

MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACION.

Tiene por objeto describir los elementos necesarios para la red de distribución aérea de media tensión y centro de transformación de 50 kVA tipo intemperie sobre apoyo, para suministrar energía eléctrica a una parcela, situada en la parcela privada 51 del polígono 8, del término municipal de Mombeltrán (Ávila) y solicitar de la administración la aprobación del presente proyecto.

La entrega de energía se hará a 15.000 V., en un apoyo existente de hormigón a sustituir por un apoyo metálico de 14 metros de altura y 2.000 Kg., de esfuerzo nominal en el apoyo marcado con el número 0601, de la línea aérea de distribución en media tensión existente "Las Cinco Villas" (Iberdrola). La línea aérea se realizara mediante conductor LA-56 hasta otro apoyo a instalar de 12 metros de altura y 1.000 Kg de esfuerzo nominal, donde se situara el transformador intemperie de 50 kVA.

En el apoyo de entronque se colocara una cruceta con un seccionador Load-Buster y cadenas de amarre para derivar en destensado. en el apoyo a instalar se colocarán tres seccionadores unipolares "XS" de apertura en carga, de 24 kV., con fusibles calibrados de 20 A., estos seccionadores sirven para proteger la línea contra sobrecargas, cortacircuitos, sobreintensidades y además trabajar con libertad en la línea, la altura de estos no será inferior a 6 metros respecto al suelo y estarán situados de manera que sean visibles desde el transformador.

A partir del transformador continuaremos con la instalación de enlace que finaliza en un cuadro de maniobra instalado en la valla de la parcela; en los planos adjuntos a esta memoria se puede ver con más detalle las partes de la línea que nos ocupa.

2. EMPLAZAMIENTO

El terreno donde se ubicará el apoyo metálico y el centro de transformación de la línea de media tensión, es propiedad privada (José Luis Casado Andrés).

Parcela objeto de la instalación:

Referencia catastral: 05132A008000510000SU.
Paraje: "Prados Abiertos".
Polígono: 8.
Parcela: 51.
05410 Mombeltrán (Ávila).

3. TITULAR

El promotor de la instalación es José Luis Casado Andrés, (NIF: 00901703-B), con domicilio en la Calle Moralarzal, nº 56 de Madrid.

La compañía suministradora es Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.



4. TECNICOS AUTORES DEL PROYECTO.

Proyectista:

Director del Proyecto: Juan José Corral Robledo (Ingeniero Técnico Industrial)

Colegiado nº 14.372 (COITIM).

NIF/CIF: 6563991-K

Dirección: Calle Domingo Rodríguez Galán, 8. 05400 Arenas de San Pedro (Ávila).

Teléfonos-fax / Móvil: 920371875 / 615310969.

Correo electrónico: juanjo.corral@corralingenieros.es

Seguridad y Salud:

Autor del estudio: Juan José Corral Robledo.

Coordinador fase proyecto: Juan José Corral Robledo.

5. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la línea eléctrica de media tensión, centro de transformación e instalación de enlace de baja tensión que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicha línea eléctrica.

6. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 337/2014, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC RAT de la 1 a la 23.
- Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/08 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de la Cia. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por Decreto 223/2008 de 15-02-2008, y publicado en el B.O.E. del 19-03-2008, en adelante RLEAT.



- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23, aprobado por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo de 2014, y publicado en el B.O.E. 9 de Junio de 2014
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Decreto 842/2.002 de 02 -08-02, BOE nº 224 del 18-09-02, e ITC BT 01 a BT51, así como las diferentes Órdenes Ministeriales que Complementan y modifican los anteriores Decretos.
- Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales. B.O.E. nº 269 de 10 de noviembre.
- Ley 54/97 del 27 de Noviembre de 1997 del Sector Eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre de Reforma del Marco normativo de la
- Prevención de Riesgos Laborales.
- Real decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico (BOE 21-06-01).
- Real Decreto 1432/2008. de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Normas UNE, las recomendaciones UNESA, normas NI sobre materiales, y Manuales Técnicos de IBERDROLA, S.A.

7. LINEA AEREA DE MEDIA TENSION (CONDUCTOR DE ALUMINIO-ACERO LA-56).

7.1. OBJETO.

Este documento constituye y justifica todos los datos técnicos necesarios para el diseño, cálculo y construcción de líneas aéreas de alta tensión, de tensión nominal igual o inferior a 50 kV realizadas con conductores de aluminio acero, de 54,6 mm² de sección.

Al quedar justificados en este documento todos los aspectos técnicos para las diferentes situaciones, bastará la aportación de los detalles singulares de cada línea en proyecto, para que la misma quede totalmente definida, haciendo innecesaria la redacción en cada caso de un proyecto detallado.

Se pretende de esta forma facilitar la labor, tanto de los organismos oficiales como de los departamentos de proyectos de las empresas, en la tramitación oficial para la obtención de la Autorización Administrativa, Autorización de Ejecución y Declaración en concreto de Utilidad Pública.

7.2. CAMPO DE APLICACIÓN.

Este proyecto se refiere a las líneas indicadas en condiciones de instalación normales. Queda excluida su aplicación para aquellas líneas que discurran por terrenos pantanosos, marismas u otras situaciones en las que concurren circunstancias que aconsejen hacer un proyecto especial.

Será de aplicación también para aquellas líneas que, por las características técnicas de la zona, tengan que alimentarse a tensión inferior a 50 kV y se explotarán en una primera etapa a la tensión nominal de la red a la que hayan de conectarse.

7.3. UTILIZACION.

Cada proyecto concreto, redactado de acuerdo con la presente memoria, se



particularidades específicas del mismo que se describen en los anexos.

Por otro lado, servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra, en cuanto a la autorización administrativa, aprobación del proyecto de ejecución y declaración en concreto de utilidad pública, sin más requisitos que la presentación, en proyecto simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con la Normativa vigente.

7.4. REGLAMENTACION.

En la redacción se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RLAT).

Asimismo se ha tenido en cuenta lo establecido en las normas UNE y Normas IBERDROLA.

7.5. DISPOSICIONES OFICIALES.

A los efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en Concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno, e imposición de servidumbre, se aplicará lo previsto en la Ley 54/1997 de 27 de Noviembre, Del Sector Eléctrico (LSE) en todo aquello en que esté en vigor, y en aquellos puntos que no estén desarrollados, lo establecido en la Ley 10/1966 de 18 de Marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas, y en el Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2.619/1966 de 20 de Octubre y publicado en el B.O.E. número 254 del mismo año.

7.6. CARACTERISTICAS.

7.6.1. CONDUCTOR.

Los conductores que contempla este proyecto son de aluminio-acero galvanizado y de aluminio-acero aluminizado de 54.6 mm² de sección, según norma UNE 21018, los cuales están recogidos en las normas NI 54.63.01 y NI 54.63.02 y cuyas características principales son:

Designación UNE	LA - 56	LARL - 56
Sección de aluminio, mm ²	46,8	46,8
Sección total, mm ²	54,6	54,6
Equivalencia en cobre, mm ²	30	30
Composición	6 + 1	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm	3,15	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1640	1720
Módulo de elasticidad, daN/mm ²	7900	7500
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	0,0000191	0,0000193
Masa aproximada, kg/km	189,1	179,7
Resistencia eléctrica a 20°C, Ω/km	0,6136	0,5808
Densidad de corriente, A/mm ²	3,7	3,7

La línea que se va a realizar tiene las siguientes características técnicas:

Tensión nominal: 15 KV.
Categoría según reglamento: 3ª.
Nº de circuitos: 1.
Disposición de los conductores: en capa.



Potencia solicitada:	17.320 W.
Longitud aproximada:	20 metros
Altitud aproximada:	12 m.
Zona según reglamento:	A.
Naturaleza de los conductores:	Al-Ac.

La línea de media tensión desde el apoyo existente hasta el apoyo donde situaremos el transformador de 50 kVA., estará formada por conductores LA-56.

7.6.2. AISLAMIENTO.

El aislamiento estará formado bien por cadenas de aisladores de vidrio tipo caperuza y vástago, de diferente constitución, bien por aisladores de composite.

En el apartado 7.8 se describe detalladamente la constitución de los diferentes tipos de aisladores así como la formación de cadenas.

Para los apoyos se utilizarán cadenas formadas por dos discos de vidrio ESPERANZA 1507 (U70-BS) cuyas características son:

Tensión mínima de contorno en seco:	115 kV
Tensión mínima de contorno bajo lluvia:	80 kV
Tensión al 50% de contorno a impulso tipo rayo:	200 kV
Tensión soportada a impulso tipo rayo 1,2/50 micro seg:	115 kV
Carga de ruptura:	115 kV
Diámetro:	250 mm ²
Paso:	127 mm

Se comprueba que se cumplen los valores de nivel de aislamiento indicados en el artículo 24 del vigente reglamento.

7.6.3. APOYOS.

Los apoyos de alineación serán de hormigón armado y vibrado o bien de chapa metálica según las normas NI 52.04.01 y 52.10.10 respectivamente.

Los apoyos de ángulo, dependiendo del valor de éste, podrán ser de alguno de los tipos indicados en el párrafo anterior, o bien de perfiles metálicos o tubulares de hormigón, según las normas NI 52.10.01 y 52.04.02 respectivamente. Estos dos últimos tipos de apoyos son los indicados también para anclaje y fin de línea.

Los apoyos utilizados serán metálico galvanizado, de Amarre y de Pletina de diferentes alturas y esfuerzos nominales, series ACACIA, o similar.

7.6.4. CRUCETAS.

Las crucetas a utilizar serán metálicas, según las normas NI 52.30.22, 52.31.02 y 52.31.03. Su diseño responde a las nuevas exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos, tendentes a la protección de la avifauna, tal y como se describe en el Anexo F.

Las crucetas serán de angulares metálicos soldados y galvanizados el conjunto, proporcionando una separación de conductores superior a la prescrita en los cálculos.



7.6.5. SEÑALIZACION DE LOS APOYOS.

Todos los apoyos llevarán instalada una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, según la norma NI 29.00.00.

7.6.6. NUMERACION DE APOYOS.

Todos los apoyos se numerarán, empleando para ello placas y números de señalización según la norma NI 29.05.01.

7.7. CALCULO DE CONDUCTORES.

En este capítulo se trata de los cálculos eléctricos y mecánicos de los conductores y cuyas características han quedado reflejadas en el apartado 7.6.1.

7.7.1. CALCULO ELECTRICO.

Densidad máxima de corriente admisible.

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce del R.L.A.T.

Para los conductores LA-56 y LARL 56 del presente Proyecto Tipo, dicho valor es:

$$\sigma = 3,7 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto la intensidad máxima admisible es:

$$I \text{ máx} = \sigma \times S = 202 \text{ A}$$

Los cálculos eléctricos entre los conductores LA-56 y LARL-56 son prácticamente iguales, por ello los referiremos al LA-56 que presenta una resistencia eléctrica ligeramente superior (5,6%) al del LARL-56.

Reactancia aparente.

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

$$X = 2\pi f L \ \Omega/\text{km}.$$

Y sustituyendo L coeficiente de autoinducción, por la expresión:

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

Llegamos a:

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

Donde:

X = Reactancia aparente en ohmios por kilómetro

f = Frecuencia de la red en hercios = 50

D = Separación media geométrica entre conductores en milímetros

r = Radio del conductor en milímetros



El valor D se determina a partir de las distancias entre conductores d1, d2 y d3 que proporcionan las crucetas elegidas, representadas en los planos.

$$D = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3}$$

Aplicando valores:

Separación entre Conductores, en m	D mm	X Ω /km.
1,50	1.890	0,3921
1,75	2.205	0,4018
2,00	2.520	0,4102

A efectos de simplificación y por ser valores muy próximos emplearemos el valor de:

$$X = 0,40 \Omega/\text{km}.$$

Caída de tensión.

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

$$\Delta U = I (R \cos\varphi + X \text{sen } \varphi) \cdot L$$

Donde:

ΔU = Caída de la tensión compuesta, expresada en V

I = Intensidad de la línea en A

X = Reactancia por fase en Ω /km

R = Resistencia por fase en Ω /km

φ = Angulo de desfase

L = Longitud de la línea en kilómetros.

Teniendo en cuenta que:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \text{Cos}\varphi}$$

Donde:

P = Potencia transportada en kilovatios.

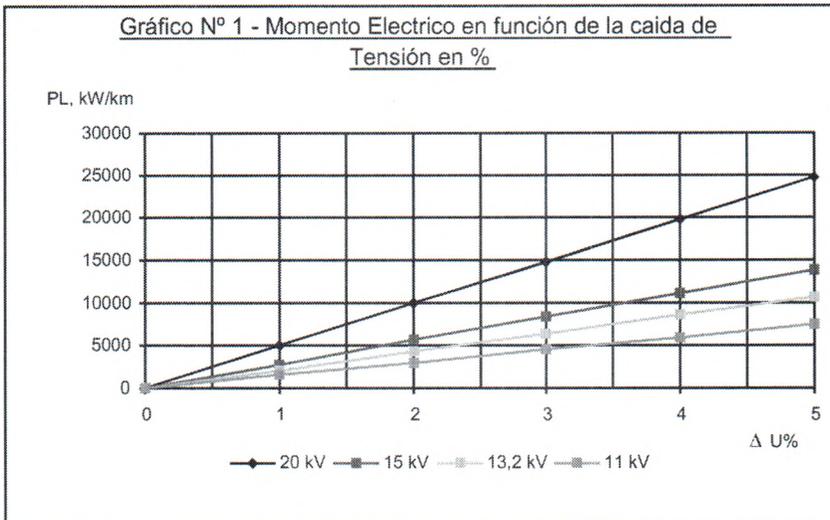
U = Tensión compuesta de la línea en kilovoltios.

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

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

En el gráfico nº1, se representa la caída de tensión, en función del momento eléctrico PL, para $\text{Cos}\varphi = 0,9$ y tensiones nominales de 20 kV, 15 kV, 13,2 kV y 11 kV, cuyos valores de momento eléctrico en función de tensión nominal y caída de tensión del 5% son:

Un kV	DU %	PL kW.km
20	5	24.773
15	5	13.935
13,2	5	10.791
11	5	7.494



La intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%.

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

$$P_{\max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\max} \cdot \text{Cos}\varphi$$

Como: $I_{\max} = 202 \text{ A}$

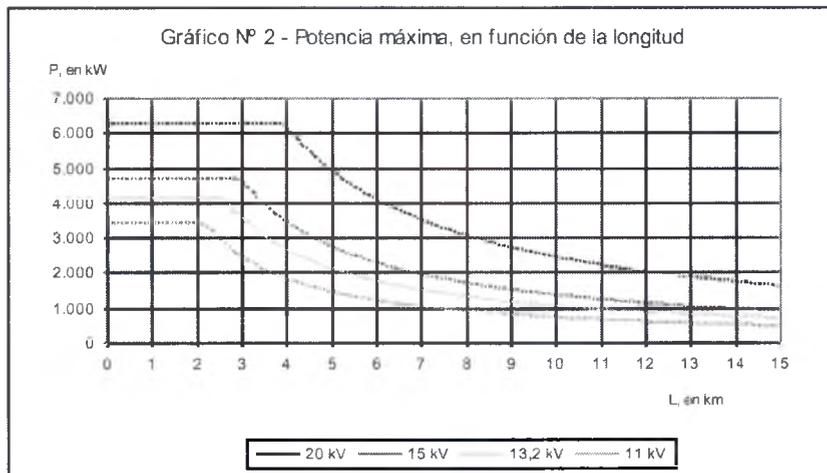
Tendremos que para un factor de potencia del 0,90 la potencia máxima que puede transportar la línea en función de la tensión nominal será:

Un kV	Pmáx kW
20	6.298
15	4.724
13,2	4.157
11	3.464

La potencia que puede transportar la línea dependiendo de la longitud y de la caída de tensión, es:

$$P = \frac{10.U^2}{(R + X.tg\phi).L} \Delta U\%$$

Sustituyendo los valores conocidos de U, R y X, para un $\text{Cos}\phi = 0,90$, en el gráfico núm.2 para $\Delta U \% = 5$ se representa la potencia máxima a transportar P, en kW, en función de la longitud L, expresada en km.



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

$$\Delta P = 3R \cdot L \cdot I^2$$

Donde:

ΔP = Pérdida de potencia en vatios

La pérdida de potencia en tanto por ciento es:

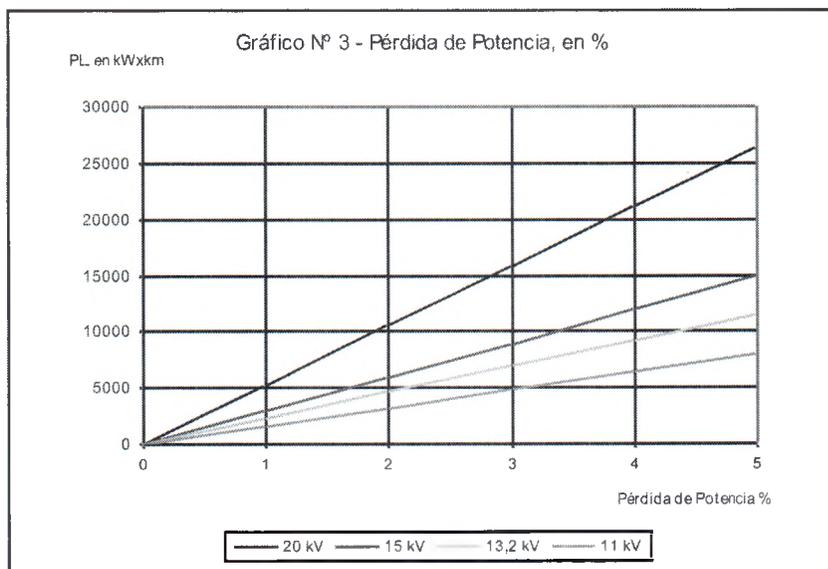
$$\Delta P\% = \frac{P.L.R}{10.U^2.Cos^2\phi}$$

Donde cada variable se expresa en las unidades anteriormente expuestas.

Sustituyendo los valores conocidos de R y U, se tiene para un $\text{cos}\phi = 0,90$:

U kV	ΔP %
20	0,0001894. PL
15	0,0003367. PL
13,2	0,0004348. PL
11	0,0006261. PL

Esta función se representa en el gráfico nº3



Herramienta para los cálculos eléctricos.

Como resumen de los gráficos anteriores y para obtener los valores concretos, para una determinada línea, a continuación se ha insertado la "IMAGEN 1 - Cálculos eléctricos" que consiste en una hoja de cálculo, mediante la cual podemos obtener los valores de una determinada línea; para ello proceder de la forma siguiente:

1º - Pinchar dos veces en Imagen 1ª

2º - Indicar los valores concretos de la línea en estudio, tensión en kV, potencia en kW, longitud en km.

Una vez introducidos estos datos, la hoja calcula los valores de intensidad en amperios, caída de tensión absoluta y relativa en %, e igual con la potencia.

3º - Finalmente pinchar fuera de la imagen y se vuelve al documento.

IMAGEN 1^a - Cálculos Eléctricos

$I_{\text{máx}} =$	202 A	$\xi U =$	0,00 V (apartado 7.1.3)
$P_{\text{máx}} =$	4.723,77 kW	$\xi U \% =$	0,00 (apartado 7.1.3)
R =	0,6136 ξ /km	$\xi P =$	0,00 kW (apartado 7.1.5)
X =	0,40 ξ /km	$\xi P \% =$	0,00 (apartado 7.1.5)
U =	15 kV		
P =	9,20 kW		
L =	0,01 km		
$\text{Cos } \xi \sigma$	0,9		
$\text{Tang } \xi$	0,484		
I =	0,39 A		

Notas: Potencia adecuada
La caída de tensión es inferior al 5 %

7.7.2. CALCULO MECANICO.

Los cálculos mecánicos entre los conductores LA 56 y LARL 56, son prácticamente iguales, por ellos los referiremos al LA-56 que es el que tiene menor carga de rotura y mayor masa.

El cálculo mecánico de los conductores se realiza teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores.
- Que la tensión de trabajo de los conductores a 15 °C sin ninguna sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura EDS (tensión de cada día, Every Day Stress).
- Cumpliendo las condiciones anteriores se contempla una tercera, que consiste en ajustar los tenses máximos a valores inferiores y próximos a los esfuerzos nominales de apoyos normalizados.

Al establecer la condición a) se puede prescindir de la consideración de la 4^a hipótesis en el cálculo de los apoyos de alineación y de ángulo, ya que en ningún caso las líneas que se proyecten deberán tener apoyos de anclaje distanciados a más de 3 km.

Al establecer la condición b) se tiene en cuenta el tense límite dinámico del conductor bajo el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo.

Las hipótesis de sobrecarga para el cálculo de la tensión máxima que debe considerarse, son las definidas por el R.L.A.T. Asimismo se calculan las flechas máximas en las hipótesis indicadas en el apartado 3 del mismo artículo.

El siguiente cuadro resume estas hipótesis:

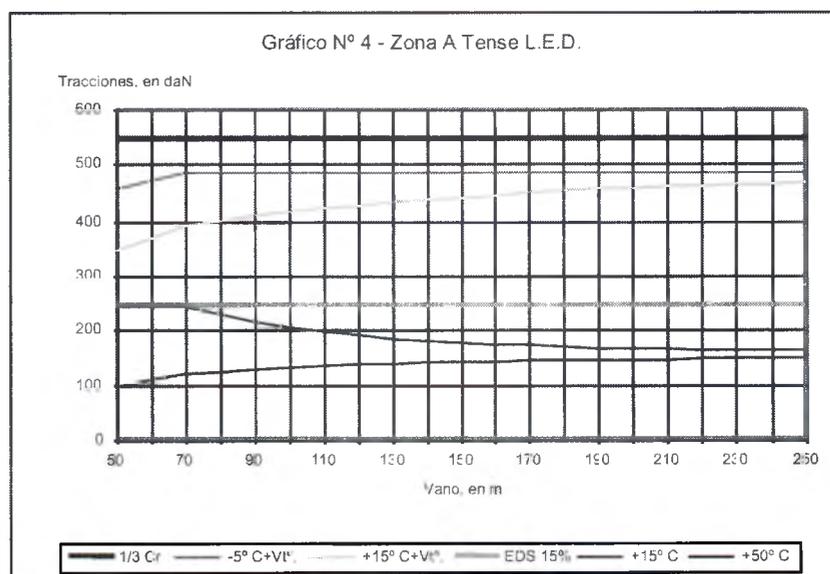
Condición	ZONA - A		ZONA - B		ZONA - C	
	Tempe- ratura	Sobrecarga	Tempe- ratura	Sobrecarga	Tempe- ratura	Sobrecarga
Máxima tensión	-5 °C	Viento de 60 kg/m ²	-15 °C	Hielo 180√d g/m	-20 °C	Hielo 360√d g/m
Máxima Flecha			0 °C	Hielo 180√d g/m	0 °C	Hielo 360√d g/m
	15 °C	Viento de 60 kg/m ²	15 °C	Viento de 60 kg/m ²	15 °C	Viento de 60 kg/m ²
	50 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna	50 °C	Ninguna

Tablas de tendido.

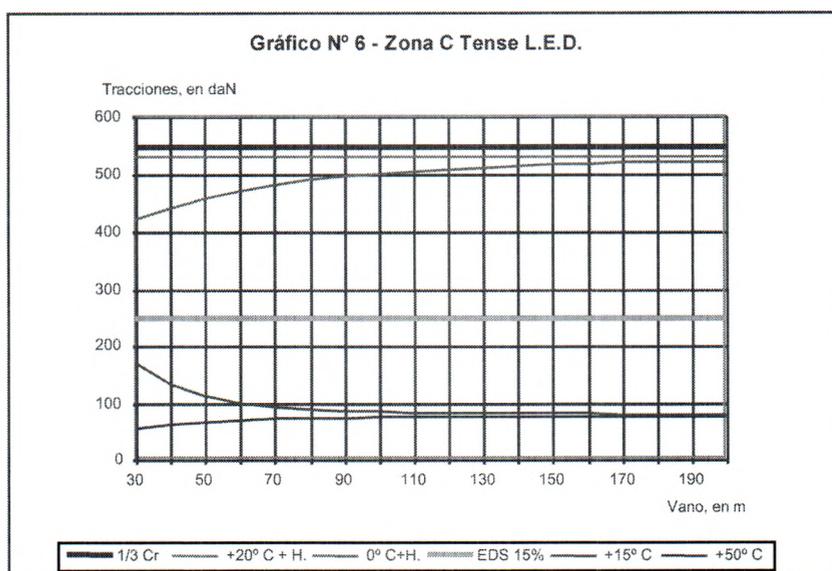
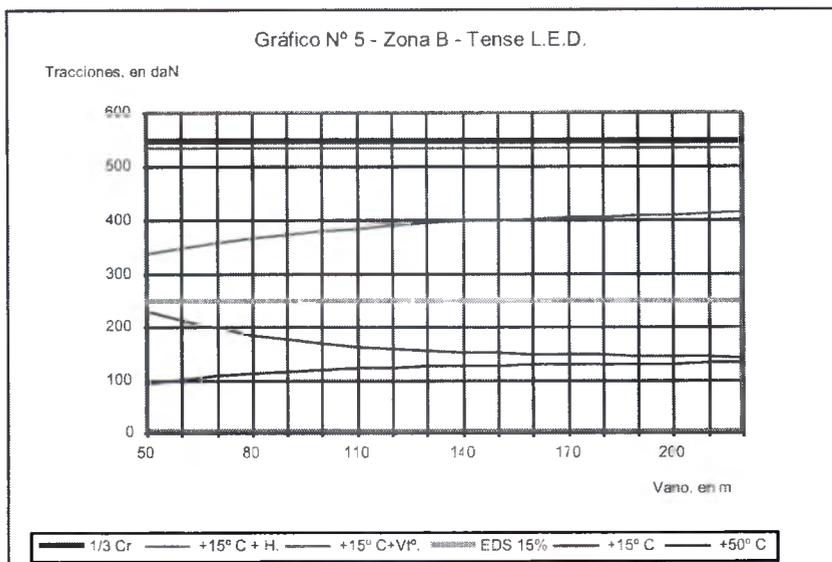
En el Anexo C (Iberdrola), se incluyen seis tablas de tendido, correspondientes a otros tantos estados de tendidos diferentes, las cuales permitirán al proyectista elegir en cada caso el tense más adecuado.

Las tres primeras corresponden, respectivamente, a las tres distintas zonas de altitud A, B, C, definidas en el R.L.A.T. En ellas se trata de aprovechar al máximo las características de resistencia mecánica en los conductores, teniendo en cuenta las dos condiciones indicadas en el apartado anterior.

Como puede observarse en el gráfico nº4, en la zona A (baja), la tensión mecánica viene limitada por la condición b) del apartado anterior, hasta vanos de 70 m. y por la condición a) para vanos superiores;



En las zonas B y C (media y alta montaña), la tensión mecánica viene limitada por la condición a), lo que puede comprobarse en los gráficos 5 y 6.



En el caso de las tablas correspondientes a tenses reducidos las condiciones expuestas en el apartado 7.2, se cumplen sobradamente, por ello omitimos representar los gráficos correspondientes.

En las tablas de tendido, en la primera columna de cada una de ellas se indican una serie de vanos reguladores; en las columnas siguientes, los coeficientes de seguridad resultantes y las tensiones máximas, según la hipótesis de sobrecarga reglamentaria, en función de la zona (R.L.A.T.); en las siguientes, las flechas máximas y mínimas según las hipótesis fijadas para cada zona en el R.L.A.T. Las dos columnas siguientes, dan los parámetros de las catenarias de máxima y mínima flecha, que deberán utilizarse para la distribución de apoyos en el perfil longitudinal, seguidamente se dan los valores de tracciones y flechas a aplicar en el cálculo de oscilación de cadenas de suspensión, bajo una sobrecarga de viento mitad a las temperatura de -5°C , -10°C y -15°C , según sea para zonas A, B o C respectivamente y finalmente se da la tabla de tendido a aplicar en el tendido de la línea

Determinación de la tracción de los conductores.

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

$$L_0 - L_1 = \left[\frac{T_0 - T_1}{ES} + \alpha(\theta_0 - \theta_1) \right]$$

Siendo:

L_0 = Longitud en m de conductor en un vano L , bajo unas condiciones iniciales de tracción T_0 , peso más sobrecarga P_0 y temperatura θ_0 °C

L_1 = Longitud en m de conductor en un vano L , bajo unas condiciones de tracción T_1 , peso más sobrecarga P_1 y temperatura θ_1 °C

E = Módulo de elasticidad del conductor en daN/ mm².

S = Sección del conductor en mm²

α = Coeficiente de dilatación lineal del conductor /°C

Determinación de la flecha de los conductores.

Una vez determinado el valor de T_1 , el valor de la flecha se obtiene por la expresión:

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

Siendo:

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

Plantillas de replanteo.

Para el dibujo de la catenaria se empleará la expresión:

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

Siendo:

x = valor del semivano

Herramienta para plantillas de replanteo.

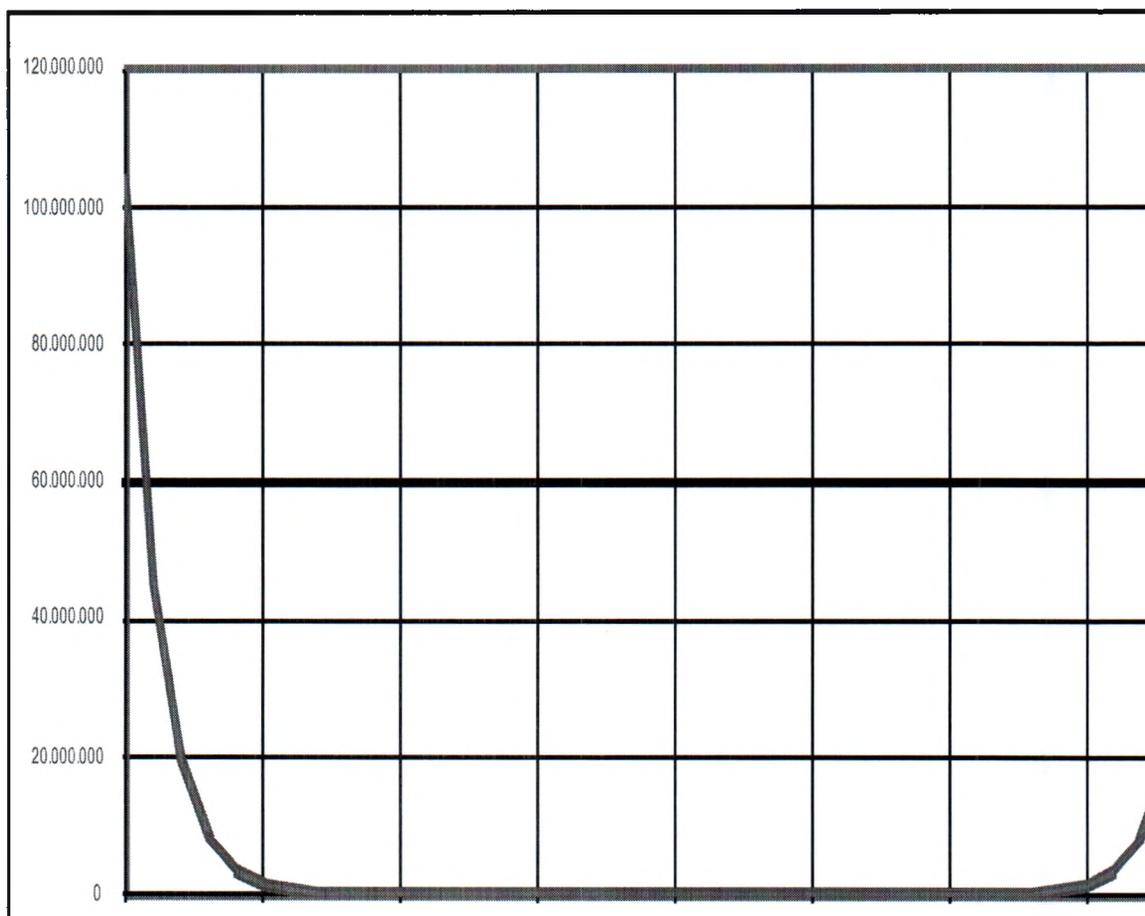
Es frecuente que para la distribución de apoyos sea necesario el empleo de diferentes plantillas, para ello en la "IMAGEN 2ª, se facilita la forma de calcular los diferentes valores que definen la catenaria; para ello proceder en la forma siguiente:

1º - Pinchar dos veces en Imagen 2ª.

2º - En el cuadro de la hoja que aparece pinchar en hoja 1, en la misma, y en la CELDA 15, dar el valor del parámetro de la catenaria., en las columnas B y C aparecerán los valores de los vanos y flechas, con los cuales se confecciona el gráfico.



3° - Situarse en la parte inferior de la hoja y pinchar en gráfico y volver al documento pinchando fuera del gráfico.



Vano de regulación.

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

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

Siendo:

L_r = Vano de regulación ideal en metros

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

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

Herramienta para el cálculo del vano de regulación.

En la IMAGEN 3ª, se facilita la obtención del vano de regulación, el sistema operatorio es similar al descrito en los procesos anteriores, después de abrir la imagen, en la columna C. indicar los valores de los distintos vanos, la herramienta está diseñada para 50 vanos, normalmente no se llegará a este número y es importante que en el resto de los vanos no ocupados poner cero.

IMAGEN 3ª - VANO DE REGULACIÓN

Alineación				Longitud Total, m = <input style="width: 50px;" type="text" value="20"/>	
Vano	Longitud m	Vano	Longitud m	VANO DE REGULACIÓN, m	
				<input style="width: 50px;" type="text" value="20,00"/>	
1	20	26	0	8000	0
2	0	27	0	0	0
3	0	28	0	0	0
4	0	29	0	0	0
5	0	30	0	0	0
6	0	31	0	0	0
7	0	32	0	0	0
8	0	33	0	0	0
9	0	34	0	0	0
10	0	35	0	0	0
11	0	36	0	0	0
12	0	37	0	0	0
13	0	38	0	0	0
14	0	39	0	0	0
15	0	40	0	0	0
16	0	41	0	0	0
17	0	42	0	0	0
18	0	43	0	0	0
19	0	44	0	0	0
20	0	45	0	0	0
21	0	46	0	0	0
22	0	47	0	0	0
23	0	48	0	0	0
24	0	49	0	0	0
25	0	50	0	0	0



7.8. NIVEL DE AISLAMIENTO Y FORMACION DE CADENAS.

Este capítulo da los niveles de aislamiento mínimo correspondientes a la tensión más elevada de la línea, 24 kV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores en el presente Proyecto Tipo.

Se establecen dos niveles de aislamiento, los cuales superan las prescripciones reglamentarias dadas en el R.L.A.T. de 125 kV y 50 kV, a onda de choque y frecuencia industrial, respectivamente.

Los dos niveles de aislamiento, se determinan en función de los niveles de contaminación de la zona en la que vaya a instalarse la línea, estos niveles están definidos en la CEI 815 y son:

NIVEL II - Medio

- Zonas con industrias que no produzcan humos particularmente contaminantes y con una densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- Zonas de fuerte densidad de población o de industrias pero sometidas a lluvias limpias.
- Zonas expuestas al viento del mar, pero alejadas algunos kilómetros de la costa.

NIVEL IV - Muy Fuerte

- Zonas generalmente poco extensas sometidas a polvo conductor y a humos que producen depósitos particularmente espesos.
- Zonas generalmente poco extensas y muy próximas a la costa, expuestas a las nieblas o a vientos muy fuertes y contaminantes provenientes del mar.
- Zonas desérticas caracterizadas por largos períodos sin lluvia, expuestas a vientos fuertes que transportan arena y sal, y sometidas a una condensación regular.

NOTA: En el caso concreto de zonas con nivel de contaminación muy fuerte, dadas las características de los conductores adoptados, es de aplicación el nivel indicado en los puntos en 1er y 3er lugar, y no en el segundo, en los que el conductor deberá ser de cobre.

7.8.1. NIVEL DE AISLAMIENTO, PARA ZONAS NIVEL POLUCION MEDIO (II).

Si se emplean aisladores de vidrio de tipo caperuza y vástago según norma NI 48.10.01, se utilizarán, por cadena, dos aisladores del tipo U 70 BS y cuyas características son:

Aislador tipo U 70 BS

• Material	Vidrio
• Carga de rotura.....	7.000 daN
• Diámetro nominal máximo de la parte aislante	255 mm
• Paso nominal	127 mm
• Línea de fuga	310 mm
• Diámetro del vástago	16 mm

En cadenas con dos elementos, las características de la mismas son :

- | | |
|---|----------------|
| • Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto ... | 72 kV eficaces |
| • Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta | 190 kV |

Si se emplea aislamiento de composite según norma NI 48.08.01, las cadenas estarán formadas por un aislador cuyas características son:

Aislador tipo U 70 YB 20

- Material Composite
- Carga de rotura..... 7.000 daN
- Línea de fuga 480 mm
- Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto. 70 kV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta..... 165 kV

7.8.2. NIVEL DE AISLAMIENTO, PARA ZONAS NIVEL POLUCION MUY FUERTE (IV).

Si se emplean aisladores de vidrio de tipo caperuza y vástago según norma NI 48.10.01 se utilizarán por cadena, dos aisladores del tipo U 100 BLP cuyas características son:

Aislador tipo U 100 BLP

- Material Vidrio
- Carga de rotura..... 10.000 daN
- Diámetro nominal máximo de la parte aislante 280 mm
- Paso nominal 146 mm
- Línea de fuga 445 mm
- Diámetro del vástago 16 mm

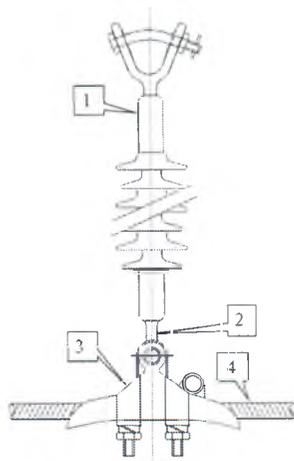
En cadenas con dos elementos, las características de las mismas son:

- Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto ... 75 kV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta 235 kV

Si se emplea aislamiento de composite según norma NI 48.08.01, las cadenas estarán formadas por un aislador cuyas características son :

Aislador tipo U 70 YB 20 P

- Material Composite
- Carga de rotura..... 7.000 daN
- Línea de fuga 740 mm
- Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto. 70 kV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta..... 165 kV



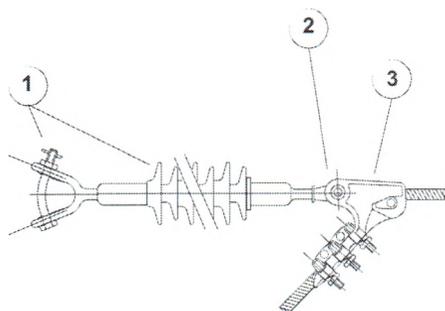
Suspensión normal

Marca	Denominación
1	Aislador composite U70 YB 20 P
2	Alojamiento de rótula R16/17
3	Grapa de suspensión GS-1-I

Suspensión reforzada

Marca	Denominación
3	Grapa de suspensión GS-2-I
4	Varillas de protección VPP-56

Figura 7



Amarre

Marca	Denominación
1	Aislador composite U70 YB 20 P
2	Alojamiento de rótula protec. R16/17P
3	Grapa de amarre GA-1-I

Figura 8

7.9. DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

De acuerdo con el R.L.A.T., las separaciones entre conductores, entre éstos y los apoyos, así como las distancias respecto al terreno y obstáculos a tener en cuenta en este proyecto, son las que se indican en los apartados siguientes.

7.9.1. DISTANCIAS DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO.

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

$$5,3 + \frac{U}{150} \text{ metros}$$

Con un mínimo de 6 m.

7.9.2. VANOS MAXIMOS POR SEPARACION ENTRE CONDUCTORES.

De acuerdo con el R.L.A.T, la separación mínima entre conductores viene dada por la fórmula:

$$D = K\sqrt{F+L} + \frac{U}{150} \text{ metros}$$

En la cual:

D = Separación entre conductores en metros

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla.

F = Flecha máxima en metros

L = Longitud en metros de la cadena de suspensión

U = Tensión nominal de la línea en kV

La expresión de la flecha máxima, despejada de la fórmula anterior, es:

$$F = \left(\frac{D - U/150}{K} \right)^2 - L$$

Tensión nominal, U = 20kV

Para el conductor de este proyecto, el coeficiente K = 0,65.

La longitud en metros de las cadenas de suspensión son variables y dependen de la formación de las mismas. En el cuadro siguiente, indicamos las longitudes aproximadas de cada una de ellas.

Longitudes de las cadenas en suspensión

Nivel de contaminación	Aislamiento			
	Vidrio		Composite	
	Suspensión normal mm	Suspensión protegida mm	Suspensión normal mm	Suspensión protegida mm
II y IV	430	460	475	490

A efecto del presente proyecto y dado que las longitudes indicadas son aproximadas tomaremos valores de L=500 mm, lo cual nos sitúa siempre por el lado de la seguridad, en lo que se refiere al vano máximo por separación de conductores.

De acuerdo con las características dimensionales de las crucetas a emplear en este proyecto, las separaciones entre los puntos de sustentación de los conductores, son de 1,50 m, 1,75 m y 2 m respectivamente y por tanto aplicando valores en la expresión anterior la flecha máxima podrá ser de:

D, m	1,50	1,75	2,00
U, en kV	20,00	20,00	20,00
F máx., m	3,92	5,69	7,75

En cuanto a apoyos para puntos firmes, la distancia entre conductores que proporcionan las crucetas son de 1,50 y 2 m, en apoyos de ángulo, este valor es afectado por el valor del mismo, y la distancia entre conductores pasa a ser: $D' = D \cdot \cos\alpha/2$. (siendo α , el valor del ángulo).

Dando valores a α , tendremos:

D m	α º	D'	F _{máx} m
1,50	0	1,500	4,421
	10	1,494	4,384
	20	1,477	4,275
	30	1,449	4,096
	40	1,410	3,855
	50	1,359	3,558
	60	1,299	3,216
	70	1,229	2,840
	80	1,149	2,442
90	1,061	2,035	

D m	α º	D'	F _{max} m
2,00	0	2,000	8,247
	10	1,992	8,180
	20	1,970	7,981
	30	1,932	7,656
	40	1,879	7,216
	50	1,813	6,675
	60	1,732	6,049
	70	1,638	5,361
	80	1,532	4,631
90	1,414	3,883	

Conocido el valor de F_{máx.}, T y P, para obtener el valor de L_{máx.}, será igual a aquel que haga 0, la ecuación:

$$F_{\max} - \frac{T}{P} \times \left[\operatorname{Ch} \left(\frac{L_{\max} \times P}{2 \times T} \right) - 1 \right] = 0$$

Esta fórmula da lugar a familias de valores según sea el vano de regulación y, en los apoyos de ángulo según sea el valor de éste.

La aplicación de la fórmula puede resultar complicada por ello puede emplearse la expresión aproximada de:

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{8 \times T \times F_{\max}}{P}}$$

Siendo:

L_{máx} = Vano máximo posible (m)

T = Tense correspondiente al vano de regulación en la condición de máxima flecha (daN).

F_{máx} = Las flechas máximas indicadas anteriormente (m)

P = Peso del conductor con la sobrecarga correspondiente a la condición seleccionada para T (daN/m)

7.9.3. DISTANCIA MINIMA ENTRE LOS CONDUCTORES Y SUS ACCESORIOS EN TENSION Y EL APOYO.

De acuerdo con el R.L.A.T., esta distancia no será inferior a:

$$0,1 + \frac{U}{150} \text{ metros}$$

Con un mínimo de 0,20 m.

7.9.4. PRESCRIPCIONES ESPECIALES.

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

7.10. UTILIZACION DE APOYOS.

En este capítulo se definen los diferentes tipos de apoyos a utilizar en el diseño de las líneas a que se refiere el presente Proyecto.

7.10.1. CLASIFICACION DE LOS APOYOS.

De acuerdo con el R.L.A.T., los apoyos se clasifican según su función en:

- Apoyos de alineación
- Apoyos de ángulo
- Apoyos de anclaje
- Apoyos de fin de línea
- Apoyos especiales

Estos últimos los define el R.L.A.T. como "aquellos que tienen una función diferente a las definidas para los anteriores"; ya que las situaciones en que resultan necesarios son poco frecuentes y dado el carácter de proyecto del presente documento, prescindimos de su consideración, debiendo justificarse en cada proyecto concreto de la línea en que hayan de utilizarse.

7.10.2. CARACTERISTICAS RESISTENTES Y DIMENSIONES.

En el MT 2.23.45, se determina el método de cálculo de las ecuaciones resistentes de los apoyos en función de la disposición de los armados.

Los apoyos de alineación serán bien de hormigón armado vibrado de acuerdo con la norma NI 52.04.01, o bien apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de BT y AT, según la norma NI 52.10.10. En general los apoyos para ángulo, anclaje y fin de línea, serán de perfiles metálicos según la norma NI 52.10.01.

Apoyos de alineación.

En todos estos apoyos, en general se utilizará la cruceta tipo bóveda.

La separación entre conductores con éstas crucetas son de 1,75 ó 2 m y permiten una oscilación de cadenas no inferior a 74°. La resultante de los esfuerzos transmitidos por los conductores vendrá aplicada a una altura de 0,93 m sobre la cogolla del poste cuando la disposición sea la prevista en los planos: No obstante en previsión de posibles montajes con cadenas horizontales para evitar volteo de cadenas, adoptaremos el valor de 1,30 m, que nos sitúa del lado de la seguridad sin penalizar sensiblemente la utilización de los postes. Ateniéndonos a lo anterior, el coeficiente K de reducción del esfuerzo nominal de los postes será:

$$K = 5,4/(1,30+5,25) = 0,824$$

Las características resistentes de los apoyos de hormigón con cruceta bóveda, serán:

Tipo de Apoyo	Esfuerzos nominales, en daN		Esfuerzos admisibles con cruceta bóveda, daN	
	Principal	Secundario	Principal	Secundario
HV 400	400	250	330	206
HV 630	630	360	519	297
HV 800	800	400	660	330

En caso de emplear en la línea apoyos de chapa metálica, los valores aplicar, teniendo en cuenta que el valor de K es:

$$K = \frac{4,6}{4,6 + 1,3} = 0,779$$

Tipo de Apoyo	Esfuerzos nominales, en daN			Esfuerzos admisibles con cruceta bóveda, daN		
	Principal	Secundario	Vertical	Principal	Secundario	Vertical
CH 400	400	250	450	312	195	450
CH 630	630	360	540	491	281	540
CH 800	800	400	800	624	312	800

Este tipo de apoyos responden a la ecuación general de $V + 5H \leq Cte.$, aplicando la misma a los apoyos del cuadro anterior tendremos:

Tipo de Apoyo	Ecuación resistente	Ecuación resistente, con cruceta bóveda
	$V + 5.H \leq$	$V + K.5.H \leq$
CH 400	2450	2009,32
CH 630	3690	2995,93
CH 800	4800	3918,64

Siendo:

V = Suma de cargas verticales que actúan sobre el apoyo, excepto cruceta y aislamiento, en daN.

H = Suma de cargas horizontales que actúan sobre el apoyo, excepto viento sobre cruceta, aislamiento, en daN.

Hipótesis de cálculo.

1ª Hipótesis (viento).

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo en el sentido transversal a la línea será:

$$F_t = P_v \cdot n \cdot d \cdot L + P_v \cdot Cru + P_v \cdot Aisl. \quad (\text{daN})$$

Las cargas verticales permanentes que simultáneamente deberá soportar el apoyo serán:

- Peso de los conductores con sobrecarga de viento
- Esfuerzo vertical debido a desniveles
- Peso de los herrajes
- Peso del aislamiento



El peso de los conductores con la sobrecarga, es igual a:

$$P_{sv} = n.L.\sqrt{Pu^2 + Pv^2d^2} \quad (\text{daN})$$

El esfuerzo vertical debido a desniveles será:

$$F_{dv} = n \cdot T_v \cdot N \quad (\text{daN})$$

2ª Hipótesis (hielo).

Esta hipótesis solo se considerará en zonas B y C.

No se producen en esta hipótesis esfuerzos transversales a la línea. Las cargas permanentes que deberá soportar el apoyo serán:

- Peso de los conductores con manguito de hielo.
- Esfuerzo vertical debido a desniveles.
- Peso de los herrajes.
- Peso del aislamiento.

El peso de los conductores con manguito de hielo es igual a:

$$P_{sh} = n.L.(Pu + 0,1766\sqrt{d.1000}) \quad \text{en Zona B} \quad (\text{daN})$$

$$P_{sh} = n.L.(Pu + 0,3532\sqrt{d.1000}) \quad \text{en Zona C} \quad (\text{daN})$$

El esfuerzo vertical debido a desniveles será en este caso:

$$F_{dh} = n \cdot T_h \cdot N \quad (\text{daN})$$

3ª Hipótesis (desequilibrio de tracciones).

Según el R.L.A.T.:

"Se considerará un esfuerzo longitudinal equivalente al 8 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra. Este esfuerzo se considerará distribuido en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores y cables de tierra. En el caso de realizarse el estudio analítico completo de los posibles desequilibrios de las tensiones de los conductores, podrá sustituirse el anterior valor por los valores resultantes del análisis".

En nuestro caso, para una tracción máxima de 530 daN, el esfuerzo longitudinal a soportar por los apoyos será:

$$FL = 0,08 \cdot n \cdot T_m = 127,2 \quad (\text{daN})$$

En las expresiones anteriores y siguientes:

FL = Esfuerzo longitudinal, en daN

Ft = Esfuerzo transversal, en daN

Fdh = Esfuerzo vertical en hipótesis 2ª, en daN

Fdv = Esfuerzo vertical en hipótesis 1ª, en daN

Psh = Peso de los conductores más sobrecarga de hielo, en daN/m

Psv = Peso de los conductores más sobrecarga de viento, en daN/m



P_u = Peso de los conductores, en daN/m

P_v = Presión del viento en daN/m² = 60.0'981 = 58.86

P_{vCru} = Presión del viento sobre crucetas en daN/m². superficie expuesta, en m² = 100.0'981. P_{vCru} ≅ 18 daN para crucetas de bóveda alineación; 91 daN para crucetas de ángulo y anclaje ó 10 daN para crucetas rectas.

P_{vAisl} = Presión del viento sobre aislamiento en daN/m². superficie cadena de aisladores = 70.0'981. P_{vAisl} ≅ 1 daN/aislador.

n = Número de conductores

d = Diámetro de los conductores, en m.

L = Vano, en m.

N = Desnivel

T_h = Tracción con sobrecarga de hielo, en daN

T_v = Tracción con sobrecarga de viento, en daN

T_m = Tracción máxima, en daN

Apoyos para puntos firmes.

Para ángulos, anclajes y finales de línea se utilizarán apoyos de perfiles metálicos cuyas ecuaciones resistentes se desarrollan en el MT 2.23.45 las cuales se indican en el cuadro siguiente:

Ecuación resistente apoyos según NI 52.10.01

Apoyo Tipo	Valores especificados		Valores límite		Ecuación Resistente
	En (daN)	V (daN)	KA	H (daN)	
C- 500	500	600	3100	500	$V + 5.H = 3100$
C-1000	1000	600	5600	1000	$V + 5.H = 5600$
C-2000	2000	600	10600	2000	$V + 5.H = 10600$
C-3000	3000	800	15800	3000	$V + 5.H = 15800$
C-4500	4500	800	23300	4500	$V + 5.H = 23300$
C-7000	7000	1200	36200	7000	$V + 5.H = 36200$
C-9000	9000	1200	46200	9000	$V + 5.H = 46200$

Siendo:

V = Suma de cargas verticales que actúan sobre el apoyo, excepto cruceta y aislamiento, en daN.

H = Suma de cargas horizontales que actúan sobre el apoyo, excepto viento sobre cruceta, aislamiento, en daN.

Apoyos de ángulo. Hipótesis de cálculo

Hipótesis 1ª - (viento).

El esfuerzo nominal que deberá soportar el apoyo en el sentido transversal a la línea será

$$F_t = P_v \cdot n \cdot d \cdot L \cdot \cos^2 \frac{\alpha}{2} + 2 \cdot T_v \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + P_{vCru} + P_{vAisl} \quad (\text{daN})$$

Producido por la tensión de los conductores en hipótesis de viento, más la debida a la presión del viento sobre los mismos.

Las cargas permanentes serán las mismas que las de los apoyos, de alineación en esta hipótesis.

Hipótesis 2ª - (hielo).

Esta hipótesis solo se considerará en las zonas B y C.



El esfuerzo útil que deberá soportar el apoyo en el sentido transversal de la línea será:

$$F_t = 2 \cdot n \cdot T_h \cdot \sin \frac{\alpha}{2}$$

Las cargas permanentes serán las mismas que las de los apoyos de alineación en esta hipótesis.

Hipótesis 3ª - (desequilibrio de tracciones).
Lo mismo que para los apoyos de alineación.

Apoyos de anclaje. Hipótesis de cálculo.

Los esfuerzos que se producirán en estos apoyos en las hipótesis 1ª y 2ª son los mismos que los de los apoyos de alineación, o en los de ángulo, según el apoyo se instale en alineación o ángulo.

El apoyo mínimo que cumple las condiciones de anclaje para tense límite estático dinámico, según se justifica a continuación es el C-1000

Hipótesis 3ª - (desequilibrio de tracciones).

Según el art. 18 apdo. 2 del RLAT se considerará un esfuerzo equivalente al 50 por 100 de las tracciones unilaterales de los conductores en las condiciones de máxima tensión. El valor de esta sollicitación es:

$$FL = 0,50 \cdot n \cdot T_m = 795 \text{ (daN)}$$

Valor inferior al esfuerzo nominal del apoyo mínimo previsto, que es de 1000 daN.

Hipótesis 4ª - (rotura de conductores).

Se considerará en ésta hipótesis la rotura del conductor de la línea que produzca la sollicitación más desfavorable en las condiciones de tensión máxima.

Dicho conductor será el más alejado del eje del apoyo, y se comprobará que el mismo sea soportado por el apoyo al hacer su elección. El valor de esta sollicitación con cruceta de 1,5 m, será:

$$M_t = 1,5 \cdot T_m = 795 \text{ (daN.m)}$$

Valor inferior al esfuerzo de torsión que admite el apoyo mínimo previsto, que es el C-1000, el cual admite un esfuerzo de torsión de 700 daN aplicados a 1,50 m. del eje del apoyos, equivalente a 1.050 daN.m

Apoyos de fin de línea. Hipótesis de cálculo.

Las cargas permanentes serán las ya indicadas en apartados anteriores referentes a los pesos de todos los elementos y del conductor con la sobrecarga correspondiente.

Hipótesis 1ª - (viento).

El esfuerzo que deberá soportar el apoyo será el mismo que el de los apoyos de alineación, y además el esfuerzo longitudinal (desequilibrio) equivalente al 100 por 100 de las tracciones unilaterales de todos los conductores en condiciones de viento reglamentario, cuyo valor es:

$$FL = n \cdot T_m = 1590 \text{ (daN)}$$

Valor inferior al esfuerzo nominal del apoyo mínimo previsto, que es de 2000 daN.



Hipótesis 2ª - (hielo).

Igual que la hipótesis anterior salvo que las tracciones a considerar serán las correspondientes a la hipótesis de hielo según zona B o C.

Hipótesis 4ª - (rotura de conductores).

Igual que lo dicho para los apoyos de anclaje.

7.10.3. CRUCETAS.

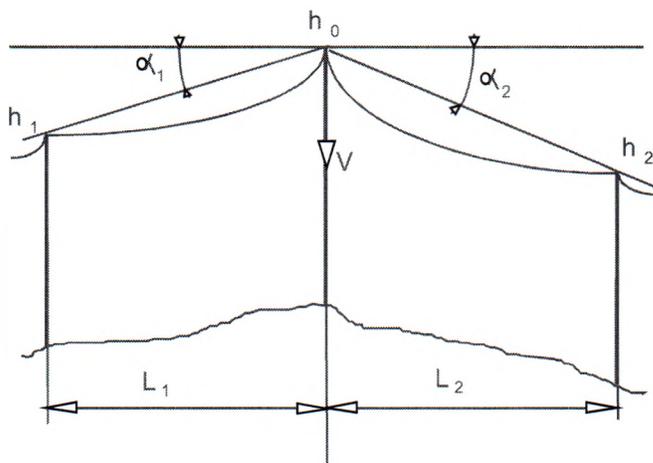
En apoyos de ángulo y anclaje podrán emplearse crucetas bóveda de ángulo y anclaje según NI 52.31.03, o bien crucetas rectas según NI 52.31.02. En los apoyos de alineación, preferentemente se emplearán crucetas bóveda de alineación según NI 52.30.22 y en apoyos de fin de línea preferentemente se emplearán crucetas rectas.

Las crucetas además de cumplir la misión de dar la separación adecuada a los conductores, deben soportar las cargas verticales que los mismos transmiten, cuyo valor es:

El valor de la carga vertical se determina por la expresión:

$$V = (n.T). N \quad (\text{daN})$$

Siendo N; el valor del desnivel, el cual se calcula:



$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} = \text{Vano de viento}$$

$$N = \text{tg } \alpha_1 + \text{tg } \alpha_2 = \text{Desnivel}$$

En donde :

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{h_0 - h_1}{L_1}$$

$$\text{tg } \alpha_2 = \frac{h_0 - h_2}{L_2}$$

Siendo:

h_0 , h_1 , y h_2 las altitudes del punto de sujeción de los conductores en el apoyo problema, y los dos contiguos, sobre un plano de comparación.

En cuanto a la tensión mecánica de los conductores, los valores a tener en cuenta serán los de la tensión T, que según la hipótesis, será la de viento o la de hielo o la de desequilibrio de tracciones.

7.10.4. OTROS MONTAJES.

En el Anexo D y en el MT 2.23.17 se describen diversos armados de utilización frecuente en líneas del tipo que se contempla en el presente Proyecto.

7.10.5. CIMENTACIONES.

En el MT 2.23.30, se desarrolla el cálculo y tablas para los apoyos que se contemplan en el presente documento., cuyos resultados se recogen en el Anexo E

7.10.6. TOMAS DE TIERRA.

Las puestas a tierra se realizarán teniendo presente lo que al respecto se especifica en los artículos del RLAT y lo descrito en el MT 2.23.31

En el Anexo E se dan las configuraciones de tomas de tierra recomendadas.

7.10.7. INCLINACION DE CADENAS.

En los apoyos con aislamiento suspendido, es conveniente comprobar las posibles desviaciones que sufren las cadenas por efecto del viento y del ángulo de desviación de la traza, que puede sobrepasar en algunos casos la situación límite de la distancia a masa reglamentaria y que debe verificarse con viento de presión mitad, tal como establece el R.L.A.T. para las cadenas de suspensión.

La ecuación de la inclinación de cadenas resulta:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{0,5vL + 2T\operatorname{sen}(\alpha/2)}{pL + TN}$$

Donde:

v = Empuje viento daN/m

L = Semisuma del vano = $\frac{L_1 + L_2}{2}$

T = Tensión mecánica en daN.

p = Peso unitario conductor en daN/m.

N = Desnivel

α = Ángulo de desviación de la traza

β = Ángulo límite según el caso.

7.10.8. HERRAMIENTAS PARA EL CALCULO DE APOYOS Y CRUCETAS.

Apoyos de alineación y ángulo.

En la imagen 4ª. se determina el cálculo de los esfuerzos según las diferentes hipótesis reglamentarias que deben soportar los apoyos; para ello operara en la forma siguiente:

1º Pinchar dos veces en la imagen 4ª.

2º En la fila 7 columna F, indicar con 1, si el apoyo en estudio está en zona A; 2 si esta en zona B ó 3 si esta en zona C. En las columnas G, F ó H; nos confirma la zona que hemos prefijado, a su vez en la fila 7 columnas E y H, nos dan los valores de las tracciones del conductor en hipótesis de hielo y viento respectivamente, en zona A Th pondrá 0.



3º En las filas C y F, indicar los valores de los vanos y desniveles y en la fila I para apoyos de ángulo, indicar el valor del ángulo de desviación de la traza en grados sexagesimales.

Nota: En el caso de disponer el valor del ángulo en grados centesimales, multiplicar por 0.9 y tendremos el valor del ángulo en grados sexagesimales.

Ejemplo. Tenemos que el ángulo de desviación de la traza en grados centesimales es de $23^{\text{c}}, 50^{\text{m}}, 26^{\text{seg}}$, su valor en grado expresados en forma decimal será:

$$23+50/100+26/10.000 = 23,5026$$

El valor en grados sexagesimales será igual a $23,5026 \times 0,9 = 21,15234^{\circ} \simeq 21^{\circ} 9' 8,42''$, en las filas 45 a 51 B, c .., indicando los valores equivalentes, en este supuesto y una vez dados los valores del ángulo centesimal, en la celda 51-E, tendremos el valor buscado.

4º En las fila 16 columna I, indicar el tipo de apoyo que se va a emplear, Hormigón 1, chapa 2 ó celosía 3.

5º En las fila 18 columna H, indicar el tipo de armado que se va a emplear, 1.- Cruceta bóveda, 2.- Cruceta recta ó 3 Cruceta recta en triángulo; en el caso de emplear armado tipo triángulo es imprescindible, indicar la altura libre del apoyo (21-E) y la distancia que desde la parte superior del apoyo en la que se instala la cruceta (22-E). Al indicar la altura libre del apoyo darla siempre por exceso, o sea que si estimamos que el apoyo una vez instalado tenga 12,5 m libres, poner 13 o mejor 14 ó 15.

En la celda 22-H, nos aparece el valor del coeficiente de minoración o mayoración de las cargas en función del armado elegido.

6º Finalmente indicar en la celda 27-H, si el apoyo está situado en zona de seguridad normal (1) o en zona de seguridad reforzada (1,25).

En las filas 28 a 38 nos aparecen los valores de las solicitaciones y el apoyo adecuado que reglamentariamente y de acuerdo con la selección hecha anteriormente cumple.

En la celda 40-G; nos aparece el valor de la carga vertical que por fase debe soportar la cruceta.



	B	C	D	E	F	G	H	I	
1									
2	IMAGEN 4º - Apoyos de Alineación y ángulo								
3									
4	Conductor:	LA-56	Diámetro, mm :	9,45	Peso daN/m	0,1855	P+Vtº, daN/m	0,586	
5	P+H (Zona -B), en daN/m		0,7283		P+H (Zona -C), en daN/m		1,27115		
6									
7	Situación (1 <- a Zona A; 2 <- a Zona B; 3 <- a Zona C)				1	Zona A	0	0	
8			Th, en daN=	0,00		Tv, en daN=	485,00		
9									
10	Vanos, en m		Desnivel			Angulo desviación traza			
11	Anterior L1	25,00		h0	20,00		Grados, °	81,00	
12	Posterior L2	10,00		h1	5,00		Min. '	0,00	
13	Medio, L3	17,50		h2	21,00		Seg. ''	0,00	
14				N	0,500		Grados, °	81,00	
15									
16	Tipo de apoyo (1 <- Apoyo de Hormigón HV; 2 <- Apoyo de chapa CH; 3 Apoyo de celosía C)								
17								1	
18	Tipo de Armado (1 Cruceta bóveda, 2 Cruceta recta, 3 Cruceta recta triángulo)								
19								1	
20	Nota: En armados triángulo indicar: Altura libre del apoyo, en m. y distancia a cogolla de la cruceta, en m)								
21	Altura libre del apoyo, en m.			14					
22	Distancia a cogolla de la cruceta, en m			1,5		K =	0,824		
23									
24	Aislamiento; Número de cadenas =			3	Cargas permanentes vert., en daN:			181,5	
25	Nº de aisladores/cadena			3	Cargas horiz. (Viento crut. y aisl.), daN			21	
26									
27	Apoyo en estudio con: (1 <- Seguridad Normal; 1,25 <- Seguridad Reforzada)								
28								1,00	
29	CALCULO APOYO								
29	1º hipótesis								
30	Esf. Horiz., daN =		2.333,77		Esf. Vert., daN =		918,74		
31	2º hipótesis								
32	Esf. Horiz., daN =		0,00		Esf. Vert., daN =		0,00		
33	3º hipótesis								
34	Esf. Desq., daN =		141,19						
35									
36		HV		CHOC		CHRC		C	
37	Tipo	HV		No selecc.		No selecc.		No selecc.	
38	E. Nominal	No selecc.		No selecc.		No selecc.		No selecc.	
39									
40	Carga Vertical cruceta, en daN/fase =						13,7		

Consideramos conveniente indicar que tanto esta Imagen como el resto de las del documento no tienen ningún tipo de protección, por tanto el usuario podrá cambiar su formato etc. Los valores en rojo son aquellos que deben introducirse y los valores en azul son el resultado que se produce por la introducción de los datos anteriores.

Apoyos de anclaje.

En la imagen 5ª, se determina el cálculo de los esfuerzos según las diferentes hipótesis reglamentarias que deben soportar los apoyos; para ello operar como en el caso anterior:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1										
2	IMAGEN 5ª - Apoyos de ANCLAJE									
3										
4	Conductor:	LA-56	Diámetro, mm =	9,45	Peso daN/m	0,1855	P+Vtº, daN/m	0,586		
5	P+H (Zona -B), en daN/m	0,7283			P+H (Zona -C), en daN/m	1,27115				
6										
7	Situación (1 <> a Zona A; 2 <> a Zona B; 3 <> a Zona C)						1	Zona A	0	0
8			Th, en daN=	0,00			Tv, en daN=	485,00		
9										
10	Tipo de apoyo (1 <> Apoyo de Hormigón HV; 2 <> Apoyo de chapa CH; 3 Apoyo de celosía C)								3	
11										
12	Tipo de Armado (1 Cruzeta bóveda, 2 Cruzeta recta, 3 Cruzeta recta triángulo)							2		
13										
14	Nota:	Deberá indicarse el brazo de cruzeta en m.				Brazo de cruzeta, m		2,00		
15										
16	Nota:	En armados triángulo indicar: Altura libre del apoyo, e				Altura libre del apoyo, m.		18,00		
17	Nota:	Id. Lo que baja la cruzeta en m							1,50	
18										
19					K =	1,000				
20										
21	Apoyo en estudio con: (1 <> Seguridad Normal; 1,25 <> Seguridad Reforzada)							1,00		
22										
23	CALCULO APOYO									
24		3ª hipótesis				4ª hipótesis				
25		Esf. Desq., daN =			727,50	Rotura cond, daN.m =			#####	
26										
27		HV		CHOC		CHRC		C		
28	Tipo	No selecc		No selecc		No selecc		C		
29	E. Nominal	No selecc		No selecc		No selecc		1000		
30										
31	El tipo de apoyo seleccionado "SI" es valido									
32										

Apoyos de fin de línea.

En la imagen 6ª, se determina el cálculo de los esfuerzos según las diferentes hipótesis reglamentarias que deben soportar los apoyos; para ello operar como en los casos anteriores

	B	C	D	E	F	G	H	I	
1									
2	IMAGEN 6ª - Apoyos de FIN DE LINEA								
3									
4	Conductor:	LA-56	Diámetro, mm =	9,45	Peso daN/m	0,1855071	P+Vtº, daN/m	0,59	
5	P+H (Zona -B), en daN/m	0,72832907			P+H (Zona -C), en daN/m	1,27115104			
6									
7	Situación (1 <> a Zona A; 2 <> a Zona B; 3 <> a Zona C)					1	Zona A	0	0
8			Th, en daN=	0,00			Tv, en daN=	485,00	
9									
10	Vanos, en m			Desnivel					
11	Anterior L1	10,00		ho	20,00				
12	Medio, L	5,00		h1	21,00				
13				N	-0,100				
14									
15	Tipo de apoyo (1 <> Apoyo de Hormigón HV; 2 <> Apoyo de chapa CH; 3 Apoyo de celosía C)								3
16									
17	Tipo de Armado (1Cruceta bóveda, 2 Cruceta recta, 3 Cruceta recta triángulo)							2	
18									
19	Nota:	Deberá indicarse el brazo de cruceta en m.				Brazo de cruceta, m		1,50	
20									
21	Nota:	En amados triángulo indicar: Altura libre del apoyo, e				Altura libre del apoyo, m.		####	
22	Nota:	Id. Lo que baja la cruceta en m						1,00	
23					K =	1,000			
24									
25	Aislamiento:	Número de cadenas =		3	Cargas permanentes vert., en daN:			157	
26		Nº de aisladores/cadena		3	Cargas horiz. (Viento crut. y aisla.), daN			19	
27									
28	Apoyo en estudio con: (1 <> Seguridad Normal; 1,25 <> Seguridad Reforzada)							1,00	
29									
30	CALCULO APOYO								
31	1ª hipótesis								
32	Esf. Horiz., daN =			1482,343		Esf. Vert., daN =		13,8	
33	2ª hipótesis								
34	Esf. Horiz., daN =			0		Esf. Vert., daN =		0	
35	3ª hipótesis								
36	Esf. Desq., daN =			1455		4ª hipótesis			
37						Rotura cond., daN.m =		728	
38	HV		CHOC		CHRC		C		
39	Tipo		No selecc.		No selecc.		C		
40	E. Nominal		No selecc.		No selecc.		2000		
41									
42	El tipo de apoyo seleccionado "SI" es valido								
43									
44	Carga Vertical cruceta, en daN/fase =						11,4		

Inclinación de cadenas.

En la imagen 7ª, se determina el cálculo de la inclinación de cadenas de suspensión por efecto del viento mitad y de los tiros verticales; para ello operar como en los casos anteriores

	B	C	D	E	F	G	H	I	
1									
2	IMAGEN 7 - INCLINACIÓN DE CADENAS								
3									
4	Conductor:	LA-56	Diámetro, mm =	9,45	Peso daN/m	0,1855071	P+Vtº, daN/m	0,58635	
5	P+H (Zona -B), en daN/m		0,72832907		P+H (Zona -C), en daN/m		1,27115104		
6									
7	Situación (1 <> a Zona A, 2 <> a Zona B, 3 <> a Zona C)					1	Zona A	0	0
8									
9									
10	Vanos, en m			Desnivel			Angulo desviación traza		
11	Anterior L ₁	25		h ₀	5		Grados, °	81	
12	Posterior L ₂	10		h ₁	20		Min.	0	
13	Medio, L	17,5		h ₂	21		Seg."	0	
14				N	-2,2		Grados, °	81	
15									
16	Aislamiento, número de aisladores/cadena =					2			
17									
18	Tracción con viento mitad, daN					413,78143			
19									
20	Tang β =					-0,6000908			
21									
22	Angulo de oscilación de cadenas = β =						149,03		
23									
24	Angulo > 74°, instalar cadenas de amarre								

7.11 DOCUMENTOS NORMATIVOS IBERDROLA.

IBERDROLA, en lo que afecta a este Proyecto Tipo, tiene desarrollados documentos normativos complementarios, bajo las denominaciones de Norma Iberdrola (NI) y Manual Técnico (MT), los cuales se relacionan en el Anexo G

8. CENTRO DE TRANSFORMACION DE INTEMPERIE SOBRE APOYO.

8.1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

Este documento constituye, establece y justifica todos los datos técnicos necesarios para el diseño, cálculo y construcción del centro de transformación de intemperie sobre apoyo.

8.2. UTILIZACION.

Este documento se utilizará como base para la redacción de proyectos concretos, cada uno de los cuales se complementará con las particularidades específicas de cada proyecto en concreto.

Por otro lado el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra en cuanto a la Autorización Administrativa, Declaración en concreto de Utilidad Pública y Aprobación del Proyecto de Ejecución, sin más requisitos que la presentación, en forma de proyecto simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente Proyecto Tipo Iberdrola.



8.3. REGLAMENTACION.

En la redacción de este proyecto se ha tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a centro de transformación contenidas en los Reglamentos siguientes:

- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Orden de 10 de Marzo de 2000, modificando ITC MIE RAT en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/08 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Líneas de Alta Tensión.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de la Cia. Suministradora de Energía Eléctrica.

Además se han aplicado las normas IBERDROLA que existan, y en su defecto las Recomendaciones UNESA, normas UNE, EN y documentos de Armonización HD. Se tendrán en cuenta las Ordenanzas Municipales y los condicionados impuestos por los Organismos públicos afectados.

8.4. DISPOSICIONES OFICIALES.

A efectos de Autorizaciones Administrativas de Declaración en Concreto de Utilidad Pública y ocupaciones de terreno, las obras a que se refiere este proyecto se someterán a lo previsto en la LOSEN en todo aquello en que esté en vigor; en aquellos puntos en que no esté desarrollada, se aplicará lo establecido por la Ley 10/1966 de 18 de Marzo sobre Expropiación Forzosa y sanciones en materia de instalaciones eléctricas y en el Reglamento para su aplicación, aprobado por Decreto 2.619/1966 de 20 de Octubre, publicado en el B.O.E. número 254 del mismo año.

8.5. PLIEGO DE CONDICIONES TECNICAS.

La ejecución de las instalaciones a que se refiere el presente Proyecto Tipo IBERDROLA, se ajustarán a todo lo indicado en el Capítulo IV "Ejecución de las Instalaciones", del MTDYC 2.03.20 "Normas Particulares para las Instalaciones de Media y Baja Tensión".

8.6. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACION.

Los elementos constitutivos del CTIA serán:

- Apoyo.
- Transformador de MT/BT.
- Cuadro de BT para centros de intemperie sobre apoyo.
- Interconexión pararrayos-trafo.
- Pararrayos.
- Interconexión trafo-cuadro BT.
- Instalación de puesta a tierra.
- Esquemas eléctricos.
- Planos generales.



8.6.1. APOYO.

El apoyo y el armado soportarán las solicitaciones mecánicas de los elementos constitutivos del CT, además de los transmitidos por las líneas de alta y baja tensión. El tipo de apoyo es el denominado "apoyo de fin de línea".

Los apoyos que se deben utilizar en este tipo de centros son los de hormigón tipo THV 2000, o los metálicos de celosía, serie C-2000, especificados en la NI 52.04.02 "Postes tubulares de hormigón armado vibrado" y en la NI 52.10.01 "Apoyos de perfiles metálicos para líneas aéreas de tensión nominal hasta 30 kV" respectivamente.

La instalación del transformador en el apoyo será tal que la parte inferior de la cuba estará situada respecto al suelo, a una altura no inferior a 3 metros.

8.6.2. TRANSFORMADOR.

Los transformadores que se deben utilizar en este tipo de centros son los que tienen como dieléctrico aceite mineral, con potencias de 50 ó 100 kVA. Estos trafos vienen especificados en la Norma NI 72.30.03 "Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión. Tipo Poste".

8.6.3. CUADRO DE BAJA TENSION.

El CTIA irá dotado de un cuadro con una salida tipo CFS-400. Las especificaciones técnicas de dicho cuadro están recogidas en la Norma NI 76.50.03 "Cajas de intemperie con fusibles seccionables en carga (para su utilización como cajas generales de protección y como cuadro de distribución de BT en CTD)".

8.6.4. INTERCONEXION PARARRAYOS-TRAFO.

La conexión entre el pararrayos y el pasatapas del transformador se realizará mediante cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, tipo C-50. Este cable viene recogido en la NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas de alta tensión".

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales tipo TA-50C, especificados en la Norma NI 58.49.02 "Terminales a compresión para conductores de cobre con pletina de cobre, en línea aérea de alta tensión".

8.6.5. PARARRAYOS.

En el extremo de la conexión con la línea aérea se colocarán 3 pararrayos con envolvente polimérica, del tipo POM-P-15/10; POM-P-22/10 ó POM-P-33/10, para tensiones más elevadas del material de 17,5 kV, 24 kV ó 36 kV respectivamente.

Estos pararrayos estarán colocadas sobre un soporte metálico, soldado al transformador.

Las especificaciones técnicas de los pararrayos vienen recogidas en la norma NI 75.30.02 "Pararrayos de óxidos metálicos sin explosores con envolvente polimérica para alta tensión hasta 36 kV".

8.6.6. INTERCONEXIONES TRAF0-CUADRO DE BAJA TENSION.

La interconexión entre el trafa y el cuadro de BT se realizará mediante conductores de aluminio RZ 0,6/1 kV, de 150/80, especificados en la Norma NI 56.36.01 "Conductores aislados cableados en haz para líneas aéreas de BT". Estos conductores dispondrán en sus extremos de terminales tipo TAC-150 para la fase y tipo TAC-80 para el neutro, especificados en la Norma NI 58.54.01 "Terminales preaislados a compresión para LABT con conductores aislados".



8.6.7. INSTALACION DE PUESTA A TIERRA (PaT).

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de PaT (tensión de paso y tensión de contacto) vienen reflejadas en el Apartado 1 "Prescripciones Generales de Seguridad" del MIE-RAT 13 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación).

Sistemas de PaT.

Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Protección y la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro).

A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Pararrayos.
- Cuba del transformador.

El apoyo se conectará también a la línea de tierra de protección, tal y como se recoge en el MTDYC 2.33.20.

A la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro), se le conectará la salida del neutro del cuadro de B.T.

Las PaT de Protección y Servicio (neutro) se establecerán separadas, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1.000 V, en cuyo caso se establecen tierras unidas.

Formas de los Electroodos.

El electrodo de PaT estará formado por un bucle enterrado horizontalmente alrededor de CTS, con ó sin picas.

Materiales a Utilizar.

✓ Línea de Tierra.

- *Línea de tierra de PaT de Protección.*

Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, especificado en la NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión"

- *Línea de Tierra de PaT de Servicio.*

Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm² de sección DN-RA 0,6/1 kV, especificado en la NI 56.31.71 "Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV"

Cuando las PaT de Protección y Servicio (neutro) hayan de establecerse separadas, como ocurre la mayor parte de las veces, el aislamiento de la línea de tierra de la PaT del neutro deberá satisfacer el requisito establecido en el párrafo anterior, pero además cumplirán la distancia de separación establecida en el Apartado 5.7.4.2; y en las zonas de cruce del cable de PaT de Servicio con el electrodo de PaT de protección deberán estar separadas una distancia mínima de 40 cm.



- ✓ Electrodo de Puesta a Tierra.

El material será cobre.

Bucle

La sección del material empleado para la construcción de bucles será:

- Conductor de cobre, de 50 mm², según NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión"

Picas

Se emplearán picas lisas de acero-cobre del tipo PL 14-2000, según NI 50.26.01 Picas cilíndricas de acero-cobre.

- ✓ Piezas de Conexión.

Las conexiones se efectuarán empleando los elementos siguientes:

- Conductor-Conductor.
 - Grapa de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo GCP/C16, según NI 58.26.04 "Herrajes y accesorios para líneas aéreas de A.T."
- Conductor-pica
 - Grapa de conexión para picas cilíndricas de acero cobre tipo GC-P14,6/C50 según NI 58.26.03 "Grapas de conexión para picas cilíndricas acero-cobre".
- ✓ Sistema de antitensión de paso y contacto (CH y SAT).

Cuando con la utilización de un electrodo normalizado, la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto admisible por el ser humano, es preciso recurrir al empleo de medidas adicionales de seguridad (denominadas CH y SAT), cuyo objetivo es garantizar que la tensión de paso y contacto admisible es superior a la tensión de paso y contacto resultante.

El CH es una capa de hormigón seco ($\rho = 3000 \text{ ohm.m}$) que se colocará como acera perimetral en todo el contorno del centro de transformación, con una anchura de 1,50 mts. y un espesor de 10 cms.

El SAT es un sistema de antitensión de paso y contacto que se aplicará sobre la capa de hormigón seca, anteriormente definida, en los casos indicados en la tabla 2. El producto y su aplicación vienen especificados en la norma NI 09.09.01. "Sistema de antitensión de paso y contacto".

Ejecución de las Puestas a Tierra.

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerá tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno, y como consecuencia las tensiones de paso y contacto resultante en la instalación.

La realización e interpretación de las mediciones de la resistividad del terreno se especifican en el MTDYC 2.03.10. "Realización e interpretación de puestas a tierra de los apoyos de líneas aéreas y de los centros de transformación". En dicho MTDYC se recoge el protocolo de medidas de resistividad del terreno.



Se ha elegido dos configuraciones de electrodos, con las denominaciones siguientes:

CTIA/IBP0 Electrodo de bucle de 3 x 3 m, a 0,5 m de profundidad.

CTIA/IBP4 Electrodo de bucle de 3 x 3 m, a 0,5 m de profundidad y 4 electrodos de pica de 2 m en las esquinas del bucle, con la cabeza enterrada a 0,5 m de profundidad.

En la Tabla siguiente detalla la zona de utilización de los electrodos, en función de la resistividad del terreno y de la intensidad de PaT.

Electrodos normalizados para
Centros de Transformación Intemperie sobre Apoyo

Ipat (A) rango ρ_{01} (ohm.m)	100	250	500	750	1000	Rd (ohm)
	menor de 5	CTIA/IBP0				
entre 5 y 10	CTIA/IBP0					1.5/1.5
entre 10 y 50	CTIA/IBP0+CH		CTIA/IBP0			7.6/5.3
entre 50 y 100	CTIA/IBP0+CH		CTIA/IBP0			15/15
entre 100 y 200	CTIA/IBP0					30
entre 200 y 300	CTIA/IBP0+SAT					45/31.8
entre 300 y 500	CTIA/IBP0+SAT					75/53
entre 500 y 800	CTIA/IBP0+SAT					121/84.7
entre 800 y 1000	CTIA/IBP0+SAT					151/106

CH: Capa de Hormigón seco ($\rho_s = 3000$ ohm.m)

SAT: Sistema Antitensión de Paso y Contacto

Por llevar este tipo de centros siempre pararrayos, éstos se unirán, mediante conexiones lo más cortas posibles, a la cuba del transformador.

- ✓ Disposiciones complementarias en el caso de zonas de elevado riesgo de tormentas.

Es conveniente tener en cuenta las siguientes recomendaciones cuando, en la zona donde se instale el centro exista un elevado riesgo de tormentas, a fin de que la descarga no origine, en apoyos limítrofes, una tensión resultante (NPR) superior al Nivel de Aislamiento (NA) en tales apoyos. Si se prevén corrientes de descarga de 10 kA, se colocarán además, como electrodo de Puesta a Tierra:

- Cuatro conductores desnudos, de la misma sección que los del electrodo principal, enterrados horizontalmente a 0,5 metros, en direcciones radiales, desde el centro del electrodo principal, formando entre sí, como mínimo, ángulos de 60 grados, preferiblemente 90 grados, y con las siguientes longitudes unitarias:
- Para resistividades de hasta 100 μm : 10 metros.
- Para resistividades de hasta 500 μm : 30 metros.
- Para resistividades de hasta 1.000 μm : 45 metros.
- Se realizará un tratamiento del suelo a fin de mejorar su conductividad de forma duradera.

- ✓ Disposición de las PaT de servicio y protección en centros de transformación intemperie sobre apoyo.

En la Tabla siguiente se indican las situaciones en las que los electrodos de las puestas a tierra de protección y servicio van unidos (en el caso de que el potencial absoluto adquiera un potencial menor o igual a 1.000 V), y en las que van separados.

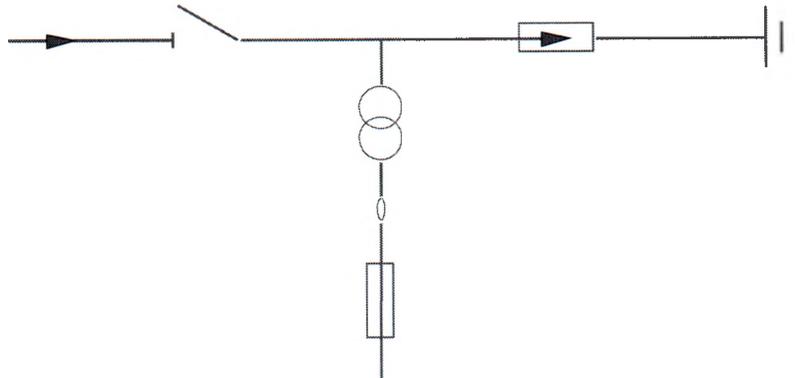
Se añade además la distancia de separación entre ambas puestas a tierra, cuando deban de estar separadas.

Disposición de las PaT de Protección y Servicio en Centros de Transformación Intemperie sobre Apoyo.

$I_{PaT} (A)$ rango ρ_{eq} (ohm.m)	100	250	500	750	1000
menor 5	UNIDAS				
entre 5 y 10					
entre 10 y 50		3.6	6.7	9.8	11.4
entre 50 y 100	3.6	6.7	11.4	16.1	20.8
entre 100 y 200	6.7	11.4	20.8	31.7	41.0
entre 200 y 300	8.3	16.1	31.7	45.7	59.8
entre 300 y 500	11.4	27.0	50.4	73.8	97.2
entre 500 y 800	17.6	41.0	78.5	117.5	154.9
entre 800 y 1000	20.8	50.4	97.2	145.6	193.9

8.7. ESQUEMAS ELECTRICOS.

El esquema eléctrico de un CTIA es el de la Figura.



8.8. CARACTERISTICAS DEL EMPLAZAMIENTO.

El emplazamiento viene definido al comienzo del presente proyecto. Además se incluye en el proyecto el plano de situación a escala suficiente para que el CTIA sea perfectamente localizable.

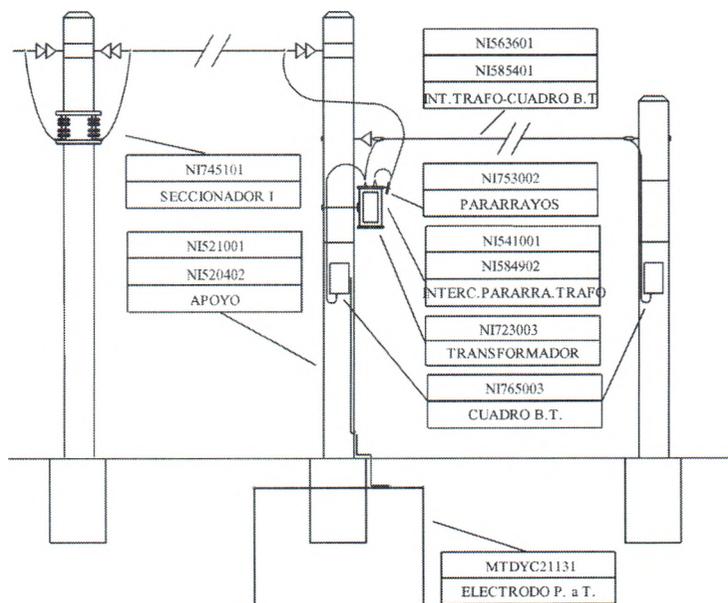
No obstante, cumplirá con las condiciones siguientes:

- El acceso al centro se realizará desde una vía pública, o desde una privada, siendo ésta accesible con su correspondiente servidumbre de paso.
- El acceso además permitirá el movimiento y la colocación de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación con medios mecánicos.

El detalle de la excavación y las dimensiones de esta vienen recogidos en la Norma NI 2.23.30 "Cimentaciones de hormigón y anclaje en rosca para apoyos de líneas aéreas hasta 36 kV".

8.9. PLANOS GENERALES Y CONDICIONES DE SERVICIO.

El Centro de Transformación de Intemperie sobre Apoyo viene recogido en la siguiente figura.



9. VERIFICACIONES Y ENSAYOS.

9.1. ENSAYOS EN CABLES EN REDES CON TENSIÓN MENOR DE 1 KV.

Las verificaciones y ensayos a realizar en los cables de redes con tensión menor de 1 kV., antes de su puesta en servicio, serán los siguientes:

medida de la resistencia de aislamiento.
Comprobación de continuidad y orden de fases.
Ensayo de rigidez dieléctrica del aislamiento.

Las verificaciones y ensayos se llevaran a cabo una vez concluida la instalación del cable y de sus accesorios manteniéndose la secuencia de ensayos.

En el caso de que los ensayos realizados hayan sido efectuados con un tiempo superior a 5 meses previa a la energización, se deberán repetir estos.

9.2. ENSAYOS EN CABLES INSTALADOS EN REDES DE A.T, CON TENSIÓN HASTA 66 KV.

Las verificaciones y ensayos a realizar en los cables instalados en redes de A.T, con tensión hasta 66 kV., antes de su puesta en servicio, serán los siguientes:

Comprobación de continuidad y orden de fases.
Comprobación de la continuidad y resistencia de la pantalla.
Ensayo de rigidez dieléctrica en la cubierta.
Ensayo de descargas parciales.
Ensayo de tangente de delta.
Ensayo de capacidad. (solo aplicable a cables en redes de tensión de 45 kV y 66 kV y en el caso de dudas sobre el buen estado del mismo).

Las verificaciones y ensayos se llevaran a cabo una vez concluida la instalación del cable y de sus accesorios y se realizaran sobre el cable con todos sus accesorios montados.

En el caso de que los ensayos hayan sido realizados con un tiempo superior a 5 meses previos a la energización de la línea, se deberán repetir los ensayos a, b y c, si alguno de estos diera un resultado negativo se considerara como una nueva instalación y deberán realizarse todos los ensayos anteriormente descritos.

Se debe mantener la secuencia de los ensayos a, b y c, el resto de los ensayos no es imprescindible secuencia.

Deberá tenerse en cuenta que si se quitan los tapones de los terminales enchufables para la realización para la realización de ensayos, al volver a montarlos deberán estar limpios y convenientemente impregnados con silicona.

En los casos en los que existan autoválvulas, se deberán desconectar durante las pruebas y volverlas a conectar al finalizar los ensayos.

Se le notificara a Iberdrola, con suficiente anticipación, la fecha de realización de los ensayos.



10. CALCULOS ELECTRICOS.

Calculos eléctricos de la línea de MT realizados con el Programa informatico "DEMELEC"

Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

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

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

En donde:

I = Intensidad en Amperios.

e = Caída de tensión en Voltios.

S = Potencia de cálculo en kVA.

U = Tensión de servicio en voltios.

s = Sección del conductor en mm².

L = Longitud de cálculo en metros.

K = Conductividad. Cobre 56. Aluminio 35. Aluminio-Acero 28.

Cos ϕ = Coseno de ϕ . Factor de potencia.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en m Ω /m.

n = N^o de conductores por fase.

Las características generales de la red son:

Tensión(V): 20000

C.d.t. máx.(%): 5

Cos ϕ : 0.8

Coef. Simultaneidad: 1

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

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Nudo Long. (m)	Metal / Canal. Xu(m Ω /m)	Aislam.	Polar.I.	Cálculo (A)	Sección (mm ²)	I. Admisi.(A)/ Fci
1	1	2	1	AlAc/0.33Al	Aire	Desnudos	Unip. 1.44	3x54.6 (LA-56)	197/1
2	2	3	10	AlAc/0.33Al	Aire	Desnudos	Unip. 1.44	3x54.6(LA-56)	197/1
3	3	4	2	AlAc/0.33Al	Aire	Desnudos	Unip. 1.44	3x54.6(LA-56)	197/1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	0	20000	0	1.44 A (50 kVA)
2	0	20000	0	0 A (0 kVA)
3	-0.02	19999.98	0	0 A (0 kVA)
4	-0.02	19999.98	0*	-1.44 A (-50 kVA)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

A continuación se muestran las pérdidas de potencia activa en kW.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2(kW)$	Pérdida Potencia Activa Total itinerario. $3RI^2(kW)$
1	1	2	0	
2	2	3	0	
3	3	4	0	

11.1 PROTECCION DE LA AVIFAUNA.

1.1.2. INTRODUCCIÓN.

Con el fin de seguir colaborando en la preservación del medio ambiente y dar respuesta al Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas aéreas de alta tensión, se han analizado las posibles disposiciones en el proyecto actual y se han adoptado las medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas aéreas de alta tensión adecuadas que satisfagan el mencionado RD.

1.1.3. OBJETO.

El presente Anexo, tiene por objeto concretar las actuaciones para satisfacer las prescripciones técnicas de los artículos 6 y 7 del Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas aéreas de alta tensión. Se deberá aplicar estos criterios no solo a las líneas que ya son responsabilidad de IBERDROLA sino también a todas aquellas líneas que vayan a ser cedidas en zonas susceptibles de ser declaradas "zonas de protección".

1.1.4. APLICACIÓN.

Si bien su aplicación es para espacios naturales protegidos, en general, en las líneas que han de realizarse de acuerdo con el presente proyecto tipo, se extienden algunas exigencias a todas las líneas, como son la distancia vertical entre el conductor central a zona de posada de las aves en crucetas bóveda con aislamiento de suspensión.

1.1.5. MEDIDAS DE PREVENCION CONTRA LA ELECTROCUCIÓN.

Las líneas aéreas construidas, en zonas protegidas, con crucetas y apoyos de materiales no aislados o que no tengan elementos disuasorios de posada, como las instalaciones que responden al presente proyecto tipo, deberán cumplir las siguientes prescripciones:

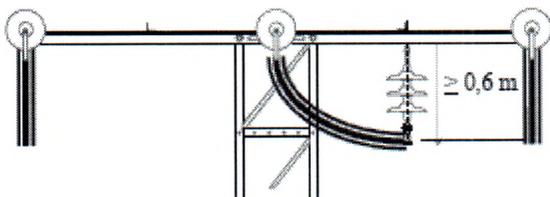
- a) Las líneas se han de construir con cadenas de aisladores suspendidos, evitándose en los apoyos de alineación la disposición de los mismos en posición rígida. Las disposiciones adoptadas en este proyecto tipo responden a dicha prescripción, ya que se ha suprimido el aislamiento rígido.
- b) Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores de distribución de derivación, anclaje, amarre, especiales, ángulo, fin de línea, se diseñarán de forma que se



evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semicrucetas no auxiliares de los apoyos.

En cualquier caso, se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión.

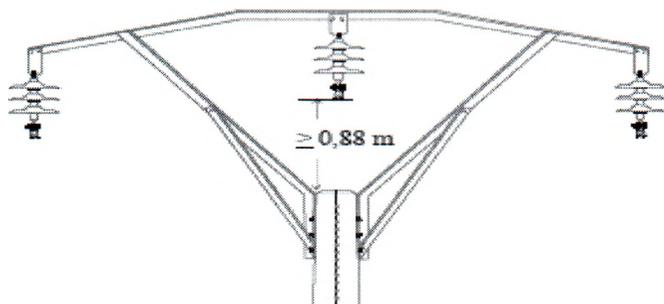
Con el fin de dar respuesta a esta prescripción se deberán utilizar los elementos anti electrocución para el forrado de conductores, grapas, aisladores y herrajes, recogidos en la NI 52.59.03.



c) En el caso de circuitos en bandera y dobles circuitos, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor superior no será inferior a 1,5 m.
No es de aplicación, dado que este proyecto tipo adopta configuraciones distintas a las mencionadas en este apartado.

d) Para crucetas o armados de tipo bóveda, la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central no será inferior a 0,88 m, o se aislará el conductor central 1 m a cada lado del punto de enganche.

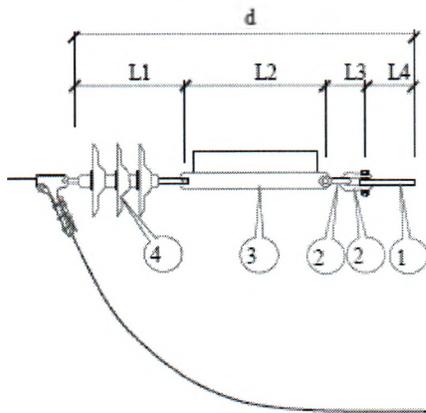
En suspensión:



Dado que nuestras actuales crucetas normalizadas no cumplen esta distancia, será necesario aislar el conductor central 1 m a cada lado del punto de enganche (incluida la grapa). Para proceder a dicho aislamiento se utilizarán los materiales normalizados en la NI 52.59.03.

En amarre: la distancia entre el conductor y la cruceta debe ser mayor de 1 m.

Para conseguir dicha distancia es necesaria la utilización de alargaderas. Dichas alargaderas responderán a las recogidas en la NI 52.51.60.



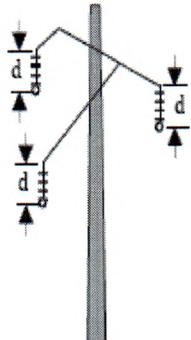
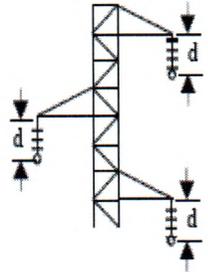
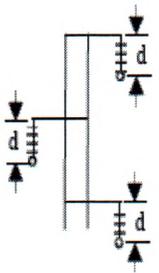
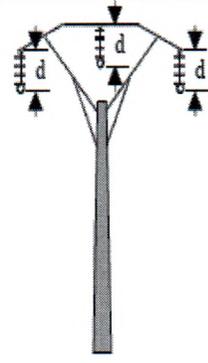
Marca	Denominación	Cantidad
①	Cartela Cruceta	1
②	Grillete recto GN 16 S, s/NI 52.51.21	2
③	Alargadera APA 16-470, s/NI 52.51.60	1
④	Cadena horizontal	1

Alargaderas, para avifauna, normalizadas:

Designación	L	D	G	E	F	M	N	C	R	Masa (aprox.) Kg	Carga de rotura min. daN	Código
APA 16-470	470 ⁺⁴ ₋₂	17,5 ^{+0,4} _{-0,1}	21 ⁺¹ ₋₁	15 ⁺² ₋₀	40 ⁺² ₋₀	450 ⁺² ₋₂	55 ⁺⁴ ₋₂	2 ^{+0,3} ₋₀	8 ^{+0,5} _{-0,5}	3,5	12000	5259150
APA 16-590	590 ⁺⁴ ₋₂	17,5 ^{+0,4} _{-0,1}	21 ⁺¹ ₋₁	15 ⁺² ₋₀	40 ⁺² ₋₀	570 ⁺² ₋₂	55 ⁺⁴ ₋₂	2 ^{+0,3} ₋₀	8 ^{+0,5} _{-0,5}	4,4	12000	5259151

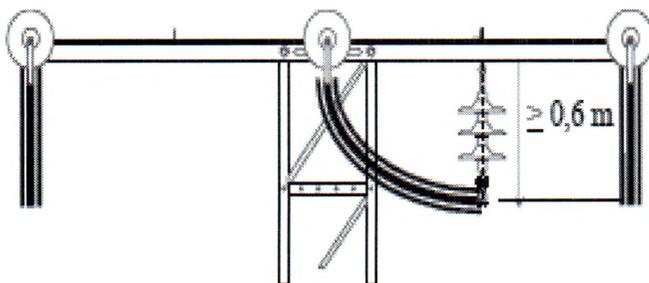
e) Los diferentes armados han de cumplir unas distancias mínimas de seguridad “d”.

Anexo del Real Decreto 1432/2008

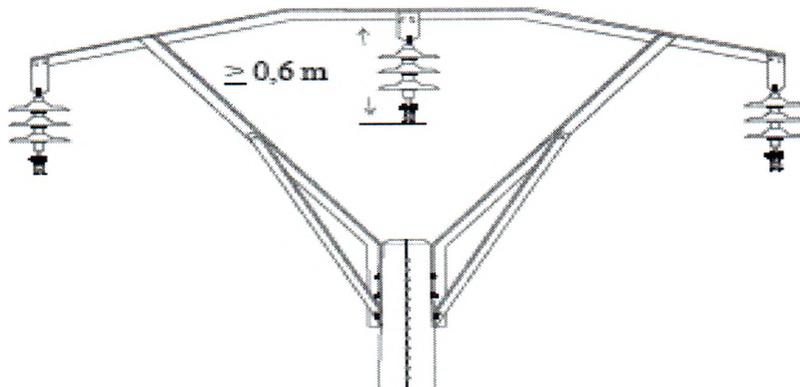
Tipo de Cruceta	Distancias mínimas de seguridad en las zonas de protección	Tipo de Cruceta	Distancias mínimas de seguridad en las zonas de protección
	Cadena en suspensión $d = 478 \text{ mm}$ Cadena de amarre $d = 600 \text{ mm}$		Cadena en suspensión $d = 600 \text{ mm}$ Cadena de amarre $d = 1.000 \text{ mm}$
Canadiense		Tresbolillo atirantado	
	Cadena en suspensión $d = 600 \text{ mm}$ Cadena de amarre $d = 1.000 \text{ mm}$		Cadena en suspensión $d = 600 \text{ mm}$ y cable central aislado 1 m a cada lado del punto de enganche Cadena de amarre $d = 1.000 \text{ mm}$ y puente central aislado
Tresbolillo plano		Bóveda	

Las disposiciones adoptadas en este proyecto tipo responden a dicha prescripción.

Cruceta recta:



Cruceta Bóveda:



1.1.6. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA COLISIÓN.

Los nuevos tendidos eléctricos se proveerán de salva pájaros o señalizaciones visuales cuando así lo determine el órgano de la CCAA.

Los salvos pájaros o señalizadores visuales se han de colocar en los cables de tierra. Si estos últimos no existieran, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm. Los salvos pájaros o señalizadores serán de materiales opacos y estarán dispuestos cada 10 metros (si el cable de tierra es único) o alternadamente, cada 20 metros (si son dos cables de tierra paralelos o, en su caso, en los conductores). La señalización en conductores se realizará de modo que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor y con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas en un mismo conductor. En aquellos tramos más peligrosos debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias.

Los salva pájaros o señalizadores serán del tamaño mínimo siguiente:

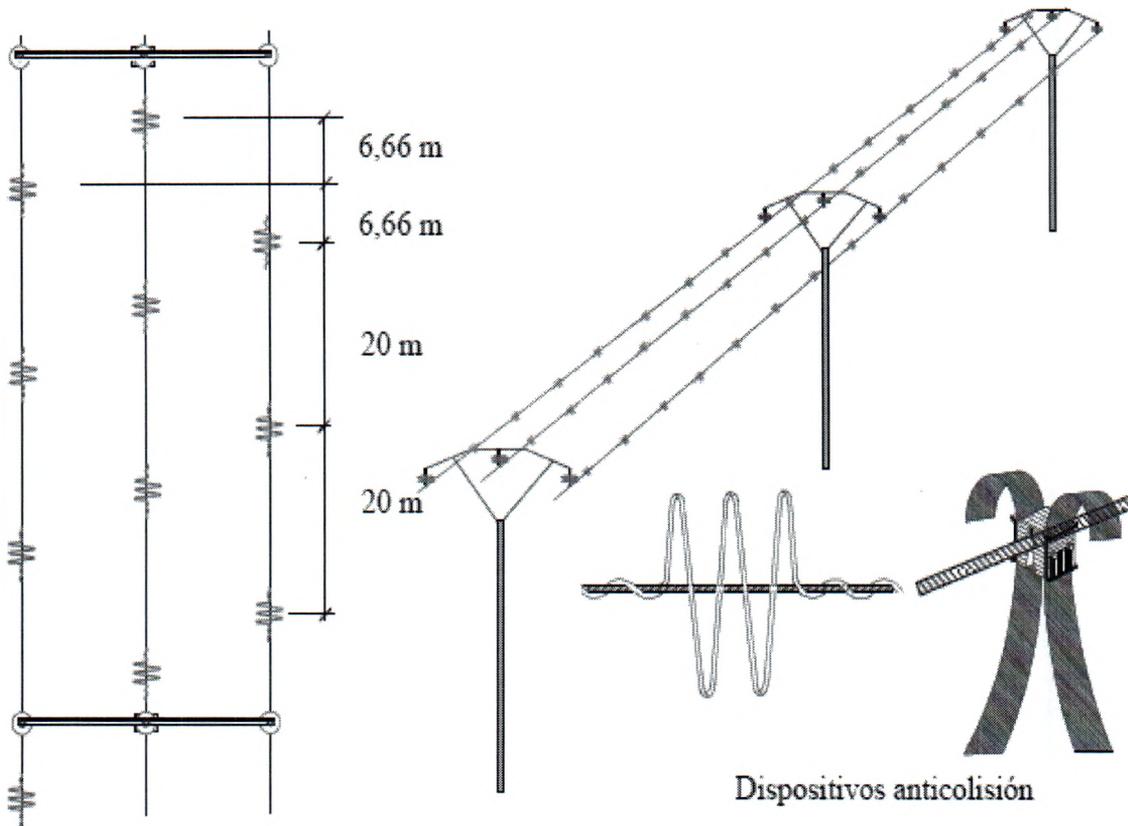
Espirales: Con 30 cm de diámetro \times 1 metro de longitud.
De 2 tiras en X: De 5 \times 35 cm.

Se podrán utilizar otro tipo de señalizadores, siempre que eviten eficazmente la colisión de aves, a juicio del órgano competente de la comunidad autónoma.

Sólo se podrá prescindir de la colocación de salva pájaros en los cables de tierra cuando el diámetro propio, o conjuntamente con un cable adosado de fibra óptica o similar, no sea inferior a 20 mm.

En zonas en las que se prevean paso de aves como cursos fluviales, zonas pantanosas, etc., salvo indicación en contra, se instalarán, cada 20 metros por conductor, dispositivos anticolidión, según NI 29.00.02 o NI 29.00.03

Los elementos a instalar, según los casos, y su disposición, son los que se indican a continuación.



11. CONCLUSION.

Expuesto el objeto y la utilidad del presente proyecto, esperamos que el mismo merezca la aprobación de la Consejería de Industria y de la compañía suministradora Iberdrola, dándonos las autorizaciones pertinentes para su tramitación y puesta en servicio.

OCTUBRE DE 2018
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
JUAN JOSE CORRAL ROBLEDO
COLEGIADO Nº 14.372 COITIM



ÍNDICE ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD.

3 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD.

3.1 OBJETO.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.

3.2.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

3.2.2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

3.2.3 VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.

3.2.4 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.

3.3 MEMORIA.

3.3.1 OBRA CIVIL.

3.3.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.

3.3.1.2 ESTRUCTURA.

3.3.1.3 CERRAMIENTOS.

3.3.1.4 ALBAÑILERÍA.

3.3.2 MONTAJE.

3.3.2.1 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.

3.3.2.2 MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARAMENTA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T.

3.3.2.3 OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.

3.4 ASPECTOS GENERALES.

3.4.1 BOTIQUÍN DE OBRA.

3.5 NORMATIVA APLICABLE.

3.5.1 NORMAS OFICIALES.



3 ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD.

3.1 OBJETO.

Dar cumplimiento a las disposiciones del R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Asimismo es objeto de este estudio de seguridad dar cumplimiento a la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo, de informar y dar instrucciones adecuadas en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes.

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA.

DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN.

La situación de la obra a realizar y la descripción de la misma se recoge en la Memoria del presente proyecto.

3.2.1 SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra

3.2.2 SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

En caso de que el suministro de agua potable no pueda realizarse a través de las conducciones habituales, se dispondrán los medios necesarios para contar con la misma desde el principio de la obra.

3.2.3 VERTIDO DE AGUAS SUCIAS DE LOS SERVICIOS HIGIÉNICOS.

Se dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si es posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado existente en el lugar de las obras o en las inmediaciones.

Caso de no existir red de alcantarillado se dispondrá de un sistema que evite que las aguas fecales puedan afectar de algún modo al medio ambiente.

3.2.4 INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.

No se prevé interferencias en los trabajos puesto que si bien la obra civil y el montaje pueden ejecutarse por empresas diferentes, no existe coincidencia en el tiempo. No obstante, si existe más de una empresa en la ejecución del proyecto deberá nombrarse un Coordinador de Seguridad y



Salud integrado en la Dirección facultativa, que será quien resuelva en las mismas desde el punto de vista de Seguridad y Salud en el trabajo. La designación de este Coordinador habrá de ser sometida a la aprobación del Promotor.

En obras de ampliación y/o remodelación de instalaciones en servicio, deberá existir un coordinador de Seguridad y Salud que habrá de reunir las características descritas en el párrafo anterior, quien resolverá las interferencias, adoptando las medidas oportunas que puedan derivarse.

3.3 MEMORIA.

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividen los trabajos por unidades constructivas dentro de los apartados de obra civil y montaje.

3.3.1 OBRA CIVIL.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención.

3.3.1.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas a las zanjas.
- Desprendimientos de los bordes de los taludes de las rampas.
- Atropellos causados por la maquinaria.
- Caídas del personal, vehículos, maquinaria o materiales al fondo de la excavación.

b) Medidas de preventivas

- Controlar el avance de la excavación, eliminando bolos y viseras inestables, previniendo la posibilidad de lluvias o heladas.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Señalizar adecuadamente el movimiento de transporte pesado y maquinaria de obra.
- Dictar normas de actuación a los operadores de la maquinaria utilizada.
- Las cargas de los camiones no sobrepasarán los límites establecidos y reglamentarios.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Prohibir el paso a toda persona ajena a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como los puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Establecer las estribaciones en las zonas que sean necesarias.

3.3.1.2 ESTRUCTURA.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura de personas, en las fases de encofrado, desencofrado, puesta en obra del hormigón y montaje de piezas prefabricadas.



- Cortes en las manos.
- Pinchazos producidos por alambre de atar, hierros en espera, eslingas acodadas, puntas en el encofrado, etc.
- Caídas de objetos a distinto nivel (martillos, árido, etc.).
- Golpes en las manos, pies y cabeza.
- Electrocuaciones por contacto indirecto.
- Caídas al mismo nivel.
- Quemaduras químicas producidas por el cemento.
- Sobreesfuerzos.

b) Medidas preventivas

- Emplear bolsas porta-herramientas.
- Desencofrar con los útiles adecuados y procedimiento preestablecido.
- Suprimir las puntas de la madera conforme es retirada.
- Prohibir el trepado por los encofrados o permanecer en equilibrio sobre los mismos, o bien por las armaduras.
- Vigilar el izado de las cargas para que sea estable, siguiendo su trayectoria.
- Controlar el vertido del hormigón suministrado con el auxilio de la grúa, verificando el correcto cierre del cubo.
- Prohibir la circulación del personal por debajo de las cargas suspendidas.
- El vertido del hormigón en soportes se hará siempre desde plataformas móviles correctamente protegidas.
- Prever si procede la adecuada situación de las redes de protección, verificándose antes de iniciar los diversos trabajos de estructura.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará mediante clavijas adecuadas a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.3.1.3 CERRAMIENTOS.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas de altura.
- Desprendimiento de cargas-suspendidas.
- Golpes y cortes en las extremidades por objetos y herramientas.
- Los derivados del uso de medios auxiliares. (andamios, escaleras, etc.).

b) Medidas de prevención

- Señalizar las zonas de trabajo.
- Utilizar una plataforma de trabajo adecuada.
- Delimitar la zona señalizándola y evitando en lo posible el paso del personal por la vertical de los trabajos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.



3.3.1.4 ALBAÑILERÍA.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Proyección de partículas al cortar ladrillos con la paleta.
- Proyección de partículas en el uso de punteros y cortafríos.
- Cortes y heridas.
- Riesgos derivados de la utilización de máquinas eléctricas de mano.

b) Medidas de prevención

- Vigilar el orden y limpieza de cada uno de los tajos, estando las vías de tránsito libres de obstáculos (herramientas, materiales, escombros, etc.).
- Las zonas de trabajo tendrán una adecuada iluminación.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.
- Utilizar plataformas de trabajo adecuadas.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.

3.3.2 MONTAJE.

Descripción de la unidad constructiva, riesgos y medidas de prevención y de protección.

3.3.2.1 COLOCACIÓN DE SOPORTES Y EMBARRADOS.

a) Riesgos más frecuentes

- Caídas al distinto nivel.
- Choques o golpes.
- Proyección de partículas.
- Contacto eléctrico indirecto.

b) Medidas de prevención

- Verificar que las plataformas de trabajo son las adecuadas y que dispongan de superficies de apoyo en condiciones.
- Verificar que las escaleras portátiles disponen de los elementos antideslizantes.
- Disponer de iluminación suficiente.
- Dotar de las herramientas y útiles adecuados.
- Dotar de la adecuada protección personal para trabajos mecánicos y velar por su utilización.
- Las herramientas eléctricas portátiles serán de doble aislamiento y su conexión se efectuará a un cuadro eléctrico dotado con interruptor diferencial de alta sensibilidad.



3.3.2.2 MONTAJE DE CELDAS PREFABRICADAS O APARATURA, TRANSFORMADORES DE POTENCIA Y CUADROS DE B.T.

a) Riesgos más frecuentes

- Atrapamientos contra objetos.
- Caídas de objetos pesados.
- Esfuerzos excesivos.
- Choques o golpes.

b) Medidas de prevención

- Verificar que nadie se sitúe en la trayectoria de la carga.
- Revisar los ganchos, grilletes, etc., comprobando si son los idóneos para la carga a elevar.
- Comprobar el reparto correcto de las cargas en los distintos ramales del cable.
- Dirigir las operaciones por el jefe del equipo, dando claramente las instrucciones que serán acordes con el R.D.485/1997 de señalización.
- Dar órdenes de no circular ni permanecer debajo de las cargas suspendidas.
- Señalizar la zona en la que se manipulen las cargas.
- Verificar el buen estado de los elementos siguientes:
 - Cables, poleas y tambores
 - Mandos y sistemas de parada.
 - Limitadores de carga y finales de carrera.
 - Frenos.
- Dotar de la adecuada protección personal para manejo de cargas y velar por su utilización.
- Ajustar los trabajos estrictamente a las características de la grúa (carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso). A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- La carga será observada en todo momento durante su puesta en obra, bien por el señalista o por el enganchador.

3.3.2.3 OPERACIONES DE PUESTA EN TENSIÓN.

a) Riesgos más frecuentes

- Contacto eléctrico en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Elementos candentes.

b) Medidas de prevención

- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas necesarias.
- Abrir con corte visible o efectivo las posibles fuentes de tensión.
- Comprobar en el punto de trabajo la ausencia de tensión.
- Enclavar los aparatos de maniobra.



- Señalizar la zona de trabajo a todos los componentes de grupo de la situación en que se encuentran los puntos en tensión más cercanos.
- Dotar de la adecuada protección personal y velar por su utilización.

3.4 ASPECTOS GENERALES.

La Dirección Facultativa de la obra acreditará la adecuada formación y adiestramiento del personal de la Obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección de estos Servicios deberá ser colocada de forma visible en los sitios estratégicos de la obra, con indicación del número de teléfono.

3.4.1 BOTIQUÍN DE OBRA.

Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa, con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

3.5 NORMATIVA APLICABLE.

3.5.1 NORMAS OFICIALES.

- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales del 8 de noviembre.
- Texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social. Decreto 2.65/1974 de 30 de mayo.
- R.D. 1627/1997, de 24 de octubre. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.
- R.D.39/1997 de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. Lugares de Trabajo.
- R.D. Equipos de Trabajo.
- R.D. Protección Individual.
- R.D. Señalización de Seguridad.
- O.G.S.H.T. Título II, Capítulo VI.

OCTUBRE DE 2018
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
JUAN JOSE CORRAL ROBLEDO
COLEGIADO Nº 14.372 COITIM



5.- PRESUPUESTO.

Mediciones y precios.

Las mediciones y precios correspondientes a este proyecto se han desglosado de acuerdo a las instalaciones diseñadas y se han especificado los elementos y calidades.

En cuanto al precio de las unidades a instalar, se ha incluido el suministro (específicos y complementarios), preparación, montaje y pruebas finales.



CAPITULO 1: APOYO EXISTENTE

Po	Cantidad	Concepto	P.Unitario	P.Total
1	1	Cruceta a instalar		
			125	125
1	1	Conexionado de línea derivada a red general.	350	350
2	1	Amarre de conductores de red a cadena de amarre.	250	250
3	1	Conjuntos de aisladores de cadena completas con dos elementos Esperanza 1507 (U70-BS) con horquilla de bola, rotula larga y grapa de amarre de Made o similar.	400	400
TOTAL CAPITULO 1				1.125

CAPITULO 2: CONDUCTORES DE MEDIA TENSION

Pos	Cantidad	Concepto	P.Unitario	P.Total
1	50	Conductor LA-56	12	600
TOTAL CAPITULO 2				600



CAPITULO 3: APOYO FIN DE LINEA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Pos	Cantidad	Concepto	P.Unitario	P.Total
1	1	Apoyo metálico modelo Acacia de Made o similar de 12 mts de altura y 2.000 Kg. de esfuerzo. Incluida excavación de tierras con hormigonado para cimentación de apoyo con hormigón de 250 Kg. Totalmente instalado.	1.125	1.125
2	1	Conjunto de aisladores de cadena completas con dos elementos Esperanza 1507 (U70-BS) con horquilla de bola, rotula larga y grapa de amarre de Made o similar.	500	500
3	1	Transformación de potencia de las siguientes características: Tensión primaria : 15 KV Tensión secundaria: 400/230 V. Potencia: 50 KVA. Refrigeración: Aceite. Tipo : intemperie	1.600	1.600
4	1	Juego de puente de MT en cable LA-56, incluso terminales, grapas, conos, piezas bimetálicas, ect.	110	110
5	1	Conjunto de electrodos para puesta a neutro del transformador.	160	160
6	1	Seccionadores aptos para 20 kV, de tipo XS para exterior, 20 Amperios, construidos con aisladores cerámicos con amplia línea de fuga, marca Inael o similar.	500	500
7	1	Soporte metálico para seccionadores XS.	150	150
8	6	Grapas G-2	15	90
9	6	Terminales bimetálicos Al-Al.	10	60
TOTAL CAPÍTULO 3				4.295



CAPITULO 4: VARIOS

Pos	Cantidad	Concepto	P.Unitario	P.Total
1	1	Mediciones necesarias. Tensiones de paso y contacto, mediciones de resistencia de tierra, ect, así como por las exigids por la D.F o cualquier organismo oficial.	570	570
TOTAL CAPITULO 4				570

CAPITULO 5: PROTECCIÓN AVIFAUNA

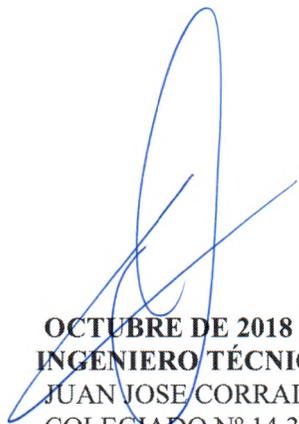
Pos	Cantidad	Concepto	P.Unitario	P.Total
1	1	Protecciones necesarias para la correcta protección de la avifauna y para cumplir las normas vigentes.	1.000	1.000
TOTAL CAPITULO 5				1.000



RESUMEN ECONÓMICO.

Capitulo 1: Apoyo existente.....	1.125,00 €.-
Capitulo 3: Conductor de media tensión.....	600,00 €.-
Capitulo 3: Apoyo fin de línea y centro de transformación.....	4.295,00 €.-
Capitulo 4: Varios.....	570,00 €.-
Capitulo 5: Protección avifauna.....	1.000,00 €.-
TOTAL EJECUCION MATERIAL.....	7.590,00 €.-

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SIETE MIL QUINIENTOS NOVENTA EUROS.



OCTUBRE DE 2018
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL
JUAN JOSE CORRAL ROBLEDO
COLEGIADO Nº 14.372 COITIM

