA-110 (NTP Endesa LAMT tabla 1)

### 2.6.5.3. Tensión nominal y nivel de aislamiento de la LAMT

Como se ha mencionado anteriormente, la tensión nominal de la línea es de 25 kV con una frecuencia de 50 Hz. En la siguiente tabla se muestra la tensión más elevada que ha de soportar el aislamiento del material:

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
U ≤ 20	24	50	125
20 < U ≤ 30	36	70	170

Tabla 5: Nivel de aislamiento del material (NTP Endesa LAMT Tabla 2)

### 2.6.5.4. Componentes de la LAMT

#### 2.6.5.4.1. Apoyo

##### 2.6.5.4.1.1. Tipología del apoyo

Siguiendo las directrices de Endesa, siendo una instalación nueva. Todos los apoyos de media tensión serán de tipo celosía.

Los apoyos implementados en el presente proyecto son:

- Apoyo fin de línea.
- Apoyo de alineación.

#### 2.6.5.4.2. Armados

En este proyecto se trata de un circuito simple, por lo tanto se instalan crucetas atirantadas horizontales para principio y final de línea. Crucetas atirantadas en tresbolillo en los apoyos intermedios.

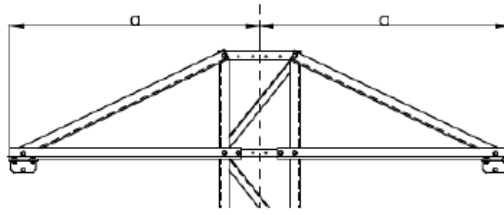


Figura 1: Crucetas atirantadas horizontales

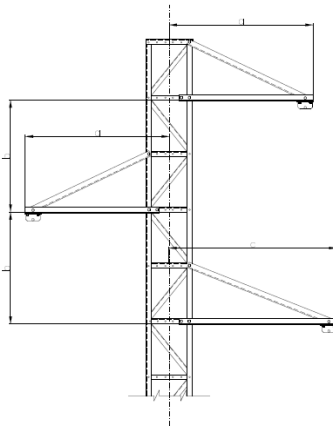


Figura 2: Crucetas atirantadas en tresbolillo

#### **2.6.5.4.3. Herrajes**

Todos los herrajes tendrán un coeficiente de seguridad mecánico mínimo de 3 respecto a su carga mínima de rotura.

Las características técnicas, de construcción y de ensayo de los distintos herrajes toman como referencia la norma AND009 de Endesa.

Los herrajes implementados son los siguientes:

- Grapa de amarre
- Varilla de protección
- Horquilla de bola
- Grillete
- Rótula

#### **2.6.5.4.4. Piezas de conexión conductor LAMT**

Todas las piezas o conectores implementados para la unión del conductor de LAMT serán de naturaleza y diseño que eviten los efectos electrolíticos. Al mismo tiempo cumplirán con la norma UNE 21021.

#### **2.6.5.4.4.1. Terminales**

Todos tomarán como referencia la norma Terminales Rectos de Aleación para Conductores de Aluminio y Aluminio-Acero NNZ015 de Endesa.

#### **2.6.5.4.5. Antiescalo**

Debido del lugar de la instalación en un polígono industrial, se considera que los apoyos deben cumplir con la norma ITC-LAT 07 apartado 2.4.2. Entonces, se consideran apoyos tipo frecuentados y por lo tanto todos llevarán sistemas antiescalo.

#### **2.6.5.4.6. Protección avifauna**

Teniendo en cuenta que todo el tramo de la LAMT está ubicado en el polígono industrial como se ha mencionado anteriormente. En principio, no afecta a ninguna zona protegida. Aun así, se van a adoptar las medidas adecuadas para la protección de la avifauna frente a posibles colisiones o electrocuciones.

Todos los dispositivos instalados en este caso serán validados por Endesa.

#### **2.6.5.4.7. Balizas**

Debido a la cercanía del aeropuerto de Reus por la zona implicada, se colocarán balizas para señalar la existencia de los conductores de la LAMT.

#### **2.6.5.4.8. Placa de señalización apoyo**

Cada apoyo llevará una placa de identificación y señalización de riesgo eléctrico. Esta placa será normalizada por Endesa.

La palca se instala a una altura de 3 metros desde el suelo y en cara paralela a todo tipo de caminos o carreteras para que sea fácil su identificación.

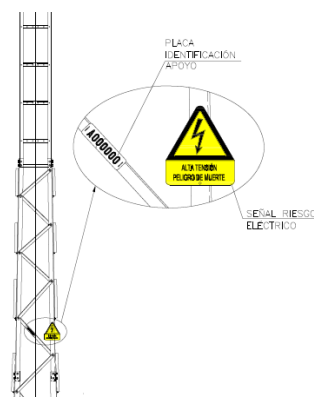


Figura 3: Placa identificación apoyo y señalización riesgo eléctrico.

#### 2.6.5.4.9. Aparamenta

Para la maniobra de servicio de la línea de media tensión, se opta por los siguientes dispositivos:

- Seccionador tripolar.
- Interruptor seccionador SF6.
- Cortacircuitos fusible de expulsión XS.
- Cortacircuitos fusibles limitadores de APR.

En el presente proyecto se opta por un interruptor seleccionador SF6 interconectado en el comienzo de la línea aérea de media tensión con la finalidad de poder aislar la línea. Este interruptor será telemandado para minimizar el impacto de avería y reducir los tiempos de maniobra.

Estos elementos de seccionamiento cumplirán con el nivel de aislamiento especificado en la siguiente tabla:

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material Um (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)		Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)	
		A tierra	A distancia de seccionamiento	A tierra	A distancia de seccionamiento
$U \leq 20$	24	50	60	125	145
$20 < U \leq 30$	36	70	80	170	195

Tabla 6: Nivel de aislamiento de los elementos de seccionamiento (NTP Endesa LAMT).

#### 2.6.5.4.10. Protecciones LAMT

##### 2.6.5.4.10.1. Protección sobretensiones

Para proteger todo el tramo de la LAMT se instalan dispositivos de protección frente a sobretensiones mediante pararrayos. Estos dispositivos cumplirán con la norma UNE-EN 60099 y la norma AND015 Pararrayos de óxido metálico sin explosores para redes de media tensión hasta 36 kV de Endesa.

##### 2.6.5.4.10.2. Cimentación de apoyos

La cimentación de cada apoyo será de hormigón en masa tipo HM-20 y cumplirá con las especificaciones de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE 08. También cumplirá con la ITC-LAT 07 apartado 3.6.

#### **2.6.5.4.11. Puesta a tierra**

Todos los apoyos de la LAMT se conectarán a tierra mediante conexión especificada en la ITC-LAT 017 apartado 7 con el fin de limitar las tensiones de defecto a tierra.

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo siguiente:

- Resistencia a esfuerzos mecánicos y corrosión.
- Resistencia a temperatura por consecuencia de una elevada intensidad por alguna falta.
- Proteger las personas respecto a las tensiones que pueda haber durante una falta a tierra.
- Proteger los dispositivos y garantizar la confiabilidad de la línea.

La puesta a tierra estará formada por los electrodos y la línea de tierra.

##### **2.6.5.4.11.1. Electrodo de puesta a tierra**

La puesta a tierra estará formada por electrodos que están formados por lo siguiente:

- Las picas serán de acero recubiertas de cobre de una longitud de 2 metros y de un diámetro de 14 mm.
- Los conductores de tierra serán tipo desnudos de una sección uniforme de 50 mm<sup>2</sup>.
- La puesta a tierra estará formada por una combinación entre picas y conductores.

##### **2.6.5.4.11.2. La línea de tierra**

la línea de tierra se emplean cables de cobre tipo desnudo de una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>. La unión entre los conductores de la puesta a tierra siempre se garantizará la no corrosión y se utilizan elementos autorizados por Endesa.

#### **2.6.5.4.12. Distancia de seguridad**

Para las distancias de seguridad entre los componentes de la instalación se tendrá en cuenta las distancias mínimas de seguridad indicadas en la ITC-LAT 07 apartado 5 y la especificación técnica LAMT de Endesa.

##### **2.6.5.4.12.1. Distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas**

Para las distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas se tendrá en cuenta lo siguiente:

Tensión más elevada de la red US (kV)	Del (m)	Dpp (m)
24	0,22	0,25
36	0,35	0,40

Tabla 7: distancia de aislamiento eléctrico para evitar descargas (ITC-LAT 07 Tabla 15)

Siendo,

Del: Distancia de aislamiento en el aire mínima para evitar una descarga disruptiva entre fase y objeto a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

Dpp: distancia de aislamiento en el aire mínima para evitar una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de lento o rápido.

#### **2.6.5.4.12.2. Distancia entre los conductores de la LAMT**

La distancia mínima entre los conductores eléctricos de la línea aérea se calculará según lo especificado en la ITC-LAT 07 apartado 5.4.1.

#### **2.6.5.4.12.3. Distancia de los conductores de la LAMT a caminos y cursos de agua no navegable**

La altura mínima para todo tipo caminos o cursos de agua no navegables no será inferior a 7 metros.

#### **2.6.5.4.13. Distancia a otra línea eléctrica aérea o de telecomunicación**

##### **2.6.5.4.13.1. Cruzamientos**

La línea eléctrica de mayor tensión siempre se situará a mayor altura. El cruce de la LAMT se realizará por la parte inferior de la línea de mayor tensión, y lo más cerca posible al apoyo de la línea de mayor tensión.

La distancia entre los conductores de la LAMT y los componentes más próximos de los apoyos de la línea de mayor tensión no será inferior a lo indicado en la siguiente tabla:

Nivel tensión (kV)	Distancia
$U \leq 45$	2
$45 < U \leq 66$	3
$66 < U \leq 132$	4
$132 < U \leq 220$	5
$220 < U \leq 400$	7

Tabla 8: Distancias entre conductores y apoyos de cruzamientos (LAMT- NTP Endesa)

##### **2.6.5.4.13.2. Paralelismo a otras líneas**

La distancia en paralelo mínima de la LAMT a otra línea no debe ser inferior a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

#### **2.6.5.4.14. Distancia a carreteras**

La distancia mínima entre la LAMT y autopistas no será inferior a 50 metros. Por otro lado, la distancia mínima entre la LAMT y autovías o vías rápidas no será inferior a 25 metros.

##### **2.6.5.4.14.1. Cruzamiento**

La distancia mínima de los conductores de la LAMT y la rasante de la carretera en dirección vertical no debe de ser inferior a 7 metros.

#### **2.6.6. Línea subterránea media tensión LSMT**

##### **2.6.6.1. Generalidades de la LSMT**

La línea subterránea de media tensión del presente proyecto se considera de 3ª categoría integrada como una línea de hasta 30 kV.

La tensión nominal de la LSMT será de 25kV con una frecuencia de 50 Hz. Todo el trazado de la LSMT cumplirá con la ITC-LAT 06 y la NTP-LSMT de Endesa.

##### **2.6.6.2. Nivel de aislamiento del material**

La tensión más elevada y niveles de aislamiento del material se detalla en la siguiente tabla:

Tensión nominal de la red $U_n$ (kV)	Tensión nominal cables y accesorios $U_0/U$ (kV eficaces)	Tensión más elevada cable y accesorios $U_m$ (kV eficaces)	Tensión soportada nominal a frecuencia industrial (kV eficaces)	Tensión de choque soportada nominal (tipo rayo) (kV de cresta)
$U \leq 20$	12/20	24	50	125
$20 < U \leq 30$	18/30	36	70	170

Tabla 9: Nivel de aislamiento del material (NTP-LSMT Endesa)

Siendo,

U: Tensión asignada eficaz a 50 Hz entre dos conductores.

$U_n$ : Tensión nominal eficaz a 50 Hz.

$U_0$ : Tensión asignada eficaz a 50 Hz entre cada conductor y la pantalla del cable.

$U_m$ : Tensión más elevada para el material a 50 Hz entre dos conductores.

##### **2.6.6.3. Componentes de la línea subterránea de media tensión**

###### **2.6.6.3.1. Conductor LSMT**

El conductor implementado para la línea subterránea de media tensión será tipo unipolar de aluminio de tipo XLPE siguiendo las especificaciones de la UNE 211620, la ITC-LAT-06 y la NTP-LSMT de Endesa.

La línea subterránea de media tensión estará formada por tres conductores unipolares de aluminio de las siguientes secciones:

Características	Valores
Nivel de aislamiento	18/30 (kV)
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	150, 240 ó 400 mm <sup>2</sup>

Tabla 10: Características cables subterráneos de MT

#### **2.6.6.3.2. Terminaciones**

Para la línea subterránea de media tensión existen dos tipos de terminaciones:

- Terminación convencional contráctil o enfilables en frío, se utilizará para para la conversión aéreo subterráneo. Estas terminaciones cumplirán con la norma UNE 211027 y la GSCC005 de Endesa.
- Conector separable, se utilizará para la instalación de celdas de corte y aislamiento con SF6. Será acorde con la norma UNE-HD629-1, UNE-EN6144 y la GSCC006 de Endesa.

#### **2.6.6.3.3. Empalmes**

Cada empalme será apto para la tensión de servicio y adecuada para cada tipo de conductor. Se utilizarán empalmes contráctiles en frío con las especificaciones de la UNE-211027 y la CGCC004 de Endesa

#### **2.6.6.3.4. Pararrayos**

Los pararrayos cumplirán con la norma UNE-E 60099 y la AD0015 Pararrayos de Óxidos Metálicos sin explosores de media tensión hasta 6 kV de Endesa.

#### **2.6.6.3.5. Canalizaciones subterráneas**

Para el presente proyecto, las canalizaciones se realizan en terreno dominio público bajo aceras y calzadas. Dentro de lo posible, los trazos serán los más rectilíneos posibles, evitando giros de menos de 90 grados y los más paralelos en toda su longitud a los bordillos des calzadas.

La línea de media tensión se enterrará bajo tubo de diámetro exterior de 200 mm, a una profundidad mínima de 70 cm en acera y de 90 cm en alzada cogiendo como referencia la cara superior de la cera o del pavimento de la calzada.

El diámetro interior del tubo no debe de ser inferior a 1,5 el diámetro del conductor.

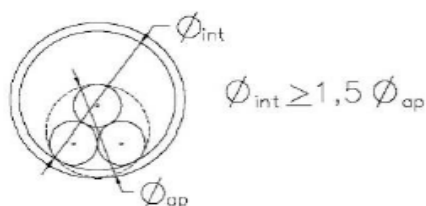


Figura 4: Relación entre diámetro interior del tubo y el diámetro de los conductores.

En caso de que no sea posible respetar la profundidad necesaria, se colocarán protección mecánica para proteger la línea de MT, tal como se especifica en la ITC-LAT 06.

#### 2.6.6.3.6. Arquetas

En cada arqueta el tubo se quedará 25 cm por encima del fondo de esta para permitir la instalación de los rodillos para el tendido del cable.

Los tubos se sitúan de una manera que permitan el máximo radio de curvatura en la arqueta.

En caso de arquetas ciegas, estas se rellenan con arena, luego se rellenan con tierra cribada compactada hasta la altura de la superficie en cuestión.

Todas las arquetas cumplirán con la norma NNH001 Arquetas Prefabricadas para Canalizaciones Subterráneas de Endesa.

#### 2.6.6.3.7. Cruzamiento, proximidad y paralelismo

Todo el tendido del cable eléctrico de media tensión cuando existe cruzamiento, proximidad o paralelismo con otros servicios cumplirá con las distancias marcadas en la ITC-LAT 06 apartado 5 y la especificación técnica LSMT de Endesa.

En la siguiente tabla se resumen dichas distancias:

Instalación	Distancia		Condiciones
	Cruzamiento	Paralelismo	
Calles y carreteras	-Desde la parte superior del tubo más próximo hasta la superficie la distancia será $\geq 0,60$ m -El cruce siempre se realizará de forma perpendicular a la vía o calle		Los conductores serán entubados bajo hormigón en toda su longitud

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

Cables de telecomunicaciones	-Distancia entre cables siempre $\geq 0.20$ m -Del cruce al punto de empalme la distancia debe $\geq 1$ m	-Distancia entre cables siempre $\geq 0.20$ m	- En caso de no poder respetar esta distancia, el tendido del último conductor se realiza con tubo y mediante protecciones que aumenten la resistencia mecánica de este último.
Otros conductores eléctricos	-Distancia entre cables siempre $\geq 0.20$ m -Del cruce al punto de empalme la distancia debe $\geq 1$ m	-Distancia entre los cables de media tensión de la misma compañía siempre $\geq 0.20$ m. - -Distancia entre los cables de MT y BT de distintas compañías siempre $\geq 25$ m.	En caso de no poder respetar esta distancia, el tendido del último conductor se realiza con tubo y mediante protecciones que aumenten la resistencia mecánica de este último.
Canalizaciones de agua	Distancia entre cables y la canalización siempre $\geq 0.20$ m -Del cruce al punto de empalme la distancia debe ser $\geq 1$ m	Distancia entre cables y la canalización siempre $\geq 0.20$ m. -La distancia mínima entre el empalme y junta será siempre $\geq 1$ m	En caso de no poder respetar esta distancia, el tendido del último conductor se realiza con tubo y mediante protecciones que aumenten la resistencia mecánica de este último.
Canalizaciones y acometidas de gas	Distancia entre cables y la canalización siempre: *Sin protección suplementaria $\geq 0.40$ m *Con protección suplementaria $\geq 0.25$ m - Del cruce al punto de empalme la distancia debe ser $\geq 1$ m	Distancia entre cables y la canalización siempre: *Sin protección suplementaria $\geq 0.40$ m *Con protección suplementaria $\geq 0.25$ m - Del cruce al punto de empalme la distancia debe ser $\geq 1$ m	
Conducciones de alcantarillado	Se procurará pasar los cables por encima de Alcantarillado		En caso de no poder respetar esta distancia, el tendido del último conductor se realiza con tubo y mediante protecciones que aumenten la resistencia mecánica de este último.
Conexiones de servicio a un edificio	Distancia entre los diferentes servicios siempre $\geq 0.30$ m		En caso de no poder respetar esta distancia, el tendido del último conductor se realiza con tubo y mediante protecciones que aumenten la resistencia mecánica de este último.

Tabla 11: Resumen cruzamiento, proximidad y paralelismo con otros servicios.

### **2.6.6.3.8. Conversión aérea subterránea**

La conversión de la línea de aérea a subterránea o viceversa se realiza siguiendo la norma DYZ10104 de Endesa. (Ver plano numero 8 Conversión Aérea-Subterránea)

### **2.6.6.3.9. Puesta a tierra**

Todas las pantallas de los conductores de media tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

## **2.6.7. Centros de transformación**

### **2.6.7.1. Características eléctricas del centro de transformación**

Para el presente proyecto existen dos configuraciones de centro de transformación. El primer centro de transformación cuenta con una entrada y una salida de línea y un transformador de potencia. El segundo centro de transformación cuenta con una entrada, una salida de línea y dos transformadores. Tanto el primer transformador como el segundo cumplirán con la NTP-CT de Endesa.

### **2.6.7.2. Nivel de aislamiento en media tensión**

Siendo la tensión nominal de media tensión de 25 kV, los niveles de aislamiento del material serán los especificados en la siguiente tabla:

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión más elevada para el material $U_m$ (kV eficaces)	Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial $U_d$ (kV eficaces)	Tensión de choque soportada a impulsos tipo rayo (kV de cresta)
$U \leq 20$	24	50	125
$20 < U \leq 30$	36	70	170

Tabla 12: Niveles de aislamiento (NTP-CT Endesa).

### **2.6.7.3. Nivel de aislamiento en baja tensión**

Los niveles de aislamiento de los equipos de baja tensión serán capaces soportar un pulso de corta duración de 10 kV y un impulso tipo rayo de 20kV. Con una tensión de servicio de 400 V con transformador clase B2.

### **2.6.7.4. Potencia del transformador**

Para el presente proyecto se implementan transformadores de una potencia de 630 kVA con una tensión nominal en baja de 400 V (B2).

### **2.6.7.5. Intensidad nominal en media tensión**

La intensidad nominal en media tensión será de 630 A.

### **2.6.7.6. Corriente de cortocircuito**

El material de aislamiento de media tensión debe soportar las corrientes de cortocircuito y el tiempo de duración del defecto tal como se detallado en la siguiente tabla:

<b>Intensidad asignada de corta duración 1s. (Límite térmico) (kA)</b>	<b>Valor de cresta de la intensidad de cortocircuito admisible asignada (Límite dinámico) (kA)</b>
16	40
20 (*)	50 (*)

Tabla13: Intensidades de cortocircuito admisibles.

\*se utilizarán celdas con intensidades de 20 kA con valor cresta de 50 kA caso de que las sollicitaciones de la red lo requieran.

Para el material de aislamiento de baja tensión la intensidad de cortocircuito admisible no será inferior de 25 kA con una duración de tiempo de 1 s.

### **2.6.7.7. Centro de transformación prefabricado**

Los centros de transformación del presente proyecto serán tipo monobloque preparados para albergar las celdas, el transformador y el cuadro de baja tensión. La tensión máxima del material será 36 kV y con una potencia máxima del transformador de 1.000 kVA.

#### **2.6.7.7.1. Cimentación del centro de transformación prefabricado**

Para cada centro de transformación se construye una solera de hormigón para soportar todos los esfuerzos previstos del centro de transformación.

Esta solera de hormigón tendrá las siguientes características:

- Se utilizará hormigón armado de 15 cm de grosor comparado de varillas 4 mm y cuadro 50 x 20 cm.
- Sobre la solera debe caber toda la planta del CT y esta sobre sale de cada lado del CT 25 cm.
- La solera incorporará tubos para la puesta a tierra.
- Se adoptará por una capa de arena encima de la superficie de la solera para el correcto asiento del centro de transformación.

### **2.6.7.8. Instalación eléctrica**

#### **2.6.7.8.1. Línea de alimentación**

La entrada de la línea de media tensión al centro de transformación se realiza mediante conductores subterráneos unipolares tipo XLPE, siguiendo la norma DND001 Cables aislados para redes aéreas y subterráneas de media tensión 30 kV de Endesa.

#### **2.6.7.8.2. Celda de línea**

La celda de línea estará formada por un interruptor-seccionador de corte con carga y un seccionador de puesta a tierra ambos con dispositivos de señalización. Se instalará celda tipo motorizada para su control a distancia.

#### **2.6.7.8.3. Celda de Transformador**

La celda de transformador está formada por un interruptor-seccionador con poder de corte con carga y dos seccionadores de puesta a tierra con dispositivos de señalización. Cuando si funde alguno de los fusibles, inmediatamente se abrirá el interruptor s-seccionador.

#### **2.6.7.8.4. Transformador de potencia**

El transformador de potencia será de tipo refrigerado en baño en baño de aceite mineral enfriado por aire de forma no forzada. El transformador cumplirá con la norma UNE-E 60076-2.

#### **2.6.7.8.5. Conexión entre el transformador y la aparamenta**

Se emplean conductores unipolares de aluminio de 150 mm<sup>2</sup> con aislamiento para la conexión entre la celda de media tensión y el transformador.  
Para realizar conexiones de los transformadores los terminales serán tipo enchufables.

#### **2.6.7.8.6. Puente de baja tensión**

La conexión entre el cuadro de baja tensión y los bornes del transformador lado baja tensión se realiza con conductores aislados unipolares de aluminio tipo XZ1 con aislamiento XLPE de 0,6/1 kV y cubierta de poliolefina.

#### **2.6.7.8.7. Cuadros de baja tensión**

Los centros de transformación irán dotados con cuadros de baja tensión de 4 o 8 salidas en función del número de circuitos de baja.

Se instalarán cuadros de baja tensión con interruptores automáticos en lugar de fusibles para la protección de las líneas de baja tensión.

### 2.6.7.9. Protección

#### 2.6.7.9.1. Protección del transformador contra sobreintensidades

Para la protección de los transformadores se realiza mediante fusibles, la fusión del fusible implica la desconexión trifásica del interruptor-seccionador. La protección de cada transformador sea realiza según en lo indicado en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1.

#### 2.6.7.9.2. Protección térmica del transformador

La protección térmica del transformador se realiza mediante una sonda tipo PT-100. Esta sonda mide continuamente la temperatura de aceite del transformador, en caso de que la temperatura sobrepasa los 105 °C, la sonda ordena el disparo del interruptor-seccionador del transformador.

La protección seguirá en todo momento indicado en la UNE-IEC 60076-7 apartado 7.

#### 2.6.7.9.3. Protección contra cortocircuitos

Se utilizan fusibles en frente a posibles cortocircuitos producidos en las celdas de media tensión, en el embarrado de media tensión, puentes.... etc.

El calibre del fusible tipo APR a utilizar viene indicado en la siguiente tabla:

Tensión Red (kV)	6	10	11	13.2	15	20	25	30	
Potencia transformador kVA	50	20	10	10	10	6.3	6.3	5	5
	100	32	20	20	16	16	10	6.3	6.3
	160	50	32	32	25	20	16	10	10
	250	80	50	40	40	32	25	20	16
	400	100	63	63	50	50	40	25	20
	630	100	100	80	80	63	50	40	32
	1.000	-	100	100	80	63	50	40	40

Tabla 14: Calibres fusibles APR.

#### 2.6.7.10. Puesta a tierra

La puesta a tierra estará formada por dos circuitos. Tierra general de protección y tierra de servicio (neutro). Ambos circuitos deberán de mantener una distancia de separación mínima que se calcula en el apartado de anexos del presente proyecto.

En general, la puesta a tierra se conectan todas las masas de media tensión y baja tensión, en concreto los siguientes elementos:

- Pantallas metálicas de los conductores.
- Envolvente metálica de celdas de distribución y cuadros de baja tensión.
- Carcasa del transformador.

- Bornes de tierra de los detectores de tensión.
- Malla equipotencial de la solera
- Pantallas de protección.
- Marcos metálicos de los canales de los cables.

#### **2.6.7.10.1. Componentes de la puesta a tierra**

La puesta a tierra estará formada por los conductores de tierra y las picas.

#### **2.6.7.10.2. Picas de puesta a tierra**

Las picas serán de acero recubiertos de cobre de una longitud de 2 m y de diámetro de 14 mm. Los cables de tierra serán enterrados horizontalmente.

Cada pica se hincará de forma vertical quedando su extremo superior a una profundidad mínima de 0,8 m.

#### **2.6.7.10.3. Conductor de puesta a tierra**

Para la instalación de puesta a tierra se implementan conductores de tierra tipo desnudos de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>.

La tierra de servicio (neutro) se utilizará conductor de tierra con nivel de aislamiento de 0,6/1 kV.

#### **2.6.7.11. Ventilación**

Para evacuar el calor generado en el interior del centro de transformación se utiliza el sistema de ventilación natural.

#### **2.6.7.12. Material de seguridad**

En cada puerta del centro de transformación habrá una placa metálica triangular indicando la existencia de riesgo eléctrico.

Las celdas de media tensión y baja tensión llevarán una señal triangular adhesiva indicando la existencia de riesgo eléctrico.

En el interior del centro de transformación en lugar visible se colará un cartel con instrucciones de primeros auxilios.

#### **2.6.8. Red de baja tensión**

##### **2.6.8.1. Criterios generales de diseño de la red de baja tensión**

la tensión de la red de baja tensión será de 400 V entre fases y de 230 V entre fase y neutro con una frecuencia de 50 Hz.

Se utilizarán conductores de una sección de 240 mm<sup>2</sup> de aluminio para cada una de las

tres fases. Para el neutro se utilizará conductor de sección de 150 mm<sup>2</sup> de aluminio.

La caída de tensión máxima no superará el 7% de la tensión nominal.

### 2.6.8.2. Nivel de aislamiento del material utilizado

El nivel de aislamiento del material utilizado cumplirá con lo siguiente:

Tensión nominal de la red U (kV)	Tensión nominal cables y accesorios U <sub>0</sub> /U (kV eficaces)	Tensión más elevada cables y accesorios U <sub>m</sub> (kV eficaces)	Tensión nominal soportada 1 minuto a 50 Hz (kV eficaces)
Hasta 1	0,6/1 kV	1,2	10

Tabla 15: Nivel de aislamiento del material (NTP Endesa LSBT)

Siendo,

U: Tensión nominal eficaz a 50 Hz entre dos fases.

U<sub>0</sub>: Tensión nominal eficaz a 50 Hz entre fase y neutro.

U<sub>M</sub>: Tensión eficaz máxima a 50 Hz entre dos conductores cualquiera.

### 2.6.8.3. Conductores red de baja tensión

Los cables utilizados en las redes de baja tensión son unipolares tipo RV, con tensión nominal de 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado XLPE y con cubierta de polietileno. las características del conductor cumplirán la norma GECL001 de Endesa y la norma UNE211603-5N1.

### 2.6.8.4. Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima en servicio admisible en servicio permanente de del conductor enterrado bajo tubo. En zanja de 0,70 m de profundidad con una temperatura ambiente de 25 °C, con una resistividad térmica media de 1 K.m/W se especifica en la siguiente tabla:

Sección de los conductores (mm <sup>2</sup> de Al)	Intensidad máxima admisible a 25° C		Intensidad 40° C
	Enterrado	Bajo tubo	Al aire
150	330	310	300
240	430	405	420

Tabla 16: Intensidad máxima admisibles (NTP Endesa LSBT).

Nota\*: En función de las características de la instalación se tendrán en cuenta los coeficientes de corrección. Reflejados en las tablas de coeficientes de corrección de Líneas Subterráneas de Baja Tensión de la NTP de Endesa.

#### **2.6.8.5. Corriente de cortocircuito**

la corriente de cortocircuito máxima en la red de baja tensión será de 20 kA eficaces.

#### **2.6.8.6. Protecciones**

Las protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas en las redes de baja tensión, se realiza mediante fusibles de clase gG.

#### **2.6.8.7. Puesta a tierra**

La tierra del neutro será independiente de la tierra de protección respetando la distancia entre electros (ver apartado anexos).

Para la tierra de protección se empleará conductor aislado tipo RV-06/1kV entubado e independiente de la red. Con una sección mínima de 50 mm<sup>2</sup>.

#### **2.6.8.8. Cruzamiento, paralelismo y proximidad**

##### **2.6.8.8.1. Cruzamiento**

##### **2.6.8.8.1.1. Cruzamiento con carretera o calle**

Los conductores se colocan en tubos hormigonados a una profundidad no menos de 0,8 m. Dentro de lo posible, el cruce siempre se realizará de forma perpendicular a la vía.

##### **2.6.8.8.1.2. Cruzamiento con otros conductores de energía eléctrica**

La distancia mínima entre los conductores de baja tensión y los conductores de media tensión será de 0,10 m. Entre el cruzamiento y el empalme siempre se mantendrá una distancia de 1 metro. En caso de no poder respetar estas distancias, se instalará protección mecánica para proteger los conductores.

##### **2.6.8.8.1.3. Cruzamiento con conductores de telecomunicación**

La distancia mínima entre los conductores de baja tensión y los conductores de telecomunicación será de 0,20m. Entre el cruzamiento y el empalme siempre se mantendrá una distancia de 1 metro. En caso no poder respetar estas distancias, se instalará protección mecánica para proteger los conductores.

#### **2.6.8.8.1.4. Cruzamiento con canalizaciones de agua y de gas**

La distancia mínima entre los conductores de baja tensión y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Entre el cruzamiento y el empalme siempre se mantendrá una distancia de 1 metro. En caso no poder respetar estas distancias, se instalará protección mecánica para proteger los conductores.

#### **2.6.8.8.2. Paralelismo**

Se mantendrá una distancia mínima de 0,10 m entre distintos circuitos de baja tensión. Si se trata de cables de baja tensión con cables de media tensión la distancia se aumentará como mínimo a 0,25 m.

##### **2.6.8.8.2.1. Paralelismo con conductores de telecomunicación**

La distancia mínima entre los conductores de baja tensión y los conductores de telecomunicación será de 0,20m. Entre el cruzamiento y el empalme siempre se mantendrá una distancia de 1 metro. En caso no poder respetar estas distancias, se instalará protección mecánica para proteger los conductores.

##### **2.6.8.8.2.2. Paralelismo con canalizaciones de agua y gas**

La distancia mínima entre los conductores de baja tensión y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Para el gas, si la presión es mayor a 4 bar la distancia será como mínimo de 0,40 m. Entre el cruzamiento y el empalme siempre se mantendrá una distancia de 1 metro. En caso no poder respetar estas distancias, se instalará protección mecánica para proteger los conductores.

#### **2.6.8.8.3. Proximidades**

##### **2.6.8.8.3.1. Proximidad a conducciones de alcantarillado**

Se procurará pasar los conductores de baja tensión por encima de las alcantarillas. En ningún momento se inducirán los cables por el interior del alcantarillado. En caso de pasar los conductores por debajo del alcantarillado, estos se dispondrán de protección mecánica suficientes para que estén protegidos.

##### **2.6.8.8.3.2. Proximidad a acometidas**

En caso de que red de baja tensión se cruza o discurre paralelamente o una acometida o conexión de servicio se mantendrá una distancia como mínimo de 0,20 m entre ambas instalaciones.

## 2.7. Análisis de soluciones

Para minimizar el impacto ambiental que puede provocar la construcción del tramo aéreo de la línea de media tensión. Una vez definido la distribución de los apoyos y seleccionado el trazado. A la hora de definir la ubicación de estos, se prioriza la proximidad a caminos. Puesto que ello supone que se minimiza la creación de otros caminos o accesos.

Se consideran otros factores como puede ser la misma afectación a la vegetación durante la instalación de los apoyos y el tendido del conductor aéreo.

Todos los residuos generados durante la construcción de la red de distribución irán separados en los correspondientes contenedores que estarán repartidos en diferentes zonas de la obra.

## 2.8. Resultados finales

A continuación, se muestran los resultados finales calculados de la red de distribución:

### 2.8.1. Tramo aéreo

#### 2.8.1.1. Conductores

<u>Designación</u>	<u>Total(m)</u>
LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	792.63

#### 2.8.1.2. Cadenas de aisladores

<u>Designación</u>	<u>Total(ud.)</u>
U40B-4 El.	18

#### 2.8.1.3. Apoyos

<u>Constitución</u>	<u>Esf.Util(N)</u>	<u>Altura Total(m)</u>	<u>Total(ud.)</u>
Celosía recto	4500	12	3
Celosía recto	1000	12	1

#### 2.8.1.4. Crucetas

<u>Constitución</u>	<u>Esf.Max. (N)</u>	<u>Dist.Cond.(m)</u>	<u>Total(ud.)</u>
Horizontal Atir.	4500	1.25	1
Horizontal Atir.	4500	1	1
Tresbolillo Atir.	4500	2.33	1
Tresbolillo Atir.	4500	2.11	1

### 2.8.1.5.Excavación

<u>Apoyo</u>	<u>Excav.Pozo Zap.(m³)</u>	<u>N.Zapatas</u>
1	3.67	1
2	2.78	1
3	3.73	1
4	3.73	1

### 2.8.1.6.Hormigón

<u>Apoyo</u>	<u>Vol.Horm.Zap.(m³)</u>	<u>N.Zapatas</u>
1	4.08	1
2	3.23	1
3	4.15	1
4	4.15	1

## 2.8.2. Tramo subterráneo media tensión

### 2.8.2.1.Cables

<u>Sección(mm²)</u>	<u>Metal</u>	<u>Designación</u>	<u>Polaridad</u>	<u>Total(m)</u>
240	Al	RHZ1 12/20 H16	Unipolar	2.914,8
400	Al	RHZ1 12/20 H16	Unipolar	51,09

### 2.8.2.2.Tubos

<u>Diámetro interior(mm)</u>	<u>Total metros</u>
200	971,6
250	17,03

### 2.8.2.3.Protecciones

<u>Descripción</u>	<u>Intens(A)</u>	<u>Cantidad</u>
Relés Térmicos	100	3
I.Seccionador	200	1
I.Automat.	400	1

### 2.8.2.4.Autovalvulas-pararrayos.

<u>In(kA)</u>	<u>Un(kV)</u>	<u>Cantidad</u>
10	36	6

### 2.8.3. Centros de transformación

#### 2.8.3.1.Obra civil

<u>Envolvente prefabricada</u>	<u>Cantidad</u>
4.46x2.38x2.78 m.	3
8.08x2.38x2.78 m.	2

#### 2.8.3.2.Celdas

<u>Denominación</u>	<u>I.Asig. (A)</u>	<u>Cantidad</u>
Línea	630	10
Protección con fusibles	630	5

#### 2.8.3.3.Interconexión celdas y transformador

<u>Denominación</u>	<u>Cantidad</u>
Cables A.T. aisl. seco	5

#### 2.8.3.4.Equipos de potencia

<u>Denominación</u>	<u>Potencia (kVA)</u>	<u>Cantidad</u>
Trafo aisl. aceite	630	5

#### 2.8.3.5.Interconexión transformador y cuadros baja tensión

<u>Denominación</u>	<u>Cantidad (m)</u>
Cables B.T. 0,6/1 kV	100

#### 2.8.3.6.Equipos de baja tensión

<u>Denominación</u>	<u>Cantidad</u>
Cuadro B.T.	10

#### 2.8.3.7.Red de tierras

<u>Denominación</u>	<u>Cantidad</u>	<u>m.</u>
Picas 14 mm $\phi$	15	
Conductor desnudo Cu 50 mm <sup>2</sup>		100

#### 2.8.3.8.Varios

<u>Denominación</u>	<u>Cantidad</u>
Equipo iluminación	5
Equipo seguridad y maniobra	5
Rejillas protección	5

## 2.8.4. Red de baja tensión

### 2.8.4.1.cables

Sección(mm <sup>2</sup> )	Metal	Design	Polaridad	Total(m)
150	Al	Al XZ1(S) Eca	Unipolar	1.529
240	Al	Al XZ1(S) Eca	Unipolar	4.587

### 2.8.4.2.Tubos.

Diámetro interior(mm)	Total metros
225	1.529

### 2.8.4.3.Protecciones

Descripción	Intens(A)	Cantidad
I.Aut.Tetrap.	160	1
I.Aut.Tetrap.	250	1
I.Aut.Tetrap.	630	3
I.Aut.Tetrap.	1.000	1
I.Aut.Tetrap.	1.250	1

## 2.9.Planificación de trabajos

A continuación, se muestra la planificación de ejecución de obra del presente proyecto. La duración de tiempo desde el comienzo de la ejecución del proyecto hasta que finalice es de 15 semanas.

Descripción	SEMANA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Permisos de obra	■														
Legalización de documentación		■													
Excavación apoyos			■												
Instalar apoyos				■											
Hormigonar apoyos					■										
Instalar conductor aéreo						■	■	■							
Instalar protección línea aérea							■	■							
Excavación zanjas MT y BT				■	■	■	■								
Colocación tubo MT y BT					■	■	■	■	■	■					
Instalar conductor MT y BT						■	■	■	■	■	■	■			
Cerrar zanjas MT y BT							■	■	■	■	■	■	■		
Prepara terreno para CT							■	■							
Instalar CT								■	■	■	■	■	■	■	
Instalar trafos, celdas...										■	■	■	■	■	■
Pruebas y ensayos														■	■

Tabla 17: Cronograma de ejecución del proyecto.

**2.10. Orden de prioridad entre los documentos**

Para el presente proyecto se sigue el siguiente orden de prioridad de documentos:

- Planos.
- Anexos.
- Presupuesto.
- Memoria.

Autor
Khamiss Ennajar

Tarragona, 06 de enero de 2023

## **3. Anexos**

En el presente apartado se describe todo el desarrollo de los cálculos justificativos para el diseño del presente proyecto. Tal como se ha mencionado en la memoria, el diseño del proyecto se ha realizado con el programa dmELECT.

### **3.1.Documentos de partida**

El cálculo del presente proyecto se realiza siguiendo las directrices mencionadas en las siguientes normas:

- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, que regula las Actividades de Transporte, Distribución, comercialización, Suministro y Procedimiento de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, Condiciones Técnica y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas particulares y de normalización de la compañía suministradora Endesa.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- 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.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

Teniendo en cuenta la reglamentación anterior, la línea de media tensión será de una tensión nominal de 25 KV con una frecuencia normalizada de 50 Hz.

### **3.2.Previsión de demanda de potencia**

Al no tener referencias de la demanda de potencia, se basa en el Reglamento de Baja Tensión ITC-BT-10 4.2. Edificios destinados a concentración de industrias.

Entonces, el cálculo se realiza considerando un mínimo de 125 W/m<sup>2</sup>, con un mínimo de 10.350 W por local y con un coeficiente de simultaneidad de 1.

En primer lugar, a partir de la Sede Electrónica del Catastro obtenemos los datos de las parcelas afectadas:

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

N.PARCELA	REFERENCIA CATASTRAL	USO	SUP.ÚTIL (m <sup>2</sup> )
1	1358501CF5516S0001RK	Industrial	3.450
2	1358502CF5515N0001DH	Industrial	1.410
3	1358503CF5515N0001XH	Industrial	1.909
4	1358513CF5515N0001HH	Industrial	1.410
5	1358521CF5515N0001GH	Industrial	341
6	1358520CF5515N0001YH	Industrial	351
7	1358519CF5515N0001QH	Industrial	352
8	1358504CF5515N0001IH	Industrial	806
9	1358505CF5515N0001JH	Industrial	373
10	1358515CF5515N0001AH	Industrial	747
11	1358512CF5515N0001UH	Industrial	747
12	1358511CF5515N0001ZH	Industrial	382
13	1358518CF5515N0001GH	Industrial	365
14	1358516CF5515N0001BH	Industrial	332
15	1358517CF5515N0001YH	Industrial	400
16	1358506CF5515N0001EH	Industrial	1.823
17	1358510CF5515N0001SH	Industrial	763
18	1358509CF5515N0001UH	Industrial	1.180
19	1358507CF5515N0001SH	Industrial	6.519

Tabla 18: Datos de las parcelas afectadas.

Entonces teniendo la superficie útil de cada parcela y siguiendo las directrices del Reglamento de Baja Tensión 125 W/m<sup>2</sup>.

Para calcular la potencia de cada parcela se opta por la siguiente expresión:

$$P = Sup * 125$$

Siendo,

P: Potencia requerida de la parcela en W.

Sup: Superficie útil de la parcela implicada en m<sup>2</sup>.

125: Reglamento de Baja Tensión 125 W/m<sup>2</sup>.

Sustituyendo valores de la expresión anterior, se obtiene la potencia de cada parcela:

Nº.PARCELA	SUP. ÚTIL (m2)	RBT 125 w/m2	POTENCIA (W)
1	3.450	125	431.250
2	1.410	125	176.250
3	1.909	125	238.625
4	1.410	125	176.250
5	341	125	42.625
6	351	125	43.875
7	352	125	44.000
8	806	125	100.750

9	373	125	46.625
10	747	125	93.375
11	747	125	93.375
12	382	125	47.750
13	365	125	45.625
14	332	125	41.500
15	400	125	50.000
16	1.823	125	227.875
17	763	125	95.375
18	1.180	125	147.500
19	6.519	125	814.875

Tabla 19: Potencia parcial de cada parcela.

Entonces, sumando la potencia de cada parcela se obtiene un total,

$$P_T = 2.957.500 \text{ W}$$

Considerando un factor de potencia de 0.8 y utilizando la siguiente expresión se obtiene la potencia total aparente.

$$S_T = P_T / \cos\theta$$

Siendo,

$S_T$ : Potencia aparente total (VA)

$P_T$ : Potencia activa total (W)

$\cos\theta$ : Factor de potencia 0.8

Substituyendo valores en la expresión anterior:

$$S_T = \frac{2.957.500}{0.8} = 3.696.875 \text{ VA}$$

### 3.3. Cálculo de los apoyos

#### 3.3.1. Resumen de formulas

##### 3.3.1.1. Tensión máxima en un vano (apdo.3.2.1).

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

A continuación, se muestran las fórmulas utilizadas para el cálculo de la tensión máxima en un vano:

$$T_A = P_0 \cdot Y_A = P_0 \cdot c \cdot \cosh(X_A/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh[(X_m - a/2) / c]$$

$$T_B = P_0 \cdot Y_B = P_0 \cdot c \cdot \cosh (X_B/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh [(X_m + a/2) / c]$$

$$P_v = K \cdot d / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 120 \text{ Km/h}$$

$$P_{vh} = K \cdot D / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \geq 60 \text{ Km/h}$$

$$P_h = K \cdot \sqrt{d} \quad K=0.18 \text{ Zona B}$$

$$K=0.36 \text{ Zona C}$$

$$P_0 = \sqrt{(P_p^2 + P_v^2)} \quad \text{Zona A, B y C. Hipótesis de viento.}$$

$$P_0 = P_p + P_h \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo.}$$

$$P_0 = \sqrt{[(P_p + P_h)^2 + P_{vh}^2]} \quad \text{Zonas B y C. Hipótesis de hielo + viento.}$$

Cuando sea requerida por la empresa eléctrica.

$$c = T_{0h} / P_0$$

$$X_m = c \cdot \ln [z + \sqrt{(1+z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

T<sub>A</sub> = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

T<sub>B</sub> = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

P<sub>0</sub> = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).

P<sub>p</sub> = Peso propio del conductor (daN/m).

P<sub>v</sub> = Sobrecarga de viento (daN/m).

P<sub>vh</sub> = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

P<sub>h</sub> = Sobrecarga de hielo (daN/m).

d = diámetro del conductor (mm).

D = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

Y = c · cosh (x/c) = Ecuación de la catenaria.

c = constante de la catenaria.

Y<sub>A</sub> = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).

Y<sub>B</sub> = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X<sub>A</sub> = Abscisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

X<sub>B</sub> = Abscisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

X<sub>m</sub> = Abscisa correspondiente al punto medio del vano (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

T<sub>0h</sub> = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

### 3.3.1.2. Vano de regulación.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$a_r = \sqrt{(\sum a^3 / \sum a)}$$

siendo:

$a_r$ : vano de regulación en metros.

$\sum a^3$ : suma de la distancia de todos los vanos elevado al cubo en metros.

$\sum a$ : suma de la distancia de todos los vanos en metros.

### 3.3.1.3. Tensiones y flechas de la línea en determinadas condiciones. Ecuación del Cambio de Condiciones.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal ( $T_{0h}$ ), se puede obtener una tensión horizontal final ( $T_h$ ) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[\delta \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0 / (S \cdot E) \cdot (T_h - T_{0h})] = L - L_0$$

$$L_0 = c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} + a/2) / c_0] - c_0 \cdot \sinh[(X_{m0} - a/2) / c_0]$$

$$c_0 = T_{0h} / P_0 ; X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \sqrt{(1 + z_0^2)}]$$

$$z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \sinh a/2c_0)$$

$$L = c \cdot \sinh[(X_m + a/2) / c] - c \cdot \sinh[(X_m - a/2) / c]$$

$$c = T_h / P ; X_m = c \cdot \ln[z + \sqrt{(1 + z^2)}]$$

$$z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

$\delta$  = Coeficiente de dilatación lineal.

$L_0$  = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

$L$  = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

$t_0$  = Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

$t$  = Temperatura en las condiciones finales (°C).

$S$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>).

$E$  = Módulo de elasticidad (daN/mm<sup>2</sup>).

$T_{0h}$  = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

$T_h$  = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).

$a = a_r$  (vano de regulación, m).

$h$  = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

$h = 0$ , para tramos compuestos por más de un vano.

Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea:

$$F = Y_B - [h/a \cdot (X_B - X_{fm})] - Y_{fm}$$

$$X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{1+(h/a)^2}]$$

$$Y_{fm} = c \cdot \cosh (X_{fm}/c)$$

Siendo:

$Y_B$  = Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

$X_B$  = Abscisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

$Y_{fm}$  = Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

$X_{fm}$  = Abscisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

$h$  = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

$a$  = proyección horizontal del vano (m).

### **3.3.1.3.1. Tensión máxima (Apdo. 3.2.1)**

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

- Tracción máxima viento.

$t = -5$  °C.

Sobrecarga: viento ( $P_v$ ).

b) Zona B.

- Tracción máxima viento.

$t = -10$  °C.

Sobrecarga: viento ( $P_v$ ).

- Tracción máxima hielo.

$t = -15$  °C.

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$t = -15$  °C.

Sobrecarga: viento ( $P_{vh}$ ).

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

c) Zona C.

- Tracción máxima viento.

$t = -15\text{ °C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_v$ ).

- Tracción máxima hielo.

$t = -20\text{ °C}$ .

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$t = -20\text{ °C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_{vh}$ ).

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

### **3.3.1.3.2. Flecha máxima**

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Hipótesis de viento.

$t = +15\text{ °C}$ .

Sobrecarga: Viento ( $P_v$ ).

b) Hipótesis de temperatura.

$t = +50\text{ °C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.

$t = 0\text{ °C}$ .

Sobrecarga: hielo ( $P_h$ ).

Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).

Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c).

### **3.3.1.3.3. Flecha mínima. (Apdo. 3.2.3)**

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

$t = -5\text{ °C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

b) Zona B.

$t = -15\text{ °C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

c) Zona C.

$t = -20\text{ °C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

#### **3.3.1.3.4. Desviación cadena aisladores.**

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.  
Sobrecarga: mitad de Viento ( $P_V/2$ ).

#### **3.3.1.3.5. Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos.**

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.  
Sobrecarga: Viento ( $P_V$ ).

#### **3.3.1.3.6. Tendido de la línea.**

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

t = -20 °C (Sólo zona C).  
t = -15 °C (Sólo zonas B y C).  
t = -10 °C (Sólo zonas B y C).  
t = -5 °C.  
t = 0 °C.  
t = + 5 °C.  
t = + 10 °C.  
t = + 15 °C.  
t = + 20 °C.  
t = + 25 °C.  
t = + 30 °C.  
t = + 35 °C.  
t = + 40 °C.  
t = + 45 °C.  
t = + 50 °C.  
Sobrecarga: ninguna.

#### **3.3.1.4. Limite dinámico "EDS".**

$$EDS = (T_h / Q_r) \cdot 100 < 15$$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

$T_h$  = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C,  $t^a = 15$  °C.  
Sobrecarga: ninguna.

$Q_r$  = Carga de rotura del conductor (daN).

### 3.3.1.5.Hipótesis cálculo de apoyos (apdo. 3.5.3)

Apoyos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $L_t = R_{otv}$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $L_t = R_{otv}$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{avT}$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avdT}$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avdL}; L_t = R_{otv}$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + R_{avT}$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{avdT}$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avL}$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{avdL}; L_t = R_{otv}$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $L_t = R_{otv}$

**Electrificación Polígono Industrial Riu Clar**  
**Ref:1032025**

Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; Lt = Rotv$
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$			Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = Dtv$			Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $Lt = Rotv$

V = Esfuerzo vertical      T = Esfuerzo transversal      L = Esfuerzo longitudinal      Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -5 °C.
En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :
- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = Dth$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $Lt = Roth$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = Dth$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $Lt = Roth$

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{av}T$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ah}T$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ah}dT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahr}T$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ah}dL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahr}L ; Lt = Roth$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{av}T$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ah}T$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ah}dT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahr}T$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{av}L$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ah}L$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ah}dL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahr}L ; Lt = Roth$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $Lt = Roth$
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{av}T$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ah}T$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ah}dT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahr}T$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{av}L$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ah}L$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ah}dL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = R_{ahr}L ; Lt = Roth$
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = D_{tv}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = D_{th}$		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $Lt = Roth$

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

V = Esfuerzo vertical

T = Esfuerzo transversal

L = Esfuerzo longitudinal

Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará: Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C. Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C.
En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) : - Tensión nominal de la línea hasta 66 kV. - La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN. - Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo. - El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales. - Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

### 3.3.1.5.1. Cargas permanentes (Apdo. 3.1.1).

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

$$P_{cv} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{cvr} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos \alpha \cdot nr \text{ (daN)}$$

Siendo:

$L_v$  = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) o -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (m).

$P_{pv}$  = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

$P_{cvr}$  = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4ª hipótesis (daN).

$\alpha$  = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

$n$  = número total de conductores.

$nr$  = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será:

$$P_{ch} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{chr} = L_h \cdot P_{ph} \cdot nr \text{ (daN)}$$

Siendo:

$L_h$  = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 °C (zona B) o -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

$P_{ph}$  = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

$P_{chr}$  = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4ª hipótesis (daN).

$n$  = número total de conductores.

$nr$  = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores "Pca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

### **3.3.1.5.2. Esfuerzos del viento (Apdo. 3.1.2).**

- El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

Apoyos alineación

$$Fvc = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 2 \cdot k \text{ (daN)}$$

Apoyos fin de línea

$$Fvc = a / 2 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo y estrellamiento

$$Fvc = \sum a_p / 2 \cdot d_p \cdot n_p \cdot k \text{ (daN)}$$

Siendo:

$a_1$  = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).

$a_2$  = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).

$a$  = Proyección horizontal del conductor (m).

$a_p$  = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).

$d, d_1, d_2, d_p$  = Diámetro del conductor(m).

$n, n_1, n_2, n_p$  = nº de haces de conductores.

$v$  = Velocidad del viento (Km/h).

$K = 60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2$  si  $d \leq 16 \text{ mm}$  y  $v \geq 120 \text{ Km/h}$

$K = 50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2$  si  $d > 16 \text{ mm}$  y  $v \geq 120 \text{ Km/h}$

- En la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "Eca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

### **3.3.1.5.3. Desequilibrio de tracciones (Apdo. 3.1.4)**

- En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "Dtv" se obtiene:

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$Dtv = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = \text{Abs}( (T_{h1} \cdot n_1 ) - (T_{h2} \cdot n_2 ) ) \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$D_{tv} = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = \text{Abs}( (T_{h1} \cdot n_1 ) - (T_{h2} \cdot n_2 ) ) \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$D_{tv} = 8/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$D_{tv} = 15/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje de alineación.

$$D_{tv} = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{tv} = \text{Abs}( (T_{h1} \cdot n_1 ) - (T_{h2} \cdot n_2 ) ) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$D_{tv} = 50/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$D_{tv} = 100/100 \cdot T_h \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n_1, n_2$  = número total de conductores.

$T_h, T_{h1}, T_{h2}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene:

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

$$D_{th} = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = \text{Abs}( (T_{0h1} \cdot n_1 ) - (T_{0h2} \cdot n_2 ) ) \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

$$D_{th} = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = \text{Abs}( (T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2) ) \text{ (daN)}$$

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

$$D_{th} = 8/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

$$D_{th} = 15/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje en alineación.

$$D_{th} = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$D_{th} = \text{Abs}( (T_{0h1} \cdot n_1) - (T_{0h2} \cdot n_2) ) \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

$$D_{th} = 50/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

$$D_{th} = 100/100 \cdot T_{0h} \cdot n \text{ (daN)}$$

Siendo:

$n, n_1, n_2$  = número total de conductores.

$T_{0h}, T_{0h1}, T_{0h2}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

#### **3.3.1.5.4. Rotura de conductores (Apdo. 3.1.5)**

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Rotv" en zona A, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

#### Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$\text{Rotv} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$\text{Rotv} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$$\text{Rotv} = T_{0h} \text{ (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)}$$

$$\text{Rotv} = T_{0h} \cdot \text{ncf} \cdot 0,5 \text{ (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)}$$

Fin de línea

$$\text{Rotv} = T_{0h} \cdot \text{ncf} \text{ (daN)}$$

$$\text{Rotv} = 2 \cdot T_{0h} \cdot \text{ncf} \text{ (montaje tresbolillo y bandera) (daN)}$$

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

$T_{0h}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Roth" en zonas B y C, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$\text{Roth} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo 3.5.3.
- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable.

$$\text{Roth} = T_{0h} \text{ (daN)}$$

Apoysos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

$R_{oh} = T_{oh}$  (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)

$R_{oh} = T_{oh} \cdot n_{cf} \cdot 0,5$  (dúplex, tríplex, cuadruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)

Fin de línea

$R_{oh} = T_{oh} \cdot n_{cf}$  (daN)

$R_{oh} = 2 \cdot T_{oh} \cdot n_{cf}$  (montaje tresbolillo y bandera) (daN)

Siendo:

$n_{cf}$  = número de conductores por fase.

$T_{oh}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

**3.3.1.5.5. Resultante de ángulo (Apdo. 3.1.6)**

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$R_{av} = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 2ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$R_{ah} = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahL" y otro en dirección transversal a la línea "RahT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravd = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dtv) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavdL" y otro en dirección transversal a la línea "RavdT".

Siendo:

$n_1$  = Número de conductores.

$T_{h1}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $(T_{h1} - Dtv)$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahd = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h1} \cdot n_1 - Dth)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h1} \cdot n_1 - Dth) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahdL" y otro en dirección transversal a la línea "RahdT".

Siendo:

$n_1$  = Número de conductores.

$T_{h1}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

Dth = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $(T_{h1} - Dth)$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para la zona A se obtiene del siguiente modo:

$$Ravr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavrL" y otro en dirección transversal a la línea "RavrT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rahr = \sqrt{((T_{h1} \cdot n_1)^2 + (T_{h2} \cdot n_2)^2 - 2 \cdot (T_{h1} \cdot n_1) \cdot (T_{h2} \cdot n_2) \cdot \cos [180 - \alpha])} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahrL" y otro en dirección transversal a la línea "RahrT".

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

$T_{h1}, T_{h2}$  = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman  $T_{h1}$  y  $T_{h2}$  (gr. sexa.).

\*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total.

### **3.3.1.5.6. Esfuerzos descentrados**

En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será:

$Esdt = T_{oh} \cdot ncf$  (daN) (tresbolillo)

$Esdb = 3 \cdot T_{oh} \cdot ncf$  (daN) (bandera)

Siendo:

$ncf$  = número de conductores por fase.

$T_{oh}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

### **3.3.1.5.7. Esfuerzos equivalentes**

Los esfuerzos horizontales de los apoyos vienen especificados en un punto de ensayo, situado en la cogolla (excepto en los apoyos de hormigón y de chapa metálica que están 0,25 m por debajo de la cogolla).

Si los esfuerzos están aplicados en otro punto se aplicará un coeficiente reductor o de mayoración.

- Coeficiente reductor del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a mayor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

Apoyos de celosía y presilla

$$K = 4,6 / (H_S + 4,6)$$

Apoyos de hormigón

$$K = 5,4 / (H_S + 5,25)$$

Apoyos de chapa metálica

$$K = 4,6 / (H_S + 4,85)$$

- Coeficiente de mayoración del esfuerzo nominal. Se aplica para esfuerzos horizontales a menor altura del punto de ensayo, cuyo valor será:

$$K = H_{En} / H_F$$

Por tanto, los esfuerzos horizontales aplicados en el punto de ensayo serán:

$$T = T_c / K$$

$$L = L_c / K$$

El esfuerzo horizontal equivalente soportado por el apoyo será:

- Existe solamente esfuerzo transversal.

$$F = T$$

- Existe solamente esfuerzo longitudinal.

$$F = L$$

- Existe esfuerzo transversal y longitudinal simultáneamente.

En apoyos de celosía, presilla, hormigón vibrado hueco y chapa circular.

$$F = T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular con viento sobre la cara secundaria.

$$F = RU \cdot T + L$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular sin viento o con viento sobre la cara principal.

$$F = T + RN \cdot L$$

El esfuerzo de torsión aplicado en el punto de ensayo será:

$$L_t = L_{tc} \cdot D_c / D_n$$

En apoyos de hormigón vibrado y chapa rectangular el apoyo se orienta con su esfuerzo nominal principal en dirección del esfuerzo mayor (T o L).

Siendo:

$H_{En}$  = Distancia desde el punto de ensayo de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

$H_S$  = Distancia por encima de la cogolla, donde se aplican los esfuerzos horizontales (m).

$H_F$  = Distancia desde punto de aplicación de los esfuerzos horizontales hasta el terreno (m).

Dn = Distancia del punto de ensayo del esfuerzo de torsión al eje del apoyo (m).

Dc = Distancia del punto de aplicación de los conductores al eje del apoyo (m).

H<sub>v</sub> = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m).

Eva = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN).

EvaRed = Esfuerzo del viento sobre el apoyo reducido al punto de ensayo (daN).

$$EvaRed = Eva \cdot H_v / H_{En}$$

RU = Esfuerzo nominal principal / (Esfuerzo nominal secundario – EvaRed).

RN = Esfuerzo nominal principal / Esfuerzo nominal secundario.

Tc = Esfuerzo transversal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

Lc = Esfuerzo longitudinal en el punto de aplicación de los conductores (daN).

Ltc = Esfuerzo de torsión en el punto de aplicación de los conductores (daN).

F = Esfuerzo horizontal equivalente (daN).

T = Esfuerzo transversal en el punto de ensayo (daN).

L = Esfuerzo longitudinal en el punto de ensayo (daN).

Lt = Esfuerzo de torsión en el punto de ensayo (daN).

### **3.3.1.5.8. Apoyo adoptado**

El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada hipótesis (V,F,Lt).

A estos esfuerzos se le aplicará un coeficiente de seguridad si el apoyo es reforzado.

- Hipótesis sin esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_n \geq F$$

En apoyos de hormigón el esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_n \geq V$$

En apoyos que no sean de hormigón se aplicará la ecuación resistente:

$$(3 \cdot V_n) \geq V$$

$$(5 \cdot E_n + V_n) \geq (5 \cdot F + V)$$

- Hipótesis con esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_{nt} \geq F$$

El esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_{nt} \geq V$$

El esfuerzo de torsión debe cumplir la ecuación:

$$E_T \geq L_t$$

Siendo:

V = Cargas verticales.

F = Esfuerzo horizontal equivalente.

L<sub>t</sub> = Esfuerzo de torsión.

E<sub>n</sub> = Esfuerzo nominal sin torsión del apoyo.

E<sub>nt</sub> = Esfuerzo nominal con torsión del apoyo.

V<sub>n</sub> = Esfuerzo vertical sin torsión del apoyo.

V<sub>nt</sub> = Esfuerzo vertical con torsión del apoyo.

E<sub>T</sub> = Esfuerzo de torsión del apoyo.

### **3.3.1.6. Cimentaciones (apdo. 3.6).**

Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas. En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra.

Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta "M<sub>ep</sub>" se obtiene:

$$M_{ep} = E_p \cdot H_L$$

Siendo:

E<sub>p</sub> = Esfuerzo en punta (daN).

H<sub>L</sub> = Altura libre del apoyo (m).

Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "M<sub>ev</sub>" se obtiene:

$$M_{ev} = E_{va} \cdot H_v$$

Siendo:

E<sub>va</sub> = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

E<sub>va</sub> = 170 · (v/120)<sup>2</sup> · η · S (apoyos de celosía).

E<sub>va</sub> = 100 · (v/120)<sup>2</sup> · S (apoyos con superficies planas).

E<sub>va</sub> = 70 · (v/120)<sup>2</sup> · S (apoyos con superficies cilíndricas).

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m<sup>2</sup>).

$\eta$  = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H<sub>v</sub> = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2) \text{ (m)}$$

H = Altura total del apoyo (m).

d<sub>1</sub> = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d<sub>2</sub> = anchura del apoyo en la cogolla (m).

#### **3.3.1.6.1. Zapatas Monobloque.**

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto:

$$M_f \geq 1,65 \cdot (M_{ep} + M_{ev})$$

Siendo:

M<sub>f</sub> = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

M<sub>ep</sub> = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

M<sub>ev</sub> = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación "M<sub>f</sub>" se calcula por la fórmula de Sulzberger:

$$M_f = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0,20) \cdot 2420 \cdot (0,5 - 2/3 \cdot \sqrt{(1,1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2)})]$$

Siendo:

C<sub>2</sub> = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm<sup>3</sup>).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

#### **3.3.1.6.2. Zapatas Aisladas.**

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del apoyo.

Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$$F_{rt} = \delta_t \cdot \Sigma (\gamma^2 \cdot L) \cdot \text{tg} [\phi/2]$$

Siendo:

$\delta_t$  = Densidad de las tierras de que se trata ( 1600 daN/ m<sup>3</sup> ).

$\gamma$  = Longitudes parciales del macizo, en m.

L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.

$\phi$  = Angulo de las tierras (generalmente = 45°).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$$P_t = V_t \cdot \delta_t, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$ ; volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m<sup>3</sup> .

$\delta_t$  = Densidad de la tierra, en daN/ m<sup>3</sup> .

h = Altura del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m.

$S_s$  = Superficie superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m<sup>2</sup> .

$S_i$  = Superficie inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m<sup>2</sup> .

Al volumen de tierra “  $V_t$  “, habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$$P_h = V_h \cdot \delta_h, \text{ en daN.}$$

Siendo:

$\delta_h$  = Densidad del macizo de hormigón, en daN/ m<sup>3</sup> .

$V_h = \Sigma V_{hi}$ ; los volúmenes “  $V_{hi}$  ” pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en m<sup>3</sup> .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \sqrt{(S_s \cdot S_i)})$ ; volumen del tronco de pirámide, en m<sup>3</sup> .

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$ ; volumen de la pirámide, en m<sup>3</sup> .

$V_i = h \cdot S$ ; volumen del cubo, en m<sup>3</sup> .

h = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

$S_s$  = Superficie superior del tronco de pirámide, en m<sup>2</sup> .

$S_i$  = Superficie inferior del tronco de pirámide, en m<sup>2</sup> .

S = Superficie de la base del cubo o pirámide, en m<sup>2</sup> .

Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta "Fep" se obtiene:

$F_{ep} = 0,5 \cdot (M_{ep} + M_{ev} \cdot f) / \text{Base}$  , en daN.

Siendo:

$M_{ep}$  = Momento producido por el esfuerzo en punta, en daN · m.

$M_{ev}$  = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en daN · m.

$f$  = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m.

Esfuerzo vertical debido a los pesos

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$F_v = T_v / 4 + P_a / 4 + P_t + P_h$  , en daN.

Siendo:

$T_v$  = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN.

$P_a$  = Peso del apoyo, en daN.

$P_t$  = Peso de la tierra levantada, en daN.

$P_h$  = Peso del hormigón de la zapata, en daN.

Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$F_T = F_{ep} + F_v$  , en daN.

Siendo:

$F_{ep}$  = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

$F_v$  = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Comprobación de las zapatas

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad "Cs", cuyo valor será:

$Cs = (F_v + F_{rt}) / F_{ep} > 1,5$  .

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia "Rt", cuyo valor será:

$Rt = F_T / S$  , en daN/cm<sup>2</sup> .

Siendo:

$F_v$  = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

$F_{rt}$  = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN.

$F_{ep}$  = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

$F_T$  = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.  
 $S$  = Superficie de la base del macizo, en  $\text{cm}^2$  .

### **3.3.1.7. Cadena de aisladores.**

#### **3.3.1.7.1. Cálculo eléctrico**

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

$$NAis = Nia \cdot Ume / Llf$$

Siendo:

NAis = número de aisladores de la cadena.

Nia = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

Ume = Tensión más elevada de la línea (kV).

Llf = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm).

#### **3.3.1.7.2. Cálculo mecánico**

Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

$$Csmv = Qa / (Pv + Pca) > 3$$

Siendo:

Csmv = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Pv = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

$$Csmh = Qa / (Toh \cdot ncf) > 3$$

Siendo:

Csmh = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Toh = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).

ncf = número de conductores por fase.

#### **3.3.1.7.3. Longitud de la cadena**

La longitud de la cadena Lca será:

$$Lca = NAis \cdot LAis \text{ (m)}$$

Siendo:

Lca = Longitud de la cadena (m).

NAis = número de aisladores de la cadena.

LAis = Longitud de un aislador (m).

#### **3.3.1.7.4. Peso de la cadena**

El peso de la cadena Pca será:

$$Pca = NAis \cdot PAis \text{ (daN)}$$

Siendo:

Pca = Peso de la cadena (daN).

NAis = número de aisladores de la cadena.

PAis = Peso de un aislador (daN).

#### **3.3.1.7.5. Esfuerzo del viento sobre la cadena**

El esfuerzo del viento sobre la cadena Eca será:

$$Eca = k \cdot (DAis / 1000) \cdot Lca \text{ (daN)}$$

Siendo:

Eca = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).

$k = 70 \cdot (v/120)^2$  . Según apdo 3.1.2.2.

v = Velocidad del viento (Km/h).

DAis = Diámetro máximo de un aislador (mm).

Lca = Longitud de la cadena (m).

#### **3.3.1.8. Distancias de seguridad.**

##### **3.3.1.8.1. Distancia de los conductores al terreno**

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de:

$$D = Dadd + Del = 5,3 + Del \text{ (m), mínimo 6 m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional (m).

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

### 3.3.1.8.2. Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí "D" debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot D_{pp} \text{ (m)}.$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

k' = 0,75.

D<sub>pp</sub> = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

### 3.3.1.8.3. Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo "ds" será de:

ds = Del (m), mínimo de 0,2 m.

Siendo:

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

### 3.3.1.9. Angulo de desviación de la cadena de suspensión.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena "γ" no podrá ser superior al ángulo "μ" máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo.

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-X^{\circ}C+V/2} + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t, \text{ en apoyos de alineación.}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v \cdot \cos[(180-\alpha)/2] + R_{av} + E_{ca}/2) / (P_{-X^{\circ}C+V/2} + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t, \text{ en apoyos de ángulo.}$$

Siendo:

tg γ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

P<sub>v</sub> = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

E<sub>ca</sub> = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

P<sub>-X<sup>o</sup>C+V/2</sub> = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una T<sup>a</sup> X (-5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

P<sub>ca</sub> = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

α = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

Rav = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena " $\gamma$ " es mayor del ángulo máximo permitido " $\mu$ ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = E_{tv} / \operatorname{tg} \mu - P_t$$

### **3.3.1.10. Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento.**

$$d_H = z \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

Siendo:

$d_H$  = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

$z$  = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).

$\alpha$  = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

### **3.3.2. Datos generales de la instalación.**

Tensión de la línea: 25 kV.

Tensión más elevada de la línea: 30 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: A.

### CONDUCTOR.

Denominación: LA-110 (94-AL1/22-ST1A).

Sección: 116.2 mm<sup>2</sup>.

Diámetro: 14 mm.

Carga de Rotura: 4310 daN.

Módulo de elasticidad: 8000 daN/mm<sup>2</sup>.

Coefficiente de dilatación lineal:  $17.8 \cdot 10^{-6}$ .

Peso propio: 0.425 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 0,941 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,598 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,098 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,772 daN/m.

### **3.3.3. Distancias de seguridad.**

#### **3.3.3.1. Distancia de los conductores al terreno**

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

$$dst_{des} = D_{add} + D_{el} = 7,3 + 0,27 = 7,57 \text{ m.}; \text{mínimo } 7\text{m.}$$

$$dst_{des} = 7 \text{ m.}$$

$$dst_{ais} = 7 \text{ m.}$$

$$dst_{rec} = 7 \text{ m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

### 3.3.3.2. Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$$D_{des} = k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$$

$$D_{rec} = 1/3 \cdot k \cdot \sqrt{(F + L)} + k' \cdot Dpp$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 de la ITC-LAT 07.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

#### apoyo 1

$$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,43 + 0)} + 0,75 \cdot 0,33 = 1,18 \text{ m}$$

#### apoyo 2

$$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(2,43 + 0)} + 0,75 \cdot 0,33 = 1,18 \text{ m}$$

#### apoyo 3

$$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(1,45 + 0)} + 0,75 \cdot 0,33 = 0,97 \text{ m}$$

#### apoyo 4

$$D_{des} = 0,6 \cdot \sqrt{(1,45 + 0)} + 0,75 \cdot 0,33 = 0,97 \text{ m}$$

### **3.3.3.3. Distancia de los conductores al apoyo**

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

$d_{sa} = D_{el} = 0,27 \text{ m.};$  mínimo 0,2 m.

$d_{sa} = 0,27 \text{ m.}$

Siendo:

$D_{el}$  = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

### **3.3.4. Cruzamientos.**

Carretera No Estatal

Anchura: 7 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

Calculada: 7,55 m.

Distancia horizontal al apoyo 2:

Mínima: 0 m.

Calculada: 18,5 m.

Distancia horizontal al apoyo 3:

Mínima: 0 m.

Calculada: 12,5 m.

Carretera No Estatal

Anchura: 7 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

Calculada: 7,36 m.

Distancia horizontal al apoyo 3:

Mínima: 0 m.

Calculada: 57,5 m.

Distancia horizontal al apoyo 4:

Mínima: 0 m.

Calculada: 31,5 m.

**Electrificació Polígon Industrial Riu Clar**  
**Ref:1032025**

**3.3.5. Tensiones y flechas en hipótesis reglamentarias.**

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima							
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)	
1-2	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	130	1,8	130	999,4							
2-3	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	38	-2,8	38	998,1							
3-4	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	96	0	96	1.001,2							

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
					15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C F(m)	-15°C F(m)	-20°C F(m)
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)			
1-2	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	130	1,8	130	864,3	2,3	370,4	2,43			1,33		
2-3	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	38	-2,8	38	714,9	0,24	230,3	0,33			0,08		
3-4	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	96	0	96	822,4	1,32	338,5	1,45			0,62		

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores			
					-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)	
1-2	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	130	1,8	130	999,4						791,7		
2-3	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	38	-2,8	38	998,1						969,7		
3-4	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	96	0	96	1.001,2						858,6		

**3.3.6. Tensiones y flechas de tendido.**

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	130	1,8	130							676,9	1,33	632	1,42
2-3	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	38	-2,8	38							959,7	0,08	879,2	0,09
3-4	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	96	0	96							789,2	0,62	725,4	0,67

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)
1-2	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	130	1,8	130	591,4	1,52	554,8	1,62	521,9	1,72	492,5	1,82	466,2	1,93
2-3	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	38	-2,8	38	799,3	0,1	720,3	0,11	643	0,12	567,2	0,14	494,6	0,16
3-4	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	96	0	96	665,7	0,74	610,5	0,8	560,2	0,87	515,1	0,95	475	1,03

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	T(daN)	F(m)	
1-2	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	130	1,8	130	442,8	2,03	421,7	2,13	402,8	2,23	385,8	2,33	370,4	2,43	12,11
2-3	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	38	-2,8	38	426,2	0,18	364,2	0,21	310,2	0,25	265,7	0,29	230,3	0,33	14,92
3-4	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	96	0	96	439,8	1,11	409	1,2	382,3	1,28	358,9	1,36	338,5	1,45	13

**Electrificación Polígono Industrial Riu Clar**  
**Ref:1032025**

**3.3.7. Cálculo de apoyos.**

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H			
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)
1	Fin Línea		139,2	180,1	2.998,3					
2	Ang. Am.	86,9°; apo.3	340,7	473,2	3,2					
3	Ang. Am.	60°; apo.4	101	2.585	6,6					
4	Fin Línea		131,3	137,2	3.003,7					

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sex.	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Lt (m)	Dist.Min. Cond. (m)		
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)				
1	Fin Línea									117,8		832,9	1,5	1,18
2	Ang. Am.	86,9°; apo.3	340,7	250,9	372,1									1,18
3	Ang. Am.	60°; apo.4	101	2.260	317,9									0,97
4	Fin Línea									110,9		667,5	1,5	0,97

**3.3.8. Apoyos adoptados.**

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosía recto	N		12	4.500			800	800	1.400	1,5	
2	Ang. Am.	Celosía recto	R	173,7°	12	1.000			600	600	700	1,5	
3	Ang. Am.	Celosía recto	R	120,1°	12	4.500			800	800	1.400	1,5	
4	Fin Línea	Celosía recto	R		12	4.500			800	800	1.400	1,5	

**3.3.9. Crucetas adoptadas.**

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosía recto	Horizontal Atir.	1,25	1,25						0,6	55
2	Ang. Am.	Celosía recto	Tresbolillo Atir.	2,33	1	1	1,25	1,2			0,6	75
3	Ang. Am.	Celosía recto	Tresbolillo Atir.	2,11	1	1	1,25	1,2			0,6	75
4	Fin Línea	Celosía recto	Horizontal Atir.	1	1						0,6	50

**3.3.10. Cálculo de cimentaciones.**

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
1	Fin Línea	4.500	9,7	43.650	350,3	4,4	1.540,4	45.190,4
2	Ang. Am.	1.000	10,5	10.500	310,3	4,73	1.468,5	11.968,5
3	Ang. Am.	4.500	9,7	43.650	350,3	4,4	1.540,4	45.190,4
4	Fin Línea	4.500	9,7	43.650	350,3	4,4	1.540,4	45.190,4

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS											
				Coefic. Comp. (daN/m³)	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)	Volum. Horm. (m³)	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m³)	Dens. Tierra (Kg/m³)	Peso Tierra (daN)	Esf.Roz. Tierra (daN)	Esf. Montan. (daN)	Esf. Vert. (daN)	Coef. Seg.	Res.Calc. Tierra (daN/cm²)		
1	Fin Línea	1,2	2,55	10	75.104,83												
2	Ang. Am.	1,26	1,75	10	20.368,21												
3	Ang. Am.	1,21	2,55	10	75.812,94												
4	Fin Línea	1,21	2,55	10	75.812,94												

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

**3.3.11. Cálculo de cadenas de aisladores.**

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Llf (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
1	Fin Línea	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
2	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
3	Ang. Am.	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67
4	Fin Línea	U40B	4.000	175	190	0,11	1,67

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
1	Fin Línea	3 C.Am.	U40B	4	2,1	0,62	0,38	6,68	5,39	28,07	142,5	1.000,92	4
2	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	4	2,1	0,62	0,38	6,68	5,39	47,98	83,36	1.003,88	3,98
3	Ang. Am.	6 C.Am.	U40B	4	2,1	0,62	0,38	6,68	5,39	27,09	147,67	1.019,13	3,92
4	Fin Línea	3 C.Am.	U40B	4	2,1	0,62	0,38	6,68	5,39	27,09	147,67	1.002,04	3,99

**3.3.12. Cálculo de esfuerzos verticales sin sobrecarga.**

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
1	Fin Línea			74,8
2	Ang. Am.			387,6
3	Ang. Am.			-86,6
4	Fin Línea			81,2

**3.3.13. Flechas en hipótesis de tracción máxima.**

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima							
					-5°C+V F(m)	-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)	-15°C+H+V F(m)	-15°C+V F(m)	-20°C+H F(m)	-20°C+H+V F(m)	
1-2	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	130	1,8	130	1,99							
2-3	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	38	-2,8	38	0,17							
3-4	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	96	0	96	1,08							

**3.4.Cálculo de la red de media tensión**

**3.4.1. Fórmulas Generales**

Se emplean las siguientes formulas:

$$I = S \times 1000 / 1,732 \times U = \text{Amperios (A)}$$

$$e = 1.732 \times I[(L \times \text{Cos}\varphi / k \times s \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.  
S = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>.  
L = Longitud de cálculo en metros.  
K = Conductividad.  
Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.  
Xu = Reactancia por unidad de longitud en mW/m.  
n = N° de conductores por fase.

### 3.4.2. Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$
$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$
$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0)(I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.  
r = Resistividad del conductor a la temperatura T.  
r<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C. (Conductores bimetálicos, r<sub>20</sub> = S<sub>total</sub>/S(s/r),  
siendo r y s la resistividad y sección de los distintos metales que componen el conductor)

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$AlMgSi = 0.03250 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Ac \text{ (Acero)} = 0.192 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Ac-Al \text{ (Acero recubierto Al)} = 0.0848 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al \text{ y demás conductores} = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$XLPE, \text{EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$HEPR = 90^\circ\text{C} (105^\circ\text{C}, U_0/U \leq 18/30 \text{ kV})$$

$$PVC = 70^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductores Recubiertos} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductores Desnudos} = 85^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

### 3.4.3. Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{\text{pccM}} = S_{\text{cc}} \times 1000 / 1.732 \times U$$

Siendo:

I<sub>pccM</sub>: Intensidad permanente de c.c. máxima de la red en Amperios.

S<sub>cc</sub>: Potencia de c.c. en MVA.

U: Tensión nominal en kV.

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

\*  $I_{cccs} = K_c \times S / (tcc)^{1/2}$

Siendo:

$I_{cccs}$ : Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor de sección "S", en un tiempo determinado "tcc".

S: Sección de un conductor en mm<sup>2</sup>.

tcc: Tiempo máximo de duración del c.c., en segundos.

$K_c$ : Cte del conductor que depende de la naturaleza y del aislamiento.

### 3.4.4. Características generales de la red

Tensión(V): 25000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos  $\phi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0,8

Constante cortocircuito  $K_c$ :

- PVC, Sección  $\leq 300$  mm<sup>2</sup>.  $K_{cCu} = 115$ ,  $K_{cAl} = 76$

- PVC, Sección  $> 300$  mm<sup>2</sup>.  $K_{cCu} = 102$ ,  $K_{cAl} = 68$

- XLPE.  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$

- EPR.  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$

- HEPR,  $U_o/U > 18/30$ .  $K_{cCu} = 143$ ,  $K_{cAl} = 94$

- HEPR,  $U_o/U \leq 18/30$ .  $K_{cCu} = 135$ ,  $K_{cAl} = 89$

- Desnudos.  $K_{cCu} = 164$ ,  $K_{cAl} = 107$ ,  $K_{cAl-Ac} = 135$

### 3.4.5. Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (m $\Omega$ /m)	Canal.	Designación	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
1	CONV. SUB-AÉR.	2	130,06	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	Unip.	81,48	3x116,2		954/1
2	2	3	38,05	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	Unip.	81,48	3x116,2		954/1
3	3	CONV. AÉR-SUB	96,05	Al-Ac/0,33	Desnudos	LA-110 (94-AL1/22-ST1A)	Unip.	81,48	3x116,2		954/1
4	CONV. AÉR-SUB	5	10	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	81,48	3x240	200	320/1
42	CONV. AÉR-SUB	43	17,03	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	81,48	3x400	250	415/1
6	5	7	48,6	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	81,48	3x240	200	320/1
7	7	CT1	10	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	81,48	3x240	200	320/1
8	CT1	9	9	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	69,84	3x240	200	320/1
9	9	10	38	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	69,84	3x240	200	320/1
10	10	11	36	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	69,84	3x240	200	320/1
11	11	CT2	9	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	69,84	3x240	200	320/1
12	CT2	13	13	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	58,2	3x240	200	320/1
13	13	14	38	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	58,2	3x240	200	320/1
14	14	15	38	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	58,2	3x240	200	320/1

**Electrificación Polígono Industrial Riu Clar**  
**Ref:1032025**

15	15	16	38	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	58,2	3x240	200	320/1
16	16	17	34	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	58,2	3x240	200	320/1
17	17	18	16	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	58,2	3x240	200	320/1
18	18	19	51	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	58,2	3x240	200	320/1
19	19	CT3	13	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	58,2	3x240	200	320/1
20	CT3	21	17	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
21	21	22	39	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
22	22	23	17	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
23	23	24	43	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
24	24	25	41	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
25	25	26	38	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
26	26	27	41	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/20 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
27	27	28	24	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
28	28	CT4	7	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	34,92	3x240	200	320/1
29	CT4	30	8	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	23,28	3x240	200	320/1
30	30	31	39	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/0 H16	Unip.	23,28	3x240	200	320/1
31	31	32	38	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	23,28	3x240	200	320/1
32	32	33	40	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	23,28	3x240	200	320/1
33	33	34	28	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	23,28	3x240	200	320/1
34	34	35	33	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	23,28	3x240	200	320/1
35	35	36	30	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	23,28	3x240	200	320/1
36	36	CT5	10	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	23,28	3x240	200	320/1
37	CT5	38	14	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	0	3x240	200	320/1
38	38	39	29	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/0 H16	Unip.	0	3x240	200	320/1
39	39	40	18	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	0	3x240	200	320/1
40	40	41	16	Al/0,15	En.B.Tu.	RHZ1 18/30 H16	Unip.	0	3x240	200	320/1

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
CONV. SUB-AÉR.	0,356	24.999,645	0,001	0 A(0 kVA)
2	3,104	24.996,896	0,012	0 A(0 kVA)
3	3,908	24.996,092	0,016	0 A(0 kVA)
CONV AÉR-SUB	5,938	24.994,062	0,024	0 A(0 kVA)
5	6,202	24.993,797	0,025	0 A(0 kVA)
SUBESTACIÓN	0	25.000	0	81,476 A(3.528 kVA)
7	7,49	24.992,51	0,03	0 A(0 kVA)
CT1	7,755	24.992,246	0,031	-11,639 A(-504 KVA)
9	7,959	24.992,041	0,032	0 A(0 kVA)
10	8,82	24.991,18	0,035	0 A(0 kVA)
11	9,635	24.990,365	0,039	0 A(0 kVA)
CT2	9,839	24.990,16	0,039	-11,639 A(-504 KVA)
13	10,084	24.989,916	0,04	0 A(0 kVA)
14	10,8	24.989,199	0,043	0 A(0 kVA)
15	11,516	24.988,484	0,046	0 A(0 kVA)
16	12,232	24.987,768	0,049	0 A(0 kVA)
17	12,873	24.987,127	0,051	0 A(0 kVA)

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

18	13,174	24.986,826	0,053	0 A(0 kVA)
19	14,135	24.985,865	0,057	0 A(0 kVA)
CT3	14,38	24.985,619	0,058	-23,279 A(-1.008 KVA)
21	14,572	24.985,428	0,058	0 A(0 kVA)
22	15,011	24.984,988	0,06	0 A(0 kVA)
23	15,203	24.984,797	0,061	0 A(0 kVA)
24	15,688	24.984,312	0,063	0 A(0 kVA)
25	16,15	24.983,85	0,065	0 A(0 kVA)
26	16,578	24.983,422	0,066	0 A(0 kVA)
27	17,041	24.982,959	0,068	0 A(0 kVA)
28	17,311	24.982,689	0,069	0 A(0 kVA)
CT4	17,39	24.982,609	0,07	-11,639 A(-504 KVA)
30	17,45	24.982,549	0,07	0 A(0 kVA)
31	17,743	24.982,258	0,071	0 A(0 kVA)
32	18,028	24.981,971	0,072	0 A(0 kVA)
33	18,329	24.981,672	0,073	0 A(0 kVA)
34	18,539	24.981,461	0,074	0 A(0 kVA)
35	18,787	24.981,213	0,075	0 A(0 kVA)
36	19,012	24.980,988	0,076	0 A(0 kVA)
CT5	19,087	24.980,912	0,076*	-23,279 A(-1.008 KVA)
38	19,087	24.980,912	0,076	0 A(0 kVA)
39	19,087	24.980,912	0,076	0 A(0 kVA)
40	19,087	24.980,912	0,076	0 A(0 kVA)
41	19,087	24.980,912	0,076	0 A(0 kVA)

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

**3.4.6. Pérdidas de potencia activa en kW**

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama.3RI <sup>2</sup> (kW)	Pérdida Potencia Activa Total Itinerario.3RI <sup>2</sup> (kW)
1	CONV. SUB-AÉR	2	0,271	
2	2	3	0,079	
3	3	CONV.AÉR-SUB	0,2	
4	CONV. AÉR-SUB	5	0,024	
42	CONV. SUB-AÉR	43	0,025	
6	5	7	0,095	
7	7	CT1	0,024	
8	CT1	9	0,016	
9	9	10	0,068	
10	10	11	0,064	
11	11	CT2	0,016	
12	CT2	13	0,016	
13	13	14	0,047	
14	14	15	0,047	
15	15	16	0,047	
16	16	17	0,042	
17	17	18	0,02	
18	18	19	0,063	
19	19	CT3	0,016	
20	CT3	21	0,007	
21	21	22	0,017	
22	22	23	0,007	
23	23	24	0,019	
24	24	25	0,018	
25	25	26	0,017	
26	26	27	0,018	
27	27	28	0,011	
28	28	CT4	0,003	
29	CT4	30	0,002	
30	30	31	0,008	
31	31	32	0,007	
32	32	33	0,008	
33	33	34	0,005	
34	34	35	0,006	
35	35	36	0,006	
36	36	CT5	0,002	
37	CT5	38	0	
38	38	39	0	
39	39	40	0	
40	40	41	0	1,341

### 3.4.7. Resultados obtenidos para las protecciones

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	Fusibles;In (Amp)	I.Aut;In/IReg (Amp)	I-Secc;In/Iter/IFus (Amp)
4	CONV. AÉR-SUB	5	36	170	70			200/100
42	CONV. SUB-AÉR	43	36	170	70		400/248	

In(A). Intensidad nominal del elemento de protección o corte.

Ireg(A). Intensidad de regulación del relé térmico del interruptor automático.

Iter(A). Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).

IFus(A). Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

### 3.4.8. Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	In (kA)	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)
4	CONV AÉR-SUB	5	10	36	170	70
42	CONV SUB-AÉR	43	10	36	170	70

In(kA). Intensidad nominal de la autoválvula-pararrayos.

Un(kV). Tensión más elevada de la red.

U1(kV). Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.

U2(kV). Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

### 3.4.9. Caída de tensión total en los distintos itinerarios

43-CONV.SUB-AÉR-2-3-CONV. AÉR-SUBT-5-7-CT1-9-10-11-CT2-13-14-15-16-17-18-19-CT3-21-22-23-24-25-26-27-28-CT4-30-31-32-33-34-35-36-CT5-38-39-40-41 = 0.08 %

### 3.4.10. Resultados del cálculo a cortocircuito

Scc = 250 MVA.

U = 25 kV.

tcc = 0,5 s.

I<sub>pccM</sub> = 5.773,5 A.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm2)	I <sub>cccs</sub> (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
1	CONV. SUBT-AÉR	2	3x116,2	66.554,3		
2	2	3	3x116,2	66.554,3		
3	3	CONV AÉR-SUB	3x116,2	66.554,3		
4	CONV. AÉR-SUB	5	3x240	31.904,66	200	16
42	CONV. SUBT-AÉR	43	3x400	53.174,43	400	12,5
6	5	7	3x240	31.904,66		
7	7	CT1	3x240	31.904,66		
8	CT1	9	3x240	31.904,66		
9	9	10	3x240	31.904,66		
10	10	11	3x240	31.904,66		
11	11	CT2	3x240	31.904,66		
12	CT2	13	3x240	31.904,66		
13	13	14	3x240	31.904,66		
14	14	15	3x240	31.904,66		
15	15	16	3x240	31.904,66		
16	16	17	3x240	31.904,66		
17	17	18	3x240	31.904,66		
18	18	19	3x240	31.904,66		
19	19	CT3	3x240	31.904,66		
20	CT3	21	3x240	31.904,66		
21	21	22	3x240	31.904,66		
22	22	23	3x240	31.904,66		

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

23	23	24	3x240	31.904,66		
24	24	25	3x240	31.904,66		
25	25	26	3x240	31.904,66		
26	26	27	3x240	31.904,66		
27	27	28	3x240	31.904,66		
28	28	CT4	3x240	31.904,66		
29	CT4	30	3x240	31.904,66		
30	30	31	3x240	31.904,66		
31	31	32	3x240	31.904,66		
32	32	33	3x240	31.904,66		
33	33	34	3x240	31.904,66		
34	34	35	3x240	31.904,66		
35	35	36	3x240	31.904,66		
36	36	CT5	3x240	31.904,66		
37	CT5	38	3x240	31.904,66		
38	38	39	3x240	31.904,66		
39	39	40	3x240	31.904,66		
40	40	41	3x240	31.904,66		

### 3.4.11. Cálculo de Cortocircuito en Pantallas

Datos generales:

$I_{pcc}$  en la pantalla = 1.000 A.

Tiempo de duración c.c. en la pantalla = 1 s.

Resultados:

Sección pantalla = 16 mm<sup>2</sup>.

$I_{cc}$  admisible en pantalla = 3.130 A.

### 3.5. Centro de transformación prefabricado simple

#### 3.5.1. Intensidad de alta tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
Trafo	630	25	14.55

### 3.5.2. Intensidad en baja tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s)$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.  
 $U_s$  = Tensión compuesta secundaria en V.  
 $I_s$  = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_s$ (V)	$I_s$ (A)
Trafo	630	400	909.35

### 3.5.3. Cortocircuito

#### 3.5.3.1. Observaciones

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía eléctrica suministradora.

#### 3.5.3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p)$$

Siendo:

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.  
 $U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.  
 $I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s)$$

Siendo:

$S$  = Potencia del transformador en kVA.  
 $U_{cc} (\%)$  = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

Us = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.  
Iccs = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### 3.5.3.3. Cortocircuito en el lado de alta tensión

Utilizado las expresiones del apartado 3.7.3.2

Scc (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
500	25	11.55

### 3.5.3.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión

Utilizado las expresiones del apartado 3.7.3.2

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
Trafo	630	400	4.5	20.21

## 3.5.4. Dimensionado del embarrado.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada: 630 A.

Límite térmico, 1 s.: 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

### 3.5.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

### 3.5.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\max} \geq (I_{ccp}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W)$$

Siendo:

$\sigma_{\max}$  = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm<sup>2</sup>.

Iccp = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.  
d = Separación entre fases, en cm.  
W = Módulo resistente de los conductores, en cm<sup>3</sup>.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

### **3.5.4.3. Comprobación por solicitud térmica a cortocircuito.**

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\Delta T / t}$$

Siendo:

I<sub>th</sub> = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm<sup>2</sup>.

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 16 \text{ kA durante } 1 \text{ s.}$$

### **3.5.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión.**

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

#### **Protección Trafo**

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	40

Para la protección contra sobrecargas y homopolar se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase y rodeando las tres fases, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Asimismo, dispondrá de termómetro para la protección propia del transformador por elevación de temperatura.

### **Protección en Baja Tensión**

En el circuito de baja tensión de cada transformador se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

#### **3.5.6. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.**

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = ( W_{cu} + W_{fe} ) / ( 0,24 \cdot k \cdot \sqrt{ h \cdot \Delta T^3 } ),$$

Siendo:

$W_{cu}$  = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

$k$  = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

$h$  = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

$S_r$  = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m<sup>2</sup>.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Ormazabal monobloque éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación

del centro de transformación.

### **3.5.7. Dimensionado del pozo apagafuegos.**

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

### **3.5.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.**

#### **3.5.8.1. Investigación de las características del suelo.**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 Wxm.

#### **3.5.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

##### Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

##### Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial),  $I_{d\text{máx}}$  (A): 300.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0,7.

#### **3.5.8.3. Diseño de la instalación de tierra.**

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

#### TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

#### TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 W.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

#### **3.5.8.4.Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.**

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio,  $U = 25000 \text{ V}$ .
- Puesta a tierra del neutro:
  - Desconocida
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión,  $U_{bt} = 10000 \text{ V}$ .
- Características del terreno:
  - $\rho$  terreno ( $\Omega\text{xm}$ ): 150.
  - $\rho_H$  hormigón ( $\Omega\text{xm}$ ): 3000.

#### TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $R_t$ ), la intensidad y tensión de defecto ( $I_d$ ,  $U_E$ ), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \rho (\Omega)$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = I_{d\text{máx}} (\text{A})$$

- Aumento del potencial de tierra,  $U_E$ :

$$U_E = R_t \cdot I_d \text{ (V)}$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/00.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 5x2.5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 0.
- Longitud de las picas (m): 0.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.13$ .
- De la tensión de paso,  $K_p (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0.0269$ .
- De la tensión de contacto exterior,  $K_c (V/((\Omega\text{xm})A)) = 0.0806$ .

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.13 \cdot 150 = 19.5 \Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 19.5 \cdot 300 = 5850 \text{ V.}$$

#### TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.135$ .

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega.$$

#### **3.5.8.5.Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.**

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean

susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'p = Kp \cdot \rho \cdot Id = 0.0269 \cdot 150 \cdot 300 = 1210.5 \text{ V.}$$

#### **3.5.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.**

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p (\text{acc}) = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0.0806 \cdot 150 \cdot 300 = 3627 \text{ V.}$$

#### **3.5.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.**

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_S \cdot Cs) / 1000) \text{ V.}$$

$$Up (\text{acc}) = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_S \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) \text{ V.}$$

$$Cs = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_S) / (2 \cdot hs + 0,106)].$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Siendo:

Up = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

Up (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.  
 Uca = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.  
 Rac = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω.  
 Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.  
 CH = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.  
 hs = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.  
 hH = Espesor de la capa de hormigón, en m.  
 ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωxm.  
 ρS = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm.  
 ρH = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm.  
 t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.  
 t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.  
 t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V.}$$

$$U_p (\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) = 18978.56 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.67$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	U <sub>p</sub> = 1210.5 V.	≤	U <sub>p</sub> = 9746.8 V.
Tensión de paso en el acceso	U <sub>p</sub> (acc) = 3627 V.	≤	U <sub>p</sub> (acc) = 18978.56 V.

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	U <sub>E</sub> = 5850 V.	≤	U <sub>bt</sub> = 10000 V.
Intensidad de defecto	I <sub>d</sub> = 300 A.	>	

**3.5.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.**

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario

un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn-p \geq (\rho \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

$\rho$  = Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$ .

$I_d$  = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### 3.6. Centro de transformación prefabricado doble

#### 3.6.1. Intensidad de alta tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
Trafo 1	630	25	14.55
Trafo 2	630	25	14.55

#### 3.6.2. Intensidad en baja tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

Us = Tensión compuesta secundaria en V.

Is = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Is (A)
Trafo 1	630	400	909.35
Trafo 2	630	400	909.35

### 3.6.3. Cortocircuito

#### 3.6.3.1. Observaciones

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía eléctrica suministradora.

#### 3.6.3.2. Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p)$$

Siendo:

S<sub>cc</sub> = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U<sub>p</sub> = Tensión compuesta primaria en kV.

I<sub>ccp</sub> = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s)$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U<sub>cc</sub> (%) = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

U<sub>s</sub> = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

I<sub>ccs</sub> = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

### 3.6.3.3. Cortocircuito en el lado de alta tensión

Utilizado las expresiones del apartado 3.8.3.2

Sc <sub>c</sub> (MVA)	U <sub>p</sub> (kV)	I <sub>ccp</sub> (kA)
500	25	11.55

### 3.6.3.4. Cortocircuito en el lado de baja tensión

Utilizado las expresiones del apartado 3.7.3.2

Transformador	Potencia (kVA)	U <sub>s</sub> (V)	U <sub>cc</sub> (%)	I <sub>ccs</sub> (kA)
Trafo 1	630	400	4.5	20.21
Trafo 2	630	400	4.5	20.21

### 3.6.4. Dimensionado del embarrado.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada: 630 A.

Límite térmico, 1 s.: 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

#### 3.6.4.1. Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

#### 3.6.4.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\text{máx}} \geq (I_{\text{ccp}}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W)$$

Siendo:

$\sigma_{\text{máx}}$  = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm<sup>2</sup>.

$I_{\text{ccp}}$  = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

$L$  = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

$d$  = Separación entre fases, en cm.

$W$  = Módulo resistente de los conductores, en cm<sup>3</sup>.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

### **3.6.4.3. Comprobación por solicitud térmica a cortocircuito.**

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{\Delta T / t}$$

Siendo:

$I_{th}$  = Intensidad eficaz, en A.

$\alpha$  = 13 para el Cu.

$S$  = Sección del embarrado, en mm<sup>2</sup>.

$\Delta T$  = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

$t$  = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 16 \text{ kA durante } 1 \text{ s.}$$

### **3.6.5. Selección de las protecciones de alta y baja tensión.**

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

#### **Protección Trafo 1**

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	40

Para la protección contra sobrecargas y homopolar se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase y rodeando las tres fases, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Asimismo, dispondrá de termómetro para la protección propia del transformador por elevación de temperatura.

### **Protección Trafo 2**

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	40

Para la protección contra sobrecargas y homopolar se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase y rodeando las tres fases, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

Asimismo, dispondrá de termómetro para la protección propia del transformador por elevación de temperatura.

### **Protección en Baja Tensión**

En el circuito de baja tensión de cada transformador se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

### **3.6.6. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.**

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = ( W_{cu} + W_{fe} ) / ( 0,24 \cdot k \cdot \sqrt{ h \cdot \Delta T^3 } ),$$

Siendo:

$W_{cu}$  = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

$k$  = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

$h$  = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

$S_r$  = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m<sup>2</sup>.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Ormazabal monobloque éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

### **3.6.7. Dimensionado del pozo apagafuegos.**

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

### **3.6.8. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.**

#### **3.6.8.1. Investigación de las características del suelo.**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 Wxm.

#### **3.6.8.2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

#### Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de

impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

#### Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial),  $I_{dm\acute{a}x}$  (A): 300.
- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0,7.

#### **3.6.8.3. Diseño de la instalación de tierra.**

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría”, editado por UNESA.

#### **TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

#### **TIERRA DE SERVICIO.**

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 W.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

#### 3.6.8.4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio,  $U = 25000 \text{ V}$ .
- Puesta a tierra del neutro:
  - Desconocida
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión,  $U_{bt} = 10000 \text{ V}$ .
- Características del terreno:
  - $\rho$  terreno ( $\Omega\text{xm}$ ): 150.
  - $\rho_H$  hormigón ( $\Omega\text{xm}$ ): 3000.

#### TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $R_t$ ), la intensidad y tensión de defecto ( $I_d$ ,  $U_E$ ), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \rho \text{ (}\Omega\text{)}$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = I_{d\text{máx}} \text{ (A)}$$

- Aumento del potencial de tierra,  $U_E$ :

$$U_E = R_t \cdot I_d \text{ (V)}$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/00.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 8x4.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 0.
- Longitud de las picas (m): 0.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r \text{ (}\Omega/\Omega\text{xm)} = 0.088$ .
- De la tensión de paso,  $K_p \text{ (V}/((\Omega\text{xm})\text{A})) = 0.0169$ .
- De la tensión de contacto exterior,  $K_c \text{ (V}/((\Omega\text{xm})\text{A})) = 0.0508$ .

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.088 \cdot 300 = 26.4 \text{ }\Omega.$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 26.4 \cdot 300 = 5850 \text{ V.}$$

#### TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/42.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.104$ .

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.104 \cdot 300 = 31.2 \Omega.$$

#### **3.6.8.5. Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.**

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0169 \cdot 300 \cdot 300 = 1521 \text{ V.}$$

#### **3.6.8.6. Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.**

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p \text{ (acc)} = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0.0508 \cdot 300 \cdot 300 = 4527 \text{ V.}$$

### 3.6.8.7. Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_S \cdot Cs) / 1000) \text{ V.}$$

$$Up \text{ (acc)} = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_S \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) \text{ V.}$$

$$Cs = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_S) / (2 \cdot hs + 0,106)].$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Siendo:

Up = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

Up (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

Uca = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

Rac = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en  $\Omega$ .

Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

C<sub>H</sub> = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.

hs = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

h<sub>H</sub> = Espesor de la capa de hormigón, en m.

$\rho$  = Resistividad natural del terreno, en  $\Omega\text{m}$ .

$\rho_S$  = Resistividad superficial del suelo, en  $\Omega\text{m}$ .

$\rho_H$  = Resistividad del hormigón, 3000  $\Omega\text{m}$ .

t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 1 \text{ s.}$$

$$t = t' = 1 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1.35) / 1000) = 6646.59 \text{ V.}$$

$$U_p (\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 107 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1.35 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.69) / 1000) = 12626 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 300 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1.35$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 300 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.69$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 1521 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 6646.59 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p (\text{acc}) = 4572 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p (\text{acc}) = 12626 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 7920 \text{ V.}$	$\leq$	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

**3.6.8.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior.**

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n-p} \geq (\rho \cdot I_d) / (2000 \cdot \pi) = (300 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 14.32 \text{ m.}$$

Siendo:

$\rho$  = Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot m$ .

$I_d$  = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### 3.7. Cálculo de Baja Tensión

#### 3.7.1. Fórmulas generales

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura T.

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.003929$$

$$Al = 0.004032$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

#### 3.7.2. Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I<sub>b</sub>: intensidad utilizada en el circuito.

I<sub>z</sub>: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

I<sub>n</sub>: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I<sub>n</sub> es la intensidad de regulación escogida.

I<sub>2</sub>: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

En la práctica I<sub>2</sub> se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I<sub>n</sub> como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I<sub>n</sub>).

#### 3.7.3. Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (Z_Q+Z_T+Z_L)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (Z_Q+Z_T+Z_L)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (2/3 \cdot Z_Q+Z_T+Z_L+(Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se

suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt:  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt:  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

Ik3: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

Ik2: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

Ik1: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según Ikmax o Ikmin), UNE\_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. Scc (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / Scc \qquad XQ = 0.995 ZQ \qquad RQ = 0.1 XQ \qquad \text{UNE\_EN 60909}$$

ZT: Impedancia de cc del Transformador. Sn (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / Sn) \qquad RT = (urcc\%/100) (U^2 / Sn) \qquad XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

$\rho$ : Resistividad conductor, (Ikmax se evalúa a 20°C, Ikmin a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>. (Fase, Neutro o PE)

Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

\* Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B	IMAG = 5 In
CURVA C	IMAG = 10 In
CURVA D	IMAG = 20 In

### 3.7.4. Centro de transformación 1

#### 3.7.4.1. Características generales de la red

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

#### 3.7.4.2. Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CT1-630KVA	2	12	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	404,49	630/507		2(3x240/150)	610/1	2(225)
2	2	3	30	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	404,49			2(3x240/150)	610/1	2(225)
3	3	4	27	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	200,99			2(3x240/150)	610/1	2(225)
4	4	5	15	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	128,82			2(3x240/150)	610/1	2(225)
5	5	6	48	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	128,82			2(3x240/150)	610/1	2(225)
6	6	7	19	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	128,82			2(3x240/150)	610/1	2(225)
7	7	8	15	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	68,92			2(3x240/150)	610/1	2(225)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
CT1-630KVA	0	400	0	404,492(224,192 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	0,702		0,175	0 A(0 kW)	21,79346	20,51955	17,57477		16,8361
3	2,457		0,614	-203,5 A(-112,79 kW)	18,90868	15,12747	11,04071		13,76848
4	3,203		0,801	-72,17 A(-40 kW)	16,77931	11,99848	7,99065		11,57419
5	3,466		0,866	0 A(0 kW)	15,76119	10,72284	6,89602		10,57977
6	4,308		1,077	0 A(0 kW)	13,12844	7,94678	4,76332		8,20652
7	4,641		1,16	-59,9 A(-33,2 kW)	12,29536	7,19697	4,23836		7,51642
8	4,781		1,195*	-68,92 A(-38,2 kW)	11,70371	6,69564	3,89806		7,04363

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### 3.7.4.3. Caída de tensión total en los distintos itinerarios

CT1-630KVA-2-3-4-5-6-7-8 = 1.2 %

#### 3.7.4.4. Resultados Cortocircuito

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	CT1-630KVA	2	23,35824	25	16,8361	630; C
2	2	3	21,79346		11,04071	
3	3	4	18,90868		7,99065	
4	4	5	16,77931		6,89602	
5	5	6	15,76119		4,76332	
6	6	7	13,12844		4,23836	
7	7	8	12,29536		3,89806	

### 3.7.5. Centro de transformación 2

#### 3.7.5.1.Las características generales de la red

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.8

#### 3.7.5.2.Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CT2-630KVA	2	26	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	722,93	1.000/819		3(3x240/150)	915/1	3(225)
2		3	36	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	722,93			3(3x240/150)	915/1	3(225)
3		4	35	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	468,53			3(3x240/150)	915/1	3(225)
4		5	14	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	333,77			3(3x240/150)	915/1	3(225)
5		6	12	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	272,25			3(3x240/150)	915/1	3(225)
6		7	13	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	208,93			3(3x240/150)	915/1	3(225)
7		8	16	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	145,42			3(3x240/150)	915/1	3(225)
9		11	15	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	134,77			3(3x240/150)	915/1	3(225)
8		10	33	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	134,77			3(3x240/150)	915/1	3(225)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
CT2-630KVA	0	400	0	722,929(400,688 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	1,861		0,465	0 A(0 kW)	21,23794	19,37866	16,08521		16,25266
3	4,439		1,11	-254,39 A(-141 kW)	18,96658	15,22226	11,14189		13,82979
4	5,978		1,495	0 A(0 kW)	17,09414	12,41984	8,37006		11,88963
5	6,408		1,602	-61,52 A(-34,1 kW)	16,42788	11,54354	7,59115		11,22639
6	6,707		1,677	-63,32 A(-35,1 kW)	15,8908	10,87821	7,02516		10,70409
7	6,953		1,738	-63,51 A(-35,2 kW)	15,34201	10,23357	6,49653		10,18239
8	7,164		1,791*	-145,42 A(-80,6 kW)	14,71034	9,53246	5,94249		9,59739
11	6,563		1,641	-134,77 A(-74,7 kW)	14,98099	9,82772	6,17324		9,846
10	6,38		1,595	0 A(0 kW)	15,59117	10,522	6,73072		10,41773

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### 3.7.5.3.Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

CT2-630KVA-2-3-4-5-6-7-8 = 1.79 %

CT2-630KVA-2-3-4-10-11 = 1.64 %

### 3.7.5.4. Resultados Cortocircuito

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	CT2-630KVA	2	23,35824	25	16,08521	1.000; C
2	2	3	21,23794		11,14189	
3	3	4	18,96658		8,37006	
4	4	5	17,09414		7,59115	
5	5	6	16,42788		7,02516	
6	6	7	15,8908		6,49653	
7	7	8	15,34201		5,94249	
9	10	11	15,59117		6,17324	
8	4	10	17,09414		6,73072	

### 3.7.6. Centro de transformación 3

#### 3.7.6.1. Las características generales de la red

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos φ : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.9

#### 3.7.6.2. Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm2)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	17	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	700,26	1.000/808		3(3x240/150)	915/1	3(225)
2	1	4	14	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	673,66	1.000/794		3(3x240/150)	915/1	3(225)
3	4	5	39	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	673,66			3(3x240/150)	915/1	3(225)
4	5	6	38	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	387,47			3(3x240/150)	915/1	3(225)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	1.373,928(761,508 kW)	30,48361	30,91846	28,05006		23,9817
2	1,172		0,293	-700,26 A(-388,12 kW)	28,45903	26,55764	22,53038		21,98494
4	0,923		0,231	0 A(0 kW)	28,8063	27,28998	23,50256		22,34286
5	3,494		0,873	-286,19 A(-158,62 kW)	24,66658	19,4796	14,00698		17,93653
6	4,859		1,215*	-387,47 A(-214,76 kW)	21,40383	14,81725	9,61159		14,57613

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### 3.7.6.3. Caída de tensión total en los distintos itinerarios

1-2 = 0.29 %

1-4-5-6 = 1.21 %

### 3.7.6.4.Resultados Cortocircuito

Lnea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	30,91846	35	21,98494	1.000; C
2	1	4	30,91846	35	22,34286	1.000; C
3	4	5	28,80629		14,00698	
4	5	6	24,66658		9,61159	

### 3.7.7. Centro de transformación 4

#### 3.7.7.1.Las características generales de la red

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos  $\varphi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.9

#### 3.7.7.2.Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m $\Omega$ /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	22	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	602,44	630/606		2(3x240/150)	610/1	2(225)
2	2	3	42	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	602,44			2(3x240/150)	610/1	2(225)
3	3	4	36	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	201,37			2(3x240/150)	610/1	2(225)
4	4	5	12	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo RV-Al Eca 3 Unp.	201,37			2(3x240/150)	610/1	2(225)

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	602,436(333,904 kW)	23,11053	23,35824	21,17688		18,16322
2	2,068		0,517	0 A(0 kW)	20,76716	18,4476	14,89957		15,75229
3	6,017		1,504	-401,07 A(-222,3 kW)	17,14344	12,48704	8,43143		11,93935
4	7,014		1,753	0 A(0 kW)	14,78679	9,61509	6,0067		9,6673
5	7,346		1,837*	-201,37 A(-111,61 kW)	14,12307	8,91694	5,47306		9,06864

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### 3.7.7.3.Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

1-2-3-4-5 = 1.84 %

#### 3.7.7.4.Resultados Cortocircuito

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	23,35824	25	14,89957	630; C
2	2	3	20,76716		8,43143	
3	3	4	17,14344		6,0067	
4	4	5	14,78679		5,47306	

### 3.7.8. Centro de transformación 5

#### 3.7.8.1. Las características generales de la red son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 5

Cos  $\varphi$  : 0,8

Coef. Simultaneidad: 0.9

#### 3.7.8.2. Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m $\Omega$ /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	29	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	1.176,16	1.250/1.198		4(3x240/150)	1.220/1	4(225)
2	1	3	24	Al/0.1	Ent.Bajo Tubo Al XZ1(S) Eca 3 Unp.	212,9	250/250		3x240/150	305/1	225

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
1	0	400	0	1.389,062(769,896 kW)	30,48361	30,91846	28,05006		23,9817
2	2,645		0,661*	-1.176,16 A(-651,9 kW)	27,91863	25,44118	21,06097		21,4195
3	1,488		0,372	-212,9 A(-118 kW)	22,94547	16,87025	11,43385		16,13084

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### 3.7.8.3. Caída de tensión total en los distintos itinerarios

1-2 = 0.66 %

1-3 = 0.37 %

#### 3.7.8.4. Resultados Cortocircuito

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	1	2	30,91846	35	21,06097	1.250; C
2	1	3	30,91846	35	11,43385	250; C

### 3.8. Estudio seguridad y salud

#### 3.8.1. Prevención de riesgos laborales

##### 3.8.1.1. Introducción

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a

los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **3.8.1.2.Derechos y obligaciones**

#### **3.8.1.2.1. Derecho a la protección frente a los riesgos laborales**

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

#### **3.8.1.2.2. Principios de la acción preventiva**

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### **3.8.1.2.3. Evaluación de los riesgos**

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión,

- vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### **3.8.1.2.4. Equipos de trabajo y medios de protección**

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### **3.8.1.2.5. Información, consulta y participación de los trabajadores**

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **3.8.1.2.6. Formación de los trabajadores**

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### **3.8.1.2.7. Medidas de emergencia**

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### **3.8.1.2.8. Riesgo grave e inminente**

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### **3.8.1.2.9. Vigilancia de la salud**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### **3.8.1.2.10. Documentación**

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### **3.8.1.2.11. Coordinación de actividades empresariales**

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### **3.8.1.2.12. Protección de trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos**

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### **3.8.1.2.13. Protección de la maternidad**

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### **3.8.1.2.14. Protección de los menores**

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### **3.8.1.2.15. Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal**

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### **3.8.1.2.16. Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos**

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de

seguridad existentes.

- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### **3.8.1.3. Servicios de prevención**

#### **3.8.1.3.1. Protección y prevención de riesgos profesionales**

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

#### **3.8.1.3.2. Servicios de prevención**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

#### **3.8.1.4. Consulta y participación de los trabajadores**

##### **3.8.1.4.1. Consulta de los trabajadores**

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas

- podieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
  - La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
  - El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

#### **3.8.1.4.2. Derechos de participación y representación**

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### **3.8.1.4.3. Delegados de prevención**

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

### **3.8.2. Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo**

#### **3.8.2.1. Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las **disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo**, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **3.8.2.2.Obligación general del empresario**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

### **3.8.3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**

#### **3.8.3.1.Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.*

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

### **3.8.3.2.Obligación general del empresario**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.
- Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

### **3.8.3.2.1. Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo**

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

### **3.8.3.2.2. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles**

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### **3.8.3.2.3. disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas**

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

### **3.8.3.2.4. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general**

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de

movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinca, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los piones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos

laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruido y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.

#### **3.8.3.2.5. Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta**

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al

sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antiretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

### **3.8.3.3. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**

#### **3.8.3.3.1. Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Línea Eléctrica de Alta Tensión* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, e) Acondicionamiento o instalación, k) Mantenimiento y l) Trabajos de pintura y de limpieza**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.
- d) Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

### **3.8.4. Seguridad y salud**

#### **3.8.4.1. Riesgos más frecuentes en las obras de construcción**

Los *Oficios* más comunes en la obra en proyecto son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### **3.8.4.2. Medidas preventivas de carácter general**

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelco, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, material eléctrico, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con

el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombbrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

### **3.8.4.3. Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio**

#### **3.8.4.3.1. Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas**

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

#### **3.8.4.3.2. Relleno de tierras**

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

#### **3.8.4.3.3. Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra**

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### **3.8.4.3.4. Trabajos de manipulación del hormigón**

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

#### **3.8.4.3.5. Montaje de elementos metálicos**

Los elementos metálicos (báculos, postes, etc) se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

El ascenso o descenso, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

#### **3.8.4.3.6. Montaje de prefabricados**

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### **3.8.4.3.7. Albañilería**

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

#### **3.8.4.3.8. Pintura y barnizados**

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

#### **3.8.4.3.9. Instalación eléctrica provisional de obra**

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones,

repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA. Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija

- de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### **3.8.4.4. Medidas específicas para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas en alta tensión**

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjias o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).

- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones. Electrocutaciones y quemaduras.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130°) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400°). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores

será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será

obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

#### **3.8.4.5. Disposiciones específicas de seguridad y salud durante la ejecución de las obras.**

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un *coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

#### **3.8.5. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual**

##### **3.8.5.1. Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

##### **3.8.5.2. Obligaciones generales del empresario**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### **3.8.5.2.1. Protectores de la cabeza**

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### **3.8.5.2.2. Protectores de manos y brazos**

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

#### **3.8.5.2.3. Protectores de pies y piernas**

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

#### **3.8.5.2.4. Protectores del cuerpo**

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

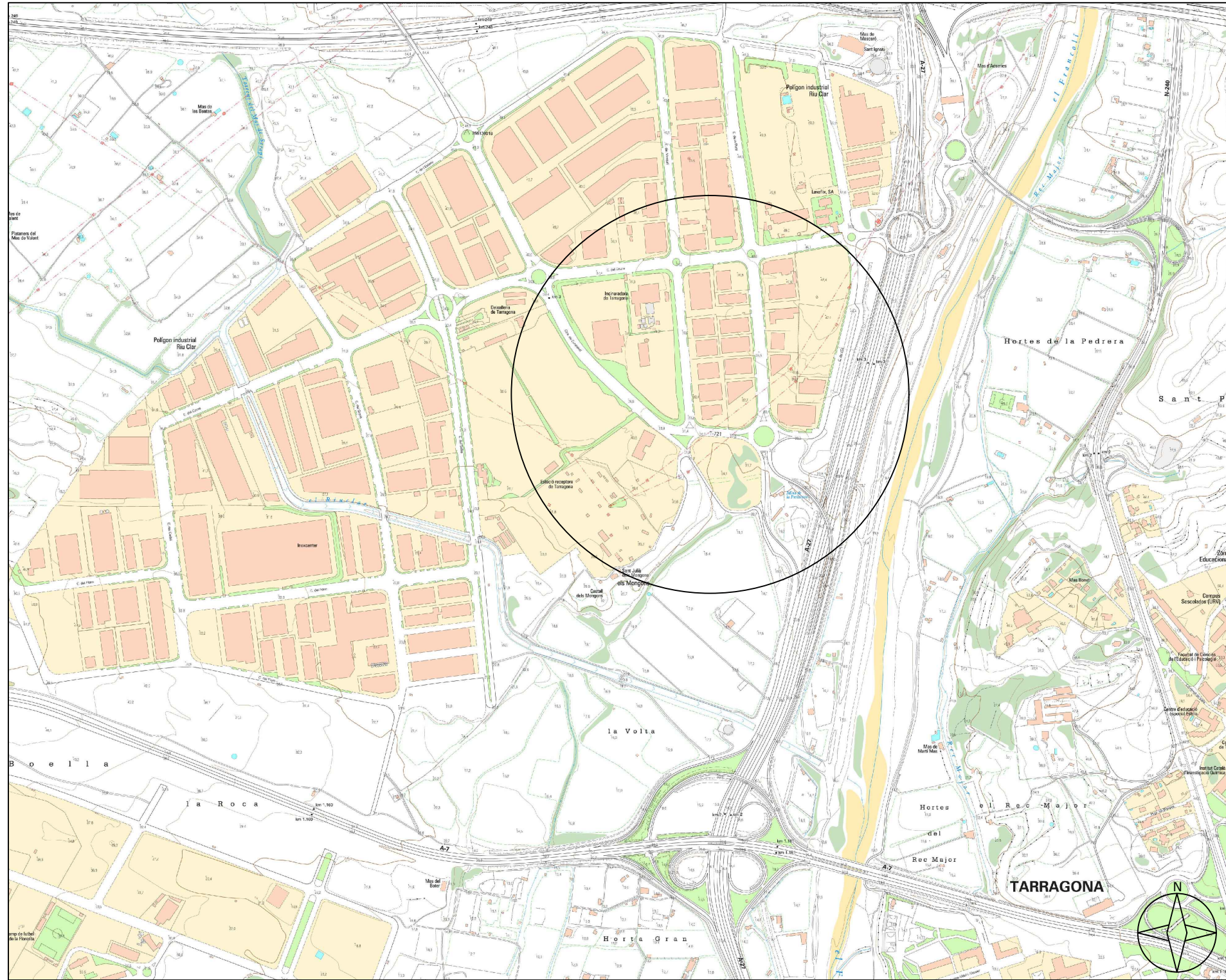
**3.8.5.2.5. Equipos adicionales de protección para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión**

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.

Autor
Khamiss Ennajar

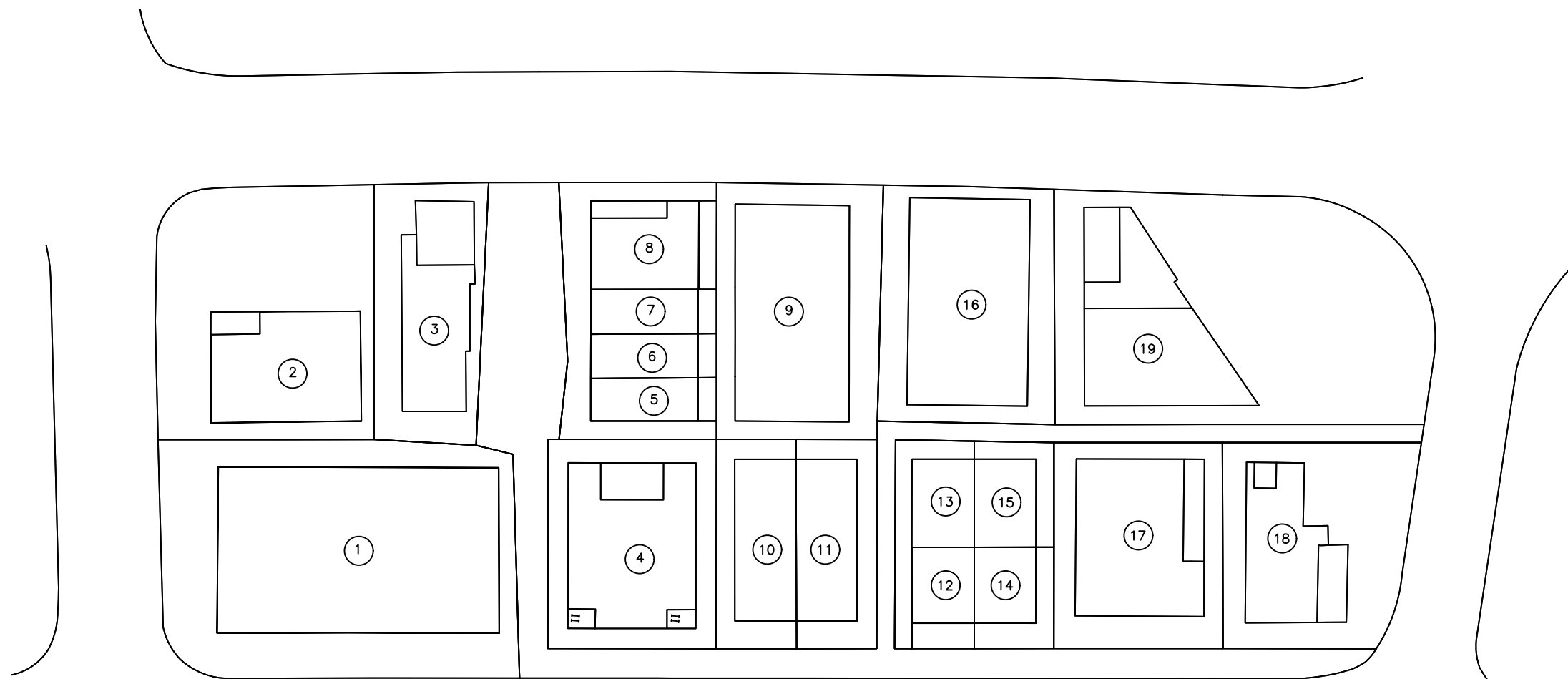
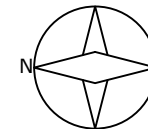
Tarragona, 06 de enero de 2023

## **4. Planos**



	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <i>TRABAJO FINAL DE GRADO</i>
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Situación</b>		<b>Nº 1</b>
1/5000			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

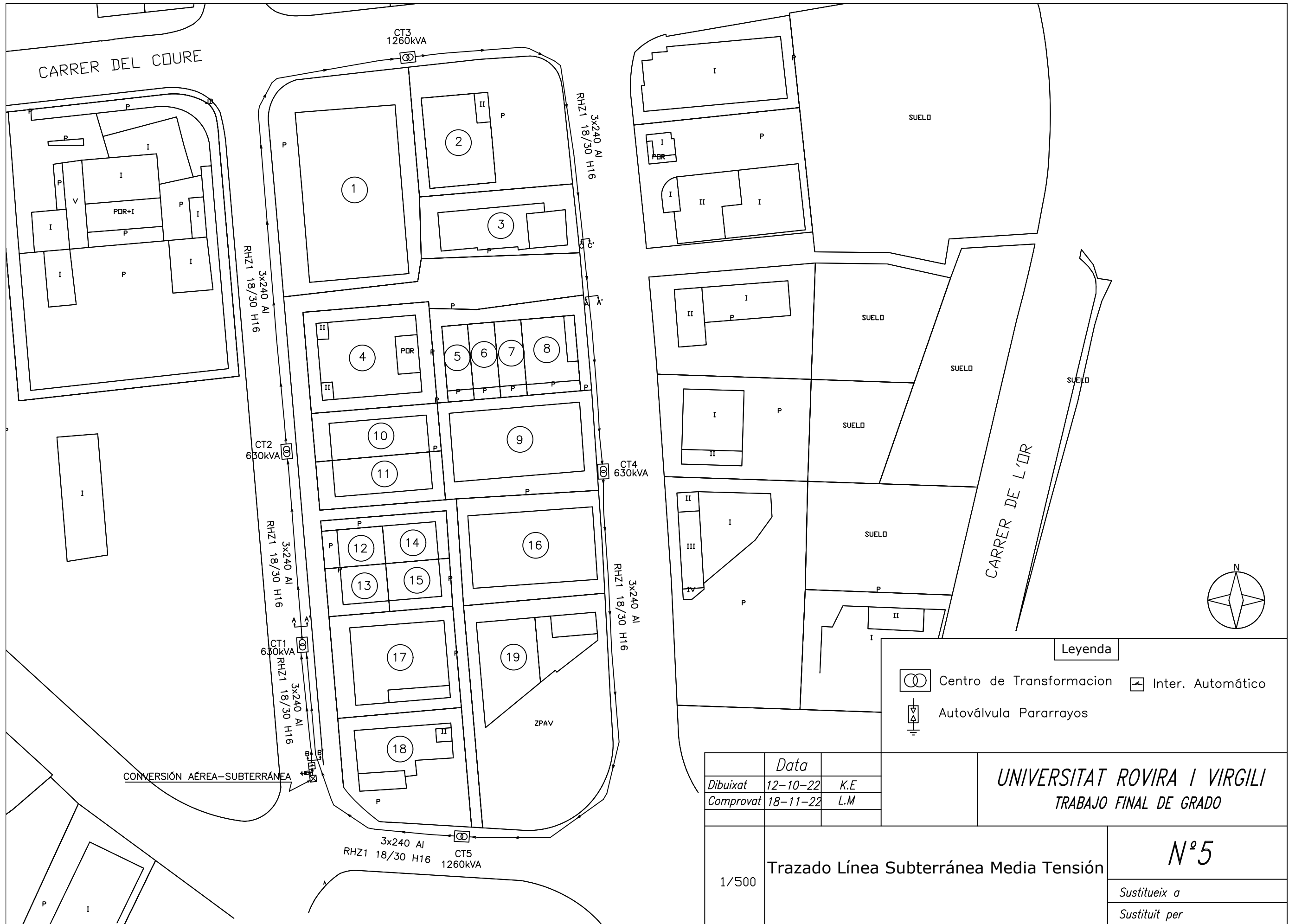




Datos de las parcelas afectadas					
N.Parcela	Referencia catastral	Uso	Superficie Útil (m <sup>2</sup> )	RBT 125 (W/m <sup>2</sup> )	Potencia (W)
1	1358501CF5516S0001RK	Industrial	3.450	125	431.250
2	1358502CF5515N0001DH	Industrial	1.410	125	176.250
3	1358503CF5515N0001XH	Industrial	1.909	125	238.625
4	1358513CF5515N0001HH	Industrial	1.410	125	176.250
5	1358521CF5515N0001GH	Industrial	341	125	42.625
6	1358520CF5515N0001YH	Industrial	351	125	43.875
7	1358519CF5515N0001QH	Industrial	352	125	44.000
8	1358504CF5515N0001IH	Industrial	806	125	100.750
9	1358505CF5515N0001JH	Industrial	373	125	46.625
10	1358515CF5515N0001AH	Industrial	747	125	93.375
11	1358512CF5515N0001UH	Industrial	747	125	93.375
12	1358511CF5515N001ZH	Industrial	382	125	47.750
13	1358518CF5515N0001GH	Industrial	365	125	45.625
14	1358516CF5515N0001BH	Industrial	332	125	41.500
15	1358517CF5515N0001YH	Industrial	400	125	50.000
16	1358506CF5515N0001EH	Industrial	1.823	125	227.875
17	1358510CF5515N0001SH	Industrial	763	125	95.375
18	1358509CF5515N0001UH	Industrial	1.180	125	147.500
19	1358507CF5515N0001SH	Industrial	6.519	125	814.875
Total			39.453		2.957.500
Potencia Aparente (VA)	Cosφ=0,8				3.696.875

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Distribución de las Parcelas</b>		<b>Nº 3</b>
1/200			<i>Sustitueix a</i> <i>Sustituit per</i>





Leyenda

- Centro de Transformacion
- Inter. Automático
- Autoválvula Pararrayos

	Data	
Dibuixat	12-10-22	K.E
Comprovat	18-11-22	L.M

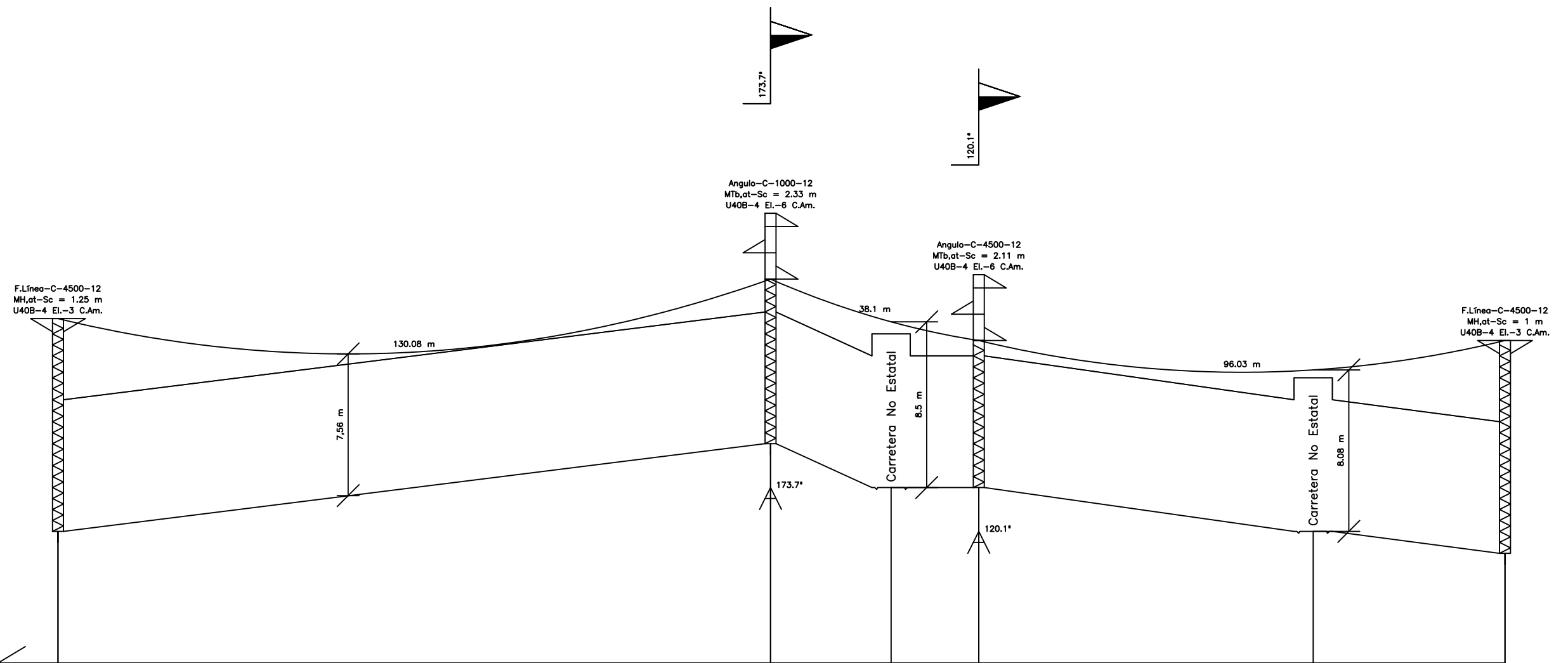
**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**  
TRABAJO FINAL DE GRADO

1/500	<b>Trazado Línea Subterránea Media Tensión</b>	
-------	--	--

Nº5

Sustitueix a

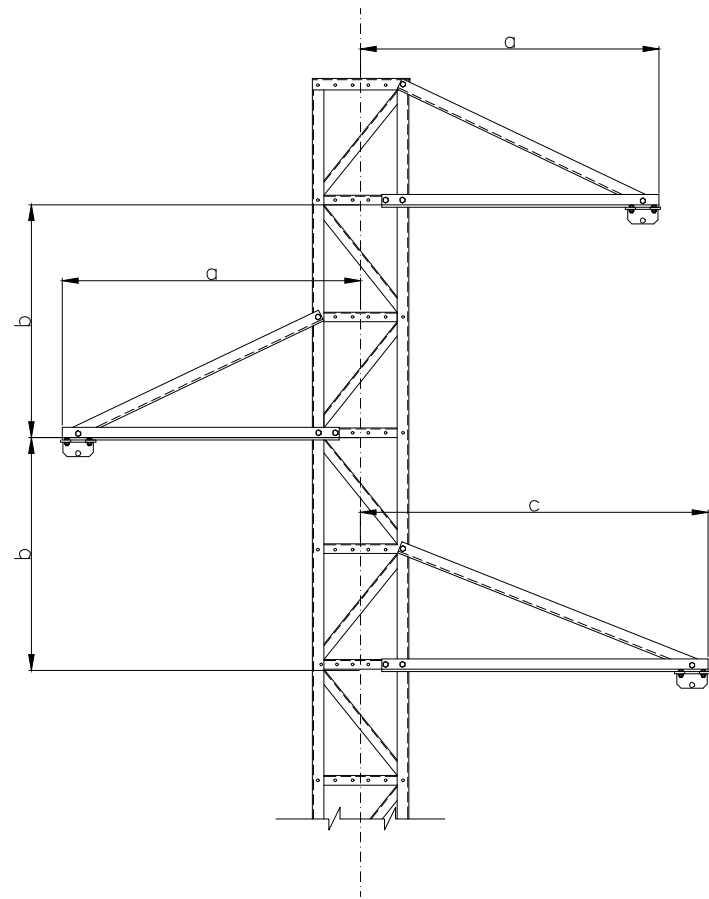
Sustituit per



PLANO COMPARACION = 24 m

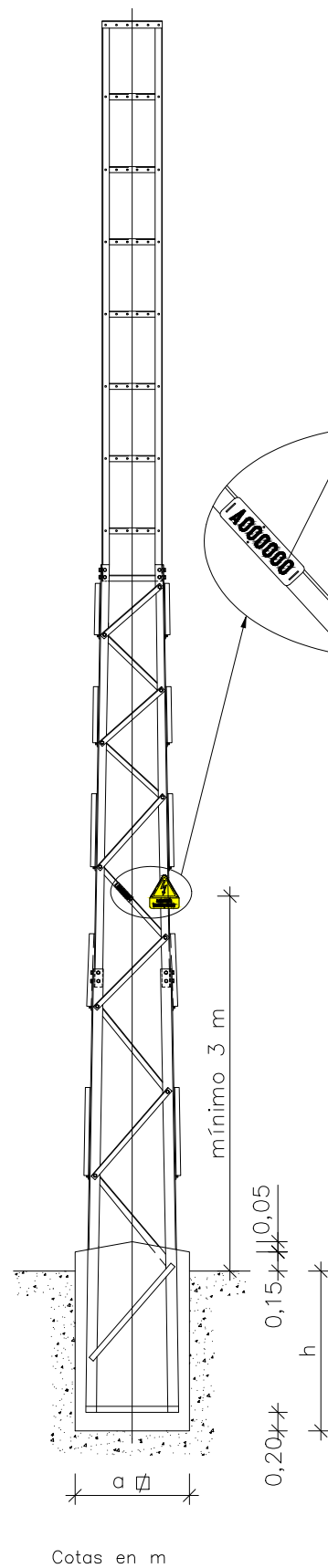
APOYO	1	2	3	4
COTAS DEL TERRENO (m)	30	34	32	29
DESNIVEL (m)		4	-2	-3
DISTANCIAS PARCIALES (m)		130	38	96
DISTANCIAS AL ORIGEN (m)	0	130	168	264
LONGITUD VANO (m)		130	38	96
ZONA		A	A	A

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Detalles Tramo Aéreo</b>		<b>Nº 6</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>



TRESBOLILLO			
	a	b	c
TB1	1.50	1.20	1.75
TB2	1.50	1.80	1.75
TB3	1.75	1.20	2.00
TB4	1.75	1.80	2.00
TB5	2.00	1.80	2.00

\* medidas en metros  
 NOTA: Disposición simétrica de crucetas (a=c) también podrá considerarse válida



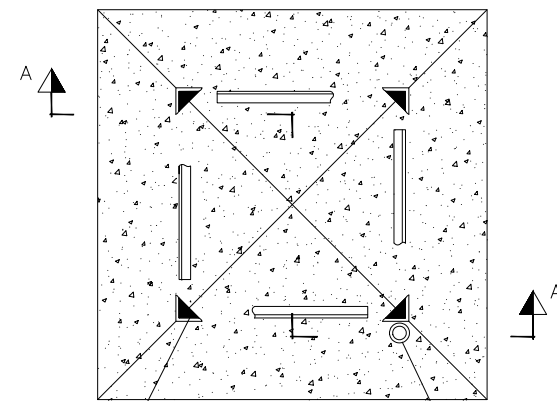
PLACA IDENTIFICACIÓN APOYO



SEÑAL RIESGO ELÉCTRICO

RELLENO DE HORMIGÓN CON EL FIN DE QUE NO SE DEPOSITE EL AGUA DE LLUVIA

### CONSTRUCCIÓN DE LA SOLERA PLANTA



### SECCIÓN A-A

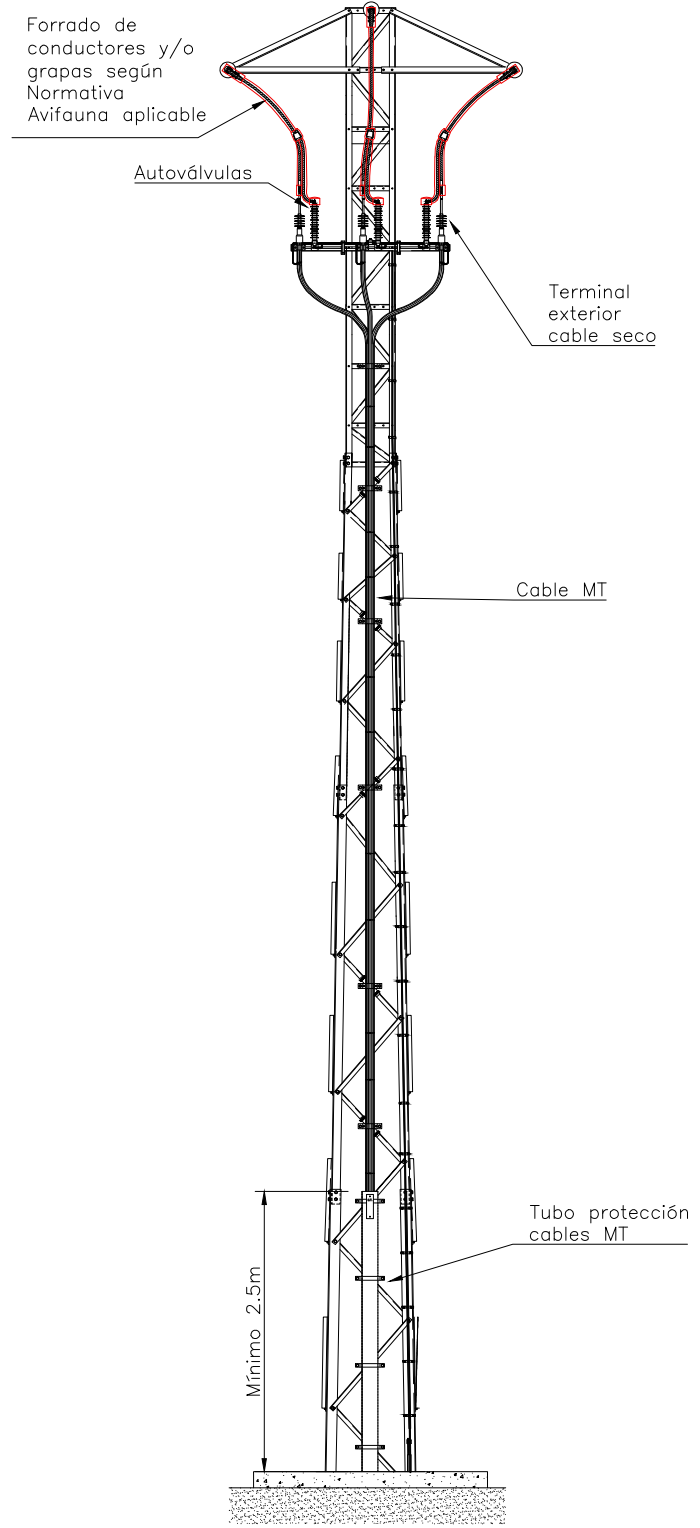
HORMIGÓN EN MASA HM-20/B/40/Ila

TUBO PVC M40 PARA PASO CABLE TIERRA

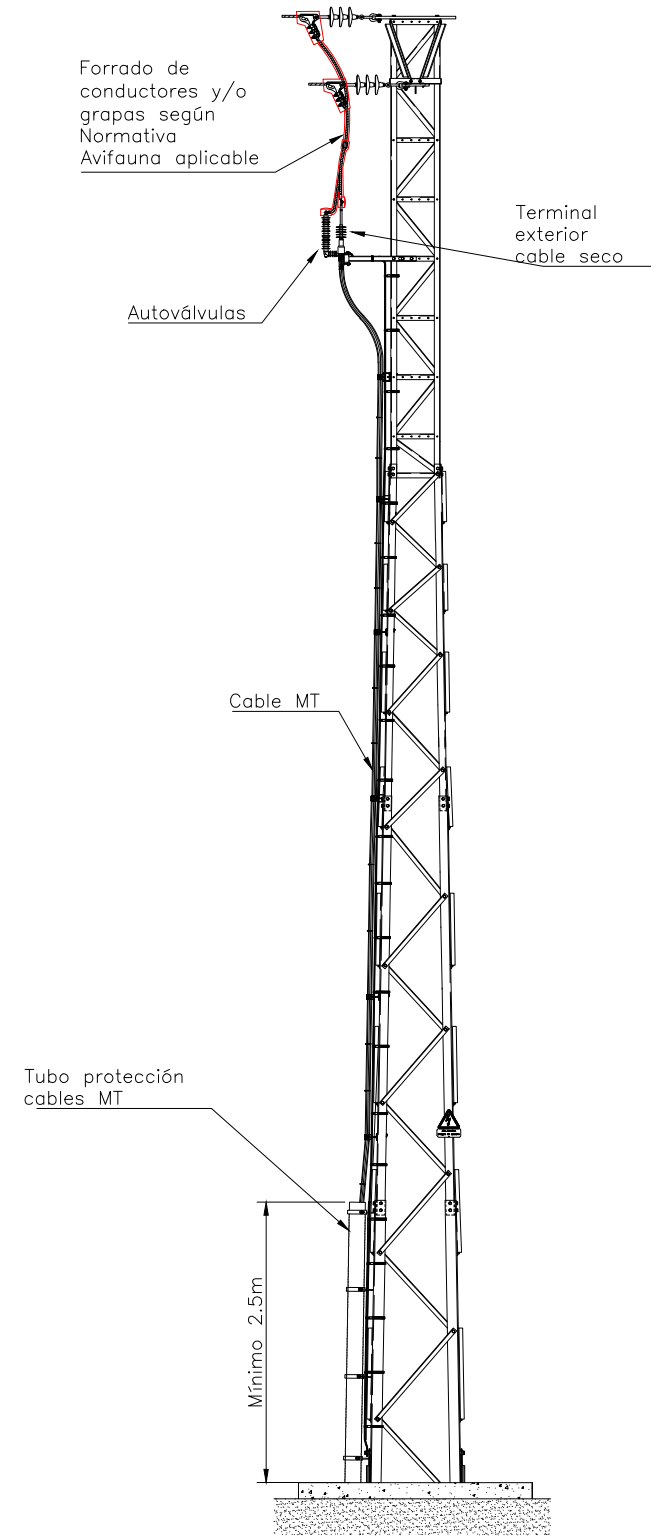
CIMENTACIONES ( VER NTP's ENDESA)

	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI TRABAJO FINAL DE GRADO
Dibuixat	12-10-22	K.E	
Comprovat	18-11-22	L.M	
S.normes			
Escala	Detalle apoyo celosía		Nº 7
			Sustitueix a
			Sustituit per

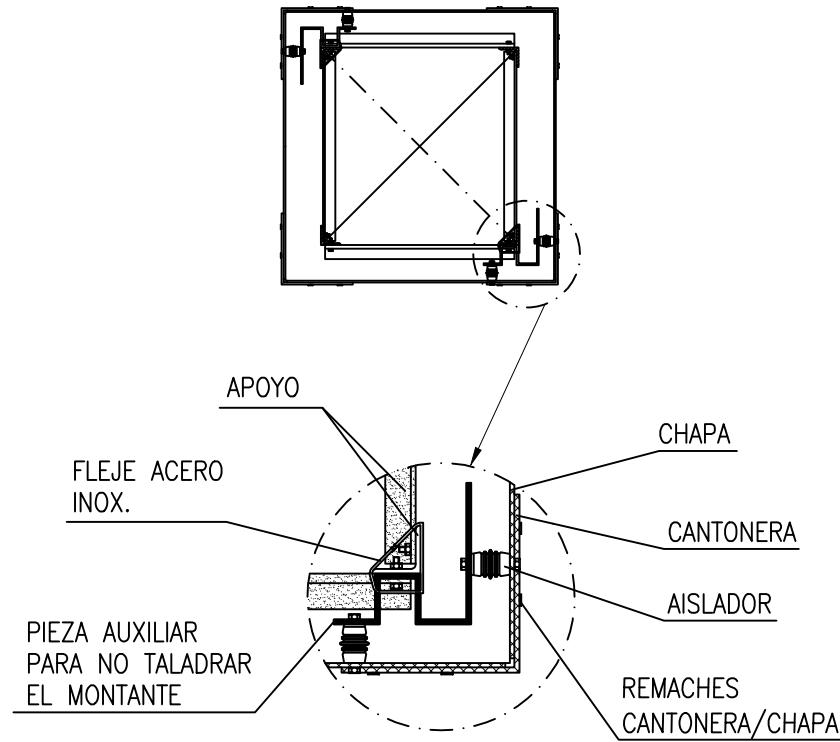
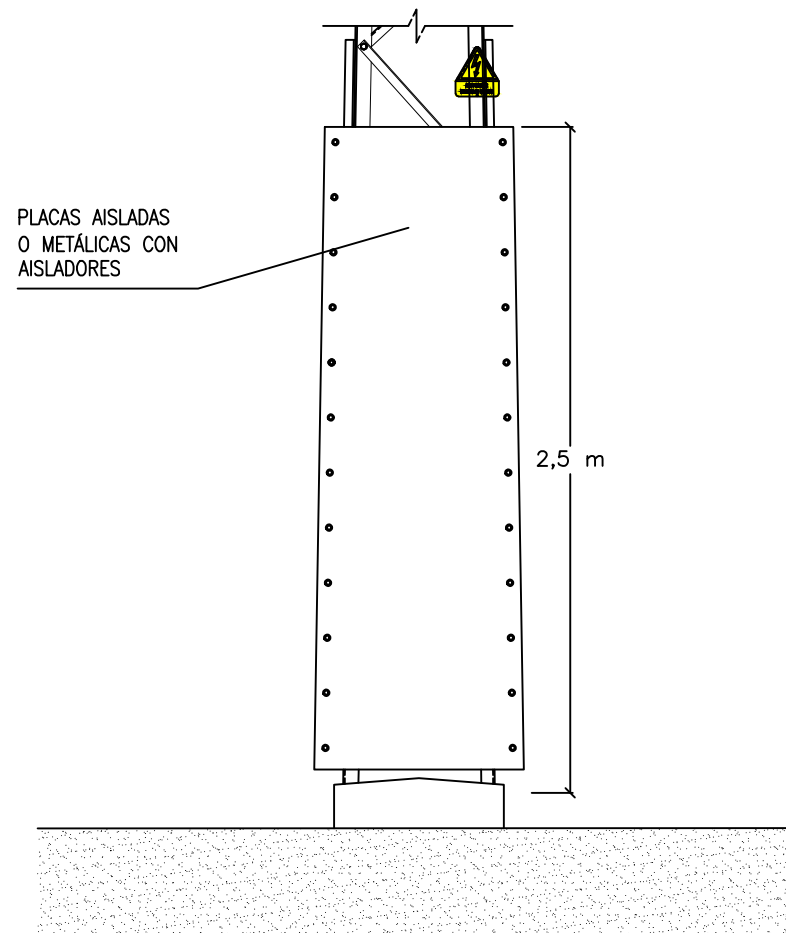
VISTA FRONTAL



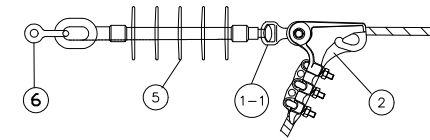
VISTA LATERAL



	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Conversión Aérea/Subterránea</b>		<b>Nº 8</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>



AISLAMIENTO POLIMÉRICO AMARRE

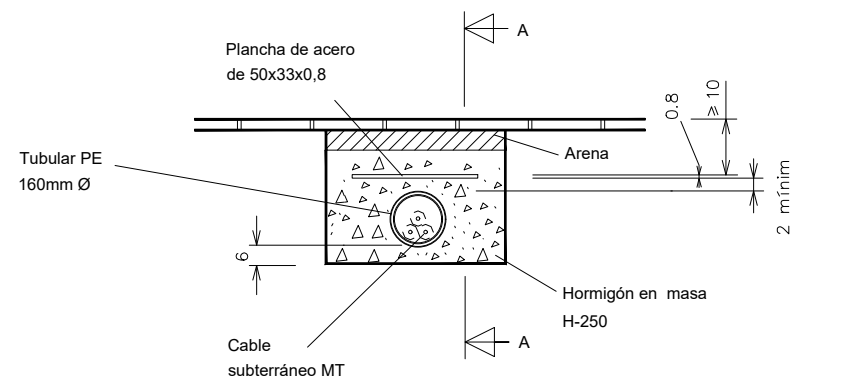


**LEYENDA**

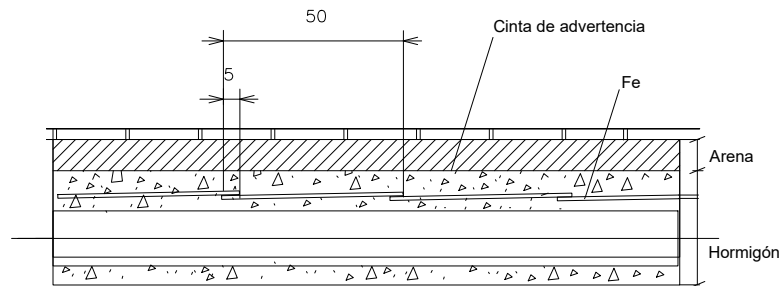
- 1-1 RÓTULA CORTA
- 1-2 RÓTULA LARGA
- 2 GRAPA DE AMARRE
- 3 GRAPA DE SUSPENSIÓN
- 4 VARILLA PERFORMADA DE PROTECCIÓN
- 5 AISLADOR POLIMÉRICO
- 6 GRILLETE NORMAL

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Detalle chapa antiescalo y Cadena de amarre</b>		<b>Nº9</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

### Protección de zanja MT poco profunda

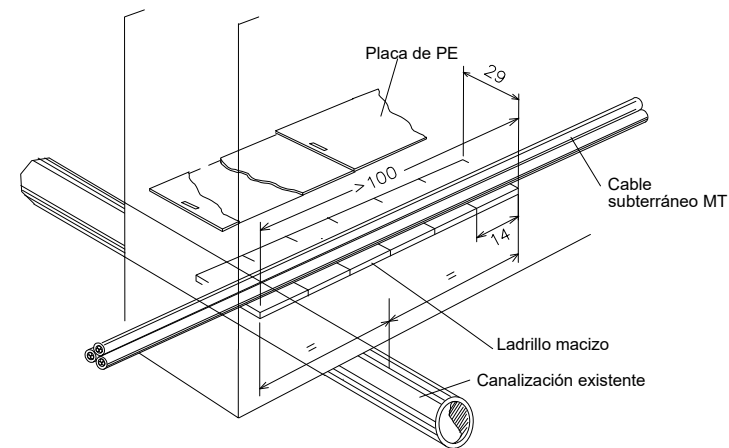
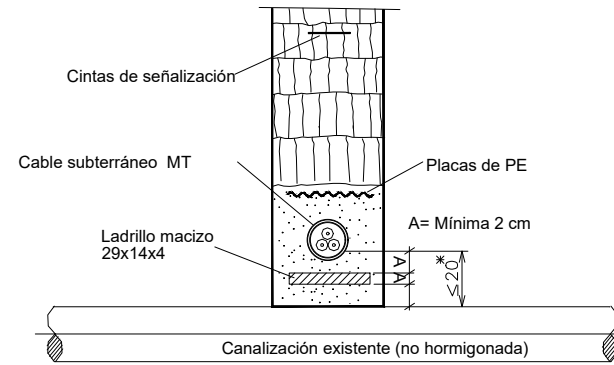


SECCIÓN A-A

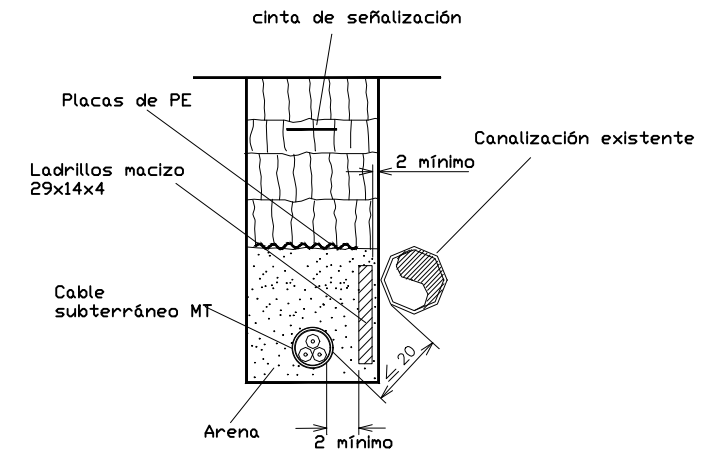


Dimensiones en cm

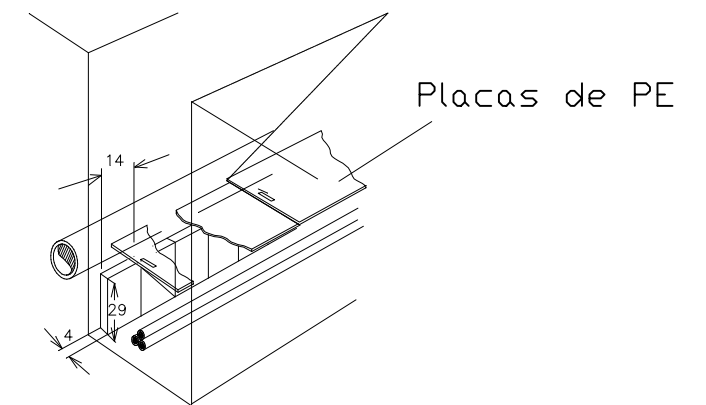
### Cruzamiento con otros servicios



### Paralelismo con otros servicios



VISTA CONJUNTO DE PROTECCIONES

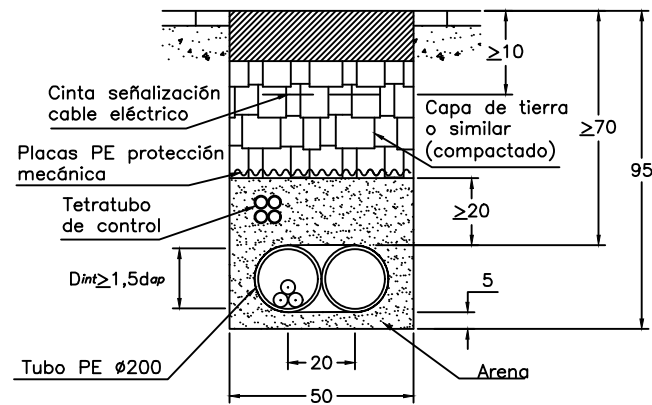


	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Protección, cruzamiento y paralelismo con servicios</b>		<b>Nº 10</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

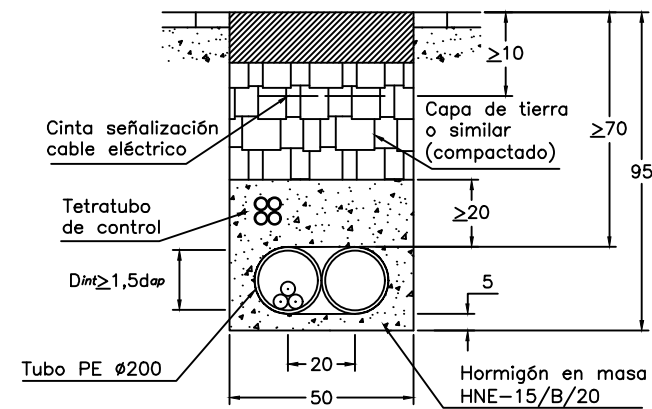
1 CIRCUITO EN ACERA

SECCIÓN A-A'

(EN ACERA TUBO SECO)



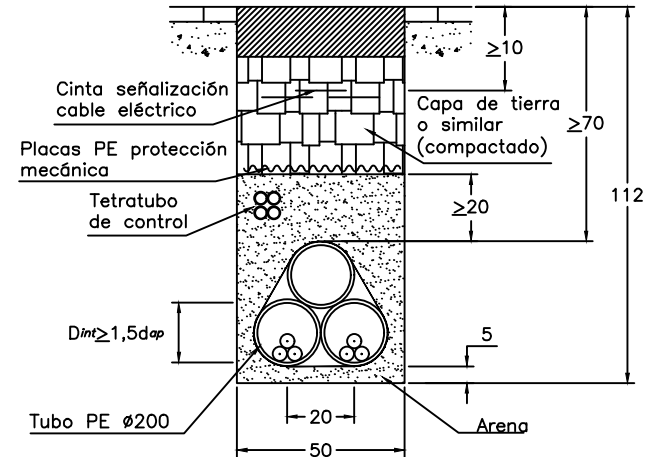
(EN ACERA TUBO HORMIGONADO)



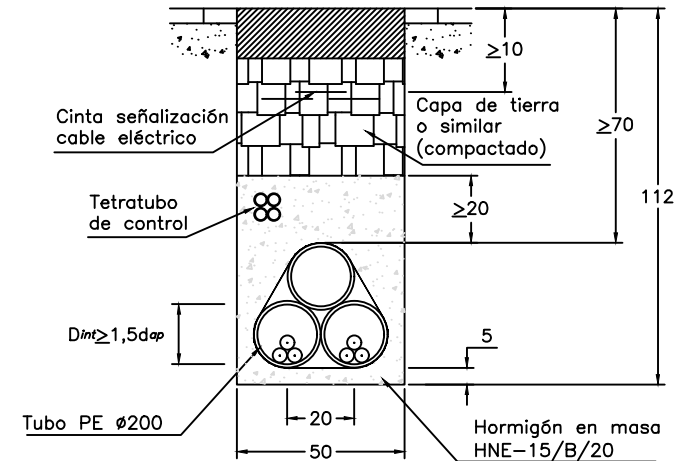
2 CIRCUITOS EN ACERA

SECCIÓN B-B'

(EN ACERA TUBO SECO)



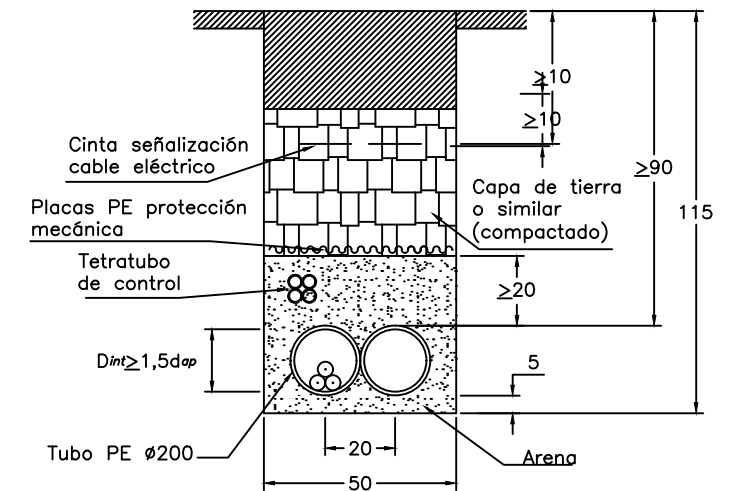
(EN ACERA TUBO HORMIGONADO)



DIÁMETRO APARENTE ( $d_{ap}$ ) MT

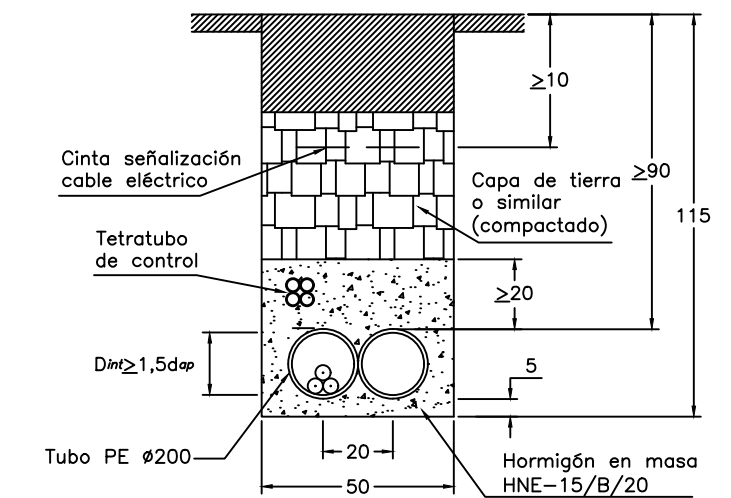
1 CIRCUITO EN CALZADA

SECCIÓN C-C'  
(EN CALZADA TUBO SECO)

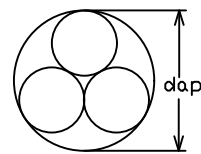


NOTA: A utilizar solo en zanja paralela a la acera

(EN CALZADA TUBO HORMIGONADO)  
CRUCE



DIÁMETRO APARENTE ( $d_{ap}$ ) MT



Dimensiones en cm

	Data	Nom
Dibuixat	12-10-22	K.E
Comprovat	18-11-22	L.M
S.normes		

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
TRABAJO FINAL DE GRADO

Escala

Detalle de las Zanjas MT

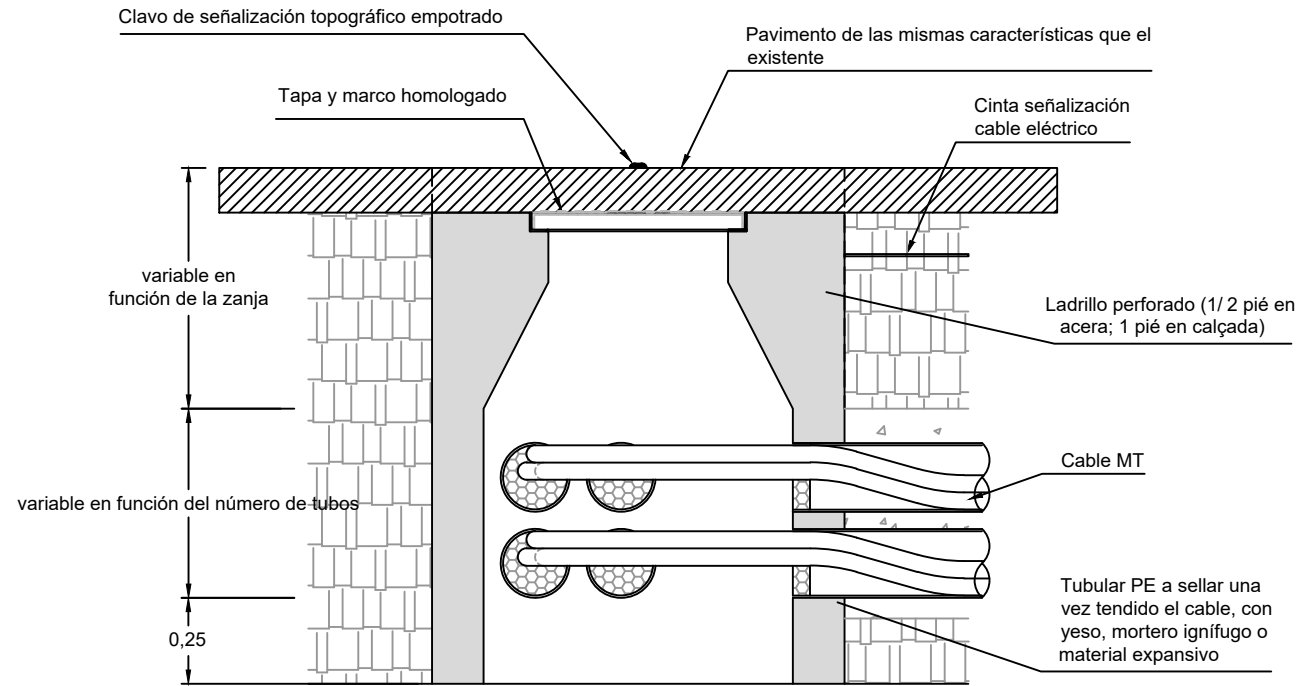
Nº 11

Sustitueix a

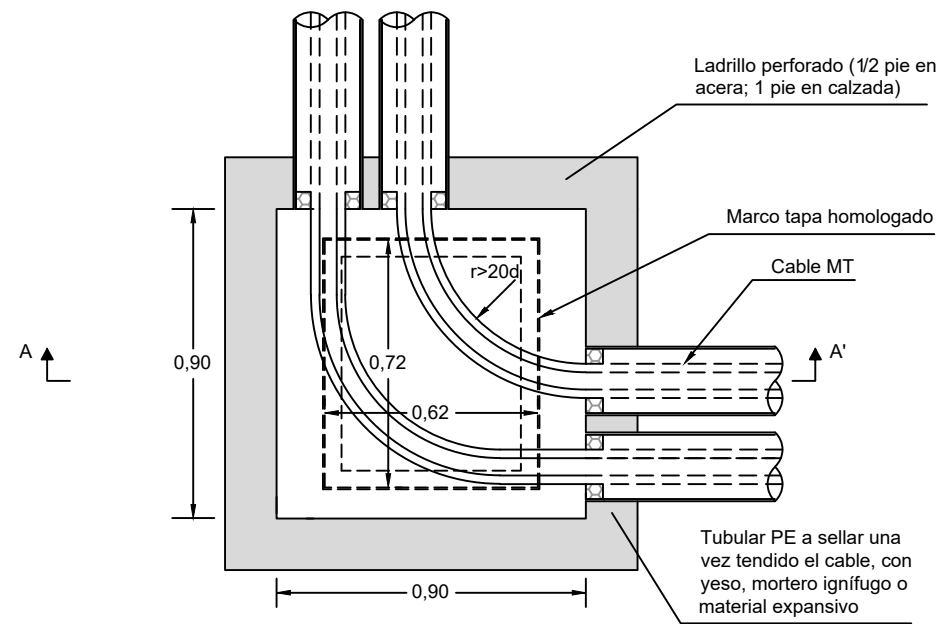
Sustituit per

**ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO**

**SECCIÓN A-A'**



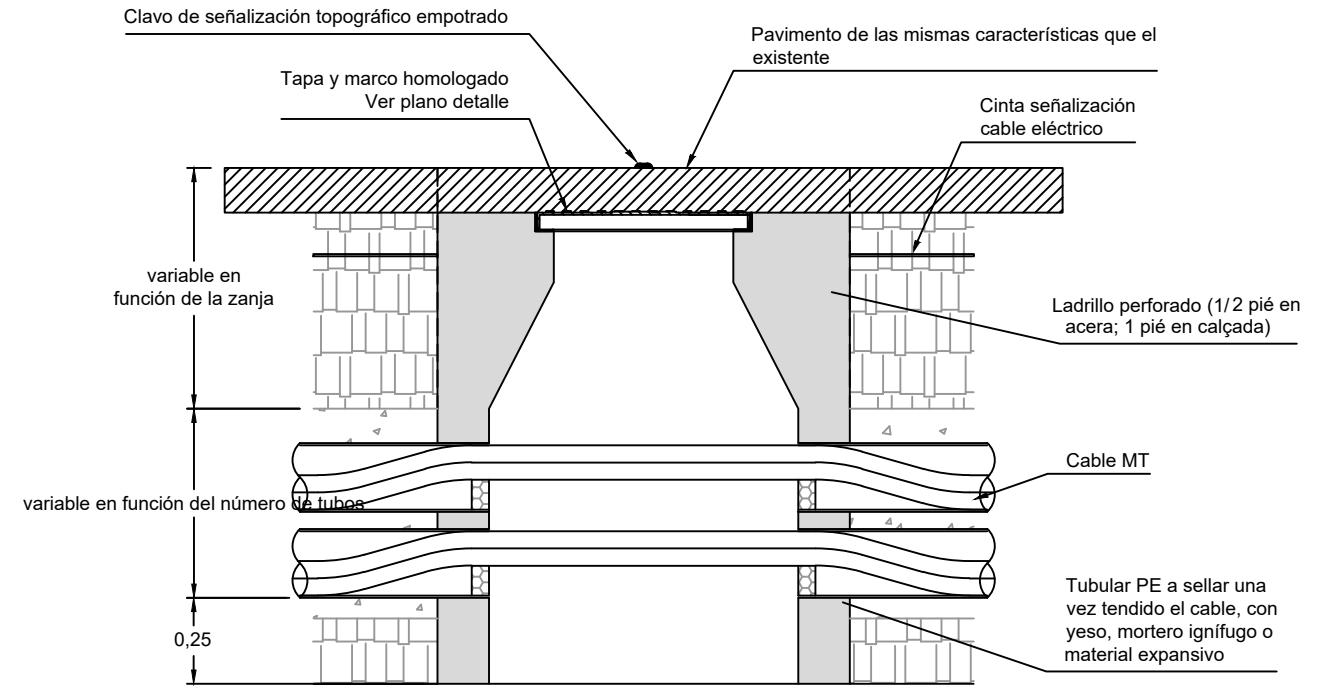
**PLANTA**



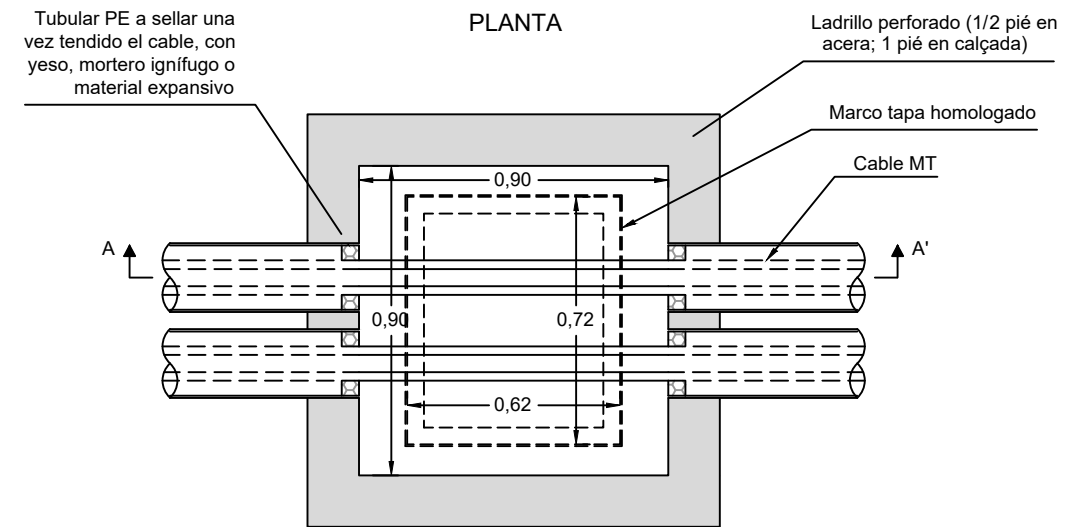
**NOTA:**  
Cantidad y disposición de los tubos, variable en función de las necesidades de la obra

**ARQUETA EN ALINEACIÓN**

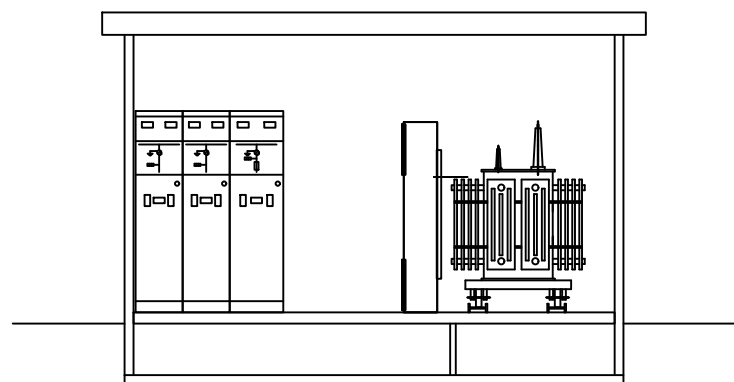
**SECCIÓN A-A'**



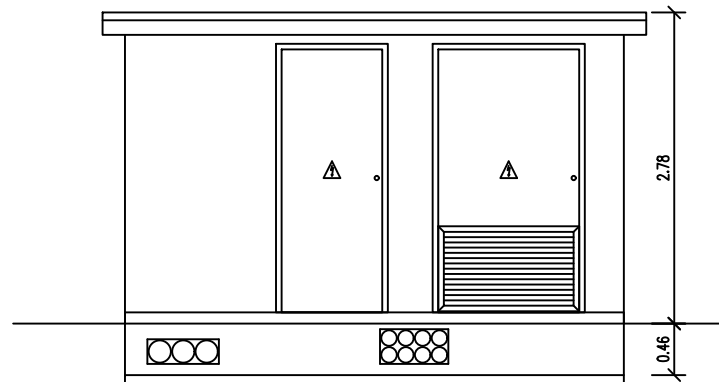
**PLANTA**



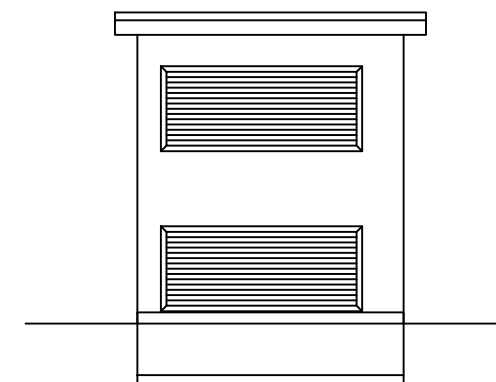
	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>TRABAJO FINAL DE GRADO</b>
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Detalle de las Arquetas de MT</b>		<b>Nº 12</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>



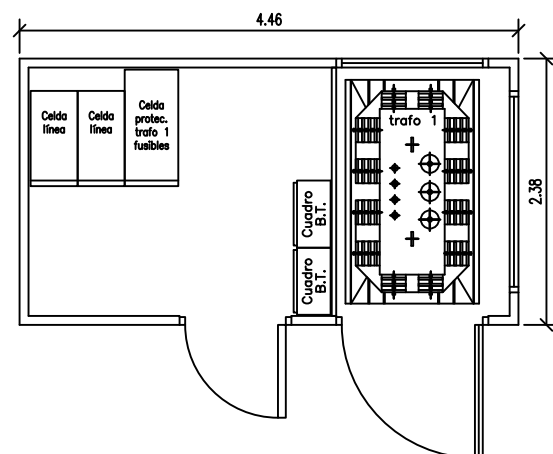
SECCIÓN TRANSVERSAL



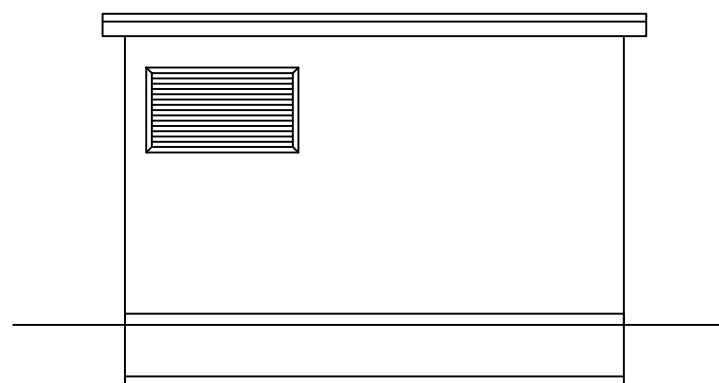
ALZADO FRONTAL



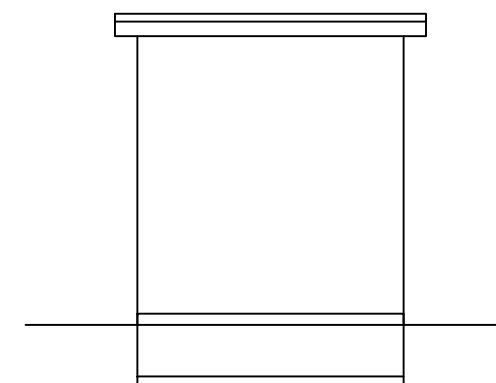
ALZADO LATERAL DERECHO



PLANTA



ALZADO POSTERIOR

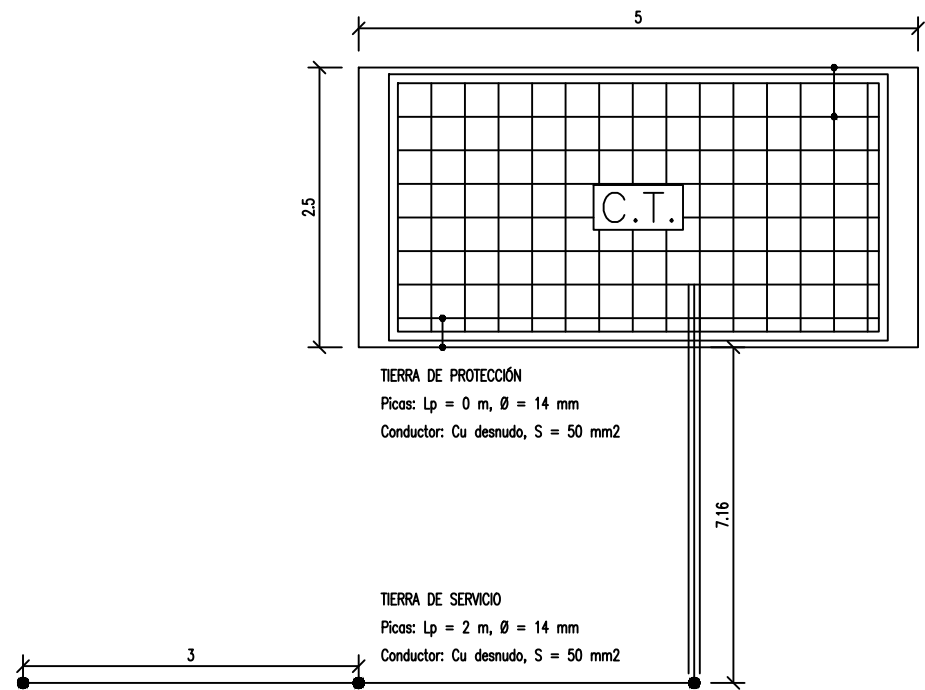


ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN  
5.26 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Centro Prefabricado</b>		<b>Nº 13</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

## PUESTAS A TIERRA



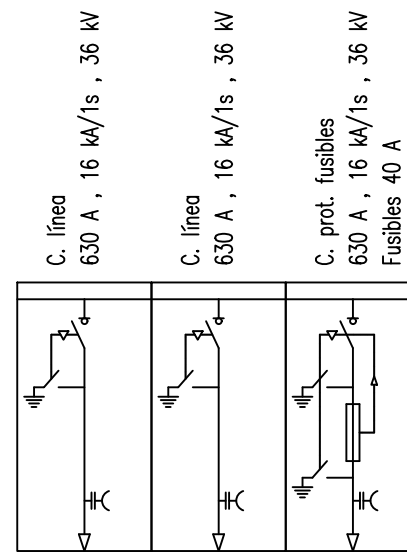
**TIERRA DE PROTECCIÓN**  
 Configuración: 50-25/5/00  
 Profundidad electrodo: 0.5 m  
 Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro picas: 14 mm  
 Número de picas: 0  
 Longitud picas: 0

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con rondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

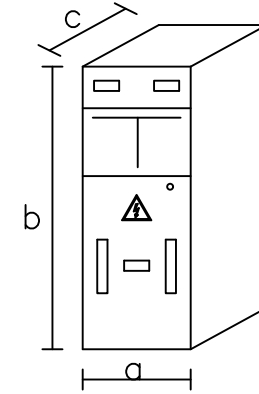
**TIERRA DE SERVICIO**  
 Configuración: 5/32.  
 Profundidad electrodo: 0.5 m  
 Separación picas: 3 m  
 3 picas en hilera unidas por conductor horizontal  
 Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro picas: 14 mm  
 Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm<sup>2</sup> en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

## ESQUEMA UNIFILAR

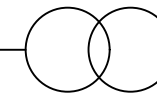


## DIMENSIONES CELDAS

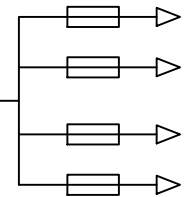


Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.42	1.8	0.85
Línea	0.42	1.8	0.85
Prot. fusibles	0.48	1.8	1.04

trafo 1 630 kVA  
 25000 / 400 V  
 aisl. aceite



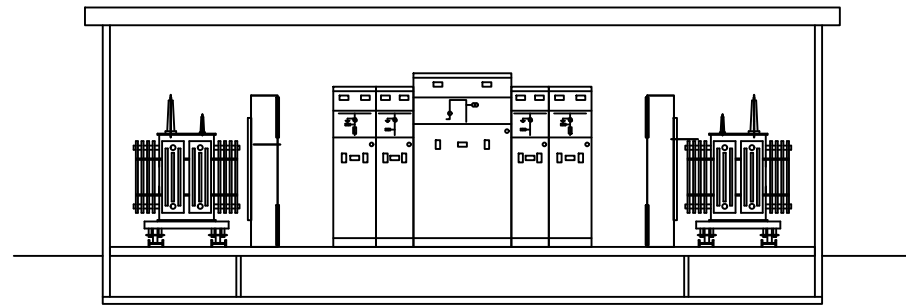
3(3x240)/2(240) mm<sup>2</sup> Al XLPE 0,6/1kV



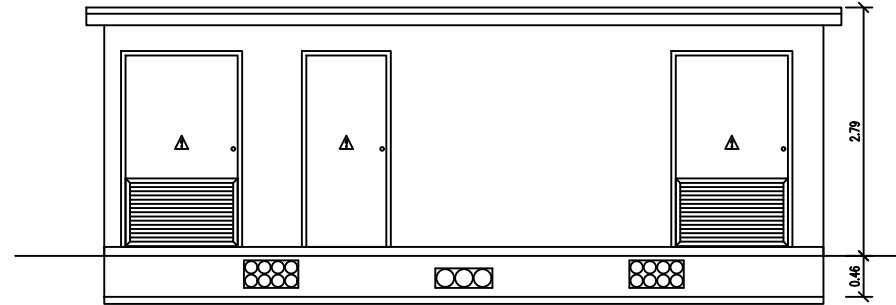
B.T.

	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	
Dibuixat	12-10-22	K.E	TRABAJO FINAL DE GRADO	
Comprovat	18-11-22	L.M		
S.normes				
Escala	Esquema unifilar CT		Nº 14	
			Sustitueix a	
			Sustituit per	

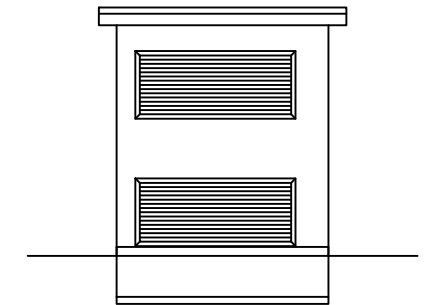
# Centro prefabricado 1



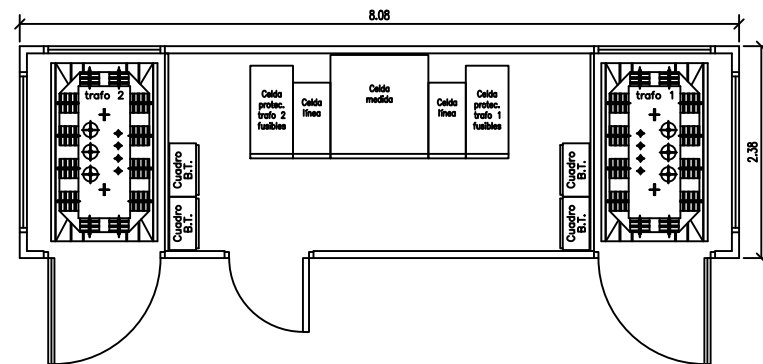
SECCIÓN TRANSVERSAL



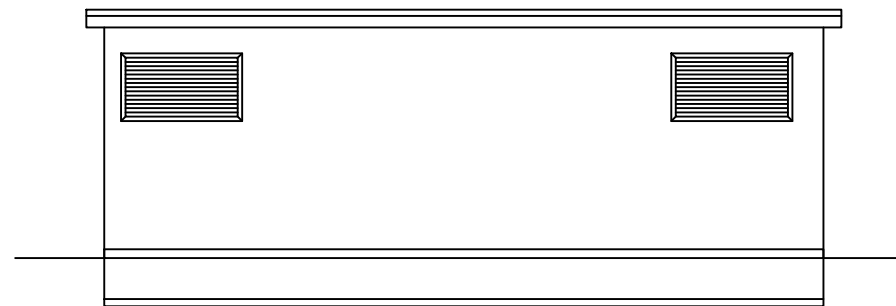
ALZADO FRONTAL



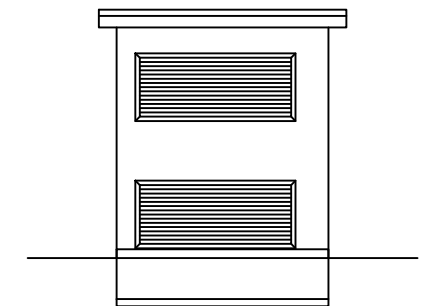
ALZADO LATERAL DERECHO



PLANTA



ALZADO POSTERIOR

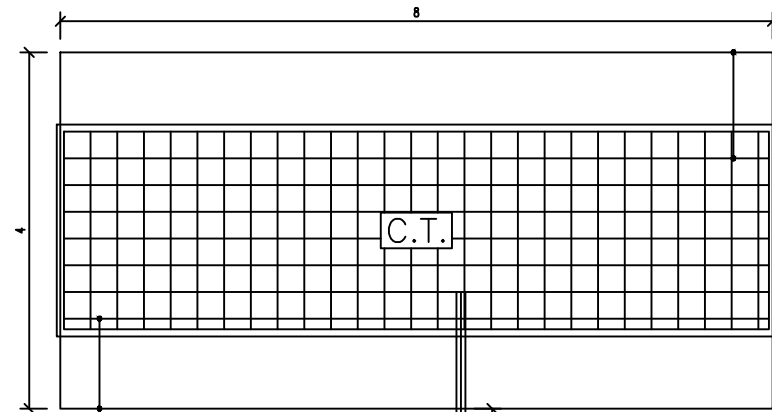


ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN  
8.88 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <i>TRABAJO FINAL DE GRADO</i>
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Centro Prefabricado doble</b>		<b>Nº 15</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

# PUESTAS A TIERRA



TIERRA DE PROTECCIÓN  
Picas:  $L_p = 0 \text{ m}$ ,  $\theta = 14 \text{ mm}$   
Conductor: Cu desnudo,  $S = 50 \text{ mm}^2$

TIERRA DE SERVICIO  
Picas:  $L_p = 2 \text{ m}$ ,  $\theta = 14 \text{ mm}$   
Conductor: Cu desnudo,  $S = 50 \text{ mm}^2$

TIERRA DE PROTECCIÓN  
Configuración: 80-40/5/00  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Número de picas: 0  
Longitud picas: 0

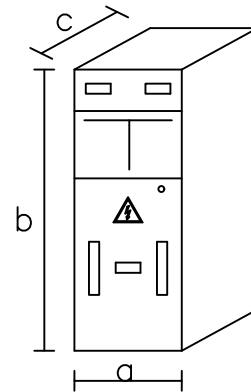
NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

TIERRA DE SERVICIO  
Configuración: 5/42.  
Profundidad electrodo: 0.5 m  
Separación picas: 3 m  
4 picas en hilera unidas por conductor horizontal  
Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
Diámetro picas: 14 mm  
Longitud picas: 2

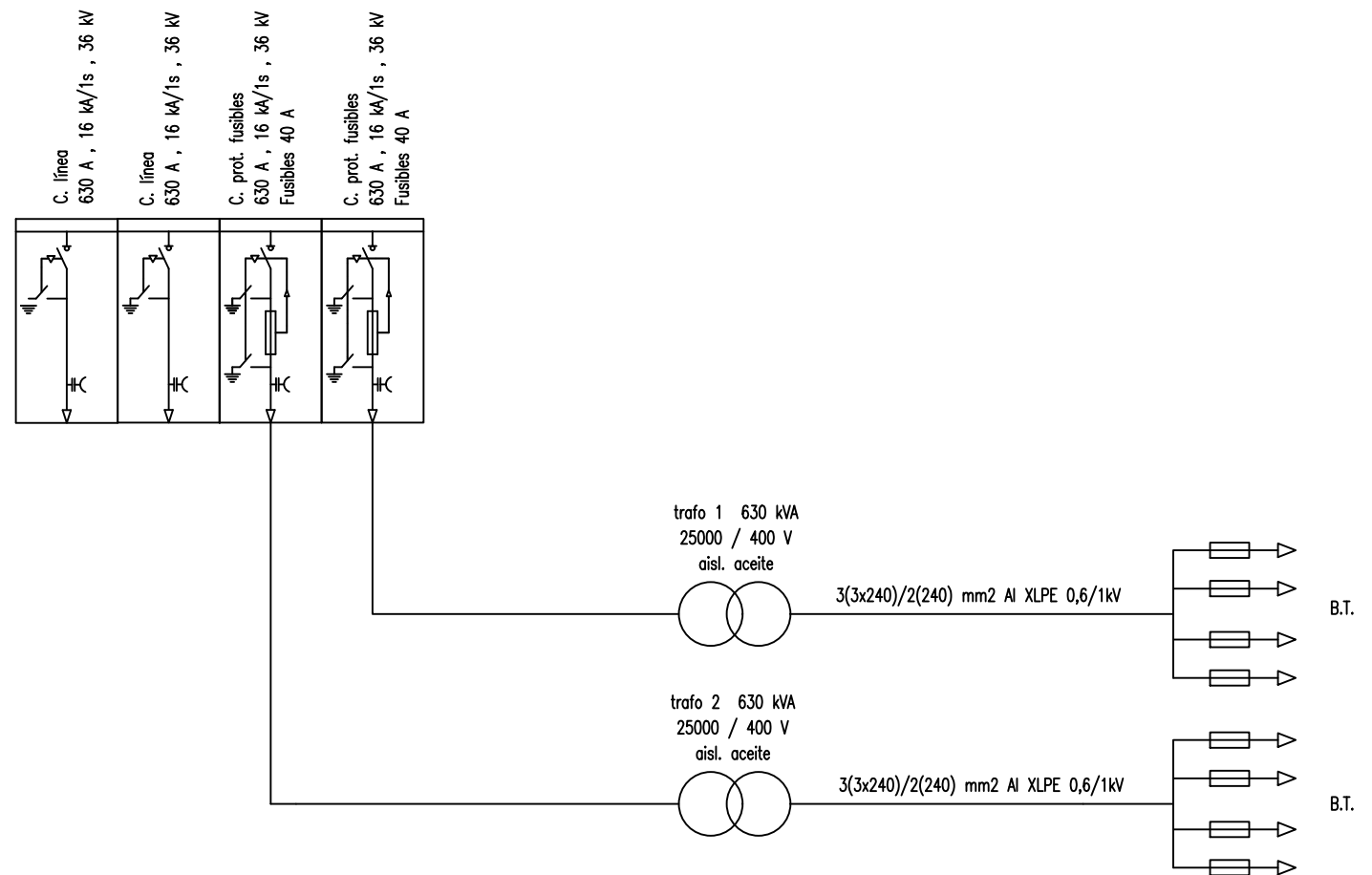
NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm<sup>2</sup> en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

# DIMENSIONES CELDAS

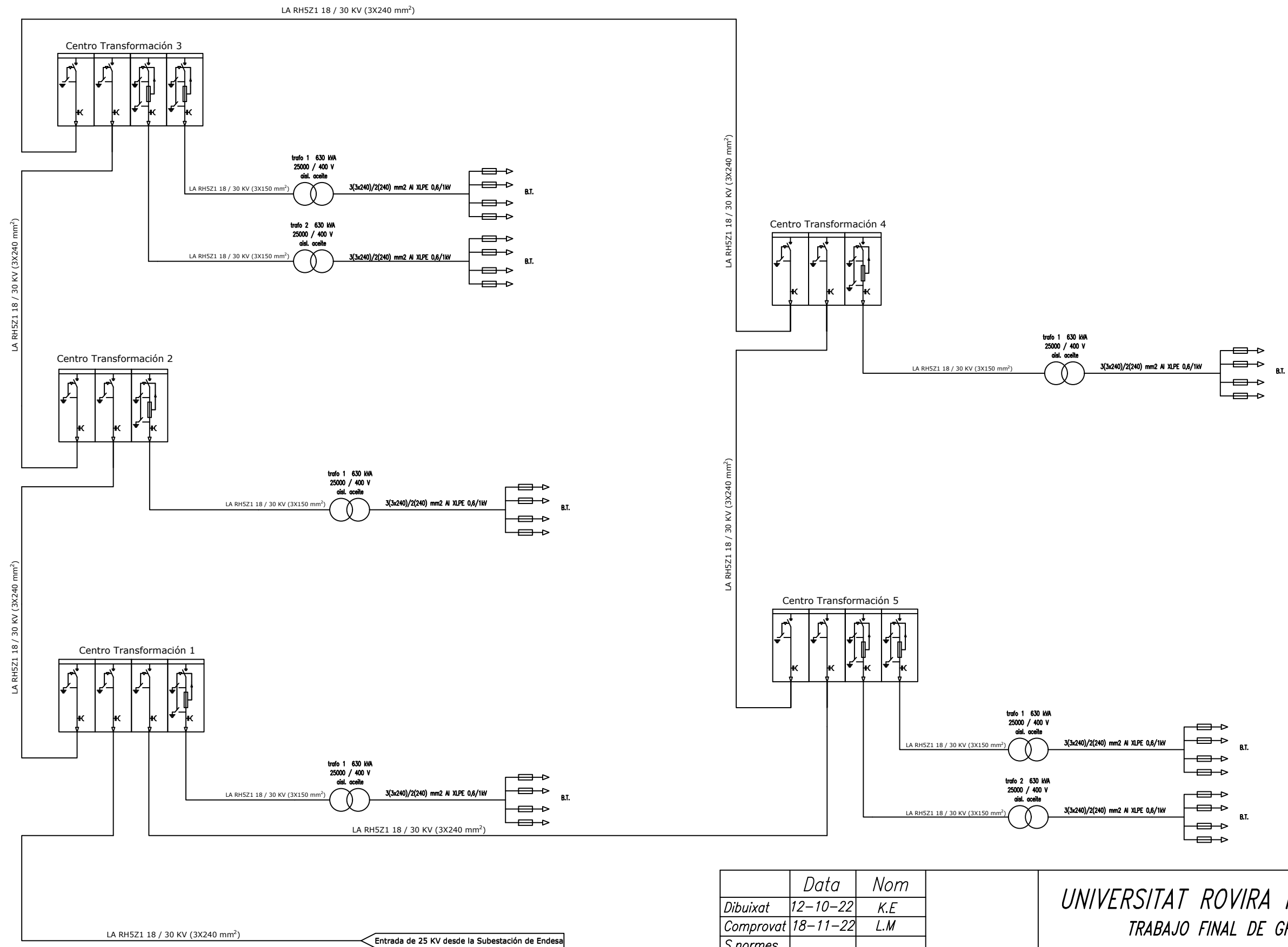
Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Prot. fusibles	0.48	1.8	1.04
Línea	0.42	1.8	0.85
Medida	1.1	1.95	1.16
Línea	0.42	1.8	0.85
Prot. fusibles	0.48	1.8	1.04



# ESQUEMA UNIFILAR



	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI	
Dibuixat	12-10-22	K.E	TRABAJO FINAL DE GRADO	
Comprovat	18-11-22	L.M		
S.normes				
Escala	1/1000		Esquema unifilar CT doble	
			Nº 16	
			Sustitueix a	
			Sustituit per	



	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>TRABAJO FINAL DE GRADO</b>
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Conexión entre los CT's</b>		<b>Nº 17</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

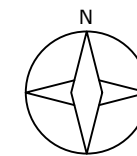
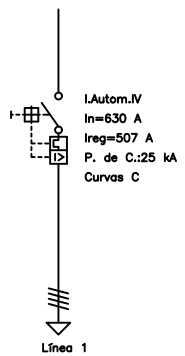


Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In/Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	AI XZ1(S) Eca	3 Unp.	630; 507	25	C
2-7	Ent.Bajo Tubo	AI XZ1(S) Eca	3 Unp.			

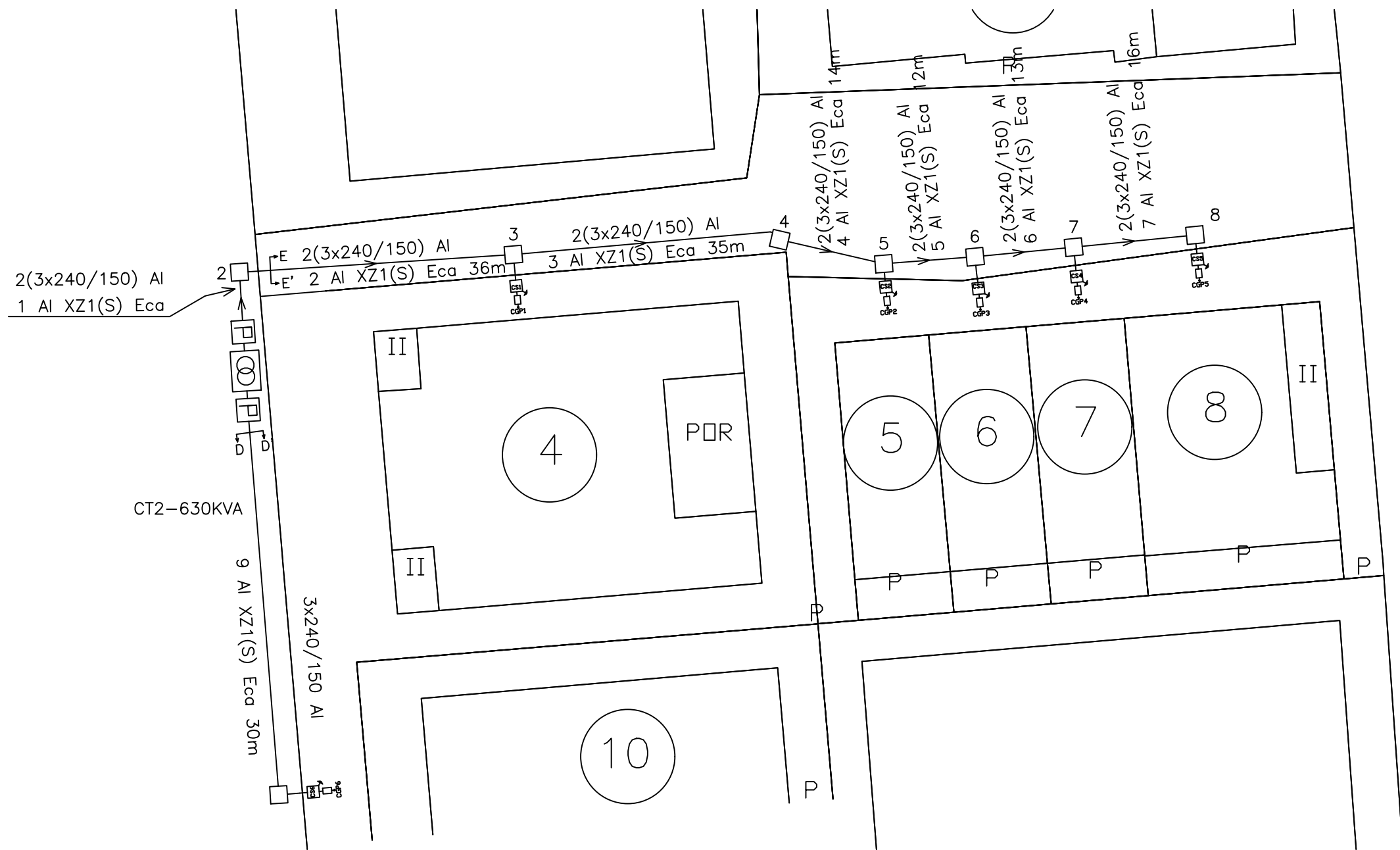
PROTECCIONES

Leyenda

	Transformador
	Protección
	Arqueta
	Caja Seccionamiento
	Caja General de Protección



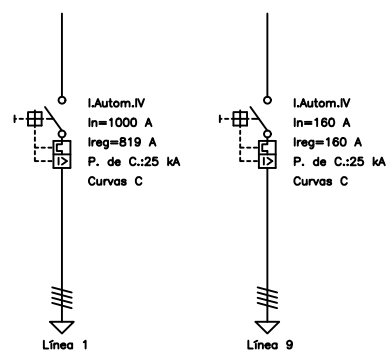
	Data	Nom	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
Dibuixat	12-10-22	K.E	
Comprovat	18-11-22	L.M	
S.normes			
Escala	<b>Distribución BT CT1</b>		<b>Nº 18</b>
1/100			
			Sustitueix a
	Sustituit per		



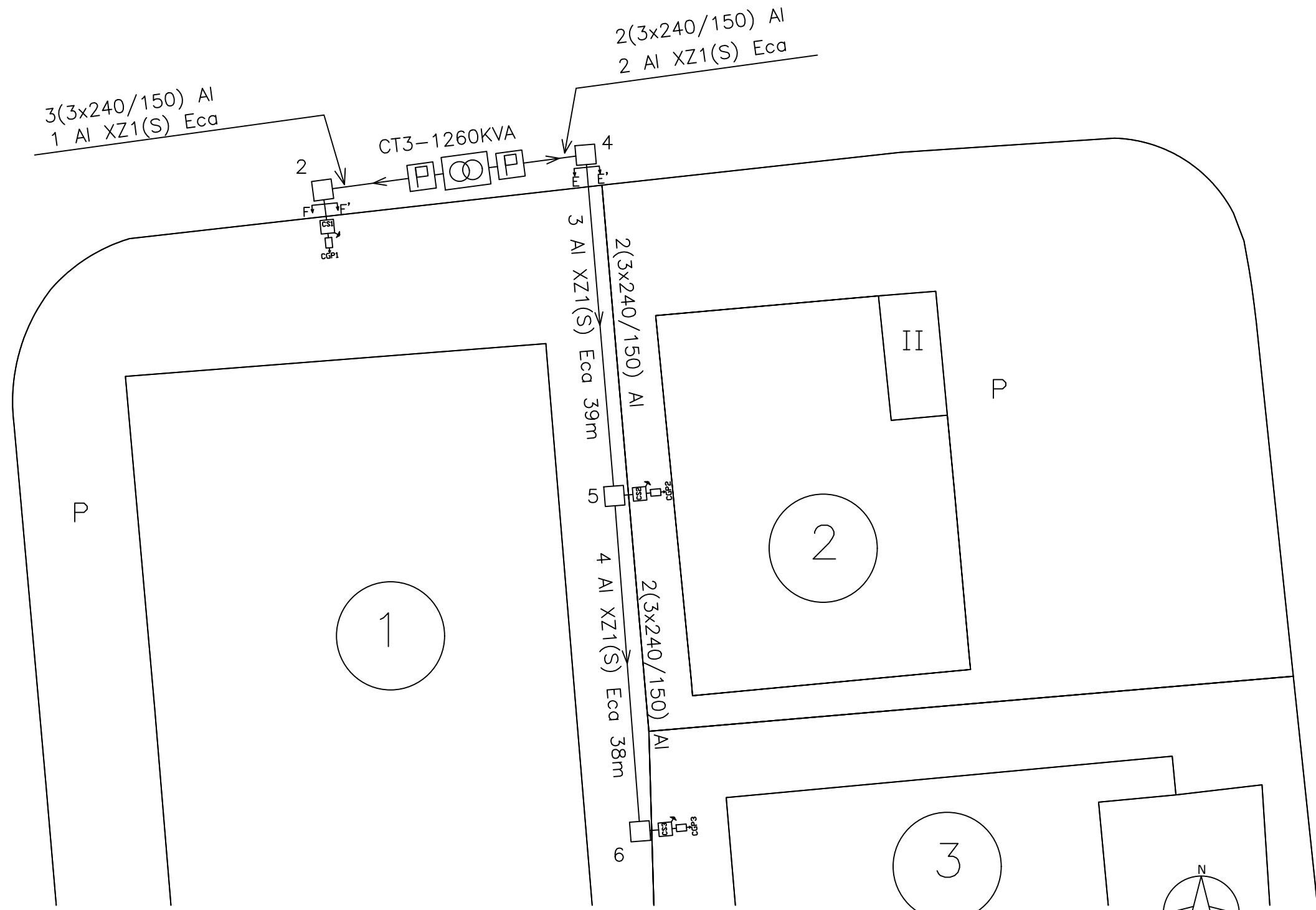
Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In/Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	1.000; 819	25	C
2-8	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.			
9	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	160; 160	25	C

### PROTECCIONES

Leyenda	
	Transformador
	Protección
	Arqueta
	Caja Seccionamiento
	Caja General de Protección

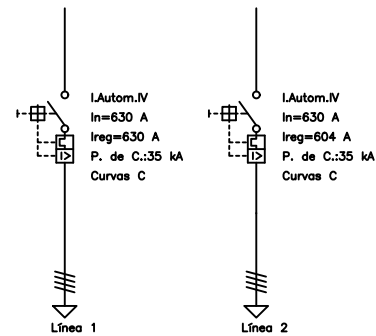


	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
Dibuixat	12-10-22	K.E	
Comprovat	18-11-22	L.M	
S.normes			
<i>Escala</i>	<b>Distribución BT CT2</b>		<b>Nº 19</b>
1/100			Sustitueix a
			Sustituit per



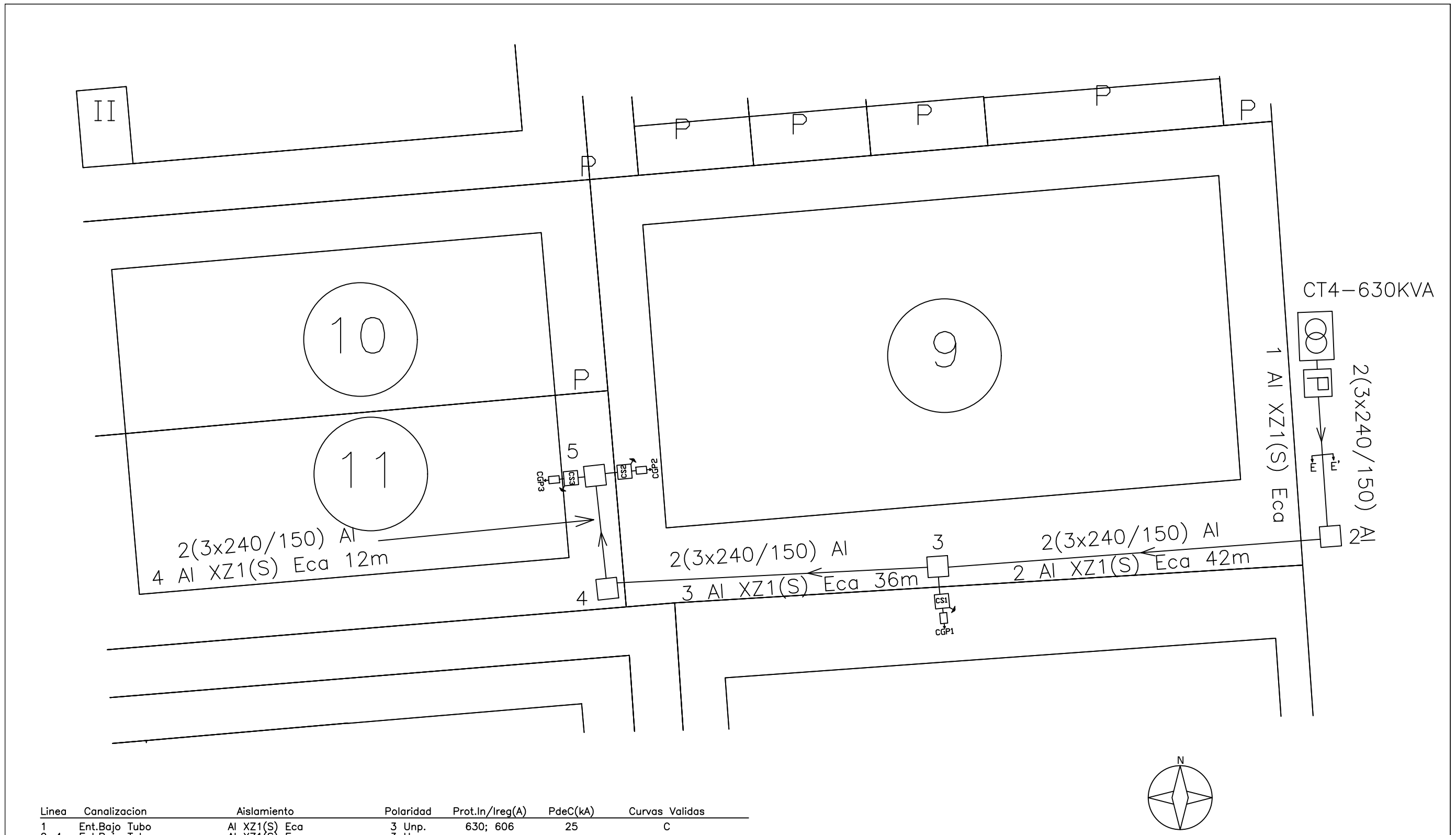
Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In./Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	630; 630	35	C
2	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	630; 604	35	C
3-4	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.			

### PROTECCIONES



Leyenda	
	Transformador
	Protección
	Arqueta
	Caja Seccionamiento
	Caja General de Protección

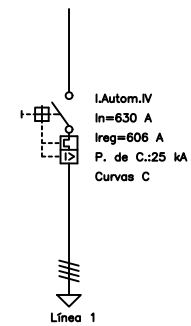
	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI TRABAJO FINAL DE GRADO
Dibuixat	12-10-22	K.E	
Comprovat	18-11-22	L.M	
S.normes			
Escala	1/100		Distribución BT CT3
			Nº 20
			Sustitueix a
			Sustituit per



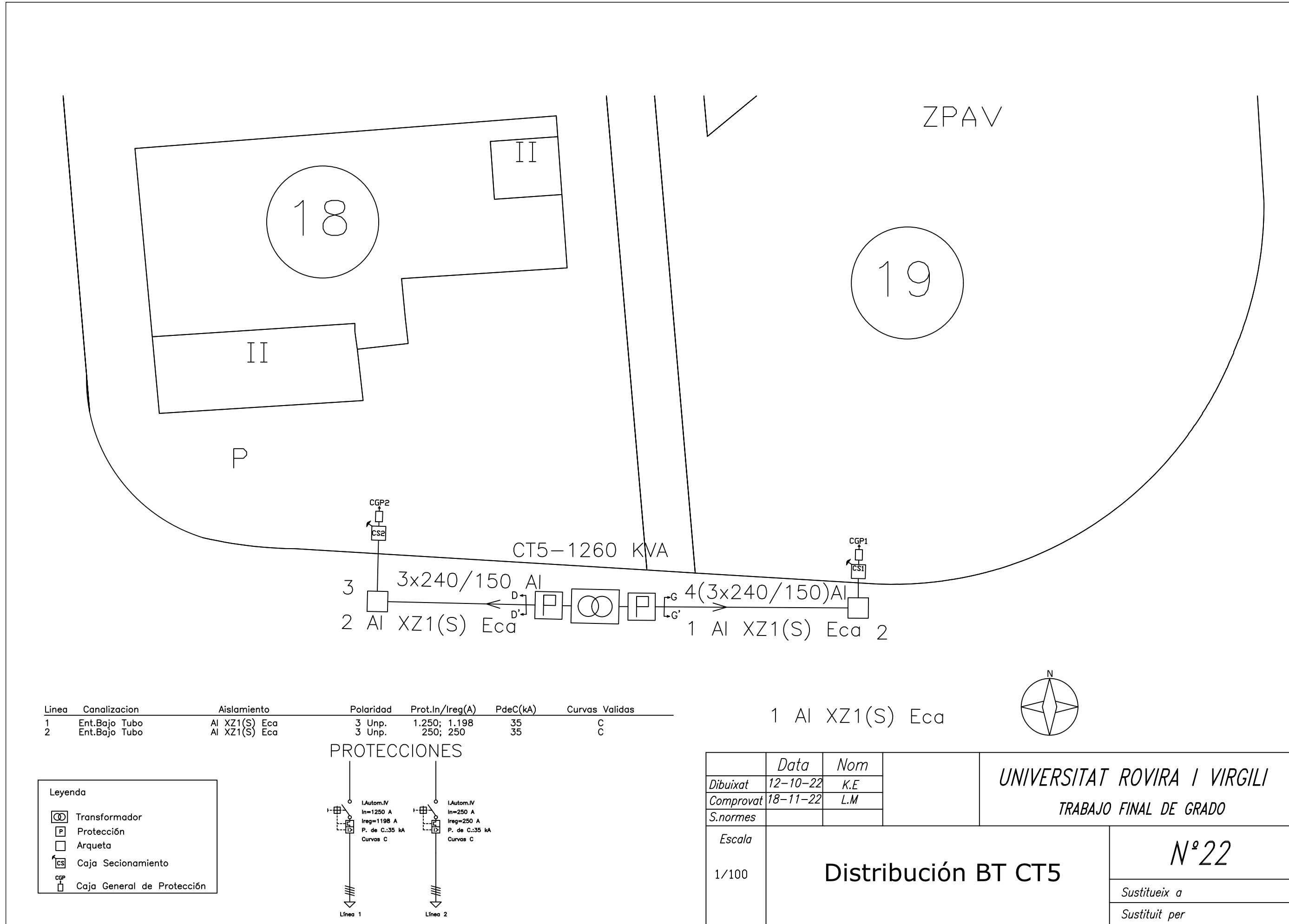
Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In/Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	630; 606	25	C
2-4	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.			

PROTECCIONES

- Leyenda
- Transformador
  - Protección
  - Arqueta
  - Caja Seccionamiento
  - Caja General de Protección

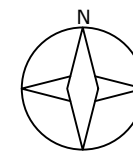


	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Distribución BT CT4</b>		<b>Nº21</b>
1/100			Sustitueix a
			Sustituit per



Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In/Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	1.250; 1.198	35	C
2	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	250; 250	35	C

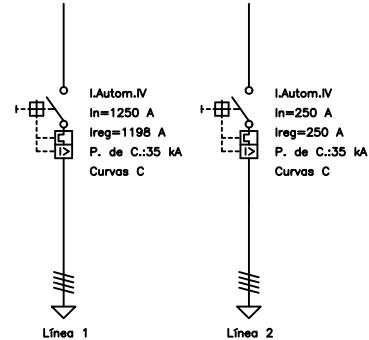
1 Al XZ1(S) Eca



Leyenda

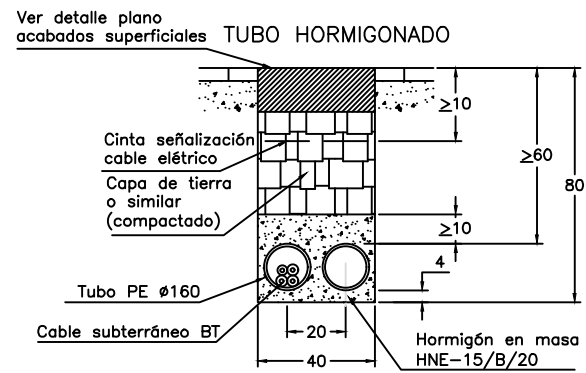
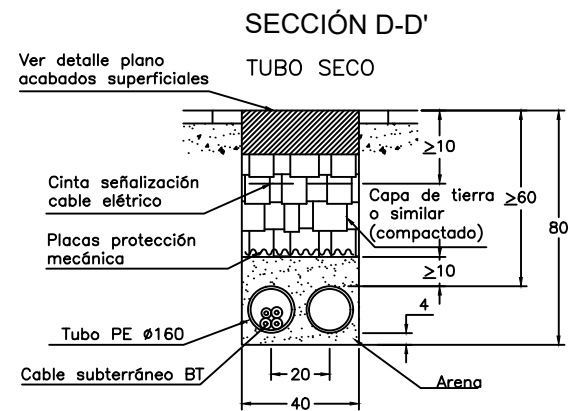
	Transformador
	Protección
	Arqueta
	Caja Seccionamiento
	Caja General de Protección

PROTECCIONES

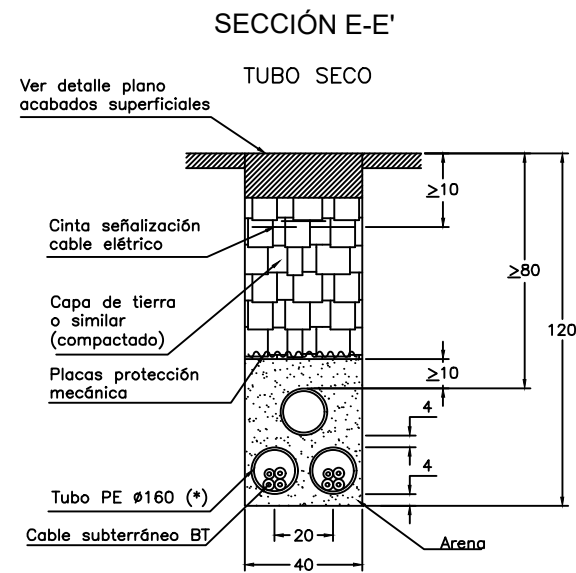


	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
Dibuixat	12-10-22	K.E	
Comprovat	18-11-22	L.M	
S.normes			TRABAJO FINAL DE GRADO
Escala	1/100		Nº22
Distribución BT CT5			
			Sustitueix a
			Sustituit per

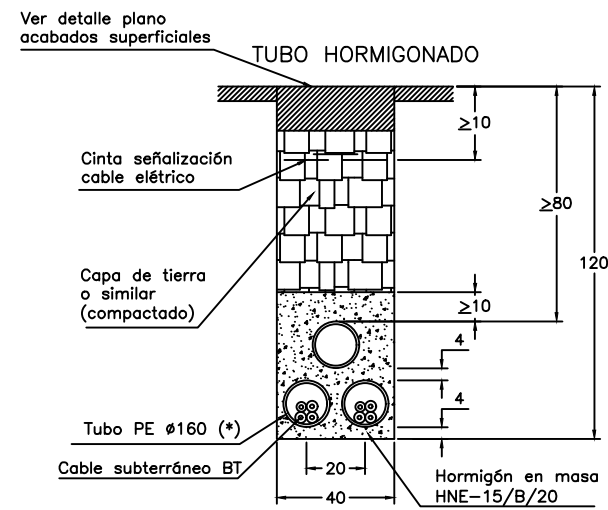
1 CIRCUITO EN ACERA



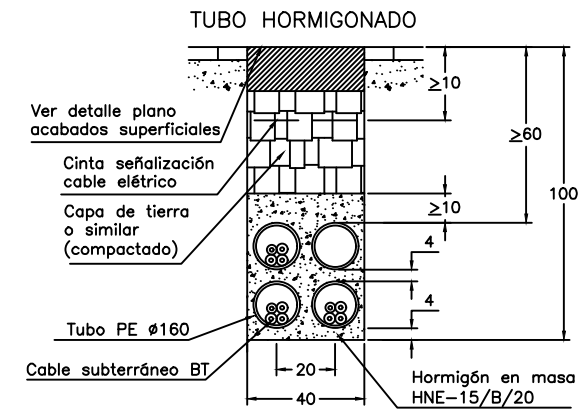
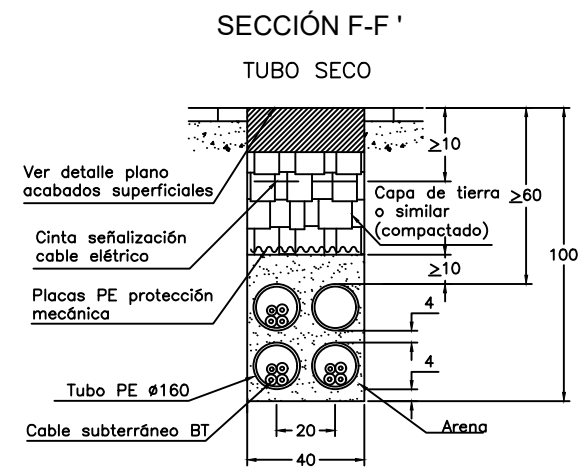
2 CIRCUITOS EN CALZADA



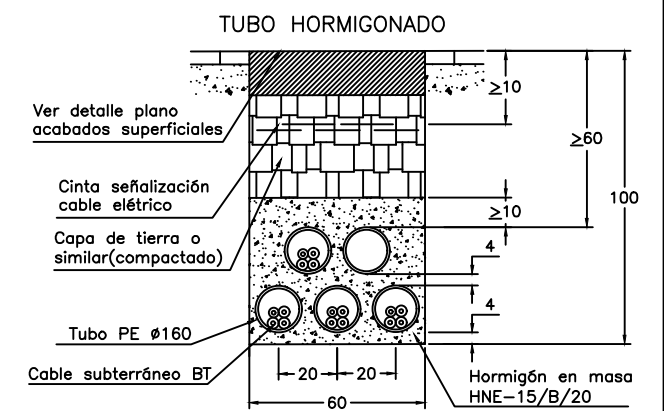
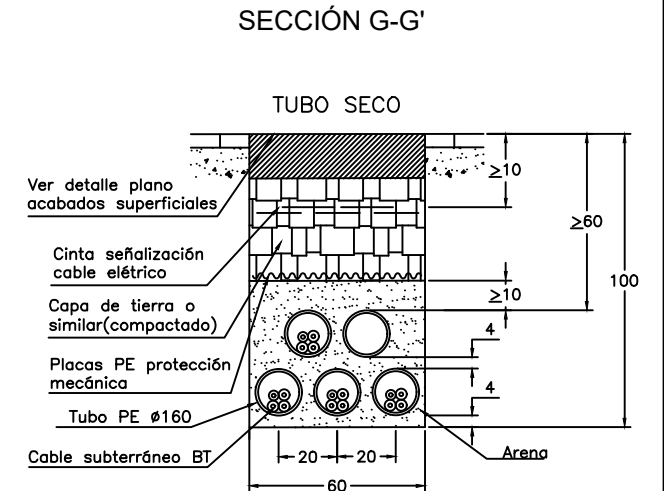
NOTA: A utilizar solo en canalizaciones a borde de acera



3 CIRCUITOS EN ACERA



4 CIRCUITOS EN ACERA



Cotas en cm

	Data	Nom
Dibuixat	12-10-22	K.E
Comprovat	18-11-22	L.M
S.normes		

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI  
TRABAJO FINAL DE GRADO

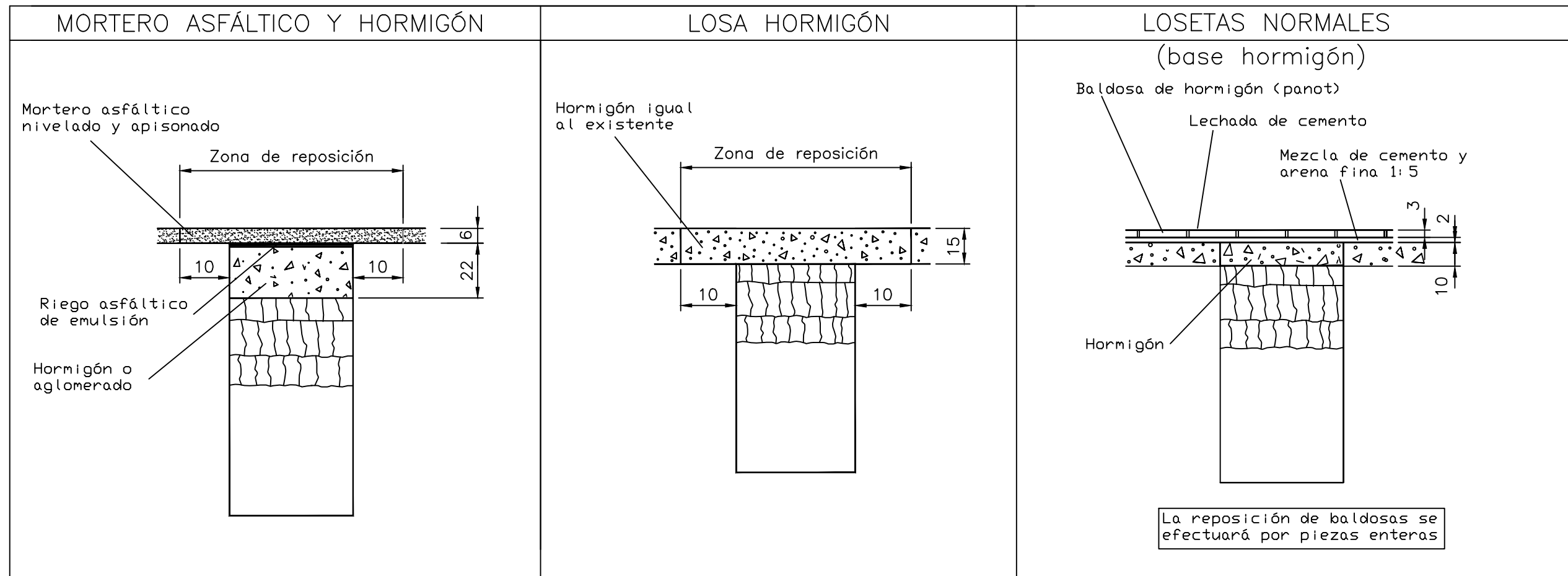
Escala

Detalle de las Zanjas de BT

Nº 23

Sustitueix a

Sustituit per

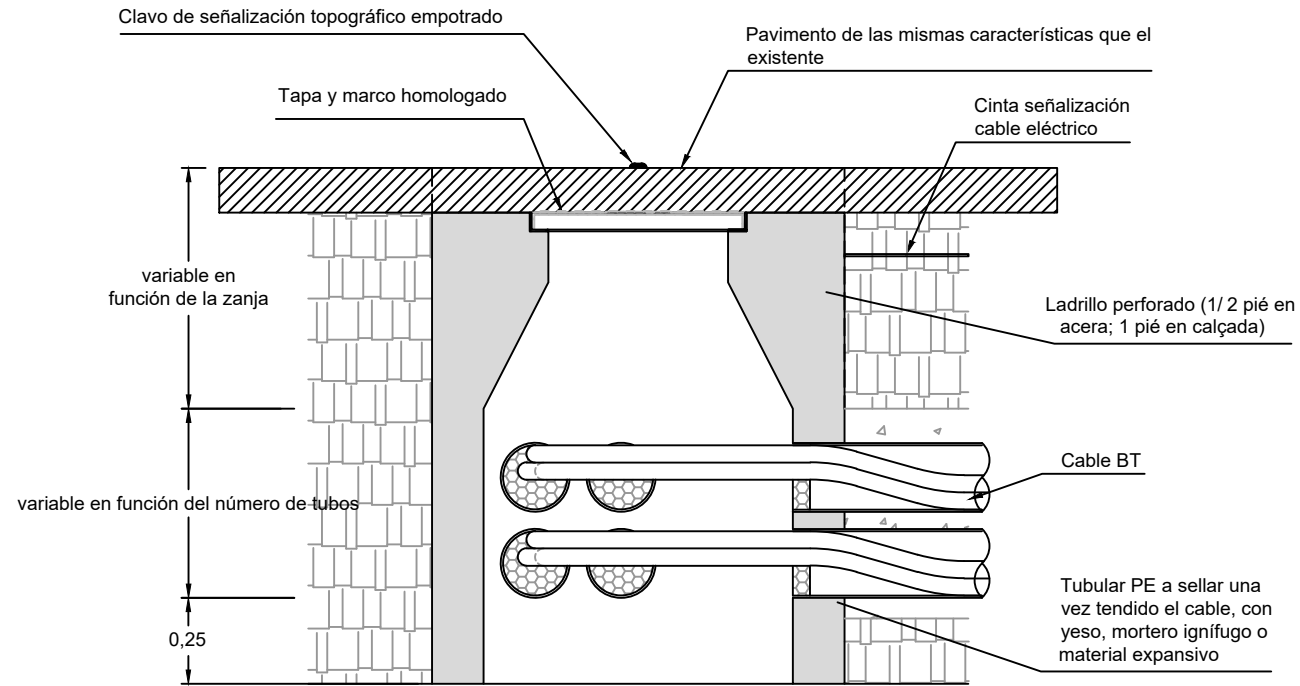


Dimensiones en cm

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> TRABAJO FINAL DE GRADO
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Acabados superficiales</b>		<b>Nº 24</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

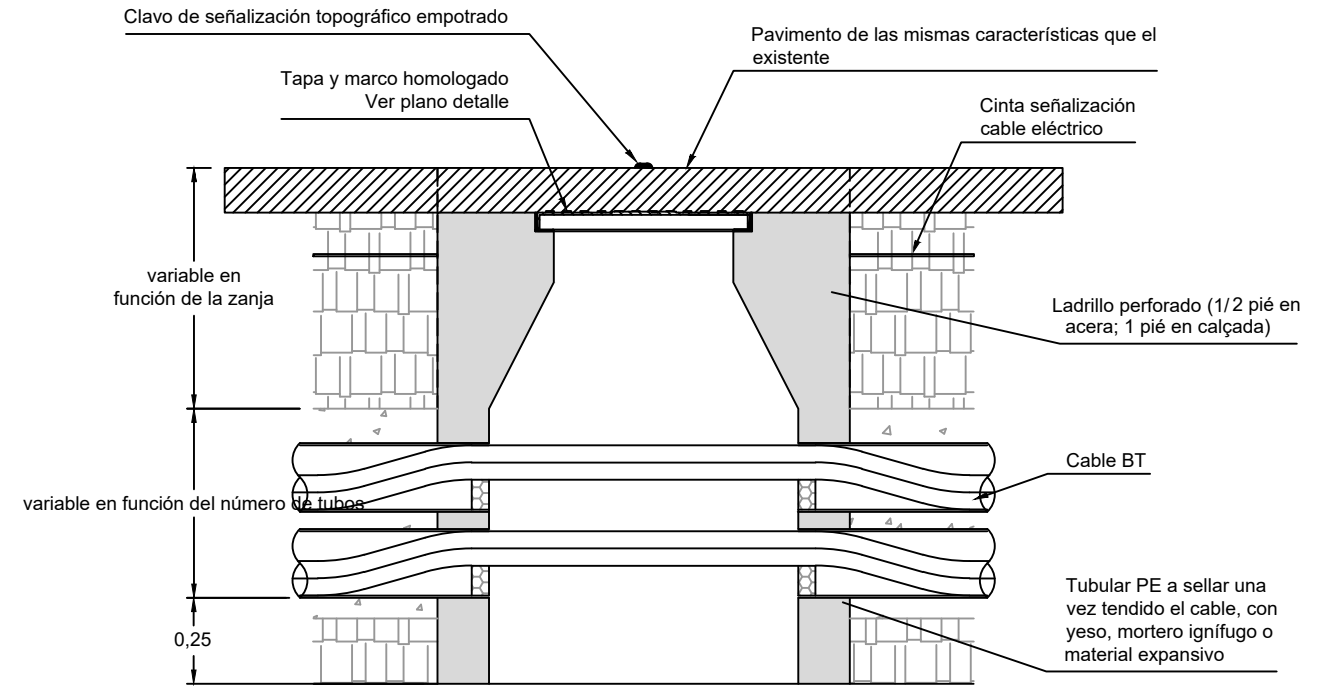
**ARQUETA CAMBIO DE SENTIDO**

**SECCIÓN A-A'**

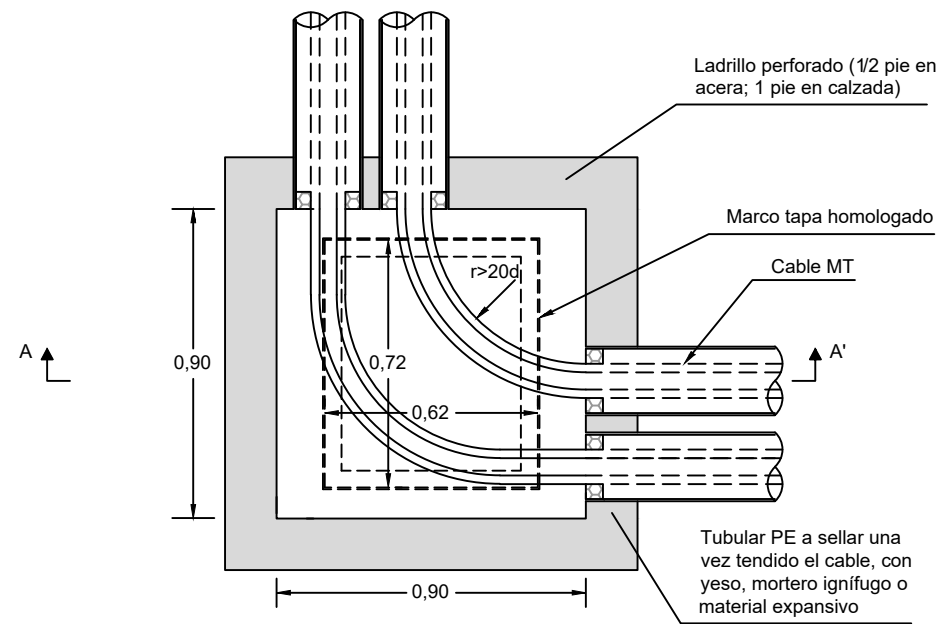


**ARQUETA EN ALINEACIÓN**

**SECCIÓN A-A'**

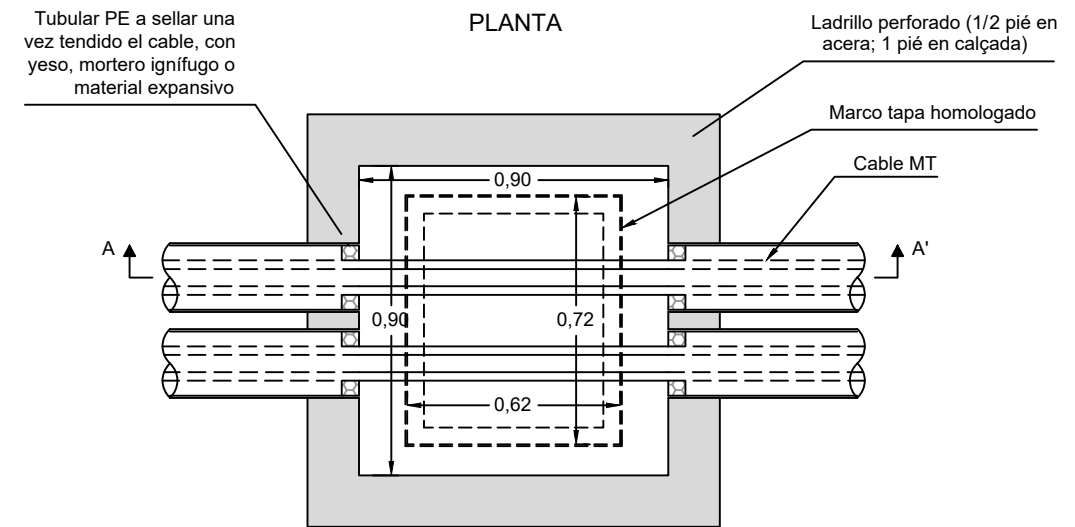


**PLANTA**



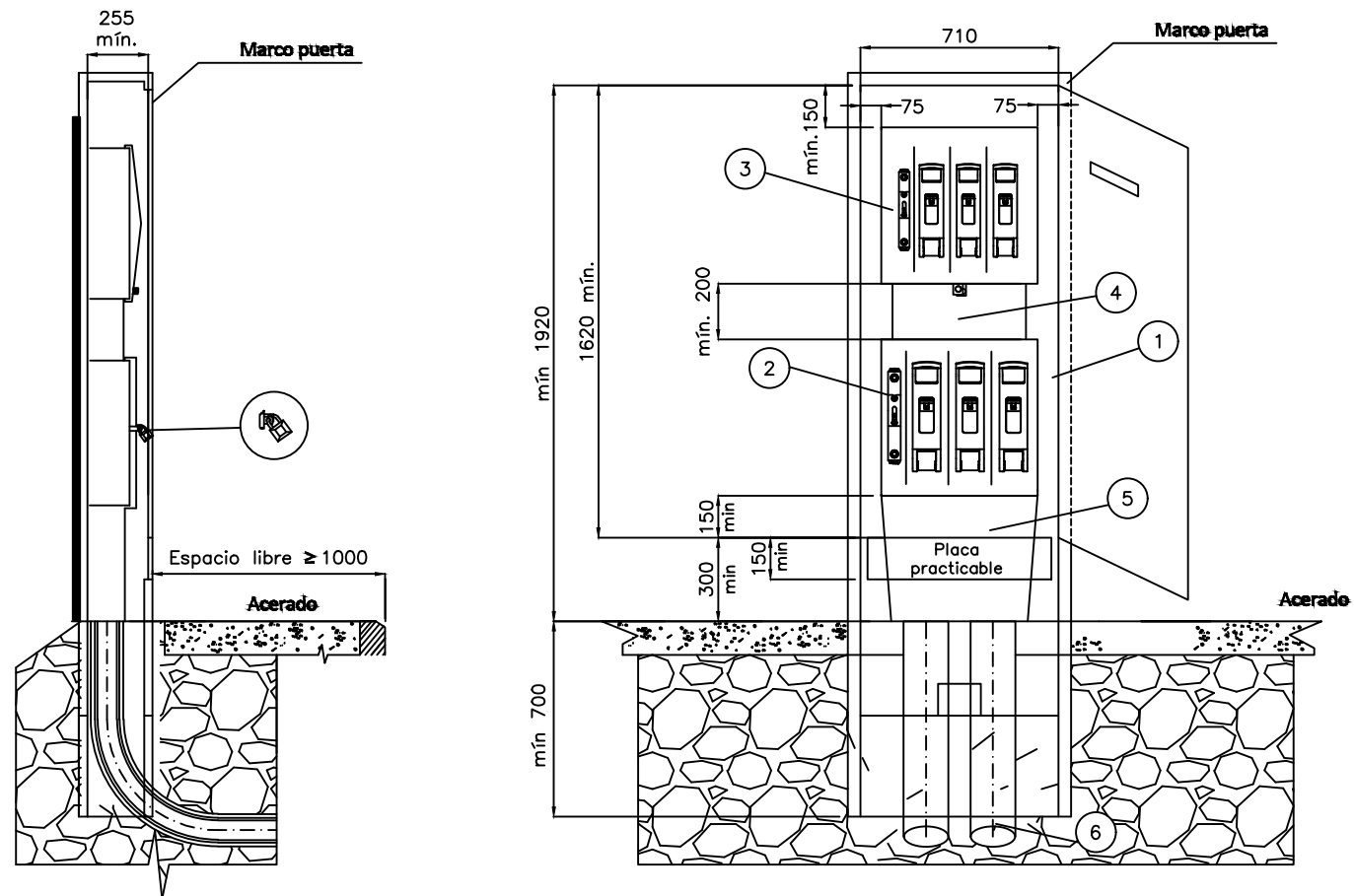
**NOTA:** Cantidad y disposición de los tubos, variable en función de las necesidades de la obra

**PLANTA**



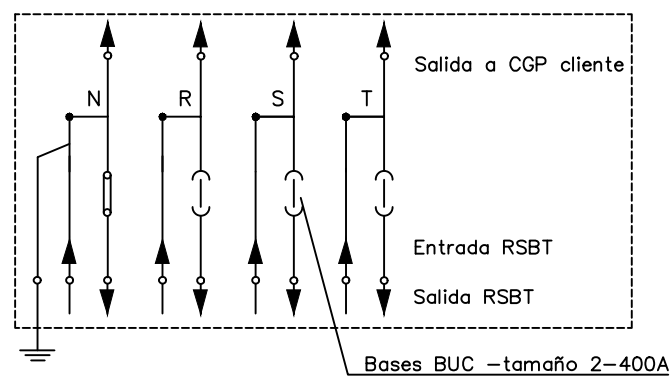
	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>TRABAJO FINAL DE GRADO</b>
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Detalle Arquetas BT</b>		<b>Nº 25</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

## MONTAJE VERTICAL



POSICIÓN	MATERIALES
1	Hornacina (de obra o prefabricada) + puerta preferentemente metálica
2	Caja de seccionamiento CS-400 acometida parte superior (tipo ancha)
3	Caja general de protección CGP-9
4	Canal de protección aislante
5	Canal de protección aislante
6	Tubo PE Ø 160 mm (mínimo)

ESQUEMA CAJA SECCIONAMIENTO  
CON ACOMETIDA PARTE SUPERIOR



Cotas en mm

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>TRABAJO FINAL DE GRADO</b>
<i>Dibuixat</i>	12-10-22	K.E	
<i>Comprovat</i>	18-11-22	L.M	
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Caja C.S y C.G.P</b>		<b>Nº 26</b>
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

## **5. Pliego de condiciones**

## **5.1.Condiciones Generales**

### **5.1.1. Objetivo**

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

### **5.1.2. Campo de aplicación**

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de media tensión hasta 30 kV.

### **5.1.3. Disposiciones generales**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

#### **5.1.3.1. Condiciones facultativas legales**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) 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.
- f) Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

- g) Real Decreto 263/2008, de 22 de febrero, por el que se establecen medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión, con objeto de proteger la avifauna.
- h) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- i) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- j) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

### **5.1.3.2.Seguridad en el trabajo**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “i” del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### **5.1.3.3. Seguridad pública**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

#### **5.1.4. Organización del trabajo**

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

##### **5.1.4.1. Datos de la obra**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

##### **5.1.4.2. Replanteo de la obra**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

##### **5.1.4.3. Mejoras y variaciones del proyecto**

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### **5.1.4.4. Recepción del material**

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

#### **5.1.4.5. Organización**

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### **5.1.4.6. Facilidades para la inspección**

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

#### **5.1.5. Ensayos**

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

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

#### **5.1.6. Limpieza y seguridad en las obras**

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

#### **5.1.7. Medios auxiliares.**

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

#### **5.1.8. Ejecución de las obras.**

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de los dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### **5.1.9. Subcontratación de las obras.**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con

indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

#### **5.1.10. Plazo de ejecución.**

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### **5.1.11. Recepción provisional.**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

#### **5.1.12. Periodos de garantía.**

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

#### **5.1.13. Recepción definitiva.**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

#### **5.1.14. Pago de obras**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### **5.1.15. Abono de materiales acopiados**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra

que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

#### **5.1.16. Disposición final**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

### **5.2. Condiciones técnicas**

#### **5.2.1. Línea aérea**

##### **5.2.1.1. Objeto y campo de aplicación**

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas aéreas de 3ª categoría, especificadas en el correspondiente proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de las líneas aéreas de alta tensión hasta 25 kV con apoyos metálicos y de hormigón.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

##### **5.2.1.2. Ejecución del trabajo**

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

##### **5.2.1.3. Replanteo de los apoyos**

Como referencia para determinar la situación de los ejes de las cimentaciones, se dará a las estaquillas la siguiente disposición:

- a) Una estaquilla para los apoyos de madera.
- b) Tres estaquillas para todos los apoyos que se encuentren en alineación, aún cuando sean de amarre.
- c) Cinco estaquillas para los apoyos de ángulo; las estaquillas se dispondrán en cruz según las direcciones de las bisectrices del ángulo que forma la línea y la central indicará la proyección vertical del apoyo.

Se deberán tomar todas las medidas con la mayor exactitud, para conseguir que los ejes de las excavaciones se hallen perfectamente situados y evitar que haya necesidad de rasgar las paredes de los hoyos, con el consiguiente aumento en el volumen de la fundación que sería a cargo de la Contrata.

#### **5.2.1.3.1. Apertura de hoyos**

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Excavación: Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los apoyos, en cualquier clase de terreno. Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.
- Explanación: Comprende la excavación a cielo abierto, con el fin de dar salida a las aguas y nivelar el terreno en el que se coloca el apoyo, comprendiendo el suministro de explosivos, herramientas y cuantos elementos sean necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes de los hoyos serán verticales.

Si por cualquier causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta será por cuenta del Contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones de los fosos para las cimentaciones deberán ejecutarse de tal forma que no queden fosos abiertos a una distancia de más de 3 km. para las líneas con apoyos metálicos y a 1 km. para las líneas de hormigón y madera, por delante del equipo encargado del hormigonado o del equipo de izado de apoyos según queden o no hormigonados los apoyos. En el caso de que, por la naturaleza de la obra, esto no se pueda cumplir, deberá ser consultada la Dirección Técnica. Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas. En el caso de que penetrase agua en fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

Cuando se efectúen trabajos de desplazamiento de tierras, la capa vegetal arable será separada de forma que pueda ser colocada después en su yacimiento primitivo, volviéndose a dar de esta forma su estado de suelo cultivable. La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que circunde el apoyo. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación, prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante, con el fin de que los montantes del apoyo no queden recubiertos de tierra.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos para la apertura de los fosos, su manipulación, almacenaje, transporte, etc., deberá ajustarse en todo a las disposiciones vigentes en cada momento respecto a esta clase de trabajos. En la excavación con empleo de explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista. Igualmente se cuidará que la roca no sea dañada, debiendo arrancarse todas aquellas piedras movedizas que no formen bloques con la roca, o que no estén suficientemente empotradas en el terreno.

#### **5.2.1.3.2. Transporte, acarreo y acopio a pie de hoyo**

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados. Se tendrá especial cuidado en su manipulación ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los perfiles que lo componen, en cuyo caso deberán ser reparados antes de su izado o armado.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el Almacén de Obra y desde este punto con carros especiales o elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

#### **5.2.1.4. Cimentaciones**

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones, incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/cm<sup>2</sup>.

El amasado del hormigón se hará con hormigonera o si no sobre chapas metálicas,

procurando que la mezcla sea lo más homogénea posible. Tanto el cemento como los áridos serán medidos con elementos apropiados.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm. como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo como vierte-aguas.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

#### **5.2.1.4.1. Arena**

Puede proceder de ríos, arroyos y canteras. Debe ser limpia y no contener impurezas orgánicas, arcillosas, carbón, escorias, yeso, mica o feldespatos. Se dará preferencia a la arena cuarzosa, la de origen calizo, siendo preferibles las arenas de superficie áspera o angulosa.

La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente: De la muestra del árido mezclado se separará con el tamiz de 5 mm 100 cm<sup>3</sup> de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300 cm<sup>3</sup>. Una vez llena de agua hasta la marca de 150 cm<sup>3</sup> se agitará fuertemente tapando la boca con la mano; hecho esto se dejará sedimentar durante una hora. En estas condiciones el volumen aparente de arcilla no superará el 8 %.

La proporción de materias orgánicas se determina mezclando 100 cm<sup>3</sup> de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar 150 cm<sup>3</sup>. Después de 24 horas, el líquido deberá quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido.

Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación (en peso):

1 parte de cemento  
3 partes de arena

Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/cm<sup>2</sup>. Toda arena que sin contener materias orgánicas no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será desechada.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para determinar la calidad de la arena: Se toma un poco de arena y se aprieta con la mano, si es silíceica y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla y barro.

#### **5.2.1.4.2. Grava**

Podrá proceder de canteras o de graveras de río, y deberá estar limpia de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños inertes.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea, piedra y arenas unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos. Deberá ser de tamaño comprendido entre 2 y 6 cm., no admitiéndose piedras ni bloques de mayor tamaño.

#### **5.2.1.4.3. Cemento**

Se empleará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento existentes en el mercado, en envases de papel de 50 kg netos.

En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

Previa autorización de la Dirección Técnica podrán utilizarse cementos especiales, en aquellos casos que lo requieran.

#### **5.2.1.4.4. Agua**

Son admisibles, sin necesidad de ensayos previos, todas las aguas que sean potables y aquellas que procedan de río o manantial, a condición de que su mineralización no sea excesiva.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

#### **5.2.1.4.5. Hormigón**

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m<sup>3</sup>. La composición normal de la mezcla será:

Cemento: 1  
Arena: 3  
Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde

apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura H del montón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

Consistencia	H (cm.)
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

#### **5.2.1.4.6. Ejecución de las cimentaciones**

La ejecución de las cimentaciones se realizará de acuerdo con el Proyecto.

Los encofrados serán mojados antes de empezar el hormigonado. En tiempos de heladas deberán suspenderse los trabajos de hormigonado; no obstante, si la urgencia de la obra lo requiere, puede proseguirse el hormigonado, tomando las debidas precauciones, tales como cubrir el hormigón que está fraguando por medio de sacos, paja, etc. Cuando sea necesario interrumpir un trabajo de hormigonado, al reanudar la obra, se lavará la parte construida con agua, barriéndola con escobas metálicas y cubriendo después la superficie con un enlucido de cemento bastante fluido. Los macizos sobrepasarán el nivel del suelo en 10 cm, como mínimo, en terrenos normales, y 20 cm en terreno de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10 % como mínimo, como vierteaguas. Se tendrá la precaución de dejar un conducto para poder colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir unos 30 cm bajo el nivel del suelo y, en la parte superior de la cimentación, junto a un angular o montante.

La manera de ejecutar la cimentación será la siguiente:

- a) Se echará primeramente una capa de hormigón seco fuertemente apisonado, de 25 cm de espesor, de manera que teniendo el poste un apoyo firme y limpio, se conserve la distancia marcada en el plano desde la superficie del terreno hasta la capa de hormigón.
- b) Al día siguiente se colocará sobre él la base del apoyo o el apoyo completo, según el caso, nivelándose cuidadosamente el plano de unión de la base con la estructura exterior del apoyo, en el primer caso, o bien, se aplomará el apoyo completo, en el segundo caso, inmovilizando dichos apoyos por medio de vientos.
- c) Cuando se trate de apoyos de ángulo o final de línea, se dará a la superficie de la base o al apoyo una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de las fuerzas producidas por los conductores.
- d) Después se rellenará de hormigón el foso, o bien se colocará el encofrado en las que sea necesario, vertiendo el hormigón y apisonándolo a continuación.
- e) Al día siguiente de hormigonada la fundación, y en caso de que tenga encofrado

lateral, se retirará éste y se rellenará de tierra apisonada el hueco existente entre el hormigón y el foso.

- f) En los recorridos, se cuidará la verticalidad de los encofrados y que éstos no se muevan durante su relleno. Estos recorridos se realizarán de forma que las superficies vistas queden bien terminadas.

#### **5.2.1.4.7. Armado e izado de apoyos**

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado, izado y aplomado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el herramental y todos los medios necesarios para esta operación.

Antes del montaje en serie de los apoyos, se deberá realizar un muestreo (de al menos el 10 %), montándose éstos con el fin de comprobar si tienen un error sistemático de construcción que convenga ser corregido por el constructor de los apoyos, con el suficiente tiempo.

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas. Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El criterio de montaje del apoyo será el adecuado al tipo del mismo, y una vez instalado dicho apoyo, deberá quedar vertical, salvo en los apoyos de fin de línea o ángulo, que se le dará una inclinación del 0,5 al 1 % en sentido opuesto a la resultante de los esfuerzos producidos por los conductores. En ambas posiciones se admitirá una tolerancia del 0,2 %.

El procedimiento de levante será determinado por la Contrata, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado, se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de los apoyos, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Los postes metálicos o de hormigón con cimentación, por tratarse de postes pesados, se recomienda que sean izados con pluma o grúa, evitando que el aparejo dañe las aristas o montantes del poste.

El izado de los apoyos de hormigón sin cimentación se efectuará con medios mecánicos

apropiados, no instalándose nunca en terrenos con agua. Para realizar la sujeción del apoyo se colocará en el fondo de la excavación un lecho de piedras. A continuación se realiza la fijación del apoyo, bien sobre toda la profundidad de la excavación, bien colocando tres coronas de piedra formando cuñas, una en el fondo de la excavación, la segunda a la mitad de la misma y la tercera a 20 cm, aproximadamente, por debajo del nivel del suelo. Entre dichas cuñas se apisonará convenientemente la tierra de excavación.

Una vez terminado el montaje del apoyo, se retirarán los vientos sustentadores, no antes de 48 horas.

Después de su izado y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen.

Terminadas todas las operaciones anteriores, y antes de proceder al tendido de los conductores, la Contrata dará aviso para que los apoyos montados sean recepcionados por la Dirección Técnica.

#### **5.2.1.5. Protección de las superficies metálicas**

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

##### **5.2.1.5.1. Tendido, tensado y engrapado de los conductores**

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramental y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

##### **5.2.1.5.2. Colocación de aisladores**

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

##### **5.2.1.5.3. Tendido de los conductores**

No se comenzará el tendido de un cantón si todos los postes de éste no están recepcionados. De cualquier forma, las operaciones de tendido no serán emprendidas

hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y amarre, salvo indicación en contrario de la Dirección Técnica.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección para cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de alta tensión, etc.

Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y anclaje.

Se dispondrán, al menos, de un número de poleas igual a tres veces el número de vanos del cantón más grande. Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas. En caso de cruce con otras líneas (A.T., B.T. o de comunicaciones) también deberán disponerse la protecciones necesarias de manera que exista la máxima seguridad y que no se dañen los conductores durante su cruce. Cuando hay que dejar sin tensión una línea para ser cruzada, deberán estar preparadas todas las herramientas y materiales con el fin de que el tiempo de corte se reduzca al mínimo y no se cortarán hasta que todo esté preparado.

Cuando el cruzamiento sea con una línea eléctrica (A.T. y B.T.), una vez conseguido del propietario de la línea de corte, se tomarán las siguientes precauciones:

- Comprobar que estén abiertas, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de un cierre intespestivo.
- Comprobar el enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando las zonas de trabajo.

Para poder cumplimentar los puntos anteriores, el Contratista deberá disponer, y hacer

uso, de detector de A.T. adecuado y de tantas puestas a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

#### **5.2.1.5.4. Tensado, regulado y engrapado de los conductores.**

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150°.

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fue medida. Igualmente facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

En el caso de cantones de varios vanos, después del tensado y regulado de los conductores, se mantendrán éstos sobre las poleas durante 24 horas como mínimo, para que puedan adquirir una posición estable. Entonces se procederá a la realización de los anclajes y luego se colocarán los conductores sobre las grapas de suspensión.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

Al ejecutar el engrapado en las cadenas de suspensión, se tomarán las medidas necesarias para conseguir un aplomado perfecto. En el caso de que sea necesario correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas, este desplazamiento no se hará a golpe de martillo u otra herramienta; se suspenderá el conductor, se dejará libre la grapa y ésta se correrá a mano hasta donde sea necesario. La suspensión del cable se hará, o bien por medio de una grapa, o por cuerdas que no dañen el cable.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

#### **5.2.1.6.Reposición del terreno**

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser extendidas si el propietario del terreno lo autoriza, o retiradas a vertedero en caso contrario, todo lo cuál será a cargo del Contratista.

Todos los daños serán por cuenta del Contratista, salvo aquellos aceptados por el Director de Obra.

#### **5.2.1.7.Numeración de apoyos. avisos de peligro eléctrico**

Se numerarán los apoyos con pintura negra, ajustándose dicha numeración a la dada por el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa de señalización de "Riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo.

Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

#### **5.2.1.8.Tomas de tierra**

El trabajo detallado en este epígrafe comprende la apertura y cierre del foso y zanja para

la hincada del electrodo (o colocación del anillo), así como la conexión del electrodo, o anillo, al apoyo a través del macizo de hormigón.

Podrá efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes: Electrodo de difusión o Anillos cerrados. Cuando los apoyos soporten interruptores, seccionadores u otros aparatos de maniobra, deberán disponer de tomas de tierra de tipo de anillos cerrados.

#### **5.2.1.8.1. Electrodo de difusión**

Cada apoyo dispondrá de tantos electrodo de difusión como sean necesarios para obtener una resistencia de difusión no superior a 20 ohmios, los cuales se conectarán entre sí y al apoyo por medio de un cable de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm<sup>2</sup> de sección cada uno.

Al pozo de cada electrodo se le dará una profundidad tal que el extremo superior de cada uno, ya hincado, quede como mínimo a 0,50 m. por debajo de la superficie del terreno. A esta profundidad irán también los cables de conexión entre los electrodo y el apoyo.

Los electrodo deben quedar aproximadamente a unos 80 cm. del macizo de hormigón. Cuando sean necesarios más de un electrodo, la separación entre ellos será, como mínimo, vez y media la longitud de uno de ellos, pero nunca quedarán a más de 3 m. del macizo de hormigón.

#### **5.2.1.8.2. Anillo cerrado**

La resistencia de difusión no será superior a 20 ohmios, para lo cual se dispondrá de tantos electrodo de difusión como sean necesarios con un mínimo de dos electrodo.

El anillo de difusión estará realizado con cable de cobre de 35 mm<sup>2</sup>, pudiendo admitirse dos cables de acero galvanizado de 50 mm<sup>2</sup> de sección cada uno. Igual naturaleza y sección tendrán los conductores de conexión al apoyo.

El anillo estará enterrado a 50 cm. de profundidad y de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m., como mínimo, de las aristas del macizo de cimentación.

#### **5.2.1.8.3. Comprobación de los valores de resistencia de difusión**

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, los valores de resistencia de puesta a tierra de todos y cada uno de los apoyos.

#### **5.2.1.9. Materiales**

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

3.1. reconocimiento y admisión de materiales.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

#### **5.2.1.9.1. Apoyos**

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la Norma UNE 207016. Llevarán borne de puesta a tierra.

Los apoyos metálicos estarán contruidos con perfiles laminados de acero según Norma UNE 207017.

#### **5.2.1.9.2. HERRAJES**

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados.

Deberán cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Su diseño deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deberán cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula, deberán cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

#### **5.2.1.9.3. AISLADORES**

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deberán cumplir con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

- UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, para elementos de cadenas de aisladores de vidrio o cerámicos.
- UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona.
- CEI 60720, para aisladores rígidos de columna o peana.
- UNE-EN 62217 para aisladores poliméricos.

En cualquier caso el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

#### **5.2.1.9.4. Conductores**

Los conductores de aluminio deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182.

Los conductores de acero cumplirán con la norma UNE-EN 50182. Las especificaciones

del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores de cobre podrán estar constituidos por hilos redondos de cobre o aleación de cobre, de acuerdo con la norma UNE 207015.

#### **5.2.1.10. Recepción de obra.**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

#### **5.2.1.10.1. Calidad de cimentaciones**

El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; con objeto de someterlas a ensayos de compresión. El Contratista tomará a su cargo las obras ejecutadas con hormigón que hayan resultado de insuficiente calidad.

#### **5.2.1.10.2. Tolerancias de ejecución**

- Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si D representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo, es decir la distancia entre el eje de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a  $D/100 + 10$ , expresada en centímetros.

- Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento y no deben aparecer riesgos de ahorcamientos, ni esfuerzos longitudinales superiores a los previstos en alineación.

- Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2 % sobre la altura del apoyo. En los demás igual tolerancia sobre la posición definida en el apartado 2.5.

- Tolerancia de regulación.

Los errores admitidos en las flechas serán:

De  $\pm 2,5$  % en el conductor que se regula con respecto a la teórica.

De  $\pm 2,5$  % entre dos conductores situados en planos verticales.

De  $\pm 4$  % entre dos conductores situados en planos horizontales.

Estos errores se refieren a los apreciados antes de presentarse la afluencia. Dicho fenómeno sólo afecta al primero de los errores, o sea, la flecha real de un conductor con relación a la teórica, por lo que deberá tenerse presente al comprobar las flechas al cabo de un cierto tiempo del tendido.

## **5.2.2. Red subterránea**

### **5.2.2.1.Preparación y programación de la obra**

Inicialmente y antes de comenzar la ejecución del proyecto, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).

- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.

- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.

- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.

- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

### **5.2.2.2.Zanjas**

#### **5.2.2.2.1. Zanjas en tierra**

##### **5.2.2.2.1.1. Ejecución.**

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
- b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
- c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
- d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
- e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
- f) Tapado y apisonado de las zanjas.
- g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

##### a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de substancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm.

entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

#### **5.2.2.1.2. Dimensiones y condiciones generales de ejecución**

##### Zanja normal para media tensión

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

##### Zanja para media tensión en terreno con servicios

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

##### Zanja con más de una banda horizontal

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

#### **5.2.2.2.2. Zanjas en roca**

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

#### **5.2.2.2.3. Zanjas anormales y especiales**

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

#### **5.2.2.2.4. Rotura de pavimentos**

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.
- b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

#### **5.2.2.2.5. Reposición de pavimentos**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está

compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

#### **5.2.2.3.6. Cruzamientos, proximidades y paralelismos**

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.
- B) Para el cruce de ferrocarriles.
- C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.
- D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.
- E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

#### **5.2.2.3.1. Materiales**

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección

técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

#### **5.2.2.3.2. Dimensiones y características generales de ejecución**

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se tapan cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas, que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

#### **5.2.2.4. Tendido de cables**

##### **5.2.2.4.1. Tendido de cables en zanja abierta**

###### **5.2.2.4.1.1. Manejo y preparación de bobinas**

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

###### **5.2.2.4.1.2. Tendido de cables**

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el

reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

#### Tendido de cables en tubulares

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se tapanán perfectamente con cinta de yute Pirelli

Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

#### **5.2.2.5.8. Montajes**

##### **5.2.2.5.1. Empalmes**

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

#### **5.2.2.6.9. Conversiones aéreo-subterráneas**

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.
- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.
- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de

cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.

- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

#### **5.2.2.7. Transporte de bobinas de cables**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

#### **5.2.2.8. Aseguramiento de la calidad**

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

#### **5.2.2.9. Ensayos eléctricos después de la instalación**

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

### **5.2.3. Centro de transformación**

#### **5.2.3.1. Obra civil**

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

##### **5.2.3.1.1. Emplazamiento**

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener la dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionársele una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

##### **5.2.3.1.2. Excavación**

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

##### **5.2.3.1.3. Acondicionamiento**

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma

de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.

- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

#### **5.2.3.1.4. Edificio prefabricado de hormigón**

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.
- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial, estarán unidas entre sí mediante soldaduras

eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponer de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

#### **5.2.3.1.5. Evacuación y extinción del aceite aislante**

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

#### **5.2.3.1.6. Ventilación**

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

### **5.2.3.2.3. Instalación eléctrica**

#### **5.2.3.2.1. Aparamenta**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en SF<sub>6</sub> confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas. Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en SF<sub>6</sub> resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexionadas mediante tornillos.

- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termoretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

#### **5.2.3.2.2. Transformadores**

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

#### **5.2.3.2.3. Equipos de medida**

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> para el circuito de tensión. Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo

recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

#### **5.2.3.2.4. Acometidas subterráneas**

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible. Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

#### **5.2.3.2.5. Alumbrado**

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

#### **5.2.3.2.6. Puestas a tierra**

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

##### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

#### **5.2.3.3. Normas de ejecución de las instalaciones**

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la

compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

#### **5.2.3.4. Pruebas reglamentarias**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

#### **5.2.3.5. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

##### **5.2.3.5.1. Prevenciones generales**

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de apartamentada y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la apartamentada de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha apartamentada.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### **5.2.3.5.2. Puesta en servicio**

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### **5.2.3.5.3. Separación de servicio**

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

#### **5.2.3.5.4. Mantenimiento**

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes

fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C. Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

#### **5.2.3.6.Certificados y documentación**

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

#### **5.2.3.7.Libro de órdenes**

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

#### **5.2.3.8. Recepción de la obra**

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

Autor
Khamiss Ennajar

Tarragona, 06 de enero de 2023

## **6. Mediciones**

### 6.1.Capítulo C01 Línea área media tensión

Referencia	Descripción	Uds.	U	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Total
10010	Apoyo metálico de celosía, de 12 m de altura y 4500 daN de esfuerzo nominal, empotrado en dado de hormigón en suelo cohesivo.	Ud	3,00				3,00	3,00
10011	Apoyo metálico de celosía, de 12 m de altura y 1000 daN de esfuerzo nominal, empotrado en dado de hormigón en suelo cohesivo.	Ud	1,00				1,00	1,00
10012	Hormigón HM-25/B/20/X0, fabricado en central.	m <sup>3</sup>	15,61				15,61	15,61
10013	Miniretroexcavadora sobre neumáticos de 37,5 kW.	h	40,00				40,00	40,00
10014	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	56,00				56,00	56,00
10015	Cruceta de construcción Horizontal Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con distancia entre conductores de 1,25 m.	Ud	1,00				1,00	1,00
10016	Cruceta de construcción Horizontal Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con distancia entre conductores de 1 m.	Ud	1,00				1,00	1,00
10017	Cruceta de construcción Tresbolillo Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con una distancia entre conductores de 2,33 m.	Ud	1,00				1,00	1,00
10018	Cruceta de construcción Tresbolillo Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con una distancia entre conductores de 2,11 m.	Ud	1,00				1,00	1,00
10019	Aislador de cadena polimérico para líneas aéreas de nivel fuerte de polución 25kV 70kN con terminales horquilla-pastilla.	Ud	18,00				18,00	18,00
10020	Cable Aluminio Acero ACSR LA-110.	m	792,63				792,63	792,63
10021	Pararrayos de óxido de metal polimérico de tensión nominal de 25 kV.	Ud	6,00				6,00	6,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

10022	Interruptor seccionador tripolar ABS de media tensión (min: 15,5 kV; máx.: 169 kV) monitorizado.	Ud	2,00					2,00	2,00
10023	Cerramiento antiescalo para torres de celosía	m <sup>3</sup>	4,00	0,50	0,50	2,50		2,50	2,50
10024	Elementos de señalización de riesgo eléctrico para torre tipo celosía	Ud	4,00					4,00	4,00

## 6.2. Capítulo C02 Línea subterránea media tensión

Referencia	Descripción	Uds.	U	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Total
20010	Miniretroexcavadora sobre neumáticos de 37,5 kW ( para las zanjas de la red LSMT)	m <sup>3</sup>		985,63	0,50	1,12	551,95	551,95
20011	Dámper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	80,00				80,00	80,00
20012	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	80,00				80,00	80,00
20013	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	h	80,00				80,00	80,00
20014	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	m <sup>3</sup>		988,93	0,50	0,35	173,06	173,06
20015	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 250 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, Resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m		17,00			17,00	17,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

20016	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m	971,60	971,60	971,60
20017	Tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona, suministrado en rollos de 300 m de longitud.	m	985,63	985,63	985,63
20018	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 400 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	m	51,09	51,09	51,09

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

20019	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	m		2.914,80			2.914,80	2.914,80
20020	Placa exenta de halógenos para protección de cables enterrados en zanjas conforme UNESA RU0206B.	m		985,63			985,63	985,63
20023	Hormigón en masa HNE-15/B/20, fabricado en central.	m <sup>3</sup>		985,63	0,50	0,25	123,20	123,04
20024	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	m		985,63			985,63	985,63
20025	Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho, según UNE-EN 13108-1.	t	1,00				1,00	1,00
20026	Rodillo vibrante hidráulico REN650	h	40,00				40,00	40,00

### 6.3.Capítulo C03 Centros de transformación

Referencia	Descripción	Uds	U	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Total
30010	Miniretroexcavadora sobre neumáticos de 37,5 kW.	m <sup>3</sup>	5,00	8,88	3,18	0,56	79,07	79,07
30011	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	m <sup>3</sup>		8,88	3,18	0,25	7,06	7,06
30012	Separador homologado de plástico, para armaduras de malla electrosoldada de varios diámetros.	Ud	5,00				5,00	5,00
30013	Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	m <sup>3</sup>	5,00	8,88	3,18	0,20	28,24	28,24
30014	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	Kg	20,00				20,00	20,00
30015	Hormigón en masa HNE-15/B/20, fabricado en central.	m <sup>3</sup>	5,00	8,88	3,18	0,50	70,60	70,60
30016	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x2380x2780 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria.	Ud	3,00				3,00	3,00
30017	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 8080x2380x2790 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria.	Ud	2,00				2,00	2,00
30018	Celda de protección con fusible de 40 A, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1800x1040 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra y fusibles combinados.	Ud	5,00				5,00	5,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

30019	Celda de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1800x850 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra.	Ud	10,00	10,00	10,00
30020	Celda de medida, de 36 kV de tensión asignada, 1100x1950x1160 mm, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre y transformadores de medida. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	Ud	2,00	2,00	2,00
30021	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	m	100,00	100,00	100,00
30022	Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 630 kVA de potencia, de 36 kV de tensión asignada, 25 kV de tensión del primario y 400 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.	Ud	7,00	7,00	7,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

30023	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	m		500,00			500,00	500,00
30024	Cuadro de baja tensión con seccionamiento en cabecera mediante pletinas deslizantes, de 400 V de tensión asignada, 1600 A de intensidad nominal, 580x300x1810 mm, de 4 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga de hasta 1260 A de intensidad nominal.	Ud	7,00				7,00	7,00
30025	Módulo de ampliación de cuadro de baja tensión, de 440 V de tensión asignada, 1600 A de intensidad nominal, 580x300x1190 mm, de 4 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga de hasta 1260 A de intensidad nominal.	Ud	2,00				2,00	2,00
30026	Conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup>	m		35,00			35,00	35,00
30027	Pica de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud	Ud	17,00				17,00	17,00
30028	Conductor 50 mm <sup>2</sup> RZ1-K 0,6/1 kV	m		25,00			25,00	25,00
30029	Rejilla metálica electrosoldada de acero galvanizado para protección transformador	m <sup>2</sup>	5,00		1,50	1,50	11,25	11,25
30030	Placa de señalización riesgo eléctrico	Ud	5,00				5,00	5,00
30031	Equipo de iluminación	Ud	5,00				5,00	5,00
30032	Equipo de seguridad y maniobra	Ud	5,00				5,00	5,00

#### 6.4.Capítulo C04 Red de baja tensión

Referencia	Descripción	Uds	U	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Total
40010	Miniretroexcavadora sobre neumáticos de 37,5 kW	m <sup>3</sup>		1.529,00	0,60	1,20	1.100,88	1.100,88
40011	Dámper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	80,00				80,00	80,00
40012	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	80,00				80,00	80,00
40013	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	h	40,00				40,00	40,00
40014	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	m <sup>3</sup>		1.529,00	0,60	0,30	275,22	275,22
40015	Hormigón en masa HM-15/B/20/X0, fabricado en central.	m <sup>3</sup>		1.529,00	0,60	0,25	229,35	229,35
40016	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 225 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m		1.529,00			1.529,00	1.529,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

40017	Tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona, suministrado en rollos de 300 m de longitud.	m	1.529,00	1.529,00	1.529,00
40018	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	m	4.617,00	4.617,00	4.617,00
40019	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	m	1.529,00	1.529,00	1.529,00
40020	Placa exenta de halógenos para protección de cables enterrados en zanjas conforme UNESA RU0206B.	m	850,00	850,00	850,00
40021	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	m	1.529,00	1.529,00	1.529,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

40022	Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho, según UNE-EN 13108-1.	t	2,00		2,00	2,00
40023	Arqueta A 1 Endesa H=120 media tensión.	Ud	27,00		27,00	27,00
40024	Tapa arqueta A1 Endesa H=120 media tensión Homologada.	Ud	27,00		27,00	27,00
40025	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 630 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 140x255x113 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	4,00		4,00	4,00
40026	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 105x157x88 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	1,00		1,00	1,00
40027	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 1000 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 210x370x196 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	1,00		1,00	1,00
40028	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 160 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 105x157x88 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	1,00		1,00	1,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

40029	Interrupor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 1250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 210x370x196 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	1,00	1,00	1,00
40030	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, esquema 5, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	Ud	7,00	7,00	7,00
40031	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 160 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	Ud	1,00	1,00	1,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

40032	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	Ud	4,00	4,00	4,00
40033	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 630 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	Ud	2,00	2,00	2,00
40034	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 100 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	Ud	21,00	21,00	21,00
40035	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 160 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	Ud	3,00	3,00	3,00
40036	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 250 A, poder de corte 120 kA, tamaño T2, según UNE-EN 60269-1.	Ud	12,00	12,00	12,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

40037	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 400 A, poder de corte 120 kA, tamaño T3, según UNE-EN 60269-1.	Ud	9,00	9,00	9,00
40038	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 630 A, poder de corte 120 kA, tamaño T3, según UNE-EN 60269-1.	Ud	6,00	6,00	6,00
40039	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 1000 A, poder de corte 120 kA, tamaño T4, según UNE-EN 60269-1.	Ud	3,00	3,00	3,00
40040	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 1250 A, poder de corte 120 kA, tamaño T4, según UNE-EN 60269-1.	Ud	3,00	3,00	3,00
40041	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 100 A, según UNE-EN 60269-1	Ud	21,00	21,00	21,00
40042	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A, según UNE-EN 60269-1	Ud	3,00	3,00	3,00
40043	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 250 A, según UNE-EN 60269-1	Ud	12,00	12,00	12,00
40044	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 400 A, según UNE-EN 60269-1	Ud	9,00	9,00	9,00
40045	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 630 A, según UNE-EN 60269-1	Ud	6,00	6,00	6,00
40046	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 1000 A, según UNE-EN 60269-1	Ud	3,00	3,00	3,00
40047	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 1250 A, según UNE-EN 60269-1	Ud	3,00	3,00	3,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

40048	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	250,00	250,00	250,00
40049	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	250,00	250,00	250,00
40050	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección	Ud	20,00	20,00	20,00
40051	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	Ud	1,00	1,00	1,00

### 6.5. Capítulo C05 Varios

Referencia	Descripción	Uds	U	Longitud	Ancho	Altura	Parciales	Total
50010	Coste de la reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo	Ud	1				1	1
50011	Coste de la hora de charla para formación de Seguridad y Salud en el Trabajo, realizada por técnico cualificado.	Ud	1				1	1
50012	Formación del personal, necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye las reuniones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.	Ud	1				1	1
50013	Control de calidad	Ud	1				1	1
50014	Legalización de documentos	Ud	1				1	1

Autor
Khamiss Ennajar

Tarragona, 06 de enero de 2023

## **7. Presupuesto**

## 7.1.Precios unitarios

### Mano de Obra

Referencia	Uds	Descripción	Precio (€)
60010	h	Oficial de primera electricista	20,48
60011	h	Ayudante electricista	18,88
60012	h	Oficial de primera construcción	19,93
60013	h	peón ordinario construcción	18,69

### Material de obra

Referencia	Uds	Descripción	Precio (€)
60014	Ud	Apoyo metálico de celosía, de 12 m de altura y 1000 daN de esfuerzo nominal, empotrado en dado de hormigón en suelo cohesivo.	636,19
60015	Ud	Apoyo metálico de celosía, de 12 m de altura y 1000 daN de esfuerzo nominal, empotrado en dado de hormigón en suelo cohesivo.	1833,77
60016	m <sup>3</sup>	Hormigón HM-25/B/20/X0, fabricado en central.	76,49
60017	Ud	Cruceta de construcción Horizontal Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con distancia entre conductores de 1,25 m.	596,15
60018	Ud	Cruceta de construcción Horizontal Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con distancia entre conductores de 1 m.	590,12
60019	Ud	Cruceta de construcción Tresbolillo Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con una distancia entre conductores de 2,33 m.	667,45
60020	Ud	Cruceta de construcción Tresbolillo Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con una distancia entre conductores de 2,11 m.	661,38
60021	Ud	Aislador de cadena polimérico para líneas aéreas de nivel fuerte de polución 25kV 70kN con terminales horquilla-pastilla	52,95
60022	m	Cable Aluminio Acero ACSR LA-110	8,95
60023	Ud	Pararrayos de óxido de metal polimérico de tensión nominal de 25 kV	172,39
60024	Ud	Interruptor seccionador tripolar ABS de media tensión (min: 15,5 kV; máx.: 169 kV) monitorizado	1126,29
60025	m <sup>2</sup>	Cerramiento antiescalo para torres de celosía	21,95
60026	Ud	Elementos de señalización de riesgo eléctrico para torre tipo celosía	4,96
60027	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 250 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	8,56

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

60028	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	7,82
60029	m	Tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona, suministrado en rollos de 300 m de longitud.	9,19
60030	m	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 400 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	20,05
60031	m	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	21,70
60032	m	Placa exenta de halógenos para protección de cables enterrados en zanjas conforme UNESA RU0206B.	7,27
60033	Ud	Arqueta A 2 Endesa H=120 media tensión.	74,00
60034	Ud	Tapa arqueta A2 Endesa H=120 media tensión Homologada.	46,00
60035	m <sup>3</sup>	Hormigón en masa HNE-15/B/20, fabricado en central.	76,49
60036	m	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	0,26
60037	t	Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho, según UNE-EN 13108-1.	91,95
60038	Ud	Separador homologado de plástico, para armaduras de malla electrosoldada de varios diámetros.	0,09
60039	m <sup>3</sup>	Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	2,39
60040	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,50
60041	m <sup>3</sup>	Hormigón en masa HNE-15/B/20, fabricado en central.	85,74
60042	Ud	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x2380x2780 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria.	6.492,93

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

60043	Ud	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 8080x2380x2790 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria.	10.127,06
60044	Ud	Celda de protección con fusible de 40 A, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 480x1800x1040 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra y fusibles combinados.	3.575,80
60045	Ud	Celda de línea, de 36 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 420x1800x850 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra.	6.845,10
60046	Ud	Celda de medida, de 36 kV de tensión asignada, 1100x1950x1160 mm, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre y transformadores de medida. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación.	2.247,64
60047	m	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	17,52
60048	Ud	Transformador trifásico en baño de aceite, con refrigeración natural, de 630 kVA de potencia, de 36 kV de tensión asignada, 25 kV de tensión del primario y 400 V de tensión del secundario en vacío, de 50 Hz de frecuencia, y grupo de conexión Dyn11. Según UNE 21428, UNE-EN 50464 e IEC 60076-1.	10.901,10
60049	m	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	8,48
60050	Ud	Cuadro de baja tensión con seccionamiento en cabecera mediante pletinas deslizantes, de 400 V de tensión asignada, 1600 A de intensidad nominal, 580x300x1810 mm, de 4 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga de hasta 1260 A de intensidad nominal.	1.352,67
60051	Ud	Módulo de ampliación de cuadro de baja tensión, de 440 V de tensión asignada, 1600 A de intensidad nominal, 580x300x1190 mm, de 4 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga de hasta 1260 A de intensidad nominal.	590,52
60052	m	Conductor de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup>	4,91
60053	Ud	Pica de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud	18,00

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

60054	m	Conductor 50 mm <sup>2</sup> RZ1-K 0,6/1 kV	5,76
60055	m <sup>2</sup>	Rejilla metálica electrosoldada de acero galvanizado formada por celdas de 150x150mm para protección transformador	21,85
60057	Ud	Equipo de iluminación	255,68
60058	Ud	Equipo de seguridad y maniobra	139,42
60059	m <sup>3</sup>	Hormigón en masa HM-15/B/20/X0, fabricado en central.	73,13
60060	m	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color rojo, de 225 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	8,56
60063	m	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	5,32
60066	Ud	Arqueta A 1 Endesa H=120 baja tensión	74,00
60067	Ud	Tapa arqueta A1 Endesa H=120 baja tensión Homologada.	45,00
60068	Ud	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 630 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x I <sub>n</sub> , de 140x255x113 mm, según UNE-EN 60947-2.	575,35
60069	Ud	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x I <sub>n</sub> , de 105x157x88 mm, según UNE-EN 60947-2.	2617,88
60070	Ud	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 1000 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x I <sub>n</sub> , de 210x370x196 mm, según UNE-EN 60947-2.	4129,13
60071	Ud	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 160 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x I <sub>n</sub> , de 105x157x88 mm, según UNE-EN 60947-2.	575,50
60072	Ud	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 1250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x I <sub>n</sub> , de 210x370x196 mm, según UNE-EN 60947-2.	4840,70

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

60073	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, esquema 5, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	82,13
60074	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 160 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	124,44
60075	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	152,52
60076	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	203,81
60077	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 630 A, esquema 7, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	537,90
60078	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 100 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	5,85
60079	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 160 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	6,19
60080	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 250 A, poder de corte 120 kA, tamaño T2, según UNE-EN 60269-1.	15,37
60081	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 400 A, poder de corte 120 kA, tamaño T3, según UNE-EN 60269-1.	19,50
60082	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 630 A, poder de corte 120 kA, tamaño T3, según UNE-EN 60269-1.	35,83

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

60083	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 1000 A, poder de corte 120 kA, tamaño T4, según UNE-EN 60269-1.	146,25
60084	Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 1250 A, poder de corte 120 kA, tamaño T4, según UNE-EN 60269-1.	166,80
60085	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 100 A, según UNE-EN 60269-1	166,30
60086	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 160 A, según UNE-EN 60269-1	11,62
60087	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 250 A, según UNE-EN 60269-1	19,38
60088	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 400 A, según UNE-EN 60269-1	23,48
60089	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 630 A, según UNE-EN 60269-1	36,91
60090	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 1000 A, según UNE-EN 60269-1	166,63
60091	Ud	Base para fusible de cuchillas, unipolar (1P), intensidad nominal 1250 A, según UNE-EN 60269-1	183,45
60092	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	5,44
60093	m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,70
60094	Ud	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección	110,00
60095	Ud	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,51
60096	Ud	Coste de la reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo	159,17
60097	Ud	Coste de la hora de charla para formación de Seguridad y Salud en el Trabajo, realizada por técnico cualificado.	139,59
60098	Ud	Formación del personal, necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye las reuniones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.	500,00
60099	Ud	Control de calidad	1.659,61
60100	Ud	Legalización de documentos	2.859,61

## Maquinaria obra

Referencia	Uds	Descripción	Precio (€)
60100	h	Miniretroexcavadora sobre neumáticos de 37,5 kW.	52,19
60101	h	Camión con grúa de hasta 6 t.	56,47
60102	h	Dámper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	10,58

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

60103	h	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	4,00
60104	h	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	118,90
60105	h	Rodillo vibrante de guiado manual de 510 kg con tambor simple de 740 mm de ancho.	9,48
60105	h	Extendidora asfáltica pequeña para pavimentos	48,6

## 7.2.Precios Descompuestos

### 7.2.1. Capítulo C01 Línea aérea media tensión

Referencia	Descripción	Uds	Rendimiento	Precio unitario	Importe (€)
<b>PC1000</b>	<b>Apoyo metálico de celosía</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC1001	Apoyo metálico de celosía, de 12 m de altura y 1000 daN de esfuerzo nominal, compuesto de cabeza prismática y fuste troncopiramidal de sección cuadrada, según UNE 207017.	Ud	1,00	636,19	636,19
PC1002	Hormigón HM-25/B/20/X0, fabricado en central.	m3	1,21	76,49	92,55
PC1003	Miniretroexcavadora sobre neumáticos, de 37,5 kW.	h	0,46	52,19	24,11
PC1004	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,27	56,47	14,96
PC1005	Oficial 1ª construcción.	h	2,53	19,93	50,42
PC1006	Ayudante construcción.	h	2,53	18,92	47,87
PC1007	Costes directos	%	0,02	866,11	17,32
<b>Total partida</b>					<b>883,43</b>

<b>PC2000</b>	<b>Apoyo metálico de celosía 4500 daN</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC2001	Apoyo metálico de celosía, de 12 m de altura y 4500 daN de esfuerzo nominal, compuesto de cabeza prismática y fuste troncopiramidal de sección cuadrada, según UNE 207017.	Ud	1,00	1.833,77	1.833,77

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

PC2002	Hormigón HM-25/B/20/X0, fabricado en central.	m3	2,40	76,49	183,58
PC2003	Miniretroexcavadora sobre neumáticos, de 37,5 kW.	h	0,48	52,19	25,26
PC2004	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	1,27	56,47	71,43
PC2005	Oficial 1ª construcción.	h	2,53	19,93	50,42
PC2006	Ayudante construcción.	h	2,53	18,92	47,87
PC2007	Costes directos	%	0,02	2.212,33	44,25
<b>Total partida</b>					<b>2.256,58</b>

<b>PC3000</b>	<b>Cruceta de construcción horizontal 4500 daN 1 m</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC3001	Cruceta de Construcción Horizontal Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con distancia entre conductores de 1 m.	Ud	1,00	590,12	590,12
PC3002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,49	56,47	27,67
PC3003	Oficial 1ª electricista	h	0,49	20,48	10,04
PC3004	Ayudante electricista	h	0,49	18,88	9,25
PC3005	Costes directos	%	0,02	637,0767	12,74
<b>Total partida</b>					<b>649,82</b>

<b>PC4000</b>	<b>Cruceta de construcción horizontal 4500 daN 1,25 m</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC4001	Cruceta de Construcción Horizontal Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con distancia entre conductores de 1 m.	Ud	1,00	596,15	596,15
PC4002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,49	56,47	27,67
PC4003	Oficial 1ª electricista	h	0,49	20,48	10,04
PC4004	Ayudante electricista	h	0,49	18,88	9,25
PC4005	Costes directos	%	0,02	643,1067	12,86
<b>Total partida</b>					<b>655,97</b>

<b>PC5000</b>	<b>Cruceta de construcción Tresbolillo 4500 daN 2,33 m</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC5001	Cruceta de Construcción Tresbolillo Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con distancia entre conductores de 1 m.	Ud	1,00	667,45	667,45

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

PC5002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,49	56,47	27,67
PC5003	Oficial 1ª electricista	h	0,49	20,48	10,04
PC5004	Ayudante electricista	h	0,49	18,88	9,25
PC5005	Costes directos	%	0,02	714,4067	14,29
<b>Total partida</b>					<b>728,69</b>
<b>PC6000</b>	<b>Cruceta de Construcción Tresbolillo 4500 daN 2,11 m</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC6001	Cruceta de Construcción Tresbolillo Atirantado de esfuerzo nominal de 4500 daN y con distancia entre conductores de 1 m.	Ud	1,00	661,38	661,38
PC6002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,49	56,47	27,67
PC6003	Oficial 1ª electricista	h	0,49	20,48	10,04
PC6004	Ayudante electricista	h	0,49	18,88	9,25
PC6005	Costes directos	%	0,02	708,3367	14,17
<b>Total partida</b>					<b>722,50</b>
<b>PC7000</b>	<b>Aislador de cadena polimérico 70kN</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC7001	Aislador de cadena polimérico para líneas aéreas de nivel fuerte de polución 25kV 70kN con terminales horquilla-pastilla	Ud	1,00	661,38	661,38
PC7002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,25	56,47	14,12
PC7003	Oficial 1ª electricista	h	0,25	20,48	5,12
PC7004	Ayudante electricista	h	0,25	18,88	4,72
PC7005	Costes directos	%	0,02	685,3375	13,71
<b>Total partida</b>					<b>699,04</b>
<b>PC8000</b>	<b>Cable Aluminio Acero LA-110</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC8001	Cable Aluminio Acero LA-110	m	1,00	8,95	8,95
PC8002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,10	56,47	5,65
PC8003	Oficial 1ª electricista	h	0,10	20,48	2,05
PC8004	Ayudante electricista	h	0,10	18,88	1,89
PC8005	Costes directos	%	0,02	18,533	0,37
<b>Total partida</b>					<b>18,90</b>
<b>PC8000</b>	<b>Pararrayos de óxido de metal polimérico de tensión nominal de 25 kV</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC8001	Pararrayos de óxido de metal polimérico de tensión nominal de 25 kV	Ud	1,00	172,39	172,39
PC8002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,10	56,47	5,65

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

PC8003	Oficial 1ª electricista	h	0,10	20,48	2,05
PC8004	Ayudante electricista	h	0,10	18,88	1,89
PC8005	Costes directos	%	0,02	181,973	3,64
<b>Total partida</b>					<b>185,61</b>
<b>PC9000</b>	<b>Interruptor seccionador tripolar ABS de media tensión monitorizado</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC9001	Interruptor seccionador tripolar ABS de media tensión (min: 15,5 kV; máx.: 169 kV) monitorizado	Ud	1,00	1126,29	1126,29
PC9002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	0,15	56,47	8,47
PC9003	Oficial 1ª electricista	h	0,15	20,48	3,07
PC9004	Ayudante electricista	h	0,15	18,88	2,83
PC9005	Costes directos	%	0,02	1.140,665	22,81
<b>Total partida</b>					<b>1.163,48</b>
<b>PC10000</b>	<b>Cerramiento antiescalo para torres de celosía</b>	<b>m2</b>	<b>1,00</b>		
PC10001	Cerramiento antiescalo para torres de celosía	m2	1,00	21,95	21,95
PC10003	Oficial 1ª electricista	h	0,50	20,48	10,24
PC10004	Ayudante electricista	h	0,50	18,88	9,44
PC10005	Costes directos	%	0,02	41,63	0,83
<b>Total partida</b>					<b>42,46</b>
<b>PC11000</b>	<b>Elementos de señalización de riesgo eléctrico para torre tipo celosía</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
PC11001	Elementos de señalización de riesgo eléctrico para torre tipo celosía	Ud	1,00	4,96	4,96
PC11002	Oficial 1ª electricista	h	0,25	20,48	5,12
PC11003	Ayudante electricista	h	0,25	18,88	4,72
PC11004	Costes directos	%	0,02	14,8	0,30
<b>Total partida</b>					<b>15,10</b>

**7.2.2. Capítulo C02 Línea subterránea media tensión**

Referencia	Descripción	Uds	Rendimiento	Precio unitario	Importe (€)
<b>LS1000</b>	<b>Línea subterránea de 25 kV bajo tubo en zanja</b>	<b>m</b>	<b>1,00</b>		
LS1001	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	m <sup>3</sup>	0,04	12,38	0,52
LS1002	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para Canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m	2,00	7,82	15,64
LS1003	Tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona, suministrado en rollos de 300 m de longitud.	m	1,00	9,19	9,19
LS1004	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	m	3,00	25,3	75,90
LS1005	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	m	4,00	0,26	1,04
LS1006	Hormigón en masa HNE-15/B/20, fabricado en central	m3	2,40	76,49	183,58
LS1007	Placa exenta de halógenos para protección de cables enterrados en zanjas conforme UNESA RU0206B	m	3,00	7,27	21,81
LS1008	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	Ud	0,20	1,51	0,30
LS1009	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	0,01	10,58	0,05
LS1010	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	0,04	4,00	0,14
LS1010	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	h	0,01	45,78	0,09
LS1011	Oficial 1ª construcción.	h	0,07	19,93	1,30
LS1012	Peón ordinario construcción.	h	0,07	18,69	1,21

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

LS1013	Oficial 1ª electricista.	h	0,37	20,48	7,52
LS1014	Ayudante electricista.	h	0,32	18,88	6,02
LS1015	Costes directos	%	0,02	324,306	6,49
<b>Total partida</b>					<b>330,79</b>

<b>LS3000</b>	<b>Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D.</b>	<b>m</b>	<b>1,00</b>		
LS3001	Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho, según UNE-EN 13108-1.	t	2,40	91,95	220,68
LS3002	Rodillo vibrante de guiado manual de 510 kg con tambor simple de 740 mm de ancho.	h	0,50	9,48	4,74
LS3003	Extendidora asfáltica pequeña para pavimentos	h	0,50	48,6	24,3
LS3004	Oficial 1ª construcción.	h	0,50	19,93	9,965
LS3005	Ayudante construcción.	h	0,50	18,92	9,46
LS3006	Costes directos	%	0,02	269,145	5,38
<b>Total partida</b>					<b>274,53</b>

### 7.2.3. Capítulo C03 Centros de transformación

Referencia	Descripción	Uds	Rendimiento	Precio unitario	Importe (€)
<b>CT1000</b>	<b>Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,00</b>		
CT1001	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	Ud	0,04	12,38	0,51996
CT1002	Separador homologado de plástico, para armaduras de malla electrosoldada de varios diámetros.	Ud	0,75	0,09	0,0675
CT1003	Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	m <sup>2</sup>	1,2	2,39	2,868
CT1004	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	kg	0,014	1,5	0,021
CT1005	Hormigón en masa HNE-15/B/20, fabricado en central	m3	2,40	76,49	183,576
CT1006	Oficial 1ª construcción	h	0,50	19,93	9,965
CT1007	Ayudante construcción	h	0,50	18,92	9,46
CT1008	Costes directos	%	0,02	205,89	4,12
<b>Total partida</b>					<b>205,96</b>

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>CT2000</b>	<b>Centro de transformación prefabricado 4460x2380x2780</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT2001	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x280x2780 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria.	Ud	1,00	5.848,98	5.848,98
CT2002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	3,00	56,47	169,41
CT2003	Oficial 1ª construcción	h	0,50	19,93	9,965
CT2004	Ayudante construcción	h	0,50	18,92	9,46
CT2005	Costes directos	%	0,02	6.037,815	120,76
<b>Total partida</b>					<b>6.158,57</b>
<b>CT3000</b>	<b>Centro de transformación prefabricado 8080x2380x2790</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT3001	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x280x2780 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria.	Ud	1,00	10.127,06	10.127,06
CT3002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	3,00	56,47	169,41
CT3003	Oficial 1ª construcción	h	0,50	19,93	9,965
CT3004	Ayudante construcción	h	0,50	18,92	9,46
CT3005	Costes directos	%	0,02		206,32
<b>Total partida</b>					<b>10.315,90</b>
<b>Total partida</b>					<b>10.522,21</b>
<b>CT4000</b>	<b>Transformador en baño de aceite 25/0,4 KV 630 KVA</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT4001	Centro de transformación prefabricado, monobloque, de hormigón armado, de 4460x280x2780 mm, apto para contener un transformador y la aparamenta necesaria.	Ud	1,00	10.910,10	10.910,10
CT4002	Camión con grúa de hasta 6 t.	h	1,50	56,47	84,71
CT4003	Oficial 1ª electricista.	h	8,00	20,48	163,84
CT4004	Ayudante electricista.	h	8,00	18,88	151,04
CT4005	Costes directos	%	0,02	11.309,69	226,19
<b>Total partida</b>					<b>11.535,88</b>

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>CT5000</b>	<b>Celda de línea de 25 kV,630 A con asilamiento SF6</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT5001	Celda de línea, de 25 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 365x735x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre e interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra.	Ud	1,00	6.845,1	6.845,1
CT5002	Oficial 1ª electricista.	h	2,20	20,48	45,056
CT5003	Ayudante electricista.	h	2,20	18,88	41,536
CT5004	Costes directos	%	0,02	6.931,692	138,63
<b>Total partida</b>					<b>7.070,33</b>
<b>CT6000</b>	<b>Celda de protección transformador con fusible 25 kV,630 A con asilamiento SF6</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT6001	Celda de protección con fusible, de 25 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 470x735x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra y fusibles combinados.	Ud	1,00	3.575,8	3.575,8
CT6002	Oficial 1ª electricista.	h	2,20	20,48	45,056
CT6003	Ayudante electricista.	h	2,20	18,88	41,536
CT6004	Costes directos	%	0,02	3.662,392	73,25
<b>Total partida</b>					<b>3.735,64</b>
<b>CT7000</b>	<b>Celda de medida de 25 KV</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT7001	Celda de protección con fusible, de 25 kV de tensión asignada, 630 A de intensidad nominal, 470x735x1740 mm, con aislamiento integral de SF6, formada por cuerpo metálico, embarrado de cobre, interruptor-seccionador tripolar rotativo de 3 posiciones conectado/seccionado/puesto a tierra y fusibles combinados.	Ud	1,00	2247,64	2247,64
CT7002	Oficial 1ª electricista.	h	2,20	20,48	45,056
CT7003	Ayudante electricista.	h	2,20	18,88	41,536
CT7004	Costes directos	%	0,02	2.334,232	46,68
<b>Total partida</b>					<b>2.380,92</b>

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>CT8000</b>	<b>Cuando de baja tensión</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT8001	Cuadro de baja tensión con seccionamiento en cabecera mediante pletinas deslizantes, de 440 V de tensión asignada, 1600 A de intensidad nominal, 580x300x1810 mm, de 4 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga de hasta 1260 A de intensidad nominal.	Ud	1,00	1.352,67	1.352,67
CT8002	Oficial 1ª electricista.	h	2,20	20,48	45,056
CT8003	Ayudante electricista.	h	2,20	18,88	41,536
CT8004	Costes directos	%	0,02	1.439,262	28,79
<b>Total partida</b>					<b>1.468,05</b>
<b>CT9000</b>	<b>Módulo de ampliación de cuadro de baja tensión</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT9001	Módulo de ampliación de cuadro de baja tensión, de 440 V de tensión asignada, 1600 A de intensidad nominal, 580x300x1190 mm, de 4 salidas con base portafusible vertical tripolar desconectable en carga de hasta 1260 A de intensidad nominal.	Ud	1,00	590,52	590,52
CT9002	Oficial 1ª electricista.	h	2,20	20,48	45,056
CT9003	Ayudante electricista.	h	2,20	18,88	41,536
CT9004	Costes directos	%	0,02	677,112	13,54
<b>Total partida</b>					<b>690,65</b>
<b>CT10000</b>	<b>Cable unipolar HEPRZ1 18/30 kV de 150 mm2 (conexión celda-trafo)</b>	<b>m</b>	<b>1,00</b>		
CT10001	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	m	1,00	17,52	17,52
CT10002	Oficial 1ª electricista.	h	0,15	20,48	3,072
CT10003	Ayudante electricista.	h	0,15	18,88	2,832
CT10004	Costes directos	%	0,02	23,424	0,47

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>Total partida</b>				<b>23,89</b>	
<b>CT11000</b>	<b>Cable unipolar RV 0,6/1 kV de 240 mm2 (conexión salida trafo-cuando BT)</b>	<b>m</b>	<b>1,00</b>		
<b>CT11001</b>	Cable unipolar HEPRZ1, siendo su tensión asignada de 18/30 kV, reacción al fuego clase Fca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de etileno propileno de alto módulo (HEPR), pantalla de corona de hilos de cobre y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1). Según UNE-HD 620-9E.	m	1,00	8,48	8,48
CT11002	Oficial 1ª electricista.	h	0,15	20,48	3,072
CT11003	Ayudante electricista.	h	0,15	18,88	2,832
CT11004	Costes directos	%	0,02	14,384	0,29
<b>Total partida</b>				<b>14,67</b>	
<b>CT12000</b>	<b>Tierra de protección</b>	<b>m</b>	<b>1,00</b>		
CT12001	Conductor de cobre desnudo, de 50 mm <sup>2</sup> .	m	1,00	4,91	4,91
CT12002	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	Ud	0,10	1,17	0,117
CT12003	Oficial 1ª electricista.	h	0,15	20,48	3,072
CT12004	Ayudante electricista.	h	0,15	18,88	2,832
CT12005	Costes directos	%	0,02	10,931	0,22
<b>Total partida</b>				<b>11,15</b>	
<b>CT13000</b>	<b>Tierra de servicio</b>	<b>m</b>	<b>1,00</b>		
CT13001	Cable unipolar H07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase B2ca-s1a,d1,a1 según UNE-EN 50575 de 50 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	m	1,00	9,61	9,61
CT13002	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud	Ud	1,00	18	18
CT13003	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	Ud	0,10	1,17	0,117
CT13004	Oficial 1ª electricista.	h	0,15	20,48	3,072
CT13005	Ayudante electricista.	h	0,15	18,88	2,832

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

CT13006	Costes directos	%	0,02	33,631	0,67
<b>Total partida</b>					<b>34,30</b>
<b>CT14000</b>	<b>Rejilla protección transformador</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1,00</b>		
CT14001	Rejilla metálica electrosoldada de acero galvanizado formada por celdas de 150x150mm para protección transformador	m <sup>2</sup>	1,00	21,85	21,85
CT14002	Material auxiliar de montaje	Ud	0,10	1,17	0,117
CT14003	Oficial 1ª electricista.	h	0,15	20,48	3,072
CT14004	Ayudante electricista.	h	0,15	18,88	2,832
CT14005	Costes directos	%	0,02	27,871	0,56
<b>Total partida</b>					<b>28,43</b>
<b>CT15000</b>	<b>Equipo de iluminación</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT15001	Equipo iluminación interior en el centro de transformación	Ud	1,00	255,68	255,68
CT15002	Material auxiliar de instalaciones eléctricas	Ud	0,10	1,17	0,117
CT15003	Oficial 1ª electricista.	h	3,00	20,48	61,44
CT15004	Ayudante electricista.	h	3,00	18,88	56,64
CT15005	Costes directos	%	0,02	373,877	7,48
<b>Total partida</b>					<b>381,35</b>
<b>CT16000</b>	<b>Equipo de seguridad y maniobra</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT16001	Equipo de seguridad y maniobra en el interior del centro de transformación	Ud	1,00	139,42	139,42
CT16002	Oficial 1ª electricista.	h	3,00	20,48	61,44
CT16003	Ayudante electricista.	h	3,00	18,88	56,64
CT16004	Costes directos	%	0,02	257,5	5,15
<b>Total partida</b>					<b>262,65</b>

#### 7.2.4. Capítulo C04 Red de baja tensión

Referencia	Descripción	Uds	Rendimiento	Precio unitario	Importe (€)
<b>BT1000</b>	<b>Línea subterránea de baja tensión en canalización entubada bajo acera.</b>	<b>m</b>	<b>1,00</b>		
CT1001	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	m <sup>3</sup>	0,04	12,38	0,52
CT1002	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m	2,00	7,82	15,64
CT1003	Tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona, suministrado en rollos de 300 m de longitud.	m	1,00	9,19	9,19
CT1004	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	m	3,00	8,48	25,44
CT1005	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	m	1,00	5,32	5,32

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

CT1006	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	m	2	0,26	0,52
CT1007	Miniretroexcavadora sobre neumáticos de 37,5 kW.	h	0,25	52,19	13,05
CT1008	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	0,005	10,58	0,05
CT1009	Pisón vibrante de guiado manual, de 80 kg, con placa de 30x30 cm, tipo rana.	h	0,035	4	0,14
CT1010	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	h	0,001	121,25	0,12
CT1011	Oficial 1ª construcción.	h	0,065	19,93	1,30
CT1012	Peón ordinario construcción.	h	0,065	18,69	1,21
CT1013	Oficial 1ª electricista.	h	0,367	20,48	7,52
CT1014	Ayudante electricista.	h	0,319	18,88	6,02
CT1015	Costes directos	%	0,02	86,04	1,72
<b>Total partida</b>					<b>87,76</b>
<b>BT2000</b>	<b>Línea subterránea de baja tensión en canalización entubada bajo calzada</b>	<b>m</b>	<b>1,00</b>		
CT2001	Hormigón en masa HM-15/B/20/X0, fabricado en central.	m <sup>3</sup>	0,04	67,43	2,83
CT2002	Tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de color naranja, de 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 250 N, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo guía incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4.	m	2,00	7,82	15,64
CT2003	Tetratubo de polietileno de alta densidad (PEAD/HDPE) libre de halógenos, color verde, de 4x40 mm de diámetro nominal y 3 mm de espesor formado por cuatro tubos iguales, unidos entre sí, con la pared interior estriada longitudinalmente y recubierta con silicona, suministrado en rollos de 300 m de longitud.	m	1,00	9,19	9,19

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

CT2004	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	m	3,00	8,48	25,44
CT2005	Cable unipolar RV, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV, reacción al fuego clase Eca según UNE-EN 50575, con conductor de aluminio clase 2 de 150 mm <sup>2</sup> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de PVC (V). Según UNE 21123-4.	m	1,00	5,32	5,32
CT2006	Cinta de señalización de polietileno, de 150 mm de anchura, color amarillo, con la inscripción "¡ATENCIÓN! DEBAJO HAY CABLES ELÉCTRICOS" y triángulo de riesgo eléctrico.	m	2	0,26	0,52
CT2007	Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D, para capa de rodadura, de composición densa, con árido granítico de 16 mm de tamaño máximo y betún asfáltico mejorado con caucho, según UNE-EN 13108-1.	t	0,01	91,95	0,92
CT2008	Miniretroexcavadora sobre neumáticos de 37,5 kW.	h	0,25	52,19	13,05
CT2009	Dumper de descarga frontal de 2 t de carga útil.	h	0,005	10,58	0,05
CT2010	Extendedora asfáltica pequeña para pavimentos	h	0,035	48,6	1,70
CT2011	Camión cisterna, de 8 m <sup>3</sup> de capacidad.	h	0,001	121,25	0,12
CT2012	Oficial 1ª construcción.	h	0,065	19,93	1,30
CT2013	Peón ordinario construcción.	h	0,065	18,69	1,21
CT2014	Oficial 1ª electricista.	h	0,367	20,48	7,52
CT2015	Ayudante electricista.	h	0,319	18,88	6,02
CT2016	Costes directos	%	0,02	90,83	1,82
<b>Total partida</b>					<b>92,65</b>
<b>BT3000</b>	<b>Interruptor automático 160 A, 50 kA a 400 V</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT3001	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 160 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 105x157x88 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	1,00	575,35	575,35
CT3002	Oficial 1ª electricista.	h	0,6	20,48	12,29

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

CT3003	Ayudante electricista.	h	0,6	18,88	11,33
CT3004	Costes directos	%	0,02	598,97	11,98
<b>Total partida</b>				<b>610,95</b>	

<b>BT4000</b>	<b>Interruptor automático 630 A, 50 kA a 400 V</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT4001	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 630 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 105x157x88 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	1,00	2617,88	2.617,88
CT4002	Oficial 1ª electricista.	h	0,6	20,48	12,29
CT4003	Ayudante electricista.	h	0,6	18,88	11,33
CT4004	Costes directos	%	0,02	2.641,50	52,83
<b>Total partida</b>				<b>2.694,33</b>	

<b>BT4000</b>	<b>Interruptor automático 1000 A, 50 kA a 400 V.</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT4001	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 1000 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 105x157x88 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	1,00	4.129,13	4.129,13
CT4002	Oficial 1ª electricista.	h	0,6	20,48	12,29
CT4003	Ayudante electricista.	h	0,6	18,88	11,33
CT4004	Costes directos	%	0,02	4.152,75	83,05
<b>Total partida</b>				<b>4.235,80</b>	

<b>BT4000</b>	<b>Interruptor automático 1250 A, 50 kA a 400V.</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT4001	Interruptor automático en caja moldeada, electromecánico, tripolar (3P), intensidad nominal 1250 A, poder de corte 50 kA a 400 V, ajuste térmico entre 0,8 y 1 x In, de 105x157x88 mm, según UNE-EN 60947-2.	Ud	1,00	4.840,73	4.840,73
CT4002	Oficial 1ª electricista.	h	0,6	20,48	12,29
CT4003	Ayudante electricista.	h	0,6	18,88	11,33
CT4004	Costes directos	%	0,02	4.864,35	97,29
<b>Total partida</b>				<b>4.961,63</b>	

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>BT5000</b>	<b>Caja general de protección 100 A</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT5001	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 100 A, esquema 5, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	Ud	1,00	82,13	82,13
CT5002	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 100 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	Ud	3,00	5,85	17,55
CT5003	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	Ud	3,00	5,44	16,32
CT5004	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	3,00	3,73	11,19
CT5005	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	Ud	1,00	110,00	110,00
CT5006	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	Ud	1,00	1,48	1,48
	Oficial 1ª construcción.	h	0,30	19,93	5,98
	Ayudante construcción.	h	0,30	18,69	5,61
CT5007	Oficial 1ª electricista.	h	0,5	20,48	10,24
CT5008	Ayudante electricista.	h	0,5	18,88	9,44
CT5009	Costes directos	%	0,02	269,94	5,40
<b>Total partida</b>					<b>275,33</b>

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>BT6000</b>	<b>Caja general de protección 250 A</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT6001	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 5, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	Ud	1,00	152,52	152,52
CT6002	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 250 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	Ud	3,00	15,30	45,90
CT6003	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	Ud	3,00	5,44	16,32
CT6004	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	3,00	3,73	11,19
CT6005	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	Ud	1,00	110,00	110,00
CT6006	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	Ud	1,00	1,48	1,48
CT6007	Oficial 1ª construcción.	h	0,30	19,93	5,98
CT6008	Ayudante construcción.	h	0,30	18,69	5,61
CT6009	Oficial 1ª electricista.	h	0,5	20,48	10,24
CT6010	Ayudante electricista.	h	0,5	18,88	9,44
CT6011	Costes directos	%	0,02	368,68	7,37
<b>Total partida</b>					<b>376,05</b>

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>BT7000</b>	<b>Caja general de protección 400 A</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT7001	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, esquema 5, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	Ud	1,00	203,81	203,81
CT7002	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 400 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	Ud	3,00	19,50	58,50
CT7003	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	Ud	3,00	5,44	16,32
CT7004	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	3,00	3,73	11,19
CT7005	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	Ud	1,00	110,00	110,00
CT7006	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	Ud	1,00	1,48	1,48
CT7007	Oficial 1ª construcción.	h	0,30	19,93	5,98
CT7008	Ayudante construcción.	h	0,30	18,69	5,61
CT7009	Oficial 1ª electricista.	h	0,5	20,48	10,24
CT7010	Ayudante electricista.	h	0,5	18,88	9,44
CT7011	Costes directos	%	0,02	432,57	8,65
<b>Total partida</b>					<b>441,22</b>

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>BT8000</b>	<b>Caja general de protección 630 A</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
CT8001	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 630 A, esquema 5, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	Ud	1,00	537,39	537,39
CT8002	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 630 A, poder de corte 120 kA, tamaño T00, según UNE-EN 60269-1.	Ud	3,00	35,83	107,49
CT8003	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	Ud	3,00	5,44	16,32
CT8004	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	m	3,00	3,73	11,19
CT8005	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	Ud	1,00	110,00	110,00
CT8006	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	Ud	1,00	1,48	1,48
CT8007	Oficial 1ª construcción.	h	0,30	19,93	5,98
CT8008	Ayudante construcción.	h	0,30	18,69	5,61
CT8009	Oficial 1ª electricista.	h	0,5	20,48	10,24
CT8010	Ayudante electricista.	h	0,5	18,88	9,44
CT8011	Costes directos	%	0,02	815,14	16,30
<b>Total partida</b>					<b>831,44</b>

**7.2.5. Capítulo C05 Varios**

Referencia	Descripción	Uds	Rendimiento	Precio unitario	Importe (€)
<b>VR1000</b>	<b>Varios</b>	<b>Ud</b>	<b>1,00</b>		
VR1001	Coste de la reunión del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo	Ud	1	159,17	159,17
VR1002	Coste de la hora de charla para formación de Seguridad y Salud en el Trabajo, realizada por técnico cualificado.	Ud	1	139,59	139,59
VR1003	Formación del personal, necesaria para el cumplimiento de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo. El precio incluye las reuniones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo.	Ud	1	500,00	500
VR1004	Control de calidad	Ud	1	1.659,61	798,76
VR1005	Legalización de documentos	Ud	1	2.859,61	2.859,61
<b>Total partida</b>					<b>4.457,13</b>

### 7.3.Presupuesto

#### 7.3.1. Capítulo C01 Línea aérea media tensión

Referencia	Descripción	Uds	Cantidad	Precio	Importe (€)
LA1000	Apoyo metálico de celosía 1000 daN	Ud	1,00	883,43	883,43
LA1001	Apoyo metálico de celosía 4500 daN	Ud	3,00	2.256,68	6.770,04
LA1002	Cruceta de construcción horizontal 4500 daN 1 m	Ud	1,00	649,82	649,82
LA1003	Cruceta de construcción horizontal 4500 daN 1,25 m	Ud	1,00	655,97	655,97
LA1004	Cruceta de construcción Tresbolillo 4500 daN 2,33 m	Ud	1,00	728,69	728,69
LA1005	Cruceta de construcción Tresbolillo 4500 daN 2,11 m	Ud	1,00	722,5	722,50
LA1006	Aislador de cadena polimérico 70kN	Ud	18,00	699,04	12.582,72
LA1007	Cable Aluminio Acero LA-110	m	792,63	18,9	14.980,71
LA1008	Pararrayos de óxido de metal polimérico de tensión nominal de 25 kV	Ud	6,00	185,61	1.113,66
LA1009	Interruptor seccionador tripolar ABS de media tensión monitorizado	Ud	2,00	1.163,48	2.326,96
LA1010	Cerramiento antiescalo para torres de celosía	m2	8,00	42,56	340,48
LA1011	Elementos de señalización de riesgo eléctrico para torre tipo celosía	Ud	4,00	15,10	60,40
<b>Total</b>					<b>41.815,38</b>

### 7.3.2. Capítulo C02 Línea subterránea media tensión

Referencia	Descripción	Uds	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>LS1000</b>	Línea subterránea de 25 kV bajo tubo en zanja	m	2.965,80	330,79	981.057,09
<b>LS3000</b>	Mezcla bituminosa continua en caliente AC16 surf D.	m	70,00	274,53	19.217,10
<b>Total</b>					<b>1.000.274,19</b>

### 7.3.3. Capítulo C03 Centros de transformación

Referencia	Descripción	Uds	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>CT1000</b>	Malla electrosoldada ME 15x15 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	m <sup>2</sup>	28,24	205,96	5.816,31
<b>CT2000</b>	Centro de transformación prefabricado 4460x2380x2780	Ud	3,00	6.158,57	18.475,71
<b>CT3000</b>	Centro de transformación prefabricado 8080x2380x2790	Ud	2,00	10.522,21	21.044,42
<b>CT4000</b>	Transformador en baño de aceite 25/0,4 KV 630 KVA	Ud	7,00	11.535,58	80.749,06
<b>CT5000</b>	Celda de línea de 25 kV,630 A con asilamiento SF6	Ud	10,00	7.070,33	70.703,30
<b>CT6000</b>	Celda de protección transformador con fusible 25 kV,630 A con asilamiento SF6	Ud	7,00	3.735,64	26.149,48
<b>CT7000</b>	Celda de medida de 25 KV	Ud	2,00	2.380,92	4.761,84
<b>CT8000</b>	Cuadro de baja tensión	Ud	7,00	1.468,05	10.276,35
<b>CT9000</b>	Módulo de ampliación de cuadro de baja tensión	Ud	2,00	690,65	1.381,30
<b>CT10000</b>	Cable unipolar HEPRZ1 18/30 kV de 150 mm <sup>2</sup>	m	100,00	23,89	2.389,00
<b>CT11000</b>	Cable unipolar RV 0,6/1 kV de 240 mm <sup>2</sup>	m	500,00	14,67	7.335,00
<b>CT12000</b>	Tierra de protección	m	35,00	11,15	390,25
<b>CT13000</b>	Tierra de servicio	m	25,00	34,3	857,50
<b>CT14000</b>	Rejilla protección transformador	m <sup>2</sup>	15,75	28,43	447,77
<b>CT15000</b>	Equipo de iluminación	Ud	5,00	381,35	1.906,75

Electrificación Polígono Industrial Riu Clar  
Ref:1032025

<b>CT16000</b>	Equipo de seguridad y maniobra	Ud	5,00	262,65	1.313,25
<b>Total</b>					<b>253.997,29</b>

#### 7.3.4. Capítulo C04 Red de baja tensión

Referencia	Descripción	Uds	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>BT1000</b>	Línea subterránea de baja tensión en canalización entubada bajo acera.	m	1.230,00	87,76	107.944,8
<b>BT2000</b>	Línea subterránea de baja tensión en canalización entubada bajo calzada	m	3.387,00	92,65	313.805,55
<b>BT3000</b>	Interruptor automático 160 A, 50 kA a 400 V	Ud	1,00	610,65	610,65
<b>BT4000</b>	Interruptor automático 630 A, 50 kA a 400 V	Ud	4,00	2.694,33	10.777,32
<b>BT4000</b>	Interruptor automático 1000 A, 50 kA a 400 V	Ud	1,00	4.235,80	4.235,80
<b>BT4000</b>	Interruptor automático 1250 A, 50 kA a 400 V	Ud	1,00	4.961,63	4.961,63
<b>BT5000</b>	Caja general de protección 100 A	Ud	7,00	275,33	1.927,31
<b>BT5000</b>	Caja general de protección 160 A	Ud	1,00	299,61	299,61
<b>BT6000</b>	Caja general de protección 250 A	Ud	4,00	376,05	1.504,20
<b>BT7000</b>	Caja general de protección 400 A	Ud	4,00	441,22	1.764,88
<b>BT8000</b>	Caja general de protección 630 A	Ud	2,00	831,44	1.662,88
<b>Total</b>					<b>449.494,63</b>

#### 7.3.5. Capítulo C05 Varios

Referencia	Descripción	Uds	Cantidad	Precio	Importe (€)
<b>VR1000</b>	Varios	Ud	1,00	4.457,13	4.457,13
<b>Total</b>					<b>4.457,13</b>

#### 7.4.Resumen Presupuesto

Capítulo	Resumen	Importe (€)
<b>C01</b>	Línea aérea media tensión	41.815,37
<b>C02</b>	Línea subterránea media tensión	1.000.274,19
<b>C03</b>	Centros de transformación	253.997,29
<b>C04</b>	Red de baja tensión	449.494,63
<b>C05</b>	Varios	4.457,13
<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>		<b>1.750.038,62</b>
<b>12%</b>	Gastos Generales	210.004,63
<b>6%</b>	Beneficio Industrial	105.002,32
Subtotal (G.G + B.I)		315.006,95
<b>PRESUPUESTO EJECUCIÓN</b>		<b>2.065.045,57</b>
<b>21%</b>	<b>I.V.A</b>	433.659,57
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>		<b>2.498.705,14</b>

El presupuesto sube a una cantidad total de:

**DOS MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS CINCO EUROS CON CATORCE CENTIMOS.**

Autor
Khamiss Ennajar

Tarragona, 06 de enero de 2023