

**ÍNDICE**

**ANEJO 12.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA TENSIÓN**

<b>1</b>	<b>RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJETO .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>REGLAMENTO Y DISPOSICIONES OFICIALES .....</b>	<b>2</b>
<b>4</b>	<b>EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>5</b>	<b>CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA .....</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA .....</b>	<b>2</b>
<b>7</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>7.1</b>	<b>LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>7.2</b>	<b>LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>7.3</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>8</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....</b>	<b>4</b>
<b>8.1</b>	<b>LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>8.2</b>	<b>LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>8.3</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>9</b>	<b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>9</b>
<b>10</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>10</b>

**ANEJO 12.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA TENSIÓN**

**1 RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS**

**LÍNEA ELÉCTRICA**

<b>Promotor</b>	COMUNIDAD DE REGANTES DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DE NAJERILLA EN CENICERO
<b>Término Municipal</b>	CENICERO (LA RIOJA)
<b>Tensión de la línea</b>	13,2 kV
<b>Longitud tramo aéreo</b>	1.772,00
<b>Longitud tramo subterránea</b>	20
<b>Nº de conductores fase</b>	Uno
<b>Tipo y sección conductores</b>	PARTICULAR: LA-56 (47-AL1/8-ST1A) RH-Z1 3x1x240mm <sup>2</sup> Al 12/20 kV
<b>Comienzo línea</b>	Nuevo apoyo entre apoyos nº 615 y 616 de la LEMT "LAMT NAJERA-HUERCANOS"
<b>Final línea</b>	Centro de Transformación 400 kVA

**2 OBJETO**

El presente Anejo forma parte del "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL NAJERILLA EN EL T.M. DE CENICERO (LA RIOJA)", y tiene por objeto cumplir los requisitos establecidos en el Pliego de Bases para la Contratación de la Asistencia Técnica objeto del mencionado proyecto.

Las actuaciones planteadas en el presente documento consisten en la definición de las instalaciones que constituyen el trazado de las Redes Eléctricas de Media Tensión, trazado en proyecto y que proveerá a las instalaciones eléctricas de la Estación de Bombeo, proyectada en el TM de Cenicero (La Rioja).

La instalación proyectada consistirá en:

- **Trabajos a realizar por la compañía IBERDROLA:**

- Instalación.

Adecuación de instalaciones existentes consistentes en:

- Nuevo apoyo entre apoyos nº 615 y 616 de la LEMT "LAMT NAJERA-HUERCANOS
- El primer vano de la derivación tendrá una longitud máxima de 20 metros (vano flojo) y en caso de que la LAMT tenga una longitud mayor de 1 km, en el primer apoyo se instalará un OCR (Órgano de Corte en Red) con detección de paso de falta y función seccionadora.
- En el apoyo de entronque con la línea general se instalará un seccionador, adecuando el sistema de tierras con su acera equipotencial.

- **Trabajos a realizar por el usuario, y por tanto a desarrollar en el presente documento:**

- La infraestructura eléctrica consistente en la línea de Media Tensión (LMT) entre el primer apoyo de la nueva línea y el nuevo Centro de Transformación de Cliente (CTC) que quedarán de su propiedad. El vano entre el punto de conexión y el primer apoyo de la línea particular será propiedad de I-DE. El extremo de este vano constituirá el punto de entrega de energía.
- Construcción de una nueva Línea Subterránea/Aérea de Media Tensión (MT), LA-56, particular entre el apoyo nº 1 el apoyo final de línea, y entre ese y el Centro de Transformación.
- Edificio prefabricado para albergar el Centro de Transformación.
- Celdas de protección propias del centro de transformación, (línea, protección),
- Transformadores (MT/BT).

El solicitante deberá realizar, cumpliendo las indicaciones del Anexo de Especificaciones Técnicas adjunto los proyectos necesarios para la legalización de dichas instalaciones: uno de ellos, que recoja la instalación del nuevo apoyo a intercalar en la línea actual y el primer vano citado, a nombre de I-DE; y otro, a nombre del solicitante, que incluya las nuevas instalaciones particulares.

El punto de medida se establecerá en el límite de propiedad. I-DE tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida.

La totalidad de las actuaciones proyectadas se prevén en el T.M. de Cenicero en la Comunidad Autónoma de la Rioja.

En el presente proyecto se detalla el trazado de la línea eléctrica, a la vez que se definen y describen las obras necesarias a realizar desde el punto de vista técnico y económico para la ejecución de las mismas.

En los tramos con instalación aérea se tienen en cuenta medidas anticolidión y antielectrocución para las aves en los apoyos y cables eléctricos.

### 3 REGLAMENTO Y DISPOSICIONES OFICIALES

Para el diseño de las infraestructuras eléctricas se han considerado las siguientes normas:

Normas generales:

- REGLAMENTO (UE) Nº 548/2014 DE LA COMISIÓN, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Decreto 233/2008 de 15 de febrero).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- el Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Normas particulares de la Compañía Suministradora de energía eléctrica. ERZ-Endesa.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 842/2002 del 2 de Agosto).
- Normalización Nacional (Normas UNE), CEI y Recomendaciones UNESA.

Normas de diseño de aparataje eléctrica:

- UNE EN 60076.
- UNE-EN 60255-26
- UNE 62271-1, 100, 102, 105
- UNE 207009
- CEI 129, 265-1, 298.
- RU 6407 B, 5201.
- CEI 56, 420, 694.
- RU 1303 A.

### 4 EMPLAZAMIENTO

Las infraestructuras eléctricas proyectadas y documentadas en el presente anejo se hallan en el T.M. de Cenicero (La Rioja).

Para mayor información, consultar el Plano Nº1 "Situación y Emplazamiento".

### 5 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA

Según se indica en los artículos 3 del Vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión, las líneas de proyecto se clasifican:

Por su tensión nominal:

25 kV..... 3ª categoría

Además, por su altitud se clasifica entre zona A y B. Para un mayor grado de seguridad, se ha considerado categoría B.

### 6 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA

En este proyecto contemplamos una instalación en baja tensión, concretamente la instalación de baja tensión de la estación de bombeo.

La demanda energética por parte de todos los equipos de bombeo es totalmente trifásica a 400V, mientras que el resto de receptores son monofásicos a 230V o trifásicos a 400V.

Se realizará reparto equitativo en cuanto a consumo, a la hora de conectar los receptores monofásicos, tratando de conseguir un reparto de cargas lo más equilibrado posible.

La potencia total instalada corresponde a los siguientes consumos:

BOMBA 1	55000 W
BOMBA 2	132000 W
SSAA y AUTO	26847.6 W
TOTAL....	213847.59 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1497.6
- Potencia Instalada Fuerza (W): 212350
- Potencia Máxima Admisible (kVA): 400

Reparto de Fases - Líneas Monofásicas

- Potencia Fase R (W): 3691.2
- Potencia Fase S (W): 3048.8
- Potencia Fase T (W): 3057.6

Fuerza Bombeo	25,350 kW
Alumbrado Bombeo	1,498 kW
Bombeo	187,000 kW
<b>TOTAL</b>	<b>213,847 kW</b>

SSAA y AUTO

AL.CUADROS	14.4 W
Interior NO	338.4 W
Interior SE	338.4 W
AL EXT SE	374.4 W
AL EXT NO	374.4 W
EM SE	28.8 W
EM NO	28.8 W
EXTRACCIÓN SE	500 W
EXTRACCIÓN CUADROS	370 W
BASES III	5000 W
BASE II NO	3000 W
BASE II CUADROS	3000 W
RB1	150 W
RB2	150 W
P. GRUA	5000 W
CAUDALIMETRO EB	150 W
CAUDALIMETRO Balsa	150 W
FILTRO W	1750 W
VAL.MOTO. Balsa	750 W
Compuerta toma	736 W
Limpiarrejas	2944 W
FA 24VCC	200 W
AUTÓMATA	1500 W
<b>TOTAL....</b>	<b>26847.6 W</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1497.6
- Potencia Instalada Fuerza (W): 25350

Todo esto conduce a una potencia instalada de 213,847 kW repartida entre los distintos usos como se refleja en el siguiente cuadro:

USO	POTENCIA
-----	----------

En el caso de la instalación de la Estación de Bombeo, se considera un factor de simultaneidad de 1 para el alumbrado y 0,8 para fuerza, se considera el funcionamiento simultaneo de las dos bombas, y se añade un 25% de la potencia de la bomba mayor.

Con estas consideraciones, la potencia transportada es la siguiente: 204,377 kW. En caso de considerar el 100% de la potencia instalada, 213,847 kW

Tomando un factor de potencia de 0,9 (razonable en estas instalaciones), para la potencia transportada indicada con anterioridad, se obtiene la siguiente potencia aparente: 227,086 kVA. En caso del 100% de la potencia, este valor se incrementa hasta los 237,608 kVA.

Para ello se dispondrá de un trafo de 400 kVA de 13,2/0,40 kV.

**7 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN**

Para llevar a cabo las instalaciones previstas en el PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL NAJERILLA EN EL T.M. DE CENICERO EL (LA RIOJA), ha sido necesaria la tramitación de un expediente ante la compañía eléctrica IBERDROLA. Ver apéndice 4.

- **Nuevo suministro.** A partir de entronque entre los apoyos nº 33 y 34 de la LEMT 'AVDA. LA VÍA" STR ARNEDO.
  - Estos trabajos y consistirán en:
    1. Instalación en servicio. Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio. Estos trabajos serán realizados íntegramente por la compañía de acuerdo al condicionado adjunto en el apéndice 4.
      - Instalación de nueva torre metálica con cadenas de amarre y seccionador para inicio de vano destensado.
      - Instalación de autoválvulas con conjuntos terminales y antiescalo.
      - Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente
    2. Nuevas instalaciones. Trabajos a realizar por el cliente.
      - TRAMO 1.
        - Línea aérea en circuito simple de Media Tensión, LA-56 (47-AL1/8-ST1A) desde el apoyo nº 1 hasta el apoyo 15.
        - Conversión A/S

- Línea subterránea en circuito simple de Media Tensión, RH-Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> AI 12/20 kV de apoyo nº 31 hasta el CT.
- Nuevo centro de transformación particular junto a apoyo fin de línea.

Una vez llevadas a cabo estas actuaciones diremos que, a partir del punto de entronque facilitado por la compañía se plantea un circuito aéreo mediante conductor LA-56 entre este apoyo y el apoyo 15. En ese punto se realizar una conversión A/S en circuito simple con conductor RH-Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> AI 12/20 kV hasta la celda de seccionamiento previstas en el edificio prefabricado (CT), en el cual se ha previsto un seccionamiento con celda de entrada, y la celda de protección y medida.

Todas las celdas serán de accionamiento manual.

La energía será suministrada por la compañía IBERDROLA 13.200 V/50Hz tensión entre fase (fase – fase). Las características de esta línea corresponden con las de una línea de tercera categoría, con un nivel de aislamiento de conductores que corresponde a 24 kV.

### 7.1 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

Esta línea Aérea de Media Tensión está constituida:

- Por 15 apoyos de tipo celosía y comprende 14 vanos, desde el apoyo Nº 1 hasta el apoyo Nº 15, con vano destensado previo al primer apoyo, y con conversión Aéreo-Subterránea en el apoyo 15.
- En el apoyo nº 1 se prevé la instalación de OCR con detección de paso de fuga y función seccionadora. Y en el apoyo de entronque se prevé la instalación de un seccionador.
- La longitud total en planta son 1.772 metros.

### 7.2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

En la instalación de usuario se prevé la instalación de línea subterránea en:

- Circuito simple entre el Apoyo nº 15 y el CT, constituida por 1 terna de cable unipolar de conductor tipo RH-Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> AI 12/20 kV. Todo el tramo subterráneo del circuito tendrá una longitud de 20 m.

### 7.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

En el presente proyecto se prevé, al final de la línea, la instalación de una envolvente prefabricada, en la que se instale el centro de transformación, el punto de medida se establecerá en el límite de propiedad E

I-DE tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida. Esta envolvente prefabricada se instalará en la parcela del edificio de bombeo.

El Centro de transformación contendrá una celda de seccionamiento y otra de protección. Las celdas cumplirán lo establecido en el apartado 8.3.3, siendo de las mismas características que las celdas de éste.

El Centro de Transformación y Medida se instalará en baño de aceite para una potencia de 400 kVA para bombeo y servicios auxiliares a 400 V, con una tensión del primario de 13.200 V y una tensión secundaria de 400 V, a 50 Hz. Contendrá una celda de seccionamiento y otra de protección automática. Las celdas cumplirán lo establecido en el apartado 8.3.3 Centro de Transformación.

El edificio prefabricado cumplirá también lo descrito en el apartado 8.3.1, por tanto, las dimensiones exteriores serán 4.460 mm de largo x 2.380 mm de fondo x 3.240 mm de altura, con una altura vista de 2.780 mm.

## 8 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

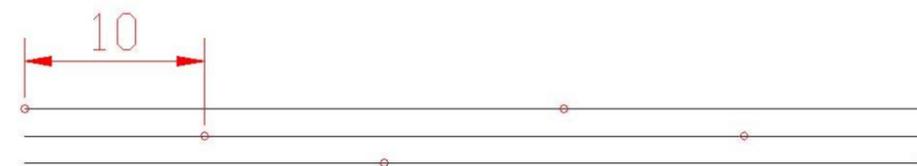
### 8.1 LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

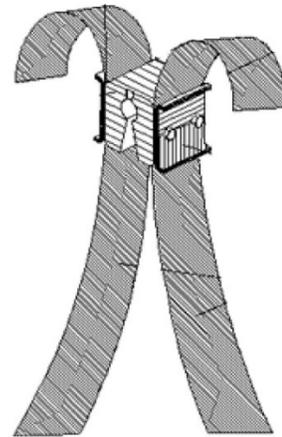
Basándonos en criterios económicos, técnicos y de explotación de la red, se ha previsto y proyectado el trazado que viene reflejado en los planos adjuntos, por considerarse que es el que más se ajusta a las infraestructuras proyectadas y a la propia topografía del terreno, habiéndose tratado en todo momento de minimizar las afecciones a terceros.

La tensión de la línea es de 13,2 kV. El nivel de aislamiento de los conductores será según el Reglamento de 24 KV.

La línea partirá del apoyo Nº 1 que se colocará a menos de 20 m del punto de entronque, unidos mediante vano flojo, y dará servicio a las instalaciones de la Estación de Bombeo.

Contribuyendo con la protección ambiental, se prevé la señalización de la totalidad del trazado mediante la colocación de bandas de balizamiento de neopreno en "X", con unas dimensiones de 6 cm de anchura y 30 cm de longitud mínima para cada brazo, de manera que la separación efectiva entre una banda y la siguiente sea como máximo de 10 m.





Reactancia kilométrica: ..... 0,401 ohm/km  
 Intensidad admisible: ..... 199 A  
 Carga de rotura: ..... 1.640 daN  
 Modulo elástico: ..... 7.900 daN/mm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de dilatación lineal: ..... 19,1 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>

### 8.1.1 TRAZADO

El origen de la Línea Aérea será el apoyo Nº 1, desde donde y a través de 15 apoyos se llegará a una longitud de 1.772 metros. Ver planos.

En el apoyo nº 1 se instalará un OCR, y en el 15 las autoválvulas de protección. A su vez en el apoyo de derivación de la línea existente se colocará un seccionador de corte en carga.

### 8.1.2 AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA

En el Anejo correspondiente se detalla la relación de los polígonos, parcelas y nombre de los propietarios afectados por el paso de la línea aérea, así como de las afecciones producidas por la ubicación de apoyos y/o vuelo de conductores.

### 8.1.3 CONDUCTOR DE FASE

El dimensionamiento de los conductores se ha realizado bajo la reglamentación vigente en el Reglamento de Alta Tensión y las condiciones que suele imponer la compañía suministradora.

Las características generales de los conductores son las siguientes:

#### Características del conductor LA-56

Designación UNE: ..... 47-AL1/8-ST1A  
 Sección total: ..... 54,6 mm<sup>2</sup>  
 Composición (Nº de alambres Al/Ac): ..... 6 + 1  
 Diámetro total: ..... 9,45 mm  
 Resistencia eléctrica a 20º C: ..... 0,613 ohm/km

### 8.1.4 APOYOS

Los apoyos a instalar serán del tipo metálico de celosía, según NI 52.10.01, con crucetas horizontal o tresbolillo, desde 10 m hasta 16 m de altura y 500, 1000, 2000 o 3000 daN de esfuerzo en punta, según NI 52.10.01.

Ver Apéndice 1 "Cálculos mecánicos de la línea" para ver la descripción de los apoyos adoptados.

### 8.1.5 CADENAS DE AISLAMIENTO

Los niveles de aislamiento correspondientes a la tensión más elevada de la línea, superarán las prescripciones reglamentarias reflejadas en el apartado 4.4. de la ITC-LAT 07.

Características Valor:

Tensión más elevada (kV eficaces) 36  
 Tensión de ensayo al choque (kV cresta) 170  
 Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV eficaces) 70

Los aisladores a emplear en esta instalación son de vidrio templado designado por UNESA como tipo U70BS y cumplen la norma UNE-EN 60305.

Las cadenas de aislamiento estarán formadas por 2 aisladores (cadenas de suspensión) y 2 aisladores (cadenas de amarre) del tipo U70BS (CEI-305) en vidrio templado, de las siguientes características:

Tipo..... U 70 BS  
 Paso ..... 127 mm  
 Diámetro..... 255 mm  
 Diámetro del vástago ..... 16 mm  
 Línea de fuga por unidad ..... 320 mm  
 Carga de rotura mínima.....70 kN

#### Características eléctricas

Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia...72 (2 elementos)/105 (3 elementos) kV eficaces.

Tensión soportada a impulsos tipo rayo...190 (2 elementos)/260 (3 elementos) kV cresta.

Línea de fuga (mm) .....590 (2 elementos)/885 (3 elementos).

Nivel de polución.....II (2 elementos)/IV (3 elementos).

Las partes metálicas de los aisladores estarán protegidas adecuadamente contra la acción corrosiva de la atmósfera.

#### 8.1.6 HERRAJES Y ACCESORIOS

- **Herrajes** de acero forjado y convenientemente galvanizados en caliente para su exposición a la intemperie, de acuerdo con la Norma UNE 21158.
- **Grapas de amarre** del tipo compresión compuestas por un manguito que se comprime contra el cable, y están de acuerdo con la Norma UNE 21159.
- **Grapas de suspensión** del tipo armada, compuestas por un manguito de neopreno en contacto con el cable y varillas preformadas que suavizan el ángulo de salida del cable.
- **Antivibradores:** Para evitar los daños ocasionados en los conductores debido a las vibraciones de pequeña amplitud, se ha previsto instalar amortiguadores en los cables de fase, uno por conductor y vano hasta 500 m y dos por conductor y vano en los mayores de 500 m.
- **Contrapesos:** En el caso de que por desniveles en los vanos, se produzcan importantes pérdidas de peso del gravivano, se colocarán los contrapesos necesarios para compensar y limitar los desvíos de cadena correspondiente.

#### 8.1.7 EMPALMES Y CONEXIONES

Los empalmes asegurarán la continuidad eléctrica y mecánica en los conductores, debiendo soportar sin rotura ni deslizamiento del conductor el 90% de su carga de rotura; para ello se utilizarán bien manguitos de compresión o preformados de tensión completa.

La conexión sólo podrá realizarse en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas de amarre de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20% de la carga de rotura del conductor. Se utilizarán uniones de compresión o de tipo mecánico (con tornillo).

Las conexiones, que se realizarán mediante conectores de apriete por cuña de presión o petacas con apriete por tornillo, asegurarán continuidad eléctrica del conductor, con una resistencia mecánica reducida.

#### 8.1.8 CIMENTACIONES

Las fijaciones de los apoyos al terreno, se realizarán mediante cimentaciones constituidas por un dado de hormigón en masa, de una dosificación de 200 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia mecánica de 125 kg/m<sup>2</sup>.

Cada bloque de cimentación sobresaldrá del terreno, como mínimo 20 cm, formando zócalos, con objeto de proteger los extremos inferiores de los montantes y sus uniones; dichos zócalos terminarán en punta de diamante para facilitar así mismo la evacuación del agua de lluvia.

Las dimensiones serán aquellas que marca la Recomendación UNESA correspondiente, Normas de Compañía o los facilitados por el fabricante, tomando un Grado de compresibilidad del terreno de 10 kg/cm<sup>3</sup>, y habiéndose considerado que en la fase de ejecución de las obras se asegure que esta cimentación de todos los apoyos recaiga sobre la roca sana.

#### 8.1.9 PUESTA A TIERRA

Los apoyos se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7.2.4. del ITC-LAT 07.

Los sistemas y elementos de conexión de las puestas a tierra estarán conforme con lo expuesto en el apartado 7.2. del ITC-LAT 07.

El dimensionamiento de la red de Puesta a Tierra deberá estar de acuerdo con lo mostrado en el apartado 7.3. de la ITC-LAT 07.

Podrán efectuarse por cualquiera de los dos sistemas siguientes:

- Electrodo de difusión:

Se dispondrán en dos patas de las torres situadas en una misma diagonal picas de acero cobreado de 2 m de longitud y 16 mm de diámetro unidas mediante grapas de fijación y cable de cobre desnudo al montante del apoyo, con el objeto de conseguir una resistencia de paso inferior a 20 ohmios.

- Anillo difusor:

Cuando se trate de un apoyo frecuentado se realizará una puesta a tierra en anillo alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado 1 m como mínimo de las aristas del macizo de cimentación.

Cuando la naturaleza del terreno no sea favorable para obtener una resistencia de difusión reducida en la toma de tierra, podrá recurrirse al tratamiento químico del terreno.

Toda instalación de puesta a tierra deberá ser comprobada en el momento de su establecimiento y revisada cada seis años.

### 8.1.10 SEÑALIZACIÓN

Todos los apoyos irán provistos de una placa de señalización en la que se indicará: el número del apoyo (correlativos), tensión de la Línea (13,2 kV) y símbolo de peligro eléctrico y logotipo de la empresa, este último a nivel opcional.

Las placas se instalarán a una altura del suelo de 3 m en la cara paralela o más cercana a los caminos o carreteras, para que puedan ser vistas fácilmente.

## 8.2 LÍNEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSIÓN

Basándose en criterios económicos, técnicos y de explotación de la red, se ha previsto y proyectado el trazado que viene reflejado en los planos adjuntos, por considerarse que es el que más se ajusta a las infraestructuras proyectadas y a la propia topografía del terreno, habiéndose tratado en todo momento de minimizar las afecciones a terceros.

La tensión de la línea es de 13,2 kV. La línea en circuito simple subterránea prevista entre el Apoyo nº 15 y el CT está constituida por 1 terna de cable unipolar de conductor tipo RH-Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV. Todo el tramo subterráneo tendrá una longitud de 20m.

El cable irá directamente enterrado en el interior de una zanja, de dimensiones de 1,15 m (profundo) x 0,4 m (ancho). Los conductores se tenderán sobre un lecho de arena de 5 cm. Sobre los conductores se dispondrá de una capa de 15 cm de espesor para cubrir y enterrar los cables. Sobre la capa de arena se colocarán rasillas cerámicas rígidas o placas de PE, que servirán de protección mecánica (20 j) y testigo.

El relleno final de las zanjas se realizará por compactación mecánica, siendo el material utilizado para la reposición del pavimento el mismo que existe a la apertura de la zanja.

En el caso de la existencia de cruces o paralelismos de la canalización de media tensión con una tubería de agua, el cruce de los conductores eléctricos se realizará por encima de la tubería a una distancia igual o superior a 0,20 m, evitando que el cruce se realice en la zona de juntas (uniones de tubería) o empalmes del cable, manteniendo una distancia superior a 1 m.

### 8.2.1 AFECCIONES POR EL PASO DE LA LÍNEA

En el Anejo 20 se detalla la relación de los polígonos, parcelas y nombre de los propietarios afectados por el paso de las líneas aérea y subterránea.

### 8.2.2 CONDUCTOR DE FASE

El dimensionamiento de los conductores se ha realizado bajo la reglamentación vigente en el Reglamento de Alta Tensión y las condiciones que suele imponer la compañía suministradora.

El conductor será del tipo RH-Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV.

Sus características generales son:

#### Características del conductor RH-Z1 240mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV

Sección total: .....	240 mm <sup>2</sup>
Intensidad máxima: .....	345 A
Reactancia kilométrica: .....	0,106 Ω/Km
Resistencia eléctrica a 20 °C: .....	0,125 Ω/Km

## 8.3 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Tal y como se indica con anterioridad en el presente proyecto se prevé instalar el centro de transformación, en el que se instalará la celda de medida, en una envolvente prefabricada, con acceso desde la vía pública para facilitar el acceso de la compañía.

### 8.3.1 ENVOLVENTE PREFABRICADA

El edificio en el que se albergarán los equipos del Centro de Transformación, será tipo PFU-4 de Ormazabal, de superficie y maniobra interior. Consta de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos. Con acceso único a usar por la compañía y el usuario. Ver planos.

El material empleado en la fabricación es hormigón armado, con una resistencia superior a 250 kg/cm<sup>2</sup>.

En la base de la envolvente van dispuestos, tanto en los laterales como en la solera, los orificios para la entrada y salida de cables de Alta Tensión.

El suelo está constituido por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo, sobre la pared frontal, y en el otro extremo, sobre unos soportes metálicos en forma de U que constituyen los huecos que permiten la conexión de cables en las celdas.

Las rejillas de ventilación son de chapa de acero galvanizado con una película de pintura epoxy poliéster, y van provistas de una tela metálica mosquitera.

Las puertas de acceso también son de chapa de acero galvanizado con una película de pintura epoxy poliéster. Están abisagradas para que puedan abrir 180º hacia el exterior. Las puertas frontales de peatón de la sala de celdas permiten una luz de acceso de 1.100 mm x 2.100 mm.

Para la instalación del prefabricado se ejecutará previamente una excavación para que asiente. Cuando la resistencia del terreno sea inferior a 1 kg/cm<sup>2</sup> o si existe la probabilidad de aparición de acuíferos se ejecutará una losa de hormigón. En el fondo de la excavación se debe disponer de un lecho de arena lavada y nivelada de 15 cm de espesor mínimo.

Una vez montado el edificio, deberá quedar de inmediato rodeado completamente de tierra hasta su cota de enterramiento para evitar que las aguas provenientes de lluvias muevan las arenas bajo el edificio y puedan provocar movimientos o fracturas en las piezas que sustentan al edificio.

En el edificio prefabricado se observarán las siguientes disposiciones:

- Las puertas de acceso al centro, las pantallas de protección y cada una de las orientaciones del vallado metálico, incorporarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico, según las dimensiones y colores que especifica la Recomendación AMYS 1.4.10, modelo AE-10.

- En un lugar bien visible en el interior del Centro se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente y su contenido se referirá a la respiración boca a boca y masaje cardiaco.

- El Centro estará equipado con una pértiga y banquillo aislantes, para la ejecución de las maniobras.
- Acceso para compañía, y protección y medida para usuario.
- Acceso a CT exclusivo para usuario.
- Separación física interior entre Trafo y celdas CT.

Además, el edificio irá pintado exteriormente con pintura beige rugosa con el fin de integrar el prefabricado en el entorno que le rodea.

El edificio tendrá las siguientes dimensiones:

- Centro de Transformación. Dimensiones exteriores 4.460 mm de largo x 2.380 mm de fondo x 3.240 mm de altura, con una altura vista de 2.780 mm.

**8.3.2 EQUIPAMIENTO**

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Nivel de aislamiento..... 24 kV

Tensión de servicio ..... 13,2 kV  
 Onda de choque aislamiento/ seccionamiento ..... 170/195 kV  
 Frecuencia industrial aislamiento / seccionamiento..... 70/80 kV  
 Intensidad de corta duración (1s) ..... 16 kA ef  
 Intensidad nominal conjunto.....400 A

El centro de transformación se compone básicamente de:

**CELDAS**

- 1 Celda modular de línea: Dispuesta de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra), aislamiento integro en SF<sub>6</sub>, características eléctricas:

Tensión nominal: ..... 24 kV  
 Intensidad nominal: ..... 400 A  
 Tensión nominal a frecuencia industrial durante 1 min.:  
 - A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto:..... 70 kV  
 - A la distancia de seccionamiento:..... 80 kV  
 Tensión soportada a impulso tipo rayo:  
 - A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto:.....170 kV  
 - A la distancia de seccionamiento:.....195 kV  
 Poder de corte de corriente principalmente activa:..... 400 A  
 Intensidad de corta duración (1s):.....16 kA ef  
 Valor de cresta de la Intensidad de corta duración:.....40 kA cresta

- 1 Celda modular de Medida: Dispuestos en el interior los transformadores de medida de tensión e intensidad, características eléctricas:

Tensión nominal: ..... 24 kV  
 Intensidad nominal: ..... 400 A  
 Tensión nominal a frecuencia industrial durante 1 min.:  
 - A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto:..... 70 kV  
 - A la distancia de seccionamiento:..... 80 kV  
 Tensión soportada a impulso tipo rayo:  
 - A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto:.....170 kV  
 - A la distancia de seccionamiento:.....195 kV

- 1 Celdas modular de protección de trafo: Dispuesta de fusibles limitadores y de un interruptor-seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra, antes y después de los fusibles), características eléctricas:

Tensión nominal: ..... 24 kV

Intensidad nominal:

En barras e interconexión celdas: .....400 A

Bajante trafo: .....200 A

Tensión nominal a frecuencia industrial durante 1 min.:

- A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto: .....70 kV

- A la distancia de seccionamiento:.....80 kV

Tensión soportada a impulso tipo rayo:

- A tierra entre polos y entre bornas del seccionador abierto: ..... 170 kV

- A la distancia de seccionamiento:..... 195 kV

Capacidad de corte:

- Poder de corte de corriente principalmente activa: .....400 A

- Corriente capacitiva: ..... 50 A

- Corriente inductiva: ..... 16 A

Capacidad de ruptura combinación interruptor-fusibles: .....20 kA

Corriente de transferencia: .....320 A

Intensidad de corta duración (1s): ..... 16 kA ef

Capacidad de cierre (antes-después fusibles): ..... 2.5 kA cresta

**TRANSFORMADOR**

- 1 transformador en baño de aceite.
- Potencia 400 kVA
- Nivel de aislamiento hasta 24 kV
- Tensión primaria: 13.200 V
- Tensión secundaria en vacío: 420 V
- Refrigeración natural ONAN
- Tensión de Cortocircuito, Ucc = 4 %
- Grupo de conexión Dyn11
- Tomas para la regulación de la tensión primaria:  $\pm 2,5 \pm 5 + 10$

Las pérdidas en vacío y en carga, así como los niveles de ruido y los detalles constructivos cumplirán lo estipulado en la normativa UNE 21428-1 y el Reglamento (UE) nº 548/2014 de la Comisión.

**8.3.3 MEDIDA DE LA ENERGÍA**

La medida de la energía eléctrica se realizará a través de la Celda de Medida situada en la envolvente prefabricada en la que se encuentra el Centro de Transformación, el punto de medida se establecerá en el límite de propiedad e I-DE tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida.

**8.3.4 PUESTA A TIERRA**

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en la envolvente prefabricada se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas, etc..., así como la armadura del edificio (si este es prefabricado). no se unirán, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

**8.3.5 CUADRO DE BAJA TENSIÓN.**

La conexión entre el Centro de Transformación y el cuadro de B.T de la Sala de Cuadros Eléctricos de la Estación de Bombeo se realizará mediante conductores de aluminio aislados, cableados en haz y 0,6/1 kV de tensión nominal, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, pasados a través de los conductos que dispone el edificio prefabricado para ese fin. Las secciones nominales de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes y de cortocircuito, tal y como se especifica en el Anejo de Baja Tensión.

**9 MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL**

En los tramos subterráneos no se plantean medidas relativas a afecciones sobre avifauna. Nos obstante en los tramos aéreos se tendrán en cuenta todas aquellas medidas relativas a anticolisión y antielectrocución.

En este sentido, para el diseño del tendido eléctrico se aplicarán las características constructivas y las medidas anticolisión y antielectrocución para las aves en los apoyos y cables eléctricos que se relacionan a continuación.

**9.1.1 PRESCRIPCIONES GENÉRICAS**

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas:

- No se instalarán aisladores rígidos.
- No se instalarán puentes flojos no aislados por encima de travesaños o cabecera de los apoyos.
- No se instalarán autoválvulas y seccionadores en posición dominante, por encima de travesaños o cabecera de apoyos.
- En los apoyos especiales (con puentes, bajantes, seccionadores y fusibles autoválvulas) los elementos en tensión no sobrepasarán las cabeceras, crucetas y semicrucetas, y se aislarán los puentes de unión entre los elementos en tensión.

### **9.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR RIESGOS DE COLISIÓN**

En ambas infraestructuras se prevé la señalización del trazado mediante el empleo de bandas de balizamiento de neopreno en "X", a pesar de que no se atraviesan ninguno de los ámbitos siguientes: cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación.

Estas bandas, se ubican en tresbolillo de manera que la separación efectiva entre una banda y la siguiente sea como máximo de 10 metros.

### **9.1.3 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR RIESGOS DE ELECTROCUCIÓN**

Como medidas preventivas para evitar la electrocución de la avifauna se han adoptado los siguientes criterios de diseño:

Aislamiento: Los postes se proyectan con cadenas de aisladores suspendidos o de amarre, pero nunca rígidos, por ser el que presenta mayor peligrosidad hacia la avifauna.

Distancia entre conductores: La distancia adoptada entre conductores no aislados no será nunca inferior a 1,50 m, aunque normalmente será de 1,75 m. En apoyos de ángulo, debido a que la distancia entre conductores se reduce, deberán emplearse siempre crucetas de 2,33 m de separación entre conductores.

Crucetas: Apoyos fin de línea: Serán apoyos con armado horizontal, en los cuales se aislará un puente de paso de la fase central. En los de alineación, la distancia mínima de seguridad entre cada conductor y las zonas de posada sobre las crucetas o la cabecera del apoyo será como mínimo de 0,70 m. Los de amarre, especiales, y en general aquellos con aisladores de cadenas de amarre deberán tener una distancia mínima de 0,70 m entre la zona de posada y el punto más próximo en tensión. En los de armado de tipo bóveda la distancia entre el conductor central y la base de la bóveda no será inferior a 0,88 m. En los de tresbolillo, canadiense, triángulos provistos de un semicruceta superior, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor no será inferior a 1,50 m.

Apoyos: Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, derivaciones, anclajes o fin de línea, se han diseñado de manera que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semirectas no auxiliares de los apoyos. En cualquier caso, se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos de tensión. Se prohíbe la instalación de puentes flojos no aislados por encima o debajo de travesaños y cabeceras de postes. En cualquier caso, los puentes flojos estarán completamente aislados ("cable seco o cinta de aislamiento").

Seccionadores: Queda prohibida la instalación de seccionadores (unipolares o monomando) e interruptores con corte al aire, en posición dominante, por encima de los travesaños o cabeceras de los apoyos, debiendo estar las fases de conexión aisladas completamente.

## **10 MEDIDAS PREVENTIVAS EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

Los riesgos para la salud de los trabajadores durante la fase de ejecución de las obras objeto de la presente, así como la posterior valoración presupuestaria de las correspondientes medidas preventivas, han sido incluidos en el "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE LA MARGEN DERECHA DEL NAJERILLA EN EL T.M. DE CENICERO (LA RIOJA)", del que forma parte el presente documento.



## ÍNDICE

### APÉNDICE 1. CÁLCULO MECÁNICO LÍNEAS MT

<b>1</b>	<b>CÁLCULO CONDUCTORES Y APOYOS.....</b>	<b>1</b>
1.1	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES .....	1
1.2	CLASIFICACIÓN DE LA LÍNEA.....	1
1.3	ACCIONES A CONSIDERAR.....	1
<b>2</b>	<b>RESUMEN DE FORMULAS.....</b>	<b>2</b>
2.1	TENSION MAXIMA EN UN VANO (APDO. 3.2.1).....	2
2.2	VANO DE REGULACION.....	2
2.3	TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.....	2
2.4	LIMITE DINAMICO "EDS".....	5
2.5	HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (APDO. 3.5.3).....	5
2.6	CIMENTACIONES (APDO. 3.6).....	14
2.7	CADENA DE AISLADORES.....	16
2.8	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	17
2.9	ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.....	18
2.10	DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.....	18
<b>3</b>	<b>CÁLCULOS. LEMT "CENICERO" .....</b>	<b>19</b>

3.1	DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.....	19
3.2	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.....	19
3.3	ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.....	20
3.4	CRUZAMIENTOS.....	21
3.5	TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.....	23
3.6	TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.....	23
3.7	CALCULO DE APOYOS .....	24
3.8	APOYOS ADOPTADOS.....	24
3.9	CRUCETAS ADOPTADAS.....	24
3.10	CALCULO DE CIMENTACIONES.....	24
3.11	CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.....	25
3.12	CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.....	25
3.13	FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.....	25

## APÉNDICE 1. CÁLCULO MECÁNICO LÍNEAS MT

### 1 CÁLCULO CONDUCTORES Y APOYOS

#### 1.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS CONDUCTORES

##### Datos de cálculo conductor LA – 56

Designación UNE: ..... 47-AL1/8-ST1A (LA-56)  
 Composición (Nº de alambres Al/Ac):..... 6 + 1  
 Sección total: ..... 54,6 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro total: ..... 9,45 mm  
 Resistencia eléctrica a 20º C: ..... 0,614 ohm/km  
 Reactancia kilométrica: ..... 0,401 ohm/km  
 Intensidad admisible: ..... 196 A  
 Carga de rotura: ..... 1640 daN  
 Modulo elástico: ..... 7.900 daN/mm<sup>2</sup>  
 Coeficiente de dilatación lineal: ..... 19,1 x 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>

Denominación: LA-56 (47-AL1/8-ST1A).

Sección: ..... 54.6 mm<sup>2</sup> .  
 Diámetro: ..... 9.45 mm.  
 Carga de Rotura: ..... 1640 daN.  
 Módulo de elasticidad: ..... 7900 daN/mm<sup>2</sup> .  
 Coeficiente de dilatación lineal: ..... 19.1 · 10<sup>-6</sup> .  
 Peso propio: ..... 0.185 daN/m.  
 Peso propio más sobrecarga de viento: ..... 0,596 daN/m.  
 Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: ..... 0,339 daN/m.  
 Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): ..... 0,738 daN/m.  
 Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): ..... 1,292 daN/m.  
 Peso propio más sobrecarga de hielo más viento (Zona B): ..... 0,84 daN/m.  
 Peso propio más sobrecarga de hielo más viento (Zona C): ..... 1,406 daN/m.

#### 1.2 CLASIFICACIÓN DE LA LÍNEA

Según se indica en los artículos 3 del Vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión, la línea en proyecto se clasifica:

Por su tensión nominal:

13,2 kV ..... 3ª categoría

Además por su altitud se clasifica en zona B.

#### 1.3 ACCIONES A CONSIDERAR

Las acciones a considerar en el cálculo mecánico de conductores son las definidas a tal efecto en el Vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión y hacen referencia a:

## 2 RESUMEN DE FORMULAS.

### 2.1 TENSION MAXIMA EN UN VANO (APDO. 3.2.1).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Cuando sea requerida por la empresa eléctrica.

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

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

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

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

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

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

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

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

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

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

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

d = diámetro del conductor (mm).

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

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

c = constante de la catenaria.

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

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

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

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

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

a = Proyección horizontal del vano (m).

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

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

### 2.2 VANO DE REGULACION.

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

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

### 2.3 TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T<sub>0h</sub>), se puede obtener una tensión horizontal final (T<sub>h</sub>) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

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

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

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

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

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

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

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

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

Siendo:

$\delta$  = Coeficiente de dilatación lineal.

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

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

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

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

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

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

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

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

$a$  =  $a_r$  (vano de regulación, m).

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

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

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

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

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

### 2.3.1 Tensión máxima (Apdo. 3.2.1).

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

a) Zona A.

- Tracción máxima viento.

$t = -5$  °C.

Sobrecarga: viento ( $P_V$ ).

b) Zona B.

- Tracción máxima viento.

$t = -10$  °C.

Sobrecarga: viento ( $P_V$ ).

- Tracción máxima hielo.

$t = -15$  °C.

Sobrecarga: hielo ( $P_H$ ).

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

$t = -15$  °C.

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

Sobrecarga: hielo ( $P_H$ ).

c) Zona C.

- Tracción máxima viento.

$t = -15\text{ °C}$ .

Sobrecarga: viento ( $P_V$ ).

- Tracción máxima hielo.

$t = -20\text{ °C}$ .

Sobrecarga: hielo ( $P_H$ ).

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

$t = -20\text{ °C}$ .

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

Sobrecarga: hielo ( $P_H$ ).

### 2.3.2 Flecha máxima (Apdo. 3.2.3).

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

a) Hipótesis de viento.

$t = +15\text{ °C}$ .

Sobrecarga: Viento ( $P_V$ ).

b) Hipótesis de temperatura.

$t = +50\text{ °C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

c) Hipótesis de hielo.

$t = 0\text{ °C}$ .

Sobrecarga: hielo ( $P_H$ ).

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

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

### 2.3.3 Flecha mínima.

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

a) Zona A.

$t = -5\text{ °C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

b) Zona B.

$t = -15\text{ °C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

c) Zona C.

$t = -20\text{ °C}$ .

Sobrecarga: ninguna.

### 2.3.4 Desviación cadena aisladores.

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

$t = -5\text{ °C}$  en zona A,  $-10\text{ °C}$  en zona B y  $-15\text{ °C}$  en zona C.

Sobrecarga: mitad de Viento ( $P_V/2$ ).

### 2.3.5 Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos.

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

$t = -5\text{ °C}$  en zona A,  $-10\text{ °C}$  en zona B y  $-15\text{ °C}$  en zona C.

Sobrecarga: Viento ( $P_V$ ).

### 2.3.6 Tendido de la línea.

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

$t = -20\text{ °C}$  (Sólo zona C).

$t = -15\text{ °C}$  (Sólo zonas B y C).

$t = -10\text{ °C}$  (Sólo zonas B y C).

$t = -5\text{ °C}$ .

$t = 0\text{ °C}$ .

t = + 5 °C.  
t = + 10 °C.  
t = + 15 °C.  
t = + 20 °C.  
t = + 25 °C.  
t = + 30 °C.  
t = + 35 °C.  
t = + 40 °C.  
t = + 45 °C.  
t = + 50 °C.  
Sobrecarga: ninguna.

## 2.4 LIMITE DINAMICO "EDS".

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

Siendo:

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

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

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

## 2.5 HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (Apdo. 3.5.3).

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

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $L_t = Rotv$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$

	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $L_t = Rotv$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; L_t = Rotv$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; L_t = Rotv$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $L_t = Rotv$
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
Fin de línea	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; L_t = Rotv$
	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot n_c$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot n_c$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot n_c$			

	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dtv		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) Lt = Rotv
--	---	--	--	---

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

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -5 °C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

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

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = Dth$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $Lt = Roth$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = Dth$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $Lt = Roth$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahT$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahrT$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahrL ; Lt = Roth$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahT$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahL$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahrL ; Lt = Roth$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = Dth$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $Lt = Roth$
Anclaje Angulo	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1)	Cargas perm. (apdo. 3.1.1)	Cargas perm. (apdo. 3.1.1)	Cargas perm. (apdo. 3.1.1)

y		Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$	Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
Estrellam.	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahT$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RahrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahL$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RahrL ; Lt = Roth$
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = Pch - Pchr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = Dtv$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = Dth$		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $Lt = Roth$

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

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:

Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de  
-10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

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

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

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

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

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

Siendo:

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

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

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

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

$n$  = número total de conductores.

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

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

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

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

Siendo:

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

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

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

$n$  = número total de conductores.

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

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

### 2.5.2 Esfuerzos del viento (Apdo. 3.1.2).

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

Apoyos alineación

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

Apoyos fin de línea

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

Apoyos de ángulo y estrellamiento

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 2.5.3 Desequilibrio de tracciones (Apdo. 3.1.4)

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

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

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

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

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

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

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

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

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

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

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

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje de alineación.

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

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

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

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

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

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

Siendo:

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

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

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

Apoyos de alineación con cadenas de suspensión.

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

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

Apoyos de alineación con cadenas de amarre.

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

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

Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión.

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

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de ángulo con cadenas de amarre.

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

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos de anclaje en alineación.

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

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

Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento.

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

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo.

Apoyos fin de línea

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

Siendo:

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

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

**2.5.4 Rotura de conductores (Apdo. 3.1.5)**

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

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

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

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

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

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

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

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

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

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

Fin de línea

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

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

Siendo:

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

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

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

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión

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

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

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre

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

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

Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento

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

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

#### Fin de línea

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

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

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

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

### 2.5.5 Resultante de ángulo (Apdo. 3.1.6)

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

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

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

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores.

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

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

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

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

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

Siendo:

$n_1, n_2$  = Número de conductores.

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

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

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

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

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

Siendo:

$n_1$  = Número de conductores.

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

Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

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

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

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

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

Siendo:

$n_1$  = Número de conductores.

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

Dth = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

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

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

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

Siendo:

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

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

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

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

### 2.5.6 Esfuerzos descentrados

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

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

$$Esdb = 3 \cdot T_{0h} \cdot ncf \text{ (daN) (bandera)}$$

Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

$T_{0h}$  = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima.

### 2.5.7 Esfuerzos equivalentes

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

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

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

Apoyos de celosía y presilla

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

Apoyos de hormigón

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

Apoyos de chapa metálica

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

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

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

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

$$T = T_c / K$$

$$L = L_c / K$$

El esfuerzo horizontal equivalente soportado por el apoyo será:

- Existe solamente esfuerzo transversal.

$$F = T$$

- Existe solamente esfuerzo longitudinal.

$$F = L$$

- Existe esfuerzo transversal y longitudinal simultáneamente.

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

$$F = T + L$$

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

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

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

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

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

$$Lt = Ltc \cdot Dc / Dn$$

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

Siendo:

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

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

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

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

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

$H_v$  = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m).

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

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

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

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

RN = Esfuerzo nominal principal / Esfuerzo nominal secundario.

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

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

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

F = Esfuerzo horizontal equivalente (daN).

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

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

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

### 2.5.8 Apoyo adoptado

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

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

- Hipótesis sin esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_n \geq F$$

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

$$V_n \geq V$$

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

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

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

- Hipótesis con esfuerzo de torsión.

El esfuerzo horizontal debe cumplir la ecuación:

$$E_{nt} \geq F$$

El esfuerzo vertical debe cumplir la ecuación:

$$V_{nt} \geq V$$

El esfuerzo de torsión debe cumplir la ecuación:

$$E_T \geq Lt$$

Siendo:

V = Cargas verticales.

F = Esfuerzo horizontal equivalente.

Lt = Esfuerzo de torsión.

$E_n$  = Esfuerzo nominal sin torsión del apoyo.

$E_{nt}$  = Esfuerzo nominal con torsión del apoyo.

$V_n$  = Esfuerzo vertical sin torsión del apoyo.

$V_{nt}$  = Esfuerzo vertical con torsión del apoyo.

$E_T$  = Esfuerzo de torsión del apoyo.

## 2.6 CIMENTACIONES (Apdo. 3.6).

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

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

### Momento debido al esfuerzo en punta

El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene:

$$Mep = Ep \cdot H_L$$

Siendo:

$E_p$  = Esfuerzo en punta (daN).

$H_L$  = Altura libre del apoyo (m).

### Momento debido al viento sobre el apoyo

El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene:

$$Mev = Eva \cdot H_v$$

Siendo:

$Eva$  = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

$Eva = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot \eta \cdot S$  (apoyos de celosía).

$Eva = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S$  (apoyos con superficies planas).

$Eva = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S$  (apoyos con superficies cilíndricas).

v = Velocidad del viento (Km/h).

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

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

$H_v$  = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

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

H = Altura total del apoyo (m).

$d_1$  = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

$d_2$  = anchura del apoyo en la cogolla (m).

### 2.6.1 Zapatas Monobloque.

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

### Momento de fallo al vuelco

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

$$M_f \geq 1,65 \cdot (Mep + Mev)$$

Siendo:

Mf = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m).

#### Momento absorbido por la cimentación

El momento absorbido por la cimentación "Mf" se calcula por la fórmula de Sulzberger:

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

Siendo:

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

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

#### **2.6.2 Zapatas Aisladas.**

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

#### Fuerza de rozamiento de las tierras

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

$$Frt = \delta_t \cdot \sum (\gamma^2 \cdot L) \cdot \text{tg} [\phi/2]$$

Siendo:

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

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

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

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

#### Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

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

Siendo:

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

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

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

S<sub>s</sub> = Superficie superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m<sup>2</sup>.

S<sub>i</sub> = Superficie inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m<sup>2</sup>.

Al volumen de tierra " V<sub>t</sub> ", habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

#### Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

S<sub>s</sub> = Superficie superior del tronco de pirámide, en m<sup>2</sup>.

S<sub>i</sub> = Superficie inferior del tronco de pirámide, en m<sup>2</sup>.

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

#### Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

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

$$Fep = 0,5 \cdot (Mep + Mev \cdot f) / Base, \text{ en daN.}$$

Siendo:

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta, en daN · m.

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en daN · m.

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

Base = Base del apoyo, en m.

#### Esfuerzo vertical debido a los pesos

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

$$F_V = T_V / 4 + P_a / 4 + P_t + P_h, \text{ en daN.}$$

Siendo:

T<sub>V</sub> = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN.

P<sub>a</sub> = Peso del apoyo, en daN.

P<sub>t</sub> = Peso de la tierra levantada, en daN.

P<sub>h</sub> = Peso del hormigón de la zapata, en daN.

#### Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$$F_T = Fep + F_V, \text{ en daN.}$$

Siendo:

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

F<sub>V</sub> = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

#### Comprobación de las zapatas

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

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

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

$$Rt = F_T / S, \text{ en daN/cm}^2.$$

Siendo:

F<sub>V</sub> = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

F<sub>rt</sub> = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN.

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

F<sub>T</sub> = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.

S = Superficie de la base del macizo, en cm<sup>2</sup>.

## **2.7 CADENA DE AISLADORES.**

### **2.7.1 Cálculo eléctrico**

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

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

Siendo:

NAis = número de aisladores de la cadena.

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

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

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

### **2.7.2 Cálculo mecánico**

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

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

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

Siendo:

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

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

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

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

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

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

Siendo:

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

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

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

ncf = número de conductores por fase.

### 2.7.3 Longitud de la cadena

La longitud de la cadena Lca será:

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

Siendo:

Lca = Longitud de la cadena (m).

NAis = número de aisladores de la cadena.

LAis = Longitud de un aislador (m).

### 2.7.4 Peso de la cadena

El peso de la cadena Pca será:

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

Siendo:

Pca = Peso de la cadena (daN).

NAis = número de aisladores de la cadena.

PAis = Peso de un aislador (daN).

### 2.7.5 Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena Eca será:

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

Siendo:

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

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

v = Velocidad del viento (Km/h).

DAis = Diámetro máximo de un aislador (mm).

Lca = Longitud de la cadena (m).

## 2.8 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

### 2.8.1 Distancia de los conductores al terreno

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

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

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional (m).

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

### 2.8.2 Distancia de los conductores entre sí

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

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

Siendo:

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

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

F = Flecha máxima (m).

k' = 0,75.

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

### 2.8.3 Distancia de los conductores al apoyo

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

$$ds = D_{el} \text{ (m), mínimo de 0,2 m.}$$

Siendo:

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

### 2.9 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.

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

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

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

Siendo:

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

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

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

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

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

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

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

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena "γ" es mayor del ángulo máximo permitido "μ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

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

### 2.10 DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

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

Siendo:

d<sub>H</sub> = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

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

α = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

### 3 CÁLCULOS. LEMT "CENICERO"

#### 3.1 DATOS GENERALES DE LA INSTALACION.

Tensión de la línea: 13,2 kV.

Tensión más elevada de la línea: 17,5 kV.

Velocidad del viento: 120 km/h.

Zonas: B.

#### CONDUCTOR.

Denominación: LA-56 (47-AL1/8-ST1A).

Sección: 54.6 mm<sup>2</sup>.

Diámetro: 9.45 mm.

Carga de Rotura: 1640 daN.

Módulo de elasticidad: 7900 daN/mm<sup>2</sup>.

Coefficiente de dilatación lineal: 19.1 · 10<sup>-6</sup>.

Peso propio: 0.185 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de viento: 0,596 daN/m.

Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,339 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 0,738 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,292 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo más viento (Zona B): 0,84 daN/m.

Peso propio más sobrecarga de hielo más viento (Zona C): 1,406 daN/m.

#### 3.2 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

##### 3.2.1 Distancia de los conductores al terreno

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

$$dst_{des} = Dadd + Del = 5,3 + 0,16 = 5,46 \text{ m.}; \text{mínimo } 6\text{m.}$$

$$dst_{des} = 6 \text{ m.}$$

$$dst_{ais} = 6 \text{ m.}$$

$$dst_{rec} = 6 \text{ m.}$$

Siendo:

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

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

##### 3.2.2 Distancia de los conductores entre sí

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

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

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

Siendo:

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

5.4.1.

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

F = Flecha máxima (m).

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

##### TRAMO 1

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(4,41 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,51 \text{ m}$$

apoyo 2

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(4,41 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,51 \text{ m}$$

apoyo 3

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(5,96 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,74 \text{ m}$$

apoyo 4

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(5,96 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,74 \text{ m}$$

apoyo 5

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(7,87 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,97 \text{ m}$$

apoyo 6

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(7,87 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,97 \text{ m}$$

apoyo 7

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(6,82 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,85 \text{ m}$$

apoyo 8

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(6,82 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,85 \text{ m}$$

apoyo 9

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(2,63 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,2 \text{ m}$$

apoyo 10

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(3,23 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,32 \text{ m}$$

apoyo 11

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(3,23 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,32 \text{ m}$$

apoyo 12

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(2,86 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,25 \text{ m}$$

apoyo 13

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(2,86 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1,25 \text{ m}$$

apoyo 14

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(1,7 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 1 \text{ m}$$

apoyo 15

$$D_{des} = 0,65 \cdot \sqrt{(1,09 + 0)} + 0,75 \cdot 0,2 = 0,83 \text{ m}$$

**3.2.3 Distancia de los conductores al apoyo**

La distancia mínima de los conductores al apoyo  $d_{sa}$  será de:

$$d_{sa} = Del = 0,16 \text{ m.}; \text{mínimo } 0,2 \text{ m.}$$

$$d_{sa} = 0,20 \text{ m.}$$

Siendo:

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

**3.3 ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.**

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

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

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

Siendo:

$\text{tg } \gamma$  = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

$P_v$  = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

$E_{ca}$  = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P_{-X^{\circ}C+V/2}$  = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una  $T^a$  X (- 5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

$P_{ca}$  = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

$\alpha$  = Angulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

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

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

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

Apoyos con cadenas de suspensión.

**TRAMO 1**

apoyo 3

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-10^\circ C+V/2} + P_{ca}/2) = (27,96 + 2,27/2) / (35,15 + 6,68/2) = 0,76.$$

$$\gamma = 37,08^\circ$$

$$\mu = 44,3^\circ \text{apoyo 4}$$

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-10^\circ C+V/2} + P_{ca}/2) = (33,91 + 2,27/2) / (25,45 + 6,68/2) = 1,22.$$

$$\gamma = 50,6^\circ$$

$$\mu = 75,16^\circ$$

apoyo 6

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-10^\circ C+V/2} + P_{ca}/2) = (30,95 + 2,27/2) / (40,35 + 6,68/2) = 0,73.$$

$$\gamma = 36,29^\circ$$

$$\mu = 44,3^\circ$$

apoyo 24

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-10^\circ C+V/2} + P_{ca}/2) = (30,05 + 2,27/2) / (14,87 + 6,68/2) = 1,71.$$

$$\gamma = 59,72^\circ$$

$$\mu = 75,16^\circ$$

apoyo 3

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-10^\circ C+V/2} + P_{ca}/2) = (28,02 + 2,27/2) / (28,94 + 6,68/2) = 0,9.$$

$$\gamma = 42,09^\circ$$

$$\mu = 44,3^\circ$$

apoyo 21

$$\operatorname{tg} \gamma = (P_v + E_{ca}/2) / (P_{-10^\circ C+V/2} + P_{ca}/2) = (23,08 + 2,27/2) / (6,74 + 6,68/2) = 2,4.$$

$$\gamma = 67,4^\circ$$

$$\mu = 75,16^\circ$$

**3.4 CRUZAMIENTOS.**

Carretera No Estatal

Anchura: 7 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

Calculada: 10,9 m.

Distancia horizontal al apoyo 2:

Mínima: 0 m.

Calculada: 83,55 m.

Distancia horizontal al apoyo 3:

Mínima: 0 m.

Calculada: 4,44 m.

Carretera No Estatal

Anchura: 3.5 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

Calculada: 10,2 m.

Distancia horizontal al apoyo 5:

Mínima: 0 m.

Calculada: 32,14 m.

Distancia horizontal al apoyo 6:

Mínima: 0 m.

Calculada: 161,96 m.

Carretera No Estatal

Anchura: 3.5 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

Calculada: 13,25 m.

Distancia horizontal al apoyo 8:

Mínima: 0 m.

Calculada: 0,91 m.

Distancia horizontal al apoyo 9:

Mínima: 0 m.

Calculada: 88,35 m.

Carretera Estatal

Tipo de carretera: Resto vías

Anchura: 10 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

Calculada: 7,4 m.

Distancia horizontal al apoyo 11:

Mínima: 25 m.

Calculada: 30,4 m.

Distancia horizontal al apoyo 12:

Mínima: 25 m.

Calculada: 68,67 m.

Carretera No Estatal

Anchura: 3.5 m.

Distancia vertical:

Mínima: 7 m.

Calculada: 7,26 m.

Distancia horizontal al apoyo 13:

Mínima: 0 m.

Calculada: 78,95 m.

Distancia horizontal al apoyo 14:

Mínima: 0 m.

Calculada: 5,31 m.

### 3.5 TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima							
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)	
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,59	-0,33	146,59		406,9	491,1	543				
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	94,98	-0,18	94,98		430,3	505,6	545,1				
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	171,65	2,83	171,65		399,7	485,6	540,6				
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141,21	4,07	141,21		407,1	490,6	541,5				
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	197,61	3,35	197,61		394,6	481,6	538,8				
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	128,26	3,89	128,26		411,6	493,6	542,1				
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	183,38	4,56	183,38		396,6	483,1	539,1				
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	92,77	4,93	92,77		429,1	503,7	542,4				
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	110,45	12,06	110,45		414	492,3	536,4				
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,67	2,1	124,67		413,9	495,4	543,2				
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	109,07	3,47	109,07		420,4	499,1	543				
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	115,93	10,13	115,93		413	492,5	538,1				
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	87,76	-3,62	87,76		433,5	506,6	543,4				
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	68,44	2,1	68,44		450,8	516,6	544,8				

### 3.6 TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C	
					T(daN)	F(m)								
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,59	-0,33	146,59			156,7	3,17	151,7	3,28	147,1	3,38	142,8	3,48
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	94,98	-0,18	94,98			249,3	0,84	226,8	0,92	207	1,01	190	1,1
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	171,65	2,83	171,65			143,4	4,76	140,4	4,86	137,5	4,96	134,9	5,06
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141,21	4,07	141,21			159,8	2,89	154,2	2,99	149,1	3,1	144,3	3,2
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	197,61	3,35	197,61			135,8	6,66	133,8	6,76	131,9	6,86	130	6,96
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	128,26	3,89	128,26			172,5	2,21	164,7	2,31	157,6	2,42	151,2	2,52
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	183,38	4,56	183,38			139,2	5,59	136,8	5,7	134,4	5,8	132,2	5,89
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	92,77	4,93	92,77			254,4	0,78	230,8	0,86	210,1	0,95	192,2	1,04
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	110,45	12,06	110,45			197,4	1,44	184,2	1,54	172,9	1,64	162,9	1,74
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,67	2,1	124,67			177,8	2,02	169	2,13	161,1	2,23	154,1	2,33
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	109,07	3,47	109,07			205,3	1,34	191,1	1,44	178,6	1,54	167,8	1,64
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	115,93	10,13	115,93			187,8	1,66	176,7	1,77	167	1,87	158,5	1,97
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	87,76	-3,62	87,76			275,7	0,65	248,7	0,72	224,7	0,79	203,7	0,88
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	68,44	2,1	68,44			366,3	0,3	330,1	0,33	295,5	0,37	262,9	0,41

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima			
					15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C F(m)	-15°C F(m)	-20°C F(m)	
					Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)				
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,59	-0,33	146,59	370,7	4,33	113,3	4,39	465,6	4,26				
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	94,98	-0,18	94,98	359,3	1,87	107,2	1,95	457,9	1,82			0,84	
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	171,65	2,83	171,65	372,4	5,91	114,2	5,97	466,2	5,84			4,76	
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141,21	4,07	141,21	368,8	4,04	112,5	4,11	463,7	3,97			2,89	
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	197,61	3,35	197,61	373,6	7,81	114,9	7,87	466,5	7,74			6,66	
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	128,26	3,89	128,26	366,7	3,35	111,4	3,42	462,3	3,29			2,21	
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	183,38	4,56	183,38	372,6	6,74	114,5	6,81	465,8	6,68			5,59	
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	92,77	4,93	92,77	356,7	1,8	106,1	1,88	455	1,75			0,78	
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	110,45	12,06	110,45	358,5	2,55	108	2,63	454,2	2,5			1,44	
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,67	2,1	124,67	366,7	3,16	111,3	3,23	462,7	3,1			2,02	
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	109,07	3,47	109,07	362,5	2,45	109,2	2,52	459,5	2,39			1,34	
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	115,93	10,13	115,93	361,1	2,79	109,1	2,86	456,7	2,73			1,66	
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	87,76	-3,62	87,76	355,3	1,62	105,2	1,7	454,4	1,57			0,65	
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	68,44	2,1	68,44	346,6	1,01	99,6	1,09	448,8	0,96			0,3	

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	5°C		10°C		15°C		20°C		25°C	
					T(daN)	F(m)								
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,59	-0,33	146,59	138,9	3,58	135,2	3,68	131,8	3,77	128,7	3,87	125,7	3,96
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	94,98	-0,18	94,98	175,5	1,19	162,9	1,28	152,2	1,37	143	1,46	135	1,55
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	171,65	2,83	171,65	132,3	5,16	129,9	5,25	127,6	5,35	125,4	5,44	123,3	5,53
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141,21	4,07	141,21	140	3,3	136	3,39	132,3	3,49	128,9	3,58	125,7	3,67
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	197,61	3,35	197,61	128,2	7,05	126,5	7,15	124,9	7,24	123,3	7,34	121,8	7,43
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	128,26	3,89	128,26	145,5	2,62	140,3	2,71	135,6	2,81	131,2	2,9	127,3	2,99
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	183,38	4,56	183,38	130	5,99	128	6,09	126,1	6,18	124,2	6,27	122,4	6,37
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	92,77	4,93	92,77	176,9	1,13	163,7	1,22	152,6	1,31	142,9	1,39	134,6	1,48
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	110,45	12,06	110,45	154,2	1,84	146,5	1,94	139,7	2,03	133,7	2,12	128,3	2,21
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,67	2,1	124,67	147,8	2,43	142,2	2,53	137	2,62	132,4	2,72	128,1	2,81
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	109,07	3,47	109,07	158,4	1,74	150,2	1,83	142,9	1,93	136,4	2,02	130,6	2,11
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	115,93	10,13	115,93	150,9	2,07	144,1	2,17	138,1	2,26	132,7	2,35	127,8	2,44
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	87,76	-3,62	87,76	185,7	0,96	170,4	1,05	157,3	1,13	146,2	1,22	136,8	1,3
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	68,44	2,1	68,44	233,1	0,46	206,5	0,52	183,4	0,59	163,8	0,66	147,6	0,73

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores		
					-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,59	-0,33	146,59		406,9	491,1					255,5
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	94,98	-0,18	94,98		430,3	505,6					310,9
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	171,65	2,83	171,65		399,7	485,6					243,6
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141,21	4,07	141,21		407,1	490,6					257,5
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	197,61	3,35	197,61		394,6	481,6					236
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	128,26	3,89	128,26		411,6	493,6					266,9
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	183,38	4,56	183,38		396,6	483,1					239,4
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	92,77	4,93	92,77		429,1	503,7					312,5
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	110,45	12,06	110,45		414	492,3					280,6
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,67	2,1	124,67		413,9	495,4					270,7
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	109,07	3,47	109,07		420,4	499,1					287,3
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	115,93	10,13	115,93		413	492,5					275,5
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	87,76	-3,62	87,76		433,5	506,6					323,4
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	68,44	2,1	68,44		450,8	516,6					373

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)									
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,59	-0,33	146,59	122,9	4,05	120,3	4,14	117,8	4,22	115,5	4,31	113,3	4,39	8,04
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	94,98	-0,18	94,98	128	1,63	121,8	1,71	116,4	1,79	111,5	1,87	107,2	1,95	9,28
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	171,65	2,83	171,65	121,4	5,62	119,5	5,71	117,6	5,8	115,9	5,89	114,2	5,97	7,78
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141,21	4,07	141,21	122,7	3,76	119,9	3,85	117,3	3,94	114,8	4,02	112,5	4,11	8,07
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	197,61	3,35	197,61	120,3	7,52	118,9	7,61	117,5	7,7	116,2	7,79	114,9	7,87	7,62

Vano	Conductor	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
					T(daN)	F(m)									
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	128,26	3,89	128,26	123,6	3,08	120,2	3,17	117,1	3,25	114,1	3,34	111,4	3,42	8,27
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	183,38	4,56	183,38	120,7	6,46	119	6,55	117,5	6,63	115,9	6,72	114,5	6,81	7,69
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	92,77	4,93	92,77	127,4	1,56	121,1	1,65	115,5	1,73	110,5	1,8	106,1	1,88	9,3
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	110,45	12,06	110,45	123,4	2,3	119	2,39	115	2,47	111,3	2,55	108	2,63	8,52
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,67	2,1	124,67	124,2	2,9	120,6	2,98	117,2	3,07	114,2	3,15	111,3	3,23	8,36
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	109,07	3,47	109,07	125,5	2,2	120,8	2,28	116,6	2,36	112,7	2,44	109,2	2,52	8,71
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	115,93	10,13	115,93	123,4	2,53	119,3	2,62	115,6	2,7	112,2	2,78	109,1	2,86	8,42
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	87,76	-3,62	87,76	128,6	1,39	121,5	1,47	115,4	1,55	110	1,62	105,2	1,7	9,59
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	68,44	2,1	68,44	134,1	0,81	123,1	0,88	113,9	0,95	106,1	1,02	99,6	1,09	11,18

### 3.7 CALCULO DE APOYOS

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sexa.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H				
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	
1	Fin Línea		141,7	138,5	1.220,7		266,1		1.473,4		
2	Alin. Am		187,1	233			387,5				
3	Alin. Am		187,3	254,5			389,1				
4	Alin. Am		202,3	294			449				
5	Alin. Am		239,1	316,3			534,5				
6	Alin. Am		225,4	305,2			481,8				
7	Alin. Am		229,2	293			495				
8	Alin. Am		204,9	262,8			402,7				
9	Alin. Am		150,9	172,4			260,1				
10	Alin. Am		216,2	195,7			513				
11	Alin. Am		174,1	194,2			351,7				
12	Alin. Am		156,6	182,5			283,5				
13	Alin. Am		202,1	201			513,6				
14	Ang. Am.	72,8°; apo.13	129	779,3	41		178	753,8	23,8		
15	Fin Línea		101,9	71,9	1.352,4		193,4		1.549,7		

Apoyo	Tipo	Angulo Relativo gr.sexa.	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V				Dist.Lt (m)	Dist.Min. Cond. (m)
			V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)		
1	Fin Línea						210,7			573	1,5	1,51
2	Alin. Am		387,5	35,7	227,1							1,51
3	Alin. Am		389,1		227,5							1,74
4	Alin. Am		449		220,8							1,74
5	Alin. Am		534,5		220,8							1,97
6	Alin. Am		481,8		222,1							1,97
7	Alin. Am		495	24,7	222,3							1,85
8	Alin. Am		402,7	82,1	224,4							1,85
9	Alin. Am		260,1	36,9	195,2							1,2
10	Alin. Am		513		191,3							1,32
11	Alin. Am		351,7		192,7							1,32
12	Alin. Am		283,5		187							1,25
13	Alin. Am		513,6		228							1,25
14	Ang. Am.	72,8°; apo.13	178	704,1	184							1
15	Fin Línea						152,3			344,4	1,5	0,83

### 3.8 APOYOS ADOPTADOS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sexa.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosia recto	N		12	2.000			600	600	1.400	1,5	
2	Alin. Am	Celosia recto	N		12	500			600	600	500	1,5	
3	Alin. Am	Celosia recto	N		12	500			600	600	500	1,5	
4	Alin. Am	Celosia recto	N		14	500			600	600	500	1,5	
5	Alin. Am	Celosia recto	N		16	500			600	600	500	1,5	
6	Alin. Am	Celosia recto	N		16	500			600	600	500	1,5	
7	Alin. Am	Celosia recto	N		14	500			600	600	500	1,5	
8	Alin. Am	Celosia recto	N		14	500			600	600	500	1,5	
9	Alin. Am	Celosia recto	N		14	500			600	600	500	1,5	
10	Alin. Am	Celosia recto	N		14	500			600	600	500	1,5	
11	Alin. Am	Celosia recto	N		14	500			600	600	500	1,5	
12	Alin. Am	Celosia recto	N		12	500			600	600	500	1,5	
13	Alin. Am	Celosia recto	N		14	500			600	600	500	1,5	
14	Ang. Am.	Celosia recto	N	145,5°	12	1.000			600	600	700	1,5	
15	Fin Línea	Celosia recto	N		10	2.000			600	600	1.400	1,5	

### 3.9 CRUCETAS ADOPTADAS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e D.eje jabalcón (m)	f D.ref. jabalcón (m)	g Altura Tirante (m)	Peso (daN)
1	Fin Línea	Celosia recto	Horizontal Atir.	1,75	1,75						0,6	80
2	Alin. Am	Celosia recto	Horizontal Atir.	1,75	1,75						0,6	80
3	Alin. Am	Celosia recto	Horizontal Atir.	1,75	1,75						0,6	80
4	Alin. Am	Celosia recto	Horizontal Atir.	1,75	1,75						0,6	80
5	Alin. Am	Celosia recto	Horizontal Atir.	2	2						0,6	100
6	Alin. Am	Celosia recto	Horizontal Atir.	2	2						0,6	100
7	Alin. Am	Celosia recto	Horizontal Atir.	2	2						0,6	100
8	Alin. Am	Celosia recto	Horizontal Atir.	2	2						0,6	100
9	Alin. Am	Celosia recto	Tresbolillo Atir.	2,33	1	1	1,25	1,2			0,6	75
10	Alin. Am	Celosia recto	Tresbolillo Atir.	2,33	1	1	1,25	1,2			0,6	75
11	Alin. Am	Celosia recto	Tresbolillo Atir.	2,33	1	1	1,25	1,2			0,6	75
12	Alin. Am	Celosia recto	Tresbolillo Atir.	2,33	1	1	1,25	1,2			0,6	75
13	Alin. Am	Celosia recto	Horizontal Atir.	1,25	1,25						0,6	55
14	Ang. Am.	Celosia recto	Tresbolillo Atir.	2,26	1	1	1,25	1,2			0,6	75
15	Fin Línea	Celosia recto	Horizontal Atir.	1	1						0,6	50

### 3.10 CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Libre Apoyo (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
1	Fin Línea	2.000	10,15	20.300	341,6	4,59	1.566,5	21.866,5
2	A.lin, Am	500	10,75	5.375	318,6	4,84	1.540,8	6.915,8
3	A.lin, Am	500	10,75	5.375	318,6	4,84	1.540,8	6.915,8
4	A.lin, Am	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
5	A.lin, Am	500	14,7	7.350	442,3	6,41	2.835,2	10.185,2
6	A.lin, Am	500	14,7	7.350	442,3	6,41	2.835,2	10.185,2
7	A.lin, Am	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
8	A.lin, Am	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
9	A.lin, Am	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
10	A.lin, Am	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
11	A.lin, Am	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
12	A.lin, Am	500	10,75	5.375	318,6	4,84	1.540,8	6.915,8
13	A.lin, Am	500	12,7	6.350	372,7	5,62	2.095,2	8.445,2
14	Ang. Am.	1.000	10,5	10.500	310,3	4,73	1.468,5	11.968,5
15	Fin Línea	2.000	8,2	16.400	271,6	3,81	1.033,8	17.433,8

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS											
				Coef. Comp. (daN/m <sup>3</sup> )	Mom. Absorbido por la cimentac. (daN.m)	Volum. Horm. (m <sup>3</sup> )	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m <sup>3</sup> )	Dens. Tierra (Kg/m <sup>3</sup> )	Peso Tierra (daN)	Esf. Roz. Tierra (daN)	Esf. Montan. (daN)	Esf. Vert. (daN)	Coef. Seg.	Res. Cál. Tierra (daN/cm <sup>2</sup> )		
1	Fin Línea	1,2	2,1	10	36.358,75												
2	Alin. Am	1,2	1,5	10	11.443												
3	Alin. Am	1,2	1,5	10	11.443												
4	Alin. Am	1,28	1,55	10	14.026,9												
5	Alin. Am	1,44	1,55	10	16.958,71												
6	Alin. Am	1,44	1,55	10	16.958,71												
7	Alin. Am	1,28	1,55	10	14.026,9												
8	Alin. Am	1,28	1,55	10	14.026,9												
9	Alin. Am	1,28	1,55	10	14.026,9												
10	Alin. Am	1,28	1,55	10	14.026,9												
11	Alin. Am	1,28	1,55	10	14.026,9												
12	Alin. Am	1,2	1,5	10	11.443												
13	Alin. Am	1,28	1,55	10	14.026,9												
14	Ang. Am.	1,24	1,75	10	19.916,77												
15	Fin Línea	1,07	2,05	10	28.956,78												

### 3.11 CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Lif (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
1	Fin Línea	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
2	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
3	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
4	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
5	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
6	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
7	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
8	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
9	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
10	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
11	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
12	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
13	Alin. Am	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
14	Ang. Am.	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34
15	Fin Línea	U70BS	7.000	255	295	0,13	3,34

Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh · ncf (daN)	Csmh
1	Fin Línea	3 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	62,03	112,86	491,13	14,25
2	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	59,79	117,08	505,61	13,84
3	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	62,2	112,55	505,61	13,84
4	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	78,28	89,43	490,56	14,27
5	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	73,13	95,72	490,56	14,27
6	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	88,15	79,41	493,56	14,18
7	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	69,13	101,26	493,56	14,18
8	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	86,7	80,73	503,73	13,9
9	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	67,82	103,22	503,73	13,9
10	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	101,61	68,89	495,39	14,13
11	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	61,16	114,45	499,07	14,03
12	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	62,94	111,22	499,07	14,03
13	Alin. Am	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	92,82	75,41	506,57	13,82
14	Ang. Am.	6 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	18,21	384,44	516,58	13,55
15	Fin Línea	3 C.Am.	U70BS	2	1,7	0,43		6,68	4,53	47,82	146,39	516,58	13,55

### 3.12 CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf. Vert. -20°C (daN)	Esf. Vert. -15°C (daN)	Esf. Vert. -5°C (daN)
1	Fin Línea		61,8	61,8
2	Alin. Am		107,5	107,3
3	Alin. Am		105,7	106,2
4	Alin. Am		120,3	121
5	Alin. Am		141,2	140,5
6	Alin. Am		122	123,1
7	Alin. Am		132	131
8	Alin. Am		86,7	93,5
9	Alin. Am		72,6	73,6
10	Alin. Am		161,2	154,1
11	Alin. Am		94,4	96,1
12	Alin. Am		73,1	76
13	Alin. Am		180,1	168,4
14	Ang. Am.		15,7	28,5
15	Fin Línea		72,7	66,2

### 3.13 FLECHAS EN HIPOTESIS DE TRACCION MAXIMA.

Vano	Conductor	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima							
					-5°C+V F(m)	-10°C+V F(m)	-15°C+H F(m)	-15°C+H+V F(m)	-15°C+V F(m)	-20°C+H F(m)	-20°C+H+V F(m)	
1-2	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	146,59	-0,33	146,59		3,94	4,04	4,16				
2-3	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	94,98	-0,18	94,98		1,56	1,65	1,74				
3-4	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	171,65	2,83	171,65		5,5	5,61	5,73				
4-5	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	141,21	4,07	141,21		3,66	3,76	3,87				
5-6	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	197,61	3,35	197,61		7,39	7,5	7,63				
6-7	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	128,26	3,89	128,26		2,98	3,08	3,19				
7-8	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	183,38	4,56	183,38		6,33	6,44	6,56				
8-9	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	92,77	4,93	92,77		1,5	1,58	1,67				
9-10	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	110,45	12,06	110,45		2,21	2,3	2,4				
10-11	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	124,67	2,1	124,67		2,8	2,9	3,01				
11-12	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	109,07	3,47	109,07		2,11	2,2	2,3				
12-13	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	115,93	10,13	115,93		2,44	2,53	2,63				
13-14	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	87,76	-3,62	87,76		1,33	1,4	1,49				
14-15	LA-56 (47-AL1/8-ST1A)	68,44	2,1	68,44		0,78	0,84	0,9				



## ÍNDICE

### APÉNDICE 2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS L.E.M.T

<b>1. CÁLCULOS. LEMT "CENICERO" .....</b>	<b>1</b>
1.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA.....	1
1.2 CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR LÍMITE TÉRMICO.....	1
1.3 CAÍDA DE TENSIÓN .....	2
1.4 PÉRDIDA DE POTENCIA.....	2
1.5 CORTOCIRCUITO .....	2
1.6 PROTECCIONES .....	2

## APÉNDICE 2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS L.E.M.T

### 1. CÁLCULOS. LEMT "CENICERO"

#### 1.1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA

En este caso el entronque se realiza a partir de la Línea Aérea de Media Tensión "HUERCANOS" STR NÁJERA, y más concretamente en derivación entre los apoyos 615 y 616. Ver planos.

A partir de este punto se plantea un circuito simple mediante vano destensado con apoyo de la nueva línea situado a menos de 20 metros del apoyo de derivación. En este primer apoyo se instalará un OCR (Órgan de Corte y Protección) con detección de paso de falta y función seccionadora. A su vez en el apoyo de entronque se instalará un seccionador adecuando el sistema de tierras con su acera equipotencial.

Desde este punto, apoyo nº 1, y a través de línea eléctrica aérea que se prolongará hasta el apoyo nº 15, donde se colocará una conversión A/S que dará continuidad a la línea en trazado subterráneo hasta el edificio prefabricado del centro de transformación del usuario, en cual se encontrará la celda de línea, de protección, celda de medida y el propio transformador.

En el presente documento se trata de justificar que la elección del tipo de conductor aéreo (LA-56 (47-AL1/8-ST1A)) y subterráneo (RH5Z1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV), supera las necesidades de la red, en lo que se refiere a caídas de tensión, límite térmico, capacidad de transporte y cortocircuito. En el tramo de la compañía se plantea cable tipo RH5Z1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV.

#### Datos Eléctricos de la instalación

Tensión de la línea: ..... 13,2 kV  
 Circuitos: ..... Uno  
 Conductor:..... LA-56  
 Frecuencia: ..... 50 Hz  
 Factor de potencia:..... 0,9  
 Longitud conductor aéreo vano flojo a Apoyo nº 1 ..... <20 m  
 Longitud conductor aéreo Apoyo nº1 a nº 15 ..... 1.772 m  
 Longitud conductor subterráneo Apoyo nº 15 a C.T. .... 20 m  
 Potencia prevista ..... 400 kVA

#### Características del conductor LA-56 (47-AL1/8-ST1A)

Sección total:..... 54,6 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro total: ..... 9,45 A  
 Intensidad máxima: ..... 199 A  
 Reactancia kilométrica:..... 0,401 Ω/Km  
 Resistencia eléctrica a 20 °C: ..... 0,613 Ω/Km

#### Características del conductor RH5Z1 240 mm<sup>2</sup> Al 18/30 kV

Sección total:..... 240 mm<sup>2</sup>  
 Intensidad máxima (enterrado):..... 345 A  
 Reactancia kilométrica:..... 0,106 Ω/Km  
 Resistencia eléctrica a 20 °C: ..... 0,125 Ω/Km

### 1.2 CAPACIDAD DE TRANSPORTE POR LÍMITE TÉRMICO

La capacidad de transporte del cable atendiendo a su intensidad es:

$$I = \frac{S \cdot 1000 \cdot}{\sqrt{3} \cdot U}$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las distintas ramas:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (m·/m)	Canal.	Desig.UNE	Polar.	I. Cálculo (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fci
TRAMO AÉREO	Apoyo nº 1	Apoyo nº 15 (CONV. A/S)	1.772	Al/0,12	Aéreo	47-AL1/8ST1A	Unip.	17,50	3x54,6	1/199
TRAMO SUB.	Apoyo nº 15 (CONV. A/S)	CT	20	Al/0,12	Dir.Ent.	RH-Z1 Al 12/20 kV	Unip.	17,50	3x240	1/345

### 1.3 CAÍDA DE TENSIÓN

La caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia capacitiva), viene dada por la expresión:

$$e(v) = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$$

$$R = \frac{L}{k \cdot s \cdot n}; X = \frac{Xu \cdot L}{1000 \cdot n}$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los distintos nudos:

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
ENTRONQUE	0	13.200,00	0,0000%	17,50A(400kVA)
Apoyo nº 1-15	40,16	13.159,84	0,3042%	0 A(0 kVA)
Apoyo nº 15 (CONV. A/S)	40,16	13.159,74	0,0008%	0 A(0 kVA)
CT	0,00	13.159,74	0,3050%	-17,5A(400kVA)

### 1.4 PÉRDIDA DE POTENCIA

La pérdida de potencia viene dada por la expresión:

$$P = 3 \cdot R \cdot I^2 \text{ (kW)}$$

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa	Pérdida Potencia Activa
TRAMO AÉREO 1	Apoyo nº1 (CONV. A/S)	Apoyo nº 15 (CONV. A/S)	1,0205	
TRAMO SUB. 1	Apoyo nº 15 (CONV. A/S)	CT	0,0023	1,0228

### 1.5 CORTOCIRCUITO

Las expresiones para el cálculo del cortocircuito son las siguientes:

- Intensidad permanente de c.c. máxima de la red:

$$I_{pccM} = \frac{S_{cc} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U}$$

- Intensidad de c.c. en Amperios soportada por un conductor:

$$I_{ccs} = \frac{Kc \cdot S}{\sqrt{tcc}}$$

$$\begin{aligned} S_{cc} &= 200 \text{ MVA} \\ U &= 13,2 \text{ kV} \\ tcc &= 0,65 \text{ s} \end{aligned}$$

$$I_{pccM} = 8.747,73 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} Kc \text{ (Al-Ac, desnudo):} &= 135 \text{ A/mm}^2 \\ Kc \text{ (Al, XLEP):} &= 94 \text{ A/mm}^2 \end{aligned}$$

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Sección (mm <sup>2</sup> )	I <sub>ccs</sub> (A)	Prot. térmica/In	PdeC (kA)
TRAMO AÉREO 1	Apoyo nº1 (CONV. A/S)	Apoyo nº 15 (CONV. A/S)	3x54,6	9.142,60	400	16
TRAMO SUB. 1	Apoyo nº 15 (CONV. A/S)	CT	3x240	27.982,24	400	16

### 1.6 PROTECCIONES

En Centro de Transformación, inicio y final de línea.



## ÍNDICE

### APÉNDICE 3. CÁLCULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

<b>1</b>	<b>CÁLCULOS CT.</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.</b> .....	<b>1</b>
<b>1.2</b>	<b>INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.</b> .....	<b>1</b>
<b>1.3</b>	<b>CORTOCIRCUITOS</b> .....	<b>1</b>
1.3.1	OBSERVACIONES.....	1
1.3.2	CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO. ....	1
1.3.3	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN. ....	1
1.3.4	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN. ....	2
<b>1.4</b>	<b>DIMENSIONADO DEL EMBARRADO</b> .....	<b>2</b>
1.4.1	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE. ....	2
1.4.2	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....	2
1.4.3	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO. ....	2
<b>1.5</b>	<b>SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.</b> .....	<b>2</b>
<b>1.6</b>	<b>DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>1.7</b>	<b>DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS</b> .....	<b>3</b>
<b>1.8</b>	<b>CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA</b> .....	<b>3</b>
1.8.1	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO. ....	3
1.8.2	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.....	3
1.8.3	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA. ....	4
1.8.4	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.....	4
1.8.5	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.....	5
1.8.6	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN. ....	5
1.8.7	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS. ....	5
1.8.8	INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR. ....	6

## APÉNDICE 3. CÁLCULO CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 1 CÁLCULOS CT.

En este apartado se justifican a nivel de cálculo los equipos seleccionados para los Centros de Transformación de la instalación.

#### 1.1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
trafo 1	400	13.2	17.5

#### 1.2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_s$  = Tensión compuesta secundaria en V.

$I_s$  = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_s$ (V)	$I_s$ (A)
trafo 1	400	400	577.37

### 1.3 CORTOCIRCUITOS.

#### 1.3.1 OBSERVACIONES.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

#### 1.3.2 CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

S = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc} (\%)$  = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

$U_s$  = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

#### 1.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

$S_{cc}$ (MVA)	$U_p$ (kV)	$I_{ccp}$ (kA)
350	13.2	15.31

### 1.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN.

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
trafo 1	400	400	4	14.43

### 1.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 400 A.

Límite térmico, 1 s. : 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico : 40 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

#### 1.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envoltura metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

#### 1.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$smáx \geq (Iccp^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ siendo:}$$

smáx = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm<sup>2</sup>.

Iccp = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d = Separación entre fases, en cm.

W = Módulo resistente de los conductores, en cm<sup>3</sup>.

Dado que se utilizan celdas bajo envoltura metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

### 1.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{th} = a \cdot S \cdot \sqrt{DT / t}, \text{ siendo:}$$

I<sub>th</sub> = Intensidad eficaz, en A.

a = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm<sup>2</sup>.

DT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envoltura metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 16 \text{ kA durante 1 s.}$$

### 1.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

#### Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuito.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
400	40

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

### Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 400 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 2 conductores por fase y 1 para el neutro.

### 1.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / (0,24 \cdot k \cdot \sqrt{(h \cdot \Delta T^3)}), \text{ siendo:}$$

$W_{cu}$  = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

$k$  = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

$h$  = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

$S_r$  = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m<sup>2</sup>.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

### 1.7 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

### 1.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

#### 1.8.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 Ωxm.

#### 1.8.2 DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial),  $I_{d\max}$  (A): 300.

- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

### 1.8.3 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

#### TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

#### TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de  $50 \text{ mm}^2$  de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a  $37 \Omega$ .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de  $50 \text{ mm}^2$ , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### 1.8.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Las características de la red de alimentación son:

· Tensión de servicio,  $U = 13200 \text{ V}$ .

· Puesta a tierra del neutro:

- Desconocida.

· Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión,  $U_{bt} = 10000 \text{ V}$ .

· Características del terreno:

·  $\rho$  terreno ( $\Omega\text{m}$ ): 150.

·  $\rho_H$  hormigón ( $\Omega\text{m}$ ): 3000.

#### TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas ( $R_t$ ), la intensidad y tensión de defecto ( $I_d$ ,  $U_E$ ), se utilizarán las siguientes fórmulas:

· Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot \rho (\Omega)$$

· Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = I_{d\max} (A)$$

· Aumento del potencial de tierra,  $U_E$ :

$$U_E = R_t \cdot I_d (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

· Configuración seleccionada: 50-25/5/00.

· Geometría: Anillo.

· Dimensiones (m):  $5 \times 2.5$ .

· Profundidad del electrodo (m): 0.5.

· Número de picas: 0.

· Longitud de las picas (m): 0.

No obstante lo anterior se colocará una en cada esquina de 2m.

Los parámetros característicos del electrodo son:

· De la resistencia,  $K_r (\Omega/\Omega\text{m}) = 0.13$ .

· De la tensión de paso,  $K_p (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0269$ .

· De la tensión de contacto exterior,  $K_c (V/((\Omega\text{m})A)) = 0.0806$ .

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.13 \cdot 150 = 19.5 \Omega.$$

$$I_d = I_{d\max} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 19.5 \cdot 300 = 5850 \text{ V.}$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $Kr (\Omega/\Omega\text{xm}) = 0.135$ .

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = Kr \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega.$$

### 1.8.5 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'p = Kp \cdot \rho \cdot Id = 0.0269 \cdot 150 \cdot 300 = 1210.5 \text{ V.}$$

### 1.8.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'p (\text{acc}) = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0.0806 \cdot 150 \cdot 300 = 3627 \text{ V.}$$

### 1.8.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 6 \cdot \rho_s \cdot Cs) / 1000) \text{ V.}$$

$$Up (\text{acc}) = 10 \cdot Uca \cdot (1 + (2 \cdot Rac + 3 \cdot \rho_s \cdot Cs + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) \text{ V.}$$

$$Cs = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot hs + 0,106)].$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)].$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Siendo:

$Up$  = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$Up (\text{acc})$  = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

$Uca$  = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.

$Rac$  = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en  $\Omega$ .

$Cs$  = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.

$C_H$  = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.

$hs$  = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.

$h_H$  = Espesor de la capa de hormigón, en m.

$\rho$  = Resistividad natural del terreno, en  $\Omega\text{xm}$ .

$\rho_s$  = Resistividad superficial del suelo, en  $\Omega\text{xm}$ .

$\rho_H$  = Resistividad del hormigón, 3000  $\Omega\text{xm}$ .

$t$  = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

$t'$  = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

$t''$  = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_s \cdot C_s) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 6 \cdot 150 \cdot 1) / 1000) = 9746.8 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot U_{ca} \cdot (1 + (2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_s \cdot C_s + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H) / 1000) = 10 \cdot 165.2 \cdot (1 + (2 \cdot 2000 + 3 \cdot 150 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0.67) / 1000) = 18978.56 \text{ V.}$$

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_s) / (2 \cdot h_s + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 150) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 1$$

$$C_H = 1 - 0,106 \cdot [(1 - \rho / \rho_H) / (2 \cdot h_H + 0,106)] = 1 - 0,106 \cdot [(1 - 150 / 3000) / (2 \cdot 0.1 + 0,106)] = 0.67$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 1210.5 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 9746.8 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p(\text{acc}) = 3627 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p(\text{acc}) = 18978.56 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 5850 \text{ V.}$	$\leq$	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

### 1.8.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima ( $D_{n-p}$ ), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n-p} \geq (\rho \cdot I_d) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

$\rho$  = Resistividad del terreno en  $\Omega \cdot \text{m}$ .

$I_d$  = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de  $50 \text{ mm}^2$ , aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### 1.8.9 CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 1.8.7.



Remite: Carretera de la guardia, 91 - 93 26006 Logroño



9041662898Q01209226350  
NESTOR MORE COLOMA  
C/ MARTIN BASTIDA, 1, Bajo 2

26350 CENICERO (LA RIOJA)

Referencia: 9041662898

Fecha: 12/09/2022

**Asunto:** Solicitud de suministro de energía para Grupo Bombeo, Riego por Goteo  
**Potencia solicitada:** 200,000 kW  
**Localización:** Poli POL 21, PARCELA 235 CENICERO - LA RIOJA  
**Cups:** ES0021000042531873JV

Estimado cliente:

Le adjuntamos el presupuesto de los trabajos descritos en el Pliego de Condiciones Técnicas de la misma referencia y fecha que este escrito, así como el documento de manifestación de su conformidad y aceptación, en su caso.

Para continuar con la tramitación de su solicitud, deberá remitir documento de conformidad y aceptación debidamente firmado por la misma vía que realizó su solicitud o acceder a nuestro canal GEA de gestiones de solicitud de acceso y conexión, habilitado para tal efecto [www.i-de.es/geafr](http://www.i-de.es/geafr), incorporándolo al expediente.

El plazo de validez de esta propuesta es de 30 días, a partir de la fecha indicada en este escrito. Transcurrido dicho plazo o modificadas las características de su petición, será necesario que nos formule una nueva solicitud para actualizar las condiciones de conexión.

Quedamos a su disposición y en caso de precisar más información, le recordamos que puede ponerse en contacto con nosotros a través del canal GEA usando el módulo de conversaciones o en nuestro teléfono gratuito 900171171.

En la confianza de dar adecuada respuesta a su solicitud, aprovechamos la ocasión para saludarles muy atentamente.



CARLOS SOBRINO  
Jefe Distribución Zona La Rioja

IBERDROLA

PRESUPUESTO  
SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS:ES0021000042531873JV

Fecha:12.09.2022

El Presupuesto para los trabajos descritos en el Pliego de Condiciones Técnicas de la misma Referencia y fecha, es el siguiente:

1. Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones:

	Cantidad	Importe
<b>Conexión y Entronque</b>		<b>0,00 €</b>
LAMT NAJERA-HUERCANOS (IMPORTE NO REPERCUTIBLE)		616,01 €
LAMT NAJERA-HUERCANOS (IMPORTE REPERCUTIBLE)		0,00 €
<b>Trabajos de refuerzo, adecuación o reforma de instalaciones</b>		<b>17.979,50 €</b>
LAMT NAJERA-HUERCANOS		17.619,50 €
NUEVOS APOYOS	1,00 UD	
NUEVOS ELEMENTOS MP	1,00 UD	
NUEVA LÍNEA (METROS)	50,00 M	
LMT COMUNES OBRA		360,00 €

**OBSERVACIONES:**

Este presupuesto está condicionado a la obtención de los permisos y autorizaciones necesarios. Según se recoge en el Anexo de Especificaciones Administrativas, los permisos que fueran necesarios para los trabajos de nueva extensión de red serán a su cargo.

Ejemplar para el solicitante

PRESUPUESTO  
SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS:ES0021000042531873JV

Fecha:12.09.2022



CONFORMIDAD Y ACEPTACIÓN DE LAS CONDICIONES INFORMADAS  
PARA LA SOLICITUD DE ACCESO Y CONEXION

Por la presente el solicitante declara su conformidad y acepta el Punto de Conexión propuesto y las condiciones técnicas y económicas para el mismo con referencia y fecha arriba indicadas, entendiendo que el incumplimiento de las mismas y su acuerdo de pago conllevará la cancelación del Permiso de Acceso y Conexión otorgado a esta solicitud.

Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente	17.979,50€
Base imponible	17.979,50€
IVA 21%	3.775,70€
TOTAL	21.755,20€

FIRMA:

FECHA: \_\_\_\_\_

FIRMADO POR:

DNI: \_\_\_\_\_

Modalidad de Pago:

El abono será realizado según las formas de pago indicadas en el Anexo adjunto.

El pago del presupuesto se realizará en un plazo máximo de 12 meses desde la obtención de los Permisos de Acceso y Conexión. Una vez realizado se incorporará el justificante de pago, por la misma vía que realizó su solicitud, para el desarrollo y ejecución de las instalaciones.

TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES:

Los datos personales recogidos en su solicitud serán tratados por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con la finalidad de gestionar la misma, siendo las bases legales del tratamiento, el interés legítimo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. en su tramitación, su obligación legal de atenderla y, en su caso, la relación contractual que se formalice como consecuencia de ella. El titular de los datos y/o su representante legal tienen derecho a acceder a sus datos personales objeto de tratamiento, así como solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios para los fines que fueron recogidos, además de ejercer el derecho de oposición y limitación al tratamiento y de portabilidad de los datos. Podrán ejercer dichos derechos enviando un escrito a la Oficina Puntos Suministros, Apartado de Correos nº 61147, 28060 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte o mediante correo electrónico al Delegado de Protección de Datos en la dirección electrónica [atencion@redeside.es](mailto:atencion@redeside.es). En el caso de que no fueran atendidos sus derechos puede presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos. Sus datos personales no serán comunicados a ningún tercero ajeno a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., salvo que los mismos le sean requeridos por imperativo legal y serán conservados durante la tramitación de su solicitud, la vigencia de la relación contractual que se formalice, en su caso, como consecuencia de la misma y el plazo necesario para cumplir con las obligaciones legales de custodia de la información. Asimismo, sus datos se podrán mantener debidamente bloqueados durante el tiempo que sea exigido por la normativa aplicable.

PRESUPUESTO  
SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS:ES0021000042531873JV

Fecha:12.09.2022



CONFORMIDAD Y ACEPTACIÓN DE LAS CONDICIONES INFORMADAS  
PARA LA SOLICITUD DE ACCESO Y CONEXION

Por la presente el solicitante declara su conformidad y acepta el Punto de Conexión propuesto y las condiciones técnicas y económicas para el mismo con referencia y fecha arriba indicadas, entendiendo que el incumplimiento de las mismas y su acuerdo de pago conllevará la cancelación del Permiso de Acceso y Conexión otorgado a esta solicitud.

Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente	17.979,50€
Base imponible	17.979,50€
IVA 21%	3.775,70€
TOTAL	21.755,20€

FIRMA:

FECHA: \_\_\_\_\_

FIRMADO POR:

DNI: \_\_\_\_\_

Modalidad de Pago:

El abono será realizado según las formas de pago indicadas en el Anexo adjunto.

El pago del presupuesto se realizará en un plazo máximo de 12 meses desde la obtención de los Permisos de Acceso y Conexión. Una vez realizado se incorporará el justificante de pago, por la misma vía que realizó su solicitud, para el desarrollo y ejecución de las instalaciones.

TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES:

Los datos personales recogidos en su solicitud serán tratados por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con la finalidad de gestionar la misma, siendo las bases legales del tratamiento, el interés legítimo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. en su tramitación, su obligación legal de atenderla y, en su caso, la relación contractual que se formalice como consecuencia de ella. El titular de los datos y/o su representante legal tienen derecho a acceder a sus datos personales objeto de tratamiento, así como solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios para los fines que fueron recogidos, además de ejercer el derecho de oposición y limitación al tratamiento y de portabilidad de los datos. Podrán ejercer dichos derechos enviando un escrito a la Oficina Puntos Suministros, Apartado de Correos nº 61147, 28060 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte o mediante correo electrónico al Delegado de Protección de Datos en la dirección electrónica [atencion@redeside.es](mailto:atencion@redeside.es). En el caso de que no fueran atendidos sus derechos puede presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos. Sus datos personales no serán comunicados a ningún tercero ajeno a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., salvo que los mismos le sean requeridos por imperativo legal y serán conservados durante la tramitación de su solicitud, la vigencia de la relación contractual que se formalice, en su caso, como consecuencia de la misma y el plazo necesario para cumplir con las obligaciones legales de custodia de la información. Asimismo, sus datos se podrán mantener debidamente bloqueados durante el tiempo que sea exigido por la normativa aplicable.

Remite: Carretera de la guardia, 91 - 93 26006 Logroño



9041662898551209226350

NESTOR MORE COLOMA  
C/ MARTIN BASTIDA, 1, Bajo 2

26350 CENICERO (LA RIOJA)

Referencia: 9041662898

Fecha: 12/09/2022

**Asunto:** Solicitud de suministro de energía para Grupo Bombeo, Riego por Goteo  
**Potencia solicitada:** 200,000 kW  
**Localización:** Poli POL 21, PARCELA 235 CENICERO - LA RIOJA  
**CUPS:** ES0021000042531873JV

Estimado cliente:

En relación con el asunto de referencia, le adjuntamos la siguiente documentación, en la que se indican las condiciones para la atención de su solicitud:

- **Pliego de Condiciones Técnicas**, en el que se describen las instalaciones y trabajos a realizar para poder atender su solicitud de suministro. Al mismo se acompañan los siguientes documentos:
  - a) **Planos** de la zona, en los que se indica el punto de conexión y el trazado de la infraestructura eléctrica necesaria.
  - b) **Anexo de especificaciones técnico-administrativas**, en el que se detallan las condiciones para la realización de la infraestructura eléctrica.
  - c) **Guía de documentación** que deberá aportarse para la gestión del proyecto en cada una de sus fases (tramitación, obtención de permisos, ejecución, finalización y puesta en servicio)
- **Presupuesto de las instalaciones y trabajos** descritos en el Pliego de Condiciones Técnicas. Este documento, junto con el documento para la aceptación de las condiciones informadas.

El plazo de validez de esta propuesta es de 30 días, a partir de la fecha indicada en este escrito. Transcurrido dicho plazo sin haber recibido la conformidad al presupuesto, será necesario realizar una nueva solicitud.

Quedamos a su disposición y en caso de precisar más información, le recordamos que puede ponerse en contacto con nosotros a través del canal GEA usando el módulo de conversaciones o en nuestro teléfono gratuito 900171171.

En la confianza de dar adecuada respuesta a su solicitud, aprovechamos la ocasión para saludarles muy atentamente.



CARLOS SOBRINO  
Jefe Distribución Zona La Rioja

HECITIVA

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS: ES0021000042531873JV

Fecha: 12/09/2022

CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

Potencia Solicitada: 200,000 kW.

Tensión: 13.200 V.

PUNTO DE CONEXIÓN:

La entrega de energía se hará a 13.200 V., según lo señalado en el plano adjunto.

Intensidad de cortocircuito Trifásica: 16 kA

Intensidad de cortocircuito Monofásica: 4,5 kA

CRITERIOS GENERALES

Por su distinta naturaleza, los trabajos a realizar se han clasificado en dos partidas diferenciadas<sup>1</sup>:

1. **Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones** de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones. De acuerdo a la normativa vigente, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro, deben ser realizados obligatoriamente por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U..
2. **Trabajos necesarios para la nueva extensión de red** desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante. Estos trabajos serán ejecutados por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada contratada por usted.

DETALLE DE TRABAJOS A REALIZAR:

A continuación se concretan y detallan, según la clasificación indicada, los trabajos e instalaciones necesarias para atender su solicitud.

1. **Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones** de la red de distribución:

<b>Conexión y Entronque</b>	
LAMT NAJERA-HUERCANOS (IMPORTE NO REPERCUTIBLE)	
LAMT NAJERA-HUERCANOS (IMPORTE REPERCUTIBLE)	
<b>Trabajos de refuerzo, adecuación o reforma de instalaciones</b>	
LAMT NAJERA-HUERCANOS	
NUEVOS APOYOS	1,0 UD
NUEVOS ELEMENTOS MP	1,0 UD
NUEVA LÍNEA (METROS)	50,0 M
LMT COMUNES OBRA	

El punto de conexión se sitúa en un nuevo apoyo a intercalar entre el 615 y 616 de la línea aérea de Media Tensión 13,2 kV denominada "Huercanos" STR Nájera, según lo señalado en el plano adjunto.

<sup>1</sup> Dicha clasificación se efectúa en cumplimiento de lo establecido en el artículo 25 del Real Decreto 1048/2013, 27 de diciembre.

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

### SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS: ES0021000042531873JV

Fecha: 12/09/2022

El primer vano de la derivación tendrá una longitud máxima de 20 metros (vano flojo) y en caso de que la LAMT tenga una longitud mayor de 1 km, en el primer apoyo se instalará un OCR (Órgano de Corte en Red) con detección de paso de falta y función seccionalizadora.

En el apoyo de entronque con la línea general se instalará un seccionador, adecuando el sistema de tierras con su acera equipotencial.

El importe valorado incluye la tramitación del proyecto elaborado a nombre de IDE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. (en adelante I-DE), el intercalado de un nuevo apoyo adecuándolo para derivación (incluida la instalación de seccionador y acera equipotencial) y tendido del primer vano de la nueva línea aérea y su dirección de obra. Dicho importe se ha calculado considerando la obtención por parte del solicitante de los permisos de los propietarios afectados por las nuevas instalaciones de distribución (apoyo y primer vano de la derivación), lo que reduce su tramitación administrativa. Este hecho debe justificarse mediante la entrega de los citados permisos antes de la presentación del proyecto. En caso contrario, se remitirá una nueva valoración que incluirá los trámites adicionales necesarios.

Asimismo, no se ha considerado la necesidad de sustituir/modificar los apoyos anterior/posterior al intercalado en la línea principal. Dicha necesidad vendrá determinada por los cálculos realizados en el correspondiente proyecto eléctrico. Si fuera necesaria dicha sustitución/modificación, se actualizará el presupuesto incluyendo esos trabajos.

#### 2. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red:

No es necesaria obra de Extensión

La infraestructura eléctrica será realizada por Vd y a su costa, consistente en la línea de Media Tensión (LMT) entre el primer apoyo de la nueva línea y el nuevo Centro de Transformación de Cliente (CTC) que quedarán de su propiedad. El vano entre el punto de conexión y el primer apoyo de la línea particular será propiedad de I-DE. El extremo de este vano constituirá el punto de entrega de energía.

El solicitante deberá realizar, cumpliendo las indicaciones del Anexo de Especificaciones Técnicas adjunto los proyectos necesarios para la legalización de dichas instalaciones: uno de ellos, que recoja la instalación del nuevo apoyo a intercalar en la línea actual y el primer vano citado, a nombre de I-DE; y otro, a nombre del solicitante, que incluya las nuevas instalaciones particulares.

El punto de medida se establecerá en el límite de propiedad. I-DE tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida.

#### PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES:

El vigente R.D., establece que conserve Vd. la propiedad del nuevo centro de transformación de Cliente (CTC) y la línea de media tensión (LMT), asumiendo la responsabilidad de su mantenimiento y operación.

#### OBSERVACIONES:

Para la realización de estos trabajos, deberán cumplirse las Condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias, las Especificaciones Técnico Administrativas adjuntas y los Manuales Técnicos de Distribución aprobados por la Administración competente.

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

### SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS: ES0021000042531873JV

Fecha: 12/09/2022

La solución técnica analizada en esta carta será válida siempre y cuando sea compatible con la Directriz de Protección de Suelo No Urbanizable de La Rioja. En caso contrario, quedará anulada esta carta y se deberá analizar otra solución acorde con las normativas de aplicación a la instalación eléctrica planteada.

Los proyectos serán elaborados en un plazo máximo de 4 meses desde la aceptación y abono del importe indicado en el presupuesto adjunto. Una vez obtenidas las autorizaciones necesarias para la ejecución de la obra, el solicitante iniciará la parte de obra de su responsabilidad que sea necesaria para la conexión de las instalaciones a la red de I-DE, previendo un plazo máximo de ejecución de 4 meses a partir de la fecha de autorización. En el caso de que, por causas no imputables a I-DE, la elaboración de los proyectos o la ejecución de su parte de obra citada no se finalice en los plazos indicados, el presupuesto inicial correspondiente a la obra de I-DE (anexo a esta carta) quedará anulado y se remitirá un nuevo presupuesto actualizado para su aceptación y abono.

#### TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES

Los datos personales recogidos en su solicitud serán tratados por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con la finalidad de gestionar la misma, siendo las bases legales del tratamiento, el interés legítimo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. en su tramitación, su obligación legal de atenderla y, en su caso, la relación contractual que se formalice como consecuencia de ella. El titular de los datos y/o su representante legal tienen derecho a acceder a sus datos personales objeto de tratamiento, así como solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios para los fines que fueron recogidos, además de ejercer el derecho de oposición y limitación al tratamiento y de portabilidad de los datos. Podrán ejercer dichos derechos enviando un escrito a la Oficina Puntos Suministros, Apartado de Correos nº 61147, 28080 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte o mediante correo electrónico al Delegado de Protección de Datos en la dirección electrónica [atencionderechos@i-de.es](mailto:atencionderechos@i-de.es). En el caso de que no fueran atendidos sus derechos puede presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos. Sus datos personales no serán comunicados a ningún tercero ajeno a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., salvo que los mismos le sean requeridos por imperativo legal y serán conservados durante la tramitación de su solicitud, la vigencia de la relación contractual que se formalice, en su caso, como consecuencia de la misma y el plazo necesario para cumplir con las obligaciones legales de custodia de la información. Asimismo, sus datos se podrán mantener debidamente bloqueados durante el tiempo que sea exigido por la normativa aplicable.

Remite: Carretera de la guardia, 91 - 93 26006 Logroño



9041662898551209226350  
NESTOR MORE COLOMA  
C/ MARTIN BASTIDA, 1, Bajo 2

26350 CENICERO (LA RIOJA)

Referencia: 9041662898

Fecha: 12/09/2022

**Asunto:** Solicitud de suministro de energía para Grupo Bombeo, Riego por Goteo  
**Potencia solicitada:** 200,000 kW  
**Localización:** Poli POL 21, PARCELA 235 CENICERO - LA RIOJA  
**CUPS:** ES0021000042531873JV

Estimado cliente:

En relación con el asunto de referencia, le adjuntamos la siguiente documentación, en la que se indican las condiciones para la atención de su solicitud:

- **Pliego de Condiciones Técnicas**, en el que se describen las instalaciones y trabajos a realizar para poder atender su solicitud de suministro. Al mismo se acompañan los siguientes documentos:
  - d) **Planos** de la zona, en los que se indica el punto de conexión y el trazado de la infraestructura eléctrica necesaria.
  - e) **Anexo de especificaciones técnico-administrativas**, en el que se detallan las condiciones para la realización de la infraestructura eléctrica.
  - f) **Guía de documentación** que deberá aportarse para la gestión del proyecto en cada una de sus fases (tramitación, obtención de permisos, ejecución, finalización y puesta en servicio)
- **Presupuesto de las instalaciones y trabajos** descritos en el Pliego de Condiciones Técnicas. Este documento, junto con el documento para la aceptación de las condiciones informadas.

El plazo de validez de esta propuesta es de 30 días, a partir de la fecha indicada en este escrito. Transcurrido dicho plazo sin haber recibido la conformidad al presupuesto, será necesario realizar una nueva solicitud.

Quedamos a su disposición y en caso de precisar más información, le recordamos que puede ponerse en contacto con nosotros a través del canal GEA usando el módulo de conversaciones o en nuestro teléfono gratuito 900171171.

En la confianza de dar adecuada respuesta a su solicitud, aprovechamos la ocasión para saludarles muy atentamente.

CARLOS SOBRINO  
Jefe Distribución Zona La Rioja

HERTIVA

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS: ES0021000042531873JV

Fecha: 12/09/2022

CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA:

Potencia Solicitada: 200,000 kW.

Tensión: 13.200 V.

PUNTO DE CONEXIÓN:

La entrega de energía se hará a 13.200 V., según lo señalado en el plano adjunto.

Intensidad de cortocircuito Trifásica: 16 kA

Intensidad de cortocircuito Monofásica: 4,5 kA

CRITERIOS GENERALES

Por su distinta naturaleza, los trabajos a realizar se han clasificado en dos partidas diferenciadas<sup>2</sup>:

3. **Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones** de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones. De acuerdo a la normativa vigente, por razones de seguridad, fiabilidad y calidad de suministro, deben ser realizados obligatoriamente por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U..
4. **Trabajos necesarios para la nueva extensión de red** desde la red de distribución existente hasta el primer elemento propiedad del solicitante. Estos trabajos serán ejecutados por cualquier empresa instaladora legalmente autorizada contratada por usted.

DETALLE DE TRABAJOS A REALIZAR:

A continuación se concretan y detallan, según la clasificación indicada, los trabajos e instalaciones necesarias para atender su solicitud.

3. **Trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones** de la red de distribución:

<b>Conexión y Entronque</b>	
LAMT NAJERA-HUERCANOS (IMPORTE NO REPERCUTIBLE)	
LAMT NAJERA-HUERCANOS (IMPORTE REPERCUTIBLE)	
<b>Trabajos de refuerzo, adecuación o reforma de instalaciones</b>	
LAMT NAJERA-HUERCANOS	
NUEVOS APOYOS	1,0 UD
NUEVOS ELEMENTOS MP	1,0 UD
NUEVA LÍNEA (METROS)	50,0 M
LMT COMUNES OBRA	

El punto de conexión se sitúa en un nuevo apoyo a intercalar entre el 615 y 616 de la línea aérea de Media Tensión 13,2 kV denominada "Huercanos" STR Nájera, según lo señalado en el plano adjunto.

<sup>2</sup> Dicha clasificación se efectúa en cumplimiento de lo establecido en el artículo 25 del Real Decreto 1048/2013, 27 de diciembre.

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

### SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS: ES0021000042531873JV

Fecha: 12/09/2022

El primer vano de la derivación tendrá una longitud máxima de 20 metros (vano flojo) y en caso de que la LAMT tenga una longitud mayor de 1 km, en el primer apoyo se instalará un OCR (Órgano de Corte en Red) con detección de paso de falta y función seccionalizadora.

En el apoyo de entronque con la línea general se instalará un seccionador, adecuando el sistema de tierras con su acera equipotencial.

El importe valorado incluye la tramitación del proyecto elaborado a nombre de IDE Redes Eléctricas Inteligentes S.A.U. (en adelante I-DE), el intercalado de un nuevo apoyo adecuándolo para derivación (incluida la instalación de seccionador y acera equipotencial) y tendido del primer vano de la nueva línea aérea y su dirección de obra. Dicho importe se ha calculado considerando la obtención por parte del solicitante de los permisos de los propietarios afectados por las nuevas instalaciones de distribución (apoyo y primer vano de la derivación), lo que reduce su tramitación administrativa. Este hecho debe justificarse mediante la entrega de los citados permisos antes de la presentación del proyecto. En caso contrario, se remitirá una nueva valoración que incluirá los trámites adicionales necesarios.

Asimismo, no se ha considerado la necesidad de sustituir/modificar los apoyos anterior/posterior al intercalado en la línea principal. Dicha necesidad vendrá determinada por los cálculos realizados en el correspondiente proyecto eléctrico. Si fuera necesaria dicha sustitución/modificación, se actualizará el presupuesto incluyendo esos trabajos.

#### 4. Trabajos necesarios para la nueva extensión de red:

No es necesaria obra de Extensión

La infraestructura eléctrica será realizada por Vd y a su costa, consistente en la línea de Media Tensión (LMT) entre el primer apoyo de la nueva línea y el nuevo Centro de Transformación de Cliente (CTC) que quedarán de su propiedad. El vano entre el punto de conexión y el primer apoyo de la línea particular será propiedad de I-DE. El extremo de este vano constituirá el punto de entrega de energía.

El solicitante deberá realizar, cumpliendo las indicaciones del Anexo de Especificaciones Técnicas adjunto los proyectos necesarios para la legalización de dichas instalaciones: uno de ellos, que recoja la instalación del nuevo apoyo a intercalar en la línea actual y el primer vano citado, a nombre de I-DE; y otro, a nombre del solicitante, que incluya las nuevas instalaciones particulares.

El punto de medida se establecerá en el límite de propiedad. I-DE tendrá acceso directo, fácil y permanente desde vía pública a los equipos de medida.

#### PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES:

El vigente R.D., establece que conserve Vd. la propiedad del nuevo centro de transformación de Cliente (CTC) y la línea de media tensión (LMT), asumiendo la responsabilidad de su mantenimiento y operación.

#### OBSERVACIONES:

Para la realización de estos trabajos, deberán cumplirse las Condiciones técnicas y de seguridad reglamentarias, las Especificaciones Técnico Administrativas adjuntas y los Manuales Técnicos de Distribución aprobados por la Administración competente.

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

### SUMINISTRO PRINCIPAL

Referencia: 9041662898

CUPS: ES0021000042531873JV

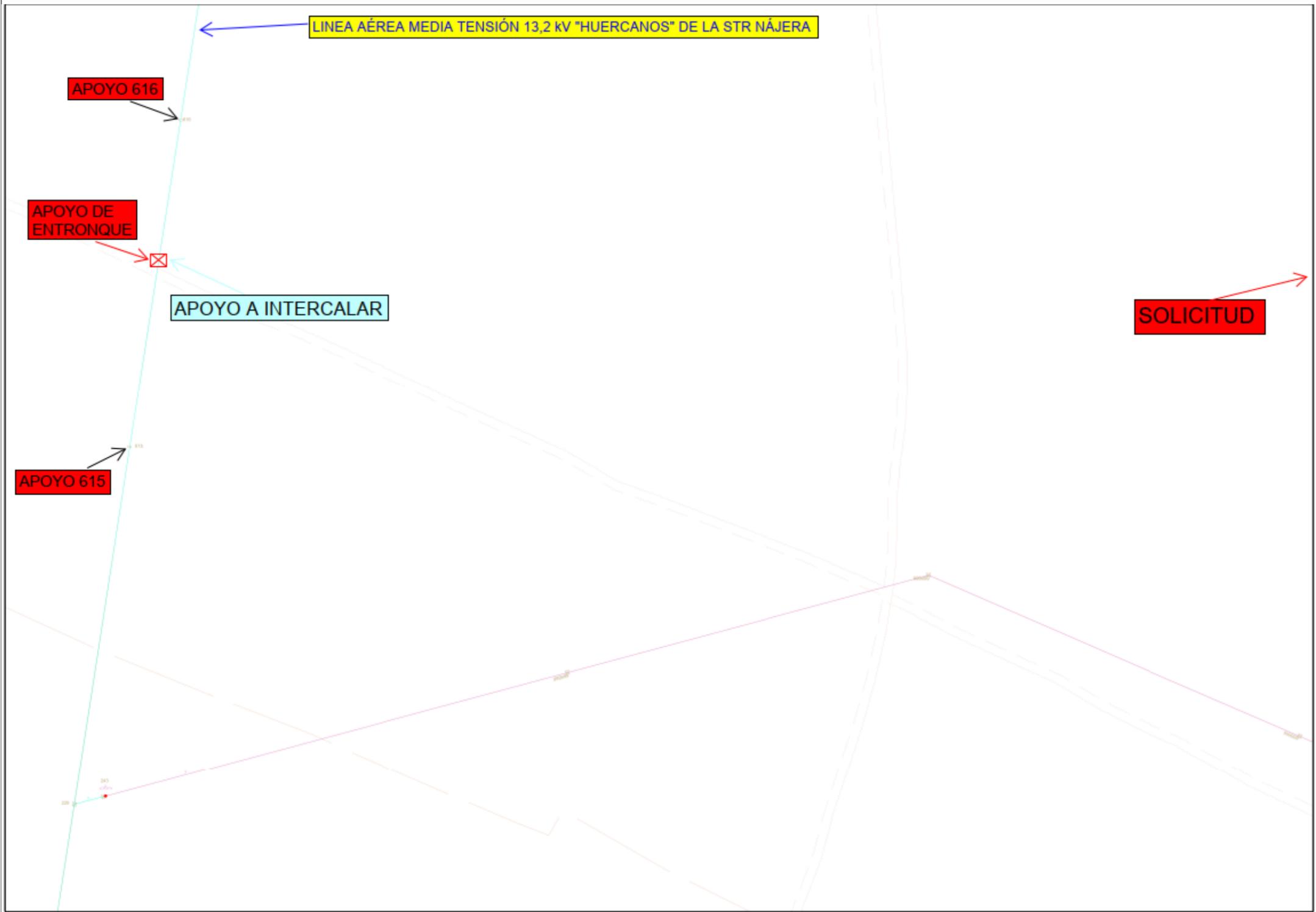
Fecha: 12/09/2022

La solución técnica analizada en esta carta será válida siempre y cuando sea compatible con la Directriz de Protección de Suelo No Urbanizable de La Rioja. En caso contrario, quedará anulada esta carta y se deberá analizar otra solución acorde con las normativas de aplicación a la instalación eléctrica planteada.

Los proyectos serán elaborados en un plazo máximo de 4 meses desde la aceptación y abono del importe indicado en el presupuesto adjunto. Una vez obtenidas las autorizaciones necesarias para la ejecución de la obra, el solicitante iniciará la parte de obra de su responsabilidad que sea necesaria para la conexión de las instalaciones a la red de I-DE, previendo un plazo máximo de ejecución de 4 meses a partir de la fecha de autorización. En el caso de que, por causas no imputables a I-DE, la elaboración de los proyectos o la ejecución de su parte de obra citada no se finalice en los plazos indicados, el presupuesto inicial correspondiente a la obra de I-DE (anexo a esta carta) quedará anulado y se remitirá un nuevo presupuesto actualizado para su aceptación y abono.

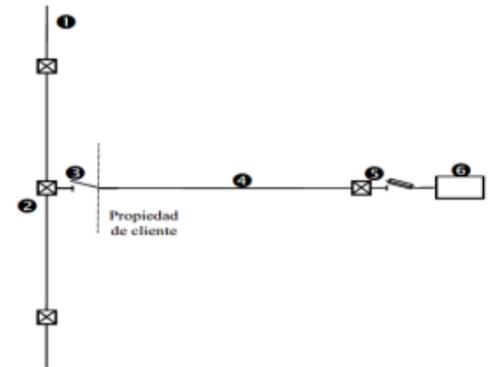
#### TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES

Los datos personales recogidos en su solicitud serán tratados por I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con la finalidad de gestionar la misma, siendo las bases legales del tratamiento, el interés legítimo de I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. en su tramitación, su obligación legal de atenderla y, en su caso, la relación contractual que se formalice como consecuencia de ella. El titular de los datos y/o su representante legal tienen derecho a acceder a sus datos personales objeto de tratamiento, así como solicitar la rectificación de los datos inexactos o, en su caso, solicitar su supresión cuando los datos ya no sean necesarios para los fines que fueron recogidos, además de ejercer el derecho de oposición y limitación al tratamiento y de portabilidad de los datos. Podrán ejercer dichos derechos enviando un escrito a la Oficina Puntos Suministros, Apartado de Correos nº 61147, 28080 Madrid, adjuntando copia de su DNI o Pasaporte o mediante correo electrónico al Delegado de Protección de Datos en la dirección electrónica [atencionderechos@i-de.es](mailto:atencionderechos@i-de.es). En el caso de que no fueran atendidos sus derechos puede presentar una reclamación ante la Agencia Española de Protección de Datos. Sus datos personales no serán comunicados a ningún tercero ajeno a I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U., salvo que los mismos le sean requeridos por imperativo legal y serán conservados durante la tramitación de su solicitud, la vigencia de la relación contractual que se formalice, en su caso, como consecuencia de la misma y el plazo necesario para cumplir con las obligaciones legales de custodia de la información. Asimismo, sus datos se podrán mantener debidamente bloqueados durante el tiempo que sea exigido por la normativa aplicable.



CT CLIENTE - CONEXIÓN EN LAMT

**Potencia Instalada en Centro de Cliente ≤ 630 kVA**



- ❶ Línea principal (Red de Iberdrola)
- ❷ Apoyo de entronque en línea principal, propiedad de Iberdrola
- ❸ Elemento de maniobra, seccionador
- ❹ Vano corto flojo, propiedad de cliente
- ❺ Elemento de protección, cortacircuitos fusible seccionadores de expulsión u otro tipo de protecciones según la topología de la red afectada
- ❻ Centro de transformación de cliente

**OBRA A REALIZAR**

**ENTRONQUE Y REFUERZO** (a realizar por i-DE "Redes Eléctricas Inteligentes")

- 1.- TRAMITACIÓN DE PROYECTO
- 2.- INTERCALADO DE APOYO CELOSIA
- 3.- COLOCACIÓN SLB (SECCIONADORES)
- 4.- TENDIDO PRIMER VANO FLOJO
- 5.- DIRECCIÓN DE OBRA

**EXTENSION** (opcional a realizar por i-DE "Redes Eléctricas Inteligentes")

- 6.- PROYECTO DE INTERCALADO DE APOYO Y TENDIDO PRIMER VANO

**INSTALACION PARTICULAR** ( a realizar por el solicitante)

- 7.- PROYECTO LAMT Y CT PARTICULAR

**LEYENDA**

<p>△ CENTRO DE TRANSFORMACIÓN IBERDROLA</p> <p>○ CENTRO DE TRANSFORMACION DE CLIENTE</p>	<p>--- CANALIZACION SUBTERRANEA EXISTENTE</p> <p>--- CANALIZACION SUBTERRANEA PROYECTADA</p> <p>□ ARQUETA EXISTENTE</p> <p>□ ARQUETA PROYECTADA</p> <p>○ TUBO LIBRE</p> <p>○ TUBO OCUPADO MT</p> <p>○ TUBO OCUPADO BT</p>	<p>--- LINEA AEREA BAJA MEDIA TENSION EXISTENTE</p> <p>--- LINEA AEREA BAJA MEDIA TENSION A DESMONTAR</p> <p>--- LINEA SUBTERRANEA BAJA MEDIA TENSION EXISTENTE</p> <p>--- LINEA SUBTERRANEA BAJA MEDIA TENSION A DESMONTAR</p> <p>--- LINEA BAJA MEDIA TENSION SUBT. PROYECTADA</p> <p>--- LINEA BAJA MEDIA TENSION AEREA PROYECTADA</p> <p>--- CAJA DE PROTECCION O CPM EXISTENTE</p> <p>--- CAJA DE PROTECCION O CPM PROYECTADA</p>	<p>○ APOYO MADERA EXISTENTE</p> <p>○ APOYO HORMIGON EXISTENTE</p> <p>○ APOYO CHAPA EXISTENTE</p> <p>○ APOYO CELOSIA EXISTENTE</p> <p>○ APOYO HORMIGON PROYECTADO</p> <p>○ APOYO CHAPA PROYECTADO</p> <p>○ APOYO CELOSIA PROYECTADO</p>
--	---	--	--

Fecha 12-09-2022 Preparado U247627

PLANO 9041662898 - 01

**NESTOR MORE COLOMA**  
**CENICERO**

