



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**

***ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LINARES***

Departamento  
(Ingeniería Eléctrica)

**CURSO ACADÉMICO  
2015/2016**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**PROYECTO DE LÍNEA DE MT (20 KV), CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN, RED DE DISTRIBUCIÓN EN BT  
PARA ALIMENTAR A 18 NAVES INDUSTRIALES**

|               |                               |
|---------------|-------------------------------|
| TITULACION:   | GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA |
| ESPECIALIDAD: | ELECTRICIDAD                  |
| AUTOR:        | PEDRO OLMO MÁRQUEZ            |
| TUTOR:        | MANUEL ORTEGA ARMENTEROS      |

Linares, Febrero - 2016

***ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE LINARES***

**CURSO ACADÉMICO  
2015/2016**

**PROYECTO “LA DEHESA”**

**PROYECTO DE LÍNEA DE MT (20 KV), CENTRO DE  
TRANSFORMACIÓN, RED DE DISTRIBUCIÓN EN BT  
PARA ALIMENTAR A 18 NAVES INDUSTRIALES**

Linares, FEB16

# 1.- MEMORIA

---

## **1.- Índice Memoria.**

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA .....                          | 1  |
| 1.1 Objeto del presente proyecto.....                                 | 1  |
| 1.2 Normativa seguida en la elaboración del proyecto .....            | 1  |
| 1.3 Antecedentes .....                                                | 2  |
| 1.4 Titular de la Instalación.....                                    | 2  |
| 1.5 Emplazamiento.....                                                | 3  |
| 2.- ACTUACIÓN Nº 1.....                                               | 3  |
| 2.1.- Introducción .....                                              | 3  |
| 2.2.- Niveles de aislamiento .....                                    | 3  |
| 2.2.1.- Tensión nominal .....                                         | 3  |
| 2.3.- Tramo subterráneo de la línea MT.....                           | 3  |
| 2.3.1.- Conductores .....                                             | 3  |
| 2.3.2.- Accesorios.....                                               | 5  |
| 2.3.3.- Montaje .....                                                 | 6  |
| 2.3.4.- Maniobras .....                                               | 7  |
| 2.3.5.- Prueba de las líneas subterráneas de MT .....                 | 7  |
| 2.4.- Tramo aéreo de la línea MT.....                                 | 8  |
| 2.4.1.- Descripción .....                                             | 8  |
| 2.4.2.- Derivación en general .....                                   | 8  |
| 2.4.3.- Elementos de la línea aérea de MT.....                        | 9  |
| 2.4.3.1.- Conductores .....                                           | 9  |
| 2.4.3.2.- Empalmes .....                                              | 10 |
| 2.4.3.3.- Piezas de conexión.....                                     | 10 |
| 2.4.3.4.- Aisladores, grapas y herrajes de la línea.....              | 10 |
| 2.4.3.5.- Apoyos.....                                                 | 12 |
| 2.4.3.6.- Armados.....                                                | 13 |
| 2.4.3.7.- Aparamenta.....                                             | 14 |
| 2.4.3.8.- Puesta a tierra de apoyos.....                              | 14 |
| 2.4.4.- Distancias de seguridad .....                                 | 15 |
| 2.4.4.1.- Distancias de conductores al terreno .....                  | 15 |
| 2.4.4.2.- Distancia entre conductores y entre éstos y los apoyos..... | 15 |

---

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4.5.- Trazado .....                                                       | 15 |
| 2.4.6.- Paso de aérea a subterránea .....                                   | 16 |
| 2.4.7.- Caída de tensión máxima permitida .....                             | 16 |
| 2.4.8.- Cimentaciones.....                                                  | 17 |
| 2.4.9.- Tendido .....                                                       | 17 |
| 2.4.10.- Apoyos con cadenas de suspensión .....                             | 17 |
| 2.4.11.- Apoyos con cadenas de amarre.....                                  | 17 |
| 2.4.12.- Derivaciones y conexiones .....                                    | 18 |
| 2.4.13.- Apoyos con aparamenta.....                                         | 18 |
| 2.4.14.- Señalización.....                                                  | 18 |
| 3.- ACTUACIÓN Nº 2.....                                                     | 19 |
| 3.1.- Introducción.....                                                     | 19 |
| 3.2.- Centro de transformación .....                                        | 19 |
| 3.2.1.- Centro de transformación prefabricado de celdas compactas.....      | 19 |
| 3.2.2.- Celdas compactas RM6. ....                                          | 20 |
| 3.2.3.- Cuadro de baja tensión para la distribución de las líneas. ....     | 24 |
| 3.2.4.- Transformador de potencia. ....                                     | 24 |
| 3.3.- Local .....                                                           | 28 |
| 3.3.1.- Ubicación y accesorios .....                                        | 28 |
| 3.3.2.- Dimensiones .....                                                   | 29 |
| 3.3.3.- Ventilación.....                                                    | 30 |
| 3.3.4.- Insonorización y medidas antivibratorias .....                      | 30 |
| 3.3.5.- Medidas contra incendios .....                                      | 30 |
| 3.3.6.- Elementos constructivos .....                                       | 30 |
| 3.3.7.- Construcción de la solera.....                                      | 30 |
| 3.3.8.- Canalizaciones de entrada de cables.....                            | 31 |
| 3.3.9.- Recogida de aceite. ....                                            | 31 |
| 3.3.10.- Puertas de acceso .....                                            | 31 |
| 3.3.11.- Rejillas para ventilación .....                                    | 31 |
| 3.3.12.- Piso y mallazo.....                                                | 32 |
| 3.3.13.- Señalizaciones e instrucciones .....                               | 32 |
| 3.3.14.- Limitación del nivel del ruido emitido por la instalación AT ..... | 32 |
| 3.4.- Instalación eléctrica .....                                           | 32 |
| 3.4.1.- Tensión más elevada prevista para el material .....                 | 32 |

---

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 3.4.2.- Tensión soportada en BT .....                   | 32 |
| 3.4.3.- Intensidad nominal de la instalación de MT..... | 32 |
| 3.4.4.- Corriente de cortocircuito .....                | 32 |
| 3.4.5.- Cables de MT.....                               | 33 |
| 3.4.6.- Aparamenta de MT .....                          | 33 |
| 3.4.7.- Transformador de potencia .....                 | 33 |
| 3.4.8.- Pantallas de protección .....                   | 34 |
| 3.4.9.- Puente de BT.....                               | 34 |
| 3.4.10.- Alumbrado .....                                | 35 |
| 3.5.- Señalizaciones y material de seguridad .....      | 35 |
| 3.6.- Sistema de puesta a tierra .....                  | 35 |
| 3.6.1.- Ejecución de las puestas a tierra .....         | 37 |
| 4.- ACTUACIÓN Nº 3.....                                 | 39 |
| 4.1.- Introducción.....                                 | 39 |
| 4.2.- Estructura.....                                   | 39 |
| 4.3.- Materiales .....                                  | 39 |
| 4.3.1.- Conductores .....                               | 39 |
| 4.3.2.- Arquetas registrables .....                     | 39 |
| 4.3.3.- Empalmes .....                                  | 40 |
| 4.3.4.- Derivaciones .....                              | 40 |
| 4.3.5.- Terminales .....                                | 40 |
| 4.3.6.- Tubos .....                                     | 40 |
| 4.4.- Ejecución de las instalaciones .....              | 41 |
| 4.4.1.- Generalidades .....                             | 41 |
| 4.4.2.- Proximidades y paralelismos .....               | 42 |
| 4.4.3.- Acometidas (conexiones de servicio .....        | 42 |
| 4.5.- Puesta a tierra y continuidad del neutro.....     | 42 |
| 4.6.- Prueba de las líneas subterráneas de BT.....      | 43 |
| 4.7.- Acometidas subterráneas. ....                     | 43 |
| 4.7.1.- Conductores. ....                               | 43 |
| 4.8.- Cuadro general de medida y protección. ....       | 44 |
| 5.- Servidumbre.....                                    | 47 |

---

## **ANEXO I: Índice Cálculos Eléctricos BT**

|                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------|----|
| 1.- Potencia total del polígono “La Dehesa” .....         | 50 |
| 1.1.- Cálculo de la potencia en la línea nº1 .....        | 51 |
| 1.2.- Cálculo de la potencia en la línea nº 2 .....       | 52 |
| 1.3.- Cálculo de la potencia en la línea nº 3 .....       | 52 |
| 2.- Cálculo de la línea nº 1 .....                        | 52 |
| 2.1.- Protección contra sobrecargas .....                 | 52 |
| 2.2.- Caída de tensión.....                               | 53 |
| 2.3.- Protección contra cortocircuitos .....              | 54 |
| 2.3.1.- Impedancia de la red de MT .....                  | 54 |
| 2.3.2.- Impedancia del transformador de alimentación..... | 54 |
| 2.3.3.- Impedancia de la red BT .....                     | 55 |
| 2.3.4.- Impedancia máxima.....                            | 55 |
| 2.3.5.- Impedancia mínima .....                           | 55 |
| 2.3.6.- Intensidad de cortocircuito máxima.....           | 56 |
| 2.3.7.- Intensidad de cortocircuito mínima .....          | 56 |
| 3.- Cálculo de la línea nº 2 .....                        | 58 |
| 3.1.- Protección contra sobrecargas .....                 | 58 |
| 3.2.- Caída de tensión.....                               | 58 |
| 3.3.- Protección contra cortocircuitos .....              | 59 |
| 3.3.1.- Impedancia de la red de MT .....                  | 59 |
| 3.3.2.- Impedancia del transformador de alimentación..... | 60 |
| 3.3.3.- Impedancia de la red BT .....                     | 60 |
| 3.3.4.- Impedancia máxima.....                            | 61 |
| 3.3.5.- Impedancia mínima .....                           | 61 |
| 3.3.6.- Intensidad de cortocircuito máxima.....           | 61 |
| 3.3.7.- Intensidad de cortocircuito mínima .....          | 62 |
| 4.- Cálculo de la línea nº 3 .....                        | 63 |
| 4.1.- Protección contra sobrecarga.....                   | 63 |
| 4.2.- Caída de tensión.....                               | 63 |
| 4.3.- Protección contra cortocircuitos .....              | 64 |
| 4.3.1.- Impedancia de la red de MT .....                  | 64 |
| 4.3.2.- Impedancia del transformador de alimentación..... | 65 |

---

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 4.3.3.- Impedancia de la red BT .....            | 65 |
| 4.3.4.- Impedancia máxima.....                   | 66 |
| 4.3.5.- Impedancia mínima .....                  | 66 |
| 4.3.6.- Intensidad de cortocircuito máxima.....  | 66 |
| 4.3.7.- Intensidad de cortocircuito mínima ..... | 67 |

## **ANEXO II: Índice Cálculos Eléctricos MT**

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| 1.- Potencia total del polígono “La Dehesa” .....       | 71 |
| 2.- Cálculo de la línea .....                           | 71 |
| 2.1.- Protección contra sobrecargas .....               | 71 |
| 2.2.- Caída de tensión.....                             | 73 |
| 2.3.- Protección contra cortocircuitos .....            | 73 |
| 2.3.1.- Impedancia de la red de alta tensión.....       | 73 |
| 2.3.2.- Impedancia de la propia red de MT .....         | 73 |
| 2.3.3.- Impedancia máxima.....                          | 74 |
| 2.3.4.- Intensidad de cortocircuito máxima.....         | 74 |
| 2.3.5.- Intensidad de cortocircuito mínima .....        | 74 |
| 3.- Cálculo de las puestas a tierra del CT.....         | 75 |
| 3.1.- Cálculo de la puesta a tierra de protección ..... | 75 |
| 3.2.- Cálculo de la puesta a tierra de servicio .....   | 75 |
| 3.3.- Separación entre las puestas a tierra .....       | 78 |

## **ANEXO III: Índice Cálculos mecánicos MT (Cantón nº 1)**

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 1.- Conductor .....                                      | 81 |
| 2.- Vano ideal de regulación .....                       | 81 |
| 3.- Cálculo mecánico para el conductor en el V.I.R ..... | 82 |
| 3.1.- Tensión máxima del conductor.....                  | 82 |
| 3.1.1.- Peso del viento y del propio conductor.....      | 82 |
| 3.2.- Comprobación fenómenos vibratorios.....            | 83 |
| 3.3.- Flecha máxima.....                                 | 84 |

---

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 3.4.- Flecha mínima .....                           | 86 |
| 4.- Distancias.....                                 | 87 |
| 4.1.- Distancia de los conductores al terreno ..... | 87 |
| 4.2.- Cadena de aisladores.....                     | 87 |
| 4.3.- Distancia entre conductores y apoyo .....     | 89 |
| 4.4.- Distancia de conductores entre sí .....       | 89 |
| 4.5.- Tabla de tendido .....                        | 90 |
| 5.- Cálculo de los apoyos .....                     | 90 |
| 5.1.- Altura de los apoyos .....                    | 90 |
| 5.2.- Hipótesis reglamentarias.....                 | 91 |
| 5.3.- Esfuerzos sobre los apoyos.....               | 92 |
| 5.3.1.- Apoyo N° 1 .....                            | 93 |
| 5.3.2.- Apoyo N° 2 .....                            | 94 |
| 6.- Cálculo de cimentaciones .....                  | 94 |

#### **ANEXO IV: Índice Cálculos mecánicos MT (Cantón n° 2)**

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| 1.- Conductor .....                                      | 107 |
| 2.- Vano ideal de regulación .....                       | 107 |
| 3.- Cálculo mecánico para el conductor en el V.I.R ..... | 108 |
| 3.1.- Tensión máxima del conductor.....                  | 108 |
| 3.1.1.- Peso del viento y del propio conductor.....      | 108 |
| 3.2.- Tensión de cada día .....                          | 108 |
| 3.3.- Flecha máxima.....                                 | 110 |
| 3.4.- Flecha mínima .....                                | 112 |
| 4.- Distancias.....                                      | 113 |
| 4.1.- Distancia de los conductores al terreno .....      | 113 |
| 4.2.- Cadena de aisladores.....                          | 113 |
| 4.3.- Distancia entre conductores y apoyo .....          | 115 |
| 4.4.- Distancia de conductores entre sí .....            | 115 |
| 4.5.- Tabla de tendido .....                             | 117 |
| 5.- Cálculo de los apoyos .....                          | 117 |
| 5.1.- Altura de los apoyos .....                         | 117 |

---

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 5.2.- Hipótesis reglamentarias.....   | 118 |
| 5.3.- Esfuerzos sobre los apoyos..... | 119 |
| 5.3.1.- Apoyo N° 3 .....              | 120 |
| 5.3.2.- Apoyo N° 4 .....              | 121 |
| 5.3.3.- Apoyo N° 5 .....              | 121 |
| 5.3.4.- Apoyo N° 6 .....              | 122 |
| 5.3.5.- Apoyo N° 7 .....              | 123 |
| 6.- Cálculo de cimentaciones .....    | 123 |

---

## **1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y JUSTIFICATIVA.**

### **1.1 Objeto del presente proyecto.**

Tiene por objeto el presente proyecto, establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de la red de media tensión y la red de distribución en baja tensión que alimenta a al polígono industrial “La Dehesa” situado en la carretera Córdoba-Badajoz (N-420) km.3 en Córdoba.

#### **Promotor:**

Excmo. Ayuntamiento de Córdoba

NIF: 30985212-J

C/ Alfonso XIII, 1.

C.P. 14405 (Córdoba)

Telf.: 957 473 587

### **1.2 Normativa seguida en la elaboración del proyecto.**

En la redacción del presente proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente documentación técnica:

- Normas particulares de la compañía eléctrica distribuidora SEVILLANA ENDESA 2005, (*versión corregida por Resolución de 23-03-2006 de la D.G. Industria, Energía y Minas*)
- Normas UNE.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión RAT, y sus instrucciones técnicas complementarias (01 a 23).  
(*BOE real decreto 337/2014, de 9 de mayo*)
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión LAT, y sus instrucciones técnicas complementarias (01 a 09).  
(*BOE real decreto 223/2008, de 15 de febrero*)
- Recomendaciones UNESA.
- Ley 31/ 1995, de 8 de noviembre, Ley de prevención de riesgos laborales.

El documento del proyecto tiene por objeto su correcta ejecución, para lo que es imprescindible obtener los pertinentes permisos:

- permiso del ayuntamiento
- permiso de la delegación de industria
- permiso de medio ambiente

### **1.3 Antecedentes.**

El presente proyecto tiene la finalidad de alimentar eléctricamente al polígono industrial “La Dehesa” cuya potencia se ha calculado y se estima de 504 kVA. **(Ver ANEXO I Cálculos eléctricos BT).**

El presente proyecto se compone de tres actuaciones:

- o **ACTUACION N° 1:** Línea de media tensión que alimenta al centro de transformación, se compone de un tramo aéreo, paso aéreo-subterráneo, y de un tramo subterráneo. La longitud total de la línea será 80 m. de tramo subterráneo y de 885 m el tramo aéreo.
- o **ACTUACION N° 2:** Centro de transformación para adaptar la tensión de la línea de MT a tensión en BT para dar alimentación al polígono industrial “La Dehesa”. La potencia de éste es de 630 kVA.
- o **ACTUACION N° 3:** Líneas de distribución BT que reparten la potencia del CT, y alimentan a 18 naves industriales.

La Oficina Técnica Olmo S.L. presento con fecha 07 de marzo de 2015, la memoria resumen del proyecto “Línea de alimentación del polígono industrial La Dehesa” en Córdoba, iniciándose de esta forma los procedimientos administrativos establecidos para la realización de dicho proyecto

Redacta el presente proyecto la empresa Oficina Técnica Olmo S.L. con domicilio en C/ Real n° 53, Pozoblanco 14400, Córdoba. CIF.C14565466 y teléfono 957 773 050.

El presente proyecto se redacta a petición de Excmo Ayuntamiento de Córdoba C/ Alfonso XIII n°1 14005, Córdoba.

### **1.4 Titular de la Instalación.**

Excmo Ayuntamiento de Córdoba C/ Alfonso XIII n°1 14005, Córdoba.

### **1.5 Emplazamiento.**

La instalación polígono industrial “La Dehesa”, está ubicada en Córdoba, en la carretera Córdoba - Badajoz (N-420) km.3 en Córdoba.

## **2.- ACTUACIÓN Nº 1.**

### **2.1.- Introducción**

Línea de media tensión que alimenta al centro de transformación, se compone de un tramo aéreo MT, paso aéreo-subterráneo MT, y de un tramo subterráneo MT. La longitud total de la línea será de 885 m en su tramo aéreo y de 80 m. subterráneo. Todo este apartado estará de acuerdo con el CAPÍTULO V de las normas particulares de SEVILLANA-ENDESA 2005 (Redes de Distribución en MT), además de cumplir con el RAT y LAT. **(Plano 3.0)**. Justificación de los cálculos eléctricos según el ANEXO II (Cálculos eléctricos MT) así como los cálculos mecánicos según los ANEXO III (Cantón n.1) y ANEXO IV (Cantón n.2) de la presente Memoria.

### **2.2.- Niveles de aislamiento.**

El nivel de aislamiento de la red de media tensión con una tensión nominal  $< 24$  KV queda definido de la siguiente forma (SEVILLANA-ENDESA: Capítulo V – Pto. 2):

- Tensión más elevada para el material: 24 KV
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo: 125 KV
- Tensión soportada nominal a frecuencia industrial: 50 KV

### **2.3.- Tramo subterráneo de la línea MT.**

#### **2.3.1.- Conductores.**

Los conductores elegidos son unipolares de aluminio homogéneo con sección normalizadas de 150 mm<sup>2</sup>. Según el Pto.4 del Capítulo V de las Normas SEVILLANA-ENDESA al ser la tensión nominal de la línea de 20kV, el conductor a instalar será 18/30 kV.

Estos cables reunirán las características indicadas en la Norma ENDESA DND001, así como cumplirán con las Especificaciones Técnicas de Materiales de ENDESA 6700022 a 6700024, según corresponda en cada caso. Las pantallas de los cables serán conectadas a tierra en todos los puntos accesibles a una toma que cumpla las condiciones técnicas especificadas en los reglamentos en vigor.

Estos conductores estarán de acuerdo con la norma UNE 21018. Principalmente a ambos extremos del tramo de línea.

Sus características principales se indican en las tablas siguientes (AL RHZ1-OL, 18/30 kV, 150 mm<sup>2</sup>):

Tabla 2.3.1.1

**CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES**

| 1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> ) | Código   | Ø Nominal aislamiento* (mm) | Espesor aislamiento (mm) | Ø Nominal exterior* (mm) | Espesor cubierta (mm) | Peso aproximado (kg/km) | Radio de curvatura estático (posición final) (mm) | Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm) |
|---------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>12/20 kV</b>                                                     |          |                             |                          |                          |                       |                         |                                                   |                                                    |
| 1x95/16 (1)                                                         | 20986136 | 23,3                        | 5,5                      | 31                       | 2,5                   | 1020                    | 465                                               | 620                                                |
| 1x150/16 (1)                                                        | 20981089 | 26,2                        | 5,5                      | 34                       | 2,5                   | 1250                    | 510                                               | 680                                                |
| 1x240/16 (1)                                                        | 20981091 | 30,4                        | 5,5                      | 38                       | 2,5                   | 1620                    | 570                                               | 760                                                |
| 1x400/16 (1)                                                        | 20981092 | 35,6                        | 5,5                      | 43,3                     | 2,5                   | 2200                    | 650                                               | 866                                                |
| <b>18/30 kV</b>                                                     |          |                             |                          |                          |                       |                         |                                                   |                                                    |
| 1x95/16                                                             | 20045773 | 28,3                        | 8                        | 36                       | 2,5                   | 1270                    | 540                                               | 720                                                |
| 1x150/16 (1)                                                        | 20031318 | 31,2                        | 8                        | 39                       | 2,5                   | 1500                    | 585                                               | 780                                                |
| 1x240/16 (1)                                                        | 20025636 | 35,4                        | 8                        | 43                       | 2,5                   | 1910                    | 645                                               | 860                                                |
| 1x400/16 (1)                                                        | 20012187 | 40,6                        | 8                        | 48,3                     | 2,5                   | 2510                    | 725                                               | 966                                                |

**CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS**

|                                                                               | 12/20 kV | 18/30 kV |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
| Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)                                   | 12       | 18       |
| Tensión nominal entre fases, U (kV)                                           | 20       | 30       |
| Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)                               | 24       | 36       |
| Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)                                       | 125      | 170      |
| Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)      | 90       |          |
| Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C) | 250      |          |

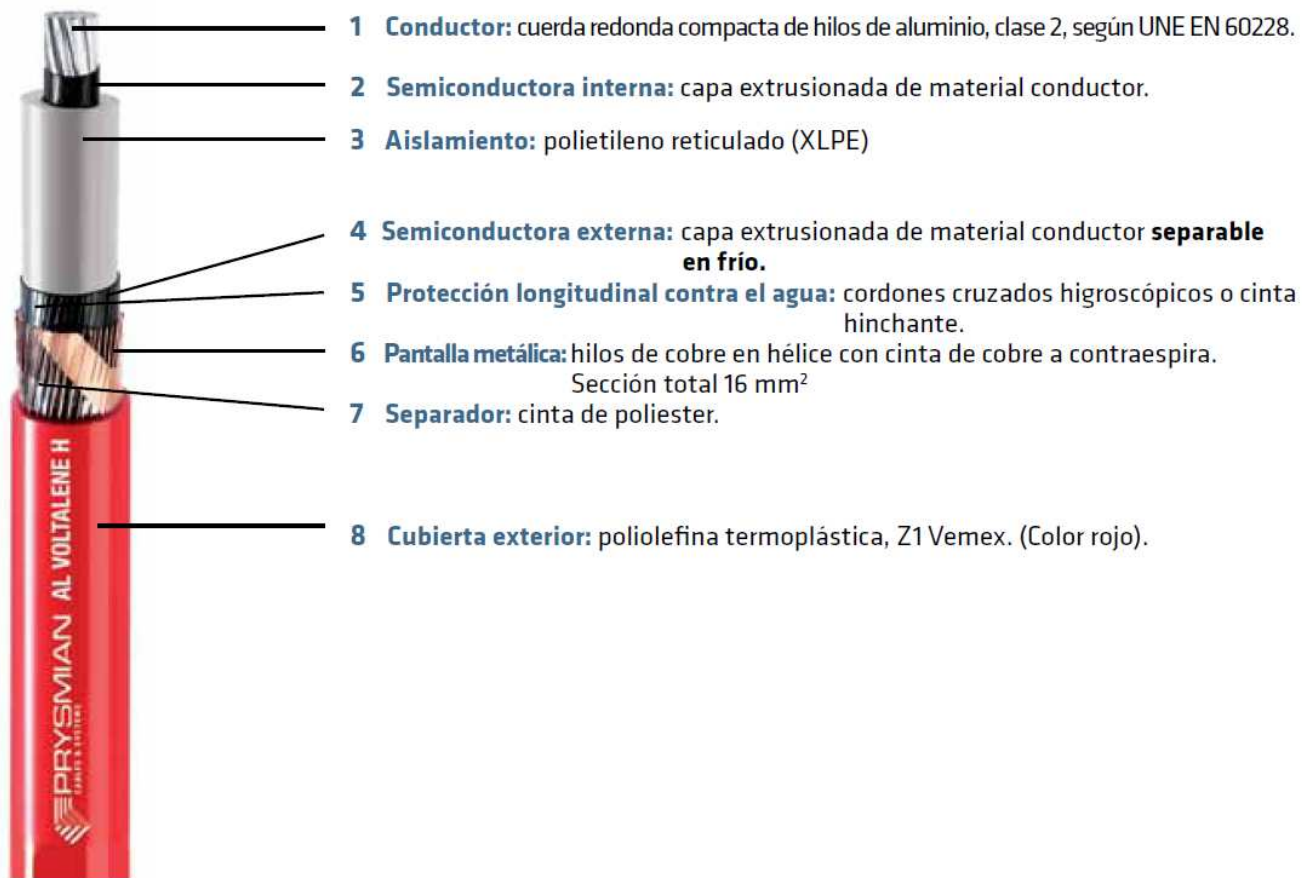
Tabla 2.3.1.2

| 1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> ) | Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A) | Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A) | Intensidad máxima admisible al aire** (A) | Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A) | Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A) |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|                                                                     | 12/20 kV y 18/30 kV                                    | 12/20 kV y 18/30 kV                                     | 12/20 kV y 18/30 kV                       | 12/20 kV y 18/30 kV                                                | 12/20 kV y 18/30 kV (pant. 16 mm <sup>2</sup> )                      |
| 1x95/16 (1)                                                         | 190                                                    | 205                                                     | 255                                       | 8930                                                               | 3130                                                                 |
| 1x150/16 (2)                                                        | 245                                                    | 260                                                     | 335                                       | 14100                                                              | 3130                                                                 |
| 1x240/16 (2)                                                        | 320                                                    | 345                                                     | 455                                       | 22560                                                              | 3130                                                                 |
| 1x400/16 (2)                                                        | 415                                                    | 445                                                     | 610                                       | 37600                                                              | 3130                                                                 |

| 1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> ) | Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km) | Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km) | Reactancia inductiva (Ω/km) |          | Capacidad (μF/km) |          |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|----------|-------------------|----------|
|                                                                     | 12/20 kV y 18/30 kV                      | 12/20 kV y 18/30 kV                              | 12/20 kV                    | 18/30 kV | 12/20 kV          | 18/30 kV |
| 1x95/16 (1)                                                         | 0,320                                    | 0,410                                            | 0,123                       | 0,132    | 0,217             | 0,167    |
| 1x150/16 (2)                                                        | 0,206                                    | 0,264                                            | 0,114                       | 0,123    | 0,254             | 0,192    |
| 1x240 /16 (2)                                                       | 0,125                                    | 0,161                                            | 0,106                       | 0,114    | 0,306             | 0,229    |
| 1x400/16 (2)                                                        | 0,078                                    | 0,100                                            | 0,099                       | 0,106    | 0,376             | 0,277    |

### Detalle del conductor en tramo subterráneo MT.



### 2.3.2.- Accesorios.

Se entienden como tales los empalmes, terminaciones y respectivos complementos, destinados a cables con aislamiento seco.

Los accesorios estarán constituidos por materiales termorretráctiles. Los accesorios cumplirán con las siguientes Normas y documentos:

- a) Las terminaciones cumplirán las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700048 a 6700065 ó 6700070 a 6700077, según proceda en cada caso.
- b) Los terminales rectos de aleación para instalación interior cumplirán la Norma ENDESA NNZ014, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700012, 6700013 ó 6703561, según proceda.

Por su parte, los terminales rectos de aleación para instalación exterior cumplirán la Norma ENDESA NNZ015, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700101, 6700102 ó 6700340, según proceda en cada caso.

c) Los empalmes cumplirán la Norma ENDESA DND002, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700048 a 6700053 ó 6702061 a 6702066, según proceda en cada caso.

d) Los manguitos de unión cumplirán la Norma ENDESA NNZ036, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 67000082, 67000083, 67000084, 67000085, 6700446 ó 6703811, según proceda en cada caso.

Para aquellos casos particulares que puedan presentarse, se dispondrá, además, de elementos especiales susceptibles de aplicar, según sean las circunstancias de instalación.

### **2.3.3.- Montaje.**

La instalación de las líneas subterráneas de distribución se hará necesariamente sobre terrenos de dominio público, o bien en terrenos privados, en zonas perfectamente delimitadas, con servidumbre garantizada sobre los que pueda fácilmente documentarse la servidumbre que adopten tanto las líneas como el personal que haya de manipularlas en su montaje y explotación, no permitiéndose líneas por patios interiores, garajes, parcelas cerradas, etc. Siempre que sea posible, discurrirán bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección. En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

Los conductores deberán ir bajo tubo de polietileno de 160 mm de diámetro nominal cumpliendo con las normas de la compañía Sevillana-Endesa capítulo V apartado 4.3., que cumplirán con las normas UNE EN 50086 y ENDESA CNL002, así como con la Especificación Técnica de Materiales de ENDESA nº 6700144. **(Plano 11.1).**

En el cruce bajo calzada se instalará un segundo tubo como reserva y se construirá sobre ellos un dado de hormigón. Las arquetas serán de 720 x 620 mm **(Plano 11.0).**

La profundidad de la canalización será de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada **(ver plano nº 11.1)**, cumpliendo con las normas de la compañía Sevillana-Endesa capítulo 5 apartado 4.3., a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo urbano, es decir, la construcción de otras redes eléctricas de B.T. de alumbrado

público, las acometidas de redes subterráneas de B.T., de agua potable, redes y acometidas subterráneas de teléfonos, acometidas de gas y, eventualmente, alcantarillados muy superficiales. Se colocará encima de los cables una protección mecánica consistente en una placa de polietileno para protección de cables, y asimismo una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos por debajo de ella (Especificación Técnica ENDESA n° 6700157 y 6700151, respectivamente).

Será necesaria la construcción de arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos y en alineaciones superiores a 40 m, tal y como se indica en los planos, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas; así como en empalmes de nueva ejecución. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. En todo caso, las tapas de fundición serán de Clase D400.

Dada la trascendencia que ello tiene para la integridad de los cables, la manipulación y el tendido de los mismos se realizará con especial cuidado para evitar daños que pueden resultar desastrosos en la explotación y calidad de servicio, debiendo seguirse cuidadosamente las "Instrucciones para el Tendido de Cables en Líneas Subterráneas de MT" (documento ENDESA DMD002).

#### **2.3.4.- Maniobras.**

A fin de poder realizar las maniobras necesarias y sin perjuicio de lo indicado en el apartado de Centros de Seccionamiento del Capítulo IV de las Normas Particulares en relación con los telemandos, automatismos e interruptores automáticos, toda salida y/o entrada de cable aislado desde un centro de transformación o de seccionamiento, debe partir/llegar de una celda de línea, que cumplirá las Normas ENDESA FND002 ó FND003, según corresponda.

#### **2.3.5.- Prueba de las líneas subterráneas de MT.**

Antes de su incorporación a la red de Endesa, las líneas subterráneas de Media Tensión, deben ser probadas según el Procedimiento ENDESA DMD003.

En el caso de cesión de instalaciones, deberá aportarse un certificado emitido por un Organismo de Control Autorizado por la Comunidad Autónoma (O.C.A.) en el que se acredite la realización de dichas pruebas, con resultado satisfactorio.

## **2.4.- Tramo aéreo y paso aéreo-subterráneo.**

### **2.4.1.- Descripción.**

Tramo aéreo de 885 m, un total de 7 apoyos, n.1 inicio de línea, n.2 de ángulo, 3, 4, 5 y 6 de alineación y n.7 fin de línea (paso aéreo subterráneo).

### **2.4.2.- Derivación en general.**

Los conductores serán de sección uniforme. Se usará el tipo LA-56. **Ver detalle en plano nº 13.0.**

En el arranque de las derivaciones se instalará un dispositivo de seccionamiento que la aisle de la línea principal. Se situará en el primer apoyo (Nº 1) de la derivación, un seccionador, que será del tipo exterior aéreo tripolar vertical SEV 24-400-CN: Norma ENDESA AND013, que será de fácil acceso.

Se colocarán también en este primer apoyo tres fusibles de alto poder de ruptura, IB-D1 de 20 A. para 24 kV.

Se colocará un seccionador en el apoyo Nº 7 (**ver detalle en plano 13.1**), para el paso aérea-subterránea que será del tipo exterior aéreo tripolar vertical SEV 24-400-CN. Estos cumplirán lo especificado en el apartado 2.4.3.7. de la presente memoria. Las derivaciones estarán protegidas mediante cortacircuitos fusibles limitadores de APR: Norma ONSE 54.25-01. Los mismos que los colocados en el apoyo nº 1. Además en este último apoyo al ser paso aéreo-subterráneo, también se instalará pararrayos de óxido metálico para la protección contra sobretensiones, atendiendo a lo establecido en el apartado 5.2.2 del Capítulo V de las normas particulares de la compañía Sevillana-Endesa, los terminales de tierra de éstos se conectarán entre sí y directamente a las pantallas metálicas de los cables (**Ver detalle en plano 13.1**).

#### **Cortacircuitos fusibles (Instalados en apoyo nº 1 – principio de línea):**

- Dispositivo de corte-protección, diseñado para ser utilizado junto con seccionadores unipolares, en derivaciones de la red de MT y en centros de transformación como elemento de protección de corte unipolar, cuando se produce la fusión del elemento fusible. Se instalará esta apartamenta en el apoyo nº 1 de la derivación de la red de distribución aérea en MT de ENDESA en Andalucía (**ver detalle en plano nº 13/16**), en este caso, éstos serán de alto poder de ruptura (APR). Los fusibles que se instalarán serán los IB-D1 (20 A.), y sus características son las siguientes:

Tabla 2.4.2.1

| TIPO<br>TYPE | TENSIÓN<br>ASIGNADA<br>RATED<br>VOLTAGE<br>TENSION<br>ASSIGNÉE<br>kV | CORRIENTE<br>ASIGNADA*<br>RATED<br>CURRENT*<br>COURANT<br>ASSIGNÉ*<br>A | I <sup>10</sup><br>kA | I <sup>30</sup><br>A | DISIPACION NOMINAL<br>DE POTENCIA<br>RATED POWER<br>LOSS<br>PUISSANCE NOMINALE<br>DISSIPABLE<br>W |      | RESISTENCIA<br>a 20°C<br>RESISTANCE<br>a 20°C<br>RÉSISTANCE<br>a 20°C<br>mΩ | I <sup>2</sup> t<br>kA s                    |                                                         |
|--------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|              |                                                                      |                                                                         |                       |                      | 50%                                                                                               | 100% |                                                                             | DE<br>PREARCO<br>PREARCOING<br>DE<br>PRÉARC | DE<br>FUNCIONAMIENTO<br>ARCOING<br>DE<br>FONCTIONNEMENT |
|              |                                                                      |                                                                         |                       |                      |                                                                                                   |      |                                                                             |                                             |                                                         |
| IB-D1        | 24                                                                   | 2,5                                                                     | 25                    | 12,5                 | 5,3                                                                                               | 20   | 2163                                                                        | 0,005                                       | 0,3                                                     |
|              |                                                                      | 4                                                                       |                       | 20                   | 7,7                                                                                               | 25   | 1030                                                                        | 0,008                                       | 0,45                                                    |
|              |                                                                      | 5                                                                       | 50                    | 25                   | 3,7                                                                                               | 20   | 630                                                                         | 0,01                                        | 0,60                                                    |
|              |                                                                      | 6,3                                                                     |                       | 25                   | 31,5                                                                                              | 4,0  | 20                                                                          | 500                                         | 0,007                                                   |
|              |                                                                      | 8                                                                       | 40,7                  |                      | 7,5                                                                                               | 35   | 420                                                                         | 1,1                                         | 7,1                                                     |
|              |                                                                      | 10                                                                      | 50                    | 20                   | 9,7                                                                                               | 42   | 315                                                                         | 2                                           | 22                                                      |
|              |                                                                      | 12,5                                                                    |                       | 26                   | 10                                                                                                | 46   | 205                                                                         | 2,5                                         | 25                                                      |
|              |                                                                      | 16                                                                      |                       | 35                   | 11                                                                                                | 57   | 165                                                                         | 3                                           | 28                                                      |
|              |                                                                      | 20                                                                      |                       | 52                   | 13                                                                                                | 60   | 110                                                                         | 4                                           | 31                                                      |
|              |                                                                      | 25                                                                      |                       | 78                   | 11                                                                                                | 64   | 73                                                                          | 4,2                                         | 34                                                      |
|              |                                                                      | 31,5                                                                    |                       | 104                  | 15                                                                                                | 77   | 55                                                                          | 5                                           | 39                                                      |
|              |                                                                      | 40                                                                      |                       | 128                  | 20                                                                                                | 115  | 44                                                                          | 6                                           | 42                                                      |
|              |                                                                      | 25                                                                      |                       | 60                   | 12                                                                                                | 60   | 73                                                                          | 4,2                                         | 34                                                      |
|              |                                                                      | 31,5                                                                    |                       | 80                   | 14                                                                                                | 79   | 55                                                                          | 5                                           | 39                                                      |
| 40           |                                                                      | 100                                                                     |                       | 19                   | 106                                                                                               | 44   | 6                                                                           | 42                                          |                                                         |
| 50           |                                                                      | 150                                                                     | 21                    | 112                  | 28                                                                                                | 7    | 50                                                                          |                                             |                                                         |
| 63           |                                                                      | 200                                                                     | 24                    | 140                  | 22                                                                                                | 9    | 107                                                                         |                                             |                                                         |
| IB-D3        |                                                                      | 80                                                                      | 25                    | 290                  | 38                                                                                                | 225  | 18,3                                                                        | 19                                          | 166                                                     |
|              | 100                                                                  | 350                                                                     |                       | 45                   | 260                                                                                               | 13,2 | 24                                                                          | 208                                         |                                                         |

### 2.4.3.- Elementos de la línea aérea de MT.

Cumpliendo lo indicado en el apartado 5.3 del Capítulo V de las normas particulares Sevillana-Endesa.

#### 2.4.3.1.- Conductores (Tabla 2.4.3.1.1).

Los conductores a emplear, LA-56 de la LAMT (Líneas aéreas de MT) cumplirán los requisitos indicados en la Norma ENDESA AND010, así como en las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700516, 6701453, 6701454, 6701801, 6701802, 6701803 ó 6701804, según corresponda en cada caso.

Ver cálculos eléctricos en apartado 2.- de la sección cálculos eléctricos MT.

|                                                   |                          |                   |       |
|---------------------------------------------------|--------------------------|-------------------|-------|
| DENOMINACION U.N.E                                |                          |                   | LA-56 |
| SECCION TRANSVERSAL                               | ALUMINIO mm <sup>2</sup> |                   | 46,80 |
|                                                   | ACERO mm <sup>2</sup>    |                   | 7,79  |
|                                                   | TOTAL mm <sup>2</sup>    |                   | 54,60 |
| COMPOSICION                                       | ALUMINIO                 | Nº ALAMBRES       | 6     |
|                                                   |                          | DIAMETRO mm       | 3,15  |
|                                                   | ACERO                    | Nº ALAMBRES       | 1     |
|                                                   |                          | DIAMETRO mm       | 3,15  |
| DIAMETRO                                          |                          | NUCLEO ACERO mm   | 3,15  |
|                                                   |                          | CABLE COMPLETO mm | 9,45  |
| CARGA ROTURA daN                                  |                          |                   | 1640  |
| RESISTENCIA ELECTRICA A 20° C ohm/km              |                          |                   | 0,614 |
| MASA kg/m                                         |                          |                   | 0,189 |
| PESO daN/m                                        |                          |                   | 0,186 |
| MODULO ELASTICIDAD TEORICO daN/mm <sup>2</sup>    |                          |                   | 7900  |
| COEFICIENTE DILATACION LINEAL °Cx10 <sup>-5</sup> |                          |                   | 19,1  |
| INTENSIDAD MAXIMA PERMANENTE A                    |                          |                   | 202   |

#### **2.4.3.2.- Empalmes.**

Los empalmes de plena tracción que se empleen en el vano serán los denominados, comprimidos o de varillas preformadas de plena tracción y deberán realizarse en el puente flojo de un apoyo con cadenas de amarre.

Quedan expresamente prohibidas las uniones por tornillo en particular, y en especial, aquellas que provoquen que los ejes de los conductores a unir no formen una misma línea recta y aquellos que sean desmontables.

#### **2.4.3.3.- Piezas de conexión.**

Las piezas de conexión se dividirán en terminales y piezas de derivación. Las características de las piezas de conexión se ajustarán a las normas UNE 21.021 y CEI 1238-1

##### **Terminales:**

Los terminales cumplirán la Norma ENDESA NNZ015, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700096, 6700097 ó 6700098, según corresponda en cada caso.

##### **Piezas de derivación:**

La conexión de conductores en las líneas aéreas de MT se realizará en lugares donde el conductor no esté sometido a solicitaciones mecánicas. Así, pues, las conexiones para dar continuidad a la línea o para conectar una derivación se realizarán en el bucle entre dos cadenas horizontales (puente flojo) de un apoyo. En este caso la pieza de conexión, además de no aumentar la resistencia eléctrica del conductor, tendrá una resistencia al deslizamiento de, al menos, el 20 % de la carga de rotura del conductor. La continuidad de la línea y la conexión de derivaciones a la línea principal se efectuará mediante conectores de presión constante, de pleno contacto y de acuñaamiento cónico, que cumplirán las Especificaciones Técnicas ENDESA 6701483, 6701484 y 6701491 a 6701496.

#### **2.4.3.4.- Aisladores, grapas y herrajes de la línea.**

Los aisladores serán de vidrio formando cadenas de suspensión o de amarre. En el apoyo Nº 2, la cadena de aisladores central, será de aisladores rígidos tipo CS70XX20, se emplearán en el puente flojo, para fijar el cable en su paso por el apoyo y asegurar las distancias, por ser este apoyo de ángulo (**ver plano 13.2**).

Los elementos de acoplamiento entre aisladores así como entre éstos y los herrajes o las grapas, serán:

- Acoplamiento Norma 11 según CEI 120 ( $\varnothing$  vástago mm ): Carga de rotura mínima 4000 daN.

#### **Aisladores de vidrio U40B (Todos los apoyos excepto n°2) – Plano 10.1:**

Los aisladores de vidrio estarán constituidos por elementos aislantes formando cadenas articuladas, cuyo número de elementos dependerá del nivel de contaminación de la zona, en este caso, tres elementos. Los aisladores y las cadenas que se formen con ellos, así como sus características, se ajustarán a las indicadas en la Norma ENDESA AND008, así como en las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias n° 6700743 ó 6701834, según corresponda en cada caso. Se usarán aisladores U40BS en la línea para conductor LA-56, y sus características son las siguientes:

Tabla 2.4.3.4.1

| Tipo<br>Type | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensions<br>mm |     | Línea de fuga<br>Creepage distance<br>Ligne de fuite<br>mm | Norma de acoplamiento<br>Standard coupling<br>Norme d'assemblage<br>CEI 60 120 | Carga rotura<br>U.T.S.<br>Charge de rupture<br>kN | Peso<br>Weight<br>Poids<br>Kg. |
|--------------|-----------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
|              | P                                             | D   |                                                            |                                                                                |                                                   |                                |
| U 40 B       | 110                                           | 175 | 190                                                        | 11                                                                             | 40                                                | 1,7                            |
| U 70 BS      | 127                                           | 255 | 295                                                        | 16                                                                             | 70                                                | 3,5                            |
| U 70 BL      | 146                                           | 255 | 295                                                        | 16                                                                             | 70                                                | 3,5                            |
| U 100 BS     | 127                                           | 255 | 295                                                        | 16                                                                             | 100                                               | 3,7                            |
| U 120 B      | 146                                           | 255 | 295                                                        | 16                                                                             | 120                                               | 3,8                            |

#### **Aisladores rígidos CS70XX20 (Apoyo n° 2 – Cond. central):**

Sus características serán equivalentes a las indicadas para las cadenas de aisladores de vidrio, y se ajustarán a la Norma ENDESA AND012, así como a las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias n° 6702341 a 6702344, según proceda en cada caso.

#### **Herrajes – Plano 9/10.0/10.1:**

- Horquilla bola HB-11. Especificación técnica de Endesa: 6700746.

Características:

Tabla 2.4.3.4.2

| Tipo<br>Type         | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensions<br>mm |    |    |                   | Norma de<br>acoplamiento<br>Standard coupling<br>Norme<br>d'assemblage<br>CEI 60120 | Carga rotura<br>UTS<br>Charge de<br>rupture<br>kN | Peso<br>Weight<br>Poids aprox.<br>kg |
|----------------------|-----------------------------------------------|----|----|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                      | A                                             | B  | C  | L                 |                                                                                     |                                                   |                                      |
| HB 11                | M12                                           | 30 | 11 | 60                | 11                                                                                  | 75                                                | 0.29                                 |
| HB 16                | M16                                           | 40 | 15 | 82 <sup>(*)</sup> | 16                                                                                  | 100                                               | 0.78                                 |
| HB 16<br>(RU del 70) | M16                                           | 40 | 15 | 82 <sup>(*)</sup> | 16                                                                                  | 160                                               | 0.78                                 |

- Rótula larga R-11-P. Especificación Endesa: 6700745.

Características:

Tabla 2.4.3.4.3

| Tipo<br>Type | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensions<br>mm |    |       | Norma de acoplamiento<br>Standard coupling<br>Norme d'assemblage<br>CEI 60 120 | Carga de rotura<br>U.T.S.<br>Charge de rupture<br>kN | Peso aprox.<br>Aprx. weight<br>Poids aprox.<br>kg |
|--------------|-----------------------------------------------|----|-------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|              | A                                             | B  | L     |                                                                                |                                                      |                                                   |
| R11          | 7                                             | 16 | 41,5  | 11                                                                             | 70                                                   | 0,26                                              |
| R11P         | 7                                             | 16 | 117   | 11                                                                             | 75                                                   | 0,41                                              |
| R16          | 11                                            | 15 | 50,5  | 16 A                                                                           | 110                                                  | 0,51                                              |
| R16P         | 11                                            | 15 | 110,5 | 16 A                                                                           | 110                                                  | 0,80                                              |
| R16A         | 11                                            | 15 | 50,5  | 16 A                                                                           | 140                                                  | 0,51                                              |
| R16AP        | 11                                            | 16 | 133   | 16 A                                                                           | 160                                                  | 0,80                                              |

- Grapa de suspensión GS-1. Especificación Endesa: 6701457.

Características:

Tabla 2.4.3.4.4

| Tipo<br>Type | Dimensiones. Dimensions.<br>Dimensions<br>mm |      |    |    | Nº abarcones<br>Nº U.bolts.<br>Nº etriers | Par de apriete<br>Torque of press<br>Couple de serrage<br>(daN.m) | ø Conductor<br>ø wire<br>ø Conducteur<br>mm |      | Carga rotura.<br>UTS.<br>Charge de rupture<br>kN | Peso aprox.<br>Aprx. weight<br>Poids aprox.<br>kg |
|--------------|----------------------------------------------|------|----|----|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|              | A                                            | B    | C  | D  |                                           |                                                                   | Min.                                        | Max. |                                                  |                                                   |
| GS1          | 144                                          | 50   | 18 | 16 | 2xM10                                     | 1,5                                                               | 5                                           | 12   | 28                                               | 0,50                                              |
| GS2          | 173                                          | 58   | 18 | 16 | 2xM12                                     | 3                                                                 | 12                                          | 17   | 48                                               | 0,88                                              |
| GS3          | 210                                          | 71,5 | 27 | 16 | 2xM12                                     | 4                                                                 | 17                                          | 23   | 70                                               | 1,18                                              |

- Grapa de amarre GA-2. Especificación Endesa: 6701458.

Características:

Tabla 2.4.3.4.5

| Tipo<br>Type | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensions<br>mm |     |      |    | Nº abarcones<br>Nº U.bolts.<br>Nº etriers | Par de apriete<br>Torque of press<br>Couple de serrage<br>daN.m | ø Conductor.<br>ø wire, ø<br>Conducteur<br>mm |      | Carga rotura<br>UTS.<br>Charge de rupture<br>kN | Carga de rotura de la<br>anilla<br>UTS the ring<br>Charge de rupture de<br>l'anneau<br>kN | Peso aprox.<br>Aprx. weight<br>Poids aprox.<br>kg |
|--------------|-----------------------------------------------|-----|------|----|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|              | A                                             | B   | C    | D  |                                           |                                                                 | Min.                                          | Max. |                                                 |                                                                                           |                                                   |
| GA 1         | 100                                           | 78  | 18,5 | 16 | 2xM10                                     | 2                                                               | 5                                             | 10   | 35                                              | 14,4                                                                                      | 0,45                                              |
| GA1/1        | 110                                           | 124 | 20   | 16 | 2xM12                                     | 2                                                               | 5                                             | 12   | 35                                              | 14,4                                                                                      | 0,65                                              |
| GA 2         | 165                                           | 140 | 20   | 16 | 3xM12                                     | 3,5                                                             | 10                                            | 16   | 60                                              | 22,7                                                                                      | 1,10                                              |
| GA 3         | 240                                           | 170 | 22   | 16 | 4xM12                                     | 4,5                                                             | 16                                            | 20   | 80                                              | 31                                                                                        | 1,80                                              |

#### 2.4.3.5.- Apoyos.

Los apoyos que se utilizarán en la construcción de la línea aéreas de MT de este proyecto serán de celosía, éstos cumplirán la norma ENDESA AND001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA.

Atendiendo a su función en la línea los apoyos se clasifican en la siguiente forma:

- **Apoyos de alineación:** Su función es la de sostener los conductores, manteniéndolos elevados del suelo la distancia establecida en el proyecto. Apoyos N° 3, N° 4, N° 5 y N° 6.
- **Apoyos de ángulo:** Su función es la de sostener los conductores, en los vértices de los ángulos que forman dos alineaciones. Apoyo N° 2.
- **Apoyos de fin de línea** Son los situados en el origen y final de la línea y su función es la soportar en sentido longitudinal, las solicitudes de todos los conductores. Apoyos N° 1 y N° 7.

Tabla 2.4.3.5.1

| <b>Designación</b> | <b>Función</b> | <b>Tipo</b> | <b>Esp. Tec.<br/>ENDESA</b> |
|--------------------|----------------|-------------|-----------------------------|
| N° 1               | Fin de línea   | C-2000-14   | 6700379                     |
| N° 2               | Ángulo         | C-2000-14   | 6700379                     |
| N° 3               | Alineación     | C-500-14    | 6701352                     |
| N° 4               | Alineación     | C-500-14    | 6701352                     |
| N° 5               | Alineación     | C-500-14    | 6701352                     |
| N° 6               | Alineación     | C-500-14    | 6701352                     |
| N° 7               | Fin de línea   | C-2000-14   | 6700379                     |

#### 2.4.3.6.- Armados.

##### **Semicrucetas atirantadas (Plano n° 8):**

Se colocarán en los apoyos N° 1, N° 2 y N° 7 (principio de línea, ángulo y fin de línea), y serán del tipo CA-1.50. La separación será de 1.5 m. y sus características son las siguientes:

Tabla 2.4.3.6.1

|          | CA-1,25<br>TA-2,50 | CA-1,50<br>TA-3,00 | CA-1,75<br>TA-3,50 | CA-2,00<br>TA-4,00 | SA-1,25<br>EA-2,50 | SA-1,50<br>EA-3,00 |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>a</b> | 1,25               | 1,50               | 1,75               | 2,00               | 1,25               | 1,50               |
| <b>b</b> | 1,20               | 1,20               | 1,80               | 1,80               | 1,20               | 1,80               |
| <b>c</b> | ---                | ---                | ---                | ---                | 1,50               | 1,75               |

**Cruceta tipo bóveda (Plano nº 8):**

Se colocarán en los apoyos Nº 3, Nº 4, Nº 5 y Nº 6 (alineación), y serán del tipo BC1-15.

La separación será de 1.5 m. y sus características son las siguientes:

Tabla 2.4.3.6.2

|          | B-2  | B-3  | B-4  | B-5  | BC1-15 | BC2-15 | BC2-20 | BC3-20 |
|----------|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|
| <b>a</b> | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 1,50   | 1,50   | 2,00   | 2,00   |
| <b>b</b> | - -  | - -  | 0,70 | 1,00 | - -    | - -    | - -    | - -    |
| <b>c</b> | 1,20 | 1,20 | 1,10 | 1,10 | 1,50   | 1,50   | 1,50   | 1,50   |

**2.4.3.7.- Aparamenta**

La aparamenta a instalar en las redes de distribución de ENDESA en Andalucía deben cumplir las siguientes Normas y especificaciones:

- Seccionador exterior aéreo tripolar vertical SEV 24-400-CN para los apoyos Nº 1 y Nº 7: Norma ENDESA AND005, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6702211, 6702212, 6702244, 6702245 ó 6702246, según corresponda en cada caso.

**2.4.3.8.- Puesta a tierra de apoyos**

Los apoyos metálicos de celosía estarán provistos de una puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse por descargas en el propio apoyo. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente en cabecera de línea, deberá facilitar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, y contribuir, en caso de contacto con masas susceptibles de ponerse en tensión, a eliminar el riesgo eléctrico de tensiones peligrosas. El valor máximo de la resistencia de puesta a tierra será de 20  $\Omega$ .

En apoyos 2, 3, 4, 5 y 6 se instalará tierra abierta, una pica de acero galvanizado de 4 m **(ver plano 12.0)**.

Cuando, debido a las características del terreno, no fuera posible obtener el valor de la resistencia de puesta a tierra indicado en el párrafo anterior, se admitirá un valor superior, siempre que se refuerce el aislamiento del apoyo hasta el valor correspondiente al escalón superior de tensión normalizada (aislamiento reforzado).

Los apoyos situados en lugares de pública concurrencia, que soporten aparatos de maniobra, o en conversiones aéreo-subterráneas, en este proyecto los apoyos 1 y 7 (**ver plano 12.1**), dispondrán de una toma de tierra en forma de anillo cerrado, enterrado alrededor de la cimentación, a 1 m de distancia de las aristas de ésta y a 0,5 m de profundidad. Al anillo se le conectarán como mínimo dos picas de 2 m hincadas en el terreno, de modo que se consiga un valor de resistencia menor de 20  $\Omega$ , garantizando una tensión de contacto inferior a 24V en caso de defecto a tierra.

La estructura metálica de los apoyos se conectará a tierra. Todos los herrajes auxiliares, así como la tierra de los pararrayos y el chasis de la aparamenta, si los hubiera, se conectarán a una línea general de tierra que a su vez estará conectada al anillo de puesta a tierra (**ver plano 13.1**).

#### **2.4.4.- Distancias de seguridad.**

##### **2.4.4.1.- Distancias de conductores al terreno.**

La distancia de los conductores al terreno será tal que, en el cálculo para las condiciones más desfavorables de sobrecarga o de máxima flecha vertical, se consideren situados por encima de cualquier punto del terreno o superficie de agua no navegable a una altura mínima de 7 m y de 8 m en los cruces con vías de comunicación. Con ello se compensarán pequeñas variaciones del perfil del terreno no consideradas en el estudio topográfico.

##### **2.4.4.2.- Distancia entre conductores y entre éstos y los apoyos.**

La distancia entre conductores de distinta fase sometidos a tracción mecánica, así como entre conductores y apoyos, deberá ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito, teniendo en cuenta los efectos del viento y el desprendimiento de nieve acumulada sobre los conductores. Para determinar la distancia entre conductores, se aplicarán los criterios de cálculo indicados en el apartado 5.4 de la ITC-LAT 07.

En zonas en las que puedan preverse formaciones importantes de hielo sobre los conductores, se analizará el riesgo de aproximación entre los mismos.

#### **2.4.5.- Trazado.**

Cuando la traza de la línea discurra por terreno forestal se preparará un corredor, en el que se eliminará la masa forestal, de modo que se forme una zona de seguridad según indica el apartado 5 de la ITC-LAT 07. La separación de la línea a la masa forestal en el sentido horizontal no será en ningún caso inferior a 2 ó 3 m en zonas con especies arbóreas de

crecimiento rápido. Esta distancia se considerará bajo la acción de un viento de 120 km/h y una temperatura de 15 °C.

En el diseño del trazado de la línea se tendrá en cuenta la facilidad de acceso al lugar en que se vayan a instalar los apoyos, tanto en la fase de construcción como en la de explotación.

#### **2.4.6.- Paso de aérea a subterránea (Apoyo nº 7) – (Ver detalle en plano nº 13.1).**

En los casos de que una línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La conexión del cable subterráneo con la línea aérea será siempre seccionable, en el apoyo Nº 7 se colocará dispositivo de seccionamiento, estará de acuerdo con el apartado 2.4.3.7. de la presente memoria.

- En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo con un grado de protección contra daños mecánicos IK10 según la norma UNE EN50102. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno (**ver plano 13.1**). El diámetro exterior del conductor de 150 mm<sup>2</sup> es de 33 mm como se indica en el apartado 2.3.1. del presente proyecto, como se trata de una terna de cables unipolares, este diámetro se multiplica por 3, dando 99 mm, y dado que en el apartado 5.7.7. de las normas SEVILLANA-ENDESA se especifica que ha de ser 1.5 veces superior al diámetro aparente de la terna de cables, se pondrá un tubo de diámetro 150 mm.

- Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos de óxido metálico. Los terminales de tierra de éstos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. El margen de protección entre el nivel de aislamiento del transformador y el nivel de protección del pararrayos será del 80%, cumpliendo con el apartado 2.3.8 del capítulo 4 de las normas SEVILLANA-ENDESA.

#### **2.4.7.- Caída de tensión máxima permitida.**

Según el apartado 5.4.2.- de las normas particulares SEVILLANA-ENDESA capítulo 5, los conductores de la línea se dimensionarán de forma que la caída de tensión en el punto más alejado del origen de la línea o de sus derivaciones, en las condiciones de explotación indicadas por la empresa distribuidora, no supere el 7% de la tensión de servicio de la

línea, según indica el Real Decreto 1955/2000 (**ver apartado 2.2 del ANEXO II Cálculos eléctricos MT**).

#### **2.4.8.- Cimentaciones.**

Las dimensiones de las cimentaciones corresponderán a las calculadas según lo indicado en el apartado 5.5.2 de las normas particulares de SEVILLANA- ENDESA capítulo 5, para cada tipo de apoyo y terreno en el cual esté situado el apoyo. Las excavaciones tendrán las paredes laterales, verticales.

La dosificación de hormigón será de 200 kg/m<sup>3</sup>.

#### **2.4.9.- Tendido.**

El tendido se efectuará con medios auxiliares (poleas y cuerdas). Se evitará la formación de cocas, el arrastre del cable por el suelo y su rozamiento con el arbolado u otros accidentes del terreno.

El tensado se efectuará entre apoyos con cadenas de amarre, y se realizará tomando como referencia el vano de regulación. La flecha se ajustará a la indicada en las tablas de tendido, especificadas en el proyecto, las cuales deberán ajustarse a las condiciones existentes en el momento del tendido. El tensado se efectuará con útiles adecuados.

#### **2.4.10.- Apoyos con cadenas de suspensión.**

En los apoyos situados en alineación (Nº 3, Nº 4, Nº 5 y Nº 6), en terrenos de poco desnivel y comprendidos entre dos apoyos con cadenas de amarre, el aislamiento podrá adoptar la condición, en suspensión.

Deberá tenerse en cuenta que en condiciones extremas no se produzcan componentes de esfuerzo vertical negativas que den lugar al giro de la cadena y a la consiguiente pérdida de la distancia de seguridad.

#### **2.4.11.- Apoyos con cadenas de amarre.**

Los apoyos con cadenas de amarre (Nº 1, Nº 2 y Nº 7) se diseñarán para soportar esfuerzos en las tres proyecciones vertical, longitudinal y transversal, de forma separada o conjunta. Todos sus componentes estarán dimensionados en función de las solicitudes específicas de su ubicación en el trazado.

Todos los apoyos con cadenas de amarre que se instalen serán metálicos de celosía.

#### **2.4.12.- Derivaciones y conexiones.**

La conexión de la derivación en el apoyo nº 1 (**ver plano 13.0**) se efectuará en el puente flojo comprendido entre dos cadenas de amarre. En ningún caso, en el punto de conexión los conductores quedarán sometidos a sollicitaciones mecánicas. La unión entre los conductores se efectuará mediante conectores de apriete por cuña.

#### **2.4.13.- Apoyos con aparamenta.**

El montaje de la aparamenta en los apoyos que la lleven incorporada, se ejecutará de modo que las partes en tensión queden suficientemente alejadas de las partes puestas a tierra, y estén situadas de forma que se evite la posada de aves. En todo caso, la altura mínima respecto al suelo a la que debe estar cualquier parte en tensión de la aparamenta será de 7 m.

La línea de alimentación del Cliente debe estar adecuadamente protegida desde el comienzo de la misma, en el primer apoyo de la derivación dicha protección estará compuesta por:

- Cortacircuitos fusibles más interruptor-seccionador. Se indica en el capítulo IV apartado 5 de las normas de la compañía SEVILLANA-ENDESA.

#### **2.4.14.- Señalización.**

Los apoyos llevarán una señal triangular distintiva de riesgo eléctrico en una de sus caras, según las dimensiones y colores que se especifican en el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

### 3.- ACTUACIÓN N° 2.

#### 3.1.- Introducción.

Centro de transformación compacto en el interior de local prefabricado encargado de transformar la tensión de la línea de MT, a tensión en BT para dar alimentación al polígono industrial "La Dehesa" cuya potencia es de 630 KVA. Este apartado estará de acuerdo al capítulo IV de las normas particulares de la compañía suministradora SEVILLANA-ENDESA.

#### 3.2.- Centro de transformación interior.

##### 3.2.1.- Centro de transformación prefabricado de celdas compactas (plano n° 6).

Estos deberán cumplir con la Norma ENDESA GE FND004, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias n° 6702126 a 6702131, según corresponda en cada caso.

El centro de transformación compacto irá ubicado en local prefabricado homologado, en este caso, deberá cumplirse lo indicado sobre dimensiones en los apartados siguientes.

El centro de transformación prefabricado de hormigón compacto es el EHC-2 T1, preparado para albergar en su interior (2L+1PF+1CBT+1T):

- \* Una celda compacta monobloque compuesta de dos celdas de línea, y una celda de interruptor-fusibles combinados para protección del transformador.
- \* Un cuadro de baja tensión para la distribución de las líneas.
- \* Un transformador de 630 kVA.

Las dimensiones del CT según fabricante serán (Catálogo Merlin-Gerlin):

Tabla de dimensiones y pesos:

Tabla 3.2.1.1

| serie EHC                | EHC-1 | EHC-2 |
|--------------------------|-------|-------|
| longitud total (mm)      | 1610  | 3220  |
| anchura total (mm)       | 2500  | 2500  |
| altura total (mm)        | 3300  | 3300  |
| superficie ocupada (m²)  | 4,03  | 8,05  |
| volumen exterior (m³)    | 13,28 | 26,57 |
|                          |       |       |
| longitud interior (mm)   | 1490  | 3100  |
| anchura interior (mm)    | 2240  | 2240  |
| altura interior (mm)     | 2535  | 2535  |
| superficie interior (m²) | 3,34  | 6,94  |
|                          |       |       |
| peso vacío (Tm)          | 6,5   | 11    |

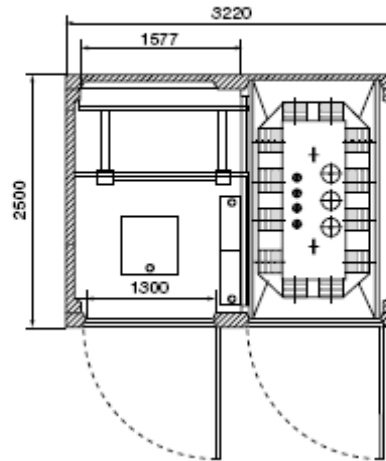
Las dimensiones del foso del CT según fabricante serán (Catálogo Merlin-Gerlin):

Tabla 3.2.1.2

| serie EHC   |     | EHC-1 | EHC-2 |
|-------------|-----|-------|-------|
| Foso<br>(m) | "c" | 3,50  | 3,50  |
|             | "d" | 2,10  | 4,00  |

Vista del CT

### planta EHC-2 T1D



### 3.2.2.- Celda compacta RM6.

#### Descripción de la celda (Catálogo Merlin-Gerlin):

RM6 es una celda de reducidas dimensiones compuesta de 1 a 4 unidades funcionales integradas.

Este conjunto monobloque con aislamiento integral incluye: c Una envolvente metálica de acero inoxidable, estanca y sellada de por vida, que contiene las partes activas, el interruptor seccionador, el seccionador de tierra, el interruptor combinado con fusibles o el interruptor automático.

- \* De uno a cuatro compartimentos para cables con pasatapas de conexión.
- \* Un compartimento de baja tensión.
- \* Un compartimento de mando.
- \* Un compartimento de fusibles para la función Q (interruptor combinado con fusibles).

La celda compacta RM6 responde a la definición de "sistema a presión sellado", conforme con la recomendación CEI.

El interruptor seccionador y el seccionador de tierra ofrecen todas las garantías de maniobra para el usuario:

### \* Estanqueidad

La envolvente está llena de SF6 a una presión relativa de 0,2 bar y queda sellada de por vida después del llenado. Su estanqueidad se verifica sistemáticamente en fábrica y otorga al aparato una esperanza de vida útil de 30 años. Por lo tanto, la celda RM6 no requiere ningún mantenimiento de las partes activas.

### \* Corte del interruptor seccionador

La extinción del arco eléctrico se obtiene aplicando la técnica de autosoplado de SF6.

### \* Interruptor automático

La extinción del arco eléctrico se obtiene aplicando la técnica del arco giratorio, acompañada de autoexpansión de SF6, lo que provoca el corte de cualquier intensidad hasta la intensidad de cortocircuito.

### Elección de las funciones:

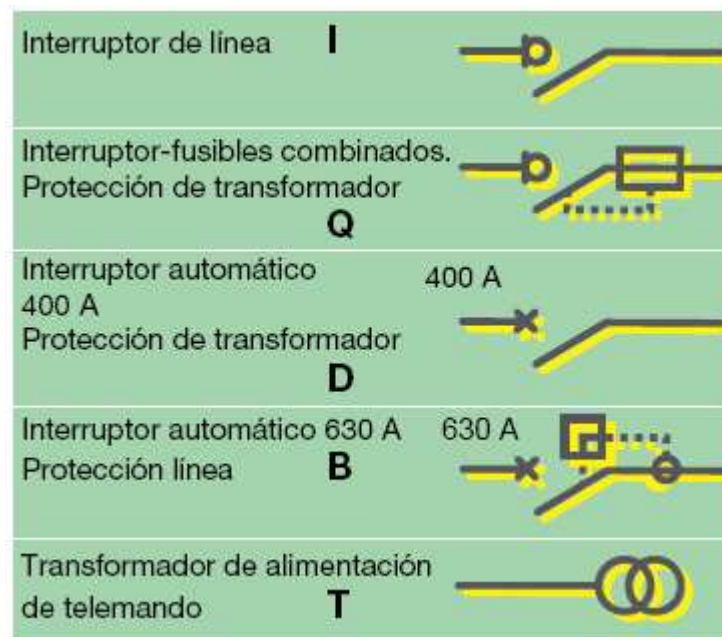
La gama ofrece al usuario un abanico de combinaciones de RM6 no extensible con 1, 2, 3 y 4 unidades funcionales.

Se adapta a todas las necesidades y permite elegir la protección del transformador:

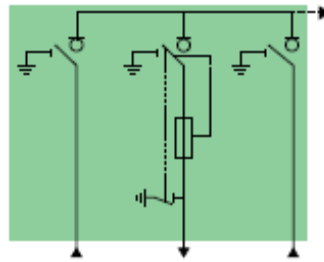
- \* Interruptor seccionador combinado con fusibles.
- \* Interruptor automático 400 A.

También permite proteger las líneas de bucle MT con un interruptor automático de 630 A.

La mayoría de estos aparatos también existe en versión extensible por la derecha o totalmente extensible (ambos lados) para cuando se prevea una ampliación futura de la red.



En este CT se colocará:



DE-IQI

(Celda extensible)

**RM6 cumple las normas:**

- \* CEI: 60694, 60298, 60265, 60129, 60420, 62271, 60255.
- \* UNE-EN 60298, RU 6407B.

Condiciones normales de servicio, según CEI 60694 para equipo de interior:

- \* Temperatura ambiente:
- \* Clase –25 interior.
- \* Inferior o igual a 40 °C.
- \* Inferior o igual a 35 °C de media en 24 h.
- \* Superior o igual a –25 °C.
- \* Altitud:
- \* Inferior o igual a 1.000 m.
- \* Por encima de 1.000 m, y hasta 3.000 m, con conexiones de campo dirigido.
- \* Poder de corte

Los interruptores de celdas RM6 son “interruptores de clase E3/M1” conformes a la norma CEI 60265, es decir:

- \* 100 ciclos de cierre-apertura de la intensidad asignada con  $\cos \phi = 0,7$ .
- \* 1.000 maniobras de apertura mecánica.

Los interruptores automáticos están diseñados para realizar:

- \* 2.000 maniobras de apertura mecánica conforme con la norma CEI 60056.
- \* 100 ciclos de cierre-apertura a la intensidad nominal.
- \* 5 ciclos de cierre-apertura con la intensidad de cortocircuito.

**Características eléctricas de las celdas:**

Tabla 3.2.2.1

|                                                                                  |                            |     |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----|-----|
| tensión asignada (kV)                                                            | 24                         |     |     |
| nivel de aislamiento                                                             |                            |     |     |
| frecuencia industrial                                                            | 50 Hz 1 mn (kV ef.)        | 50  |     |
| onda de choque                                                                   | 1,2/50 $\mu$ s (kV cresta) | 125 |     |
| <b>función de línea (I)</b>                                                      |                            |     |     |
| intensidad asignada (A) <sup>(1)</sup>                                           | 400                        | 630 | 630 |
| intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) <sup>(2)</sup>               | 16                         | 16  | 20  |
| poder de corte asignado con cables en vacío (A)                                  | 30                         | 30  | 30  |
| poder de cierre del interruptor y del seccionador de puesta a tierra (kA cresta) | 40                         | 40  | 50  |
| <b>función de protección de transformador (Q o D)</b>                            |                            |     |     |
| <b>interruptor-fusibles combinados (Q)</b>                                       |                            |     |     |
| intensidad asignada (A)                                                          | 200                        | 200 | 200 |
| poder de cierre (kA cresta) <sup>(3)</sup>                                       | 40                         | 40  | 50  |
| <b>interruptor automático D</b>                                                  |                            |     |     |
| intensidad asignada (A) <sup>(1)</sup>                                           | 400                        | 400 |     |
| intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) <sup>(2)</sup>               | 16                         | 16  |     |
| poder de corte en cortocircuito (kA ef.)                                         | 16                         | 16  |     |
| poder de cierre (kA cresta)                                                      | 40                         | 40  |     |
| <b>función de protección de línea con interruptor automático (B)</b>             |                            |     |     |
| intensidad asignada (A) <sup>(1)</sup>                                           |                            | 630 |     |
| intensidad admisible de corta duración (kA ef./1 s) <sup>(2)</sup>               |                            | 16  |     |
| poder de corte en cortocircuito (kA ef.)                                         |                            | 16  |     |
| poder de cierre (kA cresta)                                                      |                            | 40  |     |

**Dimensión de los interruptores-fusibles del transformador:**

El calibre de los fusibles utilizados para la protección del transformador depende, entre otras, de las Características siguientes:

- \* Tensión de servicio.
- \* Potencia del transformador.
- \* Disipación térmica de los fusibles.
- \* Tecnología de los fusibles (fabricante).

Se recomienda instalar fusibles:

- \* **Tipo Fusarc CF:** según normas dimensionales DIN 43625 con percutor.

Consultar la siguiente tabla de elección según fabricante:

(Calibre en A - utilización sin sobrecarga a  $-25\text{ }^{\circ}\text{C} < s < 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Tabla 3.2.2.2

| Tensión<br>(kV) | Potencia del transformador (kVA) |     |     |     |     |     |       |
|-----------------|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
|                 | 50                               | 100 | 160 | 250 | 400 | 630 | 1.000 |
| 25              | 5                                | 10  | 16  | 20  | 32  | 40  | 63    |
| 20              | 5                                | 10  | 20  | 32  | 40  | 63  | 63    |
| 15,4            | 10                               | 16  | 20  | 40  | 63  | 63  | 100   |
| 10              | 10                               | 20  | 32  | 40  | 63  | 100 | 100   |
| 5               | 20                               | 40  | 63  | 100 | 100 | --- | ---   |

Para un transformador de 630 kVA. a 20 kV. → fusibles de 63 A. (2.3.3 del Capítulo IV de Sevillana-Endesa).

### 3.2.3.- Cuadro de baja tensión para la distribución de las líneas (plano 6.0).

Los cuadros de baja tensión deben cumplir con la Norma ENDESA FNZ001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700040 y 6700380, admitirán cuatro salidas y un módulo de ampliación, y estarán dotados de los desconectores necesarios para las salidas de cables, provistos de fusibles de uso general aptos para la intensidad nominal de las líneas que alimentan y que deberán cumplir con lo especificado en la Norma ENDESA NNL011.

Suministro en que la demanda del mismo sea superior a dicha intensidad, colocándose entonces el interruptor adecuado que incluso, podrá ser único para la salida del transformador.

El neutro de las salidas de baja tensión será seccionable mediante el uso de la herramienta adecuada.

La salida para servicios propios del centro debe tener protección diferencial. (Capítulo IV apartado 2.3.7. de la compañía SEVILLANA-ENDESA).

### 3.2.4.- Transformador de potencia.

Transformadores de distribución MT/BT – transformador seco encapsulado Trihal de 630 kVA aislamiento 24 kV - tensión secundaria 420 V.

Tabla 3.2.4.1

| potencia asignada (kVA) <sup>(1)</sup> | 100                            | 160      | 250   | 315   | 400    | 500    | 630    | 800   | 1000   | 1250   | 1600   | 2000   | 2500   |
|----------------------------------------|--------------------------------|----------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| tensión primaria asignada (kV)         | 20 o 13,2/20 o 15/20           |          |       |       |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
| nivel de aislamiento asignado (kV)     | 24                             |          |       |       |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
| tensión secundaria en vacío (V)        | 420                            |          |       |       |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
| regulación sin tensión                 | + 2,5 + 5 + 7,5 + 10 %         |          |       |       |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
| grupo de conexión                      | Dyn 11                         |          |       |       |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
| pérdidas (W)                           | en vacío                       | 460      | 650   | 880   | 1030   | 1200   | 1400   | 1650  | 2000   | 2300   | 2600   | 3100   | 4000   |
| debidas a la carga                     | a 75 °C                        | 1800     | 2350  | 3300  | 4000   | 4800   | 5700   | 6800  | 8200   | 9600   | 11400  | 14000  | 17400  |
|                                        | a 120 °C                       | 2050     | 2700  | 3800  | 4600   | 5500   | 6500   | 7800  | 9400   | 11000  | 13100  | 16000  | 20000  |
| tensión de cortocircuito (%)           |                                | 6        | 6     | 6     | 6      | 6      | 6      | 6     | 6      | 6      | 6      | 6      | 6      |
| corriente de vacío (%)                 |                                | 2,5      | 2,3   | 2     | 1,8    | 1,5    | 1,5    | 1,3   | 1,3    | 1,2    | 1,2    | 1,2    | 1,1    |
| corriente transitoria                  | la/n valor de cresta           | 10,5     | 10,5  | 10,5  | 10     | 10     | 10     | 10    | 10     | 10     | 10     | 9,5    | 9,5    |
| de conexión                            | constante de tiempo            | 0,1      | 0,13  | 0,18  | 0,2    | 0,25   | 0,25   | 0,26  | 0,3    | 0,3    | 0,35   | 0,4    | 0,5    |
| caída de tensión a plena carga (%)     |                                |          |       |       |        |        |        |       |        |        |        |        |        |
|                                        | cos $\varphi$ = 1              | a 75 °C  | 1,96  | 1,64  | 1,49   | 1,44   | 1,37   | 1,31  | 1,25   | 1,20   | 1,14   | 1,09   | 1,05   |
|                                        |                                | a 120 °C | 2,21  | 1,85  | 1,69   | 1,63   | 1,55   | 1,47  | 1,41   | 1,35   | 1,27   | 1,22   | 1,18   |
|                                        | cos $\varphi$ = 0,8            | a 75 °C  | 4,94  | 4,74  | 4,64   | 4,61   | 4,57   | 4,53  | 4,49   | 4,45   | 4,41   | 4,38   | 4,35   |
|                                        |                                | a 120 °C | 5,08  | 4,87  | 4,77   | 4,73   | 4,68   | 4,63  | 4,59   | 4,55   | 4,50   | 4,47   | 4,44   |
| rendimiento (%)                        | cos $\varphi$ = 1              | a 75 °C  | 97,79 | 98,16 | 98,355 | 98,428 | 98,522 | 98,6  | 98,676 | 98,741 | 98,824 | 98,877 | 98,943 |
|                                        |                                | a 120 °C | 97,55 | 97,95 | 98,16  | 98,24  | 98,35  | 98,44 | 98,52  | 98,60  | 98,69  | 98,74  | 98,82  |
| carga 100 %                            | cos $\varphi$ = 0,8            | a 75 °C  | 97,25 | 97,71 | 97,95  | 98,04  | 98,16  | 98,26 | 98,35  | 98,43  | 98,53  | 98,60  | 98,68  |
|                                        |                                | a 120 °C | 96,98 | 97,45 | 97,71  | 97,81  | 97,95  | 98,06 | 98,16  | 98,25  | 98,36  | 98,43  | 98,53  |
| carga 75 %                             | cos $\varphi$ = 1              | a 75 °C  | 98,07 | 98,38 | 98,56  | 98,63  | 98,72  | 98,79 | 98,85  | 98,91  | 98,98  | 99,03  | 99,09  |
|                                        |                                | a 120 °C | 97,89 | 98,22 | 98,42  | 98,49  | 98,59  | 98,67 | 98,74  | 98,80  | 98,88  | 98,93  | 99,00  |
|                                        | cos $\varphi$ = 0,8            | a 75 °C  | 97,60 | 97,99 | 98,21  | 98,29  | 98,40  | 98,49 | 98,57  | 98,64  | 98,73  | 98,79  | 98,87  |
|                                        |                                | a 120 °C | 97,38 | 97,79 | 98,03  | 98,12  | 98,24  | 98,34 | 98,43  | 98,50  | 98,61  | 98,68  | 98,76  |
| ruido <sup>(2)</sup>                   | potencia acústica Lwa          | 59       | 62    | 65    | 67     | 68     | 69     | 70    | 72     | 73     | 75     | 76     | 78     |
| dB (A)                                 | presión acústica Lpa a 1 metro | 51       | 54    | 56    | 57     | 59     | 60     | 61    | 63     | 64     | 65     | 66     | 67     |

(1) resumen de niveles de aislamiento según UNE 20101.

(2) sombreadas las potencias preferentes según UNE 21538-1.

(3) medidas según UNE 21315.

(\*) la potencia asignada está definida en refrigeración natural por aire (AN). En condiciones particulares se puede aumentar un 40 % añadiendo ventilación forzada (AF). Consultarnos.

| tensión más elevada para el material (kV) | 7,2 | 12 | 17,5 | 24  | 36  |
|-------------------------------------------|-----|----|------|-----|-----|
| kV <sub>ef</sub> 50 Hz - 1 min            | 20  | 28 | 38   | 50  | 70  |
| kV choque, 1,2/50 $\mu$ s                 | 60  | 75 | 95   | 125 | 170 |

**Tipo:**

Trihal es un transformador trifásico de tipo seco (clase térmica F) con bobinados encapsulados y moldeados al vacío en una resina epoxy que contiene una carga activa.

Esta carga, compuesta esencialmente de alúmina trihidratada Al(OH)<sub>3</sub>.

**Trihal:**

Trihal es un transformador de tipo interior (para instalarlo en intemperie). Trihal es conforme a las normas:

- \* UNE 20178 (1986).
- \* IEC 76-1 a 76-5.
- \* IEC 726 (1982).
- \* UNE 21538-1 (1996)

Documentos de armonización CENELEC HD 538-1 S1 y HD 538-1 S2 relativos a transformadores trifásicos de distribución de tipo seco.

**Gama:**

- \* Transformadores de distribución MT/BT de 100 a 2500 kVA hasta 36 kV.

### Sistema de calidad

El certificado entregado por la AFAQ (Asociación Francesa para Asegurar la Calidad), equivalente en Francia de AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), atestigua que los transformadores Trihal se realizan siguiendo un sistema de calidad conforme a la norma internacional ISO 9001.

#### Índices de protección

Tabla 3.2.4.2

| grado de protección | definición | 1.ª cifra IP<br>protección<br>contra cuerpos<br>sólidos | 2.ª cifra IP<br>protección<br>contra<br>líquidos             | cifra IK<br>protección contra<br>los choques<br>mecánicos |
|---------------------|------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                     | escala*    | 0 a 6                                                   | 0 a 8                                                        | 0 a 10                                                    |
| IP31                |            | protegido<br>contra cuerpos<br>sólidos<br>> 2,5 mm      | protegido<br>contra caídas<br>verticales de<br>gotas de agua |                                                           |
| IP21                |            | protegido<br>contra cuerpos<br>sólidos<br>> 12 mm       | protegido<br>contra caídas<br>verticales de<br>gotas de agua |                                                           |
| IK7                 |            |                                                         |                                                              | protegido contra<br>los choques<br>mecánicos<br>2 julios  |

\* 0 = ausencia de protección.

### Tecnología:

#### Circuito magnético:

El circuito magnético se realiza con chapa de acero al silicio de grano orientado aislada por óxidos minerales.

La elección de la calidad de la chapa y de la técnica de corte y ensamblado condiciona las prestaciones magnéticas del circuito.

#### Arrollamiento de baja tensión:

El arrollamiento de baja tensión se realiza generalmente siguiendo la técnica de bobinado en banda de aluminio. Esta técnica permite obtener esfuerzos axiales nulos en cortocircuitos.

Las espiras son separadas por una película aislante de clase F.

Una vez ensambladas y fijadas las bobinas sobre el circuito magnético, se impregna el conjunto de ambos con una resina de clase F, a continuación tiene lugar la polimerización de la resina.

Este proceso garantiza una excelente resistencia a las agresiones de la atmósfera industrial y una excelente resistencia dieléctrica.

### **Arrollamiento de media tensión:**

El arrollamiento de media tensión se realiza según el método desarrollado y patentado por France Transfo: “Bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas”.

Este procedimiento permite obtener un gradiente de tensión entre espiras muy débil y una capacidad en serie más uniforme en la bobina, lo que favorece la linealidad de repartición de la onda de choque y disminuye los esfuerzos entre espiras.

Este arrollamiento, incluyendo exclusivamente el conductor (hilo esmaltado) sin aislante entre capas, es encapsulado y moldeado bajo vacío en una resina de clase F cargada e ignífuga: el sistema de encapsulado Trihal es único.

Gracias a esta técnica de bobinado y a este encapsulado en vacío, se consigue reforzar las características dieléctricas, y el nivel de descargas parciales es particularmente bajo, lo que evita la degradación de los aislantes y, por tanto, alarga la vida del transformador.

### **Ensayos eléctricos:**

Estos ensayos son destinados a verificar las características eléctricas contractuales.

Incluyen:

#### **\* Ensayos individuales (o de rutina).**

Estos ensayos son realizados sistemáticamente en todos los transformadores Trihal al final de su fabricación y son objeto de un protocolo de ensayos. Se desglosan como sigue:

#### **\* Control de características:**

- Medición de la resistencia de los arrollamientos.
- Medición de la relación de transformación y control del grupo de conexión.
- Medición de la tensión de cortocircuito.
- Medición de las pérdidas debidas a la carga.
- Medición de las pérdidas y de la corriente en vacío.

#### **\* Ensayos dieléctricos:**

- Ensayo de tensión aplicada.
- Ensayo de tensión inducida.
- Medición de las descargas parciales, criterio de aceptación:
  - 10 pC con 1,10 Um (1).
  - 10 pC garantizado con 1375 Un, si Um > 1,25 Un.

#### **\* Ensayos de tipo.**

Se efectúan en opción y son a cargo del cliente.

**\* Ensayo con impulso tipo rayo (1).**

Normalmente la tensión de ensayo es de polaridad negativa. La secuencia de ensayos se compone de un choque cuya amplitud se encuentra entre el 50 % y el 75 % de la tensión total seguido de tres choques con tensión total.

El choque aplicado es un impulso tipo rayo normalizado pleno (ver figura al lado).

**\* Ensayo de calentamiento.**

Se realiza según el método de simulación de puesta en carga. Se miden los calentamientos durante dos ensayos:

- Uno con sólo las pérdidas en vacío.
- El otro con sólo las pérdidas debidas a la carga.

Se deduce de ello el calentamiento global.

**\* Ensayos especiales.**

Se realizan bajo demanda y son a cargo del cliente.

**\* Ensayos de resistencia al cortocircuito franco.**

Estos ensayos se realizan en una plataforma especial según la norma UNE 20101-5.

Se efectúan 3 ensayos por columna de una duración de 0,5 segundos.

Ensayo satisfactorio realizado con un transformador Trihal 800 kVA 20 kV el 29 de febrero 1988 en el Centro de Ensayos de EDF de Les Renardières.

**3.3.- Local (Planos 6.0 y 6.1).**

**3.3.1.- Ubicación y accesorios.**

La ubicación se determinará considerando el Artículo 47 del R.D. 1955/2000, así como los aspectos siguientes:

El local del CT va a tener acceso directo desde la vía pública, tanto para el personal, como para la instalación o sustitución de equipos. Tendrá una acera exterior de 1,10 m de anchura, para protección suplementaria frente a tensiones de contacto.

Los viales para el acceso al CT permitirán el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos integrantes de aquél, hasta el lugar de ubicación del mismo (**plano nº 3.0**).

El acceso al interior del local del CT será exclusivo para el personal de ENDESA. Este acceso estará situado en una zona que con el CT abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorro.

El local estará convenientemente defendido contra la entrada de aguas en aquellos lugares en que haya posibilidad de inundaciones o en las zonas de alto nivel freático. En todo caso,

dicho nivel freático se encontrará a 0.4 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del C.T.

El local se encontrará necesariamente en superficie, a la misma cota que el vial de acceso.

### **3.3.2.- Dimensiones.**

Las dimensiones del CT deberán permitir:

- El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.
- El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquiera de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.
- La instalación de las celdas prefabricadas de MT según las Normas ENDESA FND002 y FND003.
- La instalación de uno o dos transformadores de 1.000 kVA.
- La instalación de cuadros de Baja Tensión de acuerdo a las dimensiones establecidas en la Norma Endesa FNZ001, considerando la posibilidad de ocho salidas por transformador.
- En los pasos de cables, se tendrán en cuenta canales cuya profundidad será de 0,4 m.

Para determinar las dimensiones del CT se establecen los siguientes criterios:

a) Se instalará el conjunto de las celdas de forma alineada. Debe dejarse el espacio libre necesario para una celda adicional, en previsión de una posible ampliación.

b) Se tendrán en cuenta las superficies de ocupación de la aparamenta y las de pasillos o zonas de maniobra indicadas en el apartado 2.2.3 de las normas de SEVILLANA-ENDESA capítulo 4 “Superficies de ocupación”.

c) Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles deberán quedar perfectamente delimitadas y protegidas, debiendo respetarse las distancias indicadas en la Tabla 1 del 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.

Como aplicación de todo lo anterior para este caso de CT con entrada y salida de línea, para que un local pueda ser apto para utilizarse como Centro de Transformación, debe tener unas dimensiones tales que pueda ubicarse dentro de él un paralelepípedo rectangular, como mínimo, de las siguientes dimensiones:

24 kV.-1 trafo- 3220 x 2500 x 3300 mm tal y como se indica en el plano 6.1.

### 3.3.3.- Ventilación.

Sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se han diseñado procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre el transformador.

En la Tabla 2.2.4 Cap. IV SEVILLANA-ENDESA se indican los valores de las secciones en m<sup>2</sup> de los huecos de ventilación, en función de H, que es la diferencia de cotas entre los centros geométricos de las ventanas de ventilación de entrada y salida.

Tensión de trafo 24 kV.

Tabla 3.3.3.1

| Tensión<br>Trafo<br>(kV) | H (metros) |      |      |      |      |
|--------------------------|------------|------|------|------|------|
|                          | 1          | 1,5  | 2    | 2,5  | 3    |
| 24                       | 2,18       | 1,79 | 1,54 | 1,38 | 1,26 |
| 36                       | 2,24       | 1,83 | 1,58 | 1,41 | 1,29 |

### 3.3.4.- Insonorización y medidas antivibratorias.

El aislamiento acústico y antivibratorio cumplirán con la Norma ONSE 34.20-12 y los documentos ENDESA FGA001 y FGH005.

### 3.3.5.- Medidas contra incendios.

En la fase de proyecto y construcción de la obra civil, se tomarán las medidas de protección contra incendios de acuerdo a el Capítulo IV de las normas particulares de la compañía Sevillana-Endesa.

### 3.3.6.- Elementos constructivos.

En este caso el CT estará en un edificio independiente, prefabricado de hormigón, que debe cumplir con la Norma ENDESA FNH001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6702980 a 6702983, según corresponda.

### 3.3.7.- Construcción de la solera.

La solera soportará los esfuerzos verticales asignados para los forjados para cargas fijas y móviles indicadas en el apartado 2.2.7 del cap. IV de las normas SEVILLANA-ENDESA.

### **3.3.8.- Canalizaciones de entrada de cables.**

Los cables entrarán al CT a través de tubos, llegando a las celdas por un sistema de canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro PN 160, su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas. Los que no se utilicen se sellarán con espumas impermeables y expandibles. Estos tubos cumplirán con la Norma ENDESA CNL002, así como con las Especificaciones Técnicas ENDESA Referencias nº 6700144 ó 6700145, según se trate. Los canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables.

En los canales, los radios de curvatura serán de 0,60 m.

### **3.3.9.- Recogida de aceite.**

Con la finalidad de permitir la evacuación y la no extensión del líquido inflamable, se dispondrá de una cubeta provista de cortafuegos de grava, según se indica en las normas particulares de la compañía Sevillana-Endesa en el Capítulo IV, que retenga o canalice el aceite a un depósito con revestimiento estanco que soporte temperaturas superiores a 400°C.

Este depósito de recogida de aceite tendrá una capacidad de 650 litros por cada transformador y podrá situarse bajo la zona de servidumbre de las celdas o en un lugar externo al CT que no ofrezca riesgo adicional, comunicado con la cubeta mediante un tubo de acero de 100 mm de diámetro. En todo caso, se cumplirá lo indicado en la Norma NBE-CPI-96.

### **3.3.10.- Puertas de acceso.**

Las puertas del centro de transformación será metálica, galvanizada de doble hoja y de apertura hacia fuera, de modo que ambas hojas puedan abatirse totalmente sobre la fachada, reduciendo al mínimo el saliente. Tendrá 2,50 m de altura y 1,50 m de anchura.

La puerta tendrá grado de protección IP 23, IK 10 e irá instalada de modo que no esté en contacto con el sistema equipotencial y separada 10 cm de las armaduras de los muros.

### **3.3.11.- Rejillas para ventilación.**

Los huecos de ventilación tendrán un sistema de rejillas y tela metálica que impidan la entrada de agua y pequeños animales. Estarán básicamente constituidos por un marco y un sistema de lamas o angulares, con disposición laberíntica para evitar la introducción de alambres que puedan tocar partes en tensión. Tendrán un grado de protección IP 33 (UNE

20324) y un IK 09 (UNEEN 50102) y no estarán en contacto con el sistema equipotencial o red de tierra de protección.

### **3.3.12.- Piso y mallazo.**

El CT estará construido de manera que su interior presente una superficie equipotencial para lo cual en el piso y a 0,10 m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 3 mm de diámetro, con los nudos electrosoldados, formando una malla de 0,30 x 0,30 m.

El enrejado se unirá a la puesta a tierra de protección mediante una pletina metálica de cobre que sobresalga 0,50 m por encima del piso del CT, de sección igual a la del enrejado.

## **3.4.- Instalación eléctrica.**

### **3.4.1.- Tensión más elevada prevista para el material.**

Para la tensión asignada de alimentación al CT de 20 kV., la tensión prevista más elevada para el material será 24 kV. Cumpliendo con el apartado 2.3.1.1 del cap. IV de las normas de SEVILLANA- ENDESA, excepto para los transformadores de potencia y los pararrayos.

### **3.4.2.- Tensión soportada en BT.**

A los efectos del nivel de aislamiento, el material y los equipos de Baja Tensión instalados en el CT en los que su envolvente esté conectada a la instalación de tierra de protección, serán capaces de soportar tensiones a masa de hasta 10 kV a 50 Hz durante 1 minuto y 20 kV en onda tipo rayo.

### **3.4.3.- Intensidad nominal de la instalación de MT.**

La intensidad nominal del embarrado y la aparamenta de MT será de 400 A.

### **3.4.4.- Corriente de cortocircuito.**

A efectos del diseño, especificación y construcción de las instalaciones, sin perjuicio del cumplimiento de los valores establecidos para la aparamenta, las Icc a considerar será en MT, 16 kA (I corta duración); 40 kA (I cresta). En BT se considerará 12 kA (I corta duración, 1 s); 30 kA (Icresta). Así se indica en apartado 2.3.1.5 de las normas de SEVILLANA-ENDESA.

#### **3.4.5.- Cables de MT.**

Los cables de alimentación en MT al CT que formen parte de la red de distribución estarán de acuerdo con la Norma ENDESA DND001, así como con las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700019 a 6700024, según se trate.

Los valores mínimos que deben tener los radios de curvatura que deben respetarse al instalar cables unipolares de aislamiento seco es  $10(D+d)$ , siendo  $D$  el diámetro del cable y  $d$  el del conductor.

Los terminales serán del tipo enchufables.

#### **3.4.6.- Aparamenta de MT.**

La aparamenta de MT será del tipo denominado bajo envolvente metálica, con dieléctrico y corte en SF6 del tipo “extensible” (según las características recogidas en la Norma ENDESA FND003 y las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700322, 6700323, 6700324, 6700325, 6703477 ó 6703478 según corresponda en cada caso).

Las características eléctricas de la aparamenta y el cumplimiento de las Normas deberá garantizarse mediante el correspondiente protocolo de ensayo.

Los fusibles empleados en la protección de los transformadores serán del tipo “limitadores” de alto poder de ruptura (APR), que deberán cumplir con las Normas UNE 21.120 y ONSE 54.25-01, y los compartimentos dispuestos para alojar esos fusibles serán compatibles con las dimensiones de los fusibles indicadas en dicha Norma ONSE 54.25-01.

#### **3.4.7.- Transformador de potencia.**

El transformador, tipo B2, potencia asignada 630 kVA. cumplirá lo indicado en la Norma ENDESA FND001 y, para aquellos que se correspondan con sus características, las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700169, 6700170, 6700173, 6700186, 6700187, 6700190, 6700202, 6700203, 6700206, 6700219, 6700220, 6700223, 6700236, 6700238, 6700241, 6700254, 6700255, 6700270, 6700271, 6700274, 6700276, 6700278, 6700280, 6700282, 6700284, 6700286 ó 6700288, según se trate en cada caso.

El transformador irá provisto de termómetro, alojado en la correspondiente vaina para sonda térmica del transformador. Dicho termómetro cumplirá con la Especificación Técnica de ENDESA Referencia 6700496, y debe quedar de manera que sea visible desde el exterior de la chapa de protección, con reflejo del último valor alcanzado, o bien con dispositivo de actuación para provocar el disparo del interruptor de protección.

Con motivo de la adaptación al nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, transitoriamente y hasta que dicha adaptación haya finalizado, el conmutador de tensión será, necesariamente, de 6 posiciones, con la siguiente distribución: -5%, -2,5%, 0, +2,5%, +5%, +10%.

### 3.4.8.- Pantallas de protección.

A efectos de seguridad, cuando el edificio del CT no esté provisto de tabique separador de salas o que el transformador no esté dotado de bornas aisladas en Alta Tensión y en Baja Tensión, será preciso instalar una pantalla que impida el contacto accidental con las partes en tensión, para cumplir lo indicado en la MIE RAT-14.

### 3.4.9.- Puente de BT.

El puente de BT está constituido por los cables de baja tensión utilizados para la conexión entre el transformador y el cuadro de Baja Tensión.

La unión entre las bornas del transformador y el cuadro de protección de baja tensión se efectuará por medio de cables aislados unipolares de aluminio, del tipo RV 0,6/1 kV, que se ajustarán a lo especificado en la Norma ENDESA CNL001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700027 ó 6700028.

Las características de los puentes en función de las potencias son las siguientes:

(630 kVA.-B2) – Tabla 3.4.9.1

| Potencia<br>Del trafo<br>kVA | Nº y sección de conductores |                       |                         |                       |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
|                              | B2                          |                       | B1                      |                       |
|                              | Fase                        | Neutro                | Fase                    | Neutro                |
| 1.000                        | 3x4x240 mm <sup>2</sup>     | 2x240 mm <sup>2</sup> | ---                     | ---                   |
| 630                          | 3x3x240 mm <sup>2</sup>     | 2x240 mm <sup>2</sup> | 3x4x240 mm <sup>2</sup> | 2x240 mm <sup>2</sup> |
| 400                          | 3x2x240 mm <sup>2</sup>     | 1x240 mm <sup>2</sup> | 3x3x240 mm <sup>2</sup> | 2x240 mm <sup>2</sup> |
| 250                          | 3x1x240 mm <sup>2</sup>     | 1x240 mm <sup>2</sup> | 3x2x240 mm <sup>2</sup> | 1x240 mm <sup>2</sup> |
| 160                          | 3x1x150 mm <sup>2</sup>     | 1x150 mm <sup>2</sup> | 3x1x240 mm <sup>2</sup> | 1x240 mm <sup>2</sup> |
| ≤ 100                        | 3x1x150 mm <sup>2</sup>     | 1x150 mm <sup>2</sup> | 3x1x150 mm <sup>2</sup> | 1x150 mm <sup>2</sup> |

(Tabla 2.3.6 cap. IV SEVILLANA-ENDESA)

Los cables se dispondrán por circuitos uniendo en cada mazo fases (R, S, T) y neutro, se colocarán sujetos a la pared.

#### **3.4.10.- Alumbrado.**

Para el alumbrado interior del CT se instalarán dos fuentes de luz de 100 lux cada una para conseguir el nivel mínimo de iluminación de 150 lux que se marca en las normas de SEVILLANA-ENDESA capítulo 4 apartado 2.3.9. Los focos luminosos estarán dispuestos de tal forma, que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación.

Los puntos de luz se situarán de manera que pueda efectuarse la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Los interruptores del alumbrado estarán situados en la proximidad de las puertas de acceso con un piloto que indique su presencia.

#### **3.5.- Señalizaciones y material de seguridad.**

El CT cumplirá las siguientes prescripciones:

- En las puertas y pantallas de protección se colocará la señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica el Real Decreto 485/1997 de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- En un lugar bien visible del interior del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardíaco. Su tamaño será como mínimo UNE A-3.
- En el CT y en lugar apropiado, se dispondrán las instrucciones escritas para la maniobra de los aparatos.
- El CT se dotará de banqueta aislante.

#### **3.6.- Sistema de puesta a tierra (Plano 6.2).**

El centro de transformación dispondrá de dos sistemas de tierra:

- Uno de servicio, para el neutro de baja tensión.
- Otro de protección, al que se conectarán las masas y envolventes metálicas de los aparatos, así como los herrajes y estructuras del CT.

Estos dos sistemas se conectarán en redes de tierra independientes, según la ITC-RAT 13 Pto 7.7.1:

Para evitar tensiones peligrosas provocadas por defectos en la red de alta tensión, los neutros de baja tensión de las líneas que salen fuera de la instalación general y la puesta

a tierra de los transformadores de medida ubicados en cuadros de baja tensión para distribución, pueden conectarse a una tierra separada de la general del centro, que se denominará tierra de los neutros de baja tensión. El resto de elementos tales como los pararrayos, permanecerán conectados a la tierra general de la instalación.

Cumpliendo además lo prescrito en la ITC-RAT 13 Pto 7.7.

Al no cumplir ninguno de los 3 criterios reflejados en el apartado 6.2 del Capítulo IV de Sevillana-Endesa se separarán las puestas a tierra (servicio y protección).

El cálculo de la puesta a tierra se hará según un método de acreditada solvencia, como es el recogido en la publicación “*Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría*”, de UNESA. Se pueden ver los cálculos justificativos en el apartado 3 del ANEXO II (Cálculos eléctricos MT).

### **Tierra de protección**

#### **Configuración del sistema seleccionado:**

Anillo cuadrado de 2 x 2 m

Profundidad = 0,5 m

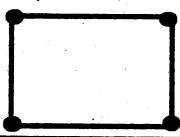
4 picas de 2 m de longitud de acero galvanizado

Diámetro de las picas = 14 mm

Unidas con conductor desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de Cu

Especificaciones técnicas:

Tabla 3.6.1

| CONFIGURACION                                                                                  | L <sub>p</sub><br>(m) | RESISTENCIA<br>K <sub>r</sub> | TENSION DE<br>PASO<br>K <sub>p</sub> | TENSION DE<br>CONTACTO EXT<br>K <sub>c</sub> = K <sub>p</sub> (acc) | CODIGO<br>DE LA<br>CONFIGURACION |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Sin picas                                                                                      | -                     | 0.216                         | 0.0485                               | 0.1470                                                              | 20-20/5/00                       |
| 4 picas<br> | 2                     | 0.135                         | 0.0335                               | 0.0723                                                              | 20-20/5/42                       |
|                                                                                                | 4                     | 0.101                         | 0.0236                               | 0.0467                                                              | 20-20/5/44                       |
|                                                                                                | 6                     | 0.081                         | 0.0181                               | 0.0341                                                              | 20-20/5/46                       |
|                                                                                                | 8                     | 0.069                         | 0.0146                               | 0.0267                                                              | 20-20/5/48                       |

**Tierra de servicio (neutro)****Configuración del sistema seleccionado:**

Picas en hilera unidas por conductor horizontal, separadas 3 m

Profundidad = 0,5 m

2 picas de 2 m de longitud de acero galvanizado

Diámetro de las picas = 14 mm

Unidas con conductor desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de Cu

Especificaciones técnicas:

Tabla 3.6.2

| NUMERO DE PICAS | RESISTENCIA $K_r$ | TENSION DE PASO $K_p$ | CODIGO DE LA CONFIGURACION |
|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------------|
| 2               | 0,201             | 0,0392                | 5/22                       |

La conexión de la puesta a tierra de servicio y el neutro del transformador se realizará mediante cable aislado de 0.6/1 kV de 50 mm<sup>2</sup> de sección, de Cu, bajo tubo de PVC de 160 mm de diámetro con un IK7.

**Distancia mínima de separación**

Para asegurar que las puestas a tierra son completamente independientes eléctricamente hablando, se ha calculado una distancia mínima de separación de 6 m. Entre las puestas a tierra del centro de transformación así como entre la puesta a tierra de servicio del centro de transformación y la de protección de cualquier usuario.

**3.6.1.- Ejecución de las puestas a tierra.**

En la instalación de las puestas a tierra de protección y de servicio, se cumplirán las siguientes condiciones:

- Cada una de ellas llevarán dos bornes accesibles para la medida de la resistencia de tierra.
- Todos los elementos que constituyen una instalación de puesta a tierra estarán protegidos adecuadamente contra deterioros por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- Los elementos conectados a tierra no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.

- d) No se unirá a la instalación de puesta a tierra ningún elemento metálico situado en los paramentos exteriores de un CT.
- e) La línea de tierra, que conecta los elementos a poner a tierra con los electrodos, será de 50 mm<sup>2</sup> de cobre, permitiéndolo la ITC-RAT 13, Pto 3.1.

#### **4.- ACTUACIÓN N° 3 (Plano 4.0).**

##### **4.1.- Introducción.**

Tres líneas de distribución BT subterráneas que reparten la potencia del CT, y alimentan a 18 naves industriales, potencia total calculada de 629.76 kVA (Aptado 1 del Anexo I Cálculos Eléctricos BT).

Este apartado estará de acuerdo al capítulo III de las normas particulares de la compañía suministradora SEVILLANA-ENDESA.

Las redes de distribución en BT se han diseñado teniendo en cuenta que, con la previsión de cargas actual o futura de la red, a ningún suministro debe llegar una tensión inferior al 93% de la tensión nominal de la red; ni a ninguna Caja General de Protección debe llegar una tensión inferior al 94,5% de dicha tensión nominal, aplicado en el Apartado 1 del Anexo I Cálculos Eléctricos BT.

##### **4.2.- Estructura.**

Las redes de baja tensión subterráneas tendrán una estructura de sección uniforme, y cerrada sobre el mismo centro de transformación, de forma que ante una avería, sea posible una alimentación alternativa eficaz en un espacio de tiempo adecuadamente breve. El funcionamiento se hará en red abierta, a cuyo efecto se dispondrán las cajas de seccionamiento oportunas, a las que se refiere el apartado 3.2.2.2 del Capítulo III de las normas de SEVILLANA-ENDESA (**ver plano 4.0**).

##### **4.3.- Materiales.**

###### **4.3.1.- Conductores.**

Los conductores serán unipolares de Aluminio homogéneo de sección 240 mm<sup>2</sup> para las fases, siendo el neutro de 150 mm<sup>2</sup>, en las líneas n° 1, n° 2 y n° 3 y cumplirán con la Norma ENDESA CNL001 y las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700026, 6700027 y 6700028.

Las acometidas (apartado 2.4 del Capítulo II normas de SEVILLANA-ENDESA) serán de 95 mm<sup>2</sup> de sección en las fases, y 50 mm<sup>2</sup> para el neutro.

###### **4.3.2.- Arquetas registrables.**

Las arquetas, serán prefabricadas de hormigón y deben cumplir lo especificado en la Norma ONSE 01.01-16. Por su parte, los marcos y tapas para arquetas cumplirán igualmente con la Norma ONSE 01.01-14 (**ver plano 11.0**).

#### **4.3.3.- Empalmes.**

Se construirán mediante manguitos con recubrimiento de aislamiento. El sistema de punzonado será con matrices con punzonado profundo escalonado.

Los manguitos cumplirán lo indicado en la Norma ENDESA NNZ036, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700080 a 6700083, 6700085 a 6700087, y 6700092 a 6700094, según corresponda en cada caso.

El restablecimiento del aislamiento se realizará con manguitos termorretráctiles, que deben cumplir las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700123 y 6700124, según corresponda. En caso de posibilidad de presencia de gas, se emplearán manguitos contráctiles en frío, que deben cumplir las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700121 y 6700122, según corresponda.

#### **4.3.4.- Derivaciones.**

Las derivaciones se realizarán mediante conectores de derivación por compresión. Estos conectores cumplirán las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6702175 a 6702187, según corresponda en cada caso.

La reconstitución del aislamiento se realizará con recubrimiento mediante elementos prefabricados termorretráctiles o retráctiles en frío, que cumplirán las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700078 6700079 y 6702241, según corresponda en cada caso.

#### **4.3.5.- Terminales.**

Serán bimetálicos con engastado mediante punzonado profundo escalonado y cumplirán lo indicado en la Norma ENDESA NNZ014, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700010 a 6700013, según corresponda en cada caso.

#### **4.3.6.- Arquetas registrables.**

Las dimensiones de las arquetas serán; 720 x 620 mm, tal y como se indica en el **plano n° 11.0.**

#### **4.3.7.- Tubos.**

Los tubos tendrán un diámetro nominal de 160 mm y cumplirán la Norma ENDESA CNL002, así como las Especificaciones Técnicas ENDESA Referencias 6700144 y 6700145 (**plano 11.2**).

#### **4.4.- Ejecución de las instalaciones.**

##### **4.4.1.- Generalidades.**

La instalación de las líneas subterráneas de distribución se hará necesariamente sobre terrenos de dominio público, o bien en terrenos privados, en zonas perfectamente delimitadas, con servidumbre garantizada sobre los que pueda fácilmente documentarse la servidumbre que adopten tanto las líneas como el personal que haya de manipularlas en su montaje y explotación, no permitiéndose líneas por patios interiores, garajes, parcelas cerradas, etc.

Siempre que sea posible, discurrirán bajo las aceras. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas en fachada y bordillos. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección.

Las líneas se enterrarán siempre bajo tubo, a una profundidad de 70 cm, con una resistencia suficiente a las solicitaciones a las que se han de someter durante su instalación **(Plano 11.2)**. Los croquis de las zanjas y sus dimensiones, se atenderán a lo recogido en los documentos Endesa siguientes: CPH00301, CPH01301, CPH02301, CPH00801, CPH01801, CPH02801, CPH03801, DPH04101, DPH04201 y DPH04301.

En la línea de lo establecido en la Instrucción de 14 de octubre de 2004 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, en las nuevas instalaciones se deberá prever siempre al menos un tubo de reserva para el caso de que en el futuro se produzca alguna desviación de la realidad con lo previsto.

Por cada tubo sólo discurrirá una línea BT, sin que pueda compartirse un mismo tubo con otras líneas, tanto sean eléctricas, de telecomunicaciones, u otras.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. Igualmente deberán disponerse arquetas en los lugares en donde haya de existir una

derivación o una acometida. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores.

Se evitará la construcción de arquetas donde exista tráfico rodado.

#### **4.4.2.- Proximidades y paralelismos.**

Los cables subterráneos de baja tensión directamente enterrados deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

#### **Canalizaciones de agua.**

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### **Canalizaciones de gas.**

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

#### **4.4.3.- Acometidas (conexiones de servicio).**

La canalización de la acometida eléctrica, en la entrada a la nave industrial, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad adecuada.

#### **4.5.- Puesta a tierra y continuidad del neutro.**

##### **Continuidad del conductor neutro.**

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que ésta interrupción sea realizada con alguno de los dispositivos siguientes:

a. Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro y las fases al mismo tiempo (corte omnipolar simultáneo), o que conecten el neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.

b. Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas, y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en éste caso, ser seccionado el neutro sin

que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

#### **Puesta a tierra del neutro.**

El conductor neutro de las líneas aéreas de redes de distribución en BT se conectará a tierra en el centro de transformación tal y como se ha descrito en el apartado 3.6 de esta memoria, en la forma prevista en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Como en el caso más desfavorable de nuestro proyecto no se superan los 200 m de línea (línea 3), la conexión a tierra del neutro se hará únicamente en el CT.

#### **4.6.- Prueba de las líneas subterráneas de BT.**

Antes de su incorporación como red de distribución de Endesa, las líneas subterráneas de Baja Tensión, deben ser probadas de acuerdo con el Procedimiento ENDESA BMD001.

#### **4.7.- Acometidas subterráneas.**

En este proyecto, todas las acometidas serán de este tipo. Y cumplirán lo siguiente (**ver plano 14.0**):

En su paso hasta el nivel de la CPM, las acometidas se protegerán mecánicamente mediante tubo de polietileno de diámetro nominal (diámetro exterior mínimo) de 160 mm, según la Norma UNE-EN 50086-2-4, dejándose otro de reserva de igual diámetro.

El punto de unión de la acometida con la red de distribución no estará a menos de 0,6 m de profundidad, tomada esta medida desde la parte superior de los cables en los que se realiza la conexión.

En la red entubada, las derivaciones se realizarán siempre en arquetas.

##### **4.7.1.- Conductores.**

Las acometidas (apartado 2.4 del Capítulo II normas de SEVILLANA-ENDESA) serán de 95 mm<sup>2</sup> de sección en las fases, y 50 mm<sup>2</sup> para el neutro (**Plano 14.0**).

Estos conductores cumplirán, además, lo indicado en la Norma ENDESA CNL001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700025 a 6700028, según corresponda en cada caso.

- Máxima carga prevista, de acuerdo con el Capítulo I de estas Normas Particulares.
- Tensión de suministro.

- Intensidades máximas admisibles para el tipo de conductor y las condiciones de su instalación.
- La caída de tensión máxima admisible, de tal manera que, con la previsión de cargas existentes en la red o que está previsto poder incorporar a ella, a ninguna CGP llegue una tensión inferior al 94,5 %, de acuerdo con lo establecido en el RD 1955/2000 y las ITC-BT-14 e ITC-BT-15. Para la realización de estos cálculos, ENDESA deberá aportar la información correspondiente.

#### **4.8.- Cuadro general de medida y protección.**

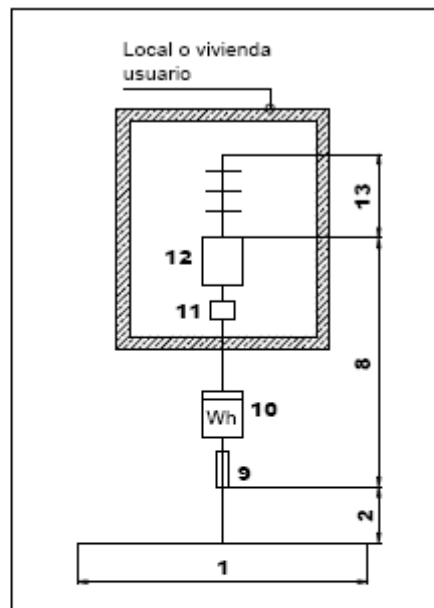
##### **Para un solo usuario (Plano 14.0):**

En este caso se simplificarán las instalaciones de enlace al coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección y la situación del equipo de medida y no existir, por tanto, la línea general de alimentación. En consecuencia, el fusible de seguridad (9) coincide con el fusible de la CGP.

Cada una de las 18 naves industriales tendrá su caja de mando y protección del tipo: CPM3-D4 en la cual se albergarán los contadores trifásicos de P. activa y P. reactiva así como los fusibles NH-Gg.

Ver plano 14.0 (detalle CPM3-D4).

Esquemas de la instalación de enlace:



(Esquema 3.3.1. Para un solo usuario)

### Leyenda:

- |   |                                 |    |                                              |
|---|---------------------------------|----|----------------------------------------------|
| 1 | Red de distribución             | 8  | Derivación individual                        |
| 2 | Acometida                       | 9  | Fusible de seguridad                         |
| 3 | Caja general de protección      | 10 | Contador                                     |
| 4 | Línea general de alimentación   | 11 | Caja para ICP                                |
| 5 | Interruptor general de maniobra | 12 | Dispositivos generales de mando y protección |
| 6 | Caja de derivación              | 13 | Instalación interior                         |
| 7 | Emplazamiento de contadores     |    |                                              |

### Fusibles

La función de los fusibles de seguridad queda cumplida reglamentariamente por los fusibles de la caja de protección y medida.

Para las CPM de cada nave industrial se han calculado en el ANEXO I resultando las siguientes intensidades:

**Fusibles de la Caja de protección y medida (NH tamaño-2):**

Tabla 4.8.1

|              | <b>C.G.P.<br/>IN (A)</b> | <b>Potencia<br/>(Kw)</b> | <b>Potencia<br/>(Kw)*0,8</b> |
|--------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Nº 1</b>  | <b>63</b>                | 37,10                    | 29,68                        |
| <b>Nº 2</b>  | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 3</b>  | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 4</b>  | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 5</b>  | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 6</b>  | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 7</b>  | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 8</b>  | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 9</b>  | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 10</b> | <b>63</b>                | 37,10                    | 29,68                        |
| <b>Nº 11</b> | <b>63</b>                | 37,10                    | 29,68                        |
| <b>Nº 12</b> | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 13</b> | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 14</b> | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 15</b> | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 16</b> | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 17</b> | <b>40</b>                | 23,56                    | 18,84                        |
| <b>Nº 18</b> | <b>160</b>               | 94,22                    | 75,38                        |

**Emplazamiento de la caja de protección y medida (Plano 14.0).**

Según el apartado 4.1 del Capítulo II de las normas de Sevillana-Endesa, salvo que no se admitirá el montaje superficial. Además, los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados en un lugar perfectamente visible, a una altura 1,50 m.

**Tipo:**

C.P.M. 3-D4: Apta para instalar en su interior dos contadores trifásicos, reloj de cambio de tarifa, 2 juegos de bases portafusibles y 2 juegos de bornas de conexión.

La CPM cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNEEN 60.439 - 1, tendrá grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 3, una vez instalada tendrá un grado de protección IP43 según UNE-20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 y será precintable. Asimismo cumplirá con las características de la Norma ONSE 33.70-10, que reúne bajo la misma envolvente los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria.

Los cables que llegan a los bornes del contador deben ser de cobre, por lo que la CPM debe estar dotada de los correspondientes bornes bimetálicos para el paso del cable de aluminio de la acometida a cable de cobre para conectar al contador.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones y, en la medida de lo posible, evite la entrada de insectos.

El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

Las dimensiones de estos módulos deberán permitir su colocación en nichos de las dimensiones indicadas en el documento ONSE-E.M. 01.03.

## **5.- Servidumbre.**

Según Real decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica, según los siguientes artículos:

### **Artículo 157. Alcance de la servidumbre de paso de energía eléctrica.**

1. La servidumbre de paso de energía eléctrica gravará los bienes ajenos en la forma y con el alcance que se determinan en la Ley del Sector Eléctrico, en el presente Reglamento y en la legislación general sobre expropiación forzosa y se reputará servidumbre legal a los efectos prevenidos en el artículo 542 del Código Civil y demás con él concordantes.

2. En el caso de que las instalaciones puedan situarse sobre servidumbres administrativas ya establecidas, se deberá recabar de la autoridad u organismo que acordó la imposición de dicha servidumbre el informe correspondiente, y se adoptarán las medidas necesarias para que las mismas puedan seguir siendo utilizadas, caso de ser compatibles, o, en su defecto, se procederá a sustituirlas, de acuerdo con dicha autoridad u organismo.

Si no fuera posible el acuerdo, se procederá a su cesión o expropiación sin perjuicio de las indemnizaciones que procedan. En lo referente a la ocupación del espacio marítimo-terrestre, se estará a lo dispuesto en la Ley de Costas.

### **Artículo 158. Servidumbre de paso aéreo de energía eléctrica.**

La servidumbre de paso aéreo de energía eléctrica comprenderá:

- a) El vuelo sobre el predio sirviente.
- b) El establecimiento de postes, torres o apoyos fijos para la sustentación de los cables conductores de energía eléctrica e instalación de puestas a tierra de dichos postes, torres o apoyos fijos.
- c) El derecho de paso o acceso para atender al establecimiento, vigilancia, conservación, reparación de la línea eléctrica y corte de arbolado, si fuera necesario.
- d) La ocupación temporal de terrenos u otros bienes, en su caso, necesarios a los fines indicados en el párrafo c) anterior.

#### **Superficies apoyos:**

C-500-14 → 1,3 m<sup>2</sup> (a x a → 1,15 x 1,15).

C-2000-14 → 1,3 m<sup>2</sup> (a x a → 1,15 x 1,15).

#### **Precios:**

Euros por cada m<sup>2</sup> → 8 €/m<sup>2</sup>

Derecho de paso → 330 €

\* Los detalles de la servidumbre están ubicados en el **Plano 15.0**.

## Cálculo del alcance de la servidumbre:

Tabla 5.1

|                    | a) Vuelo sobre el predio sirviente |           |            | b) Establecimiento de apoyos |         | c) Derecho paso atender establec. | Total a pagar      |
|--------------------|------------------------------------|-----------|------------|------------------------------|---------|-----------------------------------|--------------------|
|                    | Largo(m.)                          | Ancho(m.) | (m²)/€     | Apoyos                       | (m²)/€  |                                   |                    |
| <b>Parcela "A"</b> | 103                                | 3         | 309 m²     | 1→C-2000-14                  | 1,32 m² | 330,00 €                          | <b>2.812,56 €</b>  |
|                    |                                    |           | 2.472,00 € |                              | 10,56 € |                                   |                    |
| <b>Parcela "B"</b> | 173                                | 3         | 519 m²     | 1→C-2000-14                  | 2,64 m² | 330,00 €                          | <b>4.503,12 €</b>  |
|                    |                                    |           | 4.152,00 € | 1 → C-500-14                 | 21,12 € |                                   |                    |
| <b>Parcela "C"</b> | 175                                | 3         | 525 m²     | 1 → C-500-14                 | 1,32 m² | 330,00 €                          | <b>4.540,56 €</b>  |
|                    |                                    |           | 4.200,00 € |                              | 10,56 € |                                   |                    |
| <b>Parcela "D"</b> | 410                                | 3         | 1230 m²    | 2 → C-500-14                 | 3,96 m² | 330,00 €                          | <b>10.201,68 €</b> |
|                    |                                    |           | 9.840,00 € | 1→C-2000-14                  | 31,68 € |                                   |                    |

## ANEXO I: Cálculos Eléctricos Baja Tensión

### 1.- Potencia total del Polígono "LA DEHESA".

En primer lugar se mide la superficie de cada nave industrial, comenzando por la nº 1, y terminando en la nº 18. Ver plano 1.0.

Para determinar la potencia que le corresponde a cada una de las naves industriales, y teniendo en cuenta que no se sabe a que estarán destinadas, se sigue el siguiente método:

El mínimo de potencia que se establece en el **Boja núm. 216 Página núm. 24.939, Sevilla, 5 de noviembre 2004 (CONSEJERIA DE INNOVACION, CIENCIA Y EMPRESA)** en función de la superficie, es el siguiente:

| Superficie parcela (m <sup>2</sup> ) | Potencia prevista mínima (kw) |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| $S \leq 300$                         | 15                            |
| $300 < S \leq 1000$                  | $15 + 0,05 (S-300)$           |
| $1000 < S$                           | $0,05 S$                      |

Siguiendo este procedimiento, las potencias obtenidas son las de la columna "Potencia" de la tabla Una vez que ya se sabe la potencia de cada nave, se pasa a calcular la intensidad, columna "Int. Nominal I<sub>B</sub>" de la tabla 1.1, se emplea la fórmula (I.1):

$$I_B = \frac{P_{n^{\circ}1}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad (\text{I.1})$$

Donde;

I<sub>B</sub> → Intensidad que se prevee parra cada nave (A.).

P<sub>n<sup>o</sup>1</sub> → Potencia de cada nave (w.).

V → Tensión de línea (400 V.).

Cosφ = 0,85

La I<sub>N</sub> es la intensidad comercial de los fusibles de la C.G.P. de cada nave, que irán en función de la intensidad a consumir por cada nave (columna 5-tabla1.1).

Como ya se sabe la intensidad máxima que puede consumir cada nave, esta estará limitada por los fusibles de la C.G.P. se calcula la potencia total de cada una (columna 6-tabla 1.1), mediante la expresión (I.2):

$$P_{n^{\circ}1} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I_N \cdot \cos \varphi \quad (\text{I.2})$$

En la última columna, se multiplica

Tabla 1.1

|       | Superficie<br>(m <sup>2</sup> ) | Potencia<br>(Kw) | Int. Nomin<br>I <sub>B</sub> (A) | C.G.P.<br>I <sub>N</sub> (A) | Potencia<br>CGP-(Kw) | Potencia<br>(Kw)*0,8 |
|-------|---------------------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|
| Nº 1  | 551                             | 27,55            | 46,78                            | 63                           | 37,10                | 29,68                |
| Nº 2  | 408                             | 20,40            | 34,64                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |
| Nº 3  | 403                             | 20,15            | 34,22                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |
| Nº 4  | 406                             | 20,30            | 34,47                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |
| Nº 5  | 397                             | 19,85            | 33,71                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |
| Nº 6  | 412                             | 20,60            | 34,98                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |
| Nº 7  | 405                             | 20,25            | 34,39                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |
| Nº 8  | 415                             | 20,75            | 35,24                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |
| Nº 9  | 401                             | 20,05            | 34,05                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |
| Nº 10 | 550                             | 27,50            | 46,70                            | 63                           | 37,10                | 29,68                |
| Nº 11 | 548                             | 27,40            | 46,53                            | 63                           | 37,10                | 29,68                |
| Nº 12 | 409                             | 20,45            | 34,73                            | 40                           | 23,56                | 18,84                |

|            |      |       |        |     |        |       |
|------------|------|-------|--------|-----|--------|-------|
| Nº 13      | 405  | 20,25 | 34,39  | 40  | 23,56  | 18,84 |
| Nº 14      | 406  | 20,30 | 34,47  | 40  | 23,56  | 18,84 |
| Nº 15      | 403  | 20,15 | 34,22  | 40  | 23,56  | 18,84 |
| Nº 16      | 406  | 20,30 | 34,47  | 40  | 23,56  | 18,84 |
| Nº 17      | 419  | 20,95 | 35,58  | 40  | 23,56  | 18,84 |
| Nº 18      | 1341 | 67,05 | 113,86 | 160 | 94,22  | 75,38 |
| Total..... |      |       |        | 909 | 535,29 | Kw    |
|            |      |       |        | S = | 629,76 | KVA   |

Cómo ya se sabe la potencia total del polígono, se le aplica el coeficiente de simultaneidad de 0,8, para poder elegir la potencia del transformador, según:

Establece el **Boja núm. 216 Página núm. 24.939, Sevilla, 5 de noviembre 2004 (CONSEJERIA DE INNOVACION, CIENCIA Y EMPRESA)**

1.3. Potencias previstas en centros de transformación. La potencia prevista para cada transformador en un centro de transformación se calculará sumando las potencias previstas en todas las cajas generales de protección que alimente calculadas según el apartado 1.1 multiplicada por el coeficiente 0,8, siempre que el número de éstas no sea inferior a cuatro, en cuyo caso el coeficiente será la unidad.

$$S_{TOTAL} = S \cdot coef .simul . \quad (I.3)$$

$$I_T = 909 \text{ A.}$$

$$V_L = 400 \text{ V.}$$

$$\cos\phi = 0,85$$

$$S = 629,76 \text{ KVA.}$$

$$S_{TOTAL} = 503,80 \text{ KVA.}$$

**Basándose en los resultados, se estima un transformador de 630 kVA.**

Para comenzar a calcular las líneas, hay que saber la potencia de cada línea; en este proyecto se ha distribuido de la siguiente manera, (ver distribución en plano 4.0 CT y Red BT):

#### 1.1.- Cálculo de la potencia en la línea nº 1:

Establece el **Boja núm. 216 Página núm. 24.939, Sevilla, 5 de noviembre 2004 (CONSEJERIA DE INNOVACION, CIENCIA Y EMPRESA)**

1.2. Potencias previstas en líneas de baja tensión. Para cada línea de distribución en BT la potencia a considerar se calculará aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0,8 sobre la suma de las potencias previstas en las C.G.P. que alimente, siempre que el número de éstas no sea inferior a cuatro en cuyo caso el coeficiente a considerar será la unidad.

Tabla 1.1.1

|       | Potencia<br>CGP-(Kw) |
|-------|----------------------|
| Nº 1  | 37,10                |
| Nº 2  | 23,56                |
| Nº 3  | 23,56                |
| Nº 4  | 23,56                |
| Nº 5  | 23,56                |
| Nº 6  | 23,56                |
| Nº 7  | 23,56                |
| Total | 178,4 kW.            |

$$P_{L1} = (P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7) \cdot fs \quad (I.4)$$

$$P_{L1} = 178,43 \times 0,8 = 142,7 \text{ kW.}$$

**1.2.- Cálculo de la potencia en la línea nº 2:**

Tabla 1.2.1

|       | Potencia<br>CGP-(Kw) |
|-------|----------------------|
| Nº 14 | 23,56                |
| Nº 15 | 23,56                |
| Nº 16 | 23,56                |
| Nº 17 | 23,56                |
| Nº 18 | 94,22                |
| Total | 188,4 kW.            |

$$P_{L2} = (P_{18} + P_{17} + P_{16} + P_{15} + P_{14}) \cdot fs \quad (I.4)$$

$$P_{L2} = 188,44 \times 0,8 = 150,8 \text{ kW.}$$

**1.3.- Cálculo de la potencia en la línea nº 3:**

Tabla 1.3.1

|       | Potencia<br>CGP-(Kw) |
|-------|----------------------|
| Nº 8  | 23,56                |
| Nº 9  | 23,56                |
| Nº 10 | 37,10                |
| Nº 11 | 37,10                |
| Nº 12 | 23,56                |
| Nº 13 | 23,56                |
| Total | 168,4 kW.            |

$$P_{L3} = (P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11} + P_{12} + P_{13}) \cdot fs \quad (I.4)$$

$$P_{L3} = 168,42 \times 0,8 = 134,7 \text{ kW.}$$

**2.- Cálculo de la línea nº1**

Para calcular la sección hay que tener en cuenta la intensidad máxima admisible en el conductor, la caída de tensión y la impedancia.

**2.1.- Protección contra sobrecargas.**

$I_B \rightarrow$  Intensidad máxima previsible en la línea.

$I_N \rightarrow$  Intensidad nominal del fusible de protección.

$I_Z \rightarrow$  Intensidad máxima admisible en el cable.

$$I_B = \frac{P_{L1}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha} \quad (I.5)$$

$$P_{L1} = 142,745 \text{ kW.}$$

$$V = 400 \text{ V.}$$

$$\cos \varphi = 0,85$$

$$I_B = 242,4 \text{ A.}$$

$$\mathbf{1^a \text{ Condición}} \quad I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_B = 242,4 \text{ A.}$$

$$I_N = 300 \text{ A.}$$

$$I_Z = 344 \text{ A.} \rightarrow 240 \text{ mm}^2 \text{ (430} \cdot 0,8 \text{ se multiplica por 0,8 por ir enterrado en el mismo tubo varios cables unipolares, según RBT-ITC-07-3.1.3)}$$

$$242 \text{ A.} < 300 < 344 \text{ A.}$$

$$\mathbf{2^a \text{ Condición}} \quad I_N \leq 0,91 \cdot I_Z$$

$$300 \text{ A.} < 313 \text{ A.}$$

De aquí se deduce que los fusibles que protegen la línea BT nº 1 serán de 300A., y la sección de los conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup>.

## 2.2.- Caída de tensión máxima.

Se aplica la expresión I.6:

$$\Delta U_{III} \% = (R + X_L \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \frac{10^5}{U_L^2} \sum_{i=1}^n P_i \cdot L_i \quad (\text{I.6})$$

Donde:

$\Delta U_{III} \%$  → Caída de tensión trifásica en tanto por ciento.

R → Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ . Al-90°C-XLPE

$\varphi$  → Ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad.

$U_L$  → Tensión compuesta o de línea.

$X_L$  → Reactancia inductiva en  $\Omega/\text{km}$ .

$L_i$  → Distancia desde el origen de la línea a la carga i-esima.

$P_i$  → Potencia de la carga i-esima.

n → Número de cargas conectadas a la línea.

Según las normas particulares de la compañía suministradora Sevillana-Endesa, la caída de tensión máxima permitida desde el CT hasta la C.G.P. es del 5,5 %. (Normas particulares de Sevillana-Endesa, Capítulo 3 apartado 1) en este caso se va a dejar el 5 % para la línea de distribución, y el 0,5 % para las acometidas.

La resistencia del conductor de 240 mm<sup>2</sup> a 90°C será:

$$\begin{aligned} l_{Al} &= 0,036 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} & R_{90^\circ(240 \text{ mm}^2)} &= \frac{l_{Al} \cdot L}{S} & (\text{I.7}) \\ L &= 1000 \text{ m.} \\ S &= 240 \text{ mm}^2 & R_{90^\circ Al} &= 0,15 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{90^\circ Al} &= 0,15 \Omega \\ \varphi &= 31,788 \\ U_L &= 400 \\ X_L &= 0,1 \\ L_1 &= 0,121 \text{ km.} \\ P_1 &= 47,12 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-7 + C.G.P.-6)} \\ L_2 &= 0,149 \text{ km.} \\ P_2 &= 47,12 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-5 + C.G.P.-4)} \\ L_3 &= 0,177 \text{ km.} \\ P_3 &= 47,12 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-3 + C.G.P.-2)} \\ L_4 &= 0,205 \text{ km.} \\ P_4 &= 37,1 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-1)} \end{aligned}$$

Aplicando la fórmula se obtiene la caída de tensión en la línea I.6:

$$\Delta U_{III} \% = 3,8 \%$$

Para saber si las acometidas estarán protegidas con el fusible de la línea, se aplica la siguiente (UNE 20460-3°)

$$L_{\max} \leq \frac{0,8 \times V \times S}{2 \times \rho \times I_F} \quad (\text{I.8})$$

Donde;

$L_{\text{máx}} \rightarrow$  Longitud máxima que protege el fusible de 300 A.

$V \rightarrow$  Tensión de línea o compuesta en BT.

$\rho \rightarrow$  Resistividad del aluminio.

$S \rightarrow$  Sección de la acometida.

$I_F \rightarrow$  Intensidad de fusión de los fusibles NH-Fuses Gg-500VAC size-3(300A.). ANEXO I.2, I.2.1

$$V = 400 \text{ V.}$$

$$\rho = 0,036 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$S = 95 \text{ mm}^2.$$

$$I_F = 1700 \text{ A.}$$

$$L_{\text{máx}} = 248,366 \text{ m.}$$

Se comprueba que esta distancia es superior a la distancia que hay hasta la C.G.P. más alejada del

### 2.3.- Protección contra cortocircuitos. (Según UNE 21240)

Se comprobará tanto la red de distribución como las acometidas.

Se comienza calculando las impedancias en cada parte de la instalación; red de alimentación en alta tensión, centro de transformación y la propia red de baja tensión.

#### 2.3.1.- Impedancia de de la red de alimentación en alta tensión.

$$Z_{AT} = \frac{c \cdot U_L}{\sqrt{3} \cdot I_{CC\text{máx}}} \quad (\text{I.9})$$

$Z_{AT} \rightarrow$  Impedancia de cortocircuito de la red de alimentación A.T.

$U_L \rightarrow$  Tensión compuesta o de línea (BT).

$I_{CC} \rightarrow$  Intensidad de cortocircuito. (Facilitada por la compañía suministradora Sevillana-Endesa, Capítulo 1 apartado 3.4)

$$U_L = 400 \text{ V.}$$

$$I_{CC} = 12000 \text{ A.}$$

$$Z_{AT} = 0,020 \text{ } \Omega$$

$$c = 1,05$$

Una vez se obtiene la impedancia de cortocircuito para obtener sus componentes, a falta de mejores datos se pueden aplicar los siguientes valores:

$$X_{LAT} = 0,995 Z_{ATL} = 0,0201062 \text{ } \Omega$$

$$R_{AT} = 0,1 X_L = 0,002010622 \text{ } \Omega$$

#### 2.3.2.- Impedancia del transformador de alimentación.

Características del transformador de 630 KVA. Según normativa UNE 21428. (ver ANEXO I.1)

$$Z_T = \frac{U_{CC\%}}{100} \cdot \frac{U_{BT}^2}{S_n} \quad (\text{I.10})$$

Donde;

$Z_T \rightarrow$  Impedancia de cortocircuito del transformador.

$V_{BT} \rightarrow$  Tensión nominal del transformador BT.

$U_{CC\%} \rightarrow$  Tensión de cortocircuito del transformador.

$S_n \rightarrow$  Potencia aparente nominal del transformador.

$$V_{AT} = 20000 \text{ V.}$$

$$V_{BT} = 400 \text{ V.}$$

$$U_{CC\%} = 4 \%$$

$$S_n = 630 \text{ kVA.}$$

$$P_{PT} = 6500 \text{ W.}$$

$$Z_T = 0,0101587 \text{ } \Omega$$

$$I_{nT} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{BT}} \quad I_{nT} = 909,327 \text{ A.}$$

$$R_T = \frac{P_{PT}}{3 \cdot I_{nT}^2} \quad R_T = 0,0026203 \text{ } \Omega$$

$$X_{LT} = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad X_{LT} = 0,0098150 \text{ } \Omega$$

### 2.3.3.- Impedancia de la propia red de baja tensión.

Donde;  $R_{BT} = L \cdot R_{250^\circ}$  (I.11)

L → Longitud máxima del conductor en km., caso más desfavorable.

$R_{250^\circ}$  → Resistencia del conductor de 240 mm<sup>2</sup> a la temperatura más desfavorable, en este caso 250°, por ser de aluminio de XLPE.(UNE 21240) será:

$$R_{T^\circ} = R_{20^\circ} \cdot [1 + \alpha(T - 20)] \quad (I.12)$$

$$R_{20^\circ} = 0,125 \text{ } \Omega \text{ (UNE 21018)}$$

$$T = 250 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$R_{250^\circ\text{Al}} = 0,2256 \text{ } \Omega$$

$$\alpha_{Al} = 0,0035 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$L = 0,205 \text{ km.}$$

$$R_{250^\circ} = 0,2256 \text{ } \Omega$$

$$R_{BT} = 0,0463 \text{ } \Omega$$

$$X_{LBT} = L \cdot X_L \quad (I.13)$$

$$L = 0,205 \text{ km.}$$

$$X_L = 0,1 \text{ } \Omega$$

$$X_{LBT} = 0,0205 \text{ } \Omega$$

### 2.3.4.- Impedancia máxima.

$$R_{m\acute{a}x} = R_{AT} + R_T + R_{BT}$$

$$R_{m\acute{a}x} = 0,0508841 \text{ } \Omega$$

$$X_{Lm\acute{a}x} = X_{LAT} + X_{LT} + X_{LBT}$$

$$X_{Lm\acute{a}x} = 0,0504212 \text{ } \Omega$$

$$Z_{m\acute{a}x} = \sqrt{R_{m\acute{a}x}^2 + X_{m\acute{a}x}^2}$$

$$Z_{CCm\acute{a}x} = 0,0716344 \text{ } \Omega$$

### 2.3.5.- Impedancia mínima.

$$R_{m\acute{i}n} = R_{AT} + R_T$$

$$R_{m\acute{i}n} = 0,0118256 \text{ } \Omega$$

$$X_{L\min} = X_{LAT} + X_{LT}$$

$$X_{L\min} = 0,0299212 \ \Omega$$

$$Z_{\min} = \sqrt{R_{\min}^2 + X_{\min}^2}$$

$$Z_{CC\min} = 0,0321733 \ \Omega$$

### 2.3.6.- Intensidad de cortocircuito máxima.

$$I_{CC\max} = \frac{c \cdot U_{LBT}}{\sqrt{3} \cdot Z_{CC\min}} \quad (I.14)$$

Donde;

$I_{CC\max}$  → Intensidad de cortocircuito máxima. (Cortocircuito trifásico).

$U_{LBT}$  → Tensión de línea o compuesta en baja tensión.

$Z_{CC\min}$  → Impedancia de cortocircuito mínima antes calculada.

$c$  → Factor de tensión. (En redes a 400/230 V.,  $c=1$  para  $I_{CC\max}$ ).

$$V_{LBT} = 400 \text{ V.}$$

$$Z_{CC\min} = 0,0321733 \ \Omega$$

$$c = 1$$

$$I_{CC\max} = 7177,9986 \text{ A.}$$

Con este valor se muestra que el poder de corte de los fusibles tiene que ser superior. En este caso los fusibles que protegen a esta línea son de 300 A. tipo NH-Fuses Gg-500 VAC size-3 (300 A.) cuyo poder de corte es de 50 kA. Ver anexo I.2, Tabla I.2.1.

### 2.3.7.- Intensidad de cortocircuito mínima.

$$I_{CC\min} = \frac{c \cdot U_{FBT}}{2 \cdot Z_{CC\max}} \quad (I.15)$$

Donde;

$I_{CC\min}$  → Intensidad de cortocircuito mínima. (Cortocircuito fase-neutro).

$U_{LBT}$  → Tensión simple o de fase en baja tensión.

$Z_{CC\max}$  → Impedancia de cortocircuito máxima antes calculada.

$c$  → Factor de tensión. (En redes a 400/230 V.,  $c=0,95$  para  $I_{CC\min}$ ).

$$V_{LBT} = 230 \text{ V.}$$

$$Z_{CC\max} = 0,0716344 \ \Omega$$

$$c = 0,95$$

$$I_{CC\min} = 1846,1805 \text{ A.}$$

#### 1ª Condición:

$$I_F < I_S$$

Donde;

$I_F$  → Intensidad de fusión de los fusibles a 1 segundo. Ver anexo I.3 Tabla I.3.1.

$I_S$  → Densidad de corriente de cortocircuito en A./mm<sup>2</sup>. Según tabla 16. Itc-BT-07, para 1 segundo cable de 240 mm<sup>2</sup>.

$$I_S = \frac{93}{\sqrt{1}} \cdot 240 \quad (I.16)$$

$$I_F = 1700 \text{ A.}$$

$$I_S = 22320 \text{ A.}$$

$$1700 \text{ A.} < 22320 \text{ A.}$$

Con esto se comprueba que el fusible se va a fundir antes que el cable en el momento que se presente un cortocircuito.

**2ª Condición:**

$$I_F < I_{CCmin}$$

Donde;

$I_F \rightarrow$  Intensidad de fusión de los fusibles a 1 segundo. Ver anexo I.3, Tabla I.3.1.

$I_{CCmin} \rightarrow$  Intensidad de cortocircuito mínima. (Cortocircuito fase-neutro) Antes calculada.

$$I_F = 1700 \text{ A.}$$

$$I_{CCmin} = 1846,18 \text{ A.} \qquad 1700 \text{ A.} < 1846,18 \text{ A.}$$

Con esto se comprueba que si se presentara el cortocircuito justamente a la salida del fusible, con la impedancia mínima posible, caso más desfavorable, el fusible va a detectar dicho cortocircuito, por lo que fundirá.

**3.- Cálculo de la línea nº2**

Para calcular la sección hay que tener en cuenta la intensidad máxima admisible en el conductor, la caída de tensión y la impedancia.

### 3.1.- Protección contra sobrecargas.

$I_B \rightarrow$  Intensidad máxima previsible en la línea.

$I_N \rightarrow$  Intensidad nominal del fusible de protección.

$I_Z \rightarrow$  Intensidad máxima admisible en el cable.

$$I_B = \frac{P_{L2}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha}$$

$P_{L2} = 150,753 \text{ kW.}$

$V = 400 \text{ V.}$

$\cos \varphi = 0,85$

$I_B = 256 \text{ A.}$

$$1^{\text{a}} \text{ Condición} \quad I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$I_B = 256 \text{ A.}$

$I_N = 300 \text{ A.}$

$I_Z = 344 \text{ A.} \rightarrow 240 \text{ mm}^2$  (430\*0,8 se multiplica por 0,8 por ir enterrado en el mismo tubo varios cables unipolares, según RBT-Itc-07-3.1.3)

$$256 \text{ A.} < 300 < 344 \text{ A.}$$

$$2^{\text{a}} \text{ Condición} \quad I_N \leq 0,91 \cdot I_Z$$

$$300 \text{ A.} < 313 \text{ A.}$$

De aquí se deduce que los fusibles que protegen la línea BT nº 2 serán de 300A., y la sección de los conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup>.

### 3.2.- Caída de tensión máxima.

La fórmula a emplear será:

$$\Delta U_{III} \% = (R + X_L \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \frac{10^5}{U_L^2} \sum_{i=1}^n P_i \cdot L_i$$

Donde:

$\Delta U_{III} \% \rightarrow$  Caída de tensión trifásica en tanto por ciento.

$R \rightarrow$  Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ . Al-90°C-XLPE

$\varphi \rightarrow$  Ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad.

$U_L \rightarrow$  Tensión compuesta o de línea.

$X_L \rightarrow$  Reactancia inductiva en  $\Omega/\text{km}$ .

$L_i \rightarrow$  Distancia desde el origen de la línea a la carga i-esima.

$P_i \rightarrow$  Potencia de la carga i-esima.

$n \rightarrow$  Número de cargas conectadas a la línea.

Según las normas particulares de la compañía suministradora Sevillana-Endesa, la caída de tensión máxima permitida desde el CT hasta la C.G.P. es del 5,5 %. (Normas particulares de Sevillana-Endesa, Capítulo 3 apartado 1) en este caso se va a dejar el 5 % para la línea de distribución, y el 0,5 % para las acometidas.

La resistencia del conductor de 240 mm<sup>2</sup> a 90°C será:

$$R_{90^\circ(240 \text{ mm}^2)} = \frac{l_{Al} \cdot L}{S}$$

$$l_{Al} = 0,036 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$L = 1000 \text{ m.}$$

$$S = 240 \text{ mm}^2$$

$$R_{90^\circ(240 \text{ mm}^2)} = \frac{l_{Al} \cdot L}{S}$$

$$R_{90^\circ Al} = 0,15 \Omega$$

$$R_{90^\circ Al} = 0,15 \Omega$$

$$\varphi = 31,788$$

$$U_L = 400$$

$$X_L = 0,1$$

$$L_1 = 0,121 \text{ km.}$$

$$P_1 = 47,12 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-14 + C.G.P.-15)}$$

$$L_2 = 0,149 \text{ km.}$$

$$P_2 = 47,12 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-16 + C.G.P.-17)}$$

$$L_3 = 0,205 \text{ km.}$$

$$P_3 = 94,22 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-18)}$$

Aplicando la fórmula se obtiene la caída de tensión en la línea:

$$\Delta U_{III} \% = 4,2 \%$$

Para saber si las acometidas estarán protegidas con el fusible de la línea, se aplica la siguiente (UNE 20460-3°)

$$L_{\max} \leq \frac{0,8 \times V \times S}{2 \times \rho \times I_F}$$

Donde;

$L_{\max} \rightarrow$  Longitud máxima que protege el fusible de 300 A.

$V \rightarrow$  Tensión de línea o compuesta en BT..

$\rho \rightarrow$  Resistividad del aluminio.

$S \rightarrow$  Sección de la acometida.

$I_F \rightarrow$  Intensidad de fusión de los fusibles NH-Fuses Gg-500 VAC size-3 (300 A.). Anexo 2, tb2.

$$V = 400 \text{ V.}$$

$$\rho = 0,036 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$S = 95 \text{ mm}^2.$$

$$I_F = 2000 \text{ A.}$$

$$L_{\max} = 211,111 \text{ m.}$$

Se comprueba que esta distancia es superior a la distancia que hay hasta la C.G.P. más alejada del

### 3.3.- Protección contra cortocircuitos. (Según UNE 21240)

Se comprobará tanto la red de distribución como las acometidas.

Se comienza calculando las impedancias en cada parte de la instalación; red de alimentación en alta tensión, centro de transformación y la propia red de baja tensión.

#### 3.3.1.- Impedancia de la red de alimentación en alta tensión.

$$Z_{AT} = \frac{c \cdot U_L}{\sqrt{3} \cdot I_{CC\max}}$$

$Z_{AT} \rightarrow$  Impedancia de cortocircuito de la red de alimentación A.T.

$U_L \rightarrow$  Tensión compuesta o de línea (BT).

$I_{CC} \rightarrow$  Intensidad de cortocircuito. (Facilitada por la compañía suministradora Sevillana-Endesa,

## Capítulo 1 apartado 3.4)

$$U_L = 400 \text{ V.}$$

$$I_{CC} = 12000 \text{ A.}$$

$$c = 1,05$$

$$Z_{AT} = 0,020 \text{ } \Omega$$

Una vez se obtiene la impedancia de cortocircuito para obtener sus componentes, a falta de mejores datos se pueden aplicar los siguientes valores:

$$X_{LAT} = 0,995 Z_{ATL} = 0,0201062 \text{ } \Omega$$

$$R_{AT} = 0,1 X_L = 0,002010622 \text{ } \Omega$$

**3.3.2.- Impedancia del transformador de alimentación.**

Características del transformador de 630 KVA. Según normativa UNE 21428. (ver ANEXO 1)

$$Z_T = \frac{U_{CC\%}}{100} \cdot \frac{U_{BT}^2}{S_n}$$

Donde;

$Z_T \rightarrow$  Impedancia de cortocircuito del transformador.

$V_{BT} \rightarrow$  Tensión nominal del transformador BT.

$U_{CC\%} \rightarrow$  Tensión de cortocircuito del transformador.

$S_n \rightarrow$  Potencia aparente nominal del transformador.

$$V_{AT} = 20000 \text{ V.}$$

$$V_{BT} = 400 \text{ V.}$$

$$U_{CC\%} = 4 \%$$

$$S_n = 630 \text{ kVA.}$$

$$P_{PT} = 6500 \text{ W.}$$

$$Z_T = 0,0101587 \text{ } \Omega$$

$$I_{nT} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{BT}}$$

$$I_{nT} = 909,327 \text{ A.}$$

$$R_T = \frac{P_{PT}}{3 \cdot I_{nT}^2}$$

$$R_T = 0,0026203 \text{ } \Omega$$

$$X_{LT} = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

$$X_{LT} = 0,0098150 \text{ } \Omega$$

**3.3.3.- Impedancia de la propia red de baja tensión.**

Donde;

$$R_{BT} = L \cdot R_{90^\circ}$$

$L \rightarrow$  Longitud máxima del conductor en km., caso más desfavorable.

$R_{250^\circ} \rightarrow$  Resistencia del conductor de 240 mm<sup>2</sup> a la temperatura más desfavorable, en este caso 250°, por ser de aluminio de XLPE.(UNE 21240) será:

$$R_{T^\circ} = R_{20^\circ} \cdot [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$R_{20^{\circ}} = 0,125 \, \Omega \text{ (UNE 21018)}$$

$$T = 250 \, ^{\circ}\text{C}$$

$$R_{250^{\circ}\text{Al}} = 0,2256 \, \Omega$$

$$\alpha_{\text{Al}} = 0,0035 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$L = 0,205 \, \text{km.}$$

$$R_{250^{\circ}} = 0,2256 \, \Omega$$

$$R_{\text{BT}} = 0,0463 \, \Omega$$

$$X_{\text{LBT}} = L \cdot X_L$$

$$L = 0,21 \, \text{km.}$$

$$X_L = 0,1 \, \Omega$$

$$X_{\text{LBT}} = 0,0210 \, \Omega$$

### 3.3.4.- Impedancia máxima.

$$R_{\text{máx}} = R_{\text{AT}} + R_T + R_{\text{BT}}$$

$$R_{\text{máx}} = 0,0508841 \, \Omega$$

$$X_{\text{Lmáx}} = X_{\text{LAT}} + X_{\text{LT}} + X_{\text{LBT}}$$

$$X_{\text{Lmáx}} = 0,0509212 \, \Omega$$

$$Z_{\text{máx}} = \sqrt{R_{\text{máx}}^2 + X_{\text{máx}}^2}$$

$$Z_{\text{CCmáx}} = 0,0719872 \, \Omega$$

### 3.3.5.- Impedancia mínima.

$$R_{\text{mín}} = R_{\text{AT}} + R_T$$

$$R_{\text{mín}} = 0,0046309 \, \Omega$$

$$X_{\text{Lmín}} = X_{\text{LAT}} + X_{\text{LT}}$$

$$X_{\text{Lmín}} = 0,0299212 \, \Omega$$

$$Z_{\text{mín}} = \sqrt{R_{\text{mín}}^2 + X_{\text{mín}}^2}$$

$$Z_{\text{CCmín}} = 0,0302774 \, \Omega$$

### 3.3.6.- Intensidad de cortocircuito máxima.

$$I_{\text{CCmáx}} = \frac{c \cdot U_{\text{LBT}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\text{CCmín}}}$$

Donde;

$I_{\text{CCmáx}}$  → Intensidad de cortocircuito máxima. (Cortocircuito trifásico).

$U_{\text{LBT}}$  → Tensión de línea o compuesta en baja tensión.

$Z_{\text{CCmín}}$  → Impedancia de cortocircuito mínima antes calculada.

$c$  → Factor de tensión. (En redes a 400/230 V.,  $c=1$  para  $I_{\text{CCmáx}}$ ).

$$V_{\text{LBT}} = 400 \, \text{V.}$$

$$Z_{\text{CCmín}} = 0,0302774 \, \Omega$$

$$c = 1$$

$$I_{\text{CCmáx}} = 7627,4631 \, \text{A.}$$

Con este valor se muestra que el poder de corte de los fusibles tiene que ser superior. En este caso los fusibles que protegen a esta línea son de 300 A. tipo NH-Fuses Gg-500 VAC size-3 (300 A.) cuyo poder de corte es de 50 kA. ver anexo 2 Tabla 1.

**3.3.7.- Intensidad de cortocircuito mínima.**

$$I_{CCmín} = \frac{c \cdot U_{FBT}}{2 \cdot Z_{CCmáx}}$$

Donde;

$I_{CCmín}$  → Intensidad de cortocircuito mínima. (Cortocircuito fase-neutro).

$U_{LBT}$  → Tensión simple o de fase en baja tensión.

$Z_{CCmáx}$  → Impedancia de cortocircuito máxima antes calculada.

$c$  → Factor de tensión. (En redes a 400/230 V.,  $c=0,95$  para  $I_{CCmín}$ ).

$$V_{LBT} = 230 \text{ V.}$$

$$Z_{CCmáx} = 0,0719872 \text{ } \Omega$$

$$c = 0,95$$

$$I_{CCmín} = 1837,1324 \text{ A.}$$

**1ª Condición:**

$$I_F < I_s$$

Donde;

$I_F$  → Intensidad de fusión de los fusibles a 1 segundo. Ver anexo 2 Tabla 2.

$I_s$  → Densidad de corriente de cortocircuito en A./mm<sup>2</sup>. Según tabla 16. Itc-BT-07, para 1 segundo cable de 240 mm<sup>2</sup>.

$$I_s = \frac{93}{\sqrt{1}} \cdot 240$$

$$I_F = 1700 \text{ A.}$$

$$I_s = 22320 \text{ A.}$$

$$1700 \text{ A.} < 22320 \text{ A.}$$

Con esto se comprueba que el fusible se va a fundir antes que el cable en el momento que se presente un cortocircuito.

**2ª Condición:**

$$I_F < I_{CCmín}$$

Donde;

$I_F$  → Intensidad de fusión de los fusibles a 1 segundo. Ver anexo 2 Tabla 2.

$I_{CCmín}$  → Intensidad de cortocircuito mínima. (Cortocircuito fase-neutro) Antes calculada.

$$I_F = 1700 \text{ A.}$$

$$I_{CCmín} = 1837,13 \text{ A.}$$

$$1700 \text{ A.} < 1837,13 \text{ A.}$$

Con esto se comprueba que si se presentara el cortocircuito justamente a la salida del fusible, con la impedancia mínima posible, caso más desfavorable, el fusible va a detectar dicho cortocircuito, por lo que fundirá.

**4.- Cálculo de la línea nº3**

Para calcular la sección hay que tener en cuenta la intensidad máxima admisible en el conductor, la caída de tensión y la impedancia.

#### 4.1.- Protección contra sobrecargas.

$I_B \rightarrow$  Intensidad máxima previsible en la línea.

$I_N \rightarrow$  Intensidad nominal del fusible de protección.

$I_Z \rightarrow$  Intensidad máxima admisible en el cable.

$$I_B = \frac{P_{L3}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \alpha}$$

$P_{L3} = 134,736 \text{ kW.}$

$V = 400 \text{ V.}$

$\cos \varphi = 0,85$

$I_B = 228,8 \text{ A.}$

$$1^{\text{a}} \text{ Condición} \quad I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$I_B = 228,8 \text{ A.}$

$I_N = 250 \text{ A.}$

$I_Z = 344 \text{ A.} \rightarrow 240 \text{ mm}^2$  (430\*0,8 se multiplica por 0,8 por ir enterrado en el mismo tubo varios cables unipolares, según RBT-Itc-07-3.1.3)

$$229 \text{ A.} < 250 < 344 \text{ A.}$$

$$2^{\text{a}} \text{ Condición} \quad I_N \leq 0,91 \cdot I_Z$$

$$250 \text{ A.} < 313 \text{ A.}$$

De aquí se deduce que los fusibles que protegen la línea BT nº 3 serán de 300A., y la sección de los conductores unipolares de 240 mm<sup>2</sup>.

#### 4.2.- Caída de tensión máxima.

La fórmula a emplear será:

$$\Delta U_{III} \% = (R + X_L \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \frac{10^5}{U_L^2} \sum_{i=1}^n P_i \cdot L_i$$

Donde:

$\Delta U_{III} \% \rightarrow$  Caída de tensión trifásica en tanto por ciento.

$R \rightarrow$  Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ . Al-90°C-XLPE

$\varphi \rightarrow$  Ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad.

$U_L \rightarrow$  Tensión compuesta o de línea.

$X_L \rightarrow$  Reactancia inductiva en  $\Omega/\text{km}$ .

$L_i \rightarrow$  Distancia desde el origen de la línea a la carga i-esima.

$P_i \rightarrow$  Potencia de la carga i-esima.

$n \rightarrow$  Número de cargas conectadas a la línea.

Según las normas particulares de la compañía suministradora Sevillana-Endesa, la caída de tensión máxima permitida desde el CT hasta la C.G.P. es del 5,5 %. (Normas particulares de Sevillana-Endesa, Capítulo 3 apartado 1) en este caso se va a dejar el 5 % para la línea de distribución, y el 0,5 % para las acometidas.

La resistencia del conductor de 240 mm<sup>2</sup> a 90°C será:

$$R_{90^\circ(240 \text{ mm}^2)} = \frac{l_{Al} \cdot L}{S}$$

$$l_{Al} = 0,036 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$L = 1000 \text{ m.}$$

$$S = 240 \text{ mm}^2$$

$$R_{90^\circ(240 \text{ mm}^2)} = \frac{l_{Al} \cdot L}{S}$$

$$R_{90^\circ Al} = 0,15 \Omega$$

$$R_{90^\circ Al} = 0,15 \Omega$$

$$\varphi = 31,788$$

$$U_L = 400$$

$$X_L = 0,1$$

$$L_1 = 0,152 \text{ km.}$$

$$P_1 = 47,12 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-8 + C.G.P.-9)}$$

$$L_2 = 0,187 \text{ km.}$$

$$P_2 = 37,1 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-10)}$$

$$L_3 = 0,248 \text{ km.}$$

$$P_3 = 37,1 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-11)}$$

$$L_4 = 0,279 \text{ km.}$$

$$P_4 = 47,12 \text{ kW. (Potencia C.G.P.-12 + C.G.P.-13)}$$

Aplicando la fórmula se obtiene la caída de tensión en la línea:

$$\Delta U_{III} \% = 4,8 \%$$

Para saber si las acometidas estarán protegidas con el fusible de la línea, se aplica la siguiente (UNE 20460-3º)

$$L_{\max} \leq \frac{0,8 \times V \times S}{2 \times \rho \times I_F}$$

Donde;

$L_{\max} \rightarrow$  Longitud máxima que protege el fusible de 300 A.

$V \rightarrow$  Tensión de línea o compuesta en BT..

$\rho \rightarrow$  Resistividad del aluminio.

$S \rightarrow$  Sección de la acometida.

$I_F \rightarrow$  Intensidad de fusión de los fusibles NH-Fuses Gg-500 VAC size-3 (250 A.). Anexo 2, tb2.

$$V = 400 \text{ V.}$$

$$\rho = 0,036 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$S = 95 \text{ mm}^2.$$

$$I_F = 1500 \text{ A.}$$

$$L_{\max} = 281,481 \text{ m.}$$

Se comprueba que esta distancia es superior a la distancia que hay hasta la C.G.P. más alejada del

#### 4.3.- Protección contra cortocircuitos. (Según UNE 21240)

Se comprobará tanto la red de distribución como las acometidas.

Se comienza calculando las impedancias en cada parte de la instalación; red de alimentación en alta tensión, centro de transformación y la propia red de baja tensión.

##### 4.3.1.- Impedancia de de la red de alimentación en alta tensión.

$$Z_{AT} = \frac{c \cdot U_L}{\sqrt{3} \cdot I_{CCmáx}}$$

$Z_{AT} \rightarrow$  Impedancia de cortocircuito de la red de alimentación A.T.

$U_L \rightarrow$  Tensión compuesta o de línea (BT).

$I_{CC} \rightarrow$  Intensidad de cortocircuito. (Facilitada por la compañía suministradora Sevillana-Endesa, Capítulo 1 apartado 3.4)

$$U_L = 400 \text{ V.}$$

$$I_{CC} = 12000 \text{ A.}$$

$$c = 1,05$$

$$Z_{AT} = 0,020 \ \Omega$$

Una vez se obtiene la impedancia de cortocircuito para obtener sus componentes, a falta de mejores datos se pueden aplicar los siguientes valores:

$$X_{LAT} = 0,995 Z_{ATL} = 0,0201062 \ \Omega$$

$$R_{AT} = 0,1 X_L = 0,002010622 \ \Omega$$

#### 4.3.2.- Impedancia del transformador de alimentación.

Características del transformador de 630 KVA. Según normativa UNE 21428. (ver ANEXO 1)

$$Z_T = \frac{U_{CC\%}}{100} \cdot \frac{U_{BT}^2}{S_n}$$

Donde;

$Z_T \rightarrow$  Impedancia de cortocircuito del transformador.

$V_{BT} \rightarrow$  Tensión nominal del transformador BT.

$U_{CC\%} \rightarrow$  Tensión de cortocircuito del transformador.

$S_n \rightarrow$  Potencia aparente nominal del transformador.

$$V_{AT} = 20000 \text{ V.}$$

$$V_{BT} = 400 \text{ V.}$$

$$U_{CC\%} = 4 \%$$

$$S_n = 630 \text{ kVA.}$$

$$P_{PT} = 6500 \text{ W.}$$

$$Z_T = 0,0101587 \ \Omega$$

$$I_{nT} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{BT}}$$

$$I_{nT} = 909,327 \text{ A.}$$

$$R_T = \frac{P_{PT}}{3 \cdot I_{nT}^2}$$

$$R_T = 0,0026203 \ \Omega$$

$$X_{LT} = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}$$

$$X_{LT} = 0,0098150 \ \Omega$$

#### 4.3.3.- Impedancia de la propia red de baja tensión.

Donde;  $R_{BT} = L \cdot R_{250^\circ}$

$L \rightarrow$  Longitud máxima del conductor en km., caso más desfavorable.

$R_{250^\circ} \rightarrow$  Resistencia del conductor de 240 mm<sup>2</sup> a la temperatura más desfavorable, en este caso 250°, por ser de aluminio de XLPE.(UNE 21240) será:

$$R_{T^\circ} = R_{20^\circ} \cdot [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$R_{T^{\circ}} = R_{20^{\circ}} \cdot [1 + \alpha(T - 20)]$$

$$R_{20^{\circ}} = 0,125 \, \Omega \text{ (UNE 21018)}$$

$$T = 250 \, ^{\circ}\text{C}$$

$$R_{250^{\circ}\text{Al}} = 0,2256 \, \Omega$$

$$\alpha_{\text{Al}} = 0,0035 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$L = 0,279 \, \text{km.}$$

$$R_{250^{\circ}} = 0,2256 \, \Omega$$

$$R_{\text{BT}} = 0,0629 \, \Omega$$

$$X_{\text{LBT}} = L \cdot X_L$$

$$L = 0,279 \, \text{km.}$$

$$X_L = 0,1 \, \Omega$$

$$X_{\text{LBT}} = 0,0279 \, \Omega$$

#### 4.3.4.- Impedancia máxima.

$$R_{\text{máx}} = R_{\text{AT}} + R_T + R_{\text{BT}}$$

$$R_{\text{máx}} = 0,0675803 \, \Omega$$

$$X_{\text{Lmáx}} = X_{\text{LAT}} + X_{\text{LT}} + X_{\text{LBT}}$$

$$X_{\text{Lmáx}} = 0,0578212 \, \Omega$$

$$Z_{\text{máx}} = \sqrt{R_{\text{máx}}^2 + X_{\text{máx}}^2}$$

$$Z_{\text{CCmáx}} = 0,0889404 \, \Omega$$

#### 4.3.5.- Impedancia mínima.

$$R_{\text{mín}} = R_{\text{AT}} + R_T$$

$$R_{\text{mín}} = 0,0046309 \, \Omega$$

$$X_{\text{Lmín}} = X_{\text{LAT}} + X_{\text{LT}}$$

$$X_{\text{Lmín}} = 0,0299212 \, \Omega$$

$$Z_{\text{mín}} = \sqrt{R_{\text{mín}}^2 + X_{\text{mín}}^2}$$

$$Z_{\text{CCmín}} = 0,0302774 \, \Omega$$

#### 4.3.6.- Intensidad de cortocircuito máxima.

$$I_{\text{CCmáx}} = \frac{c \cdot U_{\text{LBT}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\text{CCmín}}}$$

Donde;

$I_{\text{CCmáx}}$  → Intensidad de cortocircuito máxima. (Cortocircuito trifásico).

$U_{\text{LBT}}$  → Tensión de línea o compuesta en baja tensión.

$Z_{\text{CCmín}}$  → Impedancia de cortocircuito mínima antes calculada.

$c$  → Factor de tensión. (En redes a 400/230 V.,  $c=1$  para  $I_{\text{CCmáx}}$ ).

$$V_{\text{LBT}} = 400 \, \text{V.}$$

$$Z_{\text{CCmín}} = 0,0302774 \, \Omega$$

$$c = 1$$

$$I_{\text{CCmáx}} = 7627,4631 \, \text{A.}$$

Con este valor se muestra que el poder de corte de los fusibles tiene que ser superior. En este caso los fusibles que protegen a esta línea son de 250 A. tipo NH-Fuses Gg-500 VAC size-3 (250 A.) cuyo poder de corte es 50 kA. ver anexo 2 Tabla 1.

**4.3.7.- Intensidad de cortocircuito mínima.**

$$I_{CCmín} = \frac{c \cdot U_{FBT}}{2 \cdot Z_{CCmáx}}$$

Donde;

$I_{CCmín}$  → Intensidad de cortocircuito mínima. (Cortocircuito fase-neutro).

$U_{LBT}$  → Tensión simple o de fase en baja tensión.

$Z_{CCmáx}$  → Impedancia de cortocircuito máxima antes calculada.

$c$  → Factor de tensión. (En redes a 400/230 V.,  $c=0,95$  para  $I_{CCmín}$ ).

$$V_{LBT} = 230 \text{ V.}$$

$$Z_{CCmáx} = 0,0889404 \text{ } \Omega$$

$$c = 0,95$$

$$I_{CCmín} = 1486,9514 \text{ A.}$$

**1ª Condición:**

$$I_F < I_s$$

Donde;

$I_F$  → Intensidad de fusión de los fusibles a 1 segundo. Ver anexo 2 Tabla 2.

$I_s$  → Densidad de corriente de cortocircuito en A./mm<sup>2</sup>. Según tabla 16. Itc-BT-07, para 1 segundo cable de 240 mm<sup>2</sup>.

$$I_s = \frac{93}{\sqrt{1}} \cdot 240$$

$$I_F = 1400 \text{ A.}$$

$$I_s = 22320 \text{ A.}$$

$$1400 \text{ A.} < 22320 \text{ A.}$$

Con esto se comprueba que el fusible se va a fundir antes que el cable en el momento que se presente un cortocircuito.

**2ª Condición:**

$$I_F < I_{CCmín}$$

Donde;

$I_F$  → Intensidad de fusión de los fusibles a 1 segundo. Ver anexo 2 Tabla 2.

$I_{CCmín}$  → Intensidad de cortocircuito mínima. (Cortocircuito fase-neutro) Antes calculada.

$$I_F = 1400 \text{ A.}$$

$$I_{CCmín} = 1486,95 \text{ A.}$$

$$1400 \text{ A.} < 1486,95 \text{ A.}$$

Con esto se comprueba que si se presentara el cortocircuito justamente a la salida del fusible, con la impedancia mínima posible, caso más desfavorable, el fusible va a detectar dicho cortocircuito, por lo que fundirá.

ANEXO I.1.

Características de los transformadores.

Tabla I.1.1

características  
según normativa UNE 21428

características eléctricas para el material hasta 24 kV de aislamiento

| potencia asignada (kVA)        |                       | 25                                                       | 50    | 100   | 160   | 250   | 400   | 630   | 800   | 1000  | 1250  | 1600  | 2000  | 2500  |
|--------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| tensión primaria asignada      |                       | de 6 kV hasta límite máximo de 24 kV incluida regulación |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| tensión secundaria: B2         |                       | 420 V                                                    |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| regulación sin tensión         |                       | (±2,5%, ±5%), (+2,5%, +5%, +7,5% +10%)                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| pérdidas<br>(W)                | en vacío              | 115                                                      | 190   | 320   | 460   | 650   | 930   | 1300  | 1550  | 1700  | 2130  | 2600  | 3100  | 3800  |
|                                | por carga a 75 °C     | 700                                                      | 1100  | 1750  | 2350  | 3250  | 4600  | 6500  | 8100  | 10500 | 13500 | 17000 | 20200 | 26500 |
| tensión de cortocircuito (%)   |                       | 4                                                        | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     | 6     |
| corriente en vacío             | 100% Un               | 4,0                                                      | 3,5   | 2,5   | 2,3   | 2,0   | 1,8   | 1,6   | 1,4   | 1,3   | 1,2   | 1,1   | 1,0   | 0,9   |
|                                | 110% Un               | 8,5                                                      | 7,5   | 6,0   | 5,5   | 5,0   | 4,8   | 4,5   | 4,0   | 3,6   | 3,0   | 2,5   | 2,4   | 2,3   |
| caída de tensión a plena carga | cosφ = 1              | 2,85                                                     | 2,26  | 1,81  | 1,54  | 1,37  | 1,22  | 1,1   | 1,18  | 1,22  | 1,25  | 1,23  | 1,18  | 1,23  |
|                                | cosφ = 0,8            | 3,96                                                     | 3,77  | 3,58  | 3,43  | 3,33  | 3,25  | 3,18  | 4,44  | 4,47  | 4,49  | 4,48  | 4,44  | 4,48  |
| rendimiento                    | carga cosφ = 1        | 96,84                                                    | 97,48 | 97,97 | 98,27 | 98,46 | 98,64 | 98,78 | 98,81 | 98,79 | 98,77 | 98,79 | 98,84 | 98,80 |
|                                | 100% cosφ = 0,8       | 96,08                                                    | 96,88 | 97,48 | 97,85 | 98,09 | 98,30 | 98,47 | 98,52 | 98,50 | 98,46 | 98,50 | 98,56 | 98,51 |
|                                | carga cosφ = 1        | 97,36                                                    | 97,89 | 98,29 | 98,53 | 98,70 | 98,84 | 98,96 | 99,00 | 99,00 | 98,97 | 99,00 | 99,04 | 99,01 |
|                                | 75% cosφ = 0,8        | 96,72                                                    | 97,37 | 97,87 | 98,17 | 98,37 | 98,56 | 98,70 | 98,75 | 98,75 | 98,72 | 98,76 | 98,80 | 98,77 |
|                                | carga cosφ = 1        | 97,73                                                    | 98,17 | 98,51 | 98,70 | 98,84 | 98,98 | 99,07 | 99,12 | 99,14 | 99,13 | 99,16 | 99,18 | 99,18 |
|                                | 50% cosφ = 0,8        | 97,18                                                    | 97,73 | 98,14 | 98,38 | 98,56 | 98,72 | 98,84 | 98,91 | 98,93 | 98,91 | 98,95 | 98,98 | 98,97 |
|                                | carga cosφ = 1        | 97,52                                                    | 97,97 | 98,31 | 98,51 | 98,65 | 98,80 | 98,93 | 98,98 | 99,07 | 99,06 | 99,09 | 99,14 | 99,13 |
|                                | 25% cosφ = 0,8        | 96,92                                                    | 97,48 | 97,90 | 98,14 | 98,32 | 98,50 | 98,66 | 98,73 | 98,84 | 98,82 | 98,87 | 98,92 | 98,92 |
| ruido dB(A)                    | potencia acústica Lwa | 52                                                       | 49    | 53    | 59    | 62    | 65    | 67    | 68    | 68    | 70    | 71    | 73    | 75    |

Estas características hacen referencia a transformadores con una sola tensión en primario y secundario. Otras tensiones bajo pedido.

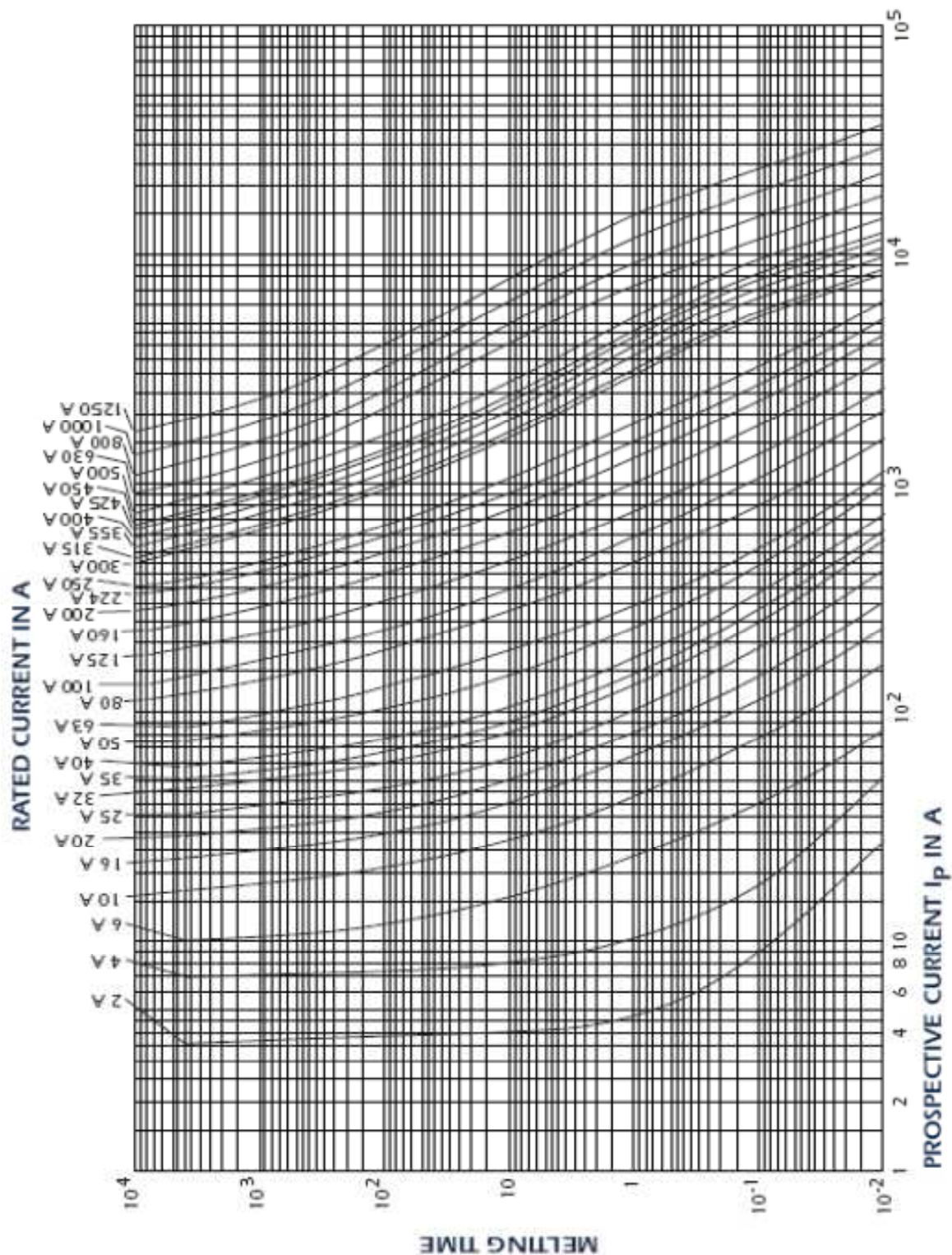
**ANEXO I.2 (Catálogo Ferraz-Shawmut).**

Tabla I.2.1 Características de los fusibles NH-Fuses Gg-500 VAC size-3 (300 A y 250A.).

| Size | Rated current<br>$I_N$ (A) | Power dissipation<br>(W) | FS ref.-no. | Previous ref. | Micro-<br>switch <sup>n)</sup> | weight<br>kg/pce |
|------|----------------------------|--------------------------|-------------|---------------|--------------------------------|------------------|
| 2    | 25                         | 2,4                      | N200802     | 1B239.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 32                         | 3,1                      | D201345     | 1B243.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 35                         | 3,0                      | P201861     | 1B245.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 40                         | 3,7                      | M211082     | 1B247.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 50                         | 4,1                      | B211601     | 1B251.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 63                         | 6,8                      | Z212634     | 1B255.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 80                         | 8,3                      | C213649     | 1B259.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 100                        | 10,7                     | M214670     | 1B263.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 125                        | 12,2                     | T215688     | 1B265.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 160                        | 15,0                     | Y216704     | 1B269.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 200                        | 18,5                     | R217733     | 1B271.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 224                        | 19,2                     | Q218767     | 1B273.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 250                        | 20,6                     | R222494     | 1B275.        | N                              | 0,42             |
| 2    | 300                        | 21,0                     | P200803     | 1B277.        | Y                              | 0,64             |
| 2    | 315                        | 25,0                     | E201346     | 1B279.        | Y                              | 0,64             |
| 2    | 355                        | 31,5                     | Q201862     | 1B281.        | Y                              | 0,64             |
| 2    | 400                        | 28,5                     | N211083     | 1B283.        | Y                              | 0,64             |
| 2    | 425                        | 29,2                     | S228521     | 1B285.        | Y                              | 0,64             |
| 2    | 500                        | 35,6                     | T228522     | 1B287.        | Y                              | 0,64             |
| 3    | 250                        | 21,1                     | C211602     | 1B375.        | N                              | 0,65             |
| 3    | 300                        | 20,0                     | A212635     | 1B377.        | N                              | 0,65             |

### ANEXO I.3 (Catálogo Ferraz-Shawmut).

Tabla I.3.1.-Intensidad de fusión de los fusibles NH-Fuses Gg-500 VAC size-3 (300 A.).



## ANEXO II: Cálculos Eléctricos Media Tensión

### 1.- Potencia total del Polígono "LA DEHESA".

Establece el **Boja núm. 216 Página núm. 24.939, Sevilla, 5 de noviembre 2004 (CONSEJERIA DE INNOVACION, CIENCIA Y EMPRESA)**

1.3. Potencias previstas en centros de transformación. La potencia prevista para cada transformador en un centro de transformación se calculará sumando las potencias previstas en todas las cajas generales de protección que alimente calculadas según el apartado 1.1 del ANEXO I multiplicada por el coeficiente 0,8, siempre que el número de éstas no sea inferior a cuatro, en cuyo caso el coeficiente será la unidad.

$$S_{TOTAL} = S \cdot coef \cdot simul. \quad (I.3)$$

La potencia del transformador es:

$$S_T = 629,76 \text{ KVA.}$$

$$S_{TOTAL} = 503,81 \text{ KVA.}$$

Como ya conocemos la potencia de la línea, se puede comenzar a calcular las líneas (Aérea y Subterránea) (ver distribución en plano 3.0 Red MT aérea y subterránea):

### 2.- Cálculo de la línea

Para calcular la sección hay que tener en cuenta la intensidad máxima admisible en el conductor (2.1), la caída de tensión (2.2) y la impedancia (2.3).

#### 2.1.- Protección contra sobrecargas.

$I_B \rightarrow$  Intensidad máxima previsible en la línea.

$I_N \rightarrow$  Intensidad nominal del fusible de protección.

$I_{ZA} \rightarrow$  Intensidad máxima admisible en el cable aéreo

$I_{ZS} \rightarrow$  Intensidad máxima admisible en el cable subterráneo.

$$I_B = \frac{P_{L1}}{\sqrt{3} \cdot V_{AT} \cdot \cos \alpha} \quad (I.5)$$

$$P_{L1} = 503,808 \text{ kW.}$$

$$V = 20000 \text{ V.}$$

$$\cos \phi = 0,85$$

$$I_B = 17,11 \text{ A.}$$

$$\mathbf{1^a Condición} \quad I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$I_B = 17,11 \text{ A.}$$

$$I_N = 20 \text{ A.} \quad \text{Fusible IB-D1 (20A)} \rightarrow \text{ANEXO II.1 Tabla II.1.1 (Plano 16.0)}$$

$$I_{ZA} = 202 \text{ A.} \rightarrow \text{LA-56 (202 A.)}. \text{ Según normas de Sevillana-Endesa capítulo V apartado 5.4.1.}$$

$$I_{ZS} = 252 \text{ A.} \rightarrow 150 \text{ mm}^2 \text{ (Según norma GE DND 001 tabla B1 315A. Se multiplica por 0,8 por ir enterrado en el mismo tubo varios cables unipolares, según apart. D de esta norma).}$$

$$17 \text{ A.} < 20 < 202 \text{ A.}$$

$$\mathbf{2^a Condición} \quad I_N \leq 0,91 \cdot I_Z$$

$$20 \text{ A.} < 183,8 \text{ A.}$$

De aquí se deduce que los fusibles que protegen la línea MT serán de 20A., y la sección de los conductores unipolares LA-56 en aérea y 150 mm<sup>2</sup> en subterránea.

**2.2.- Caída de tensión máxima.**

La fórmula a emplear será:

$$\Delta U_{III} \% = (R + X_L \cdot \operatorname{tg} \varphi) \cdot \frac{10^5}{U_L^2} \sum_{i=1}^n P_i \cdot L_i \quad (\text{I.6})$$

Donde:

$\Delta U_{III} \% \rightarrow$  Caída de tensión trifásica en tanto por ciento.

$R \rightarrow$  Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$ . Al-90°C-XLPE

$\varphi \rightarrow$  Ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad.

$U_L \rightarrow$  Tensión compuesta o de línea en MT.

$X_L \rightarrow$  Reactancia inductiva en  $\Omega/\text{km}$ .

$L_i \rightarrow$  Distancia desde el origen de la línea a la carga i-esima.

$P_i \rightarrow$  Potencia de la carga i-esima.

$n \rightarrow$  Número de cargas conectadas a la línea.

Según las normas particulares de la compañía suministradora Sevillana-Endesa, la caída de tensión máxima permitida desde el punto de entronque hasta el CT es del 7 %. (Normas particulares de Sevillana-Endesa, Capítulo V apartado 5.4.2).

Caída de tensión en la parte en la línea MT aérea.

La resistencia del conductor LA-56 a 50°C será:

$$R_{T^\circ} = R_{20^\circ} \cdot [1 + \alpha(T - 20)] \quad (\text{I.12})$$

$$R_{20^\circ} = 0,614 \ \Omega$$

$$T = 50 \ ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Al}} = 0,0035 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$R_{50^\circ\text{Al}} = 0,6785 \ \Omega$$

$$R_{90^\circ\text{Al}} = 0,6785 \ \Omega$$

$$\varphi = 31,788$$

$$U_L = 20000 \ \text{V}.$$

$$X_L = 0,4 \ \Omega$$

$$L_{\text{Aérea}} = 0,121 \ \text{km}.$$

$$P_T = 503,8 \ \text{kW}.$$

Aplicando la fórmula se obtiene la caída de tensión en la línea de MT aérea:

$$\Delta U_{III} \% = 0,0141 \ \%.$$

Caída de tensión en la parte de la línea MT subterránea.

La resistencia del conductor de 150 mm<sup>2</sup> a 90°C será:

$$R_{T^\circ} = R_{20^\circ} \cdot [1 + \alpha(T - 20)] \quad (\text{I.12})$$

$$R_{90^\circ} = 0,206 \ \Omega$$

$$T = 90 \ ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Al}} = 0,0035 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$R_{90^\circ\text{Al}} = 0,2565 \ \Omega$$

$$R_{90^\circ\text{Al}} = 0,2565 \ \Omega$$

$$\varphi = 31,788$$

$$U_L = 20000 \ \text{V}.$$

$$X_L = 0,1 \ \Omega$$

$$L_{\text{Aérea}} = 0,08 \text{ km.}$$

$$P_T = 503,8 \text{ kW.}$$

Aplicando la fórmula se obtiene la caída de tensión en la línea de MT subterránea:

$$\Delta U_{III} \% = 0,0032 \%$$

La caída de tensión total, será la suma de la caída de tensión en la parte de aérea más la caída de tensión en la parte de subterránea:

$$\Delta U_{III} \% = 0,0141 \% + 0,0032 \% = 0,0173 \%$$

Se puede comprobar que es inferior al 7 % que marca la compañía.

### 2.3.- Protección contra cortocircuitos. (Según UNE 21240)

Se comprobará tanto la red de distribución como las acometidas.

Se comienza calculando las impedancias en cada parte de la instalación; red de alimentación en alta tensión, red de MT aérea y red de MT subterránea.

#### 2.3.1.- Impedancia de la red de alimentación en alta tensión.

$$Z_{AT} = \frac{c \cdot U_L}{\sqrt{3} \cdot I_{CC\text{máx}}} \quad (\text{I.9})$$

$Z_{AT}$  → Impedancia de cortocircuito de la red de alimentación A.T.

$U_L$  → Tensión compuesta o de línea (AT).

$I_{CC}$  → Intensidad de cortocircuito. (Facilitada por la compañía suministradora Sevillana-Endesa, Capítulo VI apartado 3.2.)

$$U_L = 20000 \text{ V.}$$

$$I_{CC} = 16000 \text{ A.}$$

$$c = 1$$

$$Z_{AT} = 0,722 \ \Omega$$

Una vez se obtiene la impedancia de cortocircuito para obtener sus componentes, a falta de mejores datos se pueden aplicar los siguientes valores:

$$X_{LAT} = 0,995 Z_{ATL} = 0,7180794 \ \Omega$$

$$R_{AT} = 0,1 X_L = 0,07180794 \ \Omega$$

#### 2.3.2.- Impedancia de la propia red de MT.

##### Impedancia parte de MT aérea.

Donde;

$L$  → Longitud máxima del conductor en km., caso más desfavorable.

$R_{200^\circ}$  → La resistencia del conductor LA-56 a 200°C (UNE 21240) será:

$$R_{T^\circ} = R_{20^\circ} \cdot [1 + \alpha(T - 20)] \quad (\text{I.12})$$

$$R_{20^\circ} = 0,614 \ \Omega$$

$$T = 200 \ ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{Al} = 0,0035 \ \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$R_{200^\circ Al} = 1,0008 \ \Omega$$

$$R_{MT} = L \cdot R_{200^\circ}$$

$$L = 0,9 \text{ km.}$$

$$R_{200^\circ} = 1,0008 \, \Omega$$

$$R_{MT} = 0,9007 \, \Omega$$

$$X_{LMT} = L \cdot X_L$$

$$L = 0,9 \, \text{km.}$$

$$X_L = 0,4 \, \Omega$$

$$X_{LMT} = 0,3600 \, \Omega$$

### Impedancia parte de MT subterránea.

Donde;

$L \rightarrow$  Longitud máxima del conductor en km., caso más desfavorable.

$R_{250^\circ} \rightarrow$  La resistencia del conductor de 150 mm<sup>2</sup> a 250 °C (UNE 21240) será:

$$R_{T^\circ} = R_{20^\circ} \cdot [1 + \alpha(T - 20)] \quad (\text{I.12})$$

$$R_{20^\circ} = 0,206 \, \Omega$$

$$T = 250 \, ^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{Al} = 0,0035 \, \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$R_{250^\circ Al} = 0,3718 \, \Omega$$

$$R_{MT} = L \cdot R_{250^\circ}$$

$$L = 0,08 \, \text{km.}$$

$$R_{250^\circ} = 0,3718 \, \Omega$$

$$R_{MT} = 0,0297 \, \Omega$$

$$X_{LMT} = L \cdot X_L$$

$$L = 0,08 \, \text{km.}$$

$$X_L = 0,1 \, \Omega$$

$$X_{LMT} = 0,0080 \, \Omega$$

### 2.3.3.- Impedancia máxima.

$$R_{m\acute{a}x} = R_{AT} + R_{MT} + R_{MT}$$

$$R_{m\acute{a}x} = 1,0022923 \, \Omega$$

$$X_{Lm\acute{a}x} = X_{LAT} + X_{LMT} + X_{LMT}$$

$$X_{Lm\acute{a}x} = 1,0860794 \, \Omega$$

$$Z_{m\acute{a}x} = \sqrt{R_{m\acute{a}x}^2 + X_{m\acute{a}x}^2}$$

$$Z_{CCm\acute{a}x} = 1,4778898 \, \Omega$$

### 2.3.4.- Intensidad de cortocircuito máxima.

Intensidad de cortocircuito. (Facilitada por la compañía suministradora Sevillana-Endesa, Capítulo VI apartado 3.2.)

$$I_{CC} = 16000 \, \text{A.}$$

Con este valor se muestra que el poder de corte de los fusibles tiene que ser superior. En este caso los fusibles que protegen a esta línea son de 20 A. tipo IB-D1 cuyo poder de corte es 50 kA. Anexo II.1, Tabla II.1.1.

### 2.3.5.- Intensidad de cortocircuito mínima.

$$I_{CCm\acute{in}} = \frac{U_{MT}}{\sqrt{3} \cdot Z_{CCm\acute{a}x}} \quad (\text{I.15})$$

Donde;

$I_{CCmin} \rightarrow$  Intensidad de cortocircuito mínima. (Cortocircuito fase-fase).

$U_{MT} \rightarrow$  Tensión simple o de fase en media tensión.

$Z_{CCmx} \rightarrow$  Impedancia de cortocircuito máxima antes calculada.

$$V_{MT} = 20000 \text{ V.}$$

$$Z_{CCmx} = 1,4778898 \text{ } \Omega$$

$$I_{CCmin} = 7813,17 \text{ A.}$$

### 1ª Condición:

$$I_F < I_s$$

Donde;

$I_F \rightarrow$  Intensidad de fusión de los fusibles a 1 segundo. Ver ANEXO II.1 Tabla II.1.2.

$I_s \rightarrow$  Densidad de corriente de cortocircuito en A./mm<sup>2</sup>. Según UNE-20-460-90; valores de k para conductores desnudos, para 1 segundo cable LA-56.

$$k = 105 \text{ (Para Al.)}$$

$$t = 1 \text{ seg.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2.$$

$$I_F = 100 \text{ A.}$$

$$I_s = \frac{k}{\sqrt{t}} \cdot S \quad I_s = 5733 \text{ A.} \quad (I.16)$$

$$100 \text{ A.} < 5733 \text{ A.}$$

Con esto se comprueba que el fusible se va a fundir antes que el cable en el momento que se presente un cortocircuito.

### 2ª Condición:

$$I_F < I_{CCmin}$$

Donde;

$I_F \rightarrow$  Intensidad de fusión de los fusibles a 1 segundo. Ver ANEXO II.1 Tabla II.1.2.

$I_{CCmin} \rightarrow$  Intensidad de cortocircuito mínima. (Cortocircuito fase-neutro) Antes calculada.

$$I_F = 100 \text{ A.}$$

$$I_{CCmin} = 7813,17 \text{ A.}$$

$$100 \text{ A.} < 7813,17 \text{ A.}$$

Con esto se comprueba que si se presentara el cortocircuito justamente a la salida del fusible, con la impedancia mínima posible, caso más desfavorable, el fusible va a detectar dicho cortocircuito, por lo que fundirá.

## 3.- Cálculo de las puestas a tierra del CT.

Según el apartado 6.1 del capítulo IV de las normas particulares de la compañía Sevillana -Endesa, han llevado a cabo los cálculos según el método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría publicado por UNESA.

Dividimos este apartado en dos, unos para cálculo de la puesta a tierra de protección y otro para la la puesta a tierra de servicio (neutro) tal y como se ha descrito en el apartado 3.6 de la presente memor. Hay que garantizar en todo caso una tensión de contacto inferior a 24V.

### 3.1- Cálculo de la puesta a tierra de protección.

Se estima una resistividad del terreno de 75 ohm.m (arena arcillosa). No se ha realizado investigación previa del terreno por ser la intensidad de cortocircuito igual o inferior a 1500 A, según ITC-RAT 13.

**Condición:**

$$V_d \leq V_{bt}$$

$V_d$  → Tensión de defecto originada en la instalación de puesta a tierra.

$V_{bt}$  → Tensión de aislamiento en Baja Tensión (BT).

La resistencia máxima de puesta a tierra será:

$$R_T = V_{bt} / I_{dmax} \quad (I.17)$$

$R_T$  → Resistencia máxima de la puesta a tierra.

$V_{bt}$  → Tensión de aislamiento en BT, máxima permitida.

$I_{dmax}$  → Intensidad de defecto máxima (500 A).

$$R_T = 20 \text{ ohm}$$

$$V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

$$I_{dmax} = 500 \text{ A}$$

Una vez obtenida la resistencia máxima, calculamos el valor unitario para la elección del electrodo

$$K_r = R_T / \rho_s \quad (I.18)$$

$\rho_s$  → Resistividad del terreno.

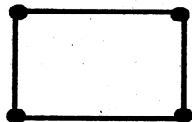
$$K_r = 0,27 \text{ ohm/ohm.m}$$

$$\rho_s = 75 \text{ ohm.m}$$

$$R_T = 20 \text{ ohm}$$

En ANEXO 2 del documento el método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra, buscamos una configuración con la  $K_r$  igual o inferior a la calculada:

Tabla 3.1.1

| CONFIGURACION                                                                                  | $L_p$<br>(m) | RESISTENCIA<br>$K_r$ | TENSION DE PASO<br>$K_p$ | TENSION DE CONTACTO EXT<br>$K_c = K_p(\text{acc})$ | CODIGO DE LA CONFIGURACION |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------------|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------|
| Sin picas                                                                                      | -            | 0.216                | 0.0485                   | 0.1470                                             | 20-20/5/00                 |
| 4 picas<br> | 2            | 0.135                | 0.0335                   | 0.0723                                             | 20-20/5/42                 |
|                                                                                                | 4            | 0.101                | 0.0236                   | 0.0467                                             | 20-20/5/44                 |
|                                                                                                | 6            | 0.081                | 0.0181                   | 0.0341                                             | 20-20/5/46                 |
|                                                                                                | 8            | 0.069                | 0.0146                   | 0.0267                                             | 20-20/5/48                 |

**Configuración del sistema seleccionado:**

Anillo cuadrado de 2 x 2 m

Profundidad = 0,5 m

4 picas de 2 m de longitud de acero galvanizado

Diámetro de las picas = 14 mm

Unidas con conductor desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de Cu

Una vez seleccionada la configuración del sistema y obtenidas las características reales, se procede a calcular la resistencia a tierra real:

$$R'_T = K_r \times \rho_s \quad (I.19)$$

$R'_T \rightarrow$  Resistencia a tierra real

$K_r \rightarrow$  Coeficiente del electrodo (tabla 3.1.1)

$\rho_s \rightarrow$  Resistividad del terreno

$$R'_T = 10,125 \text{ ohm} < 20 \text{ ohm}$$

$$K_r = 0,135 \text{ ohm/ohm.m}$$

$$\rho_s = 75 \text{ ohm.m}$$

Se cumple que la resistencia real es inferior a la resistencia máxima permitida por lo que se evitarán superiores a las de aislamiento en BT.

### 3.2.- Cálculo de la puesta a tierra de servicio (neutro).

Calculamos la tensión de defecto:

$$V_d = I_s \times R_t \quad (I.20)$$

$I_s \rightarrow$  Sensibilidad del diferencial que protege a un usuario cercano

$R_t \rightarrow$  Resistencia de puesta a tierra del electrodo de servicio.

Según la Guía técnica de aplicación del RBT en la ITC 25, se aceptan diferenciales de 650 mA de si la resistencia a tierra no supera los 37 ohm. Por lo que,

$$V_d = 24 \text{ V}$$

$$I_s = ## \text{ mA}$$

$$R_t = 37 \text{ ohm}$$

Conocida la resistencia máxima, calculamos el valor unitario para la elección del electrodo ( $K_r$ ):

$$K_r = R_t / \rho_s \quad (I.18)$$

$\rho_s \rightarrow$  Resistividad del terreno.

$$K_r = 0,65 \text{ ohm/ohm.m}$$

$$\rho_s = 75 \text{ ohm.m}$$

$$R_T = 37 \text{ ohm}$$

En ANEXO 2 del documento el método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra, buscamos una configuración con la  $K_r$  igual o inferior a la calculada:

Tabla 3.2.1

| NUMERO DE PICAS | RESISTENCIA $K_r$ | TENSION DE PASO $K_p$ | CODIGO DE LA CONFIGURACION |
|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------------|
| 2               | 0,201             | 0,0392                | 5/22                       |

#### Configuración del sistema seleccionado:

Picas en hilera unidas por conducto horizontal, separadas 3 m

Profundidad = 0,5 m

2 picas de 2 m de longitud de acero galvanizado

Diámetro de las picas = 14 mm

Unidas con conductor desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de Cu

Una vez seleccionada la configuración del sistema y obtenidas las características reales, se procede a calcular la resistencia a tierra real:

$$R'_T = K_r \times \rho_s \quad (I.19)$$

$R'_T \rightarrow$  Resistencia a tierra real

$K_r \rightarrow$  Coeficiente del eletrodo (tabla 3.1.1)

$\rho_s \rightarrow$  Resistividad del terreno

$$R'_T = 15,075 \text{ ohm} < 37 \text{ ohm}$$

$K_r = 0,201 \text{ ohm/ohm.m}$

$\rho_s = 75 \text{ ohm.m}$

Se cumple que la resistencia real es inferior a la resistencia máxima permitida por lo que se evitarán tensiones superiores a las de aislamiento en BT.

### 3.3.- Separación mínima entre las puestas a tierra.

La separación entre ambas puestas a tierra deber superior a la mínima distancia que asegure que en caso de aparecer un defecto a tierra en en la puesta a tierra de protección, no aparezcan tensiones superiores a 1000 V en la puesta a tierra de servicio.

La expresión para calcular la tensión inducida por una semiesfera es la siguiente:

$$V = (\rho_s \times I_{dm}) / (2 \times \pi \times D) \quad (I.21)$$

Despejando, obtendremos la distancia mínima:

$$D = (\rho_s \times I_{dm}) / (2 \times \pi \times V)$$

$D \rightarrow$  Distancia mínima de sepración entre diferentes puestas a tierra (servicio y protección)

$\rho_s \rightarrow$  Resistividad del terreno (75 ohm.m)

$I_{dm} \rightarrow$  Intensidad máxima de defecto (500 A) - Compañía eléctrica

$V \rightarrow$  Tensión máxima permitida al originarse un defecto a tierra (1000 V)

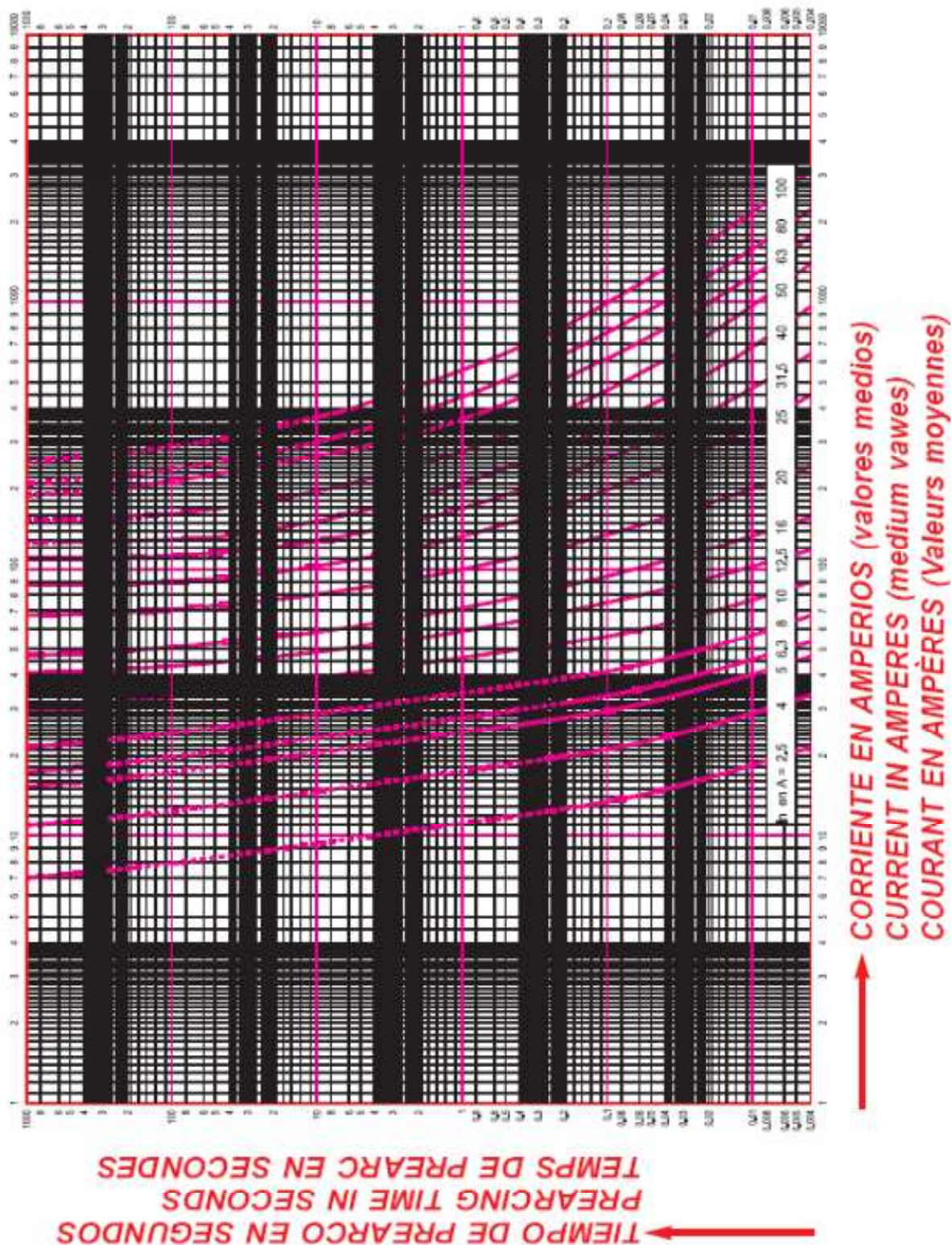
$$D = 6,0 \text{ m}$$

Se puede concluir afirmando que, para mantener las puestas a tierra eléctricamente independizadas, la separación mínima entre éstas (servicio y protección) debe ser como mínimo de 6 m.

**ANEXO II.1.- Tabla II.1.1 Características de fusibles limiadores de media tensión.**  
(Catálogo INAEI)

| TIPO<br>TYPE<br>TYPE | TENSIÓN<br>ASIGNADA<br>RATED<br>VOLTAGE<br>TENSION<br>ASIGNÉE<br>kV | CORRIENTE<br>ASIGNADA*<br>RATED<br>CURRENT*<br>COURANT<br>ASSIGNÉ*<br>A | I <sup>2</sup><br>kA | I <sup>2</sup><br>A | DISIPACION NOMINAL<br>DE POTENCIA<br>RATED POWER<br>LOSS<br>PUISANCE NOMINALE<br>DISSIPABLE<br>W |      | RESISTENCIA<br>a 20°C<br>RESISTANCE<br>a 20°C<br>RÉSISTANCE<br>a 20°C<br>mΩ | I <sup>2</sup><br>kA <sup>2</sup> s         |                                                         |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                      |                                                                     |                                                                         |                      |                     | 50%                                                                                              | 100% |                                                                             | DE<br>PREARCO<br>PREARCOING<br>DE<br>PREARC | DE<br>FUNCIONAMIENTO<br>ARCOING<br>DE<br>FONCTIONNEMENT |
|                      |                                                                     |                                                                         |                      |                     |                                                                                                  |      |                                                                             |                                             |                                                         |
| IB-D1                | 12                                                                  | 2,5                                                                     | 25                   | 12,5                | 3,4                                                                                              | 12   | 1390                                                                        | 0,003                                       | 0,22                                                    |
|                      |                                                                     | 4                                                                       |                      | 20                  | 4,2                                                                                              | 15   | 691                                                                         | 0,004                                       | 0,25                                                    |
|                      |                                                                     | 5                                                                       |                      | 25                  | 1,1                                                                                              | 4,2  | 324                                                                         | 0,005                                       | 0,3                                                     |
|                      |                                                                     | 6,3                                                                     |                      | 31,5                | 2,2                                                                                              | 12   | 257                                                                         | 0,015                                       | 0,9                                                     |
|                      |                                                                     | 8                                                                       | 80                   | 40                  | 3,9                                                                                              | 15   | 216                                                                         | 0,032                                       | 1,45                                                    |
|                      |                                                                     | 10                                                                      |                      | 20                  | 4,3                                                                                              | 19   | 159                                                                         | 0,04                                        | 1,82                                                    |
|                      |                                                                     | 12,5                                                                    |                      | 26                  | 4,4                                                                                              | 20   | 105                                                                         | 0,12                                        | 5,0                                                     |
|                      |                                                                     | 16                                                                      |                      | 34                  | 6,2                                                                                              | 27   | 85                                                                          | 0,2                                         | 8,3                                                     |
|                      |                                                                     | 20                                                                      |                      | 51                  | 6,2                                                                                              | 28   | 56                                                                          | 0,6                                         | 11                                                      |
|                      |                                                                     | 25                                                                      |                      | 76                  | 6,3                                                                                              | 29   | 37                                                                          | 0,8                                         | 14                                                      |
|                      |                                                                     | 31,5                                                                    |                      | 101                 | 7,8                                                                                              | 36   | 28                                                                          | 1,8                                         | 19                                                      |
|                      |                                                                     | 40                                                                      |                      | 125                 | 10                                                                                               | 50   | 22                                                                          | 2,2                                         | 25                                                      |
| IB-D2                | 25                                                                  | 25                                                                      | 71                   | 654                 | 6,1                                                                                              | 29   | 37                                                                          | 0,8                                         | 14                                                      |
|                      |                                                                     | 31,5                                                                    |                      | 85                  | 7,4                                                                                              | 36   | 28                                                                          | 1,8                                         | 19                                                      |
|                      |                                                                     | 40                                                                      |                      | 106                 | 9,8                                                                                              | 50   | 22                                                                          | 2,2                                         | 25                                                      |
|                      |                                                                     | 50                                                                      |                      | 159                 | 10                                                                                               | 52   | 14                                                                          | 5,5                                         | 48                                                      |
|                      |                                                                     | 63                                                                      |                      | 210                 | 12                                                                                               | 64   | 11                                                                          | 7,8                                         | 60                                                      |
| IB-D3                | 25                                                                  | 80                                                                      | 25                   | 290                 | 18                                                                                               | 95   | 9,1                                                                         | 18                                          | 160                                                     |
|                      |                                                                     | 100                                                                     |                      | 350                 | 22                                                                                               | 120  | 6,5                                                                         | 22                                          | 205                                                     |
| IB-D1                | 24                                                                  | 2,5                                                                     | 25                   | 12,5                | 5,3                                                                                              | 20   | 2163                                                                        | 0,005                                       | 0,3                                                     |
|                      |                                                                     | 4                                                                       |                      | 20                  | 7,7                                                                                              | 25   | 1030                                                                        | 0,008                                       | 0,45                                                    |
|                      |                                                                     | 5                                                                       | 50                   | 25                  | 3,7                                                                                              | 20   | 630                                                                         | 0,01                                        | 0,60                                                    |
|                      |                                                                     | 6,3                                                                     |                      | 25                  | 31,5                                                                                             | 4,0  | 20                                                                          | 500                                         | 0,007                                                   |
|                      |                                                                     | 8                                                                       | 40,7                 |                     | 7,5                                                                                              | 35   | 420                                                                         | 1,1                                         | 7,1                                                     |
|                      |                                                                     | 10                                                                      | 50                   | 20                  | 9,7                                                                                              | 42   | 315                                                                         | 2                                           | 22                                                      |
|                      |                                                                     | 12,5                                                                    |                      | 26                  | 10                                                                                               | 46   | 205                                                                         | 2,5                                         | 25                                                      |
|                      |                                                                     | 16                                                                      |                      | 35                  | 11                                                                                               | 57   | 165                                                                         | 3                                           | 28                                                      |
|                      |                                                                     | 20                                                                      |                      | 52                  | 13                                                                                               | 60   | 110                                                                         | 4                                           | 31                                                      |
|                      |                                                                     | 25                                                                      |                      | 78                  | 11                                                                                               | 64   | 73                                                                          | 4,2                                         | 34                                                      |
|                      |                                                                     | 31,5                                                                    |                      | 104                 | 15                                                                                               | 77   | 55                                                                          | 5                                           | 39                                                      |
|                      |                                                                     | 40                                                                      |                      | 128                 | 20                                                                                               | 115  | 44                                                                          | 6                                           | 42                                                      |
| 25                   | 60                                                                  | 12                                                                      |                      | 60                  | 73                                                                                               | 4,2  | 34                                                                          |                                             |                                                         |
| IB-D2                | 25                                                                  | 31,5                                                                    |                      | 80                  | 14                                                                                               | 79   | 55                                                                          | 5                                           | 39                                                      |
|                      |                                                                     | 40                                                                      |                      | 100                 | 19                                                                                               | 106  | 44                                                                          | 6                                           | 42                                                      |
|                      |                                                                     | 50                                                                      | 150                  | 21                  | 112                                                                                              | 28   | 7                                                                           | 50                                          |                                                         |
|                      |                                                                     | 63                                                                      | 200                  | 24                  | 140                                                                                              | 22   | 9                                                                           | 107                                         |                                                         |
| IB-D3                | 25                                                                  | 80                                                                      | 25                   | 290                 | 38                                                                                               | 225  | 18,3                                                                        | 19                                          | 166                                                     |
|                      |                                                                     | 100                                                                     |                      | 350                 | 45                                                                                               | 260  | 13,2                                                                        | 24                                          | 208                                                     |

ANEXO II.1.- Tabla II.1.2.- Intensidad de fusión de fusibles limiadores de media tensión.  
(Catálogo INAEL)



**ANEXO III: Cantón nº1****1.- Conductor.**

Una vez terminados los cálculos eléctricos (ANEXO II), ya se conoce el conductor a emplear y sus características. El conductor a utilizar es el **LA-56**.

Sus características principales se indican en la tabla 1.1 - UNE 21018:

Tabla 1.1

| DENOMINACIÓN U.N.E.                   |              |                   | LA-56 |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|-------|
| SECCIÓN TRANSVERSAL                   | ALUMINIO mm² |                   | 46,8  |
|                                       | ACERO mm²    |                   | 7,79  |
|                                       | TOTAL mm²    |                   | 54,6  |
| COMPOSICIÓN                           | ALUMINIO     | Nº ALAMBRES       | 6     |
|                                       |              | DIAMETRO mm       | 3,15  |
|                                       | ACERO        | Nº ALAMBRES       | 1     |
|                                       |              | DIAMETRO mm       | 3,15  |
| DIÁMETRO                              |              | NUCLEO ACERO mm   | 3,15  |
|                                       |              | CABLE COMPLETO mm | 9,5   |
| CARGA DE ROTURA (Qr) daN              |              |                   | 1670  |
| RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20º C ohm/km  |              |                   | 0,614 |
| MASA kg/m                             |              |                   | 0,189 |
| PESO daN/m                            |              |                   | 0,186 |
| MÓDULO ELASTICIDAD TEÓRICA daN/mm²    |              |                   | 8100  |
| COEFICIENTE DILATACIÓN LIEAL °Cx10E-6 |              |                   | 19,1  |
| INTENSIDAD MÁXIMA PERMANENTE A        |              |                   | 202   |

**2.- Vano ideal de regulación.**

En este caso, como solo tenemos un vano y la longitud de éste es de 165 m. no habrá que realizar la media aritmética mediante la fórmula III.1:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum_l^n a^3}{\sum_l^n a}} \quad (\text{III.1})$$

**3.- Cálculo mecánico para el conductor en el V.I.R.**

Dado que el polígono industrial "LA DEHESA" está situado en Córdoba, según la clasificación que hace la ITC-LAT 07 Pto 3.1.3. a esta zona le corresponde ZONA A, por estar a menos de 500 m. de altitud sobre el nivel del mar.

**3.1.- Tensión máxima del conductor.**

Según la ITC-LAT 07 Pto 3.2. la tensión máxima a la que puede estar sometido un cable será la resultante de dividir entre 2,5 (3 para cond. en forma de alambre) la carga de rotura del cable, tabla 1. Para la zona A según ITC-LAT 07 Pto 3.2. se considera la hipótesis de la tabla 2.1:

Zona A: Carga del propio peso y viento a -5°C.

Tabla 2.1

| Condición<br>máxima<br>tensión | ZONA - A    |                                                  |
|--------------------------------|-------------|--------------------------------------------------|
|                                | Temperatura | Sobrecarga                                       |
|                                | (-)5°C      | Viento de 60<br>daN/m <sup>2</sup> (120<br>km/h) |

→ Calculado según:  
ITC-LAT 07 Pto 3.1.2.1

Por lo que la carga máxima de rotura será:

$$T_{\max} = \frac{Q_r}{3} \quad (\text{III.2})$$

Donde;

$Q_r = 1.670,00 \text{ daN} \rightarrow$  (Tabla 1.1)

3 → porque es un conductor en forma de alambre.

$$T_{\max} = 556,67 \text{ daN}$$

De esto se deduce; a una temperatura de -5°C, una presión del viento de 60 daN/m<sup>2</sup> (120 km/h) y teniendo en cuenta el peso del propio conductor, la tensión máxima a la que puede estar sometido el cable es de: 556,67 daN.

**3.1.1.- Peso del viento y del propio conductor.**

En primer lugar se calcula el peso del conductor por metro de línea:

En este caso nos lo facilita directamente el fabricante en daN/m. y es:

$$P_{\text{cond}} = 0,186 \text{ daN/m} \rightarrow (\text{Tabla 1.1})$$

A continuación se calcula la sobrecarga debida al viento/m mediante la expresión III.3:

$$P_v = p_v \cdot d \quad (\text{III.3})$$

Donde;

$p_v \rightarrow$  Es la presión del viento en daN/m<sup>2</sup>, Tabla 2.1.  $\rightarrow 60 \text{ daN/m}^2$ .

$d \rightarrow$  Diámetro aparente del conductor en m.  $= 9,5 \text{ mm} / 1000 = 0,0095 \text{ m}$ .

$$P_v = 0,57 \text{ daN/m}$$

La carga total será la suma vectorial del peso del conductor mas la sobrecarga del viento, III.4:

$$p_{t1} = \sqrt{P_{\text{cond}}^2 + P_v^2} = 0,600 \text{ daN/m} \quad (\text{III.4})$$

**3.2.- Comprobación fenómenos vibratorios.**

Se establece un límite dinámico debido al viento de pequeña magnitud. Límite de tensión a 15 °C, sin sobrecargas. Según el Pto 3.2.2 de la ITC-LAT 07, esta tensión ha de ser inferior al 15 % de la carga de rotura del cable.

Para determinar la tensión a la que estará sometido el conductor según esta hipótesis, y dado que ya se conocen unas condiciones determinadas, sólo habrá que aplicar la ecuación del cambio de condiciones III.5/6/7; los datos de los que partimos son los de la tabla 3.2.1:

Tabla 3.2.1

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión    | Carga         |
|-------------------------------------|-------------|------------|---------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$      | $pt_1$        |
|                                     | -5 °C       | 556,67 daN | 0,5996 daN/m. |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$      | $pt_2$        |
| (hipótesis TCD)                     | 15 °C       | 210,05 daN | 0,1860 daN/m. |

Datos;

$$T_1 = 556,67 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 15 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,600 \text{ daN/m} \rightarrow \text{Apdo 3.1.1 (III.4)}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,186 \text{ daN/m} \rightarrow \text{Tabla 1.1}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 194,297 \quad (\text{III.5})$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83 \quad (\text{III.6})$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B \quad (\text{III.7})$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 210,05 \quad y = 484038,64$$

Esta tensión (T2), tiene que ser inferior al 15 % de la carga de rotura del cable.

$$15\% \text{ de } Q_r = 15\% \text{ de } 1670 \text{ daN} = 250,5 \text{ daN}$$

$$210,1 \text{ daN} < 250,5 \text{ daN}$$

$$T_2 \% = \frac{T_2}{Q_r} \cdot 100 \quad (\text{III.8})$$

$$T_2 \rightarrow 12,58 \% < 15 \%$$

Como se puede comprobar, se cumple lo indicado en la ITC-LAT 07 Pto 3.2.2, ( $T_2 < 15\%Q_r$ ), por lo que no se tendrán que colocar antivibratorios.

### 3.3.- Flecha máxima.

Se trata de calcular la flecha de mayor longitud que se podría dar en un momento determinado, cuando las condiciones fueran las mas desfavorables. Para asegurar que en estas condiciones se cumplirá con la distancia mínima de los conductores al terreno. Para el cálculo de esta flecha, la ITC-LAT 07 Pto 3.2.3 dos hipótesis, tabla 3.3.1:

Tabla 3.3.1

| Condición flecha máxima | ZONA - A    |               |  |
|-------------------------|-------------|---------------|--|
|                         | Temperatura | Carga         |  |
|                         | 15°C        | Peso + viento |  |
|                         | 50°C        | Peso          |  |

→ a) Hipótesis del viento  
→ b) Hipótesis de temperatura

Para calcular la flecha máxima, primero se calcula la tensión en estas condiciones, por lo que se aplica la ecuación del cambio de condiciones III.5/6/7:

#### Hipótesis a) Viento

Tabla 3.3.2

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión    | Carga         |
|-------------------------------------|-------------|------------|---------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$      | $pt_1$        |
|                                     | -5 °C       | 556,67 daN | 0,5996 daN/m. |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$      | $pt_2$        |
| (Flecha máxima)                     | 15 °C       | 507,19 daN | 0,5996 daN/m. |

Datos;

$$T_1 = 556,67 \text{ kg}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 15 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m.}$$

$$pt_2 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m.}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 194,29669 \quad (\text{III.5})$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 180355076,4 \quad (\text{III.6})$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B \quad (\text{III.7})$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 507,19$$

$$y = 95871,065$$

Una vez obtenida la tensión, se calcula la flecha que quedará en el vano a esta tensión, con la expresión

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 4,023 \text{ m.} \quad (\text{III.8})$$

### Hipótesis b) Temperatura

Tabla 3.3.3

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión    | Carga         |
|-------------------------------------|-------------|------------|---------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$      | $pt_1$        |
|                                     | -5 °C       | 556,67 daN | 0,5996 daN/m. |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$      | $pt_2$        |
| (Flecha máxima)                     | 50 °C       | 165,17 daN | 0,1860 daN/m. |

Datos;

$$T_1 = 556,67 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 50 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m.}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m.}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 489,94750 \quad (\text{III.5})$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83 \quad (\text{III.6})$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B \quad (\text{III.7})$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 165,17$$

$$y = 514714,51$$

Una vez obtenida la tensión, se calcula la flecha que quedará en el vano a esta tensión, con la expresión

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,832 \text{ m.} \quad (\text{III.8})$$

En adelante, para seguir con los cálculos, para la flecha máxima se utilizará el valor de la hipótesis 1ª

pues como se comprueba, es el mas defavorable.

$$f_{\max} = 4,02 \text{ m.}$$

### 3.4.- Flecha mínima.

Se trata de calcular la flecha menor que se podría dar en un momento determinado, cuando las condiciones fueran las mas desfavorables, para asegurar que en estas condiciones no habrá ningún apoyo tirando de otro, con la consecuente de poder arrancarlo. Se aplica la hipótesis de la tabla 3.4.1:

Tabla 3.4.1

| Condición<br>flecha<br>mínima | ZONA - A    |       |
|-------------------------------|-------------|-------|
|                               | Temperatura | Carga |
|                               | -5          | Peso  |

Para calcular la flecha mínima, primero se calcula la tensión en estas condiciones, por lo que se aplica la ecuación del cambio de condiciones III.5/6/7:

Tabla 3.4.2

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión    | Carga         |
|-------------------------------------|-------------|------------|---------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$      | $pt_1$        |
|                                     | -5 °C       | 556,67 daN | 0,5996 daN/m. |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$      | $pt_2$        |
| (Flecha mínima)                     | -5 °C       | 252,94 daN | 0,1860 daN/m. |

Datos;

$$T_1 = 556,67 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = -5 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m.}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m.}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 25,35337 \quad (\text{III.5})$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83 \quad (\text{III.6})$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 252,94 \quad y = 447874,2 \quad (\text{III.7})$$

Una vez obtenida la tensión, se calcula la flecha que quedará en el vano a esta tensión, con la expresión

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f_{\min} = 2,5 \text{ m.} \quad (\text{III.8})$$

#### 4.- Distancias.

##### 4.1.- Distancia de los conductores al terreno. Altura de engrape.

Según la ITC-LAT 07 Pto 5.5, los conductores de una línea de A.T. han de quedar situados por encima de cualquier punto del terreno o superficie de agua no navegable, a una altura mínima de 6 m. Pero según las normas de la compañía SEVILLANA-ENDESA, CAPÍTULO V apartado 5.4.4, esta distancia mínima es de 7 m. y 8 m. en los cruces con vías de comunicación.

La expresión mediante la cual se calcula esta distancia es la III.9:

$$D_T = 53 + D_{EL} \quad (\text{III.9})$$

$D_{EL} =$  ## Tabla 15 de la ITC-LAT 07 Pto 5.2, para 24 kV (Tensión más elevada)

$$D_T = 5,52 \text{ m.} \Rightarrow 7 \text{ m. (mín.)}$$

La altura de engrape (Heng) del conductor mas bajo será de:

$$Heng = D_T + f_{\max} \quad (\text{III.10})$$

$$D_T = 7 \text{ m. (mín.)}$$

$$f_{\max} = 4,02 \text{ m.} \rightarrow \text{Apdo 3.3} \quad Heng = 11 \text{ m.}$$

##### 4.2.- Cadena de aisladores. (ITC-LAT 07 Pto 3.4).

Los aisladores se dimensionan en función de:

- El aislamiento necesario en la línea que viene determinado por el Apdo 2 del Captulo V normas SE (Cumpliendo la ITC-LAT 07 Pto 3.4)
  - a) Tensión nominal de la red  $\leq 20$  kV:
    - Tensión mas elevada para el material 24 kV
    - Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo 125 kV
    - Tensión soportada nominal a frecuencia industrial 50 kV
- La línea de fuga y lugar por donde discurre:

Tabla 4.2.1

| TIPO DE ZONA           | LONGITUD DE LA LÍNEA DE FUGA (mm/kV) |
|------------------------|--------------------------------------|
| NORMAL                 | 20                                   |
| ALTA CONTAMINACIÓN     | 40                                   |
| MUY ALTA CONTAMINACIÓN | 60                                   |

(Longitud de la línea de fuga , según la contaminación en la zona)

- Las distancias entre los conductores y los apoyos.

Para calcular el número de aisladores necesario utilizaremos la expresión III.11:

$$n = \frac{GA \cdot V_m}{L_f} \quad (\text{III.11})$$

$n \rightarrow$  N° de aisladores de cadena.

$GA \rightarrow$  Longitud de la línea de fuga reglamentada o grado de aislamiento mínimo (mm/kV).

$V_m \rightarrow$  Tensión máxima entre fases (kV).

$L_f \rightarrow$  Línea de fuga del aislador.

Los aisladores estarán de acuerdo con la norma UNE 21.124. Y cumplirán lo especificado en las normas de la compañía SEVILLANA-ENDESA, capítulo V, apart. 5.3.4.

Los elementos de acoplamiento entre aisladores así como entre éstos y los herrajes o las grapas, serán:

- Acoplamiento Norma 11 según CEI 120 ( $\varnothing$  vástago mm): Carga de rotura mínima 4000 daN.

Estos serán de vidrio para el apoyo nº1 y nº2 tipo U40BS. (excepto la cadena de aisladores central del apoyo nº2, que será rígida).

Características mecánicas de los aisladores, Tabla 4.2.2 (UNE 21.124):

Tabla 4.2.2

|                                       | AISLAMIENTO DE VIDRIO                     |       |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|-------|
|                                       | Nivel de aislamiento                      |       |
|                                       | N.ºI                                      | N.ºII |
| Tipo de aislador                      | <b>U40BS</b>                              | U70BS |
| Material                              | <b>Vidrio templado, acero galvanizado</b> |       |
| Paso nominal (mm)                     | <b>100</b>                                | 127   |
| Carga de rotura electromecánica (daN) | <b>4.000</b>                              | 7.000 |
| Diámetro máximo parte aislante        | <b>175</b>                                | 255   |
| Línea de fuga (mm)                    | <b>185</b>                                | 280   |
| Diámetro del vástago                  | <b>11</b>                                 | 16    |

Características eléctricas de estos aisladores, Tabla 4.2.3 (UNE 21.124):

Tabla 4.2.3

| Denominación   | Número de aisladores | Tensión soportada impulso tipo rayo<br>kV | Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia<br>kV | Tensión de perforación en aceite<br>kV |
|----------------|----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>U 40 BS</b> | 2                    | 133                                       | 54                                                          | <b>110</b>                             |
|                | <b>3</b>             | <b>195</b>                                | <b>78</b>                                                   |                                        |
| U 70 BS        | 2                    | 190                                       | 72                                                          | 130                                    |
|                | 3                    | 260                                       | 105                                                         |                                        |

El número de aisladores será:

$$n = \frac{GA \cdot V_m}{L_f} \quad (\text{III.11})$$

$GA = 20$  mm/kV. Nivel de contaminación normal.

$V_m = 24$  kV.

$L_f = 190$  mm.  $n = 2,53 \rightarrow 3$  aisladores.

Según el capítulo V de las normas particulares de la compañía SEVILLANA-ENDESA, Apdo 2:

Para líneas de tensión máxima 24 kV, le corresponde un aislamiento mínimo de 125 kV.

$$3 \text{ aisladores U40BS} \rightarrow 195 \text{ kV} > 125 \text{ kV}$$

Para conocer la longitud completa de la cadena de aisladores (aisladores + apoyos), se utiliza la tabla 4.2.4:

| Tipo de cadena                                                   | Aislamiento de vidrio  |                      | Longitud unidad (mm) | Longitud parcial (mm) | Peso (kg)   |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------|
|                                                                  | Nivel de aislamiento I |                      |                      |                       |             |
| Amarre con grapa                                                 | Cdad.                  | Denominación         |                      |                       |             |
|                                                                  | 1                      | Horquilla bola HB-11 | 60                   | 60                    | 0,29        |
|                                                                  | 1                      | Rótula larga R-11-P  | 117                  | 117                   | 0,41        |
|                                                                  | 1                      | Grapa amarre GA-2    | 160                  | 160                   | 1,1         |
|                                                                  | 3                      | Aisladores U-40-BS   | 100                  | 300                   | (1,7*3) 5,1 |
| longitud de la cadena será la suma de las longitudes parciales = |                        |                      |                      | <b>637</b>            | 6,9         |

Datos sacados del ANEXO III.2 - Tablas III.2.1/2/3/4.

#### 4.3.- Distancia entre conductores y apoyo.

Según la ITC-LAT 07 Pto 5.4.2, esta distancia no puede ser inferior a 0,2 m. y se calcula mediante la tabla 15 del Pto 5.2:

- El aislamiento necesario en la línea, viene determinado por el Apdo 2 del Capítulo V normas SE:
  - a) Tensión nominal de la red  $\leq 20$  kV:
    - Tensión más elevada para el material  $\rightarrow 24$  kV

Según la tabla 15 (ITC-LAT 07):

$$D_{EL} = 0,22 \text{ m}$$

#### 4.4.- Distancia de conductores entre sí.

Según la ITC-LAT 07 Pto 5.4.1, esta distancia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_C = K \sqrt{f_{\max} + L + K + D_{PP}} \quad (\text{III.12})$$

Siendo;

$f_{\max} \rightarrow$  Flecha máxima (m.).

$L \rightarrow$  Longitud de la cadena de suspensión (m.).

$K' \rightarrow$  Coeficiente que depende de la tensión nominal (ITC-LAT 07 Pto 5.4)

$D_{PP} \rightarrow$  Distancia aérea mínima específica (ICT-LAT 7 Pto 5.2 - tabla 15)

$K \rightarrow$  Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento. Se toma de la tabla 4.4.1. (ITC-LAT 07 Pto 5.4.1)

Tabla 4.4.1

| Valores de K                        |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Ángulo de oscilación                | Líneas de 3ª categoría (<30 kV) |
| $\beta > 65^\circ$                  | 0,65                            |
| $40^\circ \leq \beta \leq 65^\circ$ | 0,6                             |
| $\beta < 40^\circ$                  | 0,55                            |

Ángulo de oscilación:

$$\text{Cadenas de amarre} \rightarrow \beta = \text{artg} \left( \frac{P_v}{p} \right) \quad \text{Cadenas de suspensión} \rightarrow \beta = \text{artg} \left( \frac{P_v}{2p} \right)$$

$$P_v = 0,57 \text{ daN/m.}$$

$$P_{\text{cond}} = 0,186 \text{ daN/m.}$$

$$\beta = 71,57^\circ \rightarrow \text{Según la tabla 4.4.1 } K=0,65$$

$$D_{pp} = 0,25 \rightarrow \text{ICT-LAT 7 Pto 5.2 - tabla 15}$$

$$f_{\text{max}} \text{ #####} \rightarrow \text{Apdo 3.3}$$

$$L = 0,637 \text{ m.} \rightarrow \text{Tabla 4.2.4}$$

$$K' = 0,75 \rightarrow \text{ICT-LAT 7 Pto 5.4.1}$$

$$K = 0,65$$

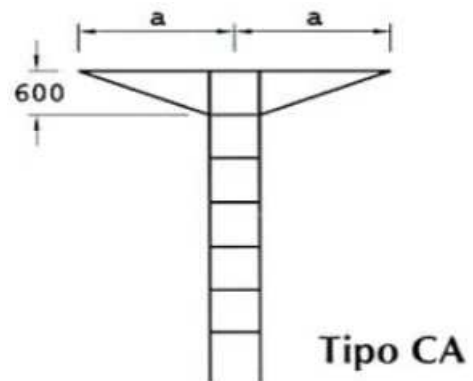
$$D_c = 1,46 \text{ m.}$$

Una vez calculadas estas distancias, se procede a elegir la cruceta, para ello se mira el catálogo del fabricante, y se escoge una cruceta que cumpla con las distancias mínimas anteriormente calculadas. Para apoyos de celosía, crucetas atirantadas, cumpliendo lo establecido en las normas de SEVILLANA-ENDESA capítulo V apart.5.3.7.

Características cruceta atirantada, para apoyo de celosía Tabla 4.4.2 (catálogo FAMMSA):

Tabla 4.4.2

|          | CA-1,25<br>TA-2,50 | CA-1,50<br>TA-3,00 | CA-1,75<br>TA-3,50 | CA-2,00<br>TA-4,00 | SA-1,25<br>EA-2,50 | SA-1,50<br>EA-3,00 |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>a</b> | 1,25               | 1,50               | 1,75               | 2,00               | 1,25               | 1,50               |
| <b>b</b> | 1,20               | 1,20               | 1,80               | 1,80               | 1,20               | 1,80               |
| <b>c</b> | ---                | ---                | ---                | ---                | 1,50               | 1,75               |



Recordando las distancias mínimas:

- Distancia entre conductores y apoyo = 0,22 m.
- Distancia de conductores entre sí = 1,46 m.

Para el primer cantón, dado que los dos apoyos que lo componen llevan cadena de aisladores de amarre, apoyos 1 y 2, se colocarán crucetas atirantadas tipo CA-1,50, cumpliendo con las distancias mínimas.

#### 4.5.- Tablas de tendido ANEXO III.3

#### 5.- Cálculo de los apoyos.

##### 5.1.- Altura de los apoyos.

La altura mínima del apoyo será:

$$H = h + H_{\text{eng}} + A_s - C_R \quad (\text{III.13})$$

Siendo:

H → Altura total del apoyo (m.).

h → Altura de la cimentación (provisionalmente 2m., posteriormente se calculará definitivamente).

Heng → Altura de engrape (m.). Calculado en el apdo 4.1.

$A_s$  → Longitud de la cadena de aisladores (m.). En este caso sólo se coge la longitud de la grapa de amarre, al ser una cadena de amarre. Tabla 4.2.4.

$C_R$  → Altura de la cruceta (m.), apdo 4.4.

Datos:

$h = 2 \text{ m.}$

Heng = 11 m.

$A_s = 0,2 \text{ m.}$

$C_R = 0,6 \text{ m.}$   $H = 12,583 \text{ m.}$

Se busca un apoyo de una altura superior a H, siempre que lo permitan las normas de la compañía SEVILLANA-ENDESA capítulo V apart.5.3.6.

Se elige un apoyo METÁLICO C-(según los esfuerzos)-14, sus características vienen a continuación:

Ver ANEXO III.1.

Tabla: III.1. Características apoyos metálicos de celosía. (Catálogo FAMMSA).

Figura III.1. Dimensiones apoyos metálicos de celosía. (Catálogo FAMMSA).

## 5.2.- Hipótesis reglamentarias.

Para elegir el apoyo, además de la altura, también hay que tener en cuenta que éste soportará los esfuerzos debidos a las cargas permanentes, viento, ángulos, temperatura, desequilibrio de tracciones y rotura de conductores. El cálculo se basará en determinar para cada caso el esfuerzo resultante y finalmente elegir un apoyo que soporte el esfuerzo mayor de todos los obtenidos.

Las 4 hipótesis que marca la ITC-LAT 07 Pto 5.3 son las siguientes:

1ª Hipótesis: Viento.

2ª Hipótesis: Hielo (sólo zona B y C).

3ª Hipótesis: Desequilibrio de tracciones.

4ª Hipótesis: Rotura de conductores.

Es importante realizar aquí una aclaración: La ITC-LAT 07 Pto 3.5.3 establece que si se toma un coeficiente de seguridad en el cálculo de conductores mayor o igual a 3 y se colocan apoyos de anclaje cada 3 km como máximo se puede prescindir de la 4ª hipótesis de rotura de conductores. Por tanto, a partir de este momento en estos cálculos se adoptará este criterio, por lo que prescindiremos en los cálculos de los apoyos de la 4ª hipótesis.

A continuación se muestran los cálculos a realizar en cada una de las hipótesis, según la zona por donde discurra la línea, en este caso zona A (ITC-LAT 07 Pto 3.1.3):

Tabla 5.2.1

| APOYOS DE LÍNEAS SITUADAS EN ZONA A          |                                                                                  |                                                                                                |                                                                                          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de apoyo                                | 1ª. Hipótesis (Viento)                                                           | 3ª. Hipótesis Desequilibrio de tracciones                                                      | 4ª. Hipótesis Rotura de conductores                                                      |
| <b>Alineación</b><br>ITC-LAT 07<br>(Tabla 5) | Cargas permanentes<br>Viento<br>Temperatura -5°C.                                | Cargas permanentes<br>Desequilibrio de tracciones<br>Temperatura -5°C.                         | Cargas permanentes<br>Rotura de conductores<br>Temperatura -5°C.                         |
| <b>Ángulo</b><br>ITC-LAT 07<br>(Tabla 5)     | Cargas permanentes<br>Viento<br>Resultante de ángulo<br>Temperatura -5°C.        | Cargas permanentes<br>Desequilibrio de tracciones<br>Resultante de ángulo<br>Temperatura -5°C. | Cargas permanentes<br>Rotura de conductores<br>Resultante de ángulo<br>Temperatura -5°C. |
| <b>Fin de</b><br>ITC-LAT 07<br>(Tabla 6)     | Cargas permanentes<br>Viento<br>Desequilibrio de tracciones<br>Temperatura -5°C. | No aplica                                                                                      | Cargas permanentes<br>Rotura de conductores<br>Temperatura -5°C.                         |

En el este cantón se encuentran los apoyos nº1 (fin de línea) y nº2 (ángulo amarre), por lo que las hipótesis que han de aplicar son las siguientes:

Tabla 5.2.2

| FIN DE LÍNEA (Apoyo nº 1)                    |                                                                         |                                             |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1ª Hipótesis                                 |                                                                         | 3ª Hipótesis                                |
| Viento                                       | Cargas permanentes                                                      | Desequilibrio de tracciones                 |
| $F_V = F_C + F_{AT} + F_{AP} + F_{PL} + F_C$ | $F_C = P_{cadena} + P_{herra} + P_{crucet} + P_{cond.} + P_{otros}(kg)$ | $F_T = n \cdot (100\% \text{ de } T_{max})$ |
| Comprobación:<br>$E_N > F_V$                 | Comprobación:<br>$R_C > F_C$                                            | Comprobación:<br>$E_S > F_T$                |

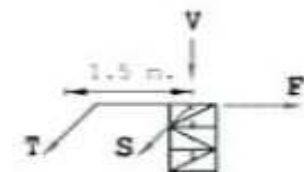
Tabla 5.2.3

| ÁNGULO (Apoyo nº 2)                                                                                              |                                                                         |                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1ª Hipótesis                                                                                                     |                                                                         | 3ª Hipótesis                               |
| Viento                                                                                                           | Cargas permanentes                                                      | Desequilibrio de tracciones                |
| $F_A = F_{CA} + F_V = n \cdot 2 \cdot T_{max} \cdot \sin(\alpha/2) + n \cdot P_V \cdot a_e \cdot \cos(\alpha/2)$ | $F_C = P_{cadena} + P_{herra} + P_{crucet} + P_{cond.} + P_{otros}(kg)$ | $F_T = n \cdot (15\% \text{ de } T_{max})$ |
| Comprobación:<br>$E_N > F_A$                                                                                     | Comprobación:<br>$R_C > F_C$                                            | Comprobación:<br>$E_S > F_T$               |

### 5.3.- Esfuerzos sobre los apoyos.

Se distinguen tres esfuerzos diferentes sobre los apoyos:

- Esfuerzo nominal  $\rightarrow E_N$
- Esfuerzo secundario  $\rightarrow E_S$
- La resistencia a la compresión  $\rightarrow R_C$



**5.3.1.- Para el apoyo nº1 (fin de línea apoyo metálico C-(según los esfuerzos)-14), los esfuerzos según fabricante son los siguientes:**

|        | ESFUERZOS (daN) |                |              |             |
|--------|-----------------|----------------|--------------|-------------|
|        | Nominal (F)     | Secundario (S) | Vertical (V) | Torsión (T) |
| C-500  | 500             | 500            | 600          | 600         |
| C-1000 | 1.000           | 1.000          | 600          | 700         |
| C-2000 | 2.000           | 2.000          | 600          | 1.400       |
| C-3000 | 3.000           | 3.000          | 800          | 1.400       |
| C-4500 | 4.500           | 4.500          | 800          | 1.400       |

Tabla 5.3.1.1 Catálogo FAMMSA

**1ª Hipótesis (Viento):**  $E_N > F_V$

$$F_V = F_C + F_{AI} + F_{AP} + F_{PL} + F_{CI} \quad (\text{III.14})$$

$F_C \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre conductores

$F_{AI} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre cadenas de aisladores

$F_{AP} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre apoyos de celosía

$F_{PL} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre superficies planas

$F_{CI} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre superficies cilíndricas

$$F = q \times A \quad (\text{III.15})$$

$F \rightarrow$  Fuerza del viento sobre cada componente ( $F_C$ ,  $F_{AI}$ ,  $F_{AP}$ ).

$q \rightarrow$  Presión del viento (60 daN/m<sup>2</sup>), calculada en el apdo 3.1.

$A \rightarrow$  Área del componente proyectada en el plano normal a dirección del viento.

$$F_V = 141 \text{ daN}$$

$$E_N = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo nominal.

**3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones):**  $E_S > F_T$

$$n = 3 \text{ cond.}$$

$$F_T = n \cdot (100\% \text{ de } T_{\max})$$

$$T_{\max} = 556,7 \text{ daN (Apdo 3.1)}$$

$$F_T = 1670 \text{ daN}$$

$$E_S = 2000 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 2000 daN de esfuerzo secundario.

Una vez realizadas estas hipótesis, se puede elegir el apoyo (nº 1) que se va a poner; en este caso se colocará un **APOYO METÁLICO C-2000-14**. Cumpliendo con los datos obtenidos y con las normas de la compañía.

**5.3.2.- Para el apoyo nº2 (ángulo apoyo metálico C-(según los esfuerzos)-14), los esfuerzos según fabricante son los siguientes:**

(Ver Tabla 5.3.1 Catálogo FAMMSA)

**1ª Hipótesis (Viento):**  $E_N > F_A$ 

$$F_A = F_{CA} + F_V = n \cdot 2 \cdot T_{\max} \cdot \sin(\alpha / 2) + n \cdot P_v \cdot a_e \cdot \cos(\alpha / 2)$$

$$n = 3 \text{ cond.}$$

$$T_{\max} = 556,7 \text{ daN}$$

$$P_v = 0,57 \text{ daN/m}^2$$

$$a_e = 145 \text{ m.}$$

$$a_1 = 165 \text{ m.}$$

$$a_2 = 125 \text{ m.}$$

$$\alpha = 39^\circ$$

$$\sin(\alpha/2) = 0,3338$$

$$\cos(\alpha/2) = 0,9426$$

$$A_e = \frac{a_1 + a_2}{2}$$

$$F_A = 1348,61 \text{ daN}$$

$$E_N = 2000 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 2000 daN de esfuerzo nominal.

**3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)**  $E_S > F_T$ 

$$n = 3 \text{ cond.}$$

$$F_T = n \cdot (15\% \text{ de } T_{\max})$$

$$T_{\max} = 556,7 \text{ daN (Apdo 3.1)}$$

$$F_T = 251 \text{ daN}$$

$$E_S = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo secundario.

Una vez realizadas estas hipótesis, se puede elegir el apoyo (nº 2) que se va a poner; en este caso se colocará un **APOYO METÁLICO C-2000-14**. Cumpliendo con los datos obtenidos y con las normas de la compañía.

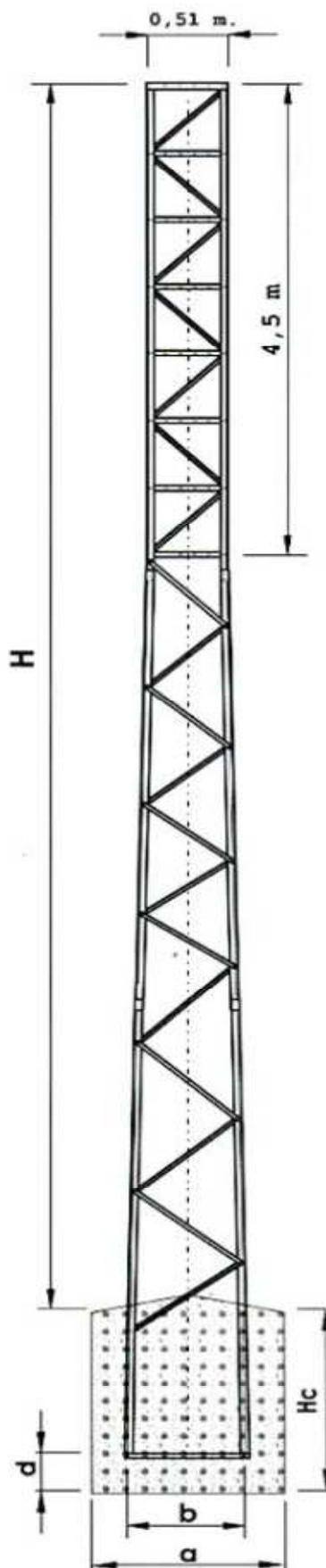
**6.- Cálculo de cimentaciones.**

En este caso el cálculo lo facilita el fabricante. Se entiende que estará sobredimensionado por lo que sólo hay que mirar la tabla III.1 del ANEXO III.1.

**ANEXO III.1****Tabla: III.1. Características apoyos metálicos de celosía. (Catálogo FAMMSA).**

|               | Altura total (m.) | Altura útil "H" (m.) | Ancho base "b" (m.) | Peso (kg.) | Cimentación (m.) |      |      |
|---------------|-------------------|----------------------|---------------------|------------|------------------|------|------|
|               |                   |                      |                     |            | Hc               | a    | d    |
| <b>C-500</b>  | 10,00             | 8,70                 | 0,74                | 302        | 1,60             | 0,95 | 0,20 |
|               | 12,00             | 10,70                | 0,81                | 358        | 1,60             | 1,05 | 0,20 |
|               | 14,00             | 12,60                | 0,89                | 419        | 1,70             | 1,15 | 0,20 |
|               | 16,00             | 14,60                | 0,96                | 484        | 1,70             | 1,25 | 0,20 |
|               | 18,00             | 16,50                | 1,04                | 549        | 1,80             | 1,35 | 0,20 |
|               | 20,00             | 18,50                | 1,12                | 624        | 1,80             | 1,45 | 0,20 |
|               | 22,00             | 20,40                | 1,20                | 686        | 1,80             | 1,55 | 0,20 |
| <b>C-1000</b> | 10,00             | 8,40                 | 0,74                | 310        | 1,80             | 0,95 | 0,20 |
|               | 12,00             | 10,40                | 0,81                | 374        | 1,80             | 1,05 | 0,20 |
|               | 14,00             | 12,30                | 0,89                | 447        | 1,90             | 1,15 | 0,20 |
|               | 16,00             | 14,30                | 0,96                | 512        | 1,90             | 1,25 | 0,20 |
|               | 18,00             | 16,20                | 1,05                | 602        | 2,00             | 1,35 | 0,20 |
|               | 20,00             | 18,20                | 1,13                | 687        | 2,00             | 1,45 | 0,20 |
|               | 22,00             | 20,20                | 1,20                | 775        | 2,00             | 1,55 | 0,20 |
| <b>C-2000</b> | 10,00             | 8,40                 | 0,74                | 473        | 2,10             | 0,95 | 0,20 |
|               | 12,00             | 10,10                | 0,81                | 562        | 2,10             | 1,05 | 0,20 |
|               | 14,00             | 12,10                | 0,89                | 682        | 2,20             | 1,15 | 0,20 |
|               | 16,00             | 14,00                | 0,97                | 812        | 2,20             | 1,25 | 0,20 |
|               | 18,00             | 16,00                | 1,05                | 927        | 2,20             | 1,35 | 0,20 |
|               | 20,00             | 17,90                | 1,13                | 1048       | 2,30             | 1,45 | 0,20 |
|               | 22,00             | 19,90                | 1,20                | 1196       | 2,30             | 1,55 | 0,20 |
| <b>C-3000</b> | 10,00             | 8,30                 | 0,74                | 549        | 2,30             | 0,95 | 0,20 |
|               | 12,00             | 10,00                | 0,81                | 681        | 2,30             | 1,05 | 0,20 |
|               | 14,00             | 11,90                | 0,89                | 840        | 2,40             | 1,15 | 0,20 |
|               | 16,00             | 13,80                | 0,98                | 984        | 2,40             | 1,25 | 0,20 |
|               | 18,00             | 15,80                | 1,05                | 1141       | 2,50             | 1,35 | 0,20 |
|               | 20,00             | 17,70                | 1,13                | 1306       | 2,50             | 1,45 | 0,20 |
|               | 22,00             | 19,60                | 1,20                | 1459       | 2,60             | 1,55 | 0,20 |
| <b>C-4500</b> | 10,00             | 8,10                 | 0,75                | 739        | 2,55             | 0,95 | 0,20 |
|               | 12,00             | 9,80                 | 0,81                | 910        | 2,60             | 1,05 | 0,20 |
|               | 14,00             | 11,70                | 0,90                | 1118       | 2,60             | 1,15 | 0,20 |
|               | 16,00             | 13,60                | 0,99                | 1318       | 2,70             | 1,25 | 0,20 |
|               | 18,00             | 15,60                | 1,06                | 1527       | 2,70             | 1,35 | 0,20 |
|               | 20,00             | 17,50                | 1,15                | 1760       | 2,75             | 1,45 | 0,20 |
|               | 22,00             | 19,40                | 1,22                | 1968       | 2,75             | 1,55 | 0,20 |

**Figura III.1. Dimensiones apoyos metálicos de celosía. (Catálogo FAMMSA).**



**ANEXO III.2****Tabla III.2.1.-Características aisladores de vidrio (catálogo INAEL).**

| Tipo<br>Type | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensions<br>mm |     | Línea de fuga<br>Creepage distance<br>Ligne de fuite<br>mm | Norma de acoplamiento<br>Standard coupling<br>Norme d'assemblage<br>CEI 60 120 | Carga rotura<br>U.T.S.<br>Charge de rupture<br>kN | Peso<br>Weight<br>Poids<br>Kg. |
|--------------|-----------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
|              | P                                             | D   |                                                            |                                                                                |                                                   |                                |
| U 40 B       | 110                                           | 175 | 190                                                        | 11                                                                             | 40                                                | 1,7                            |
| U 70 BS      | 127                                           | 255 | 295                                                        | 16                                                                             | 70                                                | 3,5                            |
| U 70 BL      | 146                                           | 255 | 295                                                        | 16                                                                             | 70                                                | 3,5                            |
| U 100 BS     | 127                                           | 255 | 295                                                        | 16                                                                             | 100                                               | 3,7                            |
| U 120 B      | 146                                           | 255 | 295                                                        | 16                                                                             | 120                                               | 3,8                            |

**Tabla III.2.2.-Características grapas de amarre (catálogo INAEL).**

| Tipo<br>Type | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensions<br>mm |     |      |    | Nº abarcones<br>Nº U.bolts.<br>Nº etriers | Par de apriete<br>Torque of press<br>Couple de serrage<br>daN.m | Ø Conductor.<br>Ø wire. Ø<br>Conducteur<br>mm |      | Carga rotura<br>UTS.<br>Charge de rupture<br>kN | Carga de rotura de la<br>anilla<br>UTS the ring<br>Charge de rupture de<br>l'anneau<br>kN | Peso aprox.<br>Aprx. weight<br>Poids aprox.<br>kg |
|--------------|-----------------------------------------------|-----|------|----|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|              | A                                             | B   | C    | D  |                                           |                                                                 | Min.                                          | Max. |                                                 |                                                                                           |                                                   |
| GA 1         | 100                                           | 78  | 18.5 | 16 | 2xM10                                     | 2                                                               | 5                                             | 10   | 35                                              | 14,4                                                                                      | 0.45                                              |
| GA1/1        | 110                                           | 124 | 20   | 16 | 2xM12                                     | 2                                                               | 5                                             | 12   | 35                                              | 14,4                                                                                      | 0.65                                              |
| GA 2         | 165                                           | 140 | 20   | 16 | 3xM12                                     | 3.5                                                             | 10                                            | 16   | 60                                              | 22,7                                                                                      | 1.10                                              |
| GA 3         | 240                                           | 170 | 22   | 16 | 4xM12                                     | 4.5                                                             | 16                                            | 20   | 80                                              | 31                                                                                        | 1.80                                              |

**Tabla III.2.3.-Características horquilla bola (catálogo INAEL).**

| Tipo<br>Type        | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensions<br>mm |    |    |                   | Norma de<br>acoplamiento<br>Standard coupling<br>Norme<br>d'assemblage<br>CEI 60120 | Carga rotura<br>UTS<br>Charge de<br>rupture<br>kN | Peso<br>Weight<br>Poids aprox.<br>kg |
|---------------------|-----------------------------------------------|----|----|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                     | A                                             | B  | C  | L                 |                                                                                     |                                                   |                                      |
| HB 11               | M12                                           | 30 | 11 | 60                | 11                                                                                  | 75                                                | 0.29                                 |
| HB 16               | M16                                           | 40 | 15 | 82 <sup>max</sup> | 16                                                                                  | 100                                               | 0.78                                 |
| HB 16<br>(RU 6617C) | M16                                           | 40 | 15 | 82 <sup>max</sup> | 16                                                                                  | 160                                               | 0.78                                 |

**Tabla III.2.4.-Características Rótula larga (catálogo INAEL).**

| Tipo<br>Type | Dimensiones<br>Dimensions<br>Dimensions<br>mm |    |       | Norma de acoplamiento<br>Standard coupling<br>Norme d'assemblage<br>CEI 60 120 | Carga de rotura<br>U.T.S.<br>Charge de rupture<br>kN | Peso aprox.<br>Aprx. weight<br>Poids aprox.<br>kg |
|--------------|-----------------------------------------------|----|-------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|              | A                                             | B  | L     |                                                                                |                                                      |                                                   |
| R11          | 7                                             | 16 | 41,5  | 11                                                                             | 70                                                   | 0,26                                              |
| R11P         | 7                                             | 16 | 117   | 11                                                                             | 75                                                   | 0,41                                              |
| R16          | 11                                            | 15 | 50,5  | 16 A                                                                           | 110                                                  | 0,51                                              |
| R16P         | 11                                            | 15 | 110,5 | 16 A                                                                           | 110                                                  | 0,80                                              |
| R16A         | 11                                            | 15 | 50,5  | 16 A                                                                           | 140                                                  | 0,51                                              |
| R16AP        | 11                                            | 16 | 133   | 16 A                                                                           | 160                                                  | 0,80                                              |

## ANEXO III.3

## Tabla de tendido para el V.I.R. del cantón N° 1 (Apoyos N° 1 y N° 2).

## 1.- Cálculo de la tensión del conductor a 0 °C.

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 0 °C)                    | 0 °C        | 240,478 daN   | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 0 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 67,58920$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 240,478 \quad y = 459002,37$$

Flecha a esta tensión a 0 °C.

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 2,632 \text{ m.}$$

## 2.- Cálculo de la tensión del conductor a 5 °C.

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 5 °C)                    | 5 °C        | 229,2735 daN  | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996\text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860\text{ daN/m}$$

$$a = 165\text{ m.}$$

$$S = 54,6\text{ mm}^2$$

$$E = 8100\text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 109,825$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 229,2735 \quad y = 468746,2$$

**Flecha a esta tensión a 5 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 2,761\text{ m.}$$

### 3.- Cálculo de la tensión del conductor a 10 °C.

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 10 °C)                   | 10 °C       | 219,175 daN   | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7\text{ daN}$$

$$t_1 = -5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996\text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860\text{ daN/m}$$

$$a = 165\text{ m.}$$

$$S = 54,6\text{ mm}^2$$

$$E = 8100\text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 152,061$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 219,175 \quad y = 476888,0$$

**Flecha a esta tensión a 10 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 2,888 \text{ m.}$$

#### 4.- Cálculo de la tensión del conductor a 15 °C.

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 15 °C)                   | 15 °C       | 210,051 daN   | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 15 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 194,297$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 210,051 \quad y = 483973,6$$

**Flecha a esta tensión a 15 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,013 \text{ m.}$$

### 5.- Cálculo de la tensión del conductor a 20 °C.

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 20 °C)                   | 20 °C       | 201,783 daN   | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 20 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 236,533$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 201,783 \quad y = 490199,1$$

**Flecha a esta tensión a 20 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,137 \text{ m.}$$

**6.- Cálculo de la tensión del conductor a 25 °C.**

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 25 °C)                   | 25 °C       | 194,2665 daN  | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 25 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 278,768$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 194,2665 \quad y = 495664,2$$

**Flecha a esta tensión a 25 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,258 \text{ m.}$$

**7.- Cálculo de la tensión del conductor a 30 °C.**

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 30 °C)                   | 30 °C       | 187,41 daN    | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 30 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 321,004$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 187,41 \quad y = 500359,4$$

**Flecha a esta tensión a 30 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,378 \text{ m.}$$

### 8.- Cálculo de la tensión del conductor a 35 °C.

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 35 °C)                   | 35 °C       | 181,136 daN   | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 35 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 363,240$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 181,136 \quad y = 504691,5$$

**Flecha a esta tensión a 35 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,495 \text{ m.}$$

### 9.- Cálculo de la tensión del conductor a 40 °C.

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 40 °C)                   | 40 °C       | 175,375 daN   | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 40 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 405,476$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 175,375 \quad y = 508453,6$$

**Flecha a esta tensión a 40 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,609 \text{ m.}$$

**10.- Cálculo de la tensión del conductor a 45 °C.**

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 45 °C)                   | 45 °C       | 170,068 daN   | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 45 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 447,712$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 170,068 \quad y = 511696,6$$

**Flecha a esta tensión a 45 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,722 \text{ m.}$$

**11.- Cálculo de la tensión del conductor a 50 °C.**

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión       | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|---------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$         | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,66667 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$         | $pt_2$       |
| (hipótesis 50 °C)                   | 50 °C       | 165,165 daN   | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,7 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 165 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 489,948$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 17356421,83$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 165,165 \quad y = 514704,8$$

**Flecha a esta tensión a 50 °C.**

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,832 \text{ m.}$$

**Tabla de tendido Cantón N° 1**

|                              |                      | <i>Temperatura</i> |           |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------------------------|----------------------|--------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Longitud<br/>Vano (m)</b> |                      | <b>0°</b>          | <b>5°</b> | <b>10°</b> | <b>15°</b> | <b>20°</b> | <b>25°</b> | <b>30°</b> | <b>35°</b> | <b>40°</b> | <b>45°</b> | <b>50°</b> |
| VIR:165 m                    | <i>Tensión (daN)</i> | 240,5              | 229,27    | 219,18     | 210,05     | 201,78     | 194,27     | 187,41     | 181,14     | 175,38     | 170,07     | 165,17     |
| 165                          | <i>Flechas</i>       | 2,63               | 2,76      | 2,88       | 3,01       | 3,13       | 3,26       | 3,78       | 3,45       | 3,61       | 3,72       | 3,83       |

**ANEXO IV: Cantón nº2****1.- Conductor.**

Una vez terminados los cálculos eléctricos, ya se conoce el conductor a emplear y sus características. El cable a utilizar es el **LA-56**.

Sus características principales se indican en la tabla siguiente UNE 21018:

Tabla 1.1

|                                       |              |                   |       |
|---------------------------------------|--------------|-------------------|-------|
| DENOMINACIÓN U.N.E.                   |              |                   | LA-56 |
| SECCIÓN TRANSVERSAL                   | ALUMINIO mm² |                   | 46,8  |
|                                       | ACERO mm²    |                   | 7,79  |
|                                       | TOTAL mm²    |                   | 54,6  |
| COMPOSICIÓN                           | ALUMINIO     | Nº ALAMBRES       | 6     |
|                                       |              | DIAMETRO mm       | 3,15  |
|                                       | ACERO        | Nº ALAMBRES       | 1     |
|                                       |              | DIAMETRO mm       | 3,15  |
| DIÁMETRO                              |              | NUCLEO ACERO mm   | 3,15  |
|                                       |              | CABLE COMPLETO mm | 9,5   |
| CARGA DE ROTURA daN                   |              |                   | 1670  |
| RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20º C ohm/km  |              |                   | 0,614 |
| MASA kg/m                             |              |                   | 0,189 |
| PESO daN/m                            |              |                   | 0,186 |
| MÓDULO ELASTICIDAD TEÓRICA daN/mm²    |              |                   | 8100  |
| COEFICIENTE DILATACIÓN LIEAL °Cx10E-6 |              |                   | 19,1  |
| INTENSIDAD MÁXIMA PERMANENTE A        |              |                   | 202   |

**2.- Vano ideal de regulación.**

En este caso, la longitudes de los vanos son las siguientes:

$$a_{2-3} = 125 \text{ m.}$$

$$a_{3-4} = 150 \text{ m.}$$

$$a_{4-5} = 150 \text{ m.}$$

$$a_{5-6} = 150 \text{ m.}$$

$$a_{6-7} = 145 \text{ m.}$$

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum_{l=1}^n a^3}{\sum_{l=1}^n a}} \quad (\text{III.1})$$

$$a_r = 144,946 \text{ m.}$$

**3.- Cálculo mecánico para el conductor en el V.I.R.**

Dado que el polígono industrial "LA DEHESA" está situado en Córdoba, según la clasificación que hace la ITC-LAT 07 Pto 3.1.3. a esta zona le corresponde ZONA A, por estar a menos de 500 m. de altitud sobre el nivel del mar.

**3.1.- Tensión máxima del conductor.**

Según la ITC-LAT 07 Pto 3.2. la tensión máxima a la que puede estar sometido un cable será la resultante de dividir entre 2,5 (3 para cond. en forma de alambre) la carga de rotura del cable, tabla 1. Para la zona A según ITC-LAT 07 Pto 3.2. se considera la hipótesis de la tabla 2.1:

Zona A: Carga del propio peso y viento a -5°C.

Tabla 2.1

| Condición<br>máxima<br>tensión | ZONA - A    |                                            |
|--------------------------------|-------------|--------------------------------------------|
|                                | Temperatura | Sobrecarga                                 |
|                                | (-)5°C      | Viento de 60 daN/m <sup>2</sup> (120 km/h) |

→ Calculado según:  
ITC-LAT 07 Pto 3.1.2.1

Por lo que la carga máxima de rotura será:

Donde;  $T_{\max} = \frac{Q_r}{3}$  (III.2)

$Q_r = 1670 \text{ daN}$  → (Tabla 1.1)

3 → porque es un conductor en forma de alambre.

$$T_{\max} = 556,67 \text{ daN}$$

De esto se deduce; a una temperatura de -5°C, una presión del viento de 60 daN/m<sup>2</sup> (120 km/h) y teniendo en cuenta el peso del propio conductor, la tensión máxima a la que puede estar sometido el cable es de: 556,67 daN.

**3.1.1.- Peso del viento y del propio conductor.**

En primer lugar se calcula el peso del conductor por metro de línea:

En este caso nos lo facilita directamente el fabricante en kg/m. y es:

$$P_{\text{cond}} = 0,186 \text{ daN/m} \rightarrow \text{(Tabla 1.1)}$$

A continuación se calcula la sobrecarga debida al viento/m mediante la expresión III.3:

$$P_v = p_v \cdot d \quad \text{(III.3)}$$

Donde;

$p_v$  → Es la presión del viento en daN/m<sup>2</sup>, Tabla 2.1. → 60 daN/m<sup>2</sup>.

$d$  → Diámetro aparente del conductor en m. =  $9,5 \text{ mm} / 1000 = 0,0095 \text{ m}$ .

$$P_v = 0,57 \text{ kg/m.}$$

La carga total será la suma vectorial del peso del conductor mas la sobrecarga del viento:

$$pt_1 = \sqrt{P_{\text{cond}}^2 + P_v^2} = 0,600 \text{ kg/m.} \quad \text{(III.4)}$$

**3.2.- Tensión de cada día (TCD). Límite dinámico.(Art. 27.2).**

Se establece un límite dinámico debido al viento de pequeña magnitud. Límite de tensión a 15 °C,

sin sobrecargas. Según el Pto 3.2.2 de la ITC-LAT 07, esta tensión ha de ser inferior al 15 % de la carga de rotura del cable.

Para determinar la tensión a la que estará sometido el conductor según esta hipótesis, y dado que ya se conocen unas condiciones determinadas, sólo habrá que aplicar la ecuación del cambio de condiciones III.5/6/7; los datos de los que partimos son los de la tabla 3.2.1:

Tabla 3.2.1

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión    | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$      | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,67 kg  | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$      | $pt_2$       |
| (hipótesis TCD)                     | 15 °C       | 220,81 daN | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,67 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 15 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 145 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 61,41815$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 13393850,32$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 220,81144 \quad y = 367013,14$$

Esta tensión (T2), tiene que ser inferior al 15 % de la carga de rotura del cable.

$$15\% \text{ de } Q_r = 15\% \text{ de } 1670 \text{ daN} = 250,5 \text{ daN}$$

$$220,8 \text{ daN} < 250,5 \text{ daN}$$

$$T_2 \% = \frac{T_2}{Q_r} \cdot 100$$

$$T_2 \rightarrow 13,22 \% < 15 \%$$

Como se puede comprobar, se cumple lo indicado en la ITC-LAT 07 Pto 3.2.2, ( $T_2 < 15\% Q_r$ ), por lo que no se tendrán que colocar antivibratorios.

**3.3.- Flecha máxima.**

Se trata de calcular la flecha de mayor longitud que se podría dar en un momento determinado, cuando las condiciones fueran las mas desfavorables. Para asegurar que en estas condiciones se cumplirá con la distancia mínima de los conductores al terreno. Para el cálculo de esta flecha, la ITC-LAT 07 Pto 3.2.3 dos hipótesis, tabla 3.3.1:

Tabla 3.3.1

| Condición flecha máxima | ZONA - A    |               |  |
|-------------------------|-------------|---------------|--|
|                         | Temperatura | Carga         |  |
|                         | 15°C        | Peso + viento |  |
|                         | 50°C        | Peso          |  |

→ a) Hipótesis del viento  
→ b) Hipótesis de temperatura

Para calcular la flecha máxima, primero se calcula la tensión en estas condiciones, por lo que se aplica la ecuación del cambio de condiciones III.5/6/7:

**Hipótesis a) Viento**

Tabla 3.3.2

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión    | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$      | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,67 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$      | $pt_2$       |
| (Flecha máxima)                     | 15 °C       | 498,65 daN | 0,5996 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,67 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 15 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$a = 145 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 61,41815 \quad (\text{III.5})$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 139178969,1 \quad (\text{III.6})$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B \quad (\text{III.7})$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 498,65 \quad y = 86050,172$$

Una vez obtenida la tensión, se calcula la flecha que quedará en el vano a esta tensión, con la expresión

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 3,158 \text{ m.} \quad (\text{III.8})$$

### Hipótesis b) Temperatura

Tabla 3.3.2

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión    | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$      | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,67 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$      | $pt_2$       |
| (Flecha máxima)                     | 50 °C       | 162,87 daN | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,67 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = 50 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 145 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = 357,06896 \quad (\text{III.5})$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 13393850,32 \quad (\text{III.6})$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B \quad (\text{III.7})$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 162,87 \quad y = 398260,25$$

Una vez obtenida la tensión, se calcula la flecha que quedará en el vano a esta tensión, con la expresión

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f = 2,999 \text{ m.} \quad (\text{III.8})$$

En adelante, para seguir con los cálculos, para la flecha máxima se utilizará el valor de la hipótesis 1ª pues como se comprueba, es el mas defavorable.

$$f_{\text{max}} = 3,16 \text{ m.}$$

**3.4.- Flecha mínima.**

Se trata de calcular la flecha menor que se podría dar en un momento determinado, cuando las condiciones fueran las mas desfavorables, para asegurar que en estas condiciones no habrá ningún apoyo tirando de otro, con la consecuente de poder arrancarlo. Se aplica la hipótesis de la tabla 3.4.1:

Tabla 3.4.1

| Condición<br>flecha<br>mínima | ZONA - A    |       |
|-------------------------------|-------------|-------|
|                               | Temperatura | Carga |
|                               | -5          | Peso  |

Para calcular la flecha mínima, primero se calcula la tensión en estas condiciones, por lo que se aplica la ecuación del cambio de condiciones III.5/6/7:

Tabla 3.4.2

| Condición inicial                   | Temperatura | Tensión    | Carga        |
|-------------------------------------|-------------|------------|--------------|
| (según condición de máxima tensión) | $t_1$       | $T_1$      | $pt_1$       |
|                                     | -5 °C       | 556,67 daN | 0,5996 daN/m |
| Condición final                     | $t_2$       | $T_2$      | $pt_2$       |
| (Flecha mínima)                     | -5 °C       | 281,12 daN | 0,1860 daN/m |

Datos;

$$T_1 = 556,67 \text{ daN}$$

$$t_1 = -5 \text{ °C}$$

$$t_2 = -5 \text{ °C}$$

$$pt_1 \rightarrow P_v = 0,5996 \text{ daN/m}$$

$$pt_2 \rightarrow P_{\text{cond}} = 0,1860 \text{ daN/m}$$

$$a = 145 \text{ m.}$$

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

$$E = 8100 \text{ daN/mm}^2$$

$$g = 0,0000191 \text{ °C}$$

$$A = S \cdot E \cdot \left[ \delta \cdot (t_2 - t_1) + \frac{a^2 \cdot pt_1^2}{24 \cdot T_1^2} \right] - T_1 \quad A = -107,5252 \quad (\text{III.5})$$

$$B = S \cdot E \cdot a^2 \cdot \frac{pt_2^2}{24} \quad B = 13393850,32 \quad (\text{III.6})$$

Se busca un valor para "T2", aproximando "y" lo máximo posible a 0:

$$T^2 \cdot (T_2 + A) = B \quad (\text{III.7})$$

$$y = T_2^3 + A \cdot T_2^2 - B$$

$$T_2 \rightarrow 281,11654 \quad y = 324469,7$$

Una vez obtenida la tensión, se calcula la flecha que quedará en el vano a esta tensión, con la expresión

$$f = \frac{a^2 \cdot pt_2}{8 \cdot T_2} \quad f_{\text{mín}} = 1,7 \text{ m.} \quad (\text{III.8})$$

**4.- Distancias.****4.1.- Distancia de los conductores al terreno. Altura de engrape.**

Según la ITC-LAT 07 Pto 5.5, los conductores de una línea de A.T. han de quedar situados por encima de cualquier punto del terreno o superficie de agua no navegable, a una altura mínima de 6 m. Pero según las normas de la compañía SEVILLANA-ENDESA, CAPÍTULO V apartado 5.4.4, esta distancia mínima es de 7 m. y 8 m. en los cruces con vías de comunicación.

La expresión mediante la cual se calcula esta distancia es la III.9:

$$D_T = 5.3 + \frac{U}{150} \quad (\text{III.9})$$

$U \rightarrow$  Tensión en kV = 20 kV

$$D_T = 5,43 \text{ m.} \Rightarrow 7 \text{ m. (mín.)}$$

La altura de engrape (Heng) del conductor mas bajo será de:

$$Heng = D_T + f_{\max} \quad (\text{III.10})$$

$$D_T = 7 \text{ m. (mín.)}$$

$$f_{\max} = 3,16 \text{ m.}$$

$$Heng = 10 \text{ m.}$$

**4.2.- Cadena de aisladores. (ITC-LAT 07 Pto 3.4).**

Los aisladores se dimensionan en función de:

- El aislamiento necesario en la línea que viene determinado por el Apdo 2 del Captulo V normas SE (Cumpliendo la ITC-LAT 07 Pto 3.4)
  - a) Tensión nominal de la red  $\leq 20$  kV:
    - Tensión mas elevada para el material 24 kV
    - Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo 125 kV
    - Tensión soportada nominal a frecuencia industrial 50 kV

- La línea de fuga y lugar por donde discurre:

Tabla 4.2.1

| TIPO DE ZONA           | LONGITUD DE LA LÍNEA DE FUGA (mm/kV) |
|------------------------|--------------------------------------|
| NORMAL                 | 20                                   |
| ALTA CONTAMINACIÓN     | 40                                   |
| MUY ALTA CONTAMINACIÓN | 60                                   |

(Longitud de la línea de fuga , según la contaminación en la zona)

- Las distancias entre los conductores y los apoyos.

Para calcular el número de aisladores necesario utilizaremos la siguiente expresión:

$$n = \frac{GA \cdot V_m}{L_f} \quad (\text{III.11})$$

$n \rightarrow$  N° de aisladores de cadena.

$GA \rightarrow$  Longitud de la línea de fuga reglamentada o grado de aislamiento mínimo (mm/kV).

$V_m \rightarrow$  Tensión máxima entre fases (kV).

$L_f \rightarrow$  Línea de fuga del aislador.

Los aisladores estarán de acuerdo con la norma UNE 21.124. Y cumplirán lo especificado en las normas de la compañía SEVILLANA-ENDESA, capítulo V, apart. 5.3.4.

Los elementos de acoplamiento entre aisladores así como entre éstos y los herrajes o las grapas:

- Acoplamiento Norma 11 según CEI 120 (Ø vástago mm): Carga de rotura mínima 4000 daN.

Estos serán de vidrio para los apoyos nº2, nº3, nº4, nº5, nº6 y nº7 tipo U40BS. (excepto la cadena de aisladores central del apoyo nº2, que será rígida).

Características mecánicas de los aisladores, Tabla 4.2.2 (UNE 21.124):

Tabla 4.2.2

|                                       | AISLAMIENTO DE VIDRIO                     |       |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|-------|
|                                       | Nivel de aislamiento                      |       |
|                                       | N.ºI                                      | N.ºII |
| Tipo de aislador                      | <b>U40BS</b>                              | U70BS |
| Material                              | <b>Vidrio templado, acero galvanizado</b> |       |
| Paso nominal (mm)                     | <b>100</b>                                | 127   |
| Carga de rotura electromecánica (daN) | <b>4.000</b>                              | 7.000 |
| Diámetro máximo parte aislante        | <b>175</b>                                | 255   |
| Línea de fuga (mm)                    | <b>185</b>                                | 280   |
| Diámetro del vástago                  | <b>11</b>                                 | 16    |

Características eléctricas de estos aisladores, Tabla 4.2.3 (UNE 21.124):

Tabla 4.2.3

| Denominación   | Número de aisladores | Tensión soportada impulso tipo rayo<br>kV | Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia<br>kV | Tensión de perforación en aceite<br>kV |
|----------------|----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>U 40 BS</b> | 2                    | 133                                       | 54                                                          | <b>110</b>                             |
|                | <b>3</b>             | <b>195</b>                                | <b>78</b>                                                   |                                        |
| U 70 BS        | 2                    | 190                                       | 72                                                          | 130                                    |
|                | 3                    | 260                                       | 105                                                         |                                        |

El número de aisladores será:

$$n = \frac{GA \cdot V_m}{L_f} \quad (\text{III.11})$$

GA = 20 mm/kV. Nivel de contaminación normal.

V<sub>m</sub> = 24 kV.

L<sub>f</sub> = 190 mm.

$$n = 2,5263 \Rightarrow 3 \text{ aisladores.}$$

Según el capítulo V de las normas particulares de la compañía SEVILLANA-ENDESA, Apdo 2: Para líneas de tensión máxima 24 kV, le corresponde un aislamiento mínimo de 125 kV.

$$3 \text{ aisladores U40BS} \rightarrow 195 \text{ kV} > 125 \text{ kV}$$

Para líneas de tensión máxima 24 kV, le corresponde un aislamiento mínimo de 125 kV.

$$3 \text{ aisladores U40BS} \rightarrow 195 \text{ kV} > 125 \text{ kV} \leftarrow \text{RAT art. 24}$$

Para conocer la longitud completa de la cadena de aisladores (aisladores + apoyos), se utiliza la tabla 4.2.4:

| Tipo de cadena                                                   | Aislamiento de vidrio  |                      | Longitud unidad (mm) | Longitud parcial (mm) | Peso (kg)   |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-------------|
|                                                                  | Nivel de aislamiento I |                      |                      |                       |             |
| Amarre con grapa                                                 | Cdad.                  | Denominación         |                      |                       |             |
|                                                                  | 1                      | Horquilla bola HB-11 | 60                   | 60                    | 0,29        |
|                                                                  | 1                      | Rótula larga R-11-P  | 117                  | 117                   | 0,41        |
|                                                                  | 1                      | Grapa amarre GA-2    | 165                  | 165                   | 1,1         |
|                                                                  | 3                      | Aisladores U-40-BS   | 100                  | 300                   | (1,7*3) 5,1 |
| longitud de la cadena será la suma de las longitudes parciales = |                        |                      |                      | <b>642</b>            | 6,9         |

Datos sacados del ANEXO III.2 - Tablas III.2.1/2/3/4.

Para conocer la longitud completa de la cadena de aisladores (aisladores + apoyos), se utiliza la siguiente tabla: Longitud de la cadena de suspensión.

| Tipo de cadena                                                   | Aislamiento de vidrio  |                       | Longitud unidad (mm) | Longitud parcial (mm) | Peso (kg)   |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------|
|                                                                  | Nivel de aislamiento I |                       |                      |                       |             |
| Suspensión                                                       | Cdad.                  | Denominación          |                      |                       |             |
|                                                                  | 1                      | Horquilla bola HB-11  | 60                   | 60                    | 0,29        |
|                                                                  | 1                      | Rótula larga R-11-P   | 117                  | 117                   | 0,41        |
|                                                                  | 1                      | Grapa suspensión GS-1 | 50                   | 50                    | 1,1         |
|                                                                  | 3                      | Aisladores U-40-BS    | 100                  | 300                   | (1,7*3) 5,1 |
| longitud de la cadena será la suma de las longitudes parciales = |                        |                       |                      | 527                   | 6,9         |

Datos sacados del ANEXO III.2 - Tablas III.2.1/2/3/4.

#### 4.3.- Distancia entre conductores y apoyo.

Según la ITC-LAT 07 Pto 5.4.2, esta distancia no puede ser inferior a 0,2 m. y se calcula mediante la tabla 15 del Pto 5.2:

El aislamiento necesario en la línea, viene determinado por el Apdo 2 del Capítulo V normas SE:

a) Tensión nominal de la red  $\leq 20$  kV:

Tensión mas elevada para el material  $\rightarrow 24$  kV

Según la tabla 15 (ITC-LAT 07):

$$D_{EL} = 0,22 \text{ m.}$$

#### 4.4.- Distancia de conductores entre sí.

Según el RAT (art. 25.2), esta distancia se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$D_C = K \sqrt{f_{\max} + L + K + D_P} \quad (\text{III.12})$$

$f_{\max} \rightarrow$  Flecha máxima (m.).

$L \rightarrow$  Longitud de la cadena de suspensión (m.).

$K' \rightarrow$  Coeficiente que depende de la tensión nominal (ITC-LAT 07 Pto 5.4)

$D_{pp} \rightarrow$  Distancia aérea mínima específica (ICT-LAT 7 Pto 5.2 - tabla 15)

$K \rightarrow$  Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento. Se toma de la tabla 4.4.1. (ITC-LAT 07 Pto 5.4.1)

Tabla 4.4.1

| Valores de K                        |                                 |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Ángulo de oscilación                | Líneas de 3ª categoría (<30 kV) |
| $\beta > 65^\circ$                  | 0,65                            |
| $40^\circ \leq \beta \leq 65^\circ$ | 0,6                             |
| $\beta < 40^\circ$                  | 0,55                            |

Ángulo de oscilación:

$$\text{Cadenas de amarre} \rightarrow \beta = \operatorname{artg} \left( \frac{P_v}{p} \right) \quad \text{Cadenas de suspensión} \rightarrow \beta = \operatorname{artg} \left( \frac{P_v}{2p} \right)$$

$$P_v = 0,57 \text{ daN/m}$$

Amerre;

Suspensión;

$$P_{\text{cond}} = 0,186 \text{ daN/m}$$

$$\beta = 71,57^\circ$$

$$\beta = 56,5^\circ$$

$$f_{\text{max}} = 3 \text{ m.}$$

$$L = 0,165 \text{ m.}$$

$$U = 20 \text{ kV}$$

Amerre;

Suspensión;

$$K_{\text{am}} = 0,65$$

$$D_c = 1,318 \text{ m.}$$

$$D_c = 1,227 \text{ m.}$$

$$K_{\text{su}} = 0,6$$

Una vez calculadas estas distancias, se procede a elegir la cruceta, para ello se mira el catálogo del fabricante, y se escoge una cruceta que cumpla con las distancias mínimas anteriormente calculadas.

**Para apoyos de celosía, crucetas atirantadas CA-1,50 en los apoyos 2 y 7, cumpliendo lo establecido en las normas de SEVILLANA-ENDESA capítulo V apdo 5.3.7.**

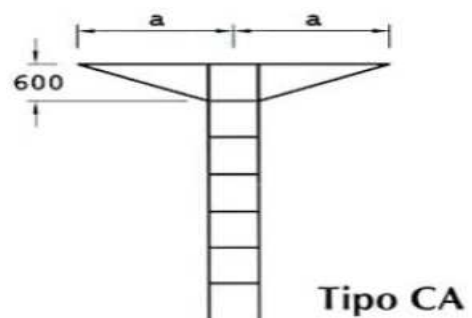
Características cruceta atirantada, para apoyo de celosía Tabla 4.4.2 (catálogo FAMMSA):

Tabla 4.4.2

|          | CA-1,25<br>TA-2,50 | CA-1,50<br>TA-3,00 | CA-1,75<br>TA-3,50 | CA-2,00<br>TA-4,00 | SA-1,25<br>EA-2,50 | SA-1,50<br>EA-3,00 |
|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>a</b> | 1,25               | 1,50               | 1,75               | 2,00               | 1,25               | 1,50               |
| <b>b</b> | 1,20               | 1,20               | 1,80               | 1,80               | 1,20               | 1,80               |
| <b>c</b> | ---                | ---                | ---                | ---                | 1,50               | 1,75               |

Recordando las distancias mínimas:

- Distancia entre conductores y apoyo = 0,22 m.
- Distancia de conductores entre sí = 1,318 m.

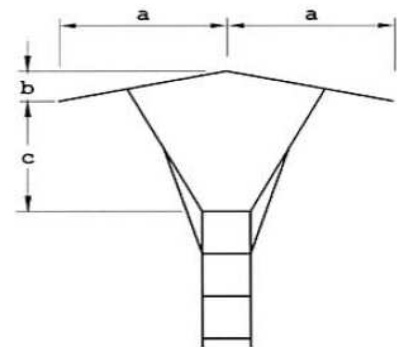


Para apoyos de celosía, crucetas bóveda tipo BC1-15 apoyos 3,4,5 y 6, cumpliendo lo establecido en las normas de SEVILLANA-ENDESA capítulo V apart.5.3.7.

Características cruceta bóveda, para apoyo de celosía (catálogo FAMMSA):

|   | B-2  | B-3  | B-4  | B-5  | BC1-15 | BC2-15 | BC2-20 | BC3-20 |
|---|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|
| a | 1,50 | 2,00 | 2,50 | 3,00 | 1,50   | 1,50   | 2,00   | 2,00   |
| b | - -  | - -  | 0,70 | 1,00 | - -    | - -    | - -    | - -    |
| c | 1,20 | 1,20 | 1,10 | 1,10 | 1,50   | 1,50   | 1,50   | 1,50   |

Tipo B y BC



Recordando las distancias mínimas:

- Distancia entre conductores y apoyo = 0,22 m.
- Distancia de conductores entre sí = 1,227 m.

#### 4.5.- Tabla de tendido (ANEXO IV.3).

#### 5.- Cálculo de los apoyos.

##### 5.1.- Altura de los apoyos.

La altura mínima del apoyo será:

Siendo:  $H = h + H_{eng} + A_s - C_R$  (III.13=)

H → Altura total del apoyo (m.).

h → Altura de la cimentación (provisionalmente 2m. Posteriormente se calculará definitivamente).

Heng → Altura de engrape (m.).

$A_s$  → Longitud de la cadena de aisladores (m.). (Se coge la longitud de la grapa de amarre, cuando es una cadena de amarre, longitud completa cuando es suspensión).

$C_R$  → Altura de la cruceta (m.).

Apoyos nº2 y nº7 (ángulo y fin de línea - amarre).

Datos:

h = 2 m.

Heng = 10,1577 m.

$A_s$  = 0,165 m.

$C_R$  = 0,6 m. Tipo CA-175 H = 11,7227 m.

Apoyos nº3,4,5 y 6 (alineación - suspensión).

Datos:

h = 2 m.

Heng = 10,1577 m.

$A_s$  = 0,527 m.

$C_R = 1,5 \text{ m.}$  Tipo BC-1-15  $H = 11,1847 \text{ m.}$

Se coge un apoyo de una altura superior a H, siempre que lo permitan las normas de la compañía SEVILLANA-ENDESA capítulo V apart.5.3.6.

Se elige un apoyo METÁLICO C-(según los esfuerzos)-14, sus características vienen a continuación:

Ver ANEXO III.1.

Tabla: III.1. Características apoyos metálicos de celosía. (Catálogo FAMMSA).

Figura III.1. Dimensiones apoyos metálicos de celosía. (Catálogo FAMMSA).

## 5.2.- Hipótesis reglamentarias.

Para elegir el apoyo, además de la altura, también hay que tener en cuenta que este soportará los esfuerzos debidos a las cargas permanentes, viento, ángulos, temperatura, desequilibrio de tracciones y rotura de conductores. El cálculo se basará en determinar para cada caso el esfuerzo resultante y finalmente elegir un apoyo que soporte el esfuerzo mayor de todos los obtenidos.

Las 4 hipótesis que marca la ITC-LAT 07 Pto 5.3 son las siguientes:

- 1ª Hipótesis: Viento.
- 2ª Hipótesis: Hielo (sólo zona B y C).
- 3ª Hipótesis: Desequilibrio de tracciones.
- 4ª Hipótesis: Rotura de conductores.

Es importante realizar aquí una aclaración: La ITC-LAT 07 Pto 3.5.3 establece que si se toma un coeficiente de seguridad en el cálculo de conductores mayor o igual a 3 y se colocan apoyos de anclaje cada 3 km como máximo se puede prescindir de la 4ª hipótesis de rotura de conductores. Por tanto, a partir de este momento en estos cálculos se adoptará este criterio, por lo que prescindiremos en los cálculos de los apoyos de la 4ª hipótesis.

A continuación se muestran los cálculos a realizar en cada una de las hipótesis, según la zona por donde discurra la línea, en este caso zona A (ITC-LAT 07 Pto 3.1.3):

Tabla 5.2.1

| APOYOS DE LÍNEAS SITUADAS EN ZONA A          |                                                                                  |                                                                                                |                                                                                          |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de apoyo                                | 1ª. Hipótesis (Viento)                                                           | 3ª. Hipótesis Desequilibrio de tracciones                                                      | 4ª. Hipótesis Rotura de conductores                                                      |
| <b>Alineación</b><br>ITC-LAT 07<br>(Tabla 5) | Cargas permanentes<br>Viento<br>Temperatura -5°C.                                | Cargas permanentes<br>Desequilibrio de tracciones<br>Temperatura -5°C.                         | Cargas permanentes<br>Rotura de conductores<br>Temperatura -5°C.                         |
| <b>Ángulo</b><br>ITC-LAT 07<br>(Tabla 5)     | Cargas permanentes<br>Viento<br>Resultante de ángulo<br>Temperatura -5°C.        | Cargas permanentes<br>Desequilibrio de tracciones<br>Resultante de ángulo<br>Temperatura -5°C. | Cargas permanentes<br>Rotura de conductores<br>Resultante de ángulo<br>Temperatura -5°C. |
| <b>Fin de</b><br>ITC-LAT 07<br>(Tabla 6)     | Cargas permanentes<br>Viento<br>Desequilibrio de tracciones<br>Temperatura -5°C. | No aplica                                                                                      | Cargas permanentes<br>Rotura de conductores<br>Temperatura -5°C.                         |

En el este cantón se encuentran los apoyos nº2 (ángulo), nº3,4,5 y 6 (suspensión) y nº7 (fin de línea) por lo que las hipótesis que han de aplicar son las siguientes:

Tabla 5.2.2

| FIN DE LÍNEA (Apoyo nº 7)                    |                                                                         |                                             |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1ª Hipótesis                                 |                                                                         | 3ª Hipótesis                                |
| Viento                                       | Cargas permanentes                                                      | Desequilibrio de tracciones                 |
| $F_V = F_C + F_{AI} + F_{AP} + F_{PL} + F_C$ | $F_c = P_{cadena} + P_{herra} + P_{crucet} + P_{cond.} + P_{otros}(kg)$ | $F_T = n \cdot (100\% \text{ de } T_{max})$ |
| Comprobación:<br>$E_N > F_V$                 | Comprobación:<br>$R_C > F_C$                                            | Comprobación:<br>$E_S > F_T$                |

Tabla 5.2.3

| ÁNGULO (Apoyo nº 2)                                                                                              |                                                                         |                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1ª Hipótesis                                                                                                     |                                                                         | 3ª Hipótesis                               |
| Viento                                                                                                           | Cargas permanentes                                                      | Desequilibrio de tracciones                |
| $F_A = F_{CA} + F_V = n \cdot 2 \cdot T_{max} \cdot \sin(\alpha/2) + n \cdot P_V \cdot a_e \cdot \cos(\alpha/2)$ | $F_c = P_{cadena} + P_{herra} + P_{crucet} + P_{cond.} + P_{otros}(kg)$ | $F_T = n \cdot (15\% \text{ de } T_{max})$ |
| Comprobación:<br>$E_N > F_A$                                                                                     | Comprobación:<br>$R_C > F_C$                                            | Comprobación:<br>$E_S > F_T$               |

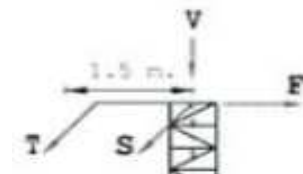
Tabla 5.2.4

| ALINEACIÓN (Apoyos nº 3, 4, 5 y 6)           |                                                                         |                                           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1ª Hipótesis                                 |                                                                         | 3ª Hipótesis                              |
| Viento                                       | Cargas permanentes                                                      | Desequilibrio de tracciones               |
| $F_V = F_C + F_{AI} + F_{AP} + F_{PL} + F_C$ | $F_c = P_{cadena} + P_{herra} + P_{crucet} + P_{cond.} + P_{otros}(kg)$ | $F_T = n \cdot (8\% \text{ de } T_{max})$ |
| Comprobación:<br>$E_N > F_V$                 | Comprobación:<br>$R_C > F_C$                                            | Comprobación:<br>$E_S > F_T$              |

### 5.3.- Esfuerzos sobre los apoyos.

Se distinguen tres esfuerzos diferentes sobre los apoyos:

- Esfuerzo nominal  $\rightarrow E_N$
- Esfuerzo secundario  $\rightarrow E_S$
- La resistencia a la compresión  $\rightarrow R_C$



**Esfuerzos del apoyo nº 2 calculados en el ANEXO III, Apdo 5.3.2.**

**5.3.1.- Para el apoyo nº3 (alineación apoyo metálico C-(según los esfuerzos)-14), los esfuerzos según fabricante son los siguientes:**

|        | ESFUERZOS (daN) |                |              |             |
|--------|-----------------|----------------|--------------|-------------|
|        | Nominal (F)     | Secundario (S) | Vertical (V) | Torsión (T) |
| C-500  | 500             | 500            | 600          | 600         |
| C-1000 | 1.000           | 1.000          | 600          | 700         |
| C-2000 | 2.000           | 2.000          | 600          | 1.400       |
| C-3000 | 3.000           | 3.000          | 800          | 1.400       |
| C-4500 | 4.500           | 4.500          | 800          | 1.400       |

Tabla 5.3.1.1 Catálogo FAMMSA

**1ª Hipótesis (Viento:)  $E_N > F_V$** 

$$F_V = F_C + F_{AI} + F_{AP} + F_{PL} + F_{CI} \quad (\text{III.14})$$

$F_C$  → Fuerzas del viento sobre conductores

$F_{AI}$  → Fuerzas del viento sobre cadenas de aisladores

$F_{AP}$  → Fuerzas del viento sobre apoyos de celosía

$F_{PL}$  → Fuerzas del viento sobre superficies planas

$F_{CI}$  → Fuerzas del viento sobre superficies cilíndricas

$$F = q \times A \quad (\text{III.15})$$

$F$  → Fuerza del viento sobre cada componente ( $F_C$ ,  $F_{AI}$ ,  $F_{AP}$ ).

$q$  → Presión del viento (60 daN/m<sup>2</sup>), calculada en el apdo 3.1.

$A$  → Área del componente proyectada en el plano normal a dirección del viento.

$$F_V = 235 \text{ daN}$$

$$E_N = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo nominal.

**3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)  $E_S > F_T$** 

$$n = 3 \text{ cond.}$$

$$F_T = n \cdot (8\% \text{ de } T_{\max})$$

$$T_{\max} = 556,7 \text{ daN}$$

$$F_T = 134 \text{ daN}$$

$$E_S = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo secundario.

Una vez realizadas estas hipótesis, se puede elegir el apoyo (nº 3) que se va a poner; en este caso se colocará un **APOYO METÁLICO C-500-14**. Cumpliendo con los datos obtenidos y con las normas de la compañía.

**5.3.2.- Para el apoyo nº4 (alineación apoyo metálico C-(según los esfuerzos)-14), los esfuerzos según fabricante son los siguientes:**

**1ª Hipótesis (Viento):**  $E_N > F_V$ 

$$F_V = F_C + F_{AI} + F_{AP} + F_{PL} + F_{CI} \quad (III.14)$$

$F_C \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre conductores

$F_{AI} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre cadenas de aisladores

$F_{AP} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre apoyos de celosía

$F_{PL} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre superficies planas

$F_{CI} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre superficies cilíndricas

$$F = q \times A \quad (III.15)$$

$F \rightarrow$  Fuerza del viento sobre cada componente ( $F_C$ ,  $F_{AI}$ ,  $F_{AP}$ ).

$q \rightarrow$  Presión del viento (60 daN/m<sup>2</sup>), calculada en el apdo 3.1.

$A \rightarrow$  Área del componente proyectada en el plano normal a dirección del viento.

$$F_V = 257 \text{ daN}$$

$$E_N = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo nominal.

**3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones):**  $E_S > F_T$ 

$n = 3$  cond.

$$F_T = n \cdot (8\% \text{ de } T_{\max})$$

$$T_{\max} = 556,7 \text{ daN}$$

$$F_T = 134 \text{ daN}$$

$$E_S = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo secundario.

Una vez realizadas estas hipótesis, se puede elegir el apoyo (nº 4) que se va a poner; en este caso se colocará un **APOYO METÁLICO C-500-14**. Cumpliendo con los datos obtenidos y con las normas de la compañía.

**5.3.3.- Para el apoyo nº5 (alineación apoyo metálico C-(según los esfuerzos)-14), los esfuerzos según fabricante son los siguientes:****1ª Hipótesis (Viento):**  $E_N > F_V$ 

$$F_V = F_C + F_{AI} + F_{AP} + F_{PL} + F_{CI} \quad (III.14)$$

$F_C \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre conductores

$F_{AI} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre cadenas de aisladores

$F_{AP} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre apoyos de celosía

$F_{PL} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre superficies planas

$F_{CI} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre superficies cilíndricas

$$F = q \times A \quad (III.15)$$

$F \rightarrow$  Fuerza del viento sobre cada componente ( $F_C$ ,  $F_{AI}$ ,  $F_{AP}$ ).

$q \rightarrow$  Presión del viento (60 daN/m<sup>2</sup>), calculada en el apdo 3.1.

$A \rightarrow$  Área del componente proyectada en el plano normal a dirección del viento.

$$F_V = 257 \text{ daN}$$

$$E_N = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo nominal.

### **3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)**      $E_S > F_T$

$$n = 3 \text{ cond.}$$

$$F_T = n \cdot (8\% \text{ de } T_{\max})$$

$$T_{\max} = 556,7 \text{ daN}$$

$$F_T = 134 \text{ daN}$$

$$E_S = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo secundario.

Una vez realizadas estas hipótesis, se puede elegir el apoyo (nº 5) que se va a poner; en este caso se colocará un **APOYO METÁLICO C-500-14**. Cumpliendo con los datos obtenidos y con las normas de la compañía.

### **5.3.4.- Para el apoyo nº6 (alineación apoyo metálico C-(según los esfuerzos)-14), los esfuerzos según fabricante son los siguientes:**

#### **1ª Hipótesis (Viento:)**      $E_N > F_V$

$$E_V = F_C + F_{AI} + F_{AP} + F_{PL} + F_C \quad (\text{III.14})$$

$F_C \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre conductores

$F_{AI} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre cadenas de aisladores

$F_{AP} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre apoyos de celosía

$F_{PL} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre superficies planas

$F_{CI} \rightarrow$  Fuerzas del viento sobre superficies cilíndricas

$$F = q \times A \quad (\text{III.15})$$

$F \rightarrow$  Fuerza del viento sobre cada componente ( $F_C$ ,  $F_{AI}$ ,  $F_{AP}$ ).

$q \rightarrow$  Presión del viento ( $60 \text{ daN/m}^2$ ), calculada en el apdo 3.1.

$A \rightarrow$  Área del componente proyectada en el plano normal a dirección del viento.

$$F_V = 252 \text{ daN}$$

$$E_N = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo nominal.

### **3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones)**      $E_S > F_T$

$$n = 3 \text{ cond.}$$

$$F_T = n \cdot (8\% \text{ de } T_{\max})$$

$$T_{\max} = 556,7 \text{ daN}$$

$$F_T = 134 \text{ daN}$$

$$E_S = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo secundario.

Una vez realizadas estas hipótesis, se puede elegir el apoyo (nº 6) que se va a poner; en este caso se colocará un **APOYO METÁLICO C-500-14**. Cumpliendo con los datos obtenidos y con las normas de la compañía.

**5.3.5.- Para el apoyo nº7 (fin de línea apoyo metálico C-(según los esfuerzos)-14), los esfuerzos según fabricante son los siguientes:**

**1ª Hipótesis (Viento):**  $E_N > F_V$

$$F_V = F_C + F_{AI} + F_{AP} + F_{PL} + F_{CI} \quad (\text{III.14})$$

$F_C$  → Fuerzas del viento sobre conductores

$F_{AI}$  → Fuerzas del viento sobre cadenas de aisladores

$F_{AP}$  → Fuerzas del viento sobre apoyos de celosía

$F_{PL}$  → Fuerzas del viento sobre superficies planas

$F_{CI}$  → Fuerzas del viento sobre superficies cilíndricas

$$F = q \times A \quad (\text{III.15})$$

$F$  → Fuerza del viento sobre cada componente ( $F_C$ ,  $F_{AI}$ ,  $F_{AP}$ ).

$q$  → Presión del viento (60 daN/m<sup>2</sup>), calculada en el apdo 3.1.

$A$  → Área del componente proyectada en el plano normal a dirección del viento.

$$F_V = 124 \text{ daN}$$

$$E_N = 500 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 500 daN de esfuerzo nominal.

**3ª Hipótesis (Desequilibrio de tracciones):**  $E_S > F_T$

$$n = 3 \text{ cond.}$$

$$F_T = n \cdot (100\% \text{ de } T_{\max})$$

$$T_{\max} = 556,7 \text{ daN}$$

$$F_T = 1670 \text{ daN}$$

$$E_S = 2000 \text{ daN}$$

Nos valdría un apoyo de 2000 daN de esfuerzo secundario.

Una vez realizadas estas hipótesis, se puede elegir el apoyo (nº 7) que se va a poner; en este caso se colocará un **APOYO METÁLICO C-2000-14**. Cumpliendo con los datos obtenidos y con las normas de la compañía.

**6.- Cálculo de cimentaciones.**

En este caso el cálculo lo facilita el fabricante. Se entiende que estará sobredimensionado por lo que sólo hay que mirar la tabla III.1 del ANEXO III.1.

**Tabla de tendido Cantón N° 2**

| Vano  | Longitud (m) |               | Temperatura |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------|--------------|---------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|       |              |               | 0°          | 5°     | 10°    | 15°    | 20°    | 25°    | 30°    | 35°    | 40°    | 45°    | 50°    |
| V.I.R | 145          | Tensión (daN) | 263,33      | 247,47 | 233,36 | 220,81 | 209,63 | 199,65 | 190,71 | 182,67 | 175,42 | 168,85 | 162,87 |
| V.I.R | 145          | FLECHAS       | 1,89        | 2,01   | 2,13   | 2,25   | 2,37   | 2,49   | 2,60   | 2,72   | 2,83   | 2,94   | 3,05   |
| 2 a 3 | 125          |               | 1,40        | 1,49   | 1,58   | 1,67   | 1,76   | 1,85   | 1,93   | 2,02   | 2,10   | 2,18   | 2,27   |
| 3 a 4 | 150          |               | 2,02        | 2,15   | 2,28   | 2,41   | 2,54   | 2,66   | 2,78   | 2,91   | 3,03   | 3,15   | 3,26   |
| 4 a 5 | 150          |               | 2,02        | 2,15   | 2,28   | 2,41   | 2,54   | 2,66   | 2,78   | 2,91   | 3,03   | 3,15   | 3,26   |
| 5 a 6 | 150          |               | 2,02        | 2,15   | 2,28   | 2,41   | 2,54   | 2,66   | 2,78   | 2,91   | 3,03   | 3,15   | 3,26   |
| 6 a 7 | 145          |               | 1,89        | 2,01   | 2,13   | 2,25   | 2,37   | 2,49   | 2,60   | 2,72   | 2,83   | 2,94   | 3,05   |

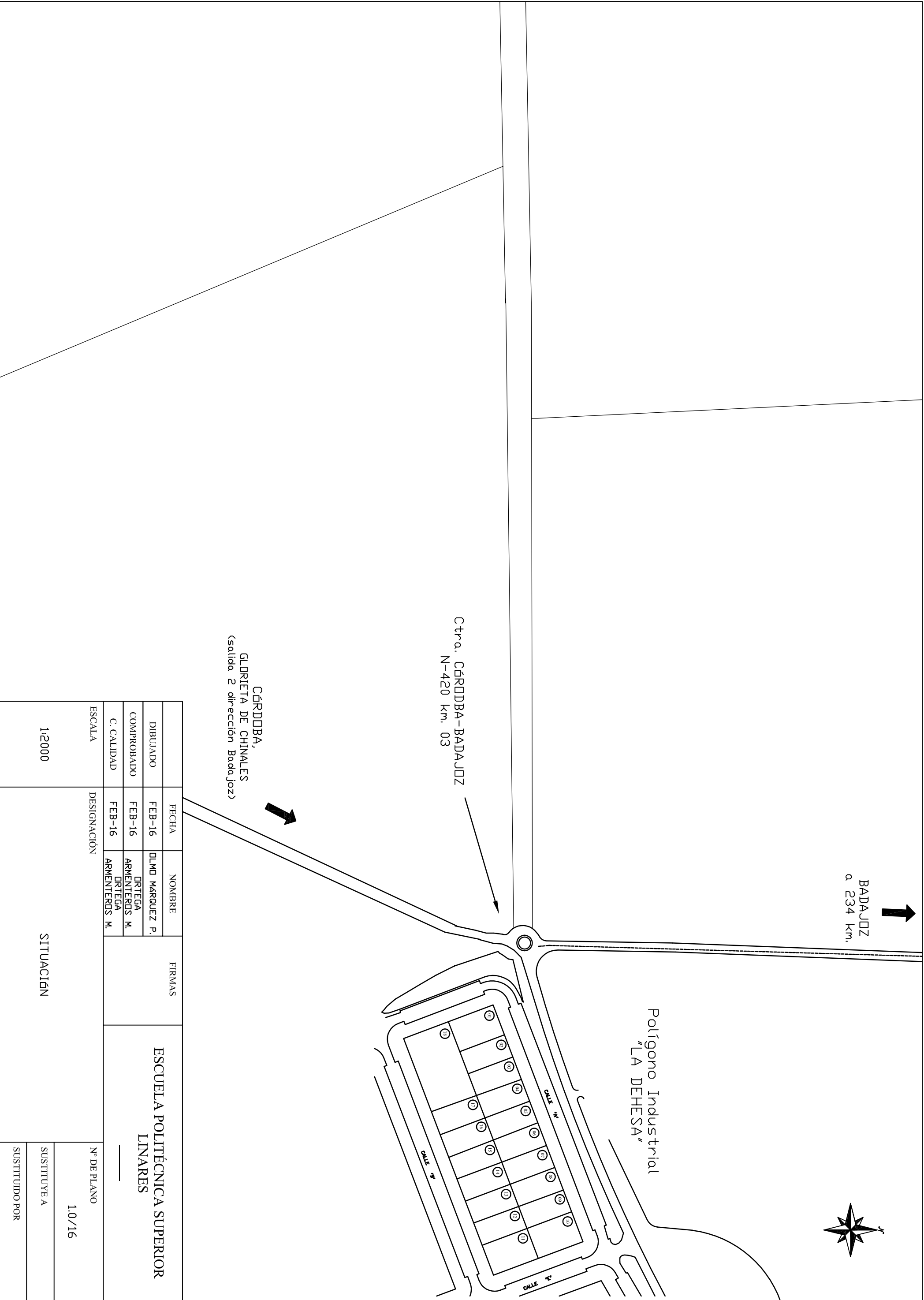
---

## 2.- PLANOS

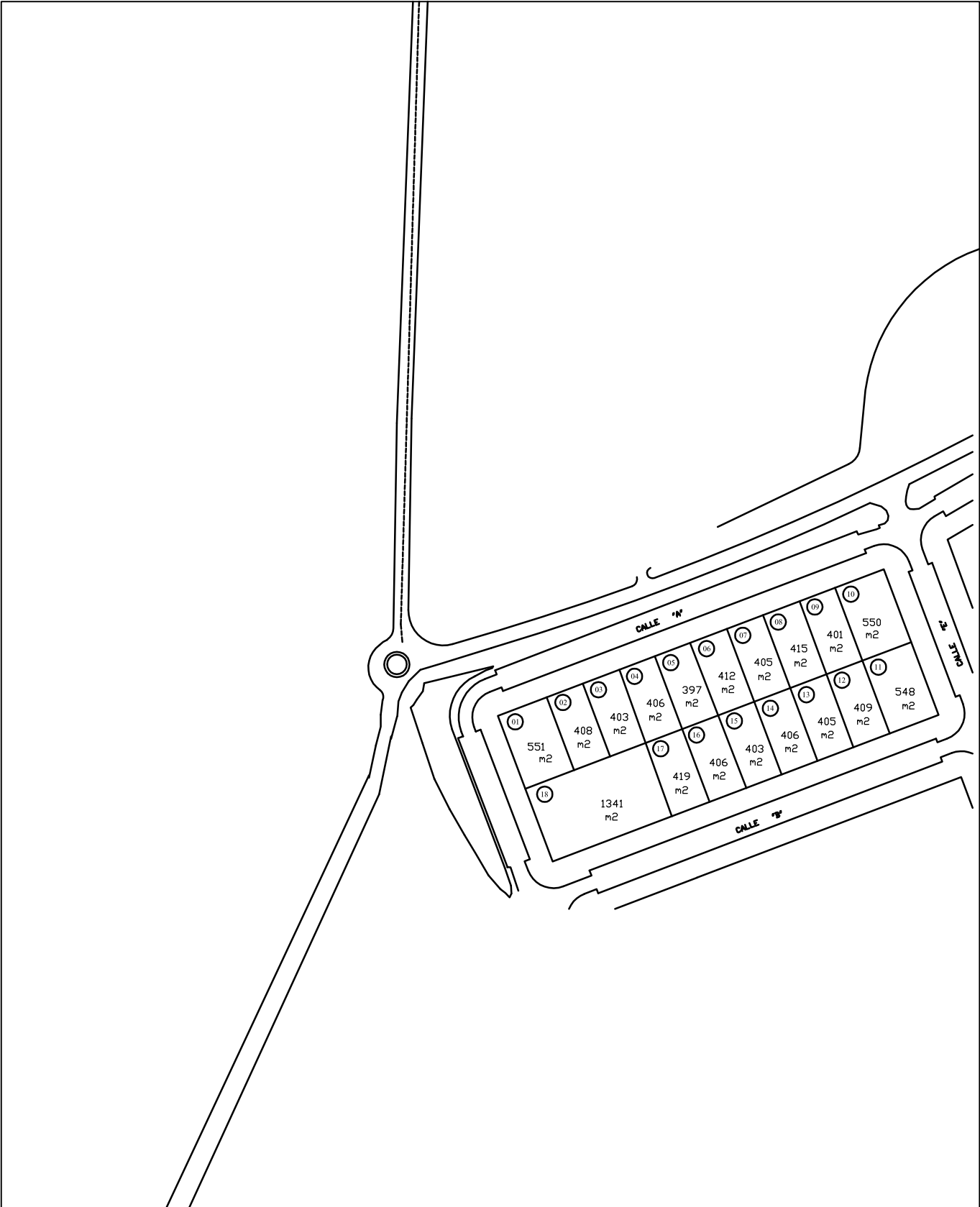
---

## **2.- Índice Planos.**

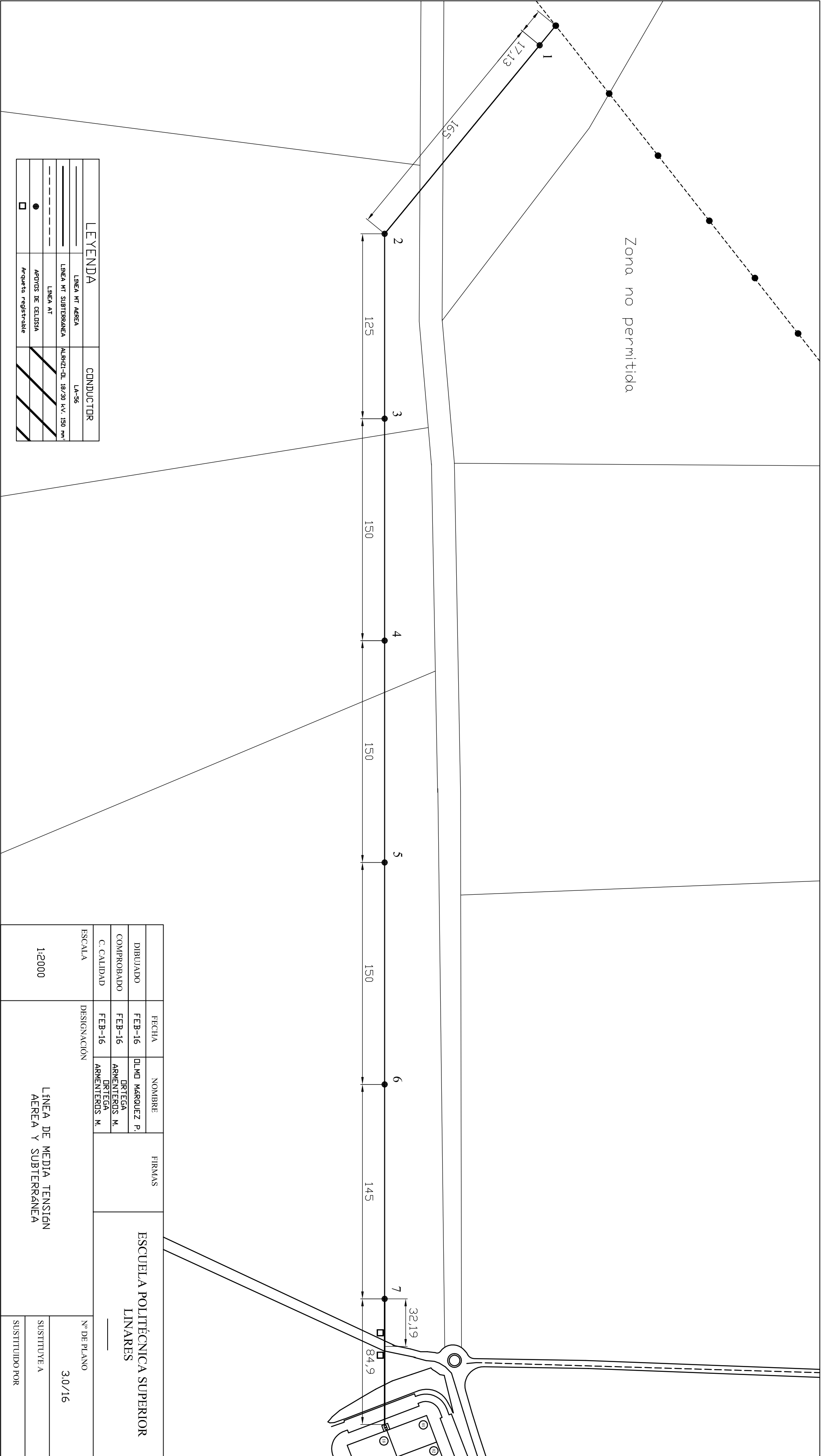
- 1.0 - Situación
  - 2.0 - Superficies de las naves industriales
  - 3.0 - Línea de Media Tensión aérea y subterránea
  - 4.0 - Centro de transformación y red de distribución en Baja Tensión
  - 5.0 - Perfil y planta de la línea MT
  - 6.0 - Centro de transformación EHC2-1T
  - 6.1 - Dimensiones CT EHC-2 y foso
  - 6.2 - Puestas a tierra del CT
  - 7.0 - Apoyo C-500-14
  - 7.1 - Apoyo C-2000-14
  - 8.0 - Crucetas CA150 y BC150
  - 9.0 - Herrajes
  - 9.1 - Aislador U40BS
  - 10.0 - Cadena de aisladores en suspensión
  - 10.1 - Cadena de aisladores amarre
  - 10.2 - Cadena compuesta (rígido)
  - 11.0 – Arqueta registrable
  - 11.1 - Zanja MT calzada
  - 11.2 - Zanja BT calzada
  - 12.0 - Puesta a tierra abierta (2,3,4,5 y 6)
  - 12.1 - Puesta a tierra cerrada (1 y 7)
  - 13.0 - Apoyo 1 (Principio de línea)
  - 13.1 - Apoyo 7 (Paso aéreo\_subterráneo)
  - 13.2 - Apoyo de ángulo 2
  - 13.3 - Apoyos de alineación (3, 4, 5 y 6)
  - 14.0 - Detalle acometida y CPM
  - 15.0 - Servidumbre
  - 16.0 - Detalle Fusible
-



|            |             |                         |        |  |                                         |                |                           |
|------------|-------------|-------------------------|--------|--|-----------------------------------------|----------------|---------------------------|
|            | FECHA       | NOMBRE                  | FIRMAS |  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |                |                           |
| DIBUJADO   | FEB-16      | OLMO MARQUEZ P.         |        |  |                                         |                |                           |
| COMPROBADO | FEB-16      | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |  |                                         |                |                           |
| C. CALIDAD | FEB-16      | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |  |                                         |                |                           |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN |                         |        |  |                                         |                | Nº DE PLANO<br><br>1.0/16 |
| 1:2000     | SITUACIÓN   |                         |        |  |                                         |                |                           |
|            |             |                         |        |  |                                         |                |                           |
|            |             |                         |        |  |                                         |                |                           |
|            |             |                         |        |  |                                         | SUSTITUIDO POR |                           |



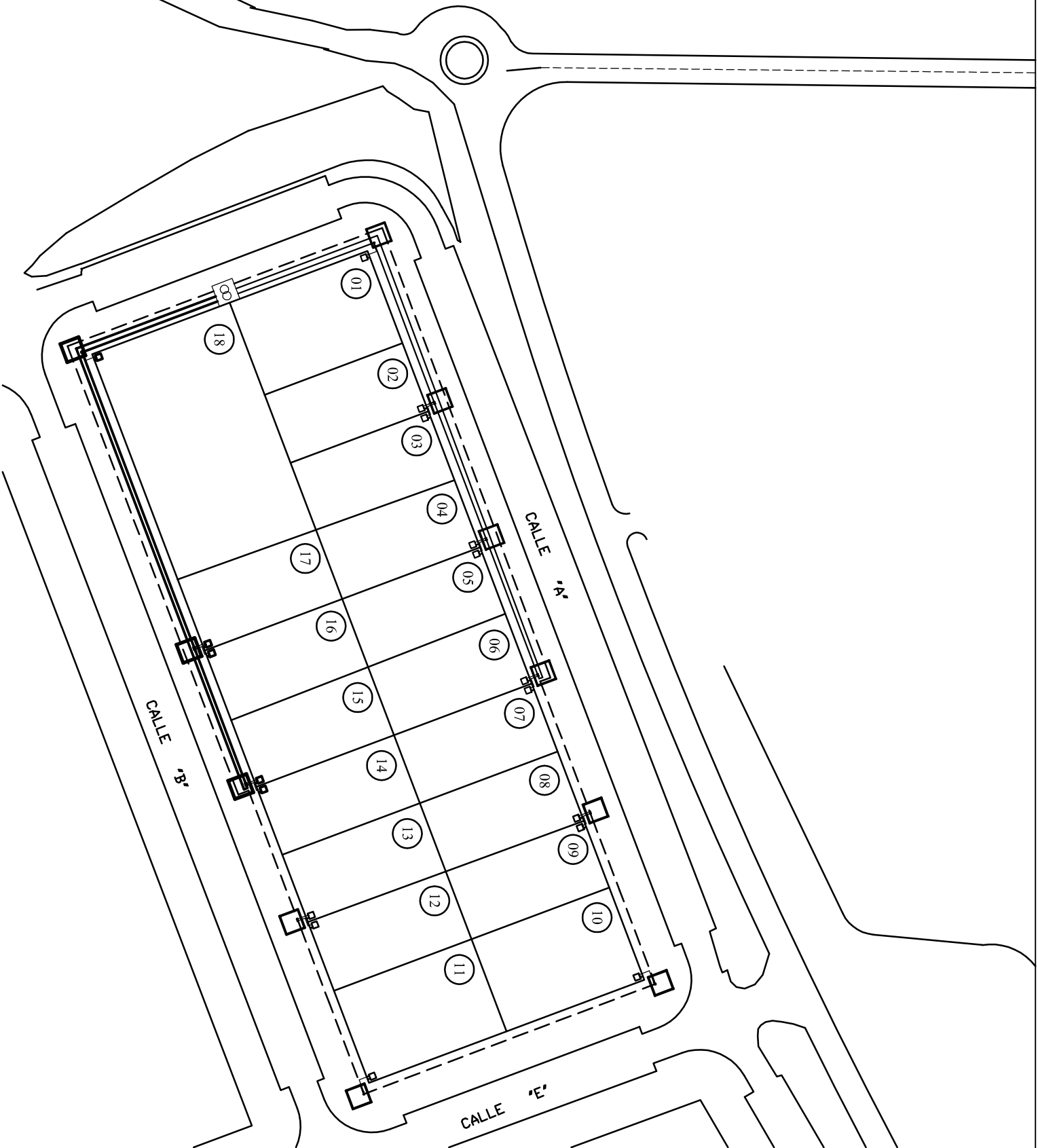
|                      |                                                          |                         |        |                                         |  |
|----------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|                      | FECHA                                                    | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO             | FEB-16                                                   | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO           | FEB-16                                                   | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD           | FEB-16                                                   | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA<br><br>1:2000 | DESIGNACIÓN<br><br>SUPERFICIES DE LAS NAVES INDUSTRIALES |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>2.0/16               |  |
|                      |                                                          |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|                      |                                                          |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |



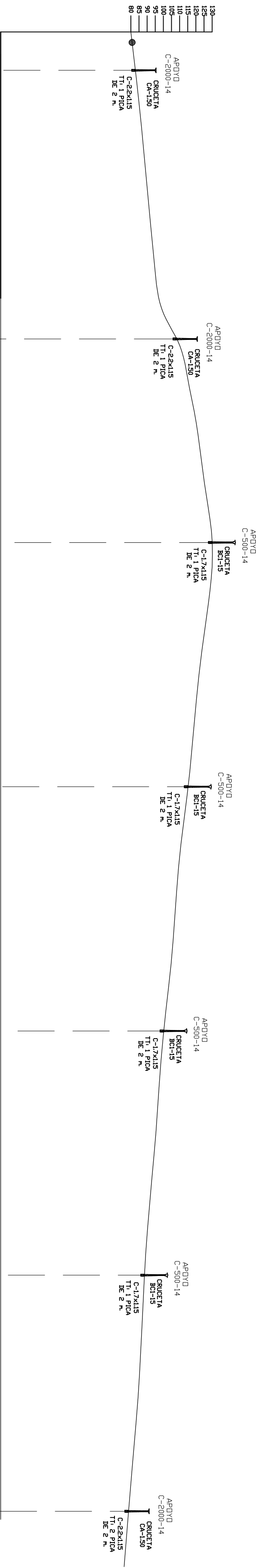
| LEYENDA |                     |                                          |  |
|---------|---------------------|------------------------------------------|--|
|         | LÍNEA BT Nº 1       | RHZ1/0L 0,6/1 kV.<br>240 mm <sup>2</sup> |  |
|         | LÍNEA BT Nº 2       | RHZ1/0L 0,6/1 kV.<br>240 mm <sup>2</sup> |  |
|         | LÍNEA BT Nº 3       | RHZ1/0L 0,6/1 kV.<br>240 mm <sup>2</sup> |  |
|         | CENTRO TRANSFOR.    | EHC-2 T1                                 |  |
|         | ARQUETA REGISTRABLE | LÍNEA BT Nº 1                            |  |
|         | CAJA DE P. Y M.     | CPM-3 D4                                 |  |
|         | ACOMETIDAS          | RHZ1/0L 12/20 kV.<br>95 mm <sup>2</sup>  |  |

| FUSIBLES LÍNEAS BT |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| LÍNEA BT Nº 1      | NH-Fuses Gg-500<br>VAC t-3 (300 A.) |
| LÍNEA BT Nº 2      | NH-Fuses Gg-500<br>VAC t-3 (300 A.) |
| LÍNEA BT Nº 3      | NH-Fuses Gg-500<br>VAC t-3 (250 A.) |

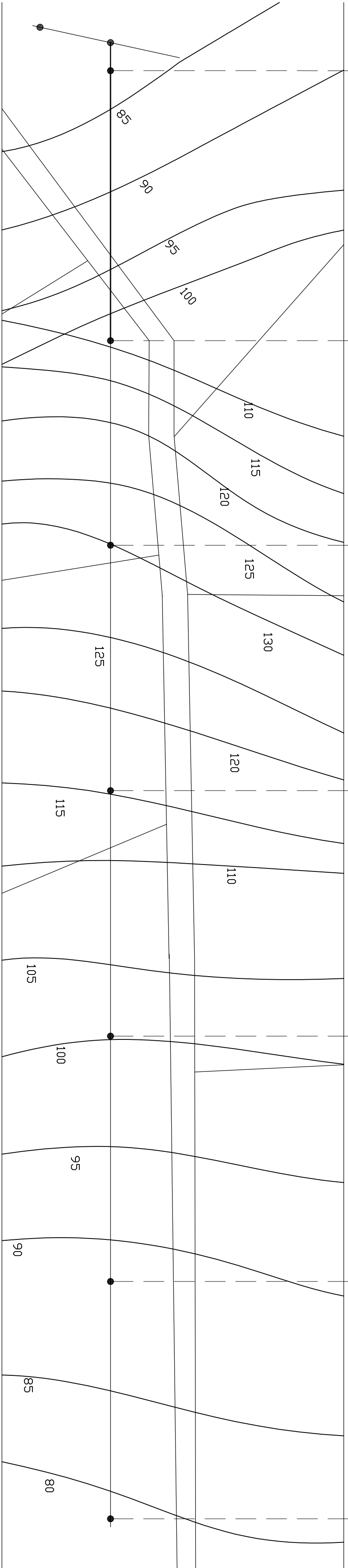
| FUSIBLES ACOMETIDAS                                      |             |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| NAVES Nº 1, 10 Y 11                                      | NH-2 63 A.  |
| NAVES Nº 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16 Y 17 | NH-2 40 A.  |
| NAVE Nº 18                                               | NH-2 160 A. |



|            | FECHA       | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
|------------|-------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|
| DIBUJADO   | FEB-16      | DLMO MARQUEZ P.         |        |                                         |
| COMPROBADO | FEB-16      | DRTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| C. CALIDAD | FEB-16      | DRTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN |                         |        |                                         |
| 1:1000     | CT Y RED BT |                         |        | Nº DE PLANO                             |
|            |             |                         |        | 4.0/16                                  |
|            |             |                         |        | SUSTITUYE A                             |
|            |             |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |



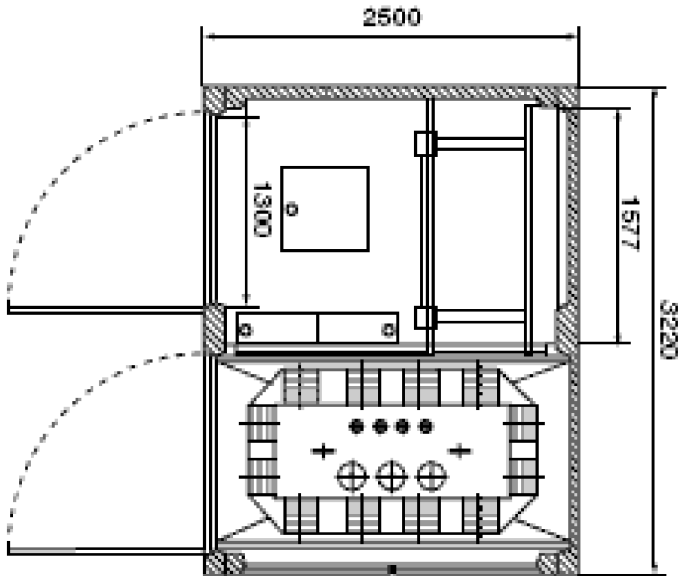
|              |               |            |            |            |            |              |                          |
|--------------|---------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------------------|
| 1            | 2             | 3          | 4          | 5          | 6          | 7            | Nº DEL APOYO             |
| 85           | 110           | 130        | 115        | 100        | 90         | 80           | COTAS DEL TERRENO (m.)   |
| 0            | 165           | 290        | 440        | 590        | 740        | 885          | DISTANCIA AL ORIGEN (m.) |
| 17.1         | 165           | 125        | 150        | 150        | 150        | 145          | LONGITUD DEL VANO (m.)   |
| FIN DE LINEA | ANGULO (39 º) | ALINEACION | ALINEACION | ALINEACION | ALINEACION | FIN DE LINEA | FUNCION DEL APOYO        |



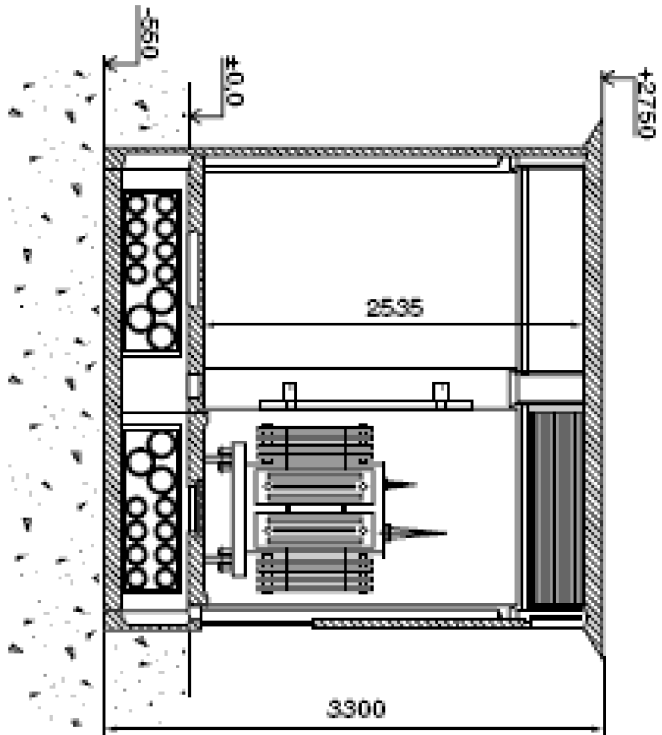
|            |  |                                     |                      |  |        |  |                                      |  |
|------------|--|-------------------------------------|----------------------|--|--------|--|--------------------------------------|--|
|            |  | FECHA                               | NOMBRE               |  | FIRMAS |  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES |  |
| DIBUJADO   |  | FEB-16                              | OLMO MARQUEZ P.      |  |        |  |                                      |  |
| COMPROBADO |  | FEB-16                              | DRTEGA ARMENTEROS M. |  |        |  |                                      |  |
| C. CALIDAD |  | FEB-16                              | ARMENTEROS M.        |  |        |  |                                      |  |
| ESCALA     |  | DESIGNACIÓN                         |                      |  |        |  |                                      |  |
| 1:2000     |  | VISTA, PERFIL Y PLANTA RED MT AEREA |                      |  |        |  |                                      |  |
|            |  | Nº DE PLANO                         |                      |  |        |  |                                      |  |
|            |  | 5.0/16                              |                      |  |        |  |                                      |  |
|            |  | SUSTITUYE A                         |                      |  |        |  |                                      |  |
|            |  | SUSTITUIDO POR                      |                      |  |        |  |                                      |  |

VISTAS

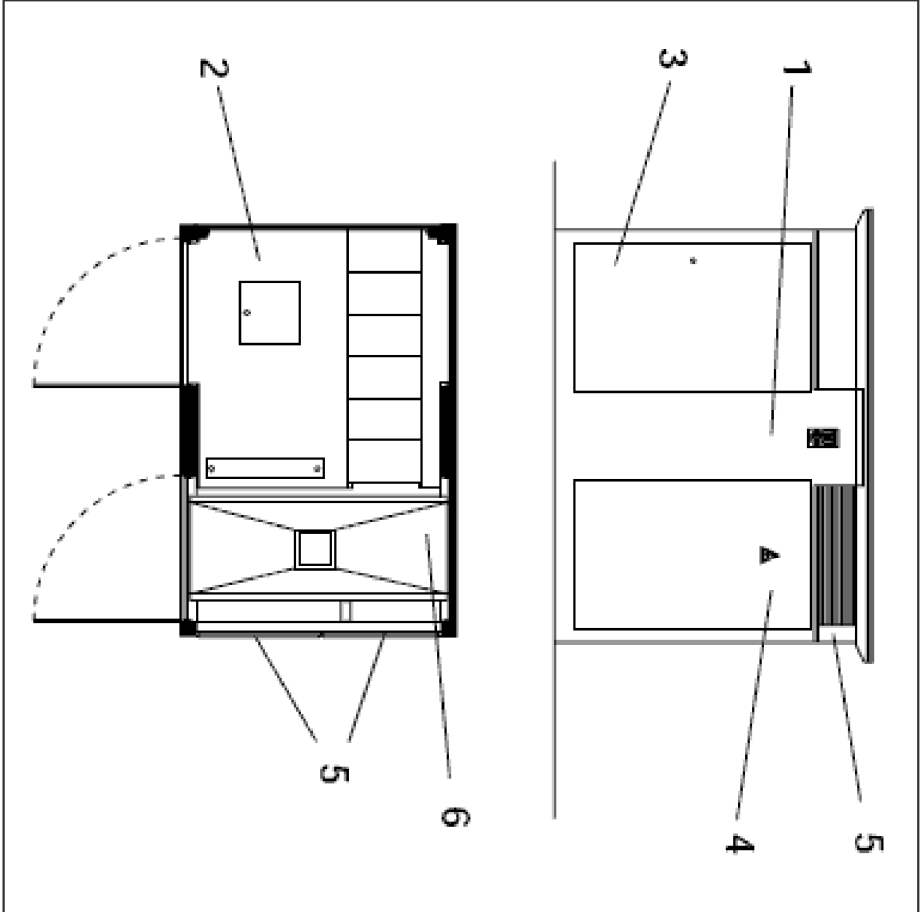
planta EHC-2 T1D



sección EHC-2 T1D

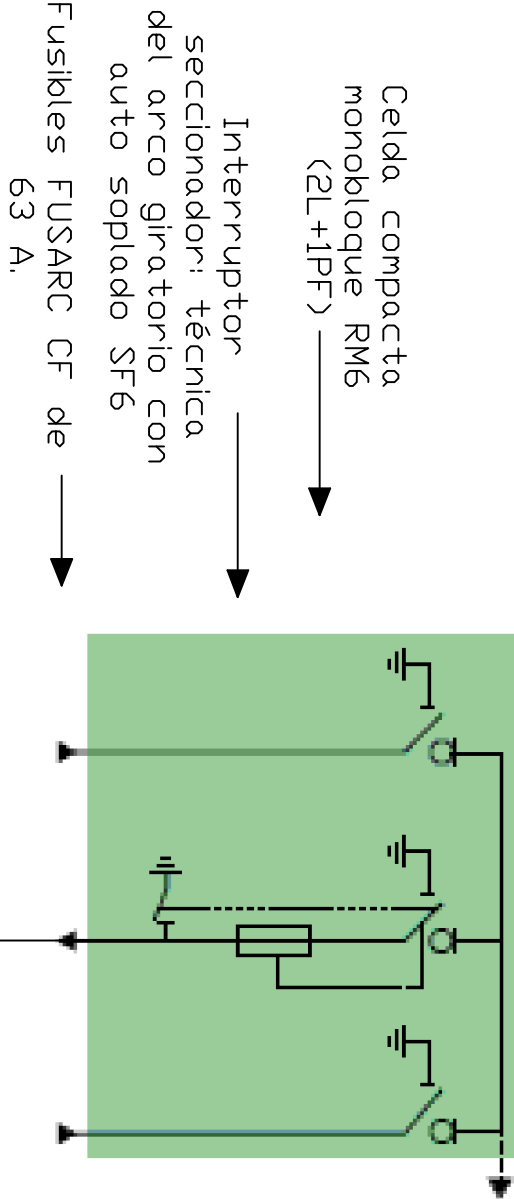


COMPONENTES



- 1. envolverte
- 2. suelos
- 3. puerta de peatón
- 4. puerta de transformador
- 5. rejillas de ventilación
- 6. cuba de recogida de aceite

ESQUEMA UNIFILAR CT



Celda compacta monobloque RM6 (2L+1PF) →

Interruptor →  
seccionador: técnica del arco giratorio con auto soplado SF6

Fusibles FUSARC CF de →  
63 A.

DE-1Q1

Transformador seco →  
encapsulado Trlhal 630 kVA.

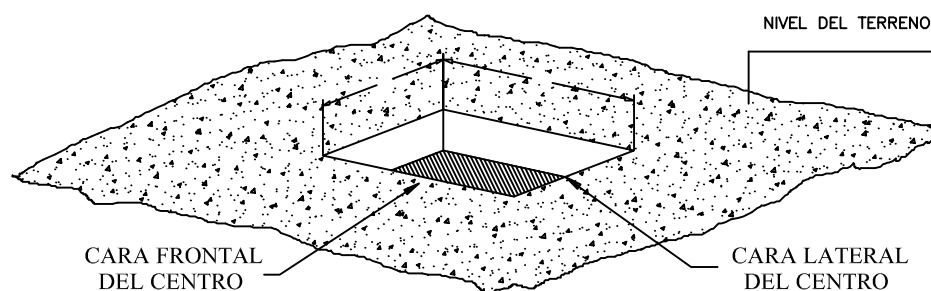
Cuadro BT 4 salidas  
Fusibles: →  
L1.- NH-F Gg 300 A  
L2.- NH-F Gg 300 A.  
L3.- NH-F Gg 250 A.

Líneas dist. BT  
L1.- 240 mm<sup>2</sup>  
L2.- 240 mm<sup>2</sup>  
L3.- 240 mm<sup>2</sup>

|            | FECHA                                 | NOMBRE               | FIRMAS         |  | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
|------------|---------------------------------------|----------------------|----------------|--|-----------------------------------------|
| DIBUJADO   | FEB-16                                | DLMO MARQUEZ P.      |                |  |                                         |
| COMPROBADO | FEB-16                                | DRTEGA ARMENTEROS M. |                |  |                                         |
| C. CALIDAD | FEB-16                                | ARMENTEROS M.        |                |  |                                         |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN                           |                      | Nº DE PLANO    |  |                                         |
| 1:50       | CENTRO DE TRANSFORMACIÓN<br>EHC-2 T1D |                      |                |  |                                         |
|            |                                       |                      |                |  |                                         |
|            |                                       |                      |                |  |                                         |
|            |                                       |                      | 6.0/16         |  |                                         |
|            |                                       |                      | SUSTITUYE A    |  |                                         |
|            |                                       |                      | SUSTITUIDO POR |  |                                         |

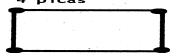
| DIMENSIONES CT EHC-2               |     |       |
|------------------------------------|-----|-------|
| SERIE EHC                          |     | EHC-2 |
| LONGITUD TOTAL (mm)                |     | 3220  |
| ANCHURA TOTAL (mm)                 |     | 2500  |
| ALTURA TOTAL (mm)                  |     | 3300  |
| SUPERF. OCUPADA (m <sup>2</sup> )  |     | 8.05  |
| VOLUMEN EXTERIOR (m <sup>3</sup> ) |     | 26.57 |
| LONGITUD INTERIOR (mm)             |     | 3100  |
| ANCHURA INTERIOR (mm)              |     | 2240  |
| ALTURA INTERIOR (mm)               |     | 2535  |
| SUPERF. INTERIOR (m <sup>2</sup> ) |     | 6.94  |
| DIMENSIONES FOSO EHC-2             |     |       |
| FOSO<br>(m)                        | "c" | 3.50  |
|                                    | "d" | 4.00  |

### VISTA DE LA EXCAVACION



|            |             |                         |        |                                         |  |
|------------|-------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA       | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | FEB-16      | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO | FEB-16      | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD | FEB-16      | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN |                         |        | Nº DE PLANO                             |  |
| S/E        |             |                         |        | 6.1/16                                  |  |
|            |             |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|            |             |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |

# PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN

| CONFIGURACION                                                                                | L <sub>p</sub><br>(m) | RESISTENCIA<br>K <sub>r</sub> | TENSION DE PASO<br>K <sub>p</sub> | TENSION DE CONTACTO EXT<br>K <sub>c</sub> = K <sub>p</sub> (acc) | CODIGO DE LA CONFIGURACION |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 4 picas<br> | 2                     | 0.135                         | 0.0335                            | 0.0723                                                           | 20-20/5/42                 |

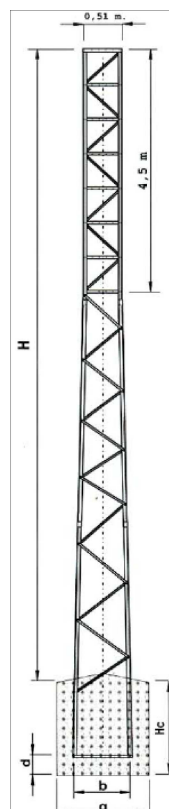
| PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN: |                               |
|--------------------------------|-------------------------------|
|                                | Anillo cuadrado de 2 x 2 m    |
|                                | 4 picas de 2 m cada una       |
|                                | 0,5 m de profundidad          |
|                                | Resistencia a tierra < 20 ohm |

# PUESTA A TIERRA DE SERVICIO

| NUMERO DE PICAS | RESISTENCIA<br>K <sub>r</sub> | TENSION DE PASO<br>K <sub>p</sub> | CODIGO DE LA CONFIGURACION |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| 2               | 0,201                         | 0,0392                            | 5/22                       |

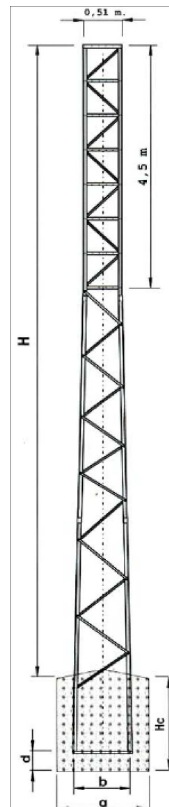
| PUESTA A TIERRA DE SERVICIO (NEUTRO): |                                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                       | Picas en hilera unidas por conductor horizontal |
|                                       | Separadas 3 m                                   |
|                                       | 2 picas de 2 m de longitud                      |
|                                       | 0,5 m de profundidad                            |
|                                       | Resistencia a tierra < 37 ohm                   |

|            |                                               |                         |        |                                         |
|------------|-----------------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|
|            | FECHA                                         | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | FEB-16                                        | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |
| COMPROBADO | FEB-16                                        | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| C. CALIDAD | FEB-16                                        | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN                                   |                         |        | Nº DE PLANO                             |
| S/E        | PUESTAS A TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN |                         |        | 6.2/16                                  |
|            |                                               |                         |        | SUSTITUYE A                             |
|            |                                               |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |



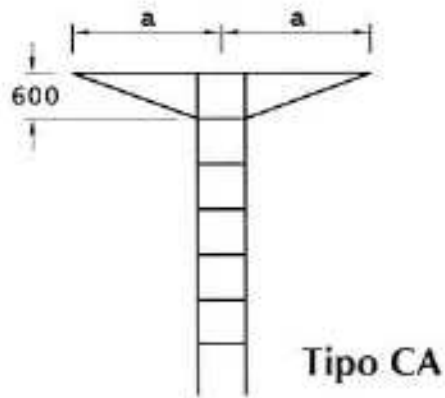
| APOYO DE CELOSÍA C-500-14 |                     |                        |               |             |      |      |
|---------------------------|---------------------|------------------------|---------------|-------------|------|------|
| ALTURA<br>TOTAL (m.)      | ALTURA ÚTIL<br>(m.) | ANCHO BASE<br>"b" (m.) | PESO<br>(kg.) | CIMENTACIÓN |      |      |
|                           |                     |                        |               | Hc          | a    | d    |
| 14                        | 12.60               | 0.89                   | 419           | 1.70        | 1.15 | 0.20 |

|                     |                                   |                         |        |                                         |  |
|---------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|                     | FECHA                             | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO            | FEB-16                            | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO          | FEB-16                            | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD          | FEB-16                            | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA<br><br>1:100 | DESIGNACIÓN<br><br>APOYO C-500-14 |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>7.0/16               |  |
|                     |                                   |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|                     |                                   |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |

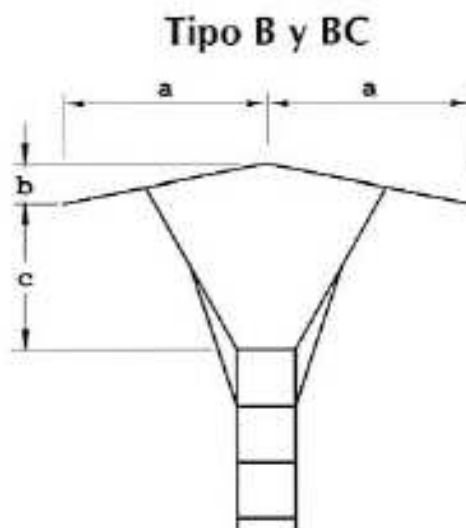


| APOYO DE CELOSIA C-500-14 |                     |                        |               |             |      |      |
|---------------------------|---------------------|------------------------|---------------|-------------|------|------|
| ALTURA<br>TOTAL (m.)      | ALTURA UTIL<br>(m.) | ANCHO BASE<br>"b" (m.) | PESO<br>(kg.) | CIMENTACIÓN |      |      |
|                           |                     |                        |               | Hc          | a    | d    |
| 14                        | 12.10               | 0.89                   | 682           | 2.20        | 1.15 | 0.20 |

|            |                                        |                         |        |                                                      |  |
|------------|----------------------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------------|--|
|            | FECHA                                  | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES<br><br>_____ |  |
| DIBUJADO   | FEB-16                                 | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                                      |  |
| COMPROBADO | FEB-16                                 | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| C. CALIDAD | FEB-16                                 | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN<br><br><br>APOYO C-2000-14 |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>7.1/16                            |  |
| 1:100      |                                        |                         |        | SUSTITUYE A                                          |  |
|            |                                        |                         |        | SUSTITUIDO POR                                       |  |

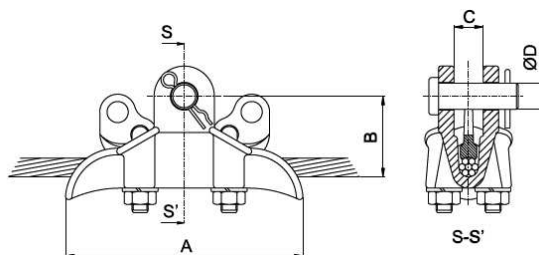


| CRUCETA CA-1.50 |        |        |
|-----------------|--------|--------|
| a (m.)          | b (m.) | c (m.) |
| 1.50            | 0.60   | —      |

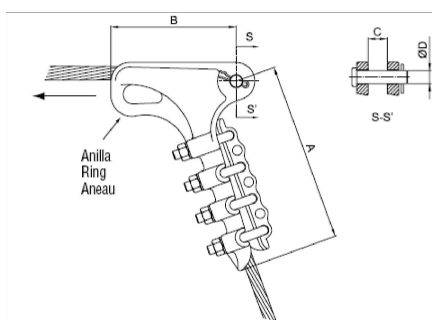


| CRUCETA BC1-15 |        |        |
|----------------|--------|--------|
| a (m.)         | b (m.) | c (m.) |
| 1.50           | —      | 1.50   |

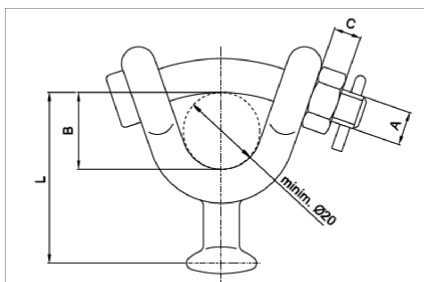
|            |                        |                         |        |                                         |  |
|------------|------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                  | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | FEB-16                 | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO | FEB-16                 | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD | FEB-16                 | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN            |                         |        | Nº DE PLANO                             |  |
| 1:100      | CRUCETAS CA-150 BC1-15 |                         |        | 8.0/16                                  |  |
|            |                        |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|            |                        |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |



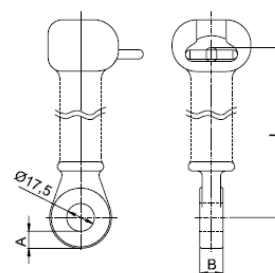
| GRAPA DE SUSPENSIÓN GS-1 |                   |    |    |    |              |                        |                       |      |                    |                   |
|--------------------------|-------------------|----|----|----|--------------|------------------------|-----------------------|------|--------------------|-------------------|
| TIPO                     | DIMENSIONES (mm.) |    |    |    | Nº ABARCONES | PAR DE APRIETE (daN/m) | Díam. CONDUCTOR (mm.) |      | CARGA RÓTURA (kN.) | PESO APROX. (kg.) |
|                          | A                 | B  | C  | D  |              |                        | Mín.                  | Máx. |                    |                   |
| GS-1                     | 144               | 50 | 18 | 16 | 2xM10        | 1.5                    | 5                     | 12   | 28                 | 0.50              |



| GRAPA DE AMARRE GA-2 |                   |     |    |    |                 |                              |                          |      |                          |                         |
|----------------------|-------------------|-----|----|----|-----------------|------------------------------|--------------------------|------|--------------------------|-------------------------|
| TIPO                 | DIMENSIONES (mm.) |     |    |    | Nº<br>ABARCONES | PAR DE<br>APRIETE<br>(daN/m) | Díam. CONDUCTOR<br>(mm.) |      | CARGA<br>RÓTURA<br>(kN.) | PESO<br>APROX.<br>(kg.) |
|                      | A                 | B   | C  | D  |                 |                              | Mín.                     | Máx. |                          |                         |
| GA-2                 | 165               | 140 | 20 | 16 | 2xM10           | 3.5                          | 9.5                      | 16   | 60                       | 110                     |

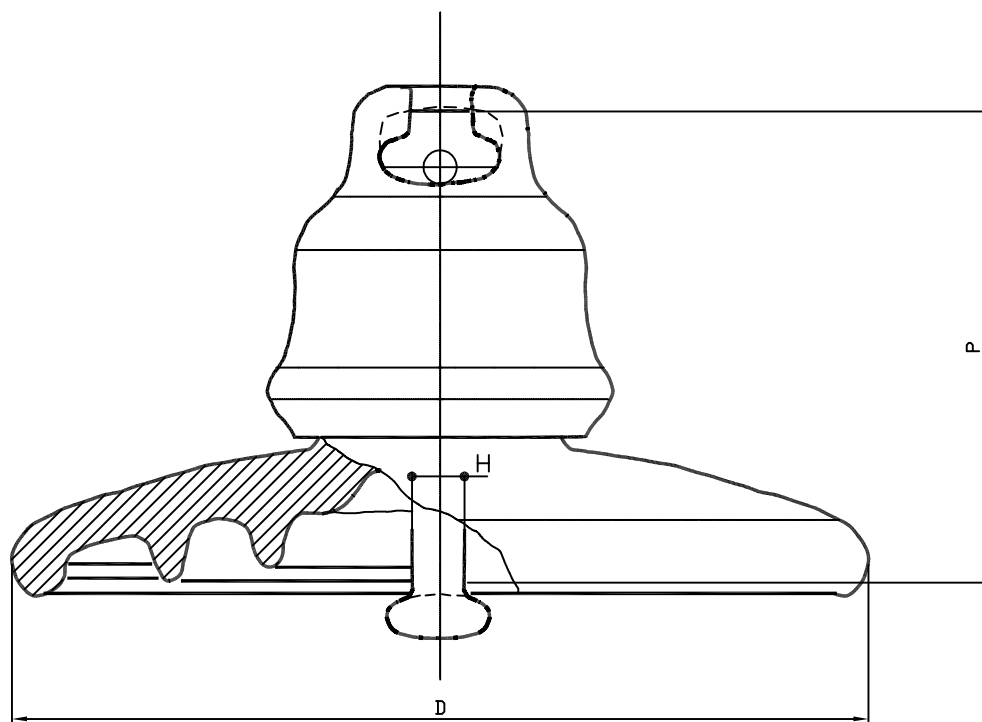


| HORQUILLA BOLA HB-11 |                   |    |    |    |                   |                   |                   |
|----------------------|-------------------|----|----|----|-------------------|-------------------|-------------------|
| TIPO                 | DIMENSIONES (mm.) |    |    |    | NORMA DE ACOPLAM. | CARGA RÓTURA (kN) | PESO APROX. (kg.) |
|                      | A                 | B  | C  | L  |                   |                   |                   |
| HB-11                | M12               | 30 | 11 | 60 | 11                | 75                | 0.29              |



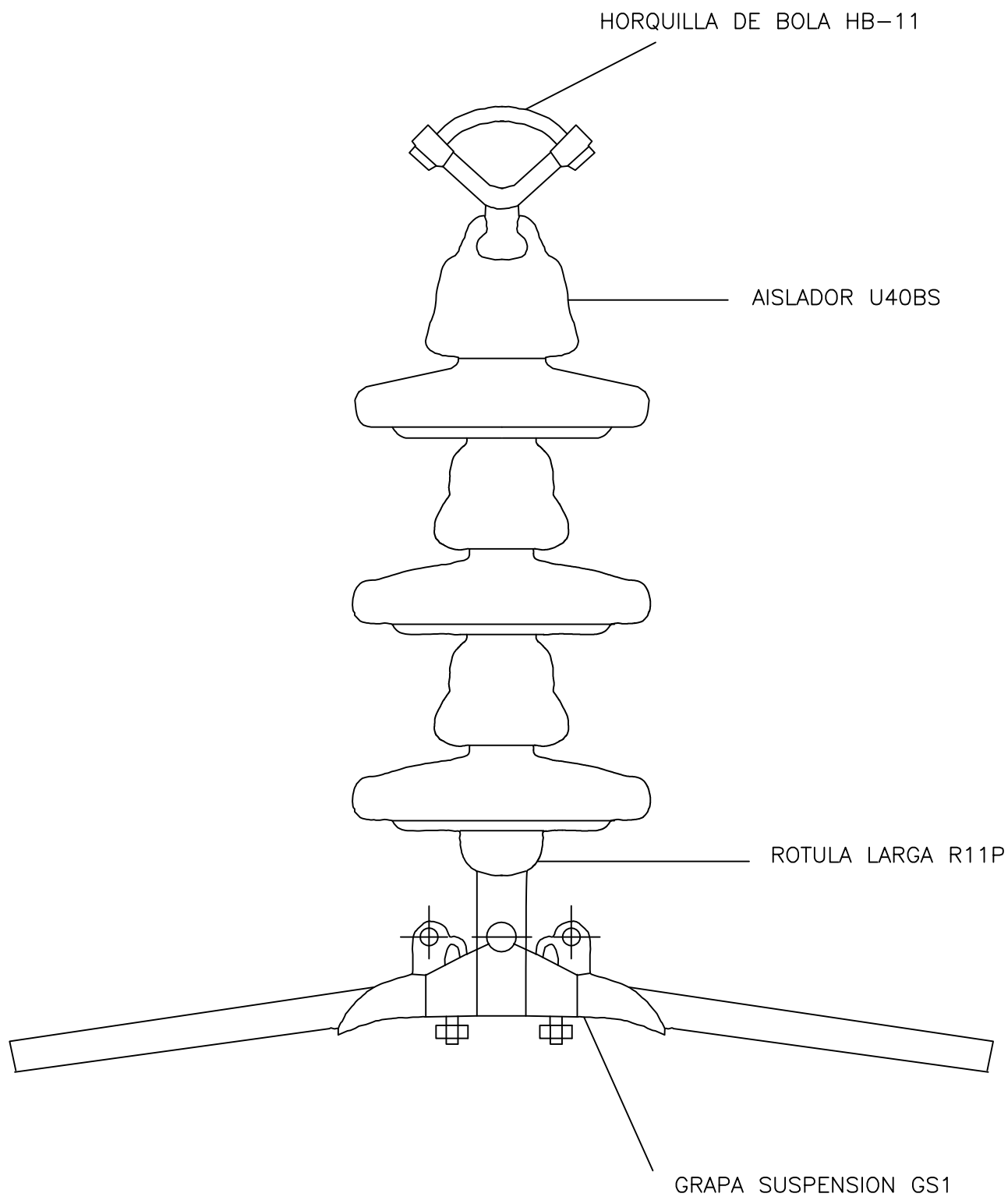
| ALOJAMIENTO DE RÓTULA-R 11 P |                   |    |     |                   |                   |                   |
|------------------------------|-------------------|----|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
| TIPO                         | DIMENSIONES (mm.) |    |     | NORMA DE ACOPLAM. | CARGA RÓTURA (kN) | PESO APROX. (kg.) |
|                              | A                 | B  | L   |                   |                   |                   |
| HB-11                        | 7                 | 16 | 117 | 11                | 75                | 0.41              |

|            |                                 |                         |        |                                         |  |
|------------|---------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                           | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | FEB-16                          | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO | FEB-16                          | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD | FEB-16                          | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN<br><br><br>HERRAJES |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>9.0/16               |  |
| S/E        |                                 |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|            |                                 |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |

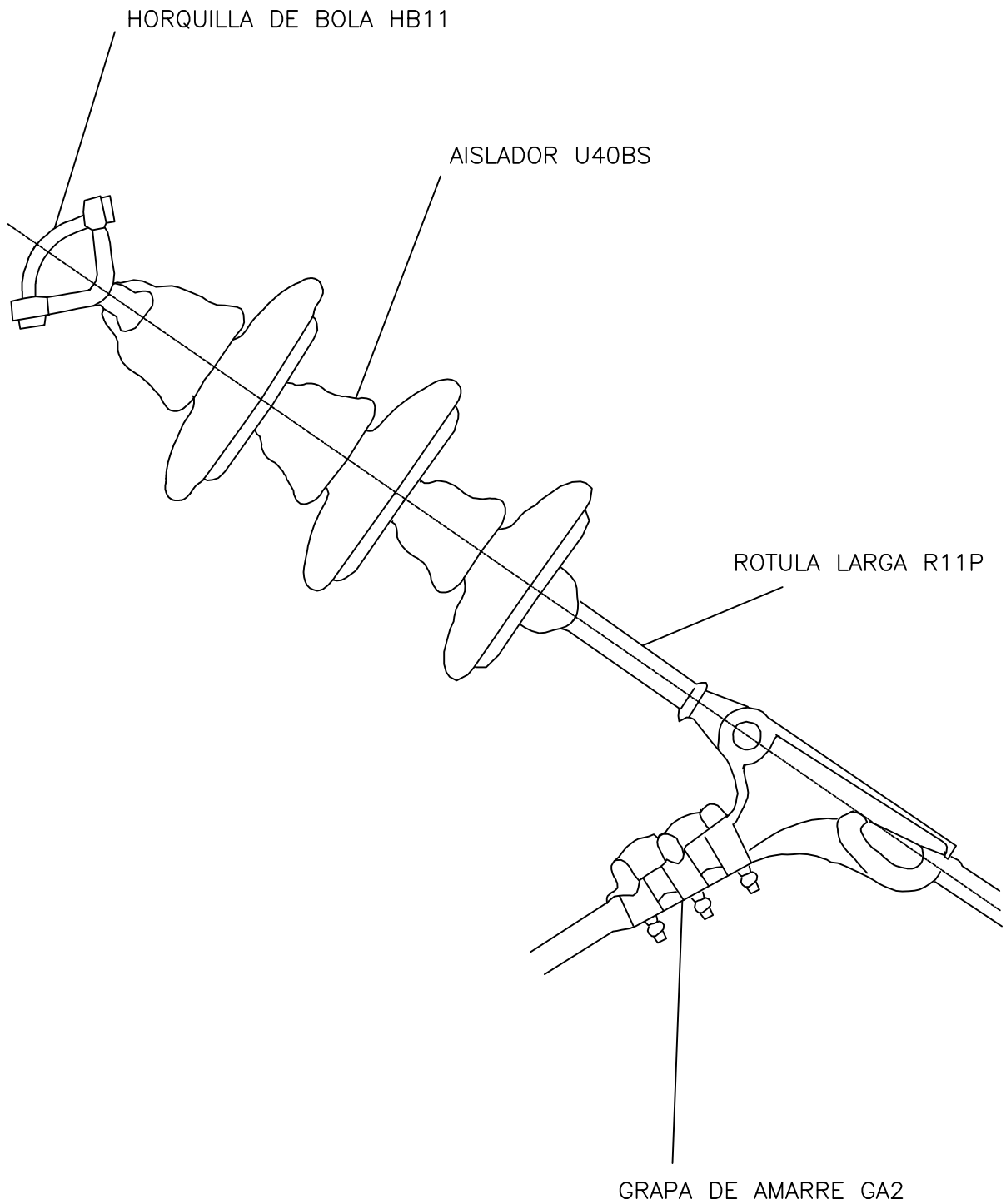


| AISLADOR DE VIDRIO U-40-BS |                   |     |      |                     |                   |                    |                   |
|----------------------------|-------------------|-----|------|---------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| TIPO                       | DIMENSIONES (mm.) |     |      | LÍNEA DE FUGA (mm.) | NORMA DE ACOPLAM. | CARGA ROTURA (kN.) | PESO APROX. (kg.) |
|                            | P                 | D   | H    |                     |                   |                    |                   |
| U-40-BS                    | 110               | 175 | 11.5 | 190                 | 11                | 40                 | 1.70              |

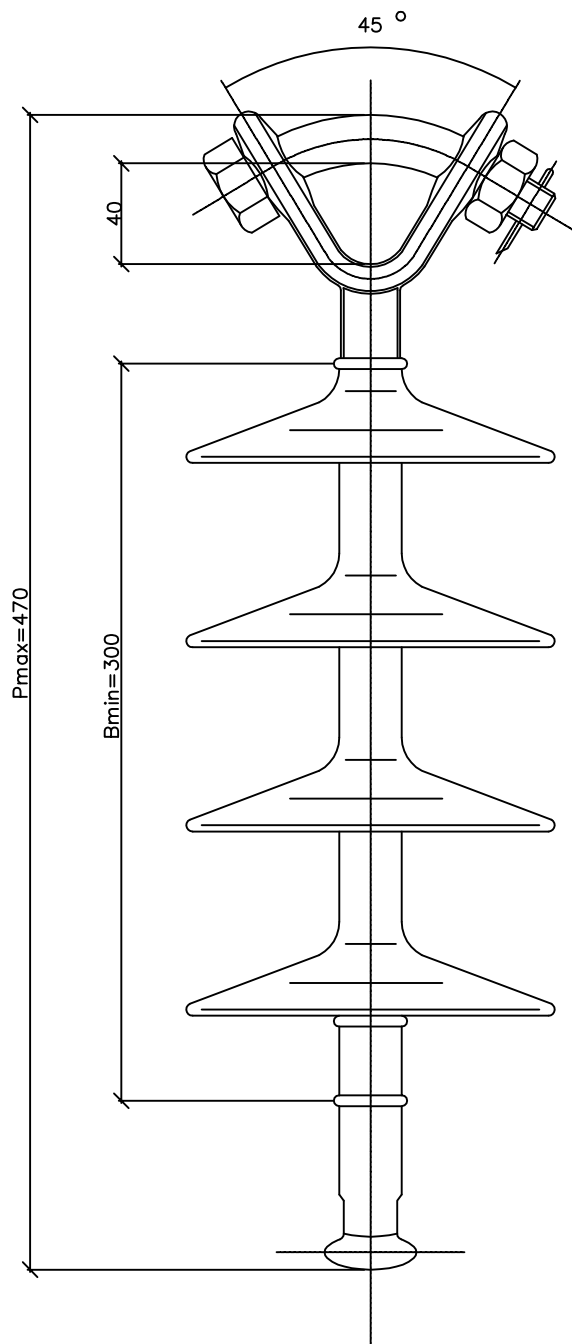
|            |                                       |                         |        |                                         |  |
|------------|---------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                 | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | FEB-16                                | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO | FEB-16                                | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD | FEB-16                                | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN<br><br><br>AISLADOR U40BS |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>9.1/16               |  |
| S/E        |                                       |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|            |                                       |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |



|            |                                     |                         |        |                                                      |
|------------|-------------------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------------|
|            | FECHA                               | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES<br><br>_____ |
| DIBUJADO   | FEB-16                              | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                                      |
| COMPROBADO | FEB-16                              | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |
| C. CALIDAD | FEB-16                              | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN                         |                         |        | Nº DE PLANO                                          |
| S/E        | CADENAS DE AISLADORES DE SUSPENSIÓN |                         |        | 10.0/16                                              |
|            |                                     |                         |        | SUSTITUYE A                                          |
|            |                                     |                         |        | SUSTITUIDO POR                                       |



|            |                                |                         |        |                                                      |
|------------|--------------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------------|
|            | FECHA                          | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES<br><br>_____ |
| DIBUJADO   | FEB-16                         | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                                      |
| COMPROBADO | FEB-16                         | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |
| C. CALIDAD | FEB-16                         | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN                    |                         |        | Nº DE PLANO                                          |
| S/E        | CADENA DE AISLADORES DE AMARRE |                         |        | 10.1/16                                              |
|            |                                |                         |        | SUSTITUYE A                                          |
|            |                                |                         |        | SUSTITUIDO POR                                       |



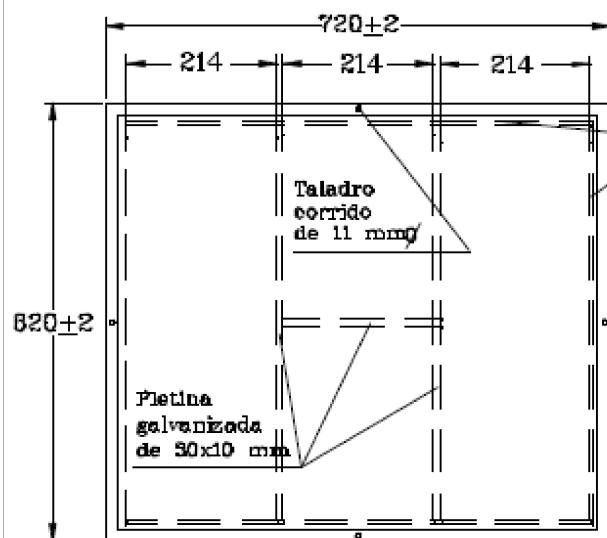
AISLADOR COMPUESTO CS70XX20

| TENSIÓN<br>ASIGN.<br>(kV.) | LÍNEA DE<br>FUGA<br>mín<br>(mm.) | LÍNEA DE<br>FUGA<br>proteg.<br>(mm.) | CARGA<br>MECÁN.<br>(kN.) | TORSIÓN<br>(daN.m) | TENSIONES<br>SOPORTADAS<br>(kV.) |      | PESO<br>APROX.<br>(kg.) |
|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------------|------|-------------------------|
|                            |                                  |                                      |                          |                    | 1.2/50ns                         | 50Hz |                         |
| 20/24                      | 520                              | 162                                  | 70                       | 40                 | 125                              | 50   | 1.00                    |

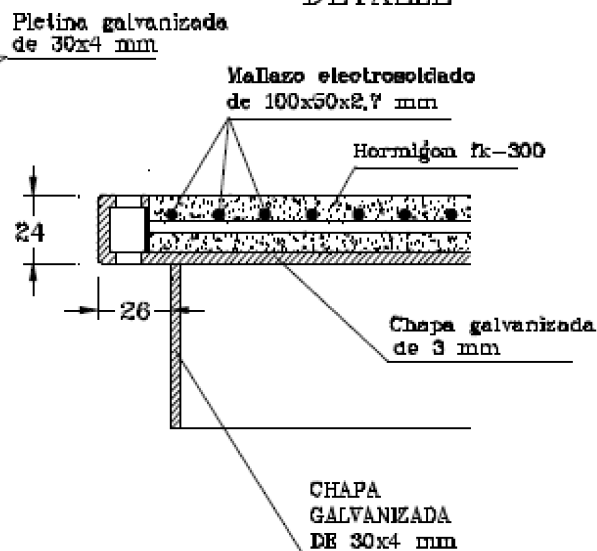
|                    |                                                       |                         |        |                                                      |  |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------------|--|
|                    | FECHA                                                 | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES<br><br>_____ |  |
| DIBUJADO           | FEB-16                                                | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                                      |  |
| COMPROBADO         | FEB-16                                                | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| C. CALIDAD         | FEB-16                                                | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| ESCALA<br><br>1:20 | DESIGNACIÓN<br><br><br>CADENA DE AISLADORES COMPUESTA |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>10.2/16                           |  |
|                    |                                                       |                         |        | SUSTITUYE A                                          |  |
|                    |                                                       |                         |        | SUSTITUIDO POR                                       |  |

Cotas en milímetros

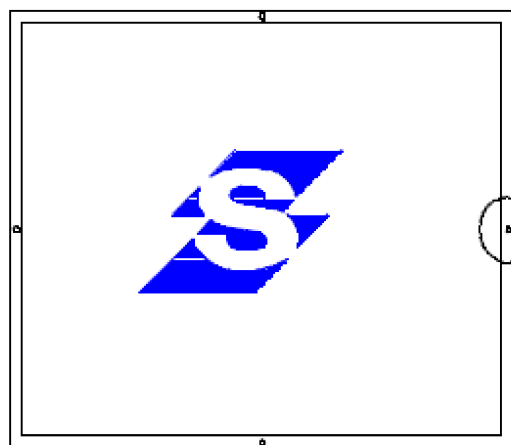
## PLANTA DE TAPA (Estructura)



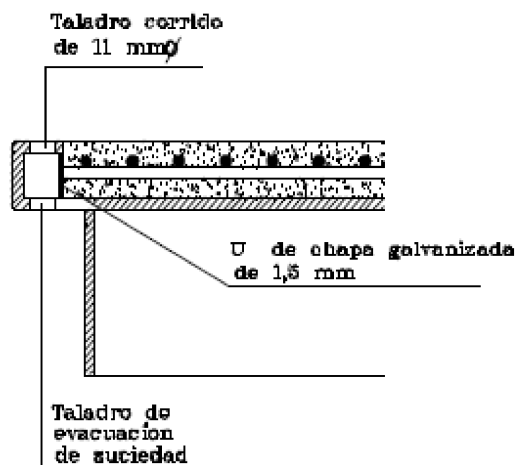
## DETALLE



## PLANTA DE TAPA (Acabada)



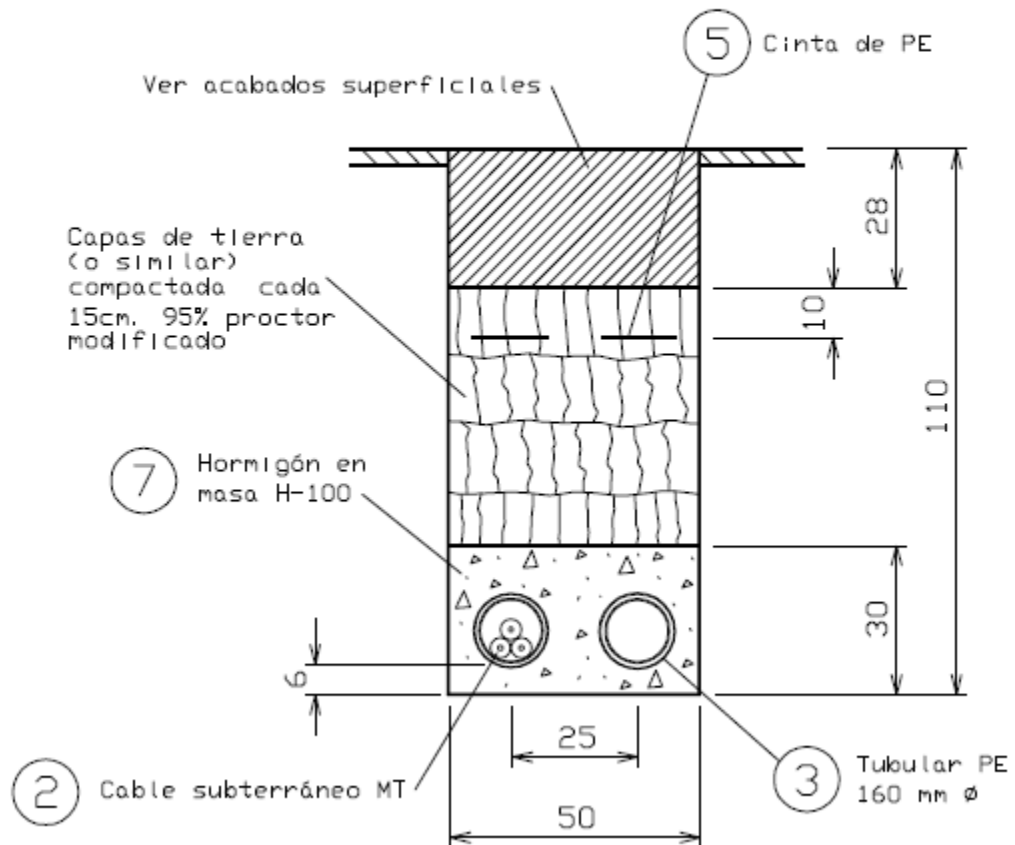
## DETALLE



|                     |                                          |                         |        |                                                      |  |
|---------------------|------------------------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------------|--|
|                     | FECHA                                    | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES<br><br>_____ |  |
| DIBUJADO            | FEB-16                                   | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                                      |  |
| COMPROBADO          | FEB-16                                   | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| C. CALIDAD          | FEB-16                                   | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| ESCALA<br><br>1:100 | DESIGNACIÓN<br><br>ARQUETAS REGISTRABLES |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>11.0/16                           |  |
|                     |                                          |                         |        | SUSTITUYE A                                          |  |
|                     |                                          |                         |        | SUSTITUIDO POR                                       |  |

# 1 CIRCUITO EN CALZADA

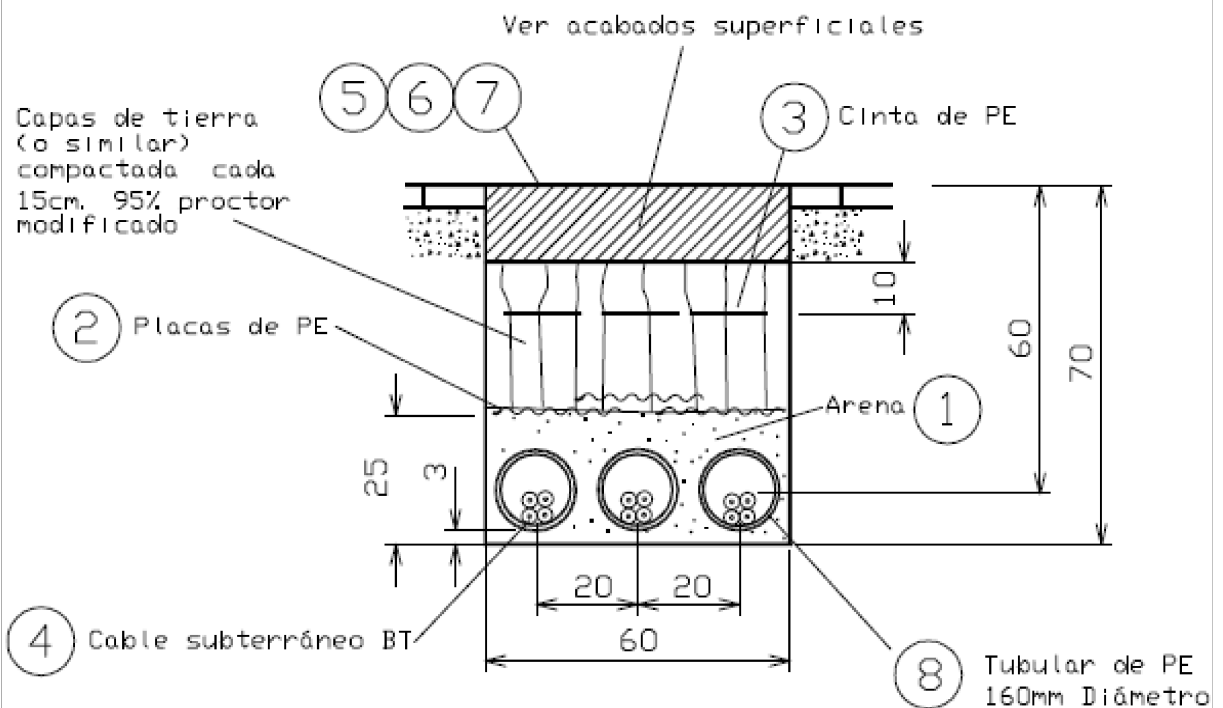
## (2 TUBOS HORMIGONADOS)



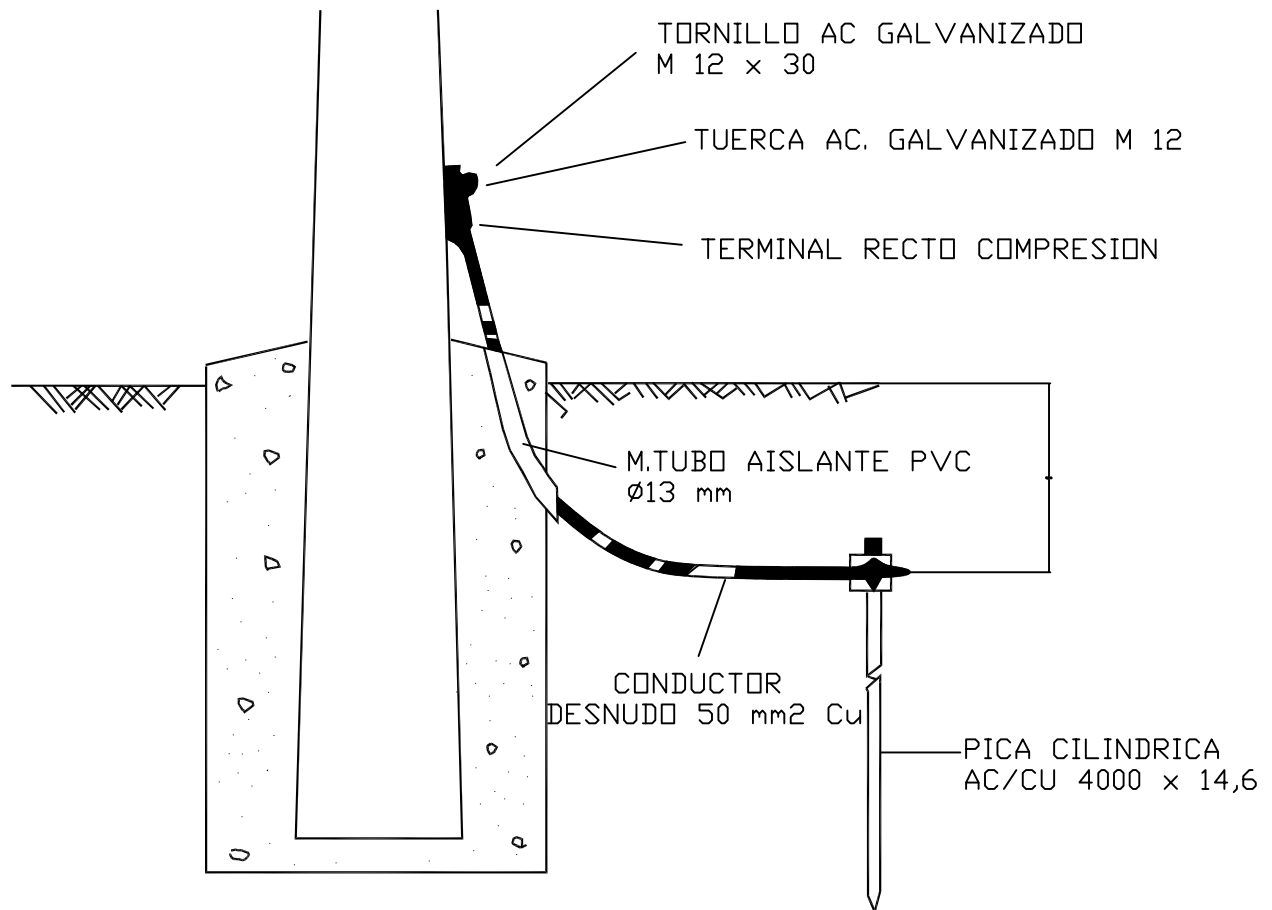
|            |                  |                         |        |                                         |
|------------|------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|
|            | FECHA            | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | FEB-16           | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |
| COMPROBADO | FEB-16           | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| C. CALIDAD | FEB-16           | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN      |                         |        | Nº DE PLANO                             |
| 1:20       | ZANJA MT CALZADA |                         |        | 11.1/16                                 |
|            |                  |                         |        | SUSTITUYE A                             |
|            |                  |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |

### 3 CIRCUITOS EN ACERA

(TUBOS SECOS)

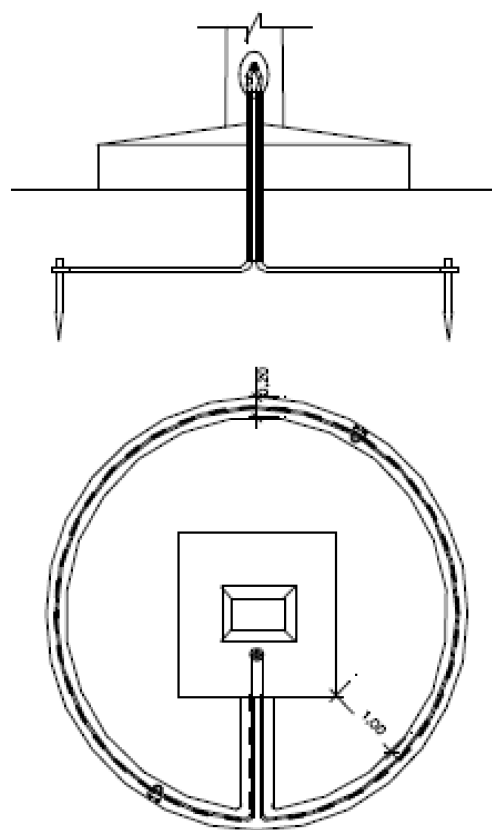


|            |                  |                         |        |                                         |  |
|------------|------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA            | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | FEB-16           | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO | FEB-16           | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD | FEB-16           | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN      |                         |        | Nº DE PLANO                             |  |
| 1:20       | ZANJA BT CALZADA |                         |        | 11.2/16                                 |  |
|            |                  |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|            |                  |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |



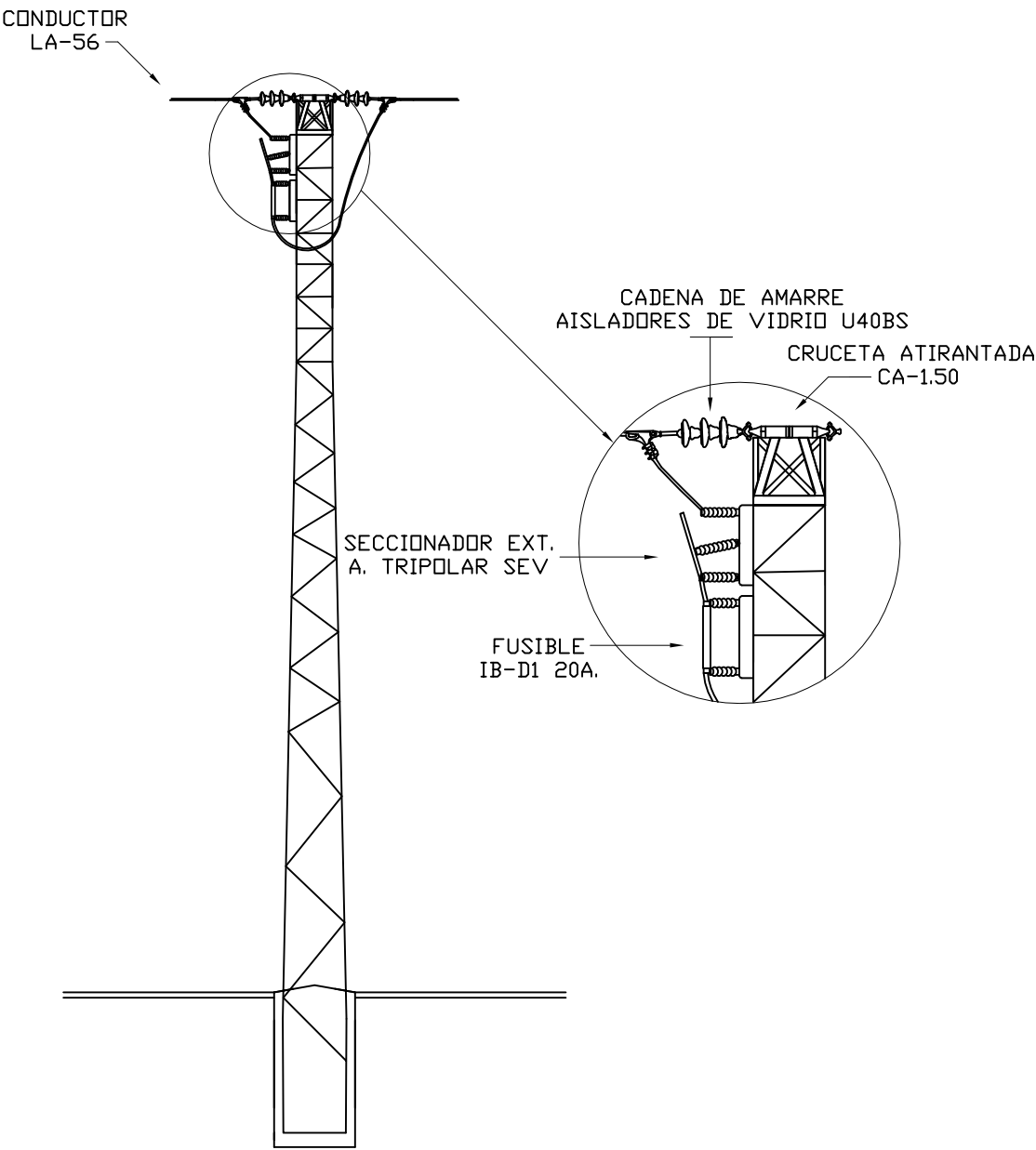
|                                         |
|-----------------------------------------|
| TIERRA ABIERTA                          |
| 1 pica de 4 m                           |
| Valor resistencia <20 ohm               |
| Conductor desnudo 50 mm <sup>2</sup> Cu |
| Arena arcillosa p=75 ohm.m              |
| 0.5 m de profundidad                    |

|            |                                       |                         |        |                                         |
|------------|---------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|
|            | FECHA                                 | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | FEB-16                                | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |
| COMPROBADO | FEB-16                                | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| C. CALIDAD | FEB-16                                | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN                           |                         |        | Nº DE PLANO                             |
| S/E        | PUESTA A TIERRA APOYOS 2, 3, 4, 5 Y 6 |                         |        | 12.0/16                                 |
|            |                                       |                         |        | SUSTITUYE A                             |
|            |                                       |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |

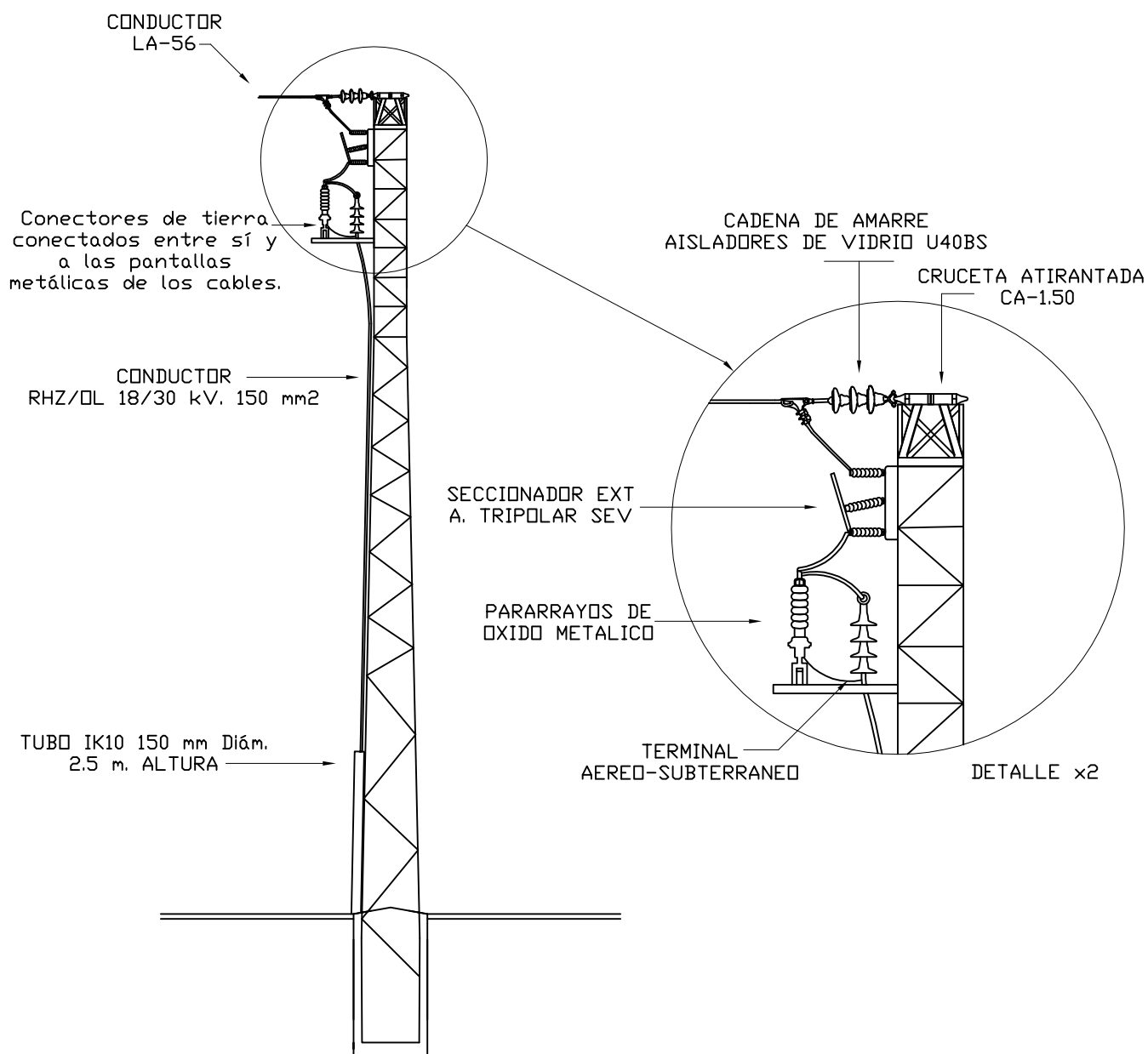


|                                         |  |
|-----------------------------------------|--|
| ANILLO CERRADO                          |  |
| 1 m de diámetro                         |  |
| 0.5 m de profundidad                    |  |
| 2 picas de 2 m (acero galv.)            |  |
| Valor resistencia <20 ohm               |  |
| Conductor desnudo 50 mm <sup>2</sup> Cu |  |
| Arena arcillosa $p=75 \text{ ohm.m}$    |  |

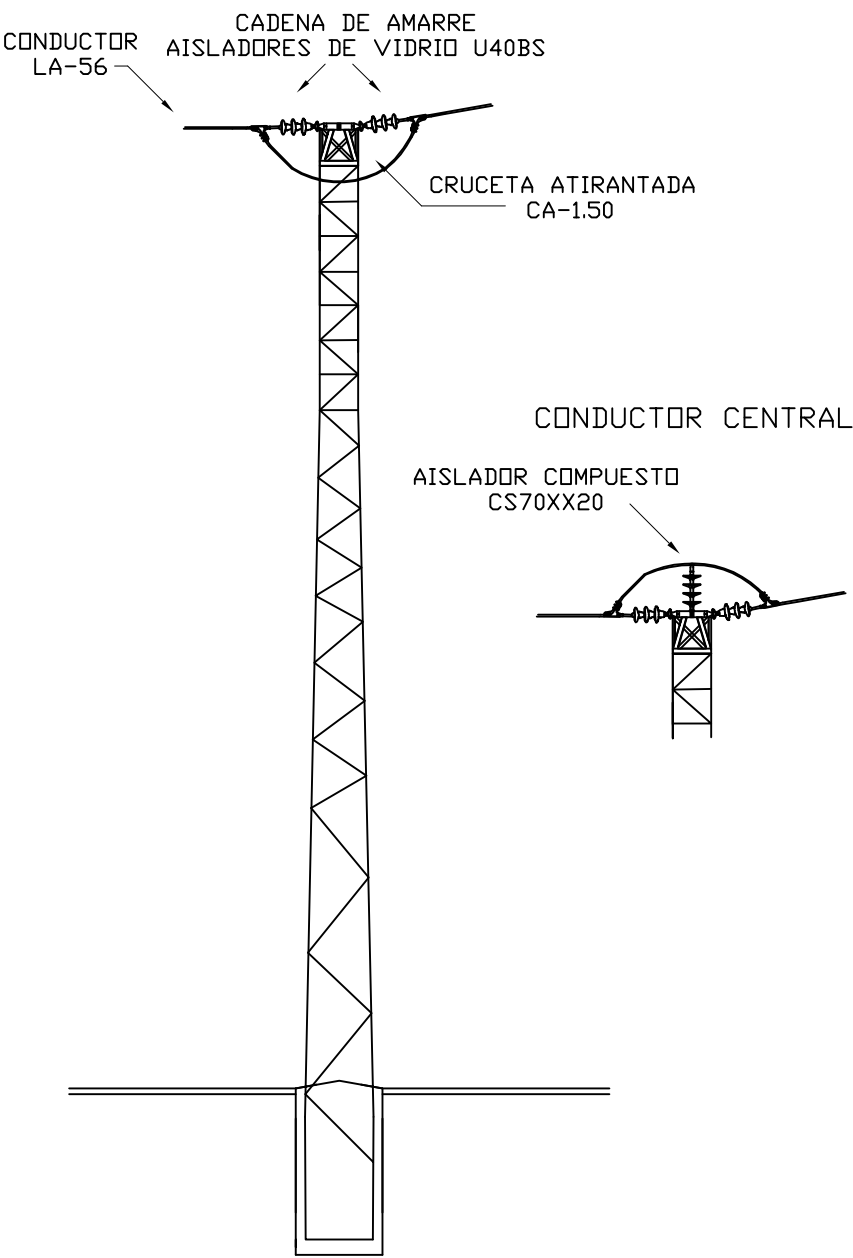
|                    |                                                 |                         |        |                                                      |  |
|--------------------|-------------------------------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------------|--|
|                    | FECHA                                           | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES<br><br>_____ |  |
| DIBUJADO           | FEB-16                                          | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                                      |  |
| COMPROBADO         | FEB-16                                          | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| C. CALIDAD         | FEB-16                                          | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| ESCALA<br><br>1:10 | DESIGNACIÓN<br><br>PUESTA A TIERRA APOYOS 1 Y 7 |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>12.1/16                           |  |
|                    |                                                 |                         |        | SUSTITUYE A                                          |  |
|                    |                                                 |                         |        | SUSTITUIDO POR                                       |  |



|            |             |                         |        |                                         |
|------------|-------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|
|            | FECHA       | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | FEB-16      | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |
| COMPROBADO | FEB-16      | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| C. CALIDAD | FEB-16      | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN |                         |        | Nº DE PLANO                             |
| 1:100      | APOYO Nº 1  |                         |        | 13.0/16                                 |
|            |             |                         |        | SUSTITUYE A                             |
|            |             |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |

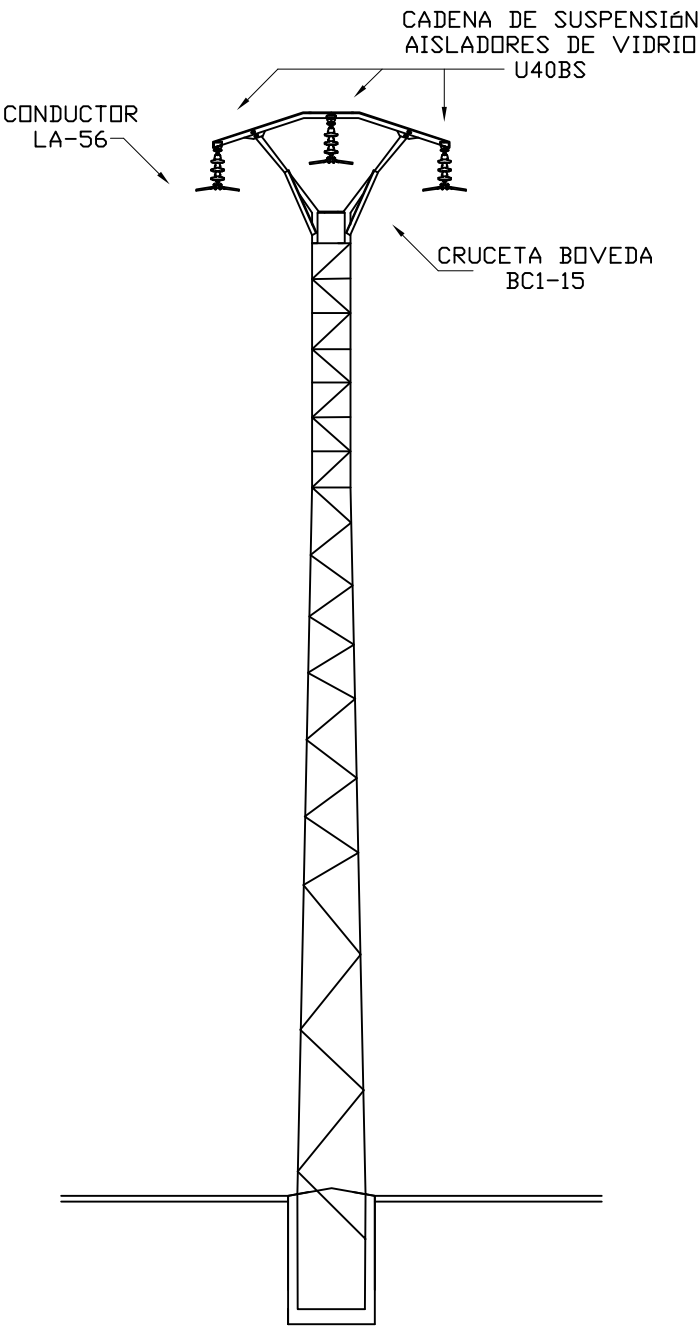


|                         |                                   |                         |        |                                                      |  |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------------|--|
|                         | FECHA                             | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES<br><br>_____ |  |
| DIBUJADO                | FEB-16                            | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                                      |  |
| COMPROBADO              | FEB-16                            | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| C. CALIDAD              | FEB-16                            | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |  |
| ESCALA<br><br><br>1:100 | DESIGNACIÓN<br><br><br>APOYO N° 7 |                         |        | N° DE PLANO<br><br>13.1/16                           |  |
|                         |                                   |                         |        | SUSTITUYE A                                          |  |
|                         |                                   |                         |        | SUSTITUIDO POR                                       |  |

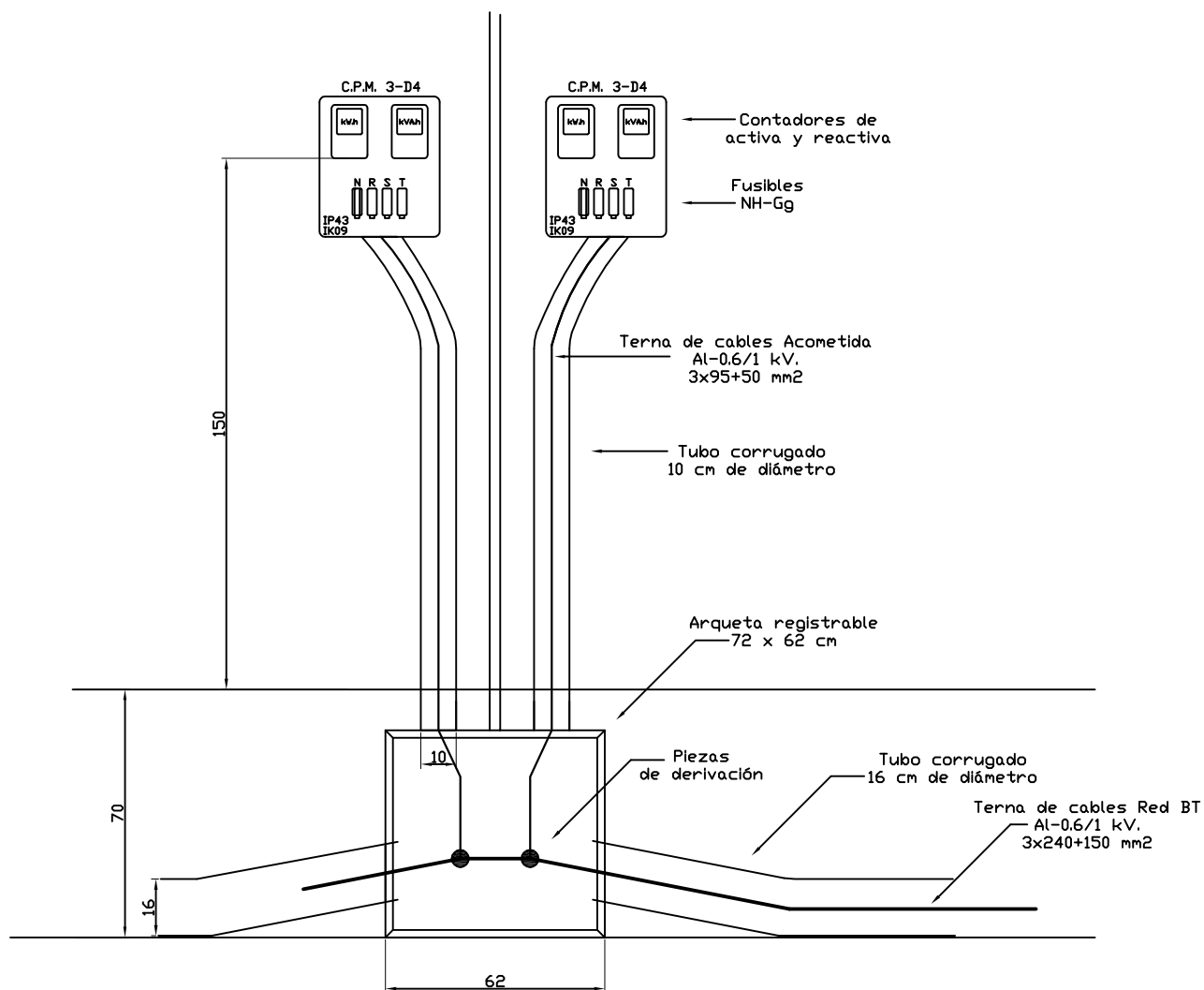


|            |             |                         |        |                                         |
|------------|-------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|
|            | FECHA       | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |
| DIBUJADO   | FEB-16      | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |
| COMPROBADO | FEB-16      | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| C. CALIDAD | FEB-16      | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN |                         |        | Nº DE PLANO                             |
| 1:100      | APOYO Nº 2  |                         |        | 13.2/16                                 |
|            |             |                         |        | SUSTITUYE A                             |
|            |             |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |

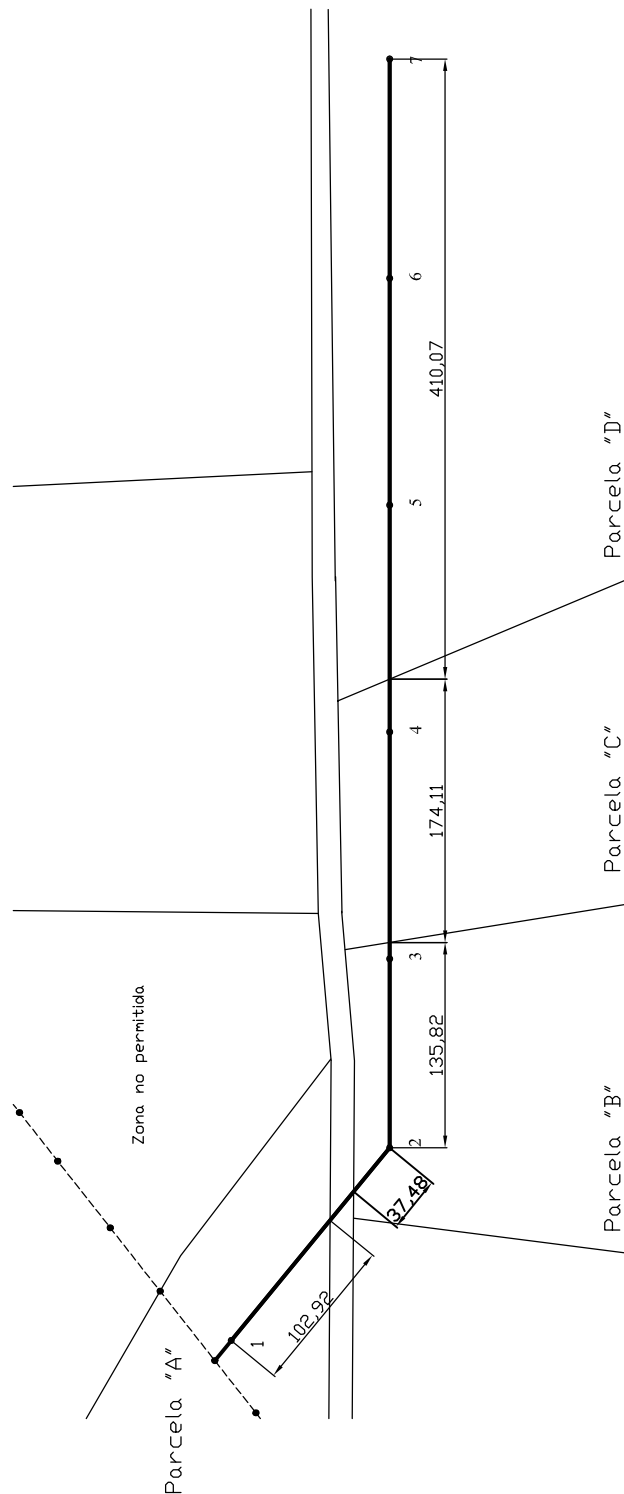
APOYOS N° 3, 4, 5 Y 6  
C-500-14



|            |                       |                         |        |                                                      |
|------------|-----------------------|-------------------------|--------|------------------------------------------------------|
|            | FECHA                 | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES<br><br>_____ |
| DIBUJADO   | FEB-16                | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                                      |
| COMPROBADO | FEB-16                | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |
| C. CALIDAD | FEB-16                | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                                      |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN           |                         |        | Nº DE PLANO                                          |
| 1:100      | APOYOS Nº 3, 4, 5 Y 6 |                         |        | 13.3/16                                              |
|            |                       |                         |        | SUSTITUYE A                                          |
|            |                       |                         |        | SUSTITUIDO POR                                       |



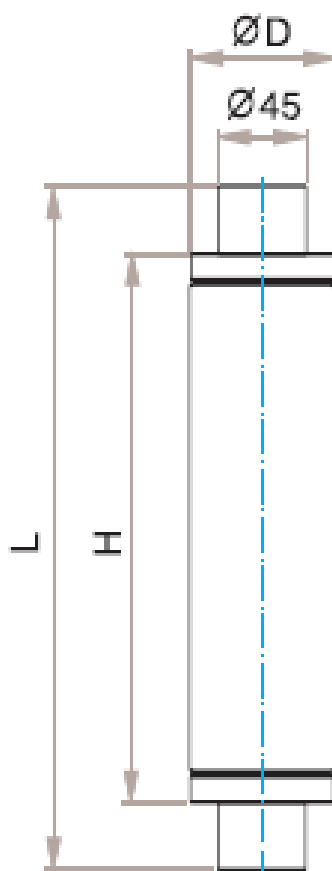
|            |                                                |                         |        |                                         |  |
|------------|------------------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                          | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | FEB-16                                         | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO | FEB-16                                         | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD | FEB-16                                         | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN<br><br><br>DETALLE ACOMETIDA Y CPM |                         |        | Nº DE PLANO                             |  |
| 1:2000     |                                                |                         |        | 14.0/16                                 |  |
|            |                                                |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|            |                                                |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |



| Leyenda |                   |
|---------|-------------------|
|         | Línea aérea MT    |
|         | Apoyos de celosía |
|         | Límite            |

Cotas en metros (m.)

|            |                     |                         |        |                                         |  |
|------------|---------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA               | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | FEB-16              | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO | FEB-16              | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD | FEB-16              | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN         |                         |        | Nº DE PLANO                             |  |
| 1:5000     | DETALLE SERVIDUMBRE |                         |        | 15.0/16                                 |  |
|            |                     |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|            |                     |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |



| LEYENDA       |                  |                    |             |     |    |                 |
|---------------|------------------|--------------------|-------------|-----|----|-----------------|
| TIPO          | TENSIÓN ASIGNADA | CORRIENTE ASIGNADA | DIMENSIONES |     |    | PESO APROXIMADO |
|               |                  |                    | H           | L   | D  |                 |
| IB-D1 (20 A.) | 13-24 kV         | 2.5-40 A.          | 442         | 510 | 53 | 2.3 kg.         |

|            |                                                                        |                         |        |                                         |  |
|------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------|-----------------------------------------|--|
|            | FECHA                                                                  | NOMBRE                  | FIRMAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR<br>LINARES |  |
| DIBUJADO   | FEB-16                                                                 | OLMO MÁRQUEZ P.         |        |                                         |  |
| COMPROBADO | FEB-16                                                                 | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| C. CALIDAD | FEB-16                                                                 | ORTEGA<br>ARMENTEROS M. |        |                                         |  |
| ESCALA     | DESIGNACIÓN<br><br>DETALLE FUSIBLE IB-D1 20 A.<br>(Apoyo n. 1 de LAMT) |                         |        | Nº DE PLANO<br><br>16.0/16              |  |
| 1:1        |                                                                        |                         |        | SUSTITUYE A                             |  |
|            |                                                                        |                         |        | SUSTITUIDO POR                          |  |

---

## 3.- PLIEGO DE CONDICIONES

---

### **3.- Índice Pliego de Condiciones.**

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 3.1. Pliego de Condiciones Generales.....                    | 146 |
| 3.1.1. Condiciones facultativas. ....                        | 146 |
| 3.1.2. Condiciones Legales. ....                             | 147 |
| 3.1.2.1. Organización del trabajo. ....                      | 147 |
| 3.1.2.2. Datos de la obra.....                               | 147 |
| 3.1.2.3. Replanteo de la obra.....                           | 148 |
| 3.1.3. Condiciones Técnicas. ....                            | 148 |
| 3.1.3.1. Variaciones del proyecto.....                       | 148 |
| 3.1.3.2. Materiales para obras civiles.....                  | 148 |
| 3.1.3.2.1. Cemento. ....                                     | 148 |
| 3.1.3.2.2. Arena.....                                        | 148 |
| 3.1.3.2.3. Tubería de hormigón.....                          | 149 |
| 3.1.3.2.4. Ladrillos. ....                                   | 149 |
| 3.1.3.2.5. Grava.....                                        | 150 |
| 3.1.3.2.6. Hormigones.....                                   | 150 |
| 3.1.3.3. Recepción del material.....                         | 151 |
| 3.1.3.4. Organización. ....                                  | 151 |
| 3.1.3.5. Ejecución de las obras.....                         | 151 |
| 3.1.3.6. Subcontratación de obras. ....                      | 152 |
| 3.1.3.7. Plazo de ejecución.....                             | 152 |
| 3.1.3.8. Recepción provisional.....                          | 153 |
| 3.1.3.9. Periodos de garantía.....                           | 153 |
| 3.1.4. Condiciones Económicas. ....                          | 153 |
| 3.1.4.1. Recepción definitiva. ....                          | 153 |
| 3.1.4.2. Pago de obras. ....                                 | 154 |
| 3.1.4.3. Abono de materiales acopiados.....                  | 154 |
| 3.2. Pliego de condiciones técnicas.....                     | 154 |
| 3.2.1. Condiciones particulares de redes aéreas de M. T..... | 154 |
| 3.2.1.1. Materiales utilizados. ....                         | 154 |
| 3.2.1.2. Ejecución de las obras.....                         | 156 |
| 3.2.1.2.1. Apertura de excavaciones. ....                    | 156 |

---

|                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.1.2.2. Transporte y acopio a pie de obra. ....                           | 156 |
| 3.2.1.2.3. Cimentaciones. ....                                               | 157 |
| 3.2.1.2.4. Armados de apoyos. ....                                           | 157 |
| 3.2.1.2.5. Protecciones de superficies metálicas. ....                       | 158 |
| 3.2.1.2.6. Izado de apoyos. ....                                             | 158 |
| 3.2.1.2.7. Tendido, tensado y retencionado. ....                             | 158 |
| 3.2.2 Condiciones particulares de las redes subterráneas de M.T. y B.T. .... | 159 |
| 3.2.2.1. Objetivo. ....                                                      | 159 |
| 3.2.2.2. Condiciones generales. ....                                         | 159 |
| 3.2.2.3. Ejecución de trabajo. ....                                          | 159 |
| 3.2.2.3.1. Trazado de zanjas. ....                                           | 159 |
| 3.2.2.3.2. Apertura de zanjas. ....                                          | 160 |
| 3.2.2.3.3. Canalizaciones. ....                                              | 160 |
| 3.2.2.3.4. Transporte de bobinas de cables. ....                             | 163 |
| 3.2.2.3.5. Tendidos de conductores. ....                                     | 164 |
| 3.2.2.3.6. Señalización. ....                                                | 165 |
| 3.2.2.3.7. Identificación del conductor. ....                                | 166 |
| 3.2.2.3.8. Cierre de zanja. ....                                             | 166 |
| 3.2.2.3.9. Reposición de pavimento. ....                                     | 166 |
| 3.2.2.3.10. Puesta a tierra. ....                                            | 167 |
| 3.2.2.3.11. Diversos montajes. ....                                          | 169 |
| 3.2.3 Condiciones particulares de los centros de transformación. ....        | 168 |
| 3.2.3.1. Calidad de los materiales. ....                                     | 168 |
| 3.2.3.1.1. Obra civil. ....                                                  | 168 |
| 3.2.3.1.2. Aparamenta de alta tensión. ....                                  | 169 |
| 3.2.3.1.3. Transformadores. ....                                             | 172 |
| 3.2.3.1.4. Equipos de medida. ....                                           | 172 |
| 3.2.3.1.5. Normas de ejecución de las instalaciones. ....                    | 172 |
| 3.2.3.1.6. Pruebas reglamentarias. ....                                      | 172 |
| 3.2.3.1.7. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad. ....               | 173 |
| 3.2.3.1.8. Certificados y documentación. ....                                | 175 |
| 3.2.3.2. Libro de órdenes. ....                                              | 175 |
| 3.2.4 Condiciones particulares para alumbrado público. ....                  | 175 |
| 3.2.4.1. Condiciones generales. ....                                         | 175 |

---

|                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.4.2. Lámparas.....                                      | 175 |
| 3.2.4.3. Portalámparas.....                                 | 176 |
| 3.2.4.4. Luminarias. ....                                   | 176 |
| 3.2.4.4.1. Observaciones al montaje. ....                   | 176 |
| 3.2.4.4.2. Recepción y pruebas. ....                        | 176 |
| 3.2.4.5. Equipo de encendido.....                           | 177 |
| 3.2.4.5.1. Operaciones previas al montaje. ....             | 179 |
| 3.2.4.5.2. Recepción y pruebas. ....                        | 179 |
| 3.2.4.6. Equipo de protección y conexión.....               | 179 |
| 3.2.4.7. Soportes.....                                      | 179 |
| 3.2.4.8. Cuadro de control, medida y protección. ....       | 179 |
| 3.2.4.9. Puesta a tierra. ....                              | 180 |
| 3.2.4.10. Pruebas de servicio.....                          | 180 |
| 3.2.5 Condiciones particulares para alumbrado público. .... | 181 |
| 3.2.5.1. Condiciones generales.....                         | 181 |
| 3.2.5.2. Obra civil.....                                    | 181 |
| 3.2.5.2.1. Red de tierras ....                              | 181 |
| 3.2.5.2.2. Alumbrado interior.....                          | 182 |
| 3.2.5.2.3. Instalacion de B.T. ....                         | 182 |
| 3.2.5.2.4. Ejecución de las instalaciones.....              | 184 |
| 3.3. Seguridad e higiene en el trabajo. ....                | 189 |
| 3.3.1. Seguridad pública.....                               | 190 |

---

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES, SEGURIDAD E HIGIENE.**

#### **3.1. Pliego de Condiciones Generales.**

El contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en sucesivo se dicten. En particular deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 2402 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Orden Ministerial de Hacienda de 28 de Marzo.

##### **3.1.1. Condiciones facultativas.**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el Pliego, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410 / 75, del 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 en que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión RAT, y sus instrucciones técnicas complementarias (01 a 23).  
(BOE real decreto 337/2014, de 9 de mayo).
- e) Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión LAT, y sus instrucciones técnicas complementarias (01 a 09).
- f) Normas particulares de la compañía eléctrica distribuidora SEVILLANA ENDESA 2005, (versión corregida por Resolución de 23-03-2006 de la D.G. Industria, Energía y Minas)
- g) Ordenanzas Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada por Orden del 9/3/71 del Ministerio de Trabajo.

En cuanto no se oponga a la Ordenanza General anteriormente mencionada, las siguientes disposiciones:

- Orden de 20 de mayo de 1952, aprobando el Reglamento de Seguridad e Higiene en la construcción y obras públicas y Ordenes complementarias del 19 de diciembre de 1953 y 23 de septiembre de 1966.
- Orden de 2 de febrero de 1961 sobre prohibición de cargas a brazo que excedan de 80 Kg
- Cuantos preceptos sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo que contengan las Ordenanzas Laborales, Reglamento de Trabajo, Convenios Colectivos y Reglamentos de Régimen Interior en vigor.

### **3.1.2. Condiciones Legales.**

#### **3.1.2.1. 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 expuestas en los siguientes apartados.

#### **3.1.2.2. Datos de la obra.**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y del pliego, así como cuantos datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota ó sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales están 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 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, en los datos fijados en el Proyecto, salvo por aprobación previa del Director de Obra.

### **3.1.2.3. 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 las mismas.

Se levantará por duplicado en acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmada por el Director de Obra y no por el Contratista. Los gastos del replanteo irán por cuenta del Contratista.

### **3.1.3. Condiciones Técnicas.**

#### **3.1.3.1. Variaciones del proyecto.**

No se considerarán como mejoras ó variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra y convenido precio del proceder a su ejecución.

Las obras delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### **3.1.3.2. Materiales para obras civiles.**

##### **3.1.3.2.1. Cemento.**

Será del tipo Portland cuya composición en tanto por ciento ha de estar comprendida entre los siguientes límites:

- $\text{CaO}$  = del 60 al 80 %.
- $\text{SiO}_2$  = del 20 al 26 %.
- $\text{Al}_2\text{O}_3$  = del 5 al 12 %.
- $\text{Fe}_2\text{O}_3$  = del 2 al 5 %.

Puede contener además magnesio y anhídrido sulfúrico hasta unos límites máximos del 5 y 2,5 % respectivamente. El fraguado no debe comenzar hasta una hora después del amasado. La resistencia a la compresión en probetas de  $50 \text{ cm}^2$  de sección en forma cúbica será de  $190 \text{ Kg/cm}^2$  a los siete días y  $280 \text{ Kg/cm}^2$  a los veintiocho días.

##### **3.1.3.2.2. Arena**

Podrá ser del río, arroyo o cantera, no debiendo contener impurezas de carbón, escorias, yeso y mica.

Se dará preferencia a la arena cauzosa, de origen caliza, siendo preferibles las arenas de superficies áspera o anglicosa. La determinación de la cantidad de arcilla se comprobará según el ensayo siguiente:

De la muestra de árido mezclado se separará con el tamiz de 5mm, 100 cm<sup>3</sup> de arena, los cuales se verterán en una probeta de vidrio graduado hasta 300cc, 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 preparación de las materias orgánicas se determina mezclando 100 cm<sup>3</sup>, de arena con una solución de sosa al 3 % hasta completar los 150 cm<sup>3</sup>. Después de 24 horas, el líquido debe quedar sin coloración, o presentar como máximo un color amarillo pálido que se compara al de la solución primera. Los ensayos de las arenas se harán sobre mortero de la siguiente dosificación: una parte de cemento y dos partes de arena. Esta probeta de mortero conservada en agua durante siete días, deberá resistir a la atracción en la Romana Michaelis un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 Kg/cm<sup>2</sup>.

Toda la arena que sin contener materiales orgánicos no resista el esfuerzo de tracción anteriormente indicado, será deshecha. El resultado de este ensayo permite conocer si debe aumentarse o disminuirse la dosificación del cemento empleado en la mezcla.

En obras de pequeña importancia, se puede emplear el procedimiento siguiente para dictaminar sobre la calidad de la arena. Se toma un poco y se aprieta con la mano, si es de silencio y limpia debe crujir. La mano ha de quedar, al tirar la arena, limpia de arcilla o barro.

#### **3.1.3.2.3. Tubería de hormigón.**

Será moldeada mediante centrifugación. Se enlecharán por su superficie interior antes de que haya terminado de fraguar. Deberán resultar de espesor uniforme, estructura homogénea y superficie interior lisa y dura.

La adhesión entre la grava y el mortero habrá de ser tal que golpeando con un martillo resulte más fácil romper aquel que separar ambos elementos.

#### **3.1.3.2.4. Ladrillos.**

Será ladrillo macizo común de dimensiones 250 x 125 x 50 mm., y se usará para protección de cables y construcción de tabiques. Su resistencia a la compresión debe ser superior a los 150 Kg/cm<sup>2</sup>. Sumergidos en el agua el tiempo suficiente, más de 15 min.,

absorberán de 12 al 15 % de agua en peso, nunca bajará esta absorción del 8 %. Sus superficies serán lisas pero ásperas, careciendo de grietas o desigualdades.

#### **3.1.3.2.5. Grava.**

Podrá ser de río o mina, y deberá estar limpio de materias extrañas como limo o arcilla, no conteniendo más de un 3 % en volumen de cuerpos extraños. Sé prohíbe el empleo de cascotes y otros materiales blandos, como ciertas calizas y areniscas, así como la piedra de estructura esquistosa.

#### **3.1.3.2.6. Hormigones.**

La mezcla de hormigón se efectuará en hormigoneras o a mano, siendo preferible el primer procedimiento, en beneficio de la capacidad y la resistencia, en el segundo caso se hará sobre chapa de hierro de suficientes dimensiones, para evitar que se mezcle con la tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena añadiéndole después la grava, dando entonces la vuelta a la mezcla debiendo quedar esta 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.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, comprobándose su docilidad por medio del cono de Abrams.

Este consiste en un molde tronco cónico de 30 cm de altura y bases de 10 y 20 cm. Para la prueba de consistencia se colocará 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 después la altura del montón de hormigón y en función de ella se conoce la consistencia, que es como sigue:

- Seca de 30 a 28 cm.
- Plástica de 28 a 20 cm.
- Blanda de 20 a 15 cm.
- Fluida de 15 a 10 cm.

La consistencia más adecuada es la plástica. En la prueba no se utilizará un árido de más de 5 cm.

#### **3.1.3.3. 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.

#### **3.1.3.4. Organización.**

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decreto u órdenes sobre el particular ante 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, sin embargo deberá 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 ordenes 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 del personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos pagos 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 materiales en el mercado, solicitará la aprobación previa del director de Obra, quien deberá responder a los 8 días siguientes de la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

#### **3.1.3.5. Ejecución de las obras.**

Las obras se ejecutan 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 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 o dispuesto en el último párrafo del apartado 3.4.1.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

#### **3.1.3.6. Subcontratación de obras.**

Salvo que en el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá este concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- 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.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda de 50 % del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre el primero y el Contratista y cualquier subcontratación de obras, no eximirá al contratista de sus obligaciones respecto al contratante.

#### **3.1.3.7. Plazo de ejecución.**

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se emplean a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señale en el contrato para la ejecución de las obras y serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debido a las exigencias de la señalización de las obras y siempre que tales cambios influya 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 quedar suspendidos una vez empleados, se concederán por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

#### **3.1.3.8. 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 por ello la presencia del director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente acta, en la que se hará constar la conformidad de los trabajos realizados, si éste es el caso. Dicha acta está firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha de ejecutar de acuerdo con las especificaciones del pliego de condiciones técnicas del 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 reconocimiento. Las obras de reaparición serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas restricciones podrían declararse rescindido el contrato con pérdida de fianza.

La forma de recepción se indica en el pliego de condiciones técnicas correspondientes.

#### **3.1.3.9. Periodos de garantía.**

El periodo de garantía será señalado en el contrato y empezará a contar a partir de 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.

#### **3.1.4. Condiciones Económicas.**

##### **3.1.4.1. Recepción definitiva.**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los 6 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, que quedará firmada por el director de Obra y el Contratista y ratificado por el contratante.

#### **3.1.4.2. Pago de obras.**

El pago de obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contemplan únicamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refiera. La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10 % y con la ubicación, 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.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de 15 días.

El Director de Obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificarlos 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.

#### **3.1.4.3. Abono de materiales acopiados.**

Cuando a juicio del director de Obra no haya peligro de que desaparezcan 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 la 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.

### **3.2. Pliego de condiciones técnicas.**

#### **3.2.1. Condiciones particulares de redes aéreas de M.T.**

##### **3.2.1.1. Materiales utilizados.**

##### **Apoyos.**

Los apoyos estarán constituidos por un perfil laminado de los seleccionados en la Recomendación UNESA-6702 y de acuerdo con la Norma UNE-36531 - 10 R.

Cumplirán las normas UNE que corresponda según se indique en la ITC-LAT 02.

### **Herrajes.**

Serán del tipo indicado en el Proyecto.

Los soportes para aisladores rígidos corresponderán a la Recomendación de UNESA-6626.

Los herrajes para las cadenas de amarre cumplirán con las Normas UNE – 21009, 21073, 21074, 21124-76.

En donde sea necesario adoptar disposiciones de seguridad se emplearán varillas preformadas de acuerdo con la Recomendación UNESA-6617

Cumplirán las normas UNE que corresponda según se indique en la ITC-LAT 02.

### **Aisladores.**

Los aisladores rígidos se ajustarán a lo especificado en la Recomendación UNESA-6612.

Los aisladores empleados en las cadenas de anclaje responderán a las especificaciones de la Norma UNE-21002.

En cualquier caso el aislador empleado será el que figura en el Proyecto, con las características técnicas que se especifican para cada uno de ellos.

Cumplirán las normas UNE que corresponda según se indique en la ITC-LAT 02.

### **Conductores.**

Serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con la Recomendación UNESA-3403 y con la Norma UNE-21016.

Cumplirán las normas UNE que corresponda según se indique en la ITC-LAT 02.

### **Puesta a tierra.**

Todos los apoyos llevarán puesta a tierra, mediante pica o conjunto de picas de acero galvanizado, enterradas en el suelo, las cuales se unirán al apoyo través de conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, hasta conseguir una resistencia inferior a 20 ohmios y de 37 ohmios para la puesta a tierra de servicio del CT.

### **Placas indicadoras.**

Todos los apoyos llevarán una placa reglamentaria indicando “PELIGRO ALTA TENSIÓN”, y otra con la numeración correspondiente, en chapa de acero esmaltado, perfectamente legible desde el suelo.

### **Seccionadores.**

Serán de accionamiento tripolar con las características especificadas en la memoria. Cumplirán las normas UNE que corresponda según se indique en la ITC-LAT 02.

### **Fusibles.**

Serán de alto poder de ruptura (A.P.R.), según se indica en la memoria descriptiva. Cumplirán las normas UNE que corresponda según se indique en la ITC-LAT 02.

## **3.2.1.2. Ejecución de las obras.**

### **3.2.1.2.1. Apertura de excavaciones.**

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto, o en su defecto a lo indicado por el Director de Obra.

Las paredes de las excavaciones serán verticales y cualquier variación en el volumen del mismo se hará de acuerdo con el Director de Obra.

El Contratista tomará las medidas necesarias para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, para evitar accidentes.

Las excavaciones se harán con útiles apropiados y entubándolas cuando sea necesario, de acuerdo con las disposiciones de trabajo vigentes. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo de cuenta del Contratista la obtención del permiso de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse al desecado, procurando después hormigonar lo mas rápidamente posible. Cuando se empleen explosivos el Contratista tomará las precauciones adecuadas, para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan producir accidentes ó desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista.

### **3.2.1.2.2. Transporte y acopio a pie de obra.**

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados, para evitar la rotura o torcedura de algunos de sus perfiles, dificultando su armado.

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 numerar sus elementos, especialmente las diagonales.

#### **3.2.1.2.3. Cimentaciones.**

La cimentación del apoyo se hará de acuerdo con el Proyecto, utilizándose hormigón cuya dosificación será de 200 Kg/m<sup>3</sup>.

El amasado se realizará de forma que la mezcla sea homogénea.

El cemento y los áridos se medirán con elementos apropiados.

El macizo sobrepasará el nivel del terreno en 10 cm como mínimo en terrenos secos normales y en 20 cm en terrenos de cultivo o húmedos, terminando en su parte superior en forma piramidal, con pendiente mínima del 10 %, para verter aguas.

Se tendrá la precaución de dejar un conducto para colocar el cable de tierra de los apoyos. Este conducto deberá atravesar el macizo de hormigón y salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y en la parte superior junto a uno de los montantes o angulares.

##### **□ ARENA.**

Puede proceder de ríos, canteras, etc., debiendo ser limpia y no contener materias orgánicas o arcillosas, siendo preferible la de superficie áspera y de origen cuarzo, desechándose la que contenga mica o feldespatos.

##### **□ PIEDRA.**

Podrá proceder de canteras o gravetas de río y siempre se suministrará limpia. Sus dimensiones podrán estar comprendidas entre 1 y 5 cm.

Se prohíbe la mezcla de arena y piedra unidas sin dosificar, así como cascotes o materiales blandos.

##### **□ CEMENTO.**

Se utilizará cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento.

En caso de terreno yesoso se utilizará cemento puzolánico.

##### **□ AGUA.**

Será de río o manantial, estando prohibida la que proceda de ciénagas.

#### **3.2.1.2.4. Armados de apoyos.**

Cada tramo de apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.

Si durante el montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que precisen ser sustituidas o modificadas, el Contratista lo notificará al Director de Obra.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Estos elementos sólo podrán enderezarse con consentimiento del Director de Obra.

Después de izado y antes del tendido de los conductores se apretarán los tornillos, dando a las tuercas la presión correcta, debiendo sobresalir el tornillo de la tuerca por lo menos 3 pasos de rosca, graneteándolos para que no se aflojen.

#### **3.2.1.2.5. Protecciones de superficies metálicas.**

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

Los que específicamente sean pintados deberán estarlo con dos manos de minio y dos de aluminio.

#### **3.2.1.2.6. Izado de apoyos.**

Esta operación deberá realizarse de forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente.

#### **3.2.1.2.7. Tendido, tensado y retencionado.**

El tendido de los cables se hará de manera que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos, o roturas de alambres, roces con el suelo, apoyo o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre el terreno o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Las operaciones de tendido no podrán ser emprendidas hasta pasados 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de anclaje o ángulo, salvo indicación contraria del Director de Obra.

Antes del tendido se instalarán los pórticos de protección de cruces de carreteras, ferrocarriles, líneas de A.T., etc.

Para el tendido se emplearán poleas con garganta de madera o aluminio, con el fin de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones, en especial en los apoyos de anclaje y ángulo.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por falta de observación de éstas prescripciones.

Después del tensado y regulación de los conductores, se mantendrán éstos sobre 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.

Se empleará cinta de aluminio para reforzar el conductor, cuando esté en retención directamente sobre el aislador.

### **3.2.2 Condiciones particulares de las redes subterráneas de M.T. y B.T.**

#### **3.2.2.1. Objetivo.**

Este pliego de condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras en la instalación de redes subterráneas de distribución.

#### **3.2.2.2. Condiciones generales.**

Este pliego de condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en la ejecución de las redes subterráneas de baja y media tensión.

Cualquier duda de cualquier tipo, que pueda surgir de la interpretación del presente pliego durante el período de construcción, será resuelta por el director de Obra, cuya interpretación será aceptada íntegramente.

#### **3.2.2.3. Ejecución de trabajo.**

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

##### **3.2.2.3.1. Trazado de zanjas.**

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutaran en terrenos de dominio público, bajo las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más reptilineo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos.

Antes de comenzar los trabajos, se marcaran en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las tomas donde se dejan las llaves 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. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de las zanjas como

de los pasos que sean necesarios, así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la ranja para el paso de vehículos. 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 colocar.

#### **3.2.2.3.2. Apertura de zanjas.**

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procura dejar un paso de cincuenta centímetros entre zanjas y las tierras extraídas, 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, teléfono, bocas de riego, etc. Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Las dimensiones mínimas de las zanjas serán:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para las canalizaciones de Baja Tensión bajo acerado.
- Profundidad de 40 cm y anchura de 40 cm para canalización de alumbrado público bajo la acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de Baja Tensión bajo calzada y alumbrado público bajo calzada.
- Profundidad de 100 cm y anchura de 50 cm para canalizaciones de Media Tensión bajo acera o calzada.

#### **3.2.2.3.3. Canalizaciones.**

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocara en posición horizontal y recta y estarán hormigueadas en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce.

- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de la zanja bajo la calzada sea inferior a 80 cm en el caso de Baja Tensión y de 100 cm en el caso de Media Tensión, se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases de Media Tensión, o las tres fases y el neutro de Baja Tensión.

#### ❑ **ZANJA**

Cuando en una zanja coinciden cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión. La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 20 cm. La separación entre dos cables multipolares ó ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm. La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones de forma que la mayor profundidad corresponderá a la mayor tensión.

#### ❑ **CABLE ENTUBADO**

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de PVC, de superficie interior lisa, siendo su diámetro el indicado en la memoria descriptiva y en los planos.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido, o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojan deberán ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura del tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90°, en general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

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 de registro o cerradas, en el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de ganchos, el fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia. Si las arquetas no son de registro se cubrirán con los materiales necesarios.

#### ❑ **CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.**

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas enterradas bajo tubo, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como mínimo y otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,20 m.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m, en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm. Dicho mínimo se reduce a 1 m en el caso en que el tramo de conducción interesada esté contenida en una protección de no más de 100 m.
- 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía no debe, normalmente entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables, ser inferior a 0,20 m.

El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir, excepto en lo indicado posteriormente, una distancia mínima en proyección sobre un plano horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m en cables interurbanos o a 0,20 m en cables urbanos.

Se puede admitir incluso una distancia mínima de 0,15 m con la condición de que el cable de energía sea fácil y rápidamente separado, y eficazmente protegido mediante tubos de hierro de adecuada resistencia mecánica y 2 mm de espesor como mínimo, protegido contra la corrosión. En el caso de paralelismo con cables de telecomunicación interurbana, dicha protección se refiere también a estos últimos.

Estas protecciones pueden no utilizarse, respetando la distancia mínima de 0,15 m cuando el cable de energía se encuentra en una cota inferior a 0,50 m medida sobre la proyección horizontal.

En cuanto a los fenómenos inductivos debidos a eventuales defectos en los cables de energía, la distancia mínima entre los cables o la longitud máxima de los cables situados paralelamente está limitada por la condición de que la f.e.m. inducida sobre el cable de telecomunicación no supere el 60% de la mínima tensión de prueba a tierra de la parte de la instalación metálicamente conectada al cable de telecomunicación.

#### **3.2.2.3.4. Transporte de bobinas de cables.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolque 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, así mismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar mas adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barras y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

#### **3.2.2.3.5. Tendidos de conductores.**

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable sea superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tienden a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cablestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por  $\text{mm}^2$  de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tensión.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas, deberá siempre hacerse a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a  $0^{\circ}$  no se permitiera hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasillas.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando los cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,5 m.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocosa e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá efectuar la Canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

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 las mismas condiciones en las que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

En el caso de que los cables sean unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y en el neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de Media Tensión, o las tres fases y el neutro en Baja Tensión, se colocara una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos de M.T., bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

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 ó, en su defecto, donde las señale el Director de Obra. Una vez tendido el cable los tubos se taparán con yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

#### **3.2.2.3.6. Señalización.**

Todo conductor o conjunto de conductores debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la recomendación UNESA-0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo.

Cuando los conductores de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse una cinta encima de cada uno de ellos.

#### **3.2.2.3.7. Identificación del conductor.**

Los cables deberán llevar marcas que indique el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características. Estas marcas serán grabadas de forma indeleble y se distanciarán entre sí unos 30 cm, tal y como se indica en las normas UNE – 21.123 y R.U. 3.305.

#### **3.2.2.3.8. Cierre de zanja.**

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación, debiendo realizarse los 20 primeros centímetros de forma manual.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será el responsable de los hundimientos que se produzcan y serán de su cuenta las posteriores reparaciones oportunas.

La carga y el transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

#### **3.2.2.3.9. Reposición de pavimento.**

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de las mismas.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo mas igualado posible del antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizaran materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito, etc.

#### **3.2.2.3.10. Puesta a tierra.**

Todas las pantallas en M. T. de los cables deben ser puestas a tierra al menos en los extremos de cada cable.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M. T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

#### **3.2.2.3.11. Diversos montajes.**

La instalación de herrajes, cajas terminales y empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

##### **❑ ARMARIO DE DISTRIBUCIÓN.**

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo. Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

##### **❑ 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.

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.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondiente.

❑ **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 incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

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.

**3.2.3 Condiciones particulares de los centros de transformación.**

**3.2.3.1. Calidad de los materiales.**

**3.2.3.1.1. Obra civil.**

El edificio destinado a alojar en su interior las instalaciones será una construcción prefabricada de hormigón modelo EHC-2 de la casa comercial Merlin Gerin.

Sus elementos constructivos son los descritos en el apartado correspondiente de la memoria del presente proyecto.

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.

La base del edificio será de hormigón armado con un mallado 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.

Todos los elementos metálicos del edificio que están expuestos al aire serán resistentes a la corrosión por su propia naturaleza, o llevarán el tratamiento protector

adecuado que en el caso de ser galvanizado en caliente cumplirá con lo especificado en la RU-6618-A.

### **3.2.3.1.2. Aparamenta de alta tensión.**

Las celdas a emplear serán de la serie RM6 de Merlin Gerin, compuesta por celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción.

Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 307 en cuanto a la envolvente externa.

Los cables se conectarán 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 deberán ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesta a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. 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.

#### **❑ CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.**

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 por vida según se define en el anexo GG de la recomendación CEI 298-90. 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).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento de aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior de cárter. Los gases serán

canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

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.

El seccionador de puesta a tierra dentro del SF<sub>6</sub>, deberá tener un poder de cierre en cortocircuito de 40 kA.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

➤ **Compartimento del juego de barras:**

Se compondrá de tres barras aisladas de cobre conexionadas mediante tornillos de cabeza hallen de M8. El par de apriete será de 2,8 mdaN.

➤ **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.
- 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 los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Monitores.
- Bobinas de cierre y/o apertura
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

➤ **Compartimento de control:**

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornes de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

❑ **CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.**

➤ Tensión nominal ..... 24 kV.

➤ Nivel de aislamiento:

- A la frecuencia industrial de 50 Hz..... 50 kV ef. 1mn.
- A impulsos tipo rayo..... 125 kV. Cresta.

➤ Intensidad nominal funciones línea ..... 400 A.

➤ Intensidad nominal otras funciones ..... 400 A.

➤ Intensidad de corta duración admisible ..... 16 kA. ef. 1s.

❑ **INTERRUPTORES – SECCIONADORES.**

En condiciones de servicio, además de las características eléctricas expuestas anteriormente, responderán a las exigencias siguientes:

- Poder de cierre nominal sobre cortocircuito: 40 kA cresta.
- Poder de cierre nominal de transformador en vacío: 16 A.
- Poder de corte nominal de cables en vacío: 25 A.
- Poder de corte(sea por interruptor-fusible o por interruptor automático): 16 kA ef.

❑ **CORTACIRCUITOS – FUSIBLES.**

En el caso de utilizar protección ruptorfusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en el capítulo de Cálculos de esta memoria. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN – 43.625.

❑ **PUESTA A TIERRA.**

**Tierra de protección**

Configuración del sistema seleccionado:

Anillo cuadrado de 2 x 2 m

Profundidad = 0,5 m

4 picas de 2 m de longitud de acero galvanizado

Diámetro de las picas = 14 mm

Unidas con conductor desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de Cu

**Tierra de servicio (neutro)**

Configuración del sistema seleccionado:

Picas en hilera unidas por conductor horizontal, separadas 3 m

Profundidad = 0,5 m

2 picas de 2 m de longitud de acero galvanizado

Diámetro de las picas = 14 mm

Unidas con conductor desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de Cu

#### **3.2.3.1.3. Transformadores.**

Los transformadores a instalar serán trifásicos, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural en baño de aceite, con regulación de tensión primaria mediante conmutador accionable estando el transformador desconectado, servicio continuo y además características detalladas en la memoria.

#### **3.2.3.1.4. Equipos de medida.**

No se prevé la instalación de ningún equipo de medida de la potencia y la energía para facturación.

#### **3.2.3.1.5. 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 la normativa que le pudiera afectar.

#### **3.2.3.1.6. Pruebas reglamentarias.**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y serie que contemplen las normas UNE ó recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, 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.

### **3.2.3.1.7. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.**

#### **□ PREVENCIONES GENERALES.**

- Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación 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 del 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.
- 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.

#### **□ PUESTA EN SERVICIO.**

- Se conectará 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.

❑ **SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

- Se procederá en orden inverso al determinado en el primer apartado del punto “Puesta en servicio”, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.
- Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.
- A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores así como en los bornes de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Si hubiera de intervenir en la parte de línea comprendida entre la celda de entrada y seccionador aéreo exterior se avisará por escrito a la compañía suministradora de energía eléctrica para que corte la corriente en la línea alimentadora, no comenzando los trabajos sin la conformidad de ésta, que no restablecerá el servicio hasta recibir, con las debidas garantías, notificación de que la línea de alta se encuentra en perfectas condiciones, para garantizar la seguridad de personas y cosas.
- La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

❑ **PREVENCIONES ESPECIALES.**

- No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.
- No debe de sobrepasar los 60° C la temperatura del líquido refrigerante, en los aparatos que lo tuviera, y cuando se precise cambiarlo se empleará de la misma calidad y características.

- 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.

#### **3.2.3.1.8. Certificados y documentación.**

Se aportará, para la tramitación de este Proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por un técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

#### **3.8.1.9. Libro de órdenes.**

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

### **3.2.4 Condiciones particulares para alumbrado público.**

#### **3.2.4.1. Condiciones generales.**

Se aplicará el presente Pliego a todas y cada una de las obras y materiales de todo tipo necesarios para la instalación del alumbrado público.

Cualquier duda que pueda surgir de la interpretación del presente Pliego, durante el periodo de construcciones, será resuelta por el Director de la obra, cuya interpretación será aceptada íntegramente.

#### **3.2.4.2. Lámparas.**

Serán de marca reconocida como de primera categoría, de las llamadas de vapor de sodio de alta presión.

No variará el consumo real de las lámparas del  $\pm 10 \%$  si se mantiene la tensión entre los límites del  $\pm 5 \%$ . Su flujo luminoso inicial, después de 1000 horas de funcionamiento, no será inferior a 27000 lúmenes, para 250 vatios de potencia. La vida

media garantizada por el fabricante no será inferior a 8000 horas, garantizando una depreciación no superior al 20 % tras esas horas de funcionamiento.

#### **3.2.4.3. Portalámparas.**

Serán de porcelana, tipo reforzado y estarán provistos de sólidos y amplios contactos eléctricos que impidan sobrecalentamientos excesivos.

Serán de rosca Goliath y el dispositivo de fijación a la linterna será sólido y seguro, de tal forma que se impida el soltado del mismo con las vibraciones normales del punto de luz. Su sistema de fijación permitirá, así mismo, el fácil montaje o desmontaje sin necesidad de retirar la luminaria.

#### **3.2.4.4. Luminarias.**

Las luminarias, desde el punto de vista eléctrico serán de la clase 1, según norma UNE 20314, luminarias con al menos un aislamiento normal de conjunto y toma de tierra. El modelo elegido es HSRP 451/451 AM de la casa comercial Philips, cuyas características se especifican en la memoria descriptiva de Alumbrado Público.

##### **3.2.4.4.1. Observaciones al montaje.**

Antes de ser aceptado por la Dirección de Obra, el tipo de luminaria a instalar, será necesaria la presentación por el Contratista al Director de Obra de:

- Catálogo en el que figuran dimensiones y características.
- Escrito del fabricante de reflectores con la calidad del Aluminio empleado en la fabricación.
- Una muestra de la luminaria.
- Curva de intensidades luminosas en un plano de un laboratorio oficial.
- Curvas isolux en el suelo, basadas en la curva fotométrica oficial de la zona de estudio.

##### **3.2.4.4.2. Recepción y pruebas.**

Serán sobre todas aquellas luminarias que den niveles medios o uniformidades inferiores a los previstos en el Proyecto.

Se comprobará el espesor de la capa de alúmina midiendo la tensión de ruptura. La media de 10 valores encontrados en puntos diferentes debe ser igual o superior a 400 V.

para el aluminio de primera clase y de 300 V. para el de segunda clase, no tolerándose más de una medida cuyo valor sea inferior a la mitad de los valores indicados. El espesor medio también podrá comprobarse por procedimiento químico.

En el ensayo de la resistencia a la corrosión, después de 15 días de ensayo continuo, con inmersiones alternadas cada media hora, en disolución de zinc puro al 3 %, las piezas podrán presentar como máximo, una picadura por  $\text{cm}^2$  de superficie ensayada. Esta picadura tendrá un diámetro inferior a 1 mm., no teniéndose en cuenta las que aparezcan en aristas vivas.

El galvanizado de los soportes mediante muestra tomada al efecto, la cual se limpiará con bencina, se enjuagará y a continuación se practicarán 4 inmersiones sucesivas de un minuto de duración cada una en una solución de sulfato de cobre al 20 %.

El Director de Obra exigirá cualquiera de estas pruebas con resultados iguales o superiores a los relacionados. Una vez aceptado el tipo de luminaria que se va a utilizar en la obra, hará un demuestre, enviando a un laboratorio oficial la continuidad de la capa de alúmina, la resistencia a la corrosión y el galvanizado de los soportes.

#### **3.2.4.5. Equipo de encendido.**

El equipo de encendido deberá cumplir las siguientes características:

- Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, la tensión o tensiones nominales en voltios, la intensidad nominal en amperios, la frecuencia en hercios, el esquema de conexiones si hay más de 2 hilos, el factor de potencia nominal de la lámpara o lámparas para las cuales ha sido previsto.
- Las piezas en tensión no podrán ser accesibles a un contacto fortuito durante su utilización normal. Las tapas que permiten el acceso a las piezas bajo tensión, solo podrán desmontarse con la ayuda de herramientas no considerándose admisibles contra contactos fortuitos los barnizados, esmaltados u oxidación de piezas metálicas.
- Si las conexiones se efectúan mediante bornes, regletas o terminales, deben fijarse de tal forma que no podrán soltarse o aflojarse al realizar la conexión o desconexión.

- Las piezas conductoras de corriente deberán ser de cobre u otros materiales apropiados no corrosibles. Esta exigencia no la tienen que cumplir los tornillos que no sean parte fundamental en la conducción de corriente.
- Los calentamientos de las reactancias en sus diversas partes no deben ser superiores a los siguientes valores:
  - Arrollamiento: 70 °C
  - Exterior: 60 °C
  - Bornes exteriores: 40 °C
- La reactancia alimentada a la tensión nominal y frecuencia nominal, suministrará una corriente no superior al 10 % ni inferior al 5 % de la nominal de la lámpara.
- La reactancia estará protegida contra las influencias magnéticas, debiéndose satisfacer la siguiente prueba: Una chapa de acero de 1 cm. de espesor y una longitud y anchura superiores a las de la reactancia se acercará y se separará sucesivamente a ésta, hasta 1 cm de la superficie. Durante esta operación se medirá la corriente absorbida por la reactancia a la tensión nominal. La variación de corriente ocasionada por la proximidad de las placas de acero no excederá del 2 % de valor.
- Las reactancias y condensadores deberán satisfacer la prueba de estanqueidad consistente en sumergir la reactancia en agua durante 4 horas, las dos primeras conectada con carga nominal y las dos restantes desconectadas. Al término de esta prueba el aislamiento mínimo entre devanado y núcleo, y entre devanado y caja protectora será de 2 MΩ.
- La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas características.
- Los condensadores deberán soportar la tensión de prueba indicada en su placa de características.
- En el ensayo de aislamiento se someterá el condensador a una tensión de 2000 V. y 50 Hz. Aplicada entre el borne y el bote o armadura metálica exterior.
- En el ensayo de duración se someterá al condensador durante 6 horas a una tensión igual a 1,3 veces la nominal, con una tensión alterna a 50 Hz. a una temperatura de 10 °C, sobre el ambiente.

- Durante el funcionamiento del equipo de alto factor no se producirán vibraciones ni ruidos de ninguna clase.

#### **3.2.4.5.1. Operaciones previas al montaje.**

Antes de ser aceptadas para su instalación, será obligatorio para el Contratista presentar al Director de Obra los catálogos e informaciones técnicas de los equipos, reactancias y condensadores, así como una muestra de los mismos.

#### **3.2.4.5.2. Recepción y pruebas.**

Las pruebas de recepción se reducirán a la comprobación de las características antes mencionadas, rechazándose la partida si no se ajustase a esas normas.

#### **3.2.4.6. Equipo de protección y conexión.**

Las placas aislantes empleadas para soporte de los elementos de conexión y protección, serán necesariamente de plancha de resina termoestable con carga mineral y/o de trapo, de un espesor mínimo de 10 mm y de una superficie mínima de 1000 cm<sup>2</sup>.

Las bornas de conexión serán de bronce o de latón, de la dimensión necesaria para recibir el número de cables suficiente, del tipo reforzado y protegidas con resina termoestable y autoextinguibles.

Los fusibles de protección serán cilíndricos, garantizando en las pinzas una presión de contacto en todo momento.

#### **3.2.4.7. Soportes.**

El soporte elegido es del tipo AM-10 y los modelos son :

CAM-1060 con una altura de 10 metros.

CAM-1260 con altura de 12 metros.

#### **3.2.4.8. Cuadro de control, medida y protección.**

Los cuadros de alumbrado público estarán contenidos en un armario estanco, situado en el exterior de los centros de transformación.

La puerta irá provista para ser cerrada con llave y ajustada al cerco con junta de goma butílica. Estará construida de tal forma que impida la entrada del agua a su interior.

Los aparatos contenidos y conexiones se ajustarán en todo a los correspondientes planos y esquemas. Los citados aparatos irán montados sobre chasis de perfiles ranurados, protegidos eficazmente contra la oxidación.

Dentro del bastidor, se situarán las fijaciones necesarias con perfiles ranurados, de tal forma que se permita con toda facilidad el movimiento de los elementos de fijación dentro de las tres coordenadas del espacio.

Los fusibles serán de melanina y resistirán durante una hora, una intensidad igual a 1'2 veces la de su valor nominal, para secciones inferiores a 10 mm<sup>2</sup> y deberán fundirse en menos de media hora para una intensidad igual a 1'4 veces la de su valor nominal.

Las dimensiones de las piezas de contacto y conductores de un interruptor, serán suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder del valor de 65 °C después de funcionar una hora con su intensidad nominal. La construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras, de apertura y cierre del orden de 10000 con su carga nominal a la tensión de trabajo, sin que se produzca desgaste o avería en los mismos.

El encendido de la instalación se mandará mediante una célula fotoeléctrica, montada en el centro de mando.

#### **3.2.4.9. Puesta a tierra.**

El número de electrodos a instalar será el necesario para garantizar una resistencia de difusión, de manera que no supere una tensión de contacto de 24 V, según se establece en la reglamentación vigente.

#### **3.2.4.10. Pruebas de servicio.**

Para la puesta en servicio se realizarán las siguientes pruebas:

- Se accionarán los interruptores de encendido del alumbrado con todas las luminarias equipadas con sus lámparas correspondientes, si alguna de las lámparas permanece apagada no se aceptará la instalación.
- Se realizará una medida de la iluminancia media, mediante luxómetro con esfera integradora colocando este en posición horizontal y a distancia del suelo menor de 20 cm. Si la iluminancia media es inferior en un 10 % a la especificada, no se aceptará la instalación.

**3.2.5 Condiciones particulares para alumbrado público.****3.2.5.1. Condiciones generales.**

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de instalaciones de B.T. para nave destinada a taller de cristalería industrial.

**3.2.5.2. Obra civil.****3.2.5.2.1. Red de tierras**

Para la puesta a tierra de las masas e instalaciones a las que se refiere el proyecto en cuanto a C.T. y apoyo seccionador se refiere, se instalarán las siguientes redes de tierras:

| <b>PUESTAS A TIERRA</b>                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>LÍNEA AÉREA MT</b>                                                                                                                                                                                                             |
| <b>PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS DE LÍNEA:</b><br><br>Tierra abierta<br><br>1 pica de acero galvanizado<br><br>4 m de longitud<br><br>0,5 m de profundidad<br><br>Resistencia a tierra < 20 ohm                                   |
| <b>PUESTA A TIERRA DE LOS APOYOS FIN DE LÍNEA:</b><br><br>Anillo circular de 1 m de diámetro<br><br>2 picas de acero galvanizado<br><br>2 m de longitud cada una<br><br>0,5 m de profundidad<br><br>Resistencia a tierra < 20 ohm |
| <b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:</b>                                                                                                                                                                                                  |

**PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN:**

Anillo cuadrado de 2 x 2 m

4 picas de 2 m cada una

0,5 m de profundidad

Resistencia a tierra < 20 ohm

**PUESTA A TIERRA DE SERVICIO (NEUTRO):**

Picas en hilera unidas por conductor horizontal

Separadas 3 m

2 picas de 2 m de longitud

0,5 m de profundidad

Resistencia a tierra < 37 ohm

**3.2.5.2.2. Alumbrado interior**

Las luminarias a utilizar para la ejecución del alumbrado interior de la caseta del C.T. serán de tipo estanco, fabricadas en policarbonato con un grado de protección mínimo IP-65.

**3.2.5.2.3. Instalación de B.T.**

**CONDUCTORES.**

En la acometida general de la instalación se empleará conductor de cobre de aislamiento Polietileno Reticulado UNE VV 0.6/1 KV, con 1 conductor por fase más neutro. En el resto de la instalación se utilizará conductor de aislamiento Polietileno Reticulado UNE VV 0.6/1 KV.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que, por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc., debiendo estar el conductor neutro claramente diferenciado en color azul, los conductores de fase estarán en color negro, marrón o gris y el conductor de puesta a tierra en color amarillo y verde.

### **TUBOS.**

Los conductos protectores serán a base de tubos de acero galvanizado para la protección de conductor paso aéreo a subterráneo y de PVC para las instalaciones subterráneas. Para las instalaciones empotradas en paredes y techos los tubos serán aislantes flexibles normales, que pueden curvarse con la mano.

En todos los casos los tubos deberán soportar, como mínimo sin deformación alguna, la temperatura de 60° C.

### **CAJAS.**

Las cajas para la conexión entre los conductores, serán de material aislante o, si son metálicas, irán protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor, más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y 60 mm de lado o diámetro interior. Cuando se quieren hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión deberán emplearse prensa estopas o racores.

### **MECANISMOS.**

Los pequeños interruptores y conmutadores serán preferiblemente de tipo basculante, utilizándose los de palanca en las partes de la instalación sometidas a tensión en las condiciones normales de funcionamiento.

### **PROTECCIÓN.**

Los dispositivos de protección deberán poder soportar la influencia de los agentes extintores a los que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda.

Los fusibles estarán colocados sobre material aislante, incombustible y estarán constituidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse y cumplan la condición de permitir su recambio bajo tensión sin peligro alguno.

Los interruptores diferenciales y magnetotérmicos, deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de adoptar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Llevarán marcadas su tensión e intensidad nominales, el símbolo de la naturaleza de la corriente en que hallan de emplearse y el símbolo que indique las características de la desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

#### **CUADRO.**

En el origen de toda instalación, y lo más cerca del punto de alimentación de la misma, se colocará el cuadro de distribución en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro. El cuadro estará constituido de materiales adecuados no inflamables.

Todos los materiales, elementos y aparatos a instalar, deberán estar debidamente homologados por el Ministerio de Industria, quedando obligado el instalador a presentar documentos acreditativos de dicha homologación, cuando la Dirección Técnica así lo demande.

#### **3.2.5.2.4. Ejecución de las instalaciones**

El trazado de las canalizaciones podrá hacerse por muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductores continuos, o bien, dispuestos entre dos superficies paralelas, como falsos techos o cámaras de aire, debiendo, en estos casos, cumplir las prescripciones correspondientes a “Conductores aislados bajo tubos protectores al aire”.

Se evitará su proximidad a zonas que puedan producir infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que pueda penetrar en el interior de las canalizaciones, presentando especial atención a la permeabilidad de los muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos. Caso de no tomarse medidas para evitar los riesgos anteriores, entonces se cumplirán las prescripciones establecidas para locales húmedos e incluso mojados (Instrucción MIBT 027) que le afectan.

Los trazados por parámetros verticales se harán siguiendo las líneas paralelas a las verticales y las horizontales, disponiendo estas a 50 cm como máximo de paredes y techos, y las verticales a 20 cm pero en ambos casos a una distancia mínima de 3 cm de cualquier otra canalización o conducto. Conviene, de todas formas, disponer los tubos normales a 2.5 m del suelo para su protección de eventuales daños mecánicos.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, a menos que se tomen las medidas necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de esas condensaciones.

Sólo cuando la protección de contactos indirectos esté asegurada según la instrucción MIBT 021, considerando las conducciones metálicas no eléctricas como elementos conductores y, además, cuando las canalizaciones eléctricas estén protegidas contra los posibles peligros que puedan ocasionar su proximidad a canalizaciones, especialmente teniendo en cuenta la elevación de temperatura, condensación, inacción, corrosión y explosión, sólo cuando estas dos condiciones se cumplan a la vez, las canalizaciones eléctricas y no eléctricas podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción.

En los techos, se podrá trazar la conducción en los huecos de las bovedillas y en su dirección. En el forjado interior (suelos), se evitarán las conducciones, no obstante, en caso de necesidad, se realizarán con tubos blindados recubiertos por hormigón o mortero de 1 cm además del solado.

Se dispondrán registros convenientes para la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados estos, considerando la existencia de un registro cada 15 m, como máximo, en los tramos rectos y cada dos curvas en ángulo recto.

Se marcará exteriormente el recorrido de los tubos y las situación de las cajas de registro, derivación, empalme y mecanismos antes de la apertura de las rozas, para que sea aprobado por la Dirección Facultativa, quién establecerá las normas complementarias para su trazado.

## **REALIZACIÓN DEL CONDUCTO Y COLOCACIÓN DE LOS TUBOS.**

Las rozas tendrán, como mínimo, una sección igual a 4 veces la ocupada por los tubos. Su dimensión inferior no será superior a dos veces el diámetro exterior de más sección de los tubos, con un mínimo de 20 mm. Los tubos deberán quedar recubiertos con una capa de 1 cm de espesor como mínimo, aunque en los ángulos esta capa puede reducirse a 5 mm.

Los tubos irán en contacto con el ladrillo o fábricas, ejecutando las alineaciones con esmero para que el registro quede a la misma altura, cuidando que el agua no pueda quedar alojada en las bolsas formadas por los mismos tubos y de modo que no encuentre salida por los registros.

Se evitarán asperezas en el interior de las rozas y los cambios de dirección de las mismas en un número elevado o de pequeño cambio de curvatura.

La puesta en obra de los tubos normales, se hará después de los trabajos de construcción y enfoscado o guarnecido de las paredes y techos, pudiendo el enlucido aplicarse luego. La puesta en obra de los tubos blindados podrá hacerse antes de la construcción, siempre que luego no se muevan. En cualquier caso, se cumplirán las condiciones especificadas en la Tabla VIII de la instrucción MIBT 019 del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los cambios de dirección se harán en tubos convenientemente curvados o con T y tapas de registro.

Los radios mínimos de curvatura serán los establecidos en la Tabla VI de la Instrucción MIBT 019 del vigente Reglamento.

La unión de los tubos se hará de forma que la continuidad y protección quede asegurada.

Las tapas de registro, conexión y empalme serán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra, debiendo quedar arrasadas con la superficie exterior del revestimiento.

Cuando los tubos puedan oxidarse y cuando hayan recibido alguna operación de mecanizado en su montaje, se les aplicarán pinturas antioxidantes.

Caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se evitarán las condensaciones, previendo además la evacuación de agua y, si fuera necesario, establecer una ventilación apropiada, como puede ser el empleo de una T cuando uno de los brazos no se utilice.

Los tubos metálicos rígidos blindados, con o sin aislamiento, se curvarán con los útiles apropiados, practicando el número de pliegues necesarios al diámetro de la curva. Cuando esta sea de 90°, el número mínimo de pliegues será el señalado en la Tabla VII de la MIBT 019 del vigente Reglamento.

En las alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que una los puntos exteriores no serán superiores al 2%.

En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente, mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

#### **PASO DE CANALIZACIONES A TRAVÉS DE LA CONSTRUCCIÓN.**

En toda la longitud de los pasos de las canalizaciones, no se dispondrá empalmes o derivaciones de los conductores. Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los efectos mecánicos químicos y efectos de la humedad. Si se utilizan tubos abiertos para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades diferentes, se dispondrá de forma que se impida la entrada y acumulación de agua en el local más húmedo. Si desembocan al exterior, se instalará en el extremo del tubo, una pila de porcelana, vidrio u otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente. Si las canalizaciones son de forma distinta a uno y otro lado del paso, este se efectuará con la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones sean más severas.

Si el elemento constructivo a atravesar separa dos locales de igual humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para cada tipo de canalización de que se trate.

En los pasos de techos mediante tubo, este estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura superior a la del rodapié, si existe, o 10 cm en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible y aislante, oponiéndose a la caída de objetos y a la propagación del fuego.

### **REALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES.**

El número de circuitos que discurren bajo los tubos protectores será el indicado en la memoria del Proyecto.

Las conexiones entre los conductores se hará en el interior de las cajas apropiadas, donde se realizarán siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente, o constituyendo regletas de conexión, no permitiéndose en ningún caso la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos.

Para evitar el deterioro del aislamiento del conductor, los extremos de los tubos protectores metálicos que penetran en una caja de conexión, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

Para la instalación de circuitos bajo tubos o cubiertas de protección común, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

Un tubo o cubierta protectora contendrá un solo circuito.

Un tubo o cubierta protectora podrá tener conductores pertenecientes a circuitos diferentes si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

Todos los conductores estarán igualmente aislados para la máxima tensión de servicio.

Todos los circuitos partirán desde un mismo aparato general de mando y protección sin interposición de aparatos que transformen la corriente.

Cada circuito estará protegido por separado contra sobreintensidades.

Si por los conductores circula una corriente alterna y están colocados bajo tubo o protección de material ferromagnético, todos los conductores de un mismo circuito se colocarán dentro de una misma protección.

Además de lo expuesto anteriormente, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

El cuadro general de distribución se situará en lugar fácilmente accesible y de uso general, preferentemente a la entrada, y nunca en lugares como cuarto de aseo, por ejemplo. Éste estará realizado con materias no inflamables.

Las canalizaciones admitirán, como mínimo, dos conductores activos de igual sección, uno de ellos identificado como neutro y eventualmente, un conductor de protección cuando sea necesario.

La conexión de interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de la fase o, en caso de circuitos de dos fases, sobre el conductor no identificado como conductor neutro.

No se utilizará el mismo conductor neutro para varios circuitos.

Todo conductor deberá poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive, utilizándose siempre dispositivos adecuados, tales como bornes de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito derivado del resto de la instalación.

Las cubiertas, tapas o envolturas, manivelas y pulsadores de maniobras de los aparatos instalados en aseos y demás locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

Los aparatos para instalación saliente deben fijarse a las paredes sobre una base aislante. Sin embargo, si estos aparatos vienen contruidos con un dispositivo equivalente, pueden fijarse directamente sobre las paredes.

La instalación de aparatos empotrados se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Si estas son metálicas estarán aisladas interiormente.

La instalación de aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta en tensión del marco metálico.

La utilización de aparatos empotrados en madera u otro material aislante, no exige la utilización de cajas especiales.

### **3.3. Seguridad e higiene en el trabajo.**

El contratista está obligado a cumplir las condiciones indicadas en el apartado e) del párrafo 3.3.1 del presente Pliego y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Así mismo deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos ó equipos de tensión ó en su proximidad, usarán ropa con accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas ó equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herramientas ni clavos en las 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 ó reducir los riesgos profesionales tal como guantes, 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 coercibles.

El Director de la Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado y obrero, que por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador ó de sus compañeros.

### **3.3.1. 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 ocasionan.

El Contratista mantendrá póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades que por daños, etc., que uno y otro pudieran incurrir para con el Contratista ó para terceros, como la consecuencia de la ejecución de los trabajos.

---

## 4.- PRESUPUESTO

---

#### **4.- Índice Presupuesto.**

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| 1.- Mediciones.....                                     | 191 |
| 1.1.- Actuación nº 1 (línea MT) .....                   | 191 |
| 1.2.- Actuación nº 2 (Centro de transformación) .....   | 193 |
| 1.3.- Actuación nº 3 (Distribución en BT) .....         | 194 |
| 2.- Cuadros de precios.....                             | 196 |
| 2.1.- Precios de los jornales .....                     | 196 |
| 2.2.- Precios de los materiales.....                    | 197 |
| 2.2.1.- Actuación nº 1 (MT) .....                       | 197 |
| 2.2.2.- Actuación nº 2 (CT).....                        | 198 |
| 2.2.3.- Actuación nº 3 (BT).....                        | 199 |
| 2.3.- Precios auxiliares .....                          | 199 |
| 2.4.- Precios descompuestos .....                       | 201 |
| 3.- Presupuesto general de ejecución del material ..... | 209 |
| 4.- Presupuesto general de ejecución por contrata.....  | 209 |
| 5.- Presupuesto general .....                           | 210 |

**1.- Mediciones.****1.1- ACTUACIÓN N° 1 (Línea de MT).**

| <b>001</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Definición</b> | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|--------------|
| Ud. Seccionador exterior aéreo<br>Seccionador exterior aéreo tripolar vertical SEV 24-400-CN, cumpliendo con el capítulo 5 de las normas particulares de SEVILLANA-ENDESA, la norma ENDESA AND005, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias n° 6702211, 6702212, 6702244, 6702245 ó 6702246. Totalmente instalada y comprobada la unidad según el R.A.T. |                   | 2          |              | 2            |

| <b>002</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Definición</b> | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|--------------|
| Ud. Fusible de Alto Poder de Ruptura (APR)<br>Fusible IB-D1 20 A. sujeto a la base portafusible, preparado para soportar hasta 24 kV. Utilizado en la derivación en MT, de protección de corte unipolar, poder de corte es de 50 kA., y sus dimensiones son; 510 x 53 mm, totalmente instalada y comprobada la unidad según el R.A.T. |                   | 3          |              | 3            |

| <b>003</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>Definición</b> | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|--------------|
| Ud. Apoyo C-500-14<br>Apoyo de celosía de 14 m. de altura y de fuerza nominal de 500 daN puesto a tierra mediante electrodo pica Cu de 2000 x 14,6 mm., conectado a este mediante conductor desnudo de 35 mm <sup>2</sup> de sección en tubo PVC aislante de 13 mm. de diámetro. Incluye cimentación del mismo. Totalmente instalado y comprobado según el R.A.T. y N.P.S-E. |                   | 4          |              | 4            |

| <b>004</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Definición</b> | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|--------------|
| Ud. Apoyo C-2000-14<br>Apoyo de celosía de 14 m. de altura y de fuerza nominal de 2000 daN puesto a tierra mediante 4 electrodos picas Cu de 2000 x 14,6 mm. anillo cerradoconectadas entre sí mediante conductor desnudo de 35 mm <sup>2</sup> de sección en tubo PVC aislante de 13 mm. de diámetro. Incluye cimentación del mismo. Totalmente instalado y comprobado según el R.A.T.y N.P.S-E. |                   | 3          |              | 3            |

| <b>005</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Definición</b> | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|--------------|
| Ud. Cruceta atirantada<br>Cruceta atirantada tipo CA-1,50. Incluye cadena de aisladores de amarre así como sus correspondientes herrajes; aislador de vidrio U40BS, horquilla bola HB-11, rótula larga R-11-P y grapa de amarre GA-2 . Totalmente instalado y comprobado según el R.A.T. y N.P.S-E. |                   | 3          |              | 3            |

| <b>006</b>                                                                                                                                        | <b>Definición</b> | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------|--------------|--------------|
| Ud. Aislador compuesto<br>Aislador compuesto CS70XX20 para conductor central del apoyo N° 2 de ángulo, para asegurar las distancias de seguridad. |                   | 1          |              | 1            |

| 007 | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ud. | Largo | Total |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | Ud. Cruceta bóveda<br>Cruceta bóveda tipo BC1-15. Incluye cadena de aisladores de suspensión así como sus correspondientes herrajes; aislador de vidrio U40BS, horquilla bola HB-11, rótula corta R-11 y grapa de suspensión GS-1 . Totalmente instalado y comprobado según el R.A.T. y N.P.S-E. | 4   |       | 4     |

| 008 | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Ud. | Largo             | Total |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------|-------|
|     | Ml. Conductor MT aéreo<br>Conductor LA-56 para transportar energía eléctrica a la tensión de 20 kV. Intensidad máxima permanente 202 A. cumpliendo con la norma UNE 21018. Cumplirán los requisitos indicados en la Norma ENDESA AND010, así como en las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700516, 6701453, 6701454, 6701801, 6701802, 6701803 ó 6701804, según corresponda en cada caso. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E.<br>Línea R<br>Línea S<br>Línea T |     | 900<br>900<br>900 | 2700  |

| 009 | Definición                                                                                                                                                                         | Ud. | Largo | Total |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | Ud. Pararrayos de óxido metálico<br>El nivel de protección del pararrayos será del 80% a una tensión de trabajo de 20kV. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. | 3   |       | 3     |

| 010 | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ud. | Largo | Total |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | Ud. Paso aéreo-subterráneo<br>Terminales (botellas) aéreo-subterráneo, los terminales cumplirán la Norma ENDESA NNZ015, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6700096, 6700097 ó 6700098, según corresponda en cada caso. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. | 3   |       | 3     |

| 011 | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ud. | Largo | Total |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | Ud. Tubo para el paso aéreo-subterráneo<br>Tubo de grado de protección contra daños metálicos IK10, para la bajada de aérea a subterránea, de 150 mm de diámetro una longitud de 2,5 m. según la norma UNE EN50102. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. | 1   |       | 1     |

| 012 | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ud. | Largo | Total |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | <p>ML. Canalización subterránea de MT</p> <p>La profundidad de la canalización será de 1000 mm en acera y de 1200 mm en calzada. Los irán bajo tubo de polietileno de 200 mm que cumplirán con las normas UNE EN 50086 y ENDESA CNL002, así como con la Especificación Técnica de Materiales de ENDESA nº 6700144. En el cruce bajo calzada se instalará un segundo tubo como reserva y se construirá sobre ellos un dado de hormigón. P/P de albañilería y pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E.</p> |     | 85    | 85    |

| 013 | Definición                                                                                                                                                                                                                          | Ud. | Largo | Total |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | <p>Ud. Arqueta registrable MT</p> <p>Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. En todo caso, las tapas de fundición serán de Clase D400. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E.</p> | 2   |       | 2     |

| 014 | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Ud. | Largo | Total |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | <p>ML. Conductor MT subterráneo</p> <p>Conductor RHZ1/OL 12/24 kV. 150 mm<sup>2</sup> para transportar energía eléctrica a la tensión de 20 kV. Intensidad máxima permanente 315 A. cumpliendo con la norma UNE 21018. Estos cables reunirán las características indicadas en la Norma ENDESA DND001, así como cumplirán con las Especificaciones Técnicas de Materiales de ENDESA 6700022 a 6700024, según corresponda en cada caso. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E.</p> |     |       |       |
|     | Línea R                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     | 100   |       |
|     | Línea S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     | 100   |       |
|     | Línea T                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |     | 100   | 300   |

## 1.2- ACTUACIÓN Nº 2 (Centro de transformación).

| 015 | Definición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ud. | Largo | Total |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | <p>Ud. Centro de transformación compacto</p> <p>Centro de transformación prefabricado de hormigón compacto EHC-2 T1, preparado para albergar en su interior celda compacta monobloque (2L+1PF). Incluyendo cuadro de BT de 4 salidas, transformador de potencia 24kV./420V de 630 kVA, foso para CT y fusibles para protección de las líneas de BT. Se cumplirán las normas; Norma ENDESA GE FND004, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6702126 a 6702131, según corresponda en cada caso para CT prefabricado y cumpliendo las normas CEI: 60694, 60298, 60265, 60129, 60420, 62271, 60255 y UNE-EN 60298, RU 6407B para el transformador de potencia. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E.</p> | 1   |       | 1     |

**1.3- ACTUACIÓN Nº 3 (Redes de distribución en BT).**

| <b>016</b> | <b>Definición</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|--------------|
|            | <p>ML. Conductor línea de distribución Nº 1 BT subterráneo</p> <p>Cable RHZ1/OL 0,6/1 kV. 3x240+150 mm<sup>2</sup> para transportar energía eléctrica a la tensión de 400 V. Intensidad máxima permanente 415 A. cumpliendo con la norma UNE 21018. Estos cables reunirán las características indicadas en la Norma ENDESA DND001, así como cumplirán con las la Norma ENDESA CNL001 y las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700026, 6700027 y 6700028. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E.</p> |            |              |              |
|            | Línea R                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 235          |              |
|            | Línea S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 235          |              |
|            | Línea T                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 235          |              |
|            | Línea N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 235          | 235          |

| <b>017</b> | <b>Definición</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|--------------|
|            | <p>ML. Conductor línea de distribución Nº 2 BT subterráneo</p> <p>Cable RHZ1/OL 0,6/1 kV. 3x240+150 mm<sup>2</sup> para transportar energía eléctrica a la tensión de 400 V. Intensidad máxima permanente 415 A. cumpliendo con la norma UNE 21018. Estos cables reunirán las características indicadas en la Norma ENDESA DND001, así como cumplirán con las la Norma ENDESA CNL001 y las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700026, 6700027 y 6700028. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E.</p> |            |              |              |
|            | Línea R                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 240          |              |
|            | Línea S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 240          |              |
|            | Línea T                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 240          |              |
|            | Línea N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 240          | 240          |

| <b>018</b> | <b>Definición</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Ud.</b> | <b>Largo</b> | <b>Total</b> |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|--------------|
|            | <p>ML. Conductor línea de distribución Nº 3 BT subterráneo</p> <p>Cable RHZ1/OL 0,6/1 kV. 3x240+150 mm<sup>2</sup> para transportar energía eléctrica a la tensión de 400 V. Intensidad máxima permanente 415 A. cumpliendo con la norma UNE 21018. Estos cables reunirán las características indicadas en la Norma ENDESA DND001, así como cumplirán con las la Norma ENDESA CNL001 y las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700026, 6700027 y 6700028. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E.</p> |            |              |              |
|            | Línea R                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 435          |              |
|            | Línea S                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 435          |              |
|            | Línea T                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 435          |              |
|            | Línea N                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |            | 435          | 435          |

| 019                                                                                                                                                                                                                                       | Definición | Ud. | Largo | Total |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|-------|-------|
| Ud. Arqueta registrable BT                                                                                                                                                                                                                |            |     |       |       |
| Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. En todo caso, las tapas de fundición serán de Clase D400. P/P de piezas de derivación para acometidas. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            | 11  |       | 11    |

| 020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Definición | Ud. | Largo | Total |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|-------|-------|
| <p>ML. Canalización subterránea de BT</p> <p>La profundidad de la canalización será de 70 mm. Los irán bajo tubo de polietileno de 160 mm que cumplirán con las normas ENDESA CNL002, así como las Especificaciones Técnicas ENDESA Referencias 6700144 y 6700145. P/P de albañilería y pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E.</p> <p>Línea N° 1</p> <p>Línea N° 2</p> <p>Línea N° 3</p> |            |     |       |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |     | 130   |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |     | 130   |       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |     | 190   | 450   |

| 021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Definición | Ud. | Largo | Total |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|-------|-------|
| Ud. Acometidas de 95 mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |     |       |       |
| Acometidas trifásicas más neutro de 95 mm <sup>2</sup> para fases y 50 mm <sup>2</sup> para neutro RHZ1/PL 0,6/1 kV. Cumplirán lo indicado en la Norma ENDESA CNL001, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias 6700025 a 6700028, según corresponda en cada caso. P/P del tubo empotrado de 2,5 m. de longitud de 160 mm de diámetro. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            | 18  |       | 18    |

| 022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Definición | Ud. | Largo | Total |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|-------|-------|
| Ud. Cuadro de medida y protección                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |     |       |       |
| C.P.M. 3-D4 cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNEEN 60.439 - 1, tendrá grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 3, una vez instalada tendrá un grado de protección IP43 según UNE-20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 y será precintable. Asimismo cumplirá con las características de la Norma ONSE 33.70-10. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            | 18  |       | 18    |

| 023                                                                                                 | Definición | Ud. | Largo | Total |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|-------|-------|
| Ud. Fusibles del cuadro de medida y protección 40 A.                                                |            |     |       |       |
| Tres fusibles tipo NH tamaño-2 de 40 A. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            | 14  |       | 14    |

| 024                                                                                                 | Definición | Ud. | Largo | Total |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----|-------|-------|
| Ud. Fusibles del cuadro de medida y protección 63 A.                                                |            |     |       |       |
| Tres fusibles tipo NH tamaño-2 de 63 A. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            | 3   |       | 3     |

| 025 | Definición                                                                                                                                                    | Ud. | Largo | Total |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------|-------|
|     | Ud. Fusibles del cuadro de medida y protección 160 A.<br>Tres fusibles tipo NH tamaño-2 de 160 A. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. | 1   |       | 1     |

## 2.- Cuadros de precios.

### 2.1.- Precios de los jornales.

| Código                                   | Unid. | Denominación           | Precio |
|------------------------------------------|-------|------------------------|--------|
| O01OA010                                 | h.    | Encargado              | 10,15  |
| <i>Diez coma quince €</i>                |       |                        |        |
| O01OA020                                 | h.    | Capataz                | 9,80   |
| <i>Nueve coma ochenta €</i>              |       |                        |        |
| O01OA030                                 | h.    | Oficial primera        | 9,66   |
| <i>Nueve coma sesenta y seis €</i>       |       |                        |        |
| O01OA020                                 | h.    | Oficial segunda        | 9,53   |
| <i>Nueve coma cincuenta y tres €</i>     |       |                        |        |
| O01OA040                                 | h.    | Ayudante               | 9,44   |
| <i>Nueve coma cuarenta y cuatro €</i>    |       |                        |        |
| O01OA050                                 | h.    | Peón especializado     | 9,26   |
| <i>Nueve coma veintiseis €</i>           |       |                        |        |
| O01OA060                                 | h.    | Peón ordinario         | 9,18   |
| <i>Nueve coma dieciocho €</i>            |       |                        |        |
| O01OA070                                 | h.    | Maquinista o conductor | 9,55   |
| <i>Nueve coma cincuenta y cinco €</i>    |       |                        |        |
| O01OA080                                 | h.    | Cuadrilla A            | 23,69  |
| <i>Veintitrés coma sesenta y nueve €</i> |       |                        |        |
| O01OA090                                 | h.    | Cuadrilla B            | 23,38  |
| <i>Veintitrés coma treinta y ocho €</i>  |       |                        |        |
| O01OA100                                 | h.    | Cuadrilla C            | 23,29  |
| <i>Veintitrés coma veintinueve €</i>     |       |                        |        |
| O01OA110                                 | h.    | Cuadrilla D            | 23,21  |
| <i>Veintitrés coma veintiuno €</i>       |       |                        |        |
| O01OA120                                 | h.    | Cuadrilla E            | 18,84  |
| <i>Dieciocho coma ochenta y cuatro €</i> |       |                        |        |
| O01OA130                                 | h.    | Cuadrilla F            | 18,71  |
| <i>Dieciocho coma setenta y uno €</i>    |       |                        |        |
| O01OA140                                 | h.    | Cuadrilla G            | 18,62  |
| <i>Dieciocho coma sesenta y dos €</i>    |       |                        |        |

**2.2.- Precios de los materiales.****1.- Maquinaria**

| <b>Unid.</b>                               | <b>Denominación</b>         | <b>Precio</b> |
|--------------------------------------------|-----------------------------|---------------|
| h.                                         | Camión grúa hasta 10 Tm     | 82,30         |
| <i>Ochenta y dos coma treinta €</i>        |                             |               |
| h.                                         | Bomba hormigón s/camión     | 92,68         |
| <i>Noventa y dos coma sesenta y ocho €</i> |                             |               |
| Ud.                                        | Contenedor 7 m <sup>3</sup> | 30,05         |
| <i>Treita coma cinco €</i>                 |                             |               |
| h.                                         | Retroexcavadora             | 31,41         |
| <i>Treinta y uno €</i>                     |                             |               |
| h.                                         | Pluma grúa de 25 m          | 13,15         |
| <i>Trece coma quince €</i>                 |                             |               |

**2.- Albañilería**

| <b>Unid.</b>                             | <b>Denominación</b>                            | <b>Precio</b> |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------|
| M <sup>3</sup>                           | Hormigón dosificación 200 kg./m <sup>2</sup> . | 47,18         |
| <i>Cuarenta y siete coma dieciocho €</i> |                                                |               |

**2.2.1.- Actuación N° 1 (MT).****3.- Electricidad**

| <b>Unid.</b>                                             | <b>Denominación</b>                                        | <b>Precio</b> |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------|
| Ud.                                                      | Seccionador exterior aéreo tripolar vertical SEV 24-400-CN | 285,35        |
| <i>Doscientos ochenta y cinco coma treinta y cinco €</i> |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Fusible IB-D1 20 A (APR)                                   | 34,39         |
| <i>Treinta y cuatro coma treinta y nueve €</i>           |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Base unipolar fusible IB-D1                                | 5,02          |
| <i>Cinco coma dos €</i>                                  |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Apoyo C-500-14                                             | 735,61        |
| <i>Setecientos treinta y cinco coma sesenta y uno €</i>  |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Apoyo C-2000-14                                            | 1095,34       |
| <i>Mil noventa y cinco coma treinta y cuatro €</i>       |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Cruceta atirantada tipo CA-1,50                            | 312,20        |
| <i>Trecientos doce coma veinte €</i>                     |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Cruceta bóveda tipo BC1-15                                 | 152,43        |
| <i>Ciento cincuenta y dos coma cuarenta y tres €</i>     |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Aislador de vidrio U40BS                                   | 7,66          |
| <i>Siete coma sesenta y seis €</i>                       |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Horquilla bola HB-11                                       | 2,10          |
| <i>Dos coma diez €</i>                                   |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Rótula corta R-11                                          | 1,95          |
| <i>Uno coma noventa y cinco €</i>                        |                                                            |               |
| Ud.                                                      | Rótula larga R-11-P                                        | 2,26          |

|                                                        |                                                        |        |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------|
| <i>Dos coma veintiseis €</i>                           |                                                        |        |
| Ud.                                                    | Aislador compuesto CS70XX20                            | 49,55  |
| <i>Cuarenta y nueve coma cincuenta y cinco €</i>       |                                                        |        |
| Ud.                                                    | Grapa de amarre GA-2                                   | 5,36   |
| <i>Cinco coma treinta y seis €</i>                     |                                                        |        |
| Ud.                                                    | Grapa de suspensión GS-1                               | 2,70   |
| <i>Dos coma setenta €</i>                              |                                                        |        |
| Ud.                                                    | Placa de peligro                                       | 0,75   |
| <i>Cero coma setenta y cinco €</i>                     |                                                        |        |
| Ml.                                                    | Conductor LA-56                                        | 8,19   |
| <i>Ocho coma diecinueve €</i>                          |                                                        |        |
| Ud.                                                    | Pararrayos de óxido metálico                           | 265,32 |
| <i>Doscientos sesenta y cinco coma treinta y dos €</i> |                                                        |        |
| Ud.                                                    | Terminales (botellas) aéreo-subterráneo                | 65,32  |
| <i>Sesenta y cinco coma treinta y dos €</i>            |                                                        |        |
| Ud.                                                    | Tubo IK10 de 150 mm de diámetro una longitud de 2,5 m. | 3,68   |
| <i>Tres coma sesenta y ocho €</i>                      |                                                        |        |
| Ml.                                                    | Tubo de polietileno de 200 mm de diámetro              | 2,65   |
| <i>Dos coma sesenta y cinco €</i>                      |                                                        |        |
| Ud.                                                    | Arqueta registrable MT                                 | 65,78  |
| <i>Sesenta y cinco coma setenta y ocho €</i>           |                                                        |        |
| Ml.                                                    | Conductor RHZ1/OL 12/24 kV. 150 mm <sup>2</sup>        | 12,65  |
| <i>Doce coma sesenta y cinco €</i>                     |                                                        |        |
| Ml.                                                    | Conductor desnudo 35 mm <sup>2</sup>                   | 6,55   |
| <i>Seis coma cincuenta y cinco €</i>                   |                                                        |        |
| Ml.                                                    | Electrodo de tierra (pica vertical)                    | 7,60   |
| <i>Siete coma sesenta €</i>                            |                                                        |        |

### 2.2.2.- Actuación N° 2 (CT).

#### 3.- Electricidad

| Unid.                                                             | Denominación                                     | Precio   |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|----------|
| Ud.                                                               | CT prefabricado de hormigón compacto EHC-2 T1    | 6115,30  |
| <i>Seis mil ciento quince coma treinta €</i>                      |                                                  |          |
| Ud.                                                               | Celda compacta monobloque RM6 (2L+1PF)           | 4580,65  |
| <i>Cuatro mil quinientos ochenta comas esenta y cinco €</i>       |                                                  |          |
| Ud.                                                               | Transformador seco encapsulado Trihal de 630 kVA | 15866,72 |
| <i>Quince mil ochocientos sesenta y seis coma setenta y dos €</i> |                                                  |          |
| Ud.                                                               | Cuadro de BT de 4 salidas                        | 716,20   |
| <i>Setecientos dieciseis coma veinte €</i>                        |                                                  |          |
| Ud.                                                               | Fusibles NH-Fuses Gg-500 VAC t-3 (300 A.)        | 20,36    |
| <i>Veinte coma treinta y seis €</i>                               |                                                  |          |
| Ud.                                                               | Fusibles NH-Fuses Gg-500 VAC t-3 (250 A.)        | 18,52    |
| <i>Dieciocho coma cincuenta y dos €</i>                           |                                                  |          |
| Ud.                                                               | Latiguillos para conexiones MT                   | 20,52    |
| <i>Veinte coma cincuenta y dos €</i>                              |                                                  |          |
| Ud.                                                               | Latiguillos para conexiones BT                   | 18,32    |
| <i>Dieciocho coma treinta y dos €</i>                             |                                                  |          |

**2.2.3.- Actuación N° 3 (BT).****3.- Electricidad**

| <b>Unid.</b>                                         | <b>Denominación</b>                             | <b>Precio</b> |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|
| Ml.                                                  | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 240 mm <sup>2</sup> | 5,52          |
| <i>Cinco coma cincuenta y dos €</i>                  |                                                 |               |
| Ml.                                                  | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 150 mm <sup>2</sup> | 3,65          |
| <i>Doce coma cincuenta y cinco €</i>                 |                                                 |               |
| Ud.                                                  | Arqueta registrable BT                          | 65,78         |
| <i>Sesena y cinco coma setenta y ocho €</i>          |                                                 |               |
| Ml.                                                  | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 95 mm <sup>2</sup>  | 2,39          |
| <i>Dos coma treinta y nueve €</i>                    |                                                 |               |
| Ml.                                                  | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 50 mm <sup>2</sup>  | 2,20          |
| <i>Dos coma veinte €</i>                             |                                                 |               |
| Ud.                                                  | Módulo medida dos contadores trifásicos         | 399,70        |
| <i>Trescientos noventa y nueve coma setenta €</i>    |                                                 |               |
| Ud.                                                  | Módulo seccionamiento tres fusibles             | 269,25        |
| <i>Doscientos sesenta y nueve coma veinticinco €</i> |                                                 |               |
| Ud.                                                  | Cableado de módulos                             | 19,23         |
| <i>Diecinueve coma veintitrés €</i>                  |                                                 |               |
| Ud.                                                  | Fusibles tipo NH tamaño-2 de 40 A               | 8,40          |
| <i>Ocho coma cuarenta €</i>                          |                                                 |               |
| Ud.                                                  | Fusibles tipo NH tamaño-2 de 63 A               | 10,25         |
| <i>Diez coma veinticinco €</i>                       |                                                 |               |
| Ud.                                                  | Fusibles tipo NH tamaño-2 de 160 A              | 12,36         |
| <i>Doce coma treinta y seis €</i>                    |                                                 |               |
| Ud.                                                  | Pequeño material                                | 0,66          |
| <i>Cero coma sesenta y seis €</i>                    |                                                 |               |
| Ml.                                                  | Tubo de polietileno de 160 mm de diámetro       | 2,65          |
| <i>Dos coma sesenta y cinco €</i>                    |                                                 |               |

**2.3.- Precios auxiliares.**

|                                                                    |            |                                   |
|--------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------|
| <b>001</b>                                                         | <b>Ud.</b> | <b>Cimentación apoyo C-500-14</b> |
| M <sup>3</sup> de hormigón de dosificación 200 kg/m <sup>2</sup> . |            |                                   |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b>   | <b>Denominación</b>                            | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|----------------|------------------------------------------------|---------------|----------------|
| 0,25                 | h.             | Oficial primera                                | 9,66          | 2,42           |
| 0,25                 | h.             | Peón ordinario                                 | 9,18          | 2,30           |
| 0,25                 | h.             | Bomba hormigón s/camión                        | 92,68         | 23,17          |
| 1,10                 | M <sup>3</sup> | Hormigón dosificación 200 kg./m <sup>2</sup> . | 47,18         | 51,90          |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |                |                                                |               | <b>79,78</b>   |

|            |            |                                    |
|------------|------------|------------------------------------|
| <b>002</b> | <b>Ud.</b> | <b>Cimentación apoyo C-2000-14</b> |
|------------|------------|------------------------------------|

M<sup>3</sup> de hormigón de dosificación 200 kg/m<sup>2</sup>.

| <b>Cantid.</b> | <b>Unid.</b>   | <b>Denominación</b>                            | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------|----------------|------------------------------------------------|---------------|----------------|
| 0,25           | h.             | Oficial primera                                | 9,66          | 2,42           |
| 0,25           | h.             | Peón ordinario                                 | 9,18          | 2,30           |
| 0,25           | h.             | Bomba hormigón s/camión                        | 92,68         | 23,17          |
| 1,50           | M <sup>3</sup> | Hormigón dosificación 200 kg./m <sup>2</sup> . | 47,18         | 70,77          |
| TOTAL PARTIDA  |                |                                                |               | 98,65          |

|            |            |                                         |
|------------|------------|-----------------------------------------|
| <b>003</b> | <b>Ud.</b> | <b>Excavación para apoyo de celosía</b> |
|------------|------------|-----------------------------------------|

| <b>Cantid.</b> | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b> | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------|--------------|---------------------|---------------|----------------|
| 0,25           | h.           | Peón ordinario      | 9,18          | 2,30           |
| 0,25           | h.           | Retroexcavadora     | 31,41         | 7,85           |
| TOTAL PARTIDA  |              |                     |               | 10,15          |

|            |            |                                       |
|------------|------------|---------------------------------------|
| <b>004</b> | <b>Ud.</b> | <b>Puesta a tierra apoyo C-500-14</b> |
|------------|------------|---------------------------------------|

| <b>Cantid.</b> | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                  | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------|--------------|--------------------------------------|---------------|----------------|
| 2,00           | Ml.          | Conductor desnudo 35 mm <sup>2</sup> | 6,55          | 13,10          |
| 1,00           | Ud.          | Pica vertical 2 m.                   | 7,60          | 7,60           |
| TOTAL PARTIDA  |              |                                      |               | 20,70          |

|            |            |                                        |
|------------|------------|----------------------------------------|
| <b>005</b> | <b>Ud.</b> | <b>Puesta a tierra apoyo C-2000-14</b> |
|------------|------------|----------------------------------------|

| <b>Cantid.</b> | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                  | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------|--------------|--------------------------------------|---------------|----------------|
| 8,00           | Ml.          | Conductor desnudo 35 mm <sup>2</sup> | 6,55          | 52,40          |
| 4,00           | Ud.          | Pica vertical 2 m.                   | 7,60          | 30,40          |
| TOTAL PARTIDA  |              |                                      |               | 82,80          |

|            |            |                         |
|------------|------------|-------------------------|
| <b>006</b> | <b>Ud.</b> | <b>Zanja Excavadora</b> |
|------------|------------|-------------------------|

| <b>Cantid.</b> | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b> | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------|--------------|---------------------|---------------|----------------|
| 0,25           | h.           | Peón ordinario      | 9,18          | 2,30           |
| 0,25           | h.           | Retroexcavadora     | 31,41         | 7,85           |
| TOTAL PARTIDA  |              |                     |               | 10,15          |

**2.4.- Precios descompuestos.**

| <b>001</b>           | <b>Ud.</b>   | <b>Seccionador exterior aéreo</b>                                                                                       |               |                |
|----------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
|                      |              | Seccionador exterior aéreo tripolar vertical SEV 24-400-CN. Totalmente instalada y comprobada la unidad según el R.A.T. |               |                |
| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                                                                                                     | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
| 2,00                 | h.           | Oficial primera                                                                                                         | 9,66          | 19,32          |
| 2,00                 | h.           | Ayudante                                                                                                                | 9,44          | 18,88          |
| 1,00                 | Ud.          | Seccionador aéreo tripolar vertical SEV 24-400-CN                                                                       | 285,35        | 285,35         |
| 10,00                | Ud.          | Pequeño material                                                                                                        | 0,66          | 6,6            |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                                                                                                         |               | <b>330,15</b>  |

| <b>002</b>           | <b>Ud.</b>   | <b>Fusible de Alto Poder de Ruptura (APR)</b>                                                                                                                                                                                                                                           |               |                |
|----------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
|                      |              | Fusible IB-D1 20 A. sujeto a la base portafusible, preparado para soportar hasta 24 kV. Utilizado en la derivación en MT, de protección de corte unipolar, poder de corte es de 50 kA., y sus dimensiones son; 510 x 53 mm, totalmente instalada y comprobada la unidad según el R.A.T. |               |                |
| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
| 0,15                 | h.           | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                         | 9,66          | 1,45           |
| 0,15                 | h.           | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                | 9,44          | 1,42           |
| 1,00                 | Ud.          | Fusible IB-D1 20 A. (APR)                                                                                                                                                                                                                                                               | 34,39         | 34,39          |
| 1,00                 | Ud.          | Base unipolar fusible IB-D1                                                                                                                                                                                                                                                             | 5,02          | 5,02           |
| 5,00                 | Ud.          | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                        | 0,66          | 3,30           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                         |               | <b>45,58</b>   |

| <b>003</b>           | <b>Ud.</b>   | <b>Apoyo C-500-14</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |               |                |
|----------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|
|                      |              | Apoyo de celosía de 14 m. de altura y de fuerza nominal de 500 daN puesto a tierra mediante electrodo pica Cu de 2000 x 14,6 mm., conectado a este mediante conductor desnudo de 35 mm <sup>2</sup> de sección en tubo PVC aislante de 13 mm. de diámetro. Incluye cimentación del mismo. Totalmente instalado y comprobado según el R.A.T. y N.P.S-E. |               |                |
| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
| 1,00                 | h.           | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 23,69         | 23,69          |
| 1,00                 | h.           | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 9,66          | 9,66           |
| 1,00                 | h.           | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 9,44          | 9,44           |
| 1,00                 | Ud.          | Apoyo C-500-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 735,61        | 735,61         |
| 1,00                 | Ud.          | Puesta a tierra apoyo C-500-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 20,70         | 20,70          |
| 1,00                 | Ud.          | Placa de peligro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,75          | 0,75           |
| 1,00                 | Ud.          | Excavación para apoyo de celosía                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10,15         | 10,15          |
| 1,00                 | Ud.          | Cimentación apoyo C-500-14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 79,78         | 79,78          |
| 1,00                 | h.           | Pluma grúa de 25 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 13,15         | 13,15          |
| 20,00                | Ud.          | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,66          | 13,20          |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |               | <b>895,43</b>  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|
| <b>004</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>Ud.</b> | <b>Apoyo C-2000-14</b> |
| Apoyo de celosía de 14 m. de altura y de fuerza nominal de 2000 daN puesto a tierra mediante 4 electrodos picas Cu de 2000 x 14,6 mm. anillo cerradoconectadas entre sí mediante conductor desnudo de 35 mm <sup>2</sup> de sección en tubo PVC aislante de 13 mm. de diámetro. Incluye cimentación del mismo. Totalmente instalado y comprobado según el R.A.T.y N.P.S-E. |            |                        |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>              | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| 1,00                 | h.           | Cuadrilla A                      | 23,69         | 23,69          |
| 1,00                 | h.           | Oficial primera                  | 9,66          | 9,66           |
| 1,00                 | h.           | Ayudante                         | 9,44          | 9,44           |
| 1,00                 | Ud.          | Apoyo C-2000-14                  | 1095,34       | 1095,34        |
| 1,00                 | Ud.          | Puesta a tierra apoyo C-2000-14  | 82,80         | 82,80          |
| 1,00                 | Ud.          | Placa de peligro                 | 0,75          | 0,75           |
| 1,00                 | Ud.          | Excavación para apoyo de celosía | 10,15         | 10,15          |
| 1,00                 | Ud.          | Cimentación apoyo C-2000-14      | 98,65         | 98,65          |
| 1,00                 | h.           | Pluma grúa de 25 m               | 13,15         | 13,15          |
| 20,00                | Ud.          | Pequeño material                 | 0,66          | 13,20          |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                  |               | <b>1274,03</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------|
| <b>005</b>                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Ud.</b> | <b>Cruceta atirantada</b> |
| Cruceta atirantada tipo CA-1,50. Incluye cadena de aisladores de amarre así como sus correspondientes herrajes; aislador de vidrio U40BS, horquilla bola HB-11, rótula larga R-11-P y grapa de amarre GA-2 . Totalmente instalado y comprobado según el R.A.T. y N.P.S-E. |            |                           |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>             | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|---------------------------------|---------------|----------------|
| 1,00                 | h.           | Oficial primera                 | 9,66          | 9,66           |
| 1,00                 | h.           | Ayudante                        | 9,44          | 9,44           |
| 1,00                 | Ud.          | Cruceta atirantada tipo CA-1,50 | 312,20        | 312,20         |
| 3,00                 | Ud.          | Aislador de vidrio U40BS        | 7,66          | 22,98          |
| 1,00                 | Ud.          | Horquilla bola HB-11            | 2,10          | 2,10           |
| 1,00                 | Ud.          | Rótula larga R-11-P             | 2,26          | 2,26           |
| 1,00                 | Ud.          | Grapa de amarre GA-2            | 5,36          | 5,36           |
| 10,00                | Ud.          | Pequeño material                | 0,66          | 6,60           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                 |               | <b>347,62</b>  |

|                                                                                                                         |            |                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------|
| <b>006</b>                                                                                                              | <b>Ud.</b> | <b>Aislador compuesto</b> |
| Aislador compuesto CS70XX20 para conductor central del apoyo N° 2 de ángulo, para asegurar las distancias de seguridad. |            |                           |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>         | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-----------------------------|---------------|----------------|
| 0,15                 | h.           | Oficial primera             | 9,66          | 1,45           |
| 0,15                 | h.           | Ayudante                    | 9,44          | 1,42           |
| 1,00                 | Ud.          | Aislador compuesto CS70XX20 | 49,55         | 49,55          |
| 5,00                 | Ud.          | Pequeño material            | 0,66          | 3,30           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                             |               | <b>55,72</b>   |

|            |            |                       |
|------------|------------|-----------------------|
| <b>007</b> | <b>Ud.</b> | <b>Cruceta bóveda</b> |
|------------|------------|-----------------------|

Cruceta bóveda tipo BC1-15. Incluye cadena de aisladores de suspensión así como sus correspondientes herrajes; aislador de vidrio U40BS, horquilla bola HB-11, rótula corta R-11 y grapa de suspensión GS-1 . Totalmente instalado y comprobado según el R.A.T. y N.P.S-E.

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>        | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|----------------------------|---------------|----------------|
| 1,00                 | h.           | Oficial primera            | 9,66          | 9,66           |
| 1,00                 | h.           | Ayudante                   | 9,44          | 9,44           |
| 1,00                 | Ud.          | Cruceta bóveda tipo BC1-15 | 152,43        | 152,43         |
| 3,00                 | Ud.          | Aislador de vidrio U40BS   | 7,66          | 22,98          |
| 1,00                 | Ud.          | Horquilla bola HB-11       | 2,10          | 2,10           |
| 1,00                 | Ud.          | Rótula corta R-11          | 1,95          | 1,95           |
| 1,00                 | Ud.          | Grapa de suspensión GS-1   | 2,70          | 2,70           |
| 10,00                | Ud.          | Pequeño material           | 0,66          | 6,60           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                            |               | <b>184,88</b>  |

|            |            |                           |
|------------|------------|---------------------------|
| <b>008</b> | <b>ML.</b> | <b>Conductor MT aéreo</b> |
|------------|------------|---------------------------|

Conductor LA-56 para transportar energía eléctrica a la tensión de 20 kV. Intensidad máxima permanente 202 A. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E.

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b> | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|---------------------|---------------|----------------|
| 0,10                 | h.           | Oficial primera     | 9,66          | 0,97           |
| 0,10                 | h.           | Ayudante            | 9,44          | 0,94           |
| 1,00                 | ML.          | Conductor LA-56     | 8,19          | 8,19           |
| 5,00                 | Ud.          | Pequeño material    | 0,66          | 3,30           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                     |               | <b>13,40</b>   |

|            |            |                                     |
|------------|------------|-------------------------------------|
| <b>009</b> | <b>Ud.</b> | <b>Pararrayos de óxido metálico</b> |
|------------|------------|-------------------------------------|

El nivel de protección del pararrayos será del 80% a una tensión de trabajo de 20kV. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E.

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>          | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|------------------------------|---------------|----------------|
| 0,25                 | h.           | Oficial primera              | 9,66          | 2,42           |
| 0,25                 | h.           | Ayudante                     | 9,44          | 2,36           |
| 1,00                 | Ud.          | Pararrayos de óxido metálico | 265,32        | 265,32         |
| 1,00                 | Ud.          | Pequeño material             | 0,66          | 0,66           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                              |               | <b>270,76</b>  |

|            |            |                               |
|------------|------------|-------------------------------|
| <b>010</b> | <b>Ud.</b> | <b>Paso aéreo-subterráneo</b> |
|------------|------------|-------------------------------|

Terminales (botellas) aéreo-subterráneo. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E.

| Cantid.       | Unid. | Denominación                            | Precio | Importe |
|---------------|-------|-----------------------------------------|--------|---------|
| 0,50          | h.    | Oficial primera                         | 9,66   | 4,83    |
| 0,50          | h.    | Ayudante                                | 9,44   | 4,72    |
| 1,00          | Ud.   | Terminales (botellas) aéreo-subterráneo | 65,32  | 65,32   |
| 1,00          | Ud.   | Pequeño material                        | 0,66   | 0,66    |
| TOTAL PARTIDA |       |                                         |        | 75,53   |

|                                                                                                                                                                                                                                    |            |                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------|
| <b>011</b>                                                                                                                                                                                                                         | <b>Ud.</b> | <b>Tubo para el paso aéreo-subterráneo</b> |
| Tubo de grado de protección contra daños metálicos IK10, para la bajada de aérea a subterránea, de 150 mm de diámetro una longitud de 2,5 m. según la norma UNE EN50102. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. |            |                                            |

| Cantid.       | Unid. | Denominación                                           | Precio | Importe |
|---------------|-------|--------------------------------------------------------|--------|---------|
| 0,15          | h.    | Oficial primera                                        | 9,66   | 1,45    |
| 0,15          | h.    | Ayudante                                               | 9,44   | 1,42    |
| 1,00          | Ud.   | Tubo IK10 de 150 mm de diámetro una longitud de 2,5 m. | 3,68   | 3,68    |
| 10,00         | Ud.   | Pequeño material                                       | 0,66   | 6,60    |
| TOTAL PARTIDA |       |                                                        |        | 13,15   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------|
| <b>012</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>ML.</b> | <b>Canalización subterránea de MT</b> |
| La profundidad de la canalización será de 1000 mm en acera y de 1200 mm en calzada. Los irán bajo tubo de polietileno de 200 mm. En el cruce bajo calzada se instalará un segundo tubo como reserva y se construirá sobre ellos un dado de hormigón. P/P de albañilería y pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. |            |                                       |

| Cantid.       | Unid. | Denominación                              | Precio | Importe |
|---------------|-------|-------------------------------------------|--------|---------|
| 0,15          | h.    | Oficial primera                           | 9,66   | 1,45    |
| 0,15          | h.    | Ayudante                                  | 9,44   | 1,42    |
| 1,00          | Ud.   | Zanja Excavadora                          | 10,15  | 10,15   |
| 0,70          | M³    | Hormigón dosificación 200 kg./m².         | 47,18  | 33,03   |
| 2,00          | Ud.   | Tubo de polietileno de 200 mm de diámetro | 2,65   | 5,30    |
| 10,00         | Ud.   | Pequeño material                          | 0,66   | 6,60    |
| TOTAL PARTIDA |       |                                           |        | 57,94   |

|                                                                                                                                                                                                             |            |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------|
| <b>013</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>Ud.</b> | <b>Arqueta registrable MT</b> |
| De 720 x 620 mm, los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. En todo caso, las tapas de fundición serán de Clase D400. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. |            |                               |

| Cantid.       | Unid. | Denominación                        | Precio | Importe |
|---------------|-------|-------------------------------------|--------|---------|
| 0,25          | h.    | Oficial primera                     | 9,66   | 2,42    |
| 0,25          | h.    | Ayudante                            | 9,44   | 2,36    |
| 1,00          | Ud.   | Arqueta registrable MT 720 x 620 mm | 65,78  | 65,78   |
| 5,00          | Ud.   | Pequeño material                    | 0,66   | 3,30    |
| TOTAL PARTIDA |       |                                     |        | 73,86   |

| 014           | ML.   | Conductor MT subterráneo                                                                                                                                                                                                      |        |         |
|---------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|
|               |       | Conductor RHZ1/OL 12/24 kV. 150 mm <sup>2</sup> para transportar energía eléctrica a la tensión de 20 kV. Intensidad máxima permanente 315 A. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. |        |         |
| Cantid.       | Unid. | Denominación                                                                                                                                                                                                                  | Precio | Importe |
| 0,10          | h.    | Oficial primera                                                                                                                                                                                                               | 9,66   | 0,97    |
| 0,10          | h.    | Ayudante                                                                                                                                                                                                                      | 9,44   | 0,94    |
| 1,00          | Ud.   | Conductor RHZ1/OL 12/24 kV. 150 mm <sup>2</sup>                                                                                                                                                                               | 12,65  | 12,65   |
| 5,00          | Ud.   | Pequeño material                                                                                                                                                                                                              | 0,66   | 3,30    |
| TOTAL PARTIDA |       |                                                                                                                                                                                                                               |        | 17,86   |

| 015           | ML.            | Centro de transformación compacto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |          |
|---------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|
|               |                | Centro de transformación prefabricado de hormigón compacto EHC-2 T1, preparado para albergar en su interior celda compacta monobloque (2L+1PF). Incluyendo cuadro de BT de 4 salidas, transformador de potencia 24kV./420V de 630 kVA, foso para CT y fusibles para protección de las líneas de BT. Se cumplirán las normas; Norma ENDESA GE FND004, así como las Especificaciones Técnicas de ENDESA Referencias nº 6702126 a 6702131, según corresponda en cada caso para CT prefabricado y cumpliendo las normas CEI: 60694, 60298, 60265, 60129, 60420, 62271, 60255 y UNE-EN 60298, RU 6407B para el transformador de potencia. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. |          |          |
| Cantid.       | Unid.          | Denominación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Precio   | Importe  |
| 1,00          | h.             | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 23,69    | 23,69    |
| 8,00          | h.             | Oficial primera                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 9,66     | 77,28    |
| 8,00          | h.             | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 9,44     | 75,52    |
| 1,00          | Ud.            | CT prefabricado de hormigón compacto EHC-2 T1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6115,30  | 6115,30  |
| 1,00          | Ud.            | Celda compacta monobloque RM6 (2L+1PF)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4580,65  | 4580,65  |
| 1,00          | Ud.            | Transformador seco encapsulado Trihal de 630 kVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 15866,72 | 15866,72 |
| 1,00          | Ud.            | Cuadro de BT de 4 salidas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 716,20   | 716,20   |
| 6,00          | Ud.            | Fusibles NH-Fuses Gg-500 VAC t-3 (300 A.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 20,36    | 122,16   |
| 3,00          | Ud.            | Fusibles NH-Fuses Gg-500 VAC t-3 (250 A.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 18,52    | 55,56    |
| 6,00          | Ud.            | Latiguillos para conexiones MT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 20,52    | 123,12   |
| 12,00         | Ud.            | Latiguillos para conexiones BT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 18,32    | 219,84   |
| 1,00          | h.             | Excavadora para foso                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 31,41    | 31,41    |
| 2,00          | M <sup>3</sup> | Hormigón dosificación 200 kg./m <sup>2</sup> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 47,18    | 94,36    |
| 1,00          | h.             | Pluma grúa de 25 m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 13,15    | 13,15    |
| 50,00         | Ud.            | Pequeño material                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,66     | 33,00    |
| TOTAL PARTIDA |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | 23567,31 |

| 016 | ML. | Conductor línea de distribución N° 1 BT subterráneo                                                                                                                                                                                                                  |  |  |
|-----|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|     |     | Cable RHZ1/OL 0,6/1 kV. 3x240+150 mm <sup>2</sup> para transportar energía eléctrica a la tensión de 400 V. Intensidad máxima permanente 415 A. cumpliendo con la norma UNE 21018. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |  |  |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                             | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-------------------------------------------------|---------------|----------------|
| 0,10                 | h.           | Oficial primera                                 | 9,66          | 0,97           |
| 0,10                 | h.           | Ayudante                                        | 9,44          | 0,94           |
| 3,00                 | Ml.          | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 240 mm <sup>2</sup> | 5,52          | 16,56          |
| 1,00                 | Ml.          | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 150 mm <sup>2</sup> | 3,65          | 3,65           |
| 10,00                | Ud.          | Pequeño material                                | 0,66          | 6,60           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                                 |               | <b>28,72</b>   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------|
| <b>017</b>                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Ml.</b> | <b>Conductor línea de distribución N° 2 BT subterráneo</b> |
| Cable RHZ1/OL 0,6/1 kV. 3x240+150 mm <sup>2</sup> para transportar energía eléctrica a la tensión de 400 V. Intensidad máxima permanente 415 A. cumpliendo con la norma UNE 21018. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            |                                                            |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                             | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-------------------------------------------------|---------------|----------------|
| 0,10                 | h.           | Oficial primera                                 | 9,66          | 0,97           |
| 0,10                 | h.           | Ayudante                                        | 9,44          | 0,94           |
| 3,00                 | Ml.          | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 240 mm <sup>2</sup> | 5,52          | 16,56          |
| 1,00                 | Ml.          | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 150 mm <sup>2</sup> | 3,65          | 3,65           |
| 10,00                | Ud.          | Pequeño material                                | 0,66          | 6,60           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                                 |               | <b>28,72</b>   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |            |                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------------|
| <b>018</b>                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>Ml.</b> | <b>Conductor línea de distribución N° 3 BT subterráneo</b> |
| Cable RHZ1/OL 0,6/1 kV. 3x240+150 mm <sup>2</sup> para transportar energía eléctrica a la tensión de 400 V. Intensidad máxima permanente 415 A. cumpliendo con la norma UNE 21018. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            |                                                            |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                             | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-------------------------------------------------|---------------|----------------|
| 0,10                 | h.           | Oficial primera                                 | 9,66          | 0,97           |
| 0,10                 | h.           | Ayudante                                        | 9,44          | 0,94           |
| 3,00                 | Ml.          | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 240 mm <sup>2</sup> | 5,52          | 16,56          |
| 1,00                 | Ml.          | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 150 mm <sup>2</sup> | 3,65          | 3,65           |
| 10,00                | Ud.          | Pequeño material                                | 0,66          | 6,60           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                                 |               | <b>28,72</b>   |

|                                                                                                                                                                                                             |            |                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------|
| <b>019</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>Ud.</b> | <b>Arqueta registrable BT</b> |
| De 720 x 620 mm, los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. En todo caso, las tapas de fundición serán de Clase D400. Totalmente instalado y comprobado según R.A.T. y N.P.S-E. |            |                               |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                 | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-------------------------------------|---------------|----------------|
| 0,25                 | h.           | Oficial primera                     | 9,66          | 2,42           |
| 0,25                 | h.           | Ayudante                            | 9,44          | 2,36           |
| 1,00                 | Ud.          | Arqueta registrable BT 720 x 620 mm | 65,78         | 65,78          |
| 5,00                 | Ud.          | Pequeño material                    | 0,66          | 3,30           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                     |               | <b>73,86</b>   |

|            |            |                                       |
|------------|------------|---------------------------------------|
| <b>020</b> | <b>ML.</b> | <b>Canalización subterránea de BT</b> |
|------------|------------|---------------------------------------|

La profundidad de la canalización será de 70 mm. Los irán bajo tubo de polietileno de 160 mm que cumplirán con las normas ENDESA CNL002, así como las Especificaciones Técnicas ENDESA Referencias 6700144 y 6700145. P/P de albañilería y pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E.

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                       | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-------------------------------------------|---------------|----------------|
| 0,15                 | h.           | Oficial primera                           | 9,66          | 1,45           |
| 0,15                 | h.           | Ayudante                                  | 9,44          | 1,42           |
| 1,00                 | Ud.          | Zanja Excavadora                          | 10,15         | 10,15          |
| 0,70                 | M³           | Hormigón dosificación 200 kg./m².         | 47,18         | 33,03          |
| 3,00                 | Ud.          | Tubo de polietileno de 160 mm de diámetro | 2,65          | 7,95           |
| 10,00                | Ud.          | Pequeño material                          | 0,66          | 6,60           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                           |               | <b>60,59</b>   |

|            |            |                             |
|------------|------------|-----------------------------|
| <b>021</b> | <b>Ud.</b> | <b>Acometidas de 95 mm²</b> |
|------------|------------|-----------------------------|

Acometidas trifásicas más neutro de 95 mm² para fases y 50 mm² para neutro RHZ1/PL 0,6/1 kV. P/P del tubo empotrado de 2,5 m. de longitud de 160 mm de diámetro. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E.

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|------------------------------------|---------------|----------------|
| 0,25                 | h.           | Oficial primera                    | 9,66          | 2,42           |
| 0,25                 | h.           | Ayudante                           | 9,44          | 2,36           |
| 9,00                 | ML.          | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 95 mm² | 2,39          | 21,51          |
| 3,00                 | ML.          | Conductor RHZ1/OL 0,6/1 kV. 50 mm² | 2,20          | 6,60           |
| 10,00                | Ud.          | Pequeño material                   | 0,66          | 6,60           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                    |               | <b>39,49</b>   |

|            |            |                                      |
|------------|------------|--------------------------------------|
| <b>022</b> | <b>Ud.</b> | <b>Cuadro de medida y protección</b> |
|------------|------------|--------------------------------------|

C.P.M. 3-D4 cumplirá todo lo que sobre el particular se indica en la Norma UNEEN 60.439 - 1, tendrá grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60.439 3, una vez instalada tendrá un grado de protección IP43 según UNE-20.324 e IK09 según UNE-EN 50.102 y será precintable. P/P pequeño material. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E.

## Presupuesto

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>                     | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-----------------------------------------|---------------|----------------|
| 1,00                 | h.           | Oficial primera                         | 9,66          | 9,66           |
| 1,00                 | h.           | Ayudante                                | 9,44          | 9,44           |
| 1,00                 | Ud.          | Módulo medida dos contadores trifásicos | 399,70        | 399,70         |
| 1,00                 | Ud.          | Módulo seccionamiento tres fusibles     | 269,25        | 269,25         |
| 1,00                 | Ud.          | Cableado de módulos                     | 19,23         | 19,23          |
| 14,00                | Ud.          | Pequeño material                        | 0,66          | 9,24           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                         |               | <b>716,52</b>  |

|                                                                                                     |            |                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------|
| <b>023</b>                                                                                          | <b>Ud.</b> | <b>Fusibles del cuadro de medida y protección 40 A.</b> |
| Tres fusibles tipo NH tamaño-2 de 40 A. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            |                                                         |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>               | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,50                 | h.           | Oficial primera                   | 9,66          | 4,83           |
| 0,50                 | h.           | Ayudante                          | 9,44          | 4,72           |
| 3,00                 | Ud.          | Fusibles tipo NH tamaño-2 de 40 A | 8,40          | 25,20          |
| 5,00                 | Ud.          | Pequeño material                  | 0,66          | 3,30           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                   |               | <b>38,05</b>   |

|                                                                                                     |            |                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------|
| <b>024</b>                                                                                          | <b>Ud.</b> | <b>Fusibles del cuadro de medida y protección 63 A.</b> |
| Tres fusibles tipo NH tamaño-2 de 63 A. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            |                                                         |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>               | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,50                 | h.           | Oficial primera                   | 9,66          | 4,83           |
| 0,50                 | h.           | Ayudante                          | 9,44          | 4,72           |
| 3,00                 | Ud.          | Fusibles tipo NH tamaño-2 de 63 A | 10,25         | 30,75          |
| 5,00                 | Ud.          | Pequeño material                  | 0,66          | 3,30           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                   |               | <b>43,60</b>   |

|                                                                                                      |            |                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------|
| <b>025</b>                                                                                           | <b>Ud.</b> | <b>Fusibles del cuadro de medida y protección 160 A.</b> |
| Tres fusibles tipo NH tamaño-2 de 160 A. Totalmente instalado y comprobado según R.E.B.T. y N.P.S-E. |            |                                                          |

| <b>Cantid.</b>       | <b>Unid.</b> | <b>Denominación</b>               | <b>Precio</b> | <b>Importe</b> |
|----------------------|--------------|-----------------------------------|---------------|----------------|
| 0,50                 | h.           | Oficial primera                   | 9,66          | 4,83           |
| 0,50                 | h.           | Ayudante                          | 9,44          | 4,72           |
| 3,00                 | Ud.          | Fusibles tipo NH tamaño-2 de 63 A | 12,36         | 37,08          |
| 5,00                 | Ud.          | Pequeño material                  | 0,66          | 3,30           |
| <b>TOTAL PARTIDA</b> |              |                                   |               | <b>49,93</b>   |

**3.- Presupuesto general de ejecución material.**

| Nº  | Cant. | Denominación                                        | Precio   | Importe  |
|-----|-------|-----------------------------------------------------|----------|----------|
| 001 | 2     | Seccionador exterior aéreo                          | 330,15   | 660,30   |
| 002 | 3     | Fusible de Alto Poder de Ruptura (APR)              | 45,58    | 136,73   |
| 003 | 4     | Apoyo C-500-14                                      | 895,43   | 3581,70  |
| 004 | 3     | Apoyo C-2000-14                                     | 1274,03  | 3822,08  |
| 005 | 3     | Cruceta atirantada                                  | 347,62   | 1042,86  |
| 006 | 1     | Aislador compuesto                                  | 55,72    | 55,72    |
| 007 | 4     | Cruceta bóveda                                      | 184,88   | 739,52   |
| 008 | 2700  | Conductor MT aéreo                                  | 13,40    | 36180,00 |
| 009 | 3     | Pararrayos de óxido metálico                        | 270,76   | 812,27   |
| 010 | 3     | Paso aéreo-subterráneo                              | 624,00   | 1872,00  |
| 011 | 1     | Tubo para el paso aéreo-subterráneo                 | 13,15    | 13,15    |
| 012 | 85    | Canalización subterránea de MT                      | 57,94    | 4924,99  |
| 013 | 2     | Arqueta registrable MT                              | 73,86    | 147,71   |
| 014 | 300   | Conductor MT subterráneo                            | 17,86    | 5358,00  |
| 015 | 1     | Centro de transformación compacto                   | 23567,31 | 23567,31 |
| 016 | 164   | Conductor línea de distribución Nº 1 BT subterráneo | 28,72    | 4710,08  |
| 017 | 240   | Conductor línea de distribución Nº 2 BT subterráneo | 28,72    | 6892,80  |
| 018 | 194   | Conductor línea de distribución Nº 3 BT subterráneo | 28,72    | 5571,68  |
| 019 | 11    | Arqueta registrable BT                              | 73,86    | 812,41   |
| 020 | 450   | Canalización subterránea de BT                      | 60,59    | 27265,95 |
| 021 | 18    | Acometidas de 95 mm <sup>2</sup>                    | 39,49    | 710,73   |
| 022 | 18    | Cuadro de medida y protección                       | 716,52   | 12897,36 |
| 023 | 14    | Fusibles del cuadro de medida y protección 40 A.    | 38,05    | 532,70   |
| 024 | 3     | Fusibles del cuadro de medida y protección 63 A.    | 43,60    | 130,80   |
| 025 | 1     | Fusibles del cuadro de medida y protección 160 A.   | 49,93    | 49,93    |

**TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL 142.488,75 €**

**Ciento cuarenta y dos mil cuatrocientos ochenta y ocho coma setenta y cinco euros.**

**Firmado Proyectista:**

**4.- Presupuesto general de ejecución por contrata.**

|                                                    |                            |
|----------------------------------------------------|----------------------------|
| TOTAL PRESUPUESTO GENERAL EJECUCIÓN MATERIAL       | 142.488,75 €               |
| 16 % de I.V.A. (Impuesto del valor añadido)        | 22.798,20 €                |
| 15 % de Beneficio Industrial                       | 21.373,31 €                |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b> | <b><u>186.660,27 €</u></b> |

## 5.- Presupuesto general.

|                                                  |                            |
|--------------------------------------------------|----------------------------|
| TOTAL PRESUPUESTO GENERAL EJECUCIÓN POR CONTRATA | 186.660,27 €               |
| 2 % de Imprevistos                               | 3.733,21 €                 |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>                 | <b><u>190.393,47 €</u></b> |

**Ciento noventa mil trescientos noventa y tres coma cuarenta y siete euros.**

**Firmado Proyectista:**