



## **PROYECTO**

NUEVO ENLACE AÉREO - SUBTERRÁNEO DE LÍNEA DE 30 kV D.C DESDE ST ELGEA (3204) HASTA EL NUEVO CENTRO DE REPARTO Y MANIOBRA “ARRIKRUZ” (901354600)

TÉRMINOS MUNICIPALES DE BARRUNDIA, SAN MILLÁN Y SALVATIERRA.  
PROVINCIA DE ARABA.

OBRA: 101114143

**PROMOTOR: i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.**  
**TITULAR: i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.**

**JUNIO DE 2022**  
**LA AUTORA DEL PROYECTO**

**LARRAITZ  
RIQUE  
GARAIZAR**

Firmado  
digitalmente por  
LARRAITZ RIQUE  
GARAIZAR  
Fecha: 2022.06.28  
19:44:00 +02'00'

**Larraitz Rique Garaizar**  
Colegiada nº 9803 del Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

## **INDICE**

<b>MEMORIA.....</b>	3
<b>PRESUPUESTO.....</b>	73
<b>RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS.....</b>	79
<b>ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	82
<b>PLANOS.....</b>	100

## **MEMORIA**

## **MEMORIA**

### **1.- CONSIDERACIONES GENERALES**

**i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.** (antes Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.), con domicilio social en Avda. San Adrián, 48 de Bilbao y C.I.F. A-95075578 es titular de las líneas y del centro de reparto y maniobra objeto del proyecto.

Con el fin de garantizar la continuidad y mejorar la calidad del suministro eléctrico en los términos municipales de Barrundia, San Millán y Salvatierra, en la provincia de Araba, **i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.**, se ve en la necesidad de proyectar un nuevo enlace aéreo – subterráneo de línea de 30 kV D.C. desde ST Elgea (3204) hasta el nuevo centro de reparto y maniobra “Arrikruz” (901354600). También se proyectarán las líneas de entrada / salida del nuevo CRM “Arrikruz”.

La denominación y características principales del nuevo CMS son las indicadas a continuación:

- **Denominación:** “Arrikruz” (901354600).
- **Tipo:** Edificio de superficie prefabricado (PFU7).
- **Tensión:** 30.000V /B2.
- **Potencia:** 1x50 kVA.
- **Composición:** 8 celdas de línea, 1 celda de protección y 1 celda de enlace telemandadas con aislamiento y corte en SF6 (2L+EB+1P +6L).
  - 1 cuadro de B.T. de 5 salidas.
  - Equipos para automatización de red, telegestión y comunicaciones.

La alimentación se realizará a través de una nueva línea de 30 kV que vendrá de la Subestación Eléctrica Elgea (3204) a su paso por el municipio de Barrundia. Las líneas que tendrán entrada y salida al centro serán “Gamarra – Alsasua I y II” desde el apoyo existente nº 128 en el municipio de Salvatierra.

Los conductores a utilizar serán del tipo HEPRZ1 (AS) 18/30 kV 1x630 mm<sup>2</sup> Al y HEPRZ1 18/30 kV 1x630 mm<sup>2</sup> Al en el caso de las líneas subterráneas y LA-280 en el caso de las líneas aéreas.

Se han previsto todas las instalaciones de este Proyecto, con capacidad suficiente para atender la presente y una futura demanda de energía eléctrica en esta zona de utilización.

## **2.- REGLAMENTACIÓN**

Al objeto de dejar debidamente legalizadas estas instalaciones, se redacta el presente Proyecto, de acuerdo con la reglamentación técnica que se cita en este apartado:

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09, aprobado por Real Decreto 223/08 de 15 de febrero y publicado en el BOE de 19 de marzo de 2008.

Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo y publicado en el BOE de 9 de junio de 2014.

Decreto 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.”

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002, y publicado en el B.O.E. nº 224 a fecha 18 septiembre de 2002.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos Laborales y Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

Real decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

Resolución de 8 de marzo de 2011, del director de Energía y Minas, por la que se establecen prescripciones específicas para el paso de líneas eléctricas aéreas de alta tensión por zonas de arbolado.

Además, se han aplicado las normas i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. que existan, y en su defecto las normas UNE, EN y documentos de Armonización HD. Se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

El cumplimiento de esta reglamentación, se realizará por medio del Estudio Básico de Seguridad y Salud, de acuerdo con el MT 4.60.11, el cual se presenta en este proyecto.

## **3.- DISPOSICIONES OFICIALES**

Con el objeto de cumplir con los preceptos establecidos en la ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector Eléctrico, es por lo que se propone desde este proyecto la ampliación y adecuación de las instalaciones a las necesidades actuales y futuras, teniendo en cuenta el Título VII de la citada Ley.

Las obras a que se refiere este proyecto se someterán a lo dispuesto en el decreto del Gobierno Vasco 48/2020, de 31 de marzo de 2020, publicado en BOPV de 24 de abril de 2020.

#### **4.- EMPLAZAMIENTO**

La nueva línea subterránea de 30kV D.C. saldrá desde la ST Elgea (3204) situada en el barrio Zuazola, en las Coordenadas UTM ETRS89 (X=544.887,52; Y=4.749.026,60), dentro del término municipal de Barrundia, provincia de Araba.

El apoyo existente nº 20 de la línea existente de 30 kV D.C. “Elgea – Galzar 1 y 2” que acogerá a la nueva línea aérea de 30 kV D.C., en las Coordenadas UTM ETRS89 (X=546.905,82; Y=4.746.789,80), dentro del término municipal de Barrundia, provincia de Araba.

El nuevo CRM “Arrikruz” (901354600) objeto de este proyecto está situado en el camino Zuarzo, en las Coordenadas UTM ETRS89 (X=548.625,06; Y=4.744.960,00), según se indica en los planos, dentro del término municipal de Salvatierra, provincia de Araba.

#### **5.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Se proyecta un nuevo enlace aéreo – subterráneo de línea de 30 kV D.C. desde ST Elgea (3204) hasta el nuevo centro de reparto y maniobra “Arrikruz” (901354600) y las líneas de entrada / salida del nuevo CRM “Arrikruz”.

##### Tramo aéreo

El origen de la nueva línea aérea será el apoyo existente nº 1 a la salida de la ST Elgea (3204) que acoge actualmente las líneas de 30 kV D.C. “Elgea - Galzar Cto. 1 y 2”. Este apoyo acogerá las nuevas líneas aéreas 30 kV D.C. proyectadas. Actualmente, desde este apoyo hasta el apoyo nº 20 existen conductores tipo LA-280 fuera de servicio. Estos conductores se utilizarán para la nueva línea eléctrica proyectada

Desde el apoyo existente nº 20 se proyectará nueva línea aérea con final en el nuevo apoyo T14 junto al nuevo CRM “Arrikruz” (901354600).

Se instalarán doce (14) nuevos apoyos, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12, T13 y T14, y se tenderá nuevo conductor tipo LA-280 en los vanos comprendidos entre el apoyo existente nº 20 y el nuevo apoyo T14. La longitud a tender suma un total de 2.502 metros en doble circuito.

Se instalarán dos nuevos OCR (Órgano de Corte de Red) en el apoyo existente nº 1 a la salida de la ST Elgea (3204) que acoge actualmente las líneas de 30 kV D.C. “Elgea - Galzar Cto. 1 y 2” y acogerá las nuevas líneas aéreas 30 kV D.C. proyectadas. En este apoyo se realizarán dos nuevas transiciones de aéreo a subterráneo, se instalarán para ello nuevas autovalvulas. El apoyo existente dispone de antiescalo y acera perimetral.

En el nuevo apoyo T14 se realizarán transiciones de aéreo a subterráneo de la nueva línea aérea de 30 kV D.C. proyectada proveniente de la ST Elgea (3204). El nuevo apoyo dispondrá de autovalvulas y antiescalo.

La modificación de la línea aérea realizará 14 alineaciones que detallamos a continuación:

Alineación nº 1

Entre el apoyo existente nº 20 y el nuevo apoyo T1.

Forma un ángulo con el vano anterior de 199,43º.

Tiene una longitud de 214,32 metros.

Alineación nº 2

Entre los nuevos apoyos T1 y T2.

Forma un ángulo con el vano anterior de 200,00º.

Tiene una longitud de 145,66 metros.

Alineación nº 3

Entre los nuevos apoyos T2 y T3.

Forma un ángulo con el vano anterior de 200º.

Tiene una longitud de 166,64 metros.

Alineación nº 4

Entre los nuevos apoyos T3 y T4.

Forma un ángulo con el vano anterior de 200º.

Tiene una longitud de 180,00 metros.

Alineación nº 5

Entre los nuevos apoyos T4 y T5.

Forma un ángulo con el vano anterior de 200º.

Tiene una longitud de 186,16 metros.

Alineación nº 6

Entre los nuevos apoyos T5 y T6.

Forma un ángulo con el vano anterior de 200º.

Tiene una longitud de 176,62 metros.

Alineación nº 7

Entre los nuevos apoyos T6 y T7.

Forma un ángulo con el vano anterior de 200º.

Tiene una longitud de 166,59 metros.

Alineación nº 8

Entre los nuevos apoyos T7 y T8.

Forma un ángulo con el vano anterior de 200º.

Tiene una longitud de 180,00 metros.

Alineación nº 9

Entre los nuevos apoyos T8 y T9.  
Forma un ángulo con el vano anterior de 200<sup>g</sup>.  
Tiene una longitud de 147,25 metros.

Alineación nº 10

Entre los nuevos apoyos T9 y T10.  
Forma un ángulo con el vano anterior de 200<sup>g</sup>.  
Tiene una longitud de 187,89 metros.

Alineación nº 11

Entre los nuevos apoyos T10 y T11.  
Forma un ángulo con el vano anterior de 200<sup>g</sup>.  
Tiene una longitud de 201,63 metros.

Alineación nº 12

Entre los nuevos apoyos T11 y T12.  
Forma un ángulo con el vano anterior de 200<sup>g</sup>.  
Tiene una longitud de 187,51 metros.

Alineación nº 13

Entre los nuevos apoyos T12 y T13.  
Forma un ángulo con el vano anterior de 200<sup>g</sup>.  
Tiene una longitud de 193,60 metros.

Alineación nº 14

Entre los nuevos apoyos T13 y T14.  
Forma un ángulo con el vano anterior de 200<sup>g</sup>.  
Tiene una longitud de 169,75 metros.

Líneas subterráneas

Es necesario realizar nuevas líneas subterráneas. Las nuevas líneas subterráneas se realizarán entre la ST Elgea (3204) y el apoyo existente nº 1 que acoge actualmente las líneas de 30 kV D.C. “Elgea - Galzar Cto. 1 y 2” y entre el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) y el nuevo apoyo T14 y el apoyo existente nº 128 de la línea aérea de 30 kV D.C. “Gamarra – Alsasu I y II”.

Los conductores a utilizar serán del tipo HEPRZ1 (AS) 18/30 kV 1x630 mm<sup>2</sup> Al y HEPRZ1 18/30 kV 1x630 mm<sup>2</sup> Al.

Los nuevos tramos de líneas serán los siguientes:

- Entre la ST Elgea (3204) y el apoyo existente nº 1:

Se realizarán nuevos tendidos subterráneos de 30 kV D.C. desde la ST Elgea (3204) hasta el apoyo existente nº 1 que acoge actualmente las líneas de 30 kV D.C. “Elgea - Galzar Cto. 1 y 2”.

Los conductores a emplear serán del tipo HEPRZ1 (AS) 18/30 kV 1x630 mm<sup>2</sup> Al, y la longitud a tender será de 116 metros por circuito con una suma total de 232 metros en doble circuito.

- Entre el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) y el nuevo apoyo T14:

Se realizarán nuevos tendidos subterráneos de 30 kV D.C. desde el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) hasta el nuevo apoyo T14.

Los conductores a emplear serán del tipo HEPRZ1 18/30 kV 1x630 mm<sup>2</sup> Al, y la longitud a tender será de 39 metros por circuito con una suma total de 78 metros en doble circuito.

- Entre el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) y el apoyo existente nº 128:

Se realizarán 6 nuevos tendidos subterráneos de 30 kV D.C. desde el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) hasta el apoyo existente nº 128 que acoge actualmente las líneas de 30 kV D.C. “Gamarra – Alsasu I y II”.

Los conductores a emplear serán del tipo HEPRZ1 (AS) 18/30 kV 1x630 mm<sup>2</sup> Al, y la longitud a tender será de 85 metros por circuito con una suma total de 510 metros en doble circuito.

El tendido se realizará por nueva canalización proyectada con tubos HDPE corrugados de 315 y 200 mm de diámetro y con un tritubo de 3x40 mm y discurrirá tanto por tierra según se indica en los planos adjuntos. Las nuevas canalizaciones proyectadas tienen una longitud total de 180 metros.

La renovación de la línea subterránea puede verse en los planos incluidos en el apartado Planos.

### Centro de reparto y maniobra

Se proyecta un nuevo centro de reparto y maniobra denominado CRM “Arrikruz” (901354600).

Se construirá un edificio prefabricado de superficie tipo PFU7, para introducir 10 celdas telemandadas con aislamiento y corte en SF6 (2L+EB+1P +6L), un transformador de 50 KVA, un cuadro de BT de 5 salidas y equipos para automatización de red, telegestión y comunicaciones.

La alimentación se realizará a través de una nueva línea de 30 kV que vendrá de la Subestación Eléctrica Elgea (3204) a su paso por el municipio de Barrundia. Las líneas que tendrán entrada y salida al centro serán “Gamarra – Alsasua I y II” desde el apoyo existente nº 128 en el municipio de Salvatierra.

El nuevo CRM puede verse en los planos incluidos en el apartado Planos.

## **6.- CRUZAMIENTOS**

El nuevo enlace aéreo – subterráneo realizará los siguientes cruzamientos y/o paralelismos:

La línea aérea:

### **Cruzamiento nº 1**

Entre el apoyo existente nº 20 y el nuevo apoyo T1.

Realiza un cruzamiento con la carretera A-3022 (COORD. UTM ETRS89 X: 546963, Y: 4746728), dependiente de la Diputación Foral de Álava.

### **Cruzamiento nº 2**

Entre los nuevos apoyos T4 y T5.

Realiza un cruzamiento con el río Hilera (COORD. UTM ETRS89 X: 547142, Y: 4746537), dependiente de la Agencia Vasca del Agua (URA).

### **Cruzamiento nº 3**

Entre los nuevos apoyos T4 y T5.

Realiza un cruzamiento con el río Zadorra (COORD. UTM ETRS89 X: 547500, Y: 4746156), dependiente de la Agencia Vasca del Agua (URA).

La línea subterránea no realiza ningún cruzamiento digno de mención.

## **7.- EVALUACIÓN AMBIENTAL**

No concurre ninguna de las circunstancias previstas en la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que obliguen a someterlo a algún tipo de evaluación de impacto ambiental.

Así mismo, no estará sometido a procedimiento de Evaluación Ambiental Estratégica al no encontrarse recogido en ningún de los supuestos del anexo I de la Ley 3/1998, de 27 de febrero, General de Protección del Medio Ambiente del País Vasco.

## **8.- CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA AÉREA**

### **8.1.- Conductores eléctricos**

Los conductores que contempla este proyecto son de aluminio-acero galvanizado de 281,10 mm<sup>2</sup> de sección cuyas características principales son:

<b>Designación</b>	<b>LA-280</b>
Sección de aluminio, mm <sup>2</sup>	241,7
Sección de acero, mm <sup>2</sup>	39,4
Sección total, mm <sup>2</sup>	281,1
Composición	26+7
Diámetro de los alambres, mm	3,44/2,68
Diámetro aparente, mm	21,80
Carga mínima de rotura, daN	8.450
Módulo de elasticidad, daN/mm <sup>2</sup>	7500
Coeficiente de dilatación lineal, °C <sup>-1</sup>	0,0000189
Masa aproximada, kg/km	977
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km	0,1194
Densidad de corriente, A/mm <sup>2</sup>	2,07

#### **8.1.1.- Cálculo eléctrico LA-280**

##### **Densidad máxima de corriente**

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce del apartado 4.2 de la ITC-LAT 07 del RLAT.

De la tabla 11 del indicado apartado, e interpolando entre la sección inferior y superior a la del conductor en estudio, se tiene que para conductores de aluminio la densidad de corriente será:

En el caso del LA-280:

$$\sigma_{Al}=2,21 A/mm^2$$

Teniendo presente la composición del cable, que es 26+7, el coeficiente de reducción (CR) a aplicar será de 0,937, con lo que la intensidad nominal del conductor será:

$$\sigma_{Al-c} = \sigma_{Al} \cdot CR = 2,21 \cdot 0,937 = 2,07 A/mm^2$$

Por lo tanto, la intensidad máxima admisible es:

$$I_{max} = \sigma_{Al-c} \cdot S = 2,07 \cdot 281,1 = 581,88 A$$

## Reactancia aparente

La reactancia kilométrica de la línea, se calcula empleando la siguiente expresión:

$$X = \omega \cdot L = 2\pi f L \Omega / km$$

Y sustituyendo L (coeficiente de autoinducción), por la expresión:

$$L = (0,5 + 4,605 \log D / r) \cdot 10^{-4} H / km$$

Se obtiene:

$$X = 2\pi f (0,5 + 4,605 \log D / r) \cdot 10^{-4} \Omega / km.$$

Donde:

X = Reactancia aparente en ohmios por kilómetro.

f = Frecuencia de la red en hertzios = 50

D = separación media geométrica entre conductores en milímetros.

r = Radio del conductor en milímetros.

El valor D se determina a partir de las distancias entre conductores que proporcionan las crucetas elegidas.

En nuestro caso, obtenemos el siguiente valor de reactancia aparente:

$$X = 0,392 \Omega / km$$

## Potencia a transportar (por circuito)

La potencia que puede transportar la línea está delimitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \cos \varphi (kW)$$

Para el LA-280 siendo  $I_{\max} = 581,88A$

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot 30.581,88 \cdot 0,90 = 27.212 kW$$

## Caída de tensión (por circuito)

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perditancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi) \cdot L$$

Donde:

$\Delta U$	= Caída de tensión compuesta, expresada en V
$I$	= Intensidad de la línea en A
$X$	= Reactancia por fase en $\Omega/\text{km}$
$R$	= Resistencia por fase en $\Omega/\text{km}$
$\Phi$	= Ángulo de desfase
$L$	= Longitud de la línea en kilómetros

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} A$$

$$\text{Imáx.} = 581,88 \text{ A}$$

Donde:

$P$	= Potencia transportada en kilovatios.
$U$	= Tensión compuesta de la línea en kilovoltios

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U \% = \frac{100 \Delta U}{U} = \frac{P \cdot L \cdot (R + X \cdot \tan \varphi)}{10 \cdot U^2}$$

Entre el apoyo existente nº 20 y el nuevo apoyo T14 (2.502 metros):

$$\Delta U \% = \frac{27.212 \times 2,502 \times (0,1194 + (0,392 \times 0,484))}{10 \times 30^2} = 2,34\%$$

$$\Delta U \% = 2,34\%$$

### Pérdidas de potencia (por circuito)

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3 \cdot R \cdot L \cdot I^2 \text{ kW}$$

Donde:

$$\Delta P = \text{Pérdida de potencia en vatios}$$

La pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P \% = \frac{P \cdot L \cdot R}{10 \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \text{ kW}$$

Entre el apoyo existente nº 20 y el nuevo apoyo T14 (2.502 metros):

$$\Delta P\% = \frac{27.212x2,502x0,1194}{10x30^2x0,81} = 1,11\%$$

$$\Delta P\% = 1,11\%$$

### **8.1.2.- Cálculos mecánicos**

El cálculo mecánico del conductor se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- A) Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tracción de los conductores, además el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.
- B) Que la tracción de trabajo de los conductores a 15 °C sin ninguna sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura.
- C) Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

Al establecer la condición A) se puede prescindir de la consideración de la 4<sup>a</sup> hipótesis en el cálculo de los apoyos de alineación y de ángulo, siempre que en ningún caso las líneas que se proyecten tengan apoyos de anclaje distanciados a más de 3 km. (ITC-LAT 07 apartado 3.5.3.).

Al establecer la condición B) se tiene en cuenta el tensión al límite dinámico del conductor bajo el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo. EDS (tensión de cada día, Every Day Stress). (ITC-LAT 07 apartado 3.2.2.).

Las tablas de tendido que se establecen en el apartado 3.2.3. de la ITC-LAT 07 sobre la tracción y flecha máxima, aplicadas al tipo de línea y conductor se indican en la tabla correspondiente.

### **Determinación de la tracción de los conductores**

Para la obtención de los valores de las tablas indicadas hemos partido de la ecuación de cambio de condiciones, cuya expresión es:

$$L_o - L_1 = \left[ \frac{T_0 - T_1}{ES} + \alpha(\theta_o - \theta_1) \right]$$

Siendo:

$L_0$  = Longitud en m de conductor en un vano  $L$ , bajo unas condiciones iniciales de tracción  $T_0$ , peso más sobrecarga  $P_0$  y temperatura  $\theta_0$  °C

$L_1$  = Longitud en m de conductor en un vano L, bajo unas condiciones de tracción  $T_1$ , peso más sobrecarga  $P_1$  y temperatura  $\theta_1$  °C

$E$  = Módulo de elasticidad del conductor en daN/ mm<sup>2</sup>.

$S$  = Sección del conductor en mm<sup>2</sup>

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación lineal del conductor /°C

### Determinación de la flecha de los conductores

Una vez determinado el valor de los apoyos, el valor de la flecha se obtiene por la expresión:

$$f_1 = a_1 \left[ \operatorname{ch} \left( \frac{L}{2a_1} \right) - 1 \right].$$

Siéndo:

$$a_1 = \text{Parámetro de la catenaria} = \frac{T_1}{P_1}$$

### Plantillas de replanteo

Para el dibujo de la catenaria se empleará la expresión:

$$f = a \left( \operatorname{ch} \frac{x}{a} - 1 \right)$$

Siendo  $x$  = valor del semivano

### Vano de regulación

El vano ideal de regulación limitado por dos apoyos con cadenas horizontales viene dado por:

$$L_r = \sqrt{\frac{\sum L^3}{\sum L}}$$

Siéndo:

$L_r$  = Vano de regulación ideal en metros

$L$  = Longitud de cada uno de los vanos de la alineación de que se trate, en metros.

NOTA: El empleo de catenaria de un parámetro determinado implica el conocer que si se emplea como flecha máxima, para vanos superiores al de regulación la flecha real siempre es menor a la que nos da la catenaria adoptada, y si se emplea como flecha mínima, para vanos inferiores al de regulación la flecha real siempre es menor a la que nos da la catenaria adoptada

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente nº 20

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
20	FUNCION	3.030	5.567	394	5.961
EN					

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
20	FUNCION	3.096	2.315	356	2.671
EN					

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
20	FUNCION	3.096	2.328	1.825	4.153
EN					

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
20	FUNCION	3.030	2.330	1.988	4.318	2.448
EN						

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el nuevo apoyo T1

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1 <sup>a</sup> Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1 <sup>a</sup> Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T1	FUNCION	1.482	1.471	51	1.522
	AL-AM				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2 <sup>a</sup> Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2 <sup>a</sup> Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T1	FUNCION	1.496	0	560	560
	AL-AM				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3 <sup>a</sup> Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3 <sup>a</sup> Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T1	FUNCION	1.496	0	1.469	1.469
	AL-AM				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4 <sup>a</sup> Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4 <sup>a</sup> Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T1	FUNCION	1.482	0	1.632	1.632	2.448
	AL-AM					

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T2

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T2	FUNCION	1.114	1.021	160	1.181
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T2	FUNCION	1.119	0	324	324
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T2	FUNCION	1.119	0	773	773
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T2	FUNCION	1.114	0	1.611	1.611	1.208
	AL-SU					

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el nuevo apoyo T3

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T3	FUNCION	1.262	1.134	77	1.211
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T3	FUNCION	1.310	0	430	430
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T3	FUNCION	1.310	0	761	761
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T3	FUNCION	1.262	0	1.585	1.585	1.189
	AL-SU					

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el nuevo apoyo T4

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1 <sup>a</sup> Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1 <sup>a</sup> Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T4	FUNCION	1.259	1.497	38	1.535
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2 <sup>a</sup> Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2 <sup>a</sup> Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T4	FUNCION	1.257	0	300	300
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3 <sup>a</sup> Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3 <sup>a</sup> Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T4	FUNCION	1.257	0	755	755
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4 <sup>a</sup> Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4 <sup>a</sup> Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO TOTAL (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T4	FUNCION	1.259	0	1.573	1.573	1.180
	AL-SU					

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T5

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T5	FUNCION	1.289	1.475	75	1.550
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T5	FUNCION	1.326	0	260	260
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T5	FUNCION	1.326	0	757	757
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T5	FUNCION	1.289	0	1.578	1.578	1.184
	AL-SU					

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T6

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T6	FUNCION	1.185	1.116	48	1.164
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T6	FUNCION	1.182	0	480	480
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T6	FUNCION	1.182	0	761	761
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T6	FUNCION	1.185	0	1.586	1.586	1.190
	AL-SU					

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T7

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
NUMERO	FUNCION				
T7	AL-SU	1.255	1.133	77	1.210

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
NUMERO	FUNCION				
T7	AL-SU	1.297	0	570	570

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
NUMERO	FUNCION				
T7	AL-SU	1.297	0	761	761

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
NUMERO	FUNCION					
T7	AL-SU	1.255	0	1.589	1.589	1.190

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T8

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
NUMERO	FUNCION				
T8	AL-AM	1.452	1.070	223	1.293

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
NUMERO	FUNCION				
T8	AL-AM	1.518	0	216	216

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
NUMERO	FUNCION				
T8	AL-AM	1.518	0	1.448	1.448

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
NUMERO	FUNCION					
T8	AL-AM	1.452	0	1.609	1.609	2.414

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T9

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T9	AL-SU	1.144		1.096	262
					1.358

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T9	AL-SU	1.121	0	252	252

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T9	AL-SU	1.121	0	772	772

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T9	AL-SU	1.114	0	1.609	1.609	1.207

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T10

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T10	FUNCION	1.382	1.274	58	1.332
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T10	FUNCION	1.429	0	360	360
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T10	FUNCION	1.429	0	752	752
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T10	FUNCION	1.382	0	1.567	1.567	1.175
	AL-SU					

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T11

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T11	FUNCION	1.362	1.272	59	1.331
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T11	FUNCION	1.393	0	360	360
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
T11	FUNCION	1.393	0	752	752
	AL-SU				

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
T11	FUNCION	1.362	0	1.567	1.567	1.175
	AL-SU					

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T12

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI2	AL-SU	1.338	1.246	27	1.273

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI2	AL-SU	1.368	0	300	300

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI2	AL-SU	1.368	0	752	752

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
TI2	AL-SU	1.338	0	1.567	1.567	1.175

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T13

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI3	AL-SU	1.312	1.188	122	1.310

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI3	AL-SU	1.361	0	120	120

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI3	AL-SU	1.361	0	759	759

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.		
TI3	AL-SU	1.312	0	1.582	1.582	1.187

## Cálculo de los esfuerzos resultantes en el apoyo existente T14

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 1<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESF. HORIZONTALES 1º Hip. (viento 120 km/h)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI4	FL	895	555	7.746	8.301

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 2<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 2º Hip. (Hielo)	ESF. HORIZONTALES 2º Hip. (Hielo)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI4	FL	896	0	9.492	9.492

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 3<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESF. HORIZONTALES 3º Hip. (Desequilibrio)	ESFUERZO TOTAL (daN)	ESFUERZO EQUIVALENTE (daN)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI4	FL	896	0	1.424	1.424

### CÁLCULOS MECÁNICOS

#### 4<sup>a</sup> HIPÓTESIS

APOYOS		ESF. VERTICALES 4º Hip. (Rotura)	ESF. HORIZONTALES 4º Hip. (Rotura)	ESFUERZO FASE (daN)	MOMENTO TORSOR (daN.m)
NUMERO		TOTAL (daN)	TRANS.	LONG.	
TI4	FL	895	0	1.582	1.582
					2.373

## TABLA DE RESULTADOS

APOYO	TIPO APOYO	CARGA VERTICAL		1 <sup>a</sup> HIPÓTESIS		2 <sup>a</sup> HIPÓTESIS		3 <sup>a</sup> HIPÓTESIS		MOMENTO TORSOR		RESULTADO
		ESFUERZO NOMINAL APOYO (daN)	ESFUERZO RESULTANTE (daN)	ESFUERZO NOMINAL APOYO (daN)	ESFUERZO RESULTANTE (daN)	ESFUERZO NOMINAL APOYO (daN)	ESFUERZO RESULTANTE (daN)	MOMENTO NOMINAL APOYO (daN.m)	MOMENTO RESULTANTE (daN.m)			
20	30D-42D18A	3.600	3.096	10.500	5.961	11.700	2.671	14.500	4.153	5.550	2.448	CORRECTO
T1	42E151/3,5TA	4.200	1.496	4.320	1.522	5.100	560	9.600	1.469	3.420	2.448	CORRECTO
T2	42E131/3TA	4.200	1.119	2.220	1.181	2.880	324	3.750	773	2.280	1.208	CORRECTO
T3	42E131/3,5TA	4.200	1.310	2.220	1.211	2.880	430	3.750	761	2.280	1.189	CORRECTO
T4	42E131/3TA	4.200	1.259	2.220	1.535	2.880	300	3.750	755	2.280	1.180	CORRECTO
T5	42E131/3,5TA	4.200	1.326	2.220	1.550	2.880	260	3.750	757	2.280	1.184	CORRECTO
T6	42E131/3TA	4.200	1.185	2.220	1.164	2.880	480	3.750	761	2.280	1.190	CORRECTO
T7	42E131/3,5TA	4.200	1.297	2.220	1.210	2.880	570	3.750	761	2.280	1.190	CORRECTO
T8	42E151/3,5TA	4.200	1.518	4.320	1.293	5.100	216	9.600	1.448	3.420	2.414	CORRECTO
T9	42E131/3TA	4.200	1.144	2.220	1.358	2.880	252	3.750	772	2.280	1.207	CORRECTO
T10	42E131/3,5TA	4.200	1.429	2.220	1.332	2.880	360	3.750	752	2.280	1.175	CORRECTO
T11	42E131/3,5TA	4.200	1.393	2.220	1.331	2.880	360	3.750	752	2.280	1.175	CORRECTO

APOYO	TIPO APOYO	CARGA VERTICAL		1 <sup>a</sup> HIPOTESIS		2 <sup>a</sup> HIPOTESIS		3 <sup>a</sup> HIPOTESIS		MOMENTO TORSOR	
		ESFUERZO NOMINAL APOYO (daN)	ESFUERZO RESULTANTE (daN)	ESFUERZO NOMINAL APOYO (daN)	ESFUERZO RESULTANTE (daN)	ESFUERZO NOMINAL APOYO (daN)	ESFUERZO RESULTANTE (daN)	MOMENTO NOMINAL APOYO (daN.m)	MOMENTO RESULTANTE (daN.m)	MOMENTO NOMINAL APOYO (daN.m)	RESULTADO
T12	42E13/3,5TA	4.200	1.368	2.220	1.273	2.880	300	3.750	752	2.280	1.175
T13	42E13/3,5TA	4.200	1.361	2.220	1.310	2.880	120	3.750	759	2.280	1.187
T14	62S248/B12	5.940	896	15.100	8.301	16.100	9.492	16.100	1.424	8.100	2.373
											CORRECTO

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el cálculo de esfuerzos y comparándolos con los esfuerzos nominales de las torres elegidas y existentes, podemos decir que los apoyos **cumplen** todos los requisitos.

TABLA DE TENDIDO ZONA B PARA EL CONDUCTOR DE FASE LA-280

Vano	Zona	Vano (m)	Long. conductores (m)	Desnivel de conductores (m)	Reg. (m)	Vano (m)	-15°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
20-T1	B	214,32	-7,57	214,32	930	6,03	894	6,27	878	6,39	862	6,51	847	6,62	833
T1-T2	B	145,66	-3,29	172,7	892	2,85	844	3,01	823	3,09	803	3,16	784	3,24	766
T2-T3	B	166,64	-0,80	172,7	892	3,73	844	3,94	823	4,04	803	4,14	784	4,24	766
T3-T4	B	180	-4,27	172,7	892	4,35	844	4,59	823	4,71	803	4,83	784	4,95	766
T4-T5	B	186,16	0,89	172,7	892	4,65	844	4,91	823	5,04	803	5,17	784	5,29	766
T5-T6	B	174,62	-0,46	172,7	892	4,09	844	4,32	823	4,44	803	4,55	784	4,65	766
T6-T7	B	166,59	4,30	172,7	892	3,72	844	3,93	823	4,04	803	4,14	784	4,24	766
T7-T8	B	180	2,30	172,7	892	2,85	844	3,01	823	3,09	803	3,16	784	3,24	766
T8-T9	B	147,25	-3,60	183,9	881	2,94	839	3,09	821	3,16	803	3,23	786	3,30	770
T9-T10	B	187,89	4,11	183,9	881	4,79	839	5,03	821	5,15	803	5,26	786	5,38	770
T10-T11	B	201,63	1,47	183,9	881	5,52	839	5,80	821	5,93	803	6,06	786	6,19	770
T11-T12	B	187,51	1,42	183,9	881	4,78	839	5,01	821	5,13	803	5,24	786	5,35	770

Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)		-15°C		5°C		10°C		15°C		20°C		25°C		30°C		35°C		40°C	
				T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)	T (daN)	F (m)		
T12- T13	B	193,60	1,61	183,9	881	5,09	839	5,34	821	5,47	803	5,59	786	5,71	770	5,83	755	5,94	741	6,05	727	6,17	
T13- T14	B	169,75	-1,84	183,9	881	3,91	839	4,11	821	4,20	803	4,30	786	4,39	770	4,48	755	4,57	741	4,65	727	4,74	

TABLA DE TENSIONES Y FLECHAS ZONA B PARA EL CONDUCTOR DE FASE LA-280

Zona B							Tensión (50°C)				Tensión (15°C+V)	
Vano	Zona	Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)	EDS (%)	Tensión (-10°C+V) (daN)	Tensión (-15°C+H) (daN)	Tensión (daN)	Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	
20-T1	B	214,32	-7,57	214,32	1,670	10	1,360	1,670	771	7,28	1,247	6,74
T1-T2	B	145,66	-3,29	172,7	1,616	9,5	1,320	1,616	706	3,67	1,174	3,31
T2-T3	B	166,64	-0,80	172,7	1,616	9,5	1,320	1,616	706	4,80	1,174	4,33
T3-T4	B	180	-4,27	172,7	1,616	9,5	1,320	1,616	706	5,60	1,174	5,05
T4-T5	B	186,16	0,89	172,7	1,616	9,5	1,320	1,616	706	5,99	1,174	5,40
T5-T6	B	174,62	-0,46	172,7	1,616	9,5	1,320	1,616	706	5,27	1,174	4,75
T6-T7	B	166,59	4,30	172,7	1,616	9,5	1,320	1,616	706	4,80	1,174	4,33
T7-T8	B	180	2,30	172,7	1,616	9,5	1,320	1,616	706	5,60	1,174	5,05
T8-T9	B	147,25	-3,60	183,9	1,606	9,5	1,310	1,606	717	3,69	1,179	3,36
T9-T10	B	187,89	4,11	183,9	1,606	9,5	1,310	1,606	717	6,02	1,179	5,48
T10-T11	B	201,63	1,47	183,9	1,606	9,5	1,310	1,606	717	6,93	1,179	6,31
T11-T12	B	187,51	1,42	183,9	1,606	9,5	1,310	1,606	717	5,99	1,179	5,46

Vano	Zona	Zona B			EDS (%)	Tensión max. (daN)	Tensión (-10°C+V) (daN)	Tensión (-15°C+H) (daN)	Tensión (50°C)		Tensión (15°C+V)	
		Long. Vano (m)	Desnivel de conductores (m)	Vano Reg. (m)					Flecha (m)	Tensión (daN)	Flecha (m)	
T12-T13	B	193,60	1,61	183,9	1,606	9,5	1,310	1,606	717	6,39	1,179	5,82
T13-T14	B	169,75	-1,84	183,9	1,606	9,5	1,310	1,606	717	4,91	1,179	4,47

## **8.2.- Soluciones para la protección de la avifauna**

Las medidas adoptadas para la protección de la avifauna contra la colisión y electrocución en la línea aérea de MT, cumplen con el R.D. 1432/2008.

Estas medidas son de aplicación para apoyos en suspensión, amarre y otros definidos como especiales. A cada solución se le ha dado un código único de clasificación e identificación a las que se harán referencia:

- Las soluciones de apoyos con función en suspensión comienzan por “S”.
- Las soluciones de apoyos con función en amarre comienzan por “A”.
- Las soluciones de apoyos con función en especial comienzan por “ESP”.

La solución propuesta para este proyecto es la siguiente:

### **Apoyo en suspensión con crucetas en bandera.**

Solución S05: Forrado de conductores en fases superiores 1 metro a cada lado del punto de enganche, donde existe riesgo de que el ave se pose bajo el conductor. Se puede complementar con dispositivos antinidificación en apoyos puntuales.

Apoyos: T2, T3, T4, T5, T6, T7, T9, T10, T11, T12 y T13.

### **Apoyo en amarre con crucetas en bandera.**

Solución A03: Instalar aisladores tipo bastón para cumplir con la distancia de seguridad de 1 m. No es necesario el forrado. Se puede complementar con dispositivos antinidificación en apoyos puntuales.

Apoyos: T1 y T8.

### **Apoyo con derivación.**

Solución ESP-01: Forrado de todas las conexiones internas. Tratar línea general como amarre instalando aislador tipo bastón y arranque derivación con aislador tipo bastón. Apoyo: nº 20.

### **Apoyo fin de línea con pasos aéreo - subterráneos.**

Solución ESP-02: Forrado de todas las conexiones internas. En amarre línea aplicar criterio amarre utilizando aislador tipo bastón.

Solución ESP-03: Forrado de todas las conexiones internas. Tratar línea general como amarre, instalando aisladores tipo bastón y forrado conexiones internas. Proteger cualquier dispositivo sobre apoyo.

Apoyo: T14.

## **8.3.- Nivel de aislamiento y formación de cadenas**

Se proyectan los niveles de aislamiento mínimo correspondientes a la tensión más elevada de la línea, 36 kV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores que en este caso estarán formadas por elementos aislantes compuestos.

Debido a la zona por la que discurre la línea, se establece el nivel mínimo de aislamiento IV “Muy fuerte” correspondiente según CEI 815 a:

- Zonas generalmente de extensión moderada, muy próximas a la costa y expuestas a pulverización salina o a vientos las nieblas o a vientos muy fuertes y contaminantes provenientes del mar.

Se instalarán aisladores compuestos de nivel IV. Los aisladores serán del tipo U 70 AB 30 P para los conductores LA-280.

Las características de los elementos aislantes empleados serán:

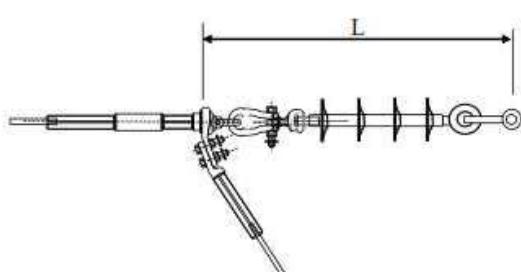
#### Aislador tipo U 70 AB 30 P

- Material ..... Compuesto
- Carga de rotura..... 7.000 daN
- Línea de fuga ..... 1120 mm
- Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto.95 kV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta..... 215 kV

#### **Formación de cadenas**

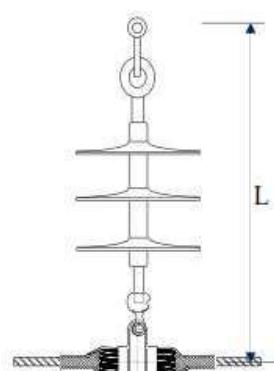
En los siguientes diagramas se indica la formación de cadenas.

#### Conductores LA-280



**Amarre Avifauna**

Und	Denominación
2	Grillete recto GN 16
1	Aislador compuesto U70 AB 30 P AL
1	Alojamiento de rótula R16/17P
1	Grapa de amarre a compresión GAC LA-280



**Suspensión normal y reforzada**

Und	Denominación
1	Grillete recto GN 16
1	Aislador compuesto U70 AB 30 P
1	Alojamiento de rótula R16/17
1	Grapa de suspensión armada GSA LA-280

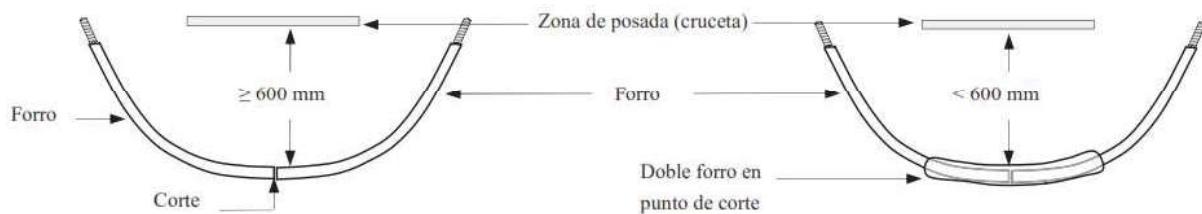
### 8.4.- Forros

Para el forrado de conductores se emplearán los referenciados en la siguiente tabla:

Designación
CUP 18-26 F

Estos elementos, son cubiertas flexibles y por tanto adecuadas para los puentes con curvatura, eliminando el riesgo de apertura intempestiva de la cubierta.

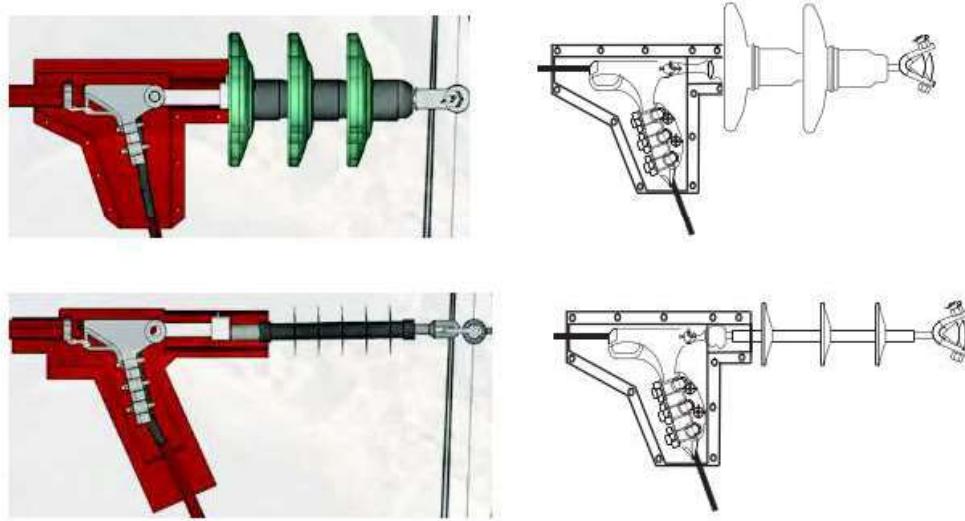
El montaje se realizará de tal manera que el puente quede instalado por dos tramos independientes y la unión de esos tramos quedará justo en la parte central del puente, eliminando así la posible acumulación de agua en su interior. En la unión de los dos tramos se colocará (optativo), si así lo exigiera la administración, otro trozo de forro que cubra esa unión por presión, de tal forma que impida su deslizamiento, tal como indica la siguiente figura:



Para el forrado de grapas se emplearán los elementos referenciados en la siguiente tabla:

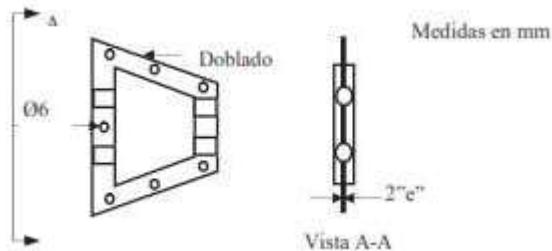
Designación	Utilización
FOGS-4	Grapa de suspensión
FOGR-4	Grapa de amarre

Los elementos para el forrado de grapas de amarre, están diseñados para cubrir la grapa y los herrajes que se encuentran entre la grapa y la parte aislante, tal y como se indica en la figura siguiente:



Para el forrado de conectores por cuña a presión se emplearán los elementos referenciados en la siguiente tabla:

Designación
FOCP



### 8.5.- Distancias de seguridad

De acuerdo con los apartados 5.4, 5.5, 5.6 y 5.7 de la ITC-LAT-07 el R.L.A.T., las separaciones entre conductores, entre éstos y los apoyos, así como las distancias respecto al terreno y obstáculos a tener en cuenta en este proyecto, son las que se indican en los apartados siguientes.

Se toman de la tabla 15 de la ITC-LAT-07 los valores correspondientes a una tensión más elevada de la red de 36 kV, correspondientes a  $D_{el} = 0,35$  y  $D_{pp} = 0,40$ .

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

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC-LAT-07 el R.L.A.T. la mínima distancia de los conductores en su posición de máxima flecha, a cualquier punto del terreno, es:

$$D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el} \text{ metros, con un mínimo de 6 m.}$$

En el presente proyecto se ha mantenido una distancia mínima al terreno de 7 metros.

#### **Separación entre conductores**

De acuerdo con el punto 5.4.1 de la ITC-LAT-07, la separación mínima entre conductores viene dada por la fórmula:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

en la cual:

D = Separación entre conductores en metros

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

K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea

F = Flecha máxima en metros

L = Longitud en metros de la cadena de suspensión

Dpp = Distancia mínima aérea especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido

Para los conductores LA-280, el coeficiente K = 0,6.

Vano	Distancia mínima reglamentaria entre conductores (m)	Distancia entre conductores (m)
20-T1	1,86	2,51
T1-T2	1,50	2,02
T2-T3	1,64	2,02
T3-T4	1,74	2,02
T4-T5	1,78	2,02
T5-T6	1,70	2,02
T6-T7	1,64	2,02
T7-T8	1,74	2,02
T8-T9	1,51	2,02
T9-T10	1,79	2,02
T10-T11	1,89	2,02
T11-T12	1,79	2,02
T12-T13	1,83	2,02
T13-T14	1,66	2,36

La separación entre conductores cumple la exigida por el Reglamento de Líneas de Alta Tensión actualmente en vigor.

### **Distancia mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y el apoyo**

De acuerdo con el punto 5.4.2 de la ITC-LAT-07 esta distancia no será inferior a Del con un mínimo de 0,35 metros.

### **Prescripciones especiales**

Para aquellas situaciones especiales, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas, con vías de comunicación, o con ríos o canales navegables o flotables, conducciones de gas, pasos sobre bosques o sobre zonas urbanas y proximidades a edificios y aeropuertos, se seguirán las prescripciones indicadas en la ITC-LAT-07 del R.L.A.T. y normas establecidas en cada caso por los organismos afectados u otra norma oficial al respecto.

### **8.6.- Apoyos**

Se instalará catorce (14) nuevos apoyos.

Los nuevos apoyos T1 y T8 serán tipo 42E151/3,5TA.

El nuevo apoyo T14 será tipo 62S248/B12.

Los nuevos apoyos T2, T4, T6 y T9 serán tipo 42E131/3TA.

Los nuevos apoyos T3, T5, T7, T10, T11, T12 y T13 serán tipo 42E131/3,5TA.

Los nuevos apoyos serán metálicos de celosía.

Los tipos de apoyos que se utilizarán en la presente instalación según el apartado 2.4.1 de la ITC-LAT-07 serán de alineación suspensión, alineación amarre, ángulo amarre, entronque y fin de línea, cuyos esfuerzos han sido calculados para garantizar claramente la estabilidad de la línea.

#### **8.7.- Armados**

Todos los armados serán en doble circuito para líneas de 30 kV.

Las crucetas estarán preparadas para además de dar la separación adecuada a los conductores, soportar las cargas verticales, longitudinales y transversales de los mismos en las hipótesis reglamentarias.

#### **8.8.- Herrajes**

Cumpliendo con lo especificado en el apartado 3.3 de la ITC-LAT-07, todos los herrajes utilizados deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura.

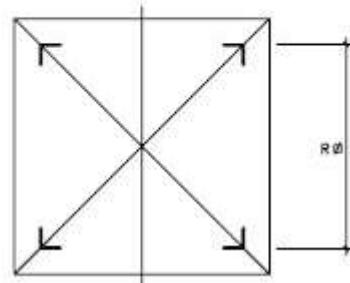
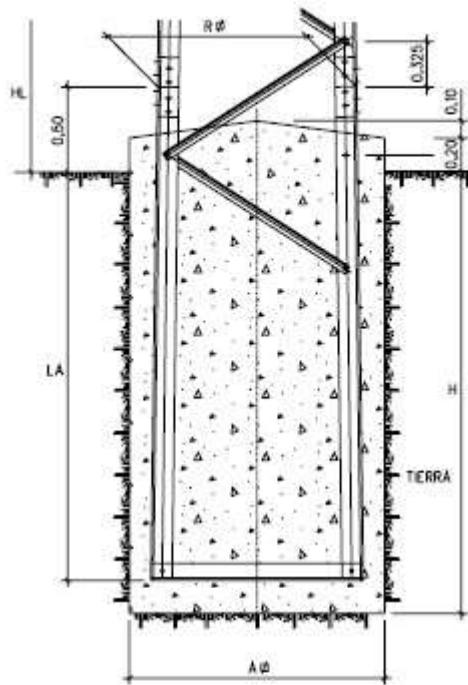
Las grapas seleccionadas serán tipo GAC LA-280 y GSA LA-280, GRAPA DE AMARRE Y SUSPENSIÓN A COMPRESIÓN PARA CONDUCTORES DE AL-AC.

La carga de rotura mínima será el 95% de la carga de rotura nominal del conductor.

#### **8.9.- Cimentaciones**

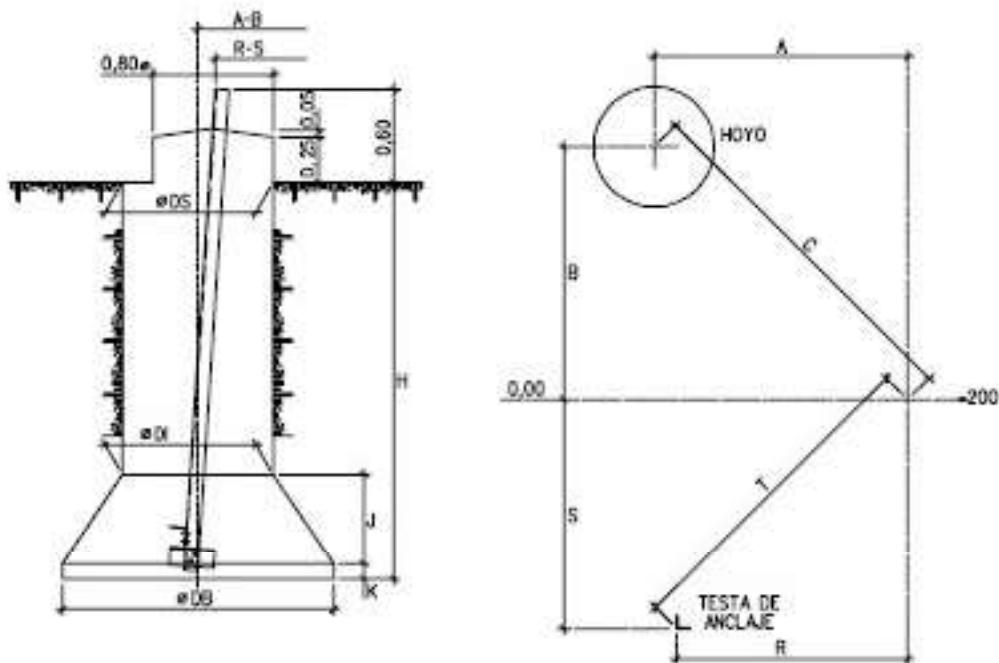
Las cimentaciones proyectadas cumplirán con lo requerido en los puntos 2.4.8 y 3.6 de la ITC-LAT-07.

La cimentación de los nuevos apoyos se realizará como se indica en las siguientes figuras.

Apoyos metálicos de celosía. Tipo serie 1

APOYO	ANCLAJE		DIMENSIÓN		CUBICACIÓN	
Designación i-DE	Long. LA(mm)	DIST. R'(mm)	A (m)	H (m)	Vol. Excav. (m <sup>3</sup> )	Vol. Horm. (m <sup>3</sup> )
42E151/3,5TA	2,75	1237	1,60	2,90	7,19	7,66
42E131/3TA	2,15	1175	1,50	2,35	5,39	5,82
42E131/3,5TA	2,25	1237	1,60	2,40	5,91	6,38

## Apoyo metálico de celosía, serie 2



APOYO		DIMENSIONES EN m						VOLUMEN POR APOYO EN m <sup>3</sup>	
TIPO	TRAMO/BASE	DS	DI Ø	DB Ø	J	K	H	EXCAV	HORM
62S248	B12	1,20	1,20	2,40	0,90	0,10	3,15	20,60	21,32

## 8.10.- Puesta a tierra

Los datos de partida son:

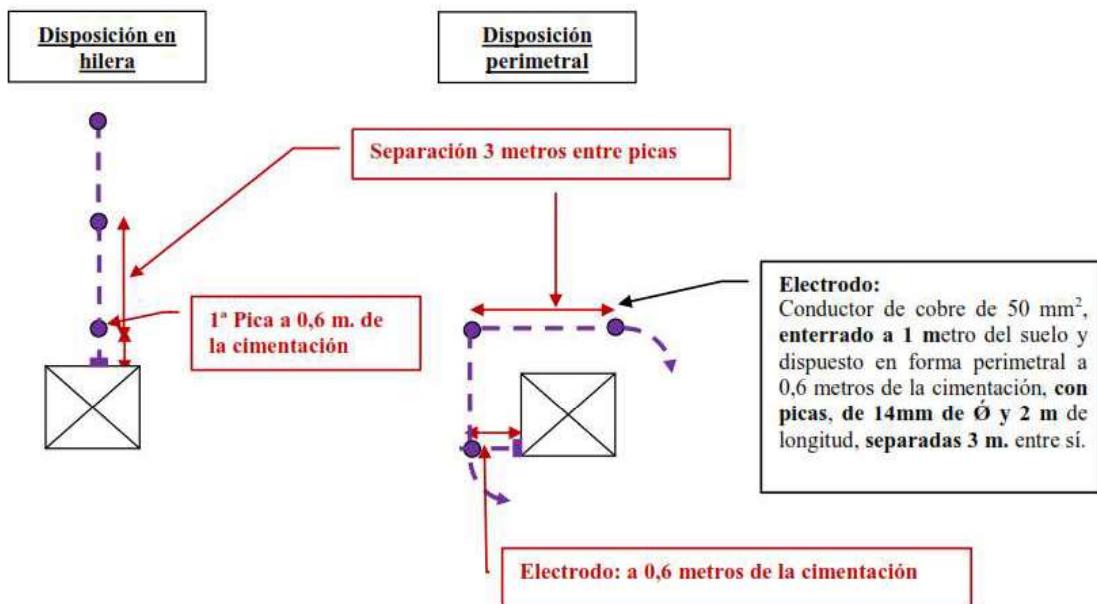
- Tensión nominal de la red:  $U_n = 30 \text{ kV}$
  - Intensidad de falta a tierra:  $I_{1F} = 9.000 \text{ A}$
  - Resistividad del terreno:  $\rho = 200 \text{ } \Omega \cdot \text{m}$
  - Características de actuación de las protecciones:  $I.t = 2200$

### Apoyos no frecuentados

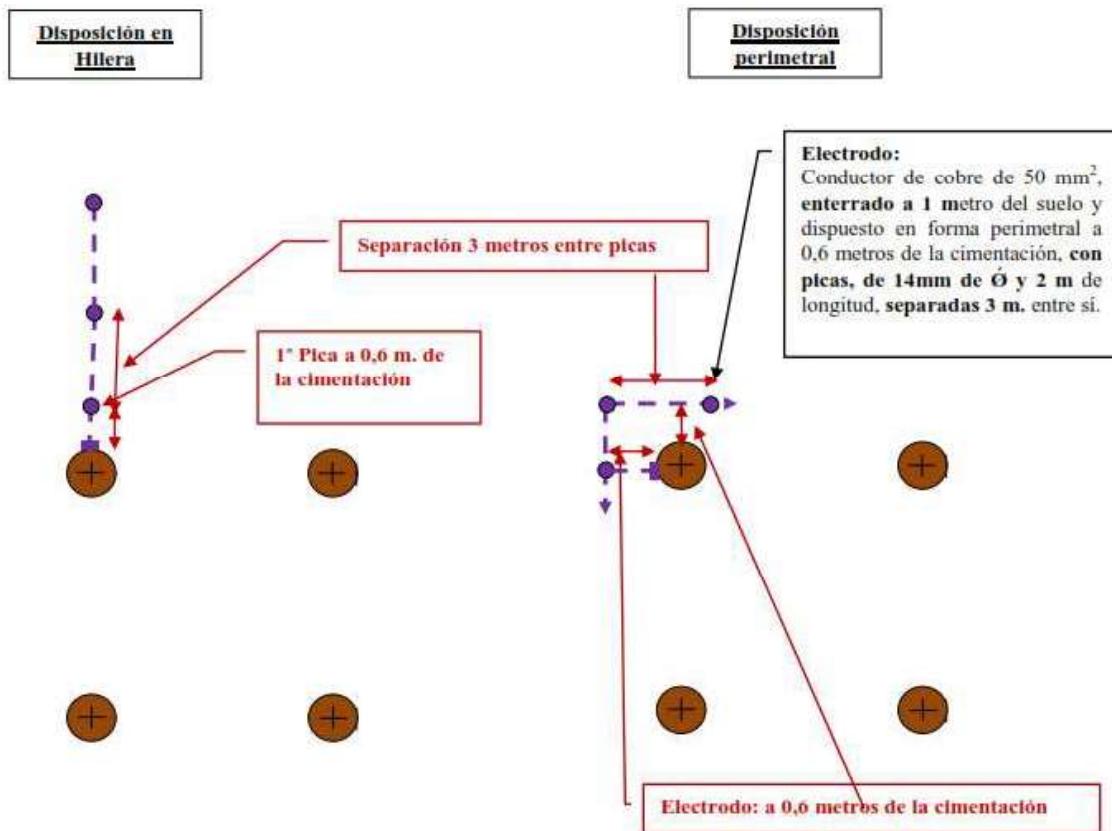
Para este caso se elige un electrodo **CPT-LA-F+2P2**, formado por dos picas cuyo coeficiente  $kr$ , indicado en la tabla 7 de la MT 2.22.05, tiene por valor:

$$K_r = 0,183 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

## Nuevos apoyos T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11, T12 y T13.



## Nuevos apoyos T14.



(Ejemplo con 3 picas, la configuración utilizada en el presente proyecto es con 2 picas)

La resistencia de tierra:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0,183 \cdot 200 = 36,60 \Omega$$

La reactancia equivalente de la subestación:

$$X_{LTH} = 2,117 \Omega$$

Cálculo de la intensidad de p.a.t.:

$$I'_{1F} = \frac{1,1 \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{LTH}^2 + R_t^2}} = \frac{1,1 \cdot 30000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{2,117^2 + 36,60^2}} = 519,69 A$$

La protección automática, instalada para el caso de faltas a tierra, para la intensidad máxima de defecto a tierra ( $I1F=9.000A$ ), actúa en un tiempo:

$$t = \frac{2200}{9000} = 0,24 \text{ seg} < 1 \text{ seg}$$

Para un valor de la intensidad de defecto de 171,06A, el tiempo de actuación de la protección será:

$$t = \frac{2200}{519,69} = 4,23 \text{ seg} < 10 \text{ seg}$$

En nuestro caso, con la característica proporcionada de las protecciones se cumple, tal como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, que:

El tiempo de actuación de las protecciones es inferior a 1 s (para la corriente máxima de defecto a tierra).

El electrodo utilizado, con valor de resistencia de puesta a tierra menor o igual de 75  $\Omega$ , es válido para garantizar la actuación automática de las protecciones en caso de defecto a tierra.

## **9.- CARACTERISTICAS TÉCNICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA**

### **9.1.- Líneas**

Clase de corriente:	<b>Alterna trifásica</b>
Frecuencia:	<b>50 Hz</b>
Tensión nominal:	<b>30 kV</b>
Tensión más elevada para el material:	<b>36 kV</b>
Categoría de la red:	<b>Según UNE 211435 A</b>

## **9.2.- Conductores eléctricos tipo HEPRZ1 (AS) 1 x 630 mm<sup>2</sup> Al y HEPRZ1 1 x 630 mm<sup>2</sup> Al.**

Como conductor de la línea subterránea se utilizará cable **HEPRZ1 (AS)** de Aluminio de **1 x 630 mm<sup>2</sup>** de sección.

Las principales características serán:

<b><u>Clase A</u></b>	
- Tensión nominal	<b>18/30 kV</b>
- Tensión más elevada	<b>36 kV</b>
- Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	<b>170 kV</b>
- Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial	<b>70 kV</b>

Las características esenciales son:

Conductor:	Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228.
Pantalla sobre el conductor:	Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
Aislamiento:	Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
Pantalla sobre el aislamiento:	Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
Cubierta:	Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Cubierta no propagadora del incendio tipo (AS).
Tipos seleccionados:	Los reseñados en la siguiente tabla.

Tipo Constructivo	Tensión nominal kV	Sección Conductor mm <sup>2</sup>	Sección Pantalla mm <sup>2</sup>
HEPRZ1 (AS)	18/30	630	25

Algunas otras características más importantes son:

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia máx. a 105°C Ω /km	Reactancia Por fase Ω /km	Capacidad μ F/km	Intensidad A
630	18/30	0,062	0,096	0,443	590

Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito (t < 5s): 250°C

### **9.3.- Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores**

En la siguiente tabla, se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Estas intensidades se han calculado según UNE 21192, considerando como temperatura inicial  $\theta_i$ , la temperatura máxima en servicio permanente indicada en el apartado anterior y como temperatura final la de cortocircuito de 250°C,  $\theta_{cc}$ . En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).

En estas condiciones:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

En dónde:

I = corriente de cortocircuito, en amperios

S = sección del conductor, en mm<sup>2</sup>

K = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito

t<sub>cc</sub> = duración del cortocircuito, en segundos

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de tcc distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad tabulado para tcc=1s.

Si por otro lado interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial  $\theta_i$ , diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente  $\theta_s$ , basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección.

$$\sqrt{\frac{\ln\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_i + \beta}\right)}{\ln\left(\frac{\theta_{cc} + \beta}{\theta_s + \beta}\right)}}$$

Donde  $\beta=228$  para el aluminio.

En la siguiente tabla se indican las densidades máximas admisibles de la corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm<sup>2</sup>, de los cables aislados con etileno propileno de alto módulo (HEPR).

Tipo de aislamiento	Sección mm <sup>2</sup>	Incremento de temperatura	Duración del cortocircuito, tcc en segundos									
			0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
HEPR	630	145	281	199	162	126	89	73	63	56	51	

#### **9.4.- Intensidades de cortocircuito admisibles en las pantallas**

En la tabla se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior de HEPR (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1)
- Temperatura inicial pantalla: 85º C
- Temperatura final pantalla: 180º C

Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA.

Sección Pantalla	Duración del cortocircuito, t en s									
	mm <sup>2</sup>	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01	

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 211003, aplicando el método indicado en la norma UNE 21192.

#### **9.5.- Intensidades admisibles del conductor**

A la intensidad máxima admisible del conductor de 630 mm<sup>2</sup> que es de 590 A, hay que aplicarle unos coeficientes de corrección debido a que hay que tener en cuenta cada una de las magnitudes de la instalación real. Los coeficientes a aplicar con los siguientes:

Cables enterrados directamente en tierras cuya temperatura es distinta de 25ºC (Cf)

En nuestro caso al estar bajo tubo, el coeficiente es 1.

Cables enterrados directamente en terrenos de resistividad térmica distinta de 1,5 K.m/W (Cp)

Se considera que el terreno por el que transcurre la línea es poco húmedo; por lo que, el valor de resistividad térmica que le corresponde es 0,85 K.m/W. Para este valor de resistividad térmica el factor de corrección que tomaremos será de 1,14.

Por distancias entre ternos de cables unipolares agrupados bajo tierra (Cd)

Número de ternos adyacentes	2	3	4	5	6	7	8	9	=>10
Factor de corrección	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49

Por la canalización en el caso más desfavorable discurrirán dos ternos, por lo que el factor de corrección es de 0,80.

Cables directamente enterrados bajo tubo a diferentes profundidades (Ch)

Profundidad (m)	0,60	0,80
Factor de corrección	1,06	1,03

Teniendo en cuenta el caso más desfavorable a lo largo del tendido de las líneas consideramos el factor de corrección de 1,06.

## 9.6.- Cálculos eléctricos

Intensidad máxima admisible y Potencia máxima (por circuito)

Se calcula la potencia máxima de la línea subterránea teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables que se dan a lo largo del recorrido:

$$I_{1,max} = I_1 x C_f x C_p x C_d x C_h = 590 x 1 x 1,14 x 0,8 x 1,06 = 570,36 A$$

$$P = \sqrt{3} x 30 x 570,36 x 0,9 = 26.673,32 kW$$

Caída de tensión (por circuito)

La sección de los cables se determinará en función de que la caída de tensión, en el punto más desfavorable, no sea superior al 5%.

La caída de tensión relativa, en tanto por ciento de la tensión compuesta,  $\Delta U\%$ , será:

$$\Delta U = \sqrt{3} x I x (R \cos \phi + X \sin \phi) x L$$

Tramo entre la ST Elgea (3204) y el apoyo existente nº 1 (116 metros)

$$\Delta U = \sqrt{3} x 570,36 (0,062 x 0,9 + 0,096 x 0,435) x 0,116$$

$$\Delta U = 11,18$$

$$\Delta U\% = \frac{100x\Delta U}{U}$$

$$\Delta U\% = \frac{100x11,18}{30000} = 0,04\% < 5\% \rightarrow Cumple la condición$$

Tramo entre el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) y el nuevo apoyo T14 (39 metros)

$$\Delta U = \sqrt{3}x570,36 (0,062x0,9 + 0,096x0,435)x0,039$$

$$\Delta U = 3,76$$

$$\Delta U\% = \frac{100x\Delta U}{U}$$

$$\Delta U\% = \frac{100x3,76}{30000} = 0,012\% < 5\% \rightarrow Cumple la condición$$

Tramo entre el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) y el apoyo existente nº 128 (85 metros)

$$\Delta U = \sqrt{3}x570,36 (0,062x0,9 + 0,096x0,435)x0,085$$

$$\Delta U = 8,19$$

$$\Delta U\% = \frac{100x\Delta U}{U}$$

$$\Delta U\% = \frac{100x8,19}{30000} = 0,03\% < 5\% \rightarrow Cumple la condición$$

### Pérdida de potencia (por circuito)

La pérdida de potencia relativa en tanto por ciento  $\Delta P\%$ , por efecto Joule, será:

$$\Delta P\% = \frac{PxLxR}{10xU^2x\cos^2\varphi}$$

Tramo entre la ST Elgea (3204) y el apoyo existente nº 1(116 metros)

$$\Delta P\% = \frac{26.673,32x0,116x0,062}{10x30^2x0,9^2}$$

$$\Delta P\% = 0,03\%$$

Tramo entre el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) y el nuevo apoyo T11 (39 metros)

$$\Delta P\% = \frac{26.673,32x0,039x0,062}{10x30^2x0,9^2}$$

$$\Delta P\% = 0,009\%$$

Tramo entre el nuevo CMS “Arrikruz” (901354600) y el apoyo existente nº 128 (85 metros)

$$\Delta P\% = \frac{26.673,32x0,085x0,062}{10x30^2x0,9^2}$$

$$\Delta P\% = 0,02\%$$

### **9.7.- Canalizaciones**

La nueva canalización subterránea tendrá una profundidad de 0,60 metros de la rasante del terreno a la parte superior del tubo en tierra.

Antes del tendido se eliminará del interior de todos los tubos, incluido el multitubo para los cables de control y comunicaciones, la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar los tubos en las arquetas correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

La nueva canalización puede verse en los planos incluidos en el apartado Planos.

### **9.8.- Sistema de puesta a tierra**

#### Puesta a tierra de cubiertas metálicas

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

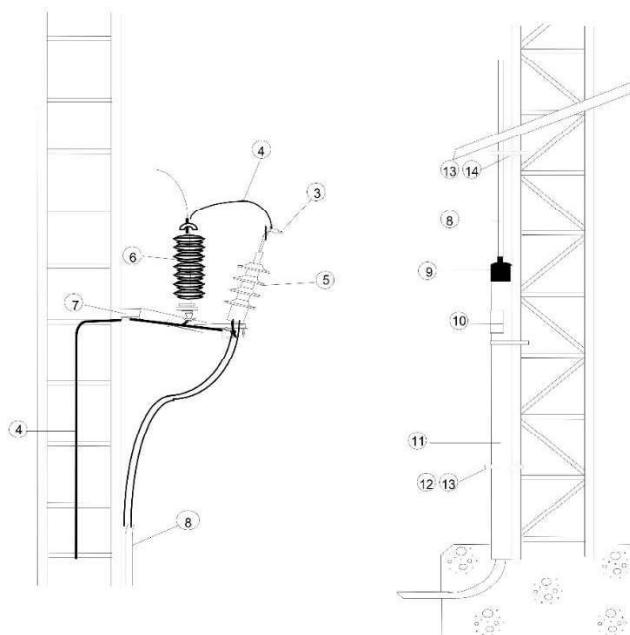
### **9.9.- Entronque aéreo-subterráneo**

En la unión del cable subterráneo con la línea aérea se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálico. Estos pararrayos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.
- El cable subterráneo, en la subida a la red aérea, irá protegido por un tubo de acero galvanizado, que se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 2,5m. En el tubo se alojarán las tres fases y su diámetro interior será 1,5 veces el de la terna de cables, con un mínimo de 15cm.



A continuación, se muestra un detalle del entronque aéreo-subterráneo:



NUM	DENOMINACIÓN ELEMENTO	CANTIDAD
3	Punto fijo de puesta a tierra	3
4	Cable Cu desnudo C50	6
5	Terminal exterior	3
6	Pararrayos de óxido metálico	3
7	Soporte terminal/ pararrayos con envolvente polimerizado	1
8	Cable aislado	1
9	Capuchón de protección	1
10	Identificación de la linea	1
11	Tubo de acero para protección	1
12-13	Anclaje/Abrazadera sujeción de tubos	2
13-14	Anclaje/Abrazadera sujeción de cable	S/altura

Nota.- Los apoyos están dibujados a título informativo. Este dibujo trata de exponer la forma de la conexión a efectuar con un cable subterráneo.

## **10.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

El centro de transformación está diseñado por elementos de buen funcionamiento y seguridad, de acuerdo con el MT 2.03.20 “Normas Particulares para Instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión”, por lo que no se describen exhaustivamente en este proyecto.

### **10.1.- Elementos constitutivos del Centro de maniobra de reparto**

Los elementos constitutivos del CMR son:

- Envoltura prefabricada de hormigón
- Celdas de AT: (2L+EB+1P +6L) SF6
- Transformador: 1x50 kVA
- Cuadros de BT: 1xCGBT 5 salidas
- Armario de telegestión y comunicaciones

- Fusibles Limitadores de AT
- Interconexión celda-transformador
- Interconexión transformador-cuadro de BT
- Instalación de puesta a tierra (PaT)
- Señalización y material de seguridad
- Esquemas eléctricos
- Planos generales

El CRM deberá incorporar los elementos necesarios (equipos de telegestión, comunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc.) que permitan implantar los sistemas de telegestión y telemedida, según se establece en el RD 1110/2007 de 24 de agosto y en la Orden ITC 3860/2007 de 28 de diciembre, adecuados a las características de la red de i-DE.

#### **10.1.1.- Envoltorios Prefabricados de Hormigón**

Será una envoltura del tipo EP (envoltura prefabricada) PFU-7 de Ormazabal.

Cumplirá con las características generales especificadas en el documento NI 50.40.04 "Envoltorios prefabricados de hormigón para Centros de Transformación de Superficie".

##### Dimensiones

Las dimensiones del PFU-7 son de 8080 mm de longitud x 2380 mm de fondo x 2790 mm de altura vista sobre el terreno.

El espacio destinado a la telegestión y comunicaciones deberá quedar adecuadamente identificado y previsto en la pared de la envoltura, a una altura superior a 1 m respecto al suelo, para poder instalar los equipos fácilmente.

La envoltura deberá poder albergar cualquier equipo calificado en su respectivo documento NI, teniendo en cuenta las distancias de separación que se especifican en la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta Tensión.

#### **10.1.2.- Celdas de Alta Tensión**

En el interior del PFU-7, se instalarán 8 celdas de línea(8L), 1 celda de protección (1P) y 1 celda de enlace de barras (1EB). Todas telemandadas con aislamiento y corte en SF6.

Las celdas cumplirán lo especificado en el documento NI 50.42.11 "Especificación Particular - Celdas de alta tensión bajo envoltura metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico de SF6, para CT".

Las celdas deberán estar fijadas al suelo.

La disposición de las celdas dentro de la EP cumplirá las instrucciones de instalación del fabricante de las celdas, respetándose las distancias necesarias para la salida y expansión de los gases en caso de arco interno en la celda.

Las celdas no ocuparan los espacios previstos para los equipos de telegestión, supervisión y comunicaciones.

#### **10.1.3.- Transformador de MT/BT**

Se instalarán un transformador de las siguientes características:

##### Transformador

Potencia	50 kVA
Tensión primaria	30.000 V
Tensión secundaria	220/380V
Dieléctrico	Aceite mineral
Construcción	Interior

El transformador que se debe utilizar en este tipo de centros están recogidos en la Norma NI 72.30.00 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión".

La monitorización de evolución de cargas en tiempo real se realizará mediante la funcionalidad de los armarios de telegestión.

#### **10.1.4.- Cuadro de B.T.**

Se instalará un cuadro general de baja tensión de 5 salidas.

El cuadro cumplirá lo especificado en la Norma NI 50.44.03 “Cuadro de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para centros de transformación de interior”, y serán de acometida vertical.

El cuadro deberá estar fijados al suelo.

#### **10.1.5.- Fusibles limitadores de AT**

Los fusibles limitadores a instalar en las celdas deben ser de los denominados “Fusibles fríos” y sus características están recogidas en la Norma NI 75.06.31 “Fusibles limitadores de corriente asociados para alta tensión hasta 36 kV. (Cartuchos Fusibles)”.

#### **10.1.6.- Interconexión Celda-Trafo**

La conexión eléctrica entre la celda y el transformador se realizará con cable unipolar seco de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección y del tipo HEPRZ1 (AS), empleándose la tensión asignada del cable 18/30 kV para tensiones asignadas hasta 36 kV.

Las especificaciones técnicas de los cables están recogidas en el documento NI 56.43.01 “Especificaciones Particulares - Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 30 kV”.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 36 kV/400 A.

Las especificaciones técnicas de los terminales enchufables están recogidas en el documento NI 56.80.02 “Especificaciones Particulares - Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco”.

#### **10.1.7.- Interconexión Trafo-Cuadro de BT**

La conexión eléctrica entre el transformador y el cuadro de BT se realizará con cable unipolar de 240 mm<sup>2</sup> de sección, con conductor de aluminio tipo XZ1 (AS)-Al y 0,6/1 kV, especificado en el documento NI 56.37.01 “Especificación Particular - Cables unipolares XZ1-Al con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV”.

El número de cables será siempre de 3 por fase y 2 para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminaciones monometálicas (de uso bimetálico) tipo CTPT-150/240 o tipo TMC-240, especificadas en el documento NI 56.88.01 “Especificación Particular - Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV”.

La interconexión deberá ir sujeta de forma que no se transmitan esfuerzos a las bornas del transformador. No se deberá anclar la interconexión a paredes o techo, para evitar la posible transmisión de vibraciones.

#### **10.1.8.- Equipos de telegestión**

Los equipos para automatización de red, telegestión y comunicaciones se instalarán tal como se especifica en el MT 3.51.20 “Especificaciones particulares para Sistema de Telegestión y Automatización de Red. Instalación en Centros de Transformación”.

#### **10.1.9.- Instalación de puesta a tierra**

Los cálculos y requisitos para la instalación de puesta a tierra se encuentran definidos en el MT 2.11.33 “Especificaciones Particulares para el Diseño de puestas a tierra para Centros de Transformación, de tensión nominal  $\leq 30$  kV”.

En lo referente a las líneas de puesta a tierra, electrodo, las conexiones a realizar y la acera perimetral se deberán cumplir los siguientes aspectos:

A la línea de tierra de protección del CRM, se conectarán:

- Armaduras de las envolventes prefabricadas.

- La carcasa metálica del cuadro de Baja Tensión, las envolventes metálicas de la aparamenta de MT conectada al cable de tierra por dos puntos.
- Pantallas del cable HEPRZ1, de llegada y salida de las líneas de MT.
- Las puertas y rejillas, en el caso de que sean metálicas.
- Cualquier armario metálico instalado en el CRM, así como los armarios de telegestión y comunicaciones.

Para conectar estos elementos con la caja de seccionamiento del sistema de puesta a tierra de protección se empleará cable desnudo de aleación de aluminio D110.

Para la línea de tierra de servicio, para conectar el neutro de BT con la caja de seccionamiento de servicio se empleará cable aislado de aluminio de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Todos los conductores que van enterrados (el propio electrodo y la parte de la línea de tierra que conecta el electrodo, hasta la caja de seccionamiento) serán de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>.

El electrodo de puesta a tierra de protección, estará formado por un anillo perimetral de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, enterrado a 0,5 m de profundidad, y separado 1 m de las paredes del CRM. Este cable saldrá de la caja de seccionamiento de protección del CRM, estando incluida su conexión con la caja y sellado del pasacables por donde sale el cable desde el CRM a la zona enterrada. Para cerrar el anillo se utilizará una grapa de conexión para cable de cobre. En las esquinas y punto medios de cada lado del anillo se colocará una pica cilíndrica, de acero cobrizado, de 14 mm de diámetro y de 2 m de longitud (13 picas en total). Los anillos de ambos centros se unirán en la cara que comparten.

En el exterior del CRM, desde sus paredes hasta 1,2 m del mismo, se construirá una acera perimetral de hormigón de 15 cm de espesor. Esta acera contendrá en su interior un mallazo electrosoldado.

Cualquier conducción que llegue desde el exterior del CRM (comunicaciones, etc.) deberá poseer un nivel de aislamiento a tensión asignada de corta duración a frecuencia industrial, como mínimo, de 10 kV (valor eficaz durante 1 minuto).

#### **10.1.9.1- Ejecución de la Puesta a Tierra**

Datos necesarios:

- Tensión nominal de la red:  $U_n = 30 \text{ kV}$
- Intensidad de falta a tierra:  $I_{1F} = 5.000 \text{ A}$
- Resistividad del terreno:  $\rho = 200 \text{ } \Omega \cdot m$
- Características de actuación de las protecciones:  $I'_{1F} \cdot t = 2200$
- Tipo de pantallas: conectada
- Número de Centros / Apoyos conectados a través de pantallas: N=14

## **Tierra de protección para PFU-7**

### **Consideración de calzado**

- Electrodo utilizado:

**CPT-CT-A-(4x9)+8P2**

$$K_r = 0,06192 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

$$K_r' = 0,088 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

- Resistencia de tierra del CT:

$$R_T = K_r \cdot \rho = 0,06192 \cdot 200 = 12,38 \Omega$$

- $r_E$ :

$$R_{pant} = \frac{\rho \cdot K_r'}{N} = \frac{200 \cdot 0,088}{14} = 1,26 \Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{12,38 \cdot 1,26}{12,38 + 1,26} = 1,14 \Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{1,14}{12,38} = 0,09 \Omega$$

- Reactancia equivalente de la subestación:

$$X_{LTH} = 3,81 \Omega$$

- Cálculo de la intensidad de la corriente de defecto a tierra:

$$I'_{1fp} = \frac{1,1 \cdot U_n}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{\left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2 + R_T^2}} = \frac{1,1 \cdot 30000}{0,09 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{\left(\frac{3,81}{0,09}\right)^2 + 12,38^2}} = 4.799,64 A$$

- Cumplimiento del requisito correspondiente a la tensión de contacto.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión contacto en el exterior, se emplazará en la superficie, una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de las paredes del Centro de Maniobra de Seccionamiento. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no

superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del Centro de transformación.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de contacto en el interior, así como la tensión de paso sobre el techo del Centro de Transformación, tanto en el piso como en el techo del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formado una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior, y tensión de paso exterior encima del Centro de Transformación. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación.

- Con los dos pies en el terreno:

$$K_{p.t-t} = 0,01260 \frac{V}{A \cdot (\Omega \cdot m)}$$

$$U'_{p1} = K_{p.t-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1Fp} = 0,01260 \cdot 200 \cdot 0,09 \cdot 4.799,64 = 1.088,56 V$$

- Con un pie en la acera y el otro en el terreno:

$$K_{p.a-t} = 0,02980 \frac{V}{A \cdot (\Omega \cdot m)}$$

$$U'_{p2} = K_{p.a-t} \cdot \rho \cdot r_E \cdot I'_{1Fp} = 0,02980 \cdot 200 \cdot 0,09 \cdot 4.799,64 = 2.574,53 V$$

- Determinación de la tensión máxima aplicada a la persona.

- Con los dos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{Z_b}} \quad (V)$$

$$U'_{pa1} = \frac{1.088,56}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 200}{1000}} = 175,57 V$$

- Con un pie en la acera y el otro en el terreno:

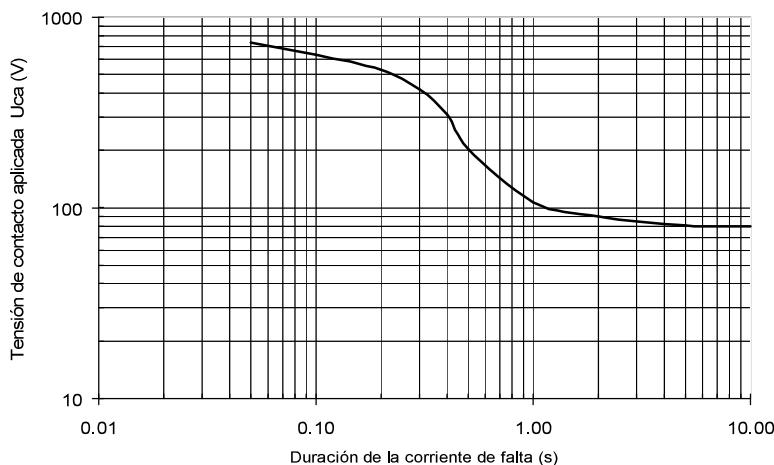
$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s^*}{Z_b}} \quad (V)$$

$$U'_{pa2} = \frac{2.574,53}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 176,34 \text{ V}$$

- Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones).

$$t = \frac{2200}{I'_{1F}} = \frac{2200}{4.799,64} = 0,46 \text{ s}$$

- Determinación de la tensión de paso admisible establecida por el RAT.



Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada  $U_{ca}$  en función de la duración de la corriente de falta.

Según la figura anterior, como  $U_{pa} = 10.U_{ca}$ , el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a 2.464 V, para el tiempo especificado de 0,46 s.

Duración de la corriente de falta, t <sub>f</sub> (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U <sub>ca</sub> (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
0.60	185
0.70	165
0.80	146
0.90	126
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

- Verificación del cumplimiento con la tensión de paso.

Como,  $U'_{pa} = 175,57 \text{ V} < 2.464 \text{ V}$  y  $U'_{pa2} = 176,34 \text{ V} < 2.464 \text{ V}$ , el electrodo considerado, **CPT-CT-A-(4x9)+8P2, cumple con el requisito reglamentario**. Además el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor  $R_T = 12,61\Omega$ , valor inferior al exigido, de  $60 \Omega$ .

### Tensión que aparece en la instalación

$$V = I'_{1FP} \cdot R_{TOT} = 4.799,64 \cdot 1,14 = 5.471,59 \text{ V}$$

Como  $V=5.471,59 \text{ V} < 10.000 \text{ V}$  el electrodo considerado, **CPT-CT-A-(4x9)+8P2, cumple con el requisito establecido por i-DE**.

Además, con objeto de dejar la superficie de los dos PFU con la misma equipotencialidad, la tierra de protección proyectada en ambos se unirá mínimo en 3 puntos.

### Sistema de puesta a tierra de servicio

Se instalarán cuatro picas de 2 metros de longitud y de 14 mm de diámetro, formando una hilera. Las picas de puesta a tierra de servicio están separadas entre sí 3 metros.

Calculamos la resistencia de puesta a tierra de servicio, que será:

#### Selección del electrodo tipo

Estará dispuesto en hilera, separación de electrodos.....3 metros

Sección del conductor de cobre desnudo..... $50 \text{ mm}^2$

Profundidad del electrodo.....0,5 metros

Número de picas.....4

Electrodo seleccionado según código.....5/42

El parámetro característico para la resistencia será:

$$Kr = 0,06192 \Omega /(\Omega \text{ m})$$

El valor de la resistencia de puesta a tierra del neutro será:

$$R_m = Kr \cdot \rho = 0,06192 \cdot 200 = 12,38 \Omega$$

La resistencia de puesta a tierra de servicio es inferior a  $60 \Omega$  por lo que se puede considerar como correcto el sistema de tierras de servicio.

La distancia mínima de separación entre la tierra de servicio y de protección viene definida por la expresión:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{200 \cdot 441,97}{2000 \cdot \pi} = 14,07 \text{ m}$$

En el presente proyecto se ha mantenido una separación mínima entre la tierra de servicio y la de protección de 14,07 metros.

#### **10.1.10.- Señalización y material de seguridad**

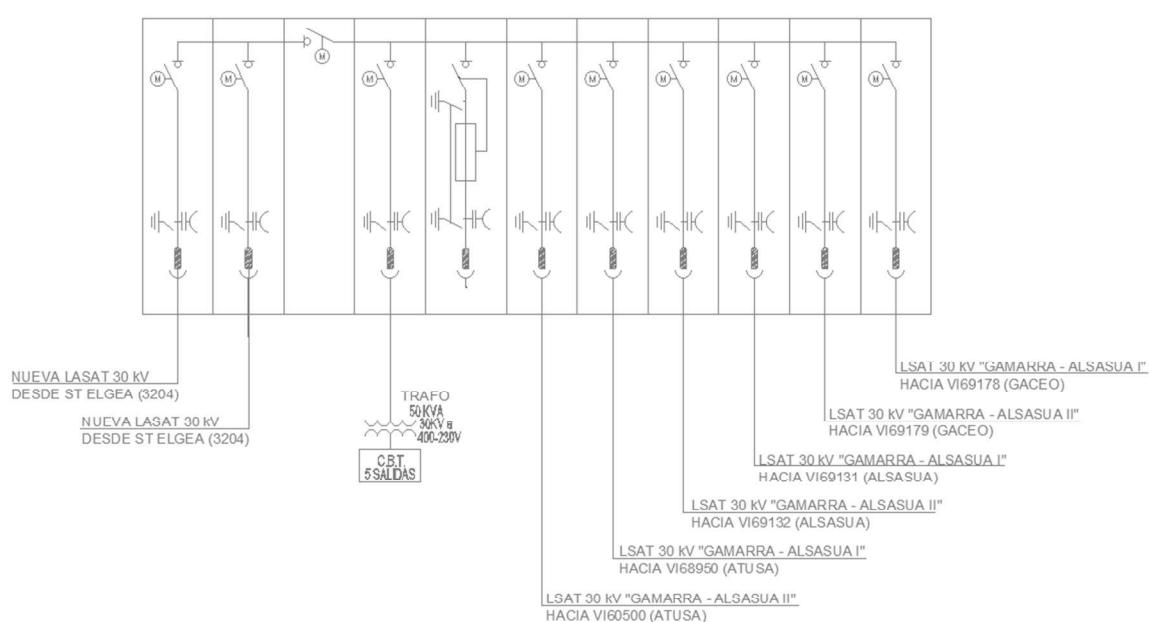
El CRM dispondrá de los siguientes elementos de seguridad:

- Banqueta aislante para la correcta ejecución de las maniobras, pudiendo tomar como referencia el documento informativo la NI 29.44.08 “Banquetas aislantes para maniobra” u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes).
- Señalización de seguridad: se dotarán señal de riesgo eléctrico, señal de acceso a Centro de Transformación, cartel de primeros auxilios, cartel de las cinco reglas de oro, cartel de uso obligatorio de los EPI, cartel de teléfonos de emergencia, cartel de posibles riesgos, etc., y se llenarán los carteles de teléfonos de emergencia y posibles riesgos asociados a la instalación. Se podrá tomar como referencia para estas señalizaciones el Anexo D del documento informativo MO.07.P2.11, u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes).
- Carteles de identificación y rotulado de centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección. Puede tomarse como referencia lo que se especifica en el MT 2.10.55. “Criterios de identificación y rotulado de los centros de transformación y sus elementos de maniobra y protección” u otras referencias o especificaciones normativas (normas UNE o equivalentes).

#### **10.1.11.- Esquemas eléctricos**

El esquema del Centro será:

CELDA 2L+E+P+6L TELEMANDADAS



## 10.2.- Limitación de los campos magnéticos

De acuerdo a la ITC-RAT 14 en su apartado 4.7 es necesario comprobar que los campos magnéticos generados por la instalación de alta tensión no superan los valores establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

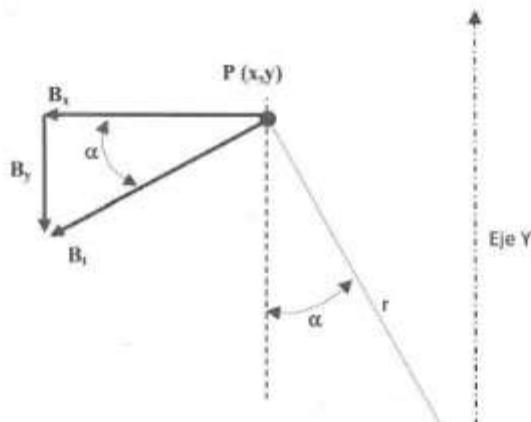
El Real Decreto establece sus límites en:

- Inferior a  $100 \mu\text{T}$  para el público en general
- Inferior a  $500 \mu\text{T}$  para los trabajadores (Exposición laboral)

Para calcular el valor eficaz del campo magnético en un punto cuando no existe ningún apantallamiento magnético se puede emplear la tradicional ley de Biot-Savart. Si se mantiene la misma geometría e intensidad de corriente que en los cálculos, el valor obtenido aplicando esta ley será idéntico al que se mediría con un gausímetro.

Así, el valor eficaz del campo magnético en un punto  $P(x_i, y_i)$ , creado por la corriente  $I$  (valor eficaz de una corriente sinusoidal a la frecuencia de 50 Hz), que circula por un conductor situado a una distancia  $r$  del punto  $P$ , puede ser determinada mediante la expresión:

$$B = \mu_0 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot r} \text{ Teslas}$$



La dirección del campo magnético,  $B_t$ , en el punto  $P(x_i, y_i)$ , es perpendicular a la línea que une el conductor con el punto  $P$  donde se quiere calcular el campo.

A frecuencia de 50 Hz la intensidad del campo magnético decrece rápidamente con la distancia a la fuente, por ello, la medida más inmediata y eficaz adoptada es el alejamiento respecto a la fuente.

Teniendo en cuenta la dirección de los ejes  $(x, y)$ , las componentes horizontal,  $B_x$ , y vertical  $B_y$ , del campo magnético quedan definidas por las ecuaciones siguientes:

$$B_x = -2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \frac{y}{r^2} \text{ Teslas} \quad B_y = -2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \frac{x}{r^2} \text{ Teslas}$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

El total de campo magnético seria el siguiente:

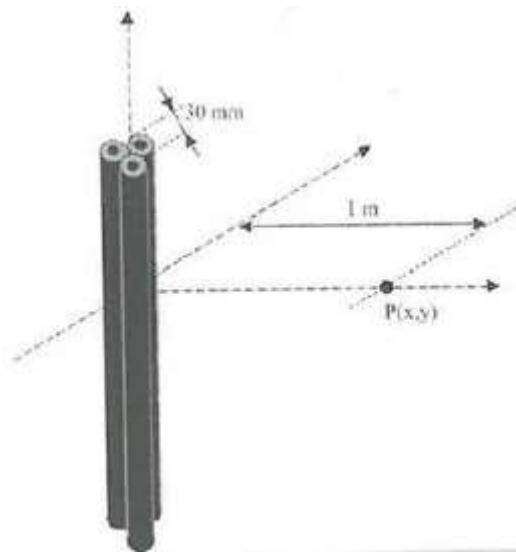
$$B_t = \sqrt{Bx^2 + By^2}$$

El cálculo del campo magnético en un punto P (x, y), por varios conductores se realizará por superposición del campo magnético producido por cada conductor independientemente.

El valor eficaz del campo magnético,  $B_t$ , en un punto P (x, y), creado por las corrientes ( $I_1, I_2, I_3, \dots, I_k$ ), que circulan por k conductores, situado cada uno a una distancia  $r$  del punto P, tiene por expresión:

$$B_t = \sqrt{|Bx^2| + |By^2|}$$

$$B_x = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{I_i \cdot y_i}{x_i^2 + y_i^2} \text{Teslas} \quad B_y = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{I_i \cdot x_i}{x_i^2 + y_i^2} \text{Teslas}$$



Aplicando las expresiones anteriores para la geometría proyectada con separación entre conductores de 30 mm, y suponiendo sistema trifásico equilibrado y una longitud de conductores infinita se obtienen los valores de campo magnético. Los conductores en el interior del local irán dispuestos en tresbolillo en contacto ya que en esa disposición se reduce el campo magnético.

Para calcular el campo magnético en el punto medio situado entre tres corrientes equilibradas deberemos aplicar el principio de superposición. Esto implica que en primer lugar hay que determinar el campo magnético creado por cada una de las corrientes en dicho punto medio.

En el caso del presente proyecto se instala un nuevo transformador de 50 kVA, cuyas intensidades serán:

- Intensidad en primario: 0,96 A.
- Intensidad en secundario: 72,17 A.

Utilizando la expresión del campo generado por una corriente rectilínea infinita con  $I_1, I_2, I_3 = 0,96$  A cada una en Alta Tensión y  $I_1, I_2, I_3 = 72,17$  A en Baja Tensión, considerando la intensidad máxima admisible en los conductores de AT y de BT y con una distancia entre el punto donde se quiere medir el campo magnético y el conductor de 2 metros, aplicando la Ley de Biot – Savart.

- El campo magnético creado por los cables de Alta tensión es el siguiente:
- 

$$B(AT) = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2 \cdot \pi \cdot d_1} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,96}{2 \cdot \pi \cdot 2} = 0,096 \mu T$$

- El campo magnético creado por los cables de Baja tensión es el siguiente:
- 

$$B(BT) = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2 \cdot \pi \cdot d_1} = \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 72,17}{2 \cdot \pi \cdot 2} = 7,217 \mu T$$

Los valores obtenidos para la configuración de cables al tresbolillo en contacto, es menor a las 100  $\mu T$  para 50Hz establecidas en el Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre.

### **10.3.- Limitación del nivel de ruido emitido por instalaciones de alta tensión**

Los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones deben ajustarse a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007 de 19 de octubre y del Decreto 213/2012 del País Vasco que desarrolla dicha normativa a nivel autonómico.

En la valoración del impacto debido al ruido habrá que tener en cuenta que el Decreto 213/2012 de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco que en su Anexo I tabla A asigna unos niveles sonoros como objetivo de calidad acústica para ruido aplicables a áreas urbanizadas existentes.

Tipo de área acústica	índices de ruido			
	$L_d$	$L_e$	$L_n$	
E	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso sanitario, docente y cultural que requiera una especial protección contra la contaminación acústica.	60	60	50
A	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso residencial.	65	65	55
D	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso terciario distinto del contemplado en c).	70	70	65
C	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso recreativo y de espectáculos	73	73	63
B	Ámbitos/Sectores del territorio con predominio de suelo de uso industrial.	75	75	65
F	Ámbitos/Sectores del territorio afectados a sistemas generales de infraestructura de transporte, u otros equipamientos públicos que los reclamen.	(1)	(1)	(1)

El Centro de Reparto y Maniobra estará situado en el camino Zuarzo, en las Coordenadas UTM ETRS89 (X=548.625,06; Y=4.744.960,00). La tabla asigna como objetivo de calidad acústica para ruidos en áreas de uso terciario los siguientes índices de ruido:

$$L_a=70 \text{ dB}, L_e=70 \text{ dB}, L_n=65 \text{ dB}$$

En el CRM. estará instalado un transformador (50 kVA). El fabricante indica en las características del transformador a instalar un nivel de potencia acústica de 52dB por el trafo de 50 kVA.

A continuación, procederemos a calcular el nivel de presión sonora resultante a un metro del centro de transformación teniendo en cuenta la atenuación sonora:

$$L_p \approx L_w - 11 - 20 * \log r$$

Donde:

$L_p$  =presión sonora (dB(A))

$L_w$  =potencia acústica de la fuente (52dB(A)).

r= distancia (m) >> se considera 1 metro.

$$L_p \approx 52 - 11 - 20 * \log 1 = 41 \text{ (dB(A))}$$

Por lo que podemos justificar que entra dentro de los niveles admitidos en la normativa actual y podemos afirmar que los índices de ruido en el exterior de la instalación se ajustan a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007 y Decreto 213/2012.

#### **10.4.- Ventilación**

El objeto de la ventilación es evacuar el calor producido en el transformador por las pérdidas. En nuestro caso, se dispone de un transformador de 50 kVA.

El fabricante establece ventilación natural para la disposición del PFU-7, la cuál debería ser suficiente para evitar el calentamiento del transformador. El PFU dispondrá de rejillas de ventilación situada en su parte posterior de 1,36 x 0,76 m

##### **10.4.1.- Justificación de la ventilación**

Los locales con instalaciones aisladas con SF6 deben tener ventilación forzada si la cantidad de gas que pueda acumularse puede llegar a poner en riesgo la salud y seguridad de las personas. La ventilación forzada puede omitirse siempre que el volumen del gas del compartimento de gas más grande no exceda, a presión atmosférica, del 10 por ciento del volumen de la habitación.

Para justificar que el volumen de SF6 que pueda acumularse no supera el 10% del volumen de la habitación tendremos que tener en cuenta el volumen de aire que hay en el

interior del CRM y la cantidad de SF6 que tiene el mayor compartimento que haya entre las celdas.

Dado que las celdas con aislamiento en SF6 se localizarán en ambas envolventes y que están conectados en su interior, el volumen del CRM lo calcularemos en base a las dimensiones interiores de ambas envolventes.

$$\text{Volumen CRM} = \text{Altura} \times \text{anchura} \times \text{longitud}$$

$$\text{Volumen CRM} = (2,55 \times 2,20 \times 7,95) = 44,59 \text{ m}^3$$

Teniendo en cuenta que el CRM está ocupado por elementos que restarán la capacidad del volumen de aire que se pueda contener en un 30% aproximadamente la capacidad de volumen de aire que pueda contener el CT será de:

$$\text{Volumen aire en CRM} = (44,59 \times 70) / 100 = 31,21 \text{ m}^3$$

El volumen de SF6 lo calcularemos en base al compartimento de gas más grande que haya entre las celdas instaladas y la densidad del propio gas.

$$\text{Masa SF6 (en celdas 2L+EB+1P +6L)} = 12,72 \text{ kg}$$

$$\text{Densidad SF6 (20°C, 1 Atm.)} = 6,16 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volumen} = \text{Peso} / (\text{densidad} \times \text{gravedad}) = (\text{masa} \times \text{gravedad}) / (\text{densidad} \times \text{gravedad})$$

$$\text{Volumen SF6} = \text{masa} / \text{densidad} = 12,72 / 6,16 = 2,06 \text{ m}^3$$

$$\% \text{ Volumen SF6 en CT} = (\text{Vol. SF6} \times 100) / \text{Vol. aire en CT}$$

$$\% \text{ Volumen SF6 en CT} = (2,06 \times 100) / 31,21 = 6,60\%$$

Por lo que podemos justificar que entra dentro de los niveles admitidos en la normativa actual y podemos afirmar que los volúmenes máximos posibles de SF6 en el interior de la instalación no superan los niveles máximos admisibles a temperatura y presión normales del 10 % del volumen del Centro de transformación subterráneo con ventilación natural.

## **11.- CONCLUSIÓN**

Con todo lo expuesto anteriormente, creemos haber dado una descripción detallada de la instalación a realizar, así como de las características técnicas que han de reunir los aparatos, protecciones, obra civil, etc. y que junto con los demás documentos que acompañan a la presente memoria, se espera que sirvan para la correcta ejecución de las obras, y para cumplir los trámites legales precisos para su autorización.

La sección de los conductores empleados cumple ampliamente lo exigido por el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, en lo que se refiere a pérdidas de potencia y a densidades de corriente admisibles.

**JUNIO DE 2022**  
**LA AUTORA DEL PROYECTO**

**LARRAITZ RIQUE GARAIZAR**  
Firmado digitalmente por  
LARRAITZ RIQUE GARAIZAR  
Fecha: 2022.06.28 19:44:30 +02'00'

**Larraitz Rique Garaizar**  
Colegiada nº 9803 del Colegio Oficial de  
Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### TENDIDO DE LÍNEA AÉREA DE 30 kV D.C.

**Origen de la línea:** Apoyo existente nº 20.

**Final de la línea:** Nuevo apoyo T14.

**Términos Municipales que atraviesa:** Barrundia, San Millán y Salvatierra (Araba).

**Cía. Suministradora de energía:** i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

Tramo entre:	LINEA						CONDUCTORES					APOYOS		
	Tensión en KV	Capacidad Transporte KW (Por circuito)	Pérdida de potencia ΔP% (Por circuito)	Longitud Km	Nº de circuitos	Nº	Material	Sección mm <sup>2</sup>	Separación MAX mts.	Disposición	Material	Altura media en m	Separación Media mts.	
20-T14	30	27.212	1,11	2,502	2	6	LA	281,1	2,7	Hex.	Celosía	15,3	178,8	

### TENDIDO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 30 kV

**Términos Municipales que atraviesan:** Barrundia, San Millán y Salvatierra (Araba).

**Cía. Suministradora de energía:** i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

#### Tramo1:

**Origen de la línea:** ST Elgea (3204).

**Final de la línea:** Apoyo existente nº 1.

LÍNEA						CONDUCTOR POR CIRCUITO				
Tensión KV	Capacidad Transporte KW (por circuito)	Caída de Tensión % (por circuito)	Pérdida Potencia % (por circuito)	Longitud Km	Nº de circuitos	Nº	Material	Tipo	Sección mm <sup>2</sup>	Disposición
30	26.673,32	0,04	0,03	0,116	2	3	Al	HEPRZ1 (AS)	630	TUBO

**Tramo2:****Origen de la línea:** Nuevo apoyo T14.**Final de la línea:** CMS “Arrikruz” (901354600).

LÍNEA						CONDUCTOR POR CIRCUITO				
Tensión KV	Capacidad Transporte KW (por circuito)	Caída de Tensión % (por circuito)	Pérdida Potencia % (por circuito)	Longitud Km	Nº de circuitos	Nº	Material	Tipo	Sección mm <sup>2</sup>	Disposición
30	26.673,32	0,012	0,009	0,039	1	3	Al	HEPRZ1	630	TUBO

**Tramo3:****Origen de la línea:** CMS “Arrikruz” (901354600).**Final de la línea:** Apoyo existente nº 128.

LÍNEA						CONDUCTOR POR CIRCUITO				
Tensión KV	Capacidad Transporte KW (por circuito)	Caída de Tensión % (por circuito)	Pérdida Potencia % (por circuito)	Longitud Km	Nº de circuitos	Nº	Material	Tipo	Sección mm <sup>2</sup>	Disposición
30	26.673,32	0,03	0,02	0,085	1	3	Al	HEPRZ1	630	TUBO

## **NUEVO CENTRO DE REPARTO DE MANIOBRA A 30 kV**

**Nombre del CRM:** “Arrikruz”.

**Número del CRM:** 901354600.

**Tipo:** Edificio de superficie prefabricado (PFU7).

**Tensión:** 30.000V /B2.

**Potencia:** 1x50 kVA.

**Composición:** 8 celdas de línea, 1 celda de protección y 1 celda de enlace telemandadas con aislamiento y corte en SF6 (2L+EB+1P +6L).

-1 cuadro de B.T. de 5 salidas.

-Equipos para automatización de red, telegestión y comunicaciones.

**Situación:** Se encuentra situado en el camino Zuarzo, en las Coordenadas UTM ETRS89 (X=548.625,06; Y=4.744.960,00), según se indica en los planos, dentro del término municipal de Salvatierra, provincia de Araba.

**Cía. Suministradora de energía:** i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

## **PRESUPUESTO**

**PRESUPUESTO****LÍNEA AÉREA**

RECURSO CONTRATACIÓN						
NAMS	Recurso Contratación	Med	Cant	Coste Trabajos y Actividades	Material	Total
EEDIAPOC1CELC17200	CABEZA DC 30 KV 42E131	UD	11	301,78 €	933,81 €	13.591,49 €
EEDIAPOC1CELC17400	CABEZA DC 30 KV 42E151	UD	2	360,24 €	1.108,95 €	2.938,38 €
EEDIAPOC3CELC19900	CABEZA DC 66 KV 62E248	UD	1	652,95 €	12.938,54 €	13.591,49 €
EEDIAPOC0CELC12600	INST DE FUSTE AT-13/3TA EMPOTRAR	UD	4	2.256,16 €	1.293,63 €	14.199,16 €
EEDIAPOC0CELC12500	INST DE FUSTE AT-13/3,5TA EMPOTRAR	UD	7	2.251,91 €	3.666,62 €	41.429,71 €
EEDIAPOC0CELC13400	INST DE FUSTE AT-15/3,5TA EMPOTRAR	UD	2	2.987,46 €	6.063,03 €	18.100,98 €
EEDIAPOC0CELC16000	INST DE FUSTE AT-24/B12 EMPOTRAR	UD	1	6.741,90 €	6.703,01 €	13.444,91 €
EEDIAPOZ0ANTC22801	ANTIESCALO ANT/1,50-1,70 O ANT/1,70-1,90	UD	1	227,65 €	0,00 €	227,65 €
EEDIAPOZ0TLCU35600	DESV. CONDUC. NUEVO PUNTO ANCLAJE/AMARRE MT-AT (3 FASES)	UD	84	80,73	0	6.781,32 €
EEDIPATZ0TEMU00700	MEDICION RESISTENCIA PUESTA A TIERRA	UD	14	29,90 €	0,00 €	418,60 €
EEDIPATZ0TLAC01600	PAT ANILLO 4M LADO. AP. C Y SERIE 1. + 4 PICAS 14/2000	UD	14	152,30 €	105,04 €	3.602,76 €
EEDITRAZ0TETU06900	TET -APERTURA/CIERRE PUENTES SIN CARGA. INCLUYE MATERIAL	UD	12	331,50 €	0,00 €	3.978,00 €
EEDITRAZ0TLCC04300	TENDIDO SC LA 280	M	5.004	3,61 €	0,00 €	18.064,44 €
	MATERIAL SC LA 280	KM	5,004	0,00 €	18.217,06 €	91.158,17 €
EEDIEMPZ0ELMU05200	OCR/REC MANUAL, MONTAJE SIN TENSIÓN	UD	2	875,00 €	0,00 €	1.750,00 €
7453058	ORG CORTE EN RED OCRM-36-EE-PAT/630A	UD	2	0,00 €	2.500,00 €	5.000,00 €
EEDICOMZ0SERU07100	CARTEL/AVISO CORTE DE SUMINISTRO (POR LINEA)	UD		0,00 €	37,50 €	0,00 €

**TOTAL LÍNEA AÉREA: 248.277,06 €**

## SOLUCIÓN AVIFAUNA

RECURSO CONTRATACIÓN							
Solución	NAMS	Recurso Contratación	Med	Cant	Coste Trabajos y Actividades	Material Aportado	Total
S05	EEDIAPOZ0AVIC33200	FORRADO SUSPENSI. LA > 110 / REFORZ. LA = 110 (1 FASE)	UD	44	29,30 €	49,02 €	3.446,08 €
A03	EEDICRUZ0AISC12501	INST/SUST CADENA BASTON LARGO AVIFAUNA SIN ESPIRAL 30 KV	UD	24	3,59 €	9,98 €	325,68 €
	EEDICRUZ0AISC12600	INST/SUST CADENA BASTON LARGO AVIFAUNA SIN ESPIRAL 30 KV	UD	24	6,71 €	20,67 €	657,12 €
	4803214	AISLAD COMPUESTO P/CADENAS U70YB30P AL	UD	24	0,00 €	34,71 €	833,04 €
ESP01	EEDIAPOZ0AVIC33800	FORRADO DERIVACION AEREA LA > 110 POR FASE	UD	6	49,04	80,94	779,88 €
	EEDICRUZ0AISC12600	INST/SUST CADENA BASTON LARGO AVIFAUNA SIN ESPIRAL 30 KV	UD	6	6,71 €	20,67 €	164,28 €
	4803214	AISLAD COMPUESTO P/CADENAS U70YB30P AL	UD	6	0,00 €	34,71 €	208,26 €
ESP02 ESP03	EEDIAPOZ0AVIC34300	FORRADO APOYO FIN DE LINEA LA > 110 (1 FASE)	UD	6	29,30 €	49,59 €	473,34 €
	EEDIAPOZ0AVIC34000	FORRADO PASO AEREO SUBTERRANEO CON PFPT Y LA > 110 /FASE	UD	6	73,55 €	182,11 €	1.533,96 €
	EEDICRUZ0AISC12600	INST/SUST CADENA BASTON LARGO AVIFAUNA SIN ESPIRAL 30 KV	UD	6	6,71 €	20,67 €	164,28 €
	4803214	AISLAD COMPUESTO P/CADENAS U70YB30P AL	UD	6	0,00 €	34,71 €	208,26 €

TOTAL SOLUCIÓN AVIFAUNA: 8.794,18 €

LÍNEA SUBTERRÁNEA

RECURSO CONTRATACIÓN						
NAMS	Recurso Contratación	Med	Cant	Coste Trabajos y Actividades	Material	Total
EEDITRSC1TSGC03700	TEND HEPRZ1(AS) 18/30 KV 3 (1X630) TUBO, BAND, GALE	M	820	4,70 €	0,00 €	3.854,00 €
5643339	CABLE HEPRZ1 (AS) 18/30KV 1X630 K AL+H25	M	820	0,00 €	31,71 €	26.002,20 €
EEDICRSZ0TERU01700	CONFECCIÓN 1 TERMINACIÓN HASTA 30 KV	UD	24	50,13 €	0,00 €	1.203,12 €
EEDICRSZ0TERC01900	MATERIAL 1 TERMINACION INTERIOR 18/30KV	UD	24	0,00 €	27,58 €	661,92 €
EEDIPASC2PSGC02001	PAS-TRANSIC. DC. HEPRZ1(AS) 26/45KV 500 MM2 SIN TERMINAC	UD	10	3.692,15 €	3.568,20 €	72.603,50 €
	CANALIZACION 2 TUBOS 315 ACERA/ TIERRA/ ASIENTO AREN	M	96	150,00 €	0,00 €	14.400,00 €
	CANALIZACION 2 TUBOS 200 +6 TUBOS 315 ACERA/ TIERRA/ ASIENTO AREN	M	85	202,46 €	0,00 €	17.209,10 €
	CANALIZACION 2 TUBOS 200 + 2 TUBOS 315 ACERA/ TIERRA/ ASIENTO AREN	M	39	209,34 €	0,00 €	8.164,26 €
EEDIOCSZ0ARQU03200	ARQUETA REGIST. IN SITU. CALZADA/JARD/ACERA	UD	13	290,79 €	0,00 €	3.780,27 €
EEDIOCSZ0ARQC02800	COLOCACION MARCO M2/TAPA T2	UD	13	89,70 €	67,70 €	2.046,20 €
EEDIOCSZ0PAVU02400	PAVIMENTACION ASFALTO CALZADA/ACERA	M2	80	36,40 €	0,00 €	2.912,00 €
EEDIOCSZ0ZYCC02200	COLOCACION MULTIDUCTO O MONOD 40MM CANALIZ ABIERTA	M	180	4,76 €	3,18 €	1.429,20 €
EEDIINGZ0TEMU17900	ENSAYO COMPROBACION DE CABLES HASTA 26/45 KV	UD	10	681,50 €	0,00 €	6.815,00 €

TOTAL LÍNEA SUBTERRÁNEA: 161.080,77 €

CENTRO DE REPARTO Y MANIOBRA

RECURSO CONTRATACIÓN						
NAMS	Recurso Contratación	Med	Cant	Coste Trabajos y Actividades	Material	Total
EEDICTRA0CTIU04600	EXCAVACION ENVOLVENTE SUPERFICIE >7MLARGO	UD	1	2.192,98 €	0,00 €	2.192,98 €
EEDIPATZ0CLU01000	CONSTRUCCION ACERA PERIMETRAL (PERIMETRO+5)	M	26	64,52 €	0,00 €	1.677,57 €
5040073	EDIFICIO PREFABRICADO EP-2T-36	UD	1	0,00 €	11.182,93 €	11.182,93 €
EEDICELZ0CEIU00100	INSTALACION/AMPLIACION CELDAS GAS HASTA 5 POS	UD	2	365,05 €	0,00 €	730,10 €
5042288	TERMIN EXTENSIBLI CELDAS 36KV (3 FASES)	UD	4	0,00 €	369,27 €	1.477,08 €
5042291	CONOS EXTENSION CELDAS 36 KV (3 FASES)	UD	8	0,00 €	396,00 €	3.168,00 €
5042740	CELDA CM/PT/36-TELE	UD	1	0	3.305,00 €	3.305,00 €
5042741	CELDA CM/LA/LS/36-TELE	UD	8	0,00 €	3.211,26 €	25.690,08 €
5042742	CELDA CM/PR/36-TELE	UD	1	0,00 €	5.509,35 €	5.509,35 €
EEDITRFB0TRIU00100	INSTALACION TRAFO (INTERIOR O EXTERIOR)-CTIN COMPACTO	UD	1	302,87 €	0,00 €	302,87 €
7224033	TRAFO C-50/36/30 B2-K-PE	UD	1	0,00 €	7.679,53 €	7.679,53 €
5044061	CUADRO DISTR CBT-EAS-ST-SL-1600-8	UD	1	0,00 €	3.069,00 €	3.069,00 €
EEDIPATZ0TEMU00900	MEDICION RESISTIVIDAD TERRENO	UD	1	59,80 €	0,00 €	59,80 €
EEDIPATZ0TEMU00700	MEDICION RESISTENCIA PUESTA A TIERRA	UD	1	29,90 €	0,00 €	29,90 €
EEDIPATZ0TEMU00800	MEDICION TENS PASOCONTACTO (INCL. RESISTENCIA PAT)	UD	1	80,13 €	0,00 €	80,13 €
EEDIPATZ0TCTC00200	PAT HERRAJES CT SUPERFICIE (ENTERRADO)	UD	1	386,38 €	183,50 €	569,88 €
EEDIPATZ0NCTC00500	PAT NEUTRO PARA TODOS CTS (ENTERRADO)	UD	1	196,32 €	47,56 €	243,88 €
EEDICTRA0CTAU01200	MONTAJE ALUMBRADO PUNTO LUZ	UD	1	104,80 €	0,00 €	104,80 €

RECURSO CONTRATACIÓN						
NAMS	Recurso Contratación	Med	Cant	Coste Trabajos y Actividades	Material	Total
EEDIPATZ0TCTU00600	INST/SUST CAJAS TIERRAS/NEUTRO CT	UD	1	16,95 €	0,00 €	16,95 €
EEDICTRA0CTAU00400	COLOCACION MAT.SEGURIDAD Y CARTELES	UD	1	14,95 €	0,00 €	14,95 €
66662414	TRANSPORTE CAMION/GRUA	UD	1	270,46 €	0,00 €	270,46 €

**TOTAL CT: 67.375,23 €**

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

<b>TOTAL LÍNEA AÉREA .....</b>	<b>248.277,06 €</b>
<b>TOTAL SOLUCIÓN AVIFAUNA .....</b>	<b>8.794,18 €</b>
<b>TOTAL LÍNEA SUBT. .....</b>	<b>161.080,77 €</b>
<b>TOTAL CT .....</b>	<b>67.375,23 €</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL .....</b>	<b>485.527,24 €</b>

Asciende este presupuesto a la figurada cantidad de **CUATROCIENTOS OCIENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS VEINTISIETE EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS DE EURO.**

**JUNIO DE 2022**  
**LA AUTORA DEL PROYECTO**

**LARRAITZ RIQUE GARAIZAR**  
  
 Firmado  
 digitalmente por  
 LARRAITZ RIQUE  
 GARAIZAR  
 Fecha: 2022.06.28  
 19:44:50 +02'00'

**Larraitz Rique Garaizar**  
**Colegiada nº 9803 del Colegio Oficial de**  
**Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia**

## **RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS**

FINCA según proyecto	DATOS CATASTRALES			TITULAR			AFFECTACIONES			novotec OBSERV.	
	Municipio	Pobl.	Parcela	Propietario	Domicilio	Municipio	Provincia	Apoyo nº (*)	Superficie apoyo (m <sup>2</sup> )	Longitud de servidumbre vuelo (m2)	
1 Barandúa	3	337		JULIO REYANO SÁEZ DE VICINÁ	CL ARCO N°1	SAN MILLÁN	ARABA	-	-	80	748
2 Barandúa	-	-		DIPUTACIÓN FORAL DE ÁLAVA	PROVINCIA PLAZA, SIN	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	-	-	11	143
3 Barandúa	3	415		ANDREA MADINA LEJONA	DESCONOCIDO	BAIRUNDA	ARABA	T1	3,38	138	1.445
4 Barandúa	3	419		GUILLERMO ZUGAZUA SÁEZ DE MAMBLARES	CL ARRON N°7	SAN MILLÁN	ARABA	T1	3,38	33	195
5 Barandúa	3	418		LUCIANO LOPEZ DE LUCIRAGA ORMAECHEA	CL LASCAZARAY N°2 80A	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	-	-	83	712
6 Barandúa	-	-		AGENCIA YASCA DEL AGUA (URA)	ZARAUTZ KALEA 4 (ARABA)	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	-	-	5	26
7 Barandúa	3	351		FERNANDO DÍAZ DE ARCAZAY RUIZ DE LUZIRAGA	CL GUICHALDE N°1	SAN MILLÁN	ARABA	T2/T3	13,01	346	3.137
8 Barandúa	-	-		BAIRUNDA DU DALA	CL BOLLARIN N°2			-	-	8	43
9 Barandúa	3	336		VICTOR LOPEZ DE LUZIRAGA LARREA	C BEHEKOTZALDE N°2	SAN MILLÁN	ARABA	T4	6,25	63	500
10 San Millán	1	449		VICTOR LOPEZ DE LUZIRAGA LARREA	C BEHEKOTZALDE N°2	SAN MILLÁN	ARABA	-	-	91	1.079
11 Salvatierra	-	-		AGENCIA YASCA DEL AGUA (URA)	ZARAUTZ KALEA 4 (ARABA)	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	-	-	22	176
12 Salvatierra	1	925		JUAN LAFREN RUIZ DE GRUÑA	CL LEFRANDEON N°34	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	T5	6,76	65	459
13 Salvatierra	1	926		IGNACIO ARAKAMA ZUBAZUA	CL ARRON	SAN MILLÁN	ARABA	T6	3,12	125	1.217
14 Salvatierra	1	927		EMILIO SAINZ BELTRAN DE HEREDIA	DESCONOCIDO	BUENOS AIRES	ARGENTINA	T6	3,12	84	749
15 Salvatierra	1	928		MIGUEL LOPEZ DE GUEREN OCHOA DE ASIURU	CL FEDERICO BARBARIN N°8C	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	-	-	10	110
16 Salvatierra	-	-		AYUNTAMIENTO DE SALVATIERRA	CL ZAPATARIÑIN N°5	SAVATEPPA	ARABA	-	-	8	86
17 Salvatierra	1	910		FERNANDO DÍAZ DE ARCAZAY RUIZ DE LUZIRAGA	CL GUICHALDE N°1	SAN MILLÁN	ARABA	T7/T8	13,52	245	2.152
18 Salvatierra	-	-		AYUNTAMIENTO DE SALVATIERRA	CL ZAPATARIÑIN N°5	SAVATEPPA	ARABA	-	-	49	387
19 Salvatierra	1	911		GERARDO FERNANDEZ DE LA PREA SÁEZ DE VICINÁ	DESCONOCIDO	BAIRUNDA	ARABA	-	-	23	148
20 Salvatierra	1	945		RAFAEL LADRON DE GUEVARA ORTIZ DE UBERNA	CL ELUZASPIN N°4	SAN MILLÁN	ARABA	T9	3,12	74	557
21 Salvatierra	1	912		JULIO REYANO SÁEZ DE VICINÁ	CL ARCO N°1	SAN MILLÁN	ARABA	-	-	5	-
22 Salvatierra	1	946		DISPASO DE VITORIA	CL VICENTE GORODECHEA N°7	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	T9	3,12	82	779
23 Salvatierra	1	948		GUILLERMO ZUGAZUA SÁEZ DE MAMBLARES	CL ARRON N°7	SAN MILLÁN	ARABA	T10	3,38	105	1.070
24 Salvatierra	1	949		J. ANTONIO MURILLO BENIGEDECHEA	BAIRRO DE LA MARDENE N°30	SAVATEPPA	ARABA	T10	3,38	53	432
25 Salvatierra	1	952		ANDRES AGUIRRE SÁEZ DE ARREGUI	CL SEBASTIÁN LECETA N°6C	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	-	-	64	862

FINCA según proyecto	DATOS CATASTRALES			TITULAR			AFFECTACIONES			novotec OBSERV./
	Municipio	Pobl.	Parcela	Propietario	Municipio	Provincia	Apoyo n.º(*)	Superficie apoyo (m <sup>2</sup> )	Longitud de servidumbre vuelo (m2)	
26	Salvatierra	1	933	ALBERTO ARGOTE GALAN	CL LANGARICA	IRUARZUA/NA	T11	3,38	85	853
27	Salvatierra	1	934	BEATRIZ PALACIOZ ORAZIN	CL SIMON BOLIVAR PLAZA N° 72	VITORIA-GASTEIZ	T11	3,38	32	210
28	Salvatierra	1	935	M TERESA LOPEZ DE MUÑOZ URARTE	CL FUEROS N° 23C	SALVATIERRA	ARABA	-	-	501
29	Salvatierra	1	936	VICTOR EZEPELETA GARCIA DE ANDON	CL CASTILLO DE PORTILLO N° 20R	VITORIA-GASTEIZ	ARABA	-	-	404
30	Salvatierra	1	937	ERNESTO DIAZ DE ARANGUZ ZESEANO	CL MAYORIAS	SALVATIERRA	ARABA	T12	3,38	79
31	Salvatierra	1	731	J MIGUEL MARTINEZ DE LA PENA/ A BETIA	CL ETXABE I	SALVATIERRA	ARABA	T12	3,38	99
32	Salvatierra	-	-	A YUNI AMBENTO DE SALVATIERRA	CL ZAPATARIAS	SALVATIERRA	ARABA	-	-	14
33	Salvatierra	1	735	JAVIER FERNANDEZ DE BENIGODE/ ELEONOR	CL MADURAN 18	SALVATIERRA	ARABA	T13	3,38	79
34	Salvatierra	1	732	J ANTONIO/IRARTE BENIGODE/HEA	BARPIO DE LA MAGDALE N° 30	SALVATIERRA	ARABA	T13/T14	22,46	170
										115
										Canalización y CRM

(\*) Nota: Incluye en caso necesario, acera perimetral

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1.- OBJETO**

El objeto de este documento es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo, este Estudio Básico de Seguridad y Salud, en adelante EBSS, da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este estudio Básico de Seguridad, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

### **2.- CAMPO DE APLICACIÓN**

El presente EBSS es de aplicación en los trabajos de construcción, mantenimiento y desguace o recuperación de instalaciones de “Líneas aéreas”, “Líneas subterráneas” y “Centros de reparto y maniobra” que se realizan dentro de i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

### **3.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **3.1.- Aspectos generales**

El contratista acreditará ante i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal e la obra en materia de Prevención y primeros Auxilios, de forma especial, frente a los riesgos eléctricos y de caída de altura.

La Dirección Facultativa comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

#### **3.2.- Identificación de riesgos**

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

La descripción e identificación general de los riesgos indicados amplia los contemplamos en la Guía de referencia para la identificación y evaluación de riesgos en la Industria Eléctrica, los AMYS, y es la siguiente:

## DESCRIPCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS

1. Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existe en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón

Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas, y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas y hoyos, etc.

2. Caída de personas a distinto nivel: Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, en este caso por construcción, no cuenta con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc. Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de riesgos lo constituyen los huecos sin protección ni señalizaciones existentes en pisos y zonas de trabajo.

3. Caída de objetos: Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajos en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.

4. Desprendimientos, desplomes y derrumbes: Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo.

Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, el desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas.

También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.

5. Choques y golpes: Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc., y los derivados del manejo de herramientas comunes en movimiento.

6. Contactos eléctricos: Posibilidad de lesiones o daños producidos por el paso de corriente por el cuerpo.

En los trabajos sobre líneas de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el paso de corriente al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada.

En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, en adelante AZT, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere.

Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión.

7. Arco eléctrico: Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.

En los trabajos sobre línea de alta tensión y en subestaciones es frecuente la proximidad, a la distancia de seguridad, de circuitos energizados eléctricamente en alta tensión y debe tenerse en cuenta que puede originarse el arco eléctrico al aproximarse, sin llegar a tocar directamente, a la parte de instalación energizada.

En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el AZT puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o fallo de los elementos con los que opere.

Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente puede producirse un arco eléctrico en baja tensión.

8. Sobreesfuerzos (Carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física.

En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.

9. Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.

10. Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar de trabajo.

11. Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.

12. Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc., provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su decrecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente, los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.

En el Anexo 1 se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva o mantenimiento y similares a los riesgos de la desconexión de una instalación a desmontar o retirar. En el Anexo 2 se enumeran los riesgos específicos para las obras siguientes:

Líneas Aéreas

Líneas Subterráneas

Centros de Reparto y Maniobra

Cuando los trabajos a realizar sean de mantenimiento, desmontaje o retirada de una instalación antigua o parte de ella, el orden de las fases puede ser diferente, pero los riesgos a considerar son similares a los de las fases de montaje. En los anexos se incorporan entre partes de las fases correspondientes a los trabajos de mantenimiento y desguace o desmontaje.

### 3.3.- Medidas de Prevención necesarias para evitar riesgos

En los Anexos se incluyen, junto con algunas medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación y en los documentos relacionados en el apartado “Pliego de condiciones particulares”, en el punto 4.

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de los trabajos habituales dentro del ámbito de i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos cándentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar. En el Anexo C del MO 12.05.02 se recoge la formación necesaria para algunos trabajos, pudiendo servir como pauta.
- Utilización de EPI's (Equipos de Protección Individual)
- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., deben seguirse los MO correspondientes.
- Aplicar las 5 Reglas de Oro, siguiendo el Permiso de Trabajo del MO 12.05.03
- Apantallar, en caso de proximidad, los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001.
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión cercanos.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D.614 y la empresa debe estar autorizada por el Comité Técnico de Trabajos en Tensión de i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U..

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída de altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Asimismo, deben considerarse también las medidas de prevención-coordinación y protección frente a la posible existencia de atmósferas inflamables, asfixiantes o tóxicas consecuencia de la proximidad de las instalaciones de gas.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.

- Prohibir la entrada a la obra de todo personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.

En relación a los riesgos originados por seres vivo, es conveniente la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al período anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación puedan brindar (cuadros, zanjas y canalizaciones, penetraciones, etc.).

#### 3.4.- Protecciones

- Ropa de trabajo

Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista

- Equipos de protección

Se relacionan a continuación los quipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

Equipos de protección individual, de acuerdo con las normas UNE EN

- Calzado de seguridad
- Casco de seguridad
- Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
- Guantes de protección mecánica
- Pantalla contra proyecciones
- Gafas de seguridad
- Cinturón de seguridad
- Discriminador de baja tensión
- Equipo contra caídas desde alturas (arnés anticaída, pétiga, cuerdas, etc.)

Protecciones colectivas

- Señalización: cintas, banderolas, etc.

- Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar, de forma especial, las necesarias para los trabajos en instalaciones eléctricas de Alta o Baja Tensión, adecuadas al método de trabajo y a los distintos tipos y características de las instalaciones.
- Dispositivos y protecciones que eviten la caída del operario tanto en el ascenso y descenso como durante la permanencia en lo alto de las estructuras y apoyos: línea de seguridad, doble amarre o cualquier otro dispositivo o protección que evite la caída o aminore sus consecuencias: redes, aros de protección...

Equipo de primeros auxilios y emergencias:

- Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista. En este botiquín debe estar visible y actualizado el teléfono de los Centros de Salud más cercanos así como el del Instituto de Herpetología, centro de Apicultura, etc.
- Se dispondrá en obra de un medio de comunicación, teléfono o emisora, y de un cuadro con los números de los teléfonos de contacto para casos de emergencia médica o de otro tipo.

Equipo de protección contra incendios:

- Extintores de polvo seco clase A, B, C de eficacia suficiente, según la legislación y normativa vigente.

### **3.5.- Características generales de la obra**

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

#### **3.5.1.- Descripción de la obra y situación**

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se deberá recoger en un Anexo específico para la obra objeto del EBSS concreto. Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

#### **3.5.2.- Suministro de energía eléctrica**

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios. Todos los puntos de toma de corriente, incluidos los provisionales para herramientas portátiles, contarán con protección térmica y diferencial adecuada.

#### **3.5.3.- Suministro de agua potable**

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

### 3.5.4.- Servicio higiénicos

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente.

### 3.6.- **Medidas de seguridad específicas para cada una de las fases más comunes en los trabajos a desarrollar**

En el Anexo 1 se recogen las medidas de seguridad específicas para los trabajos relativos a pruebas y puesta en servicio de las diferentes instalaciones, que son similares a las de desconexión, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente.

En el Anexo 2 se indican los riesgos y las medidas preventivas de los distintos tipos de instalaciones, en cada una de las etapas de un trabajo de construcción, montaje o desmontaje, que son similares en algunas de las etapas de los trabajos de mantenimiento.

## **4.- PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES**

### 4.1.- **Normas Oficiales**

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición del presente documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjuntó este EBSS.

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Decreto del 15 de Febrero de 2008 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas de Alta Tensión
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y RD 842/2002.
- RD Legislativo 2/2015 de 23 de octubre Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por Real Decreto 337/2014 de 9 de Mayo y publicado en el BOE de 9 de Junio de 2014.
- RD Legislativo 8/2015, de 30 de octubre. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- RD 39/1997, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD 485/1997... en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 487/1997 ... relativo a la manipulación manual de cargas que entraña riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.

- RD 773/1997 ... relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- RD 1215/1997 ... relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 1627/1997, de octubre. disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 614/2001 ... protección de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento.

#### **4.2.- Normas i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.**

- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS.
- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos AMYS.
- MO-DIDYC 12.05.02 “Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas”.
- MO-DIDYC 12.05.03 “Procedimiento de Descargo para la ejecución de trabajos sin tensión en instalaciones de alta tensión”.
- MO-DIDYC 12.05.04 “Procedimiento para la puesta en régimen especial de explotación de instalaciones de alta tensión”.
- MO-DIDYC 12.05.05 “Procedimiento para actuaciones en instalaciones que no requieran solicitud de Descargo ni puesta en régimen especial de explotación”.
- MO-DIDYC 9.01.05 “Contratación externa de obras y servicios. Especificación a cumplir por Contratistas para trabajos en tensión”. En caso de hacer trabajos en tensión.

Como pautas de actuación en los trabajos en altura, señalización de distancias a elementos en tensión y posible presencia de gas:

- MO-DIDYC 07.P2.08 “Acceso a recintos de probable presencia de atmósferas inflamables, asfixiantes y/o tóxicas”.
- MO-DIDYC 07.P2.09 “Ascenso, descenso, permanencia y desplazamientos horizontales en apoyos de líneas eléctricas”.
- MO-DIDYC 07.P2.10 “Cooperación preventiva de actividades con Empresas de Gas”.
- MO-DIDYC 07.P2.11 “Señalización y delimitación de zonas de trabajo para la ejecución de trabajos sin tensión en instalaciones de AT por UPLs”.

Otras Normas y Manuales Técnicos de i-DE, REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

#### **4.3.- Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores**

Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento.
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios.

#### **ANEXOS**

#### **RIESGOS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN EN CADA FASE DEL TRABAJO**

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la construcción, mantenimiento, pruebas, puesta en servicio de instalaciones, retirada, desmontaje o desguace de instalaciones y medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos.

NOTA: Cuando alguna anotación sea específica de mantenimiento, retirada y desmontaje o desguace de instalaciones, se incluirá dentro de paréntesis, sin perjuicio de que las demás medidas indicadas sean de aplicación.

**ANEXO 1****PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS INSTALACIONES**

Actividad	Riesgos	Acción Preventiva
<b>1. Pruebas y puesta en servicio</b>  (Desconexión y/o protección en el caso de mantenimiento , retirada o desmontaje de instalaciones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li>   <li>• Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras</li>   <li>• Presencia de animales, colonias, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Cumplimiento MO 12.05.02 al 05</li> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras y Vigilancia continua Utilización de EPI's</li> <li>• Ver punto 3.3</li>   <li>• Prevención antes de aperturas de armarios, etc.</li> </ul>

**ANEXO 2****LINEAS AEREAS****Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos**

Actividad	Riesgos	Acción Preventiva
<b>1. Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Desprendimiento de cargas</li> <li>• Ataques o sustos por animales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras y Vigilancia continua Utilización de EPI's</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>
<b>2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Exposición al Gas Natural</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Oculares, cuerpo extraños</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys</li> <li>• Identificación de canalizaciones coordinación con empresa gas</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Entibamiento</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Vallado de seguridad Protección huecos, información sobre posibles conducciones</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continua</li> <li>• Vigilancia continuada de la zona donde se esta excavando</li> </ul>
<b>3. Montaje, izado y armado (Desguace de aparamenta en general)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Desprendimiento de carga</li> <li>• Rotura de elementos de tracción</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte.</li> <li>• Dispositivos de control de cargas y esfuerzos soportados</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys</li> <li>• Utilización de EPI's</li> </ul>

## Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos (Continuación)

Actividad	Riesgos	Acción Preventiva
4. Cruzamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Desprendimiento de carga</li> <li>• Rotura de elementos de tracción</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Riesgo eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente.</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte</li> <li>• Dispositivos de control de cargas y esfuerzos soportados</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Colocación de pórticos y protección aislante. Coordinar con la empresa suministradora</li> </ul>
5. Tendido de conductores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Vuelco de maquinaria</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Riesgo eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente</li> <li>• Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción</li> <li>• Utilización de EPIs.</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada.</li> <li>• Utilización de EPIs.</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar.</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> <li>• Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella</li> </ul>
6. Tensado y engrapado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPIs.</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada.</li> <li>• Utilización de EPIs.</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> </ul>

<p><b>7. Pruebas y puesta en servicio</b>  <b>(Mantenimiento, desguace y recuperación de materiales)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ver anexo 1</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ver anexo 1</li></ul>
--	---	---

## LINEAS SUBTERRÁNEAS

### Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgos	Acción Preventiva
<b>1. Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Desprendimiento de cargas</li> <li>• Ataques o sustos por animales</li> <li>• Presencia de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras y Vigilancia continua Utilización de EPI's</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte</li> <li>• Revisión del entorno</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>
<b>2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Exposición al Gas Natural</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Oculares, cuerpo extraños</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amy's</li> <li>• Identificación de canalizaciones coordinación con empresa gas</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Entibamiento</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Vallado de seguridad Protección huecos, información sobre posibles conducciones</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continua</li> <li>• Vigilancia continuada de la zona donde se está excavando</li> </ul>
<b>3. Montaje (Desguace de aparmenta en general)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amy's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y Vigilancia continua</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>

## Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos (Continuación)

Actividad	Riesgos	Acción Preventiva
<b>4. Transporte, conexión y desconexión de motogeneradores auxiliares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas a nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Riesgo de incendio</li> <li>• Riesgo eléctrico</li> <li>• Riesgo de accidente de tráfico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Seguir instrucciones del fabricante</li> <li>• Actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares.</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys</li> <li>• Vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores</li> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gasoil. Vehículos autorizados para ello.</li> <li>• Para llenado de Grupo Electrógeno estará en situación de parada.</li> <li>• Dotación de equipos para extinción de incendios.</li> <li>• Estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios.</li> <li>• Ver anexo 1</li> </ul>
<b>5. Engrapado de soportes en galerías (Desengrapado de soportes en galerías)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura3</li> <li>• Golpes y heridas.</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según normativa vigente.</li> <li>• Utilización de EPIs.</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada.</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar.</li> </ul>
<b>6. Pruebas y puesta en servicio (Mantenimiento, desguace y recuperación de materiales)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver anexo 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver anexo 1</li> </ul>

**CENTROS DE MANIOBRA DE REPARTO****Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos**

Actividad	Riesgos	Acción Preventiva
<b>1. Acopio, carga y descarga de material nuevo y equipos y de material recuperado/chatarras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Desprendimiento de cargas</li> <li>• Ataques o sustos por animales</li> <li>• Presencia de gases</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras y Vigilancia continua Utilización de EPI's</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte</li> <li>• Revisión del entorno</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>
<b>2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Oculares, cuerpo extraños</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobreesfuerzos</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Entibamiento</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Vallado de seguridad Protección huecos, información sobre posibles conducciones</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Control de maniobras y Vigilancia continua</li> </ul>
<b>3. Montaje (Desguace de aparmenta en general)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos Impregnación o inhalación de sustancias peligrosas o molestas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y Vigilancia continua</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Revisión del entorno</li> </ul>

## Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos (Continuación)

Actividad	Riesgos	Acción Preventiva
<b>4. Transporte, conexión y desconexión de motogeneradores auxiliares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas a nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Riesgo de incendio</li> <li>• Riesgo eléctrico</li> <li>• Riesgo de accidente de tráfico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Seguir instrucciones del fabricante</li> <li>• Actuar de acuerdo con lo indicado en las fases anteriores cuando sean similares.</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Prescripciones de Seguridad de Amys</li> <li>• Vallado de seguridad, protección de huecos e información sobre tendido de conductores</li> <li>• Ver punto 3.3</li> <li>• Empleo de equipos homologados para el llenado de depósito y transporte de gasoil. Vehículos autorizados para ello.</li> <li>• Para llenado de Grupo Electrógeno estará en situación de parada.</li> <li>• Dotación de equipos para extinción de incendios.</li> <li>• Estar en posesión de los permisos de circulación reglamentarios.</li> <li>• Ver anexo 1</li> </ul>
<b>5. Pruebas y puesta en servicio</b>  (Mantenimiento, desguace y recuperación de materiales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver anexo 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver anexo 1</li> </ul>

**JUNIO DE 2022**  
**LA AUTORA DEL PROYECTO**

**LARRAITZ RIQUE GARAIZAR**  


 Firmado  
 digitalmente por  
 LARRAITZ RIQUE  
 GARAIZAR  
 Fecha: 2022.06.28  
 19:45:15 +02'00'

**Larraitz Rique Garaizar**  
**Colegiada nº 9803 del Colegio Oficial de**  
**Ingenieros Técnicos Industriales de Bizkaia**

## **PLANOS**

## SITUACIÓN DEL PROYECTO

Término municipal de San Millán/Donemiliaga

Término municipal de  
Salvatierra/Agorrain

Término municipal de Barrundia

Zad 5

Provincia  
Liente

Salsa Sebart

10

1

An aerial photograph showing a residential area with several houses, trees, and a network of roads. The houses are mostly single-story with some larger, multi-story structures. The area is surrounded by a mix of greenery and paved roads.

10 of 10

3-Dilantzi

La Graduada en Ingeniería Eléctrica

**EMPLAZAMIENTO  
DEL PROYECTO**



La Graduada en Ingeniería Eléctrica

D		B	
C		A	
Fecha	Modificaciones	micrófilmedo	Firma

uhatzu  
nemiliaga

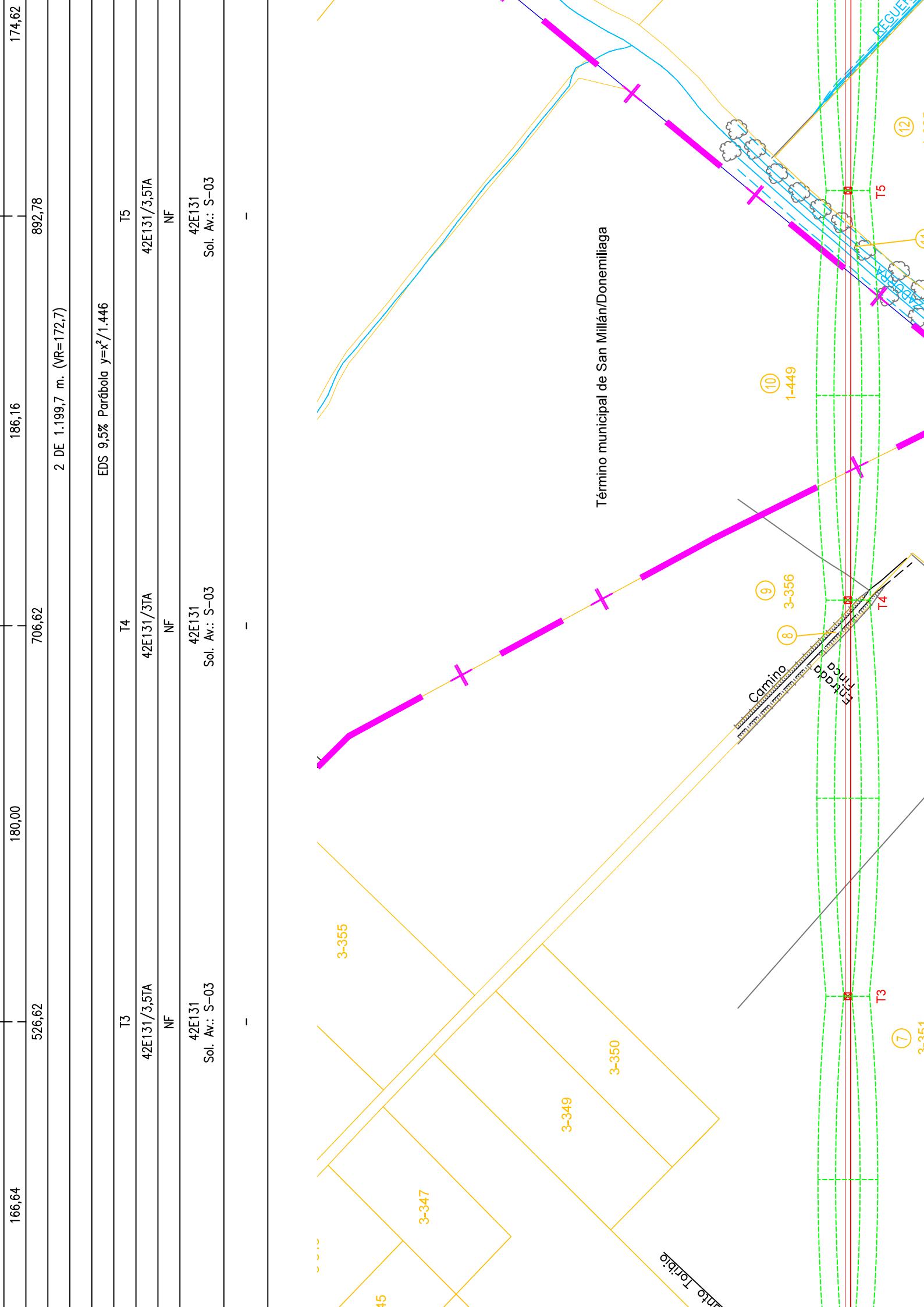
matzu  
miliaga

200

A-3022

Río Zadorra

1



EDS 9,5% Parábola  $y=x^2/1.467$ 

T10

42E131/3,5TA

NF

T11

42E131/3,5TA

NF

T12

42E131/3,5TA

NF

1-907

1-614

1-615

1-913

1-914

1-915

Término municipal de Salvatierra/Agurain

42E131

Sol. Av.: S-03

42E131

Sol. Av.: S-03

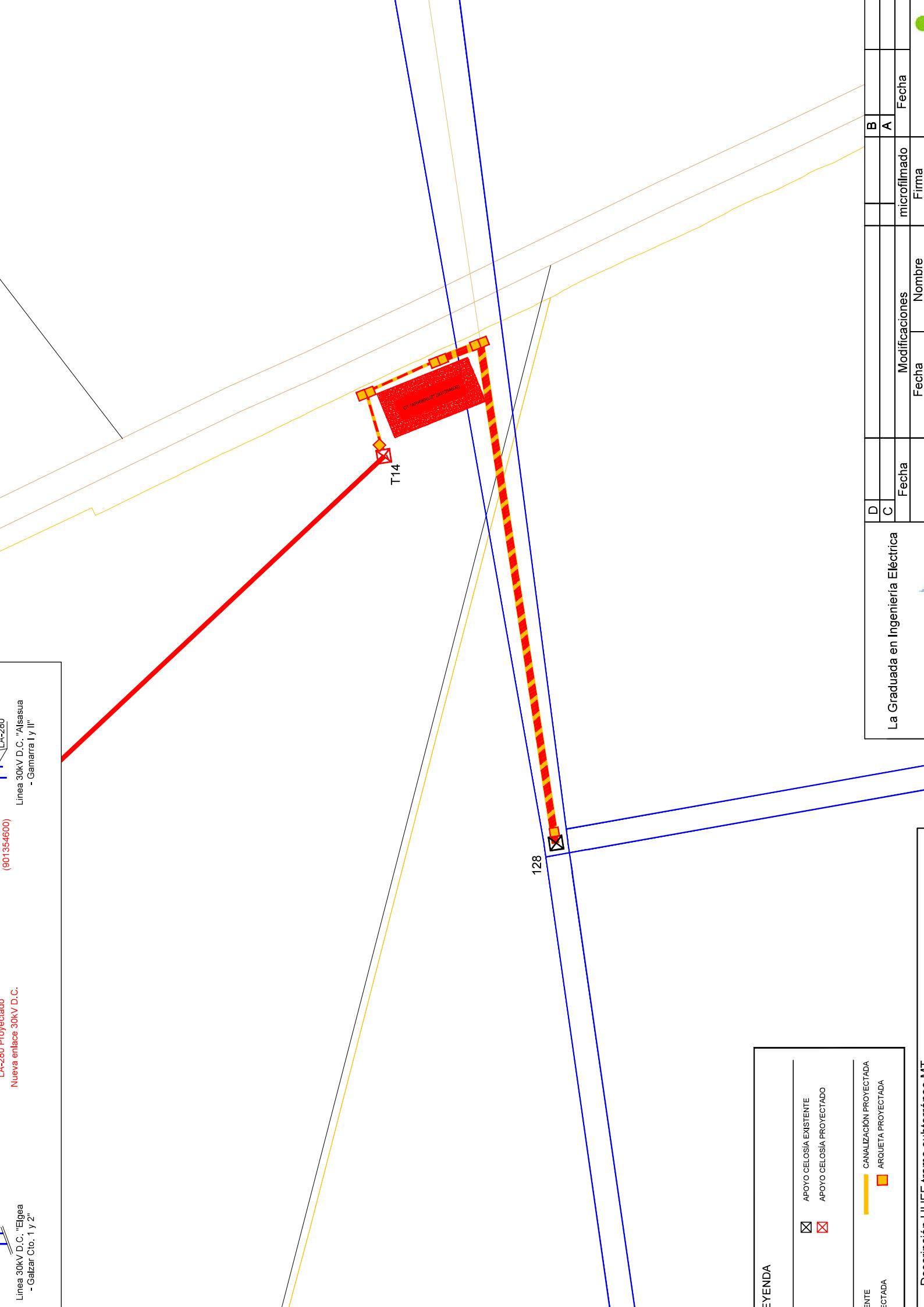
42E131

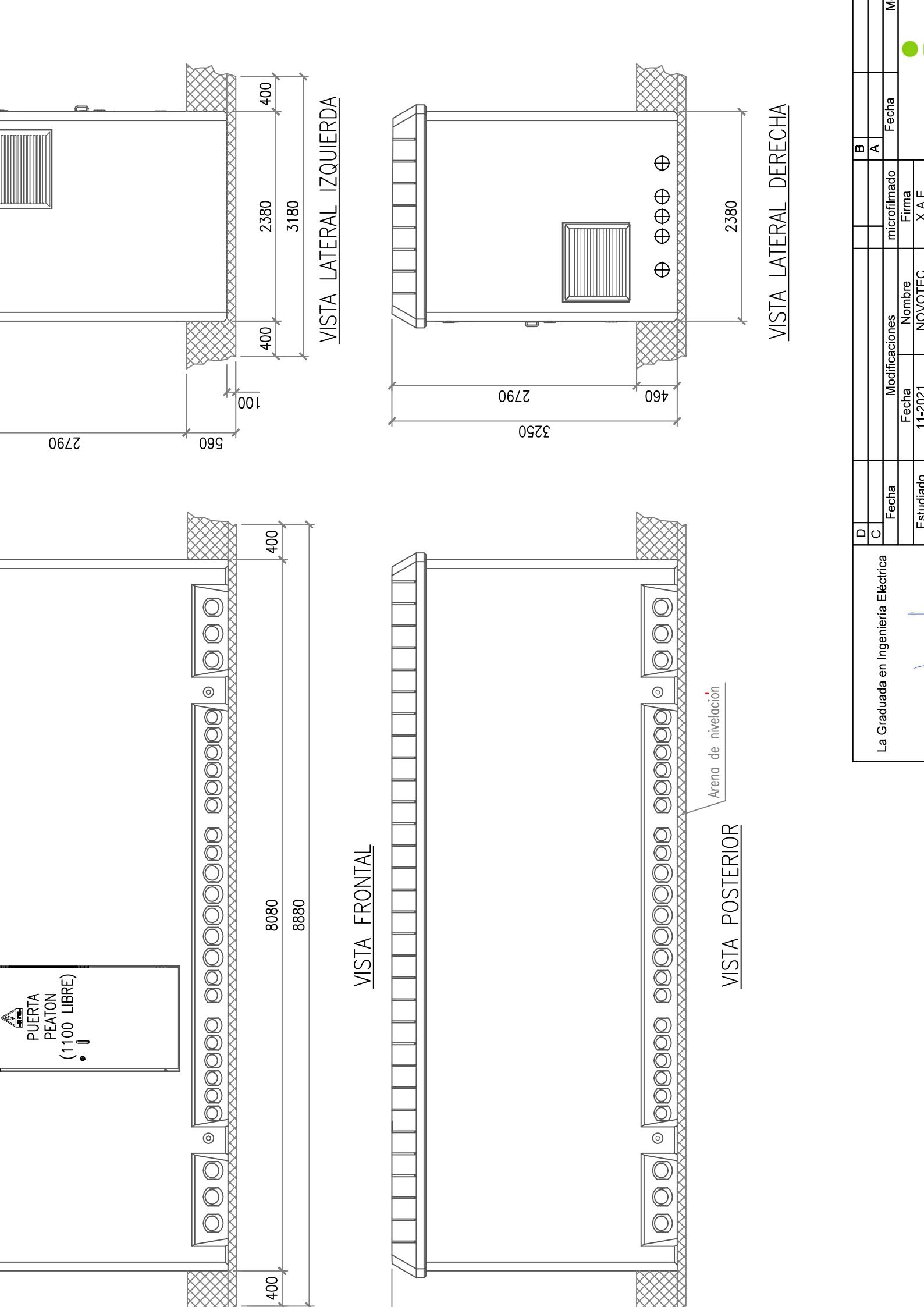
Sol. Av.: S-03

②  
1-912

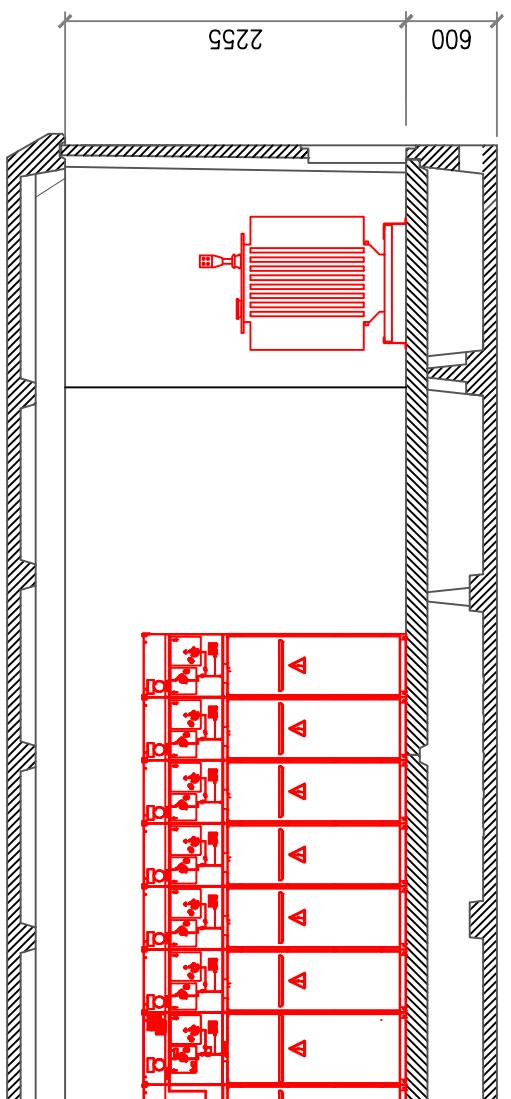
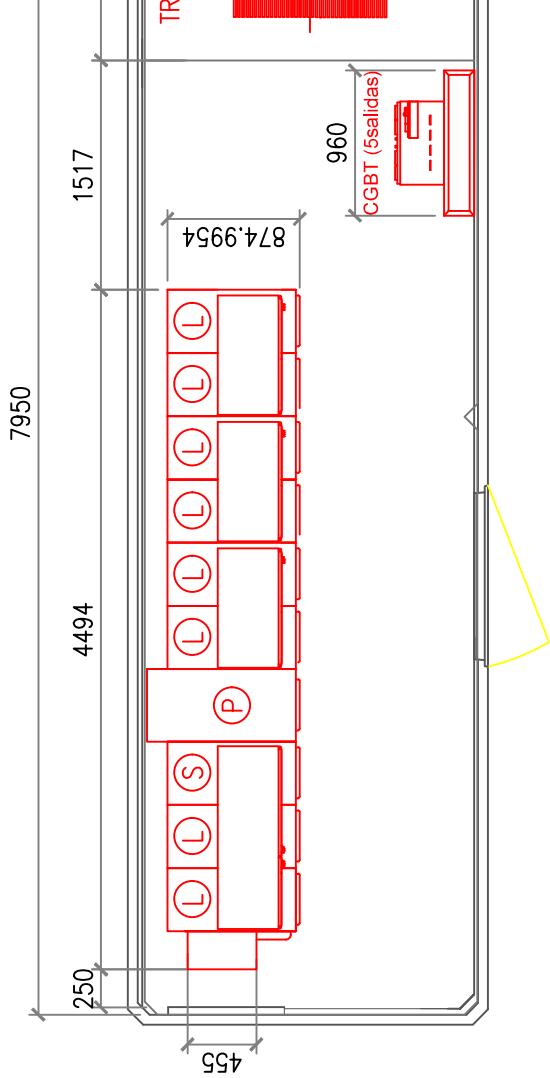
Camino



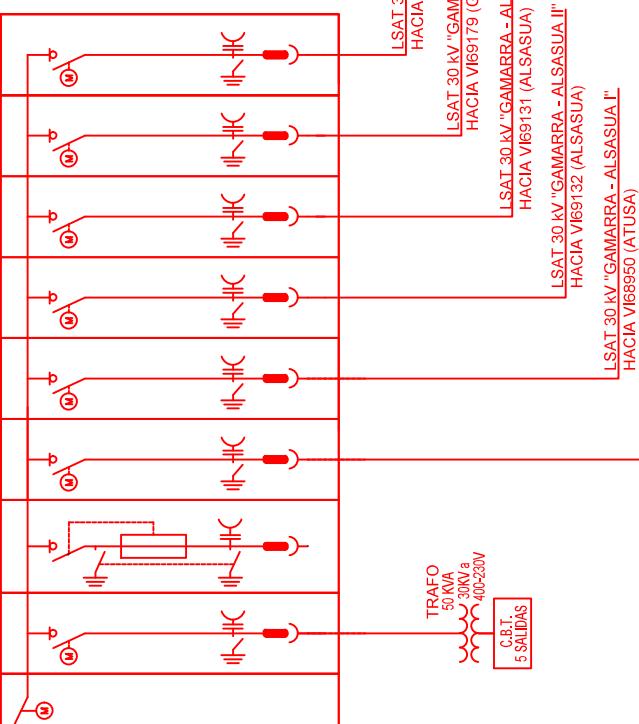




La Graduada en Ingeniería Eléctrica					
D		C		B	
Fecha		Modificaciones		A	
Apellido	Nombre	Fecha	Nombre	microfilmado	Fecha
Estudiando	11-2021	11-2021	NOVOTEC	X	AAE



ESQUEMA ELECTRICO  
CELDAS 2L+E + P + 6L TELEMANDADAS



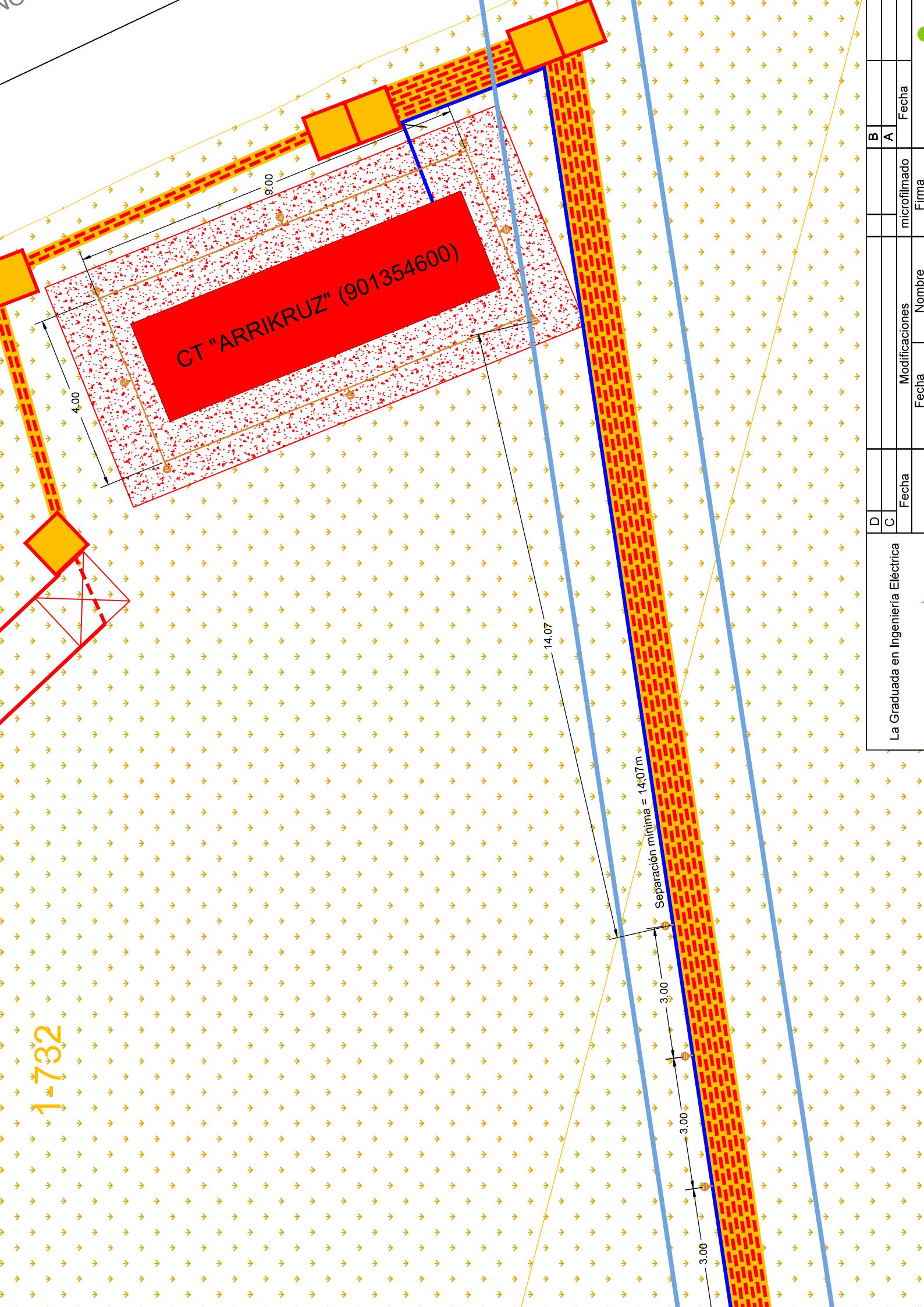
	D	C	B	A	Fecha	Modificaciones	microfilmado	Fecha	M
La Graduada en Ingeniería Eléctrica									
Estudiado	06-2022		NOVOTEC						

La Graduada en Ingeniería Eléctrica

Estudiado

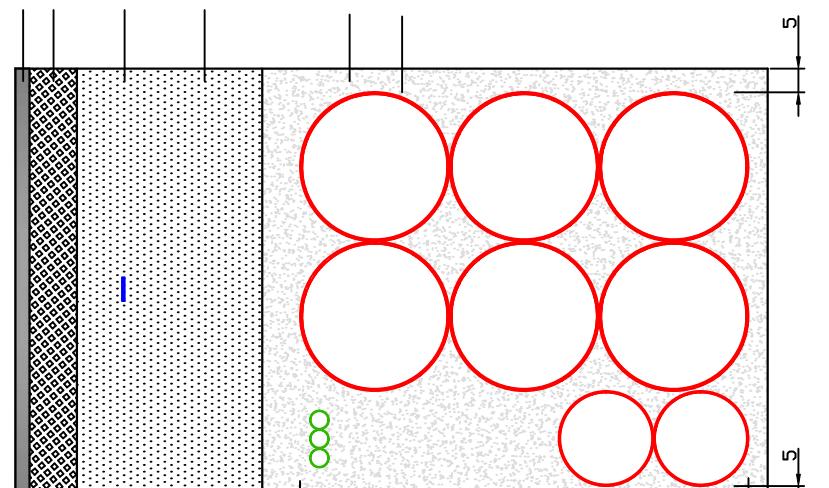
06-2022

NOVOTEC

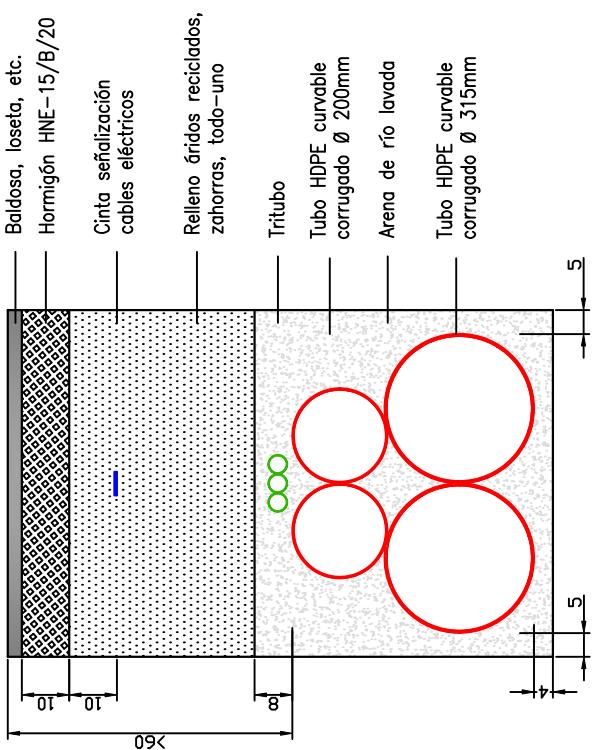


\*732

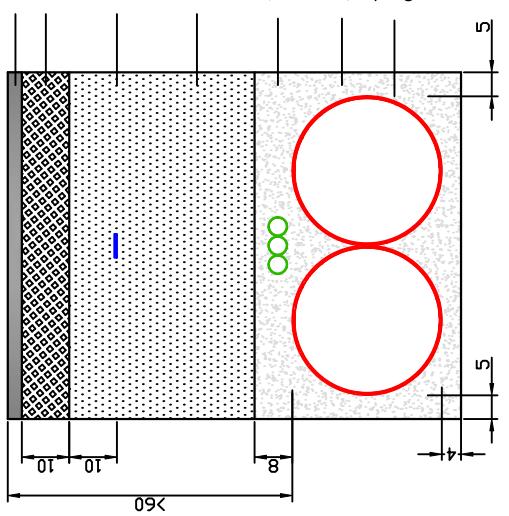
CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA/TIERRA  
(6 TUBOS 315MM Ø + 2 TUBOS 200MM Ø  
+ tritubo) COTAS EN CM



CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA/TIERRA  
(2 TUBOS 315MM Ø + 2 TUBOS 200MM Ø  
+ tritubo) COTAS EN CM



CANALIZACIÓN ENTUBADA EN ACERA/TIERRA  
(2 TUBOS 315MM Ø + tritubo) COTAS EN CM



La Graduada en Ingeniería Eléctrica

D	C	B	A
---	---	---	---

Modificaciones	microfilmado	Fecha	Fecha
----------------	--------------	-------	-------

Firma	Firma	Novotec	X.A.F.
-------	-------	---------	--------

Mc

Mc