

Instrucción

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV

Código: **IT.08013.ES-DE.NOR**

Edición: **2**

Los datos relativos a la aprobación de este documento se encuentran disponibles en el Gestor Documental de Normativa



Índice

	Página
1. Memoria.	3
1.1. Introducción.	3
1.2. Objeto.	3
1.3. Campo de aplicación.	3
1.4. Reglamentación.	4
1.5. Características.	4
1.6. Cálculos.	34
2. Pliego de condiciones	80
2.1. Objeto	80
2.2. Campo de aplicación	80
2.3. Aseguramiento de la calidad	81
2.4. Ejecución del trabajo	81
2.5. Materiales	95
3. Planos	97
4. Normativa PRL y protección del medio ambiente.	97
4.1. Objeto	97
4.2. Legislación aplicable	97
4.3. Normativa medioambiental	108
5. Relación de anexos	111
6. Histórico de revisiones	112



1. Memoria

1.1. Introducción

Este documento constituye el proyecto tipo UFD Distribución de Electricidad S.A. del Grupo Naturgy (en adelante UFD), aplicable a líneas eléctricas aéreas con conductores de aluminio-acero LA-56 y LA-110, aislamiento suspendido y tensiones nominales de hasta 20 kV.

1.2. Objeto

Tiene por objeto el presente proyecto tipo, establecer y justificar todos los datos constructivos que permiten la ejecución de cualquier obra que responda a las características indicadas anteriormente, sin más que aportar en cada proyecto concreto las particularidades específicas del mismo (planta y perfil, relación de propietarios, cruzamientos, presupuestos, etc.).

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

1.3. Campo de aplicación

Este proyecto tipo se aplicará al diseño general y cálculo de los diferentes elementos que intervienen en la construcción de líneas eléctricas aéreas, en las que se emplean conductores de aluminio-acero LA-56 y LA-110, con aislamiento suspendido y tensiones nominales de hasta 20 kV.

Para su aplicación al proyectar una obra concreta, deberán tenerse en cuenta las siguientes circunstancias:

- a) Longitud de la línea y potencia a transportar.
- b) Máxima caída de tensión porcentual admisible.
- c) Accesibilidad media al trazado de la línea para el acopio de los apoyos.
- d) Características de la red existente a la que ha de ser conectada.
- e) Consideraciones económicas.

Los puntos a) y b) están íntimamente ligados y conducen a distintos valores del "momento del transporte", que dependerán de la caída de tensión admisible y del factor de potencia de la instalación.

Ha de tenerse en cuenta, que la potencia a considerar debe ser aquella que se prevé que la línea transporte, al menos a medio plazo, determinada por un anteproyecto general o por aumentos de demanda previsibles.



En cuanto a longitud, también deberá tenerse en cuenta si se prevé o no prolongar la línea en el futuro.

Respecto al punto c) y como norma general, se elegirá el presente proyecto tipo cuando la accesibilidad al trazado de la línea no presente especiales dificultades.

Cuando las características del terreno aconsejen hacer un proyecto especial, por ejemplo en terrenos pantanosos o de marismas, no se tendrá que adoptar estrictamente este proyecto tipo.

Este proyecto tipo será de empleo para líneas instaladas con conductores LA-56 y LA-110 en tensiones normalizadas de 15 y 20 kV evitando la expansión y crecimiento de instalaciones a tensiones diferentes a las normalizadas.

1.4. Reglamentación

En la redacción se han tenido en cuenta todas y cada una de las especificaciones contenidas en:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (Decreto 223/2008 de 15 de febrero).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normalización Nacional (Normas UNE). Según anexo AX.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.

1.5. Características

Este apartado se dividirá en dos puntos que se referirán, el primero a las características generales de la línea tipo, y el segundo a aquellas características particulares de cada obra concreta, que deberán reflejarse en los proyectos de ejecución según ITC-LAT-09.

1.5.1. Características generales. Materiales

1.5.1.1. Conductores

Los conductores que se emplearán en el presente proyecto tipo serán de aluminio-acero (LA) seleccionados entre los recogidos por la Norma **UNE 21018**.

A continuación se muestra la equivalencia entre la denominación empleada en el presente proyecto tipo y la que fija la norma **UNE-EN 50182**, para los conductores de aluminio-acero.



Tabla 1

Denominación proyecto tipo	Denominación UNE-EN 50182
LA-56	47-AL1 / 8-ST1 A
LA-110	94-AL1 / 22-ST1 A

Las características principales de los conductores empleados en el proyecto tipo se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2

Denominación		LA-56	LA-110	
SECCIÓN TRANSVERSAL	ALUMINIO mm ²	46,80	94,20	
	ACERO mm ²	7,79	22,00	
	TOTAL mm ²	54,60	116,20	
COMPOSICIÓN	ALUMINIO	Nº ALAMBRES	6	30
		DIÁMETRO (mm)	3,15	2,00
	ACERO	Nº ALAMBRES	1	7
		DIÁMETRO (mm)	3,15	2,00
DIÁMETRO	NÚCLEO ACERO (mm)	3,15	6,00	
	CABLE COMPLETO (mm)	9,45	14,00	
CARGA ROTURA (daN)		1629	4317	
RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20° C (ohm/km)		0,613	0,307	
MASA (kg/m)		0,189	0,433	
PESO (daN/m)		0,186	0,425	
MÓDULO ELASTICIDAD TEORICO (daN/mm ²)		7900	8000	
COEFICIENTE DILATACIÓN LINEAL (°C \times 10 ⁻⁶)		19,1	17,8	

1.5.1.2. Aislamiento

El aislamiento estará formado por aislamiento polimérico, con diferente constitución de cadenas de aisladores según la función que desempeñen: suspensión, suspensión-cruce, suspensión-derivación o amarre.

Los elementos que constituyen las cadenas de aisladores se pueden considerar divididos en cuatro grupos:

- Aisladores de tipo polimérico.
- Herrajes de acoplamiento.
- Grapas: en función del diámetro del conductor y el cometido que hayan de desempeñar.
- Accesorios: varillas helicoidales preformadas para protección.



1.5.1.3. Apoyos

Los apoyos serán metálicos de celosía, de hormigón armado vibrado (HV) o de chapa, de resistencia adecuada al esfuerzo que hayan de soportar.

- Se utilizarán prioritariamente los apoyos HV y celosía.
- En zonas de difícil acceso y bajo la traza de una línea existente, se instalarán prioritariamente los apoyos de celosía.
- Los apoyos de chapa (octogonales) se utilizarán preferentemente en zonas rocosas, donde se emplee anclaje de pernos a la roca como cimentación.
- Se utilizarán prioritariamente apoyos de celosía en los apoyos que tengan equipos de maniobra.

Los apoyos se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7 del ITC-LAT 07. Para la puesta a tierra se utilizarán electrodos tipo pica vertical o anillo cerrado con o sin picas, según lo indicado en el apartado 1.5.4 del presente documento.

Las cimentaciones de los apoyos metálicos y de hormigón armado serán, en todos los casos, de hormigón en masa de un solo bloque. Se considerarán tres tipos de terreno, definidos por el coeficiente de compresibilidad.

1.5.1.4. Armados

Los armados empleados serán acordes a lo indicado en el apartado 1.5.2.2.

Prioritariamente, para armados de suspensión, se emplearán las crucetas tipo bóveda, mientras que para armados de amarre/anclaje se utilizarán las crucetas rectas.

Las geometrías y distancias de los armados se especifican en el Apartado 3 Planos del proyecto tipo.

1.5.1.5. Antiescalos aislantes

Los antiescalos aislantes estarán formados placas aislantes de PRFV, tornillos de nylon, herrajes metálicos de unión al apoyo y remaches para la unión de las placas aislantes.

La unión del antiescalo al apoyo debe hacerse sin taladrar el apoyo, utilizando unos herrajes que se unan por presión a los montantes de los apoyos de celosía. La unión entre dichos herrajes y las placas aislantes deben realizarse con elementos aislantes (tornillos de nylon).

Las planchas que forman dicho antiescalo aislante tendrán una rigidez dieléctrica tal que con un espesor mínimo de chapa de 3mm soporten la tensión fase-tierra ($20 \text{ kV}/\sqrt{3}$). Las planchas tendrán una resistencia al impacto IK09 (**UNE 50102**) y el antiescalo soportará unas cargas horizontal y vertical de 150 daN aplicadas



en la parte superior del mismo. La resistencia a la intemperie estará ensayada según **UNE 211605** y la resistencia a la corrosión según **UNE EN 60068-2-52**. Además tendrá un grado de inflamabilidad de V0 (según **UNE EN 60695-11-10**).

1.5.1.6. Numeración y aviso de peligro

Cada apoyo se identificará individualmente con un código de manera que la identificación sea legible desde el suelo.

Todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico.

1.5.1.7. Equipos de maniobra, corte, protección, telecontrol y automatización de la red

En función del punto de la red en el que se instalen y de las características de la instalación a proteger o maniobrar, se podrá instalar alguno de los siguientes equipos de maniobra, corte o protección:

- Los elementos de maniobra sin telecontrol ni automatización serán seccionadores unipolares y cortacircuitos fusibles accionables con pértiga que se ajustarán a lo indicado en la Normativa vigente **UNE-EN 62271-102**. Estos seccionadores estarán siempre situados a una altura del suelo superior a 5 m, que los haga inaccesibles en condiciones normales, y se montarán de tal forma que no puedan cerrarse por gravedad. Sus características serán las adecuadas a la intensidad máxima del circuito donde hayan de instalarse.
- Los elementos de maniobra telecontrolados serán los interruptores telecontrolados. Este equipo consiste en un interruptor-seccionador al que se le ha dotado de los elementos necesarios de telecomunicaciones y mando para la realización de la maniobra de modo remoto (además de la maniobra local mediante botonera y accionamiento mecánico) y detector de paso de falta.

El equipo dispondrá de un transformador de tensión para la alimentación del armario de control. Dicho transformador, para evitar fenómenos de ferorresonancia, será de baja inducción (menor que 1 Tesla), de conexión bifásica. Además será bitensión (15 y 20 kV) y dispondrá de una válvula de sobrepresión y una jaula de protección metálica.

El equipo dispondrá de sensores de tensión e intensidad. También estará protegido frente a sobretensiones mediante pararrayos.

La comunicación del telecontrol se realizará por vía 3G/4G/5G. El armario de control dispondrá de router de comunicaciones y remota de telecontrol.



- Los elementos de maniobra telecontrolados y con automatización de reenganche serán los reconectores. Este elemento dispone de un interruptor de maniobra automática, capaz de interrumpir corrientes de cortocircuito, en las que la apertura o cierre se puede producir automáticamente en condiciones predeterminadas.

El equipo dispondrá de un transformador de tensión para la alimentación del armario de control. Dicho transformador, para evitar fenómenos de ferorresonancia, será de baja inducción (menor que 1 Tesla), de conexión bifásica. Además será bitensión (15 y 20 kV) y dispondrá de una válvula de sobrepresión y una jaula de protección metálica.

El equipo dispondrá de sensores de tensión e intensidad. También estará protegido frente a sobretensiones mediante pararrayos.

La comunicación del telecontrol se realizará por vía 3G/4G/5G. El armario de control dispondrá de router de comunicaciones y remota de telecontrol.

En los reconectores, la maniobra local de apertura y cierre podrá realizarse con botonera y también se podrá realizar la apertura manual mediante accionamiento mecánico, pero éste no permitirá el cierre.

La protección frente a sobretensiones se realizará con pararrayos, lo más cercanos posibles a los elementos a proteger, sin intercalar ningún elemento de seccionamiento entre el pararrayos y el elemento a proteger.

1.5.2. Características de la instalación

1.5.2.1. Clasificación de los apoyos

De acuerdo con su función los apoyos se clasificarán en:

- S-AL - Apoyo de suspensión en alineación.
- S-AG - Apoyo de suspensión en ángulo.
- A-AL - Apoyo de amarre en alineación.
- A-AG - Apoyo de amarre en ángulo.
- AC-AL - Apoyo de anclaje en alineación.
- AC-AG - Apoyo de anclaje en ángulo.
- FL - Apoyo de principio o final de línea.
- AE - Apoyo especial que se definirá expresamente en el proyecto.



En los apoyos de alineación y ángulo se podrán utilizar cadenas de suspensión o amarre de acuerdo con el apartado 2.4. de la ITC-LAT-07, mostrando en el apartado 1.6.2.2 las consideraciones de los mismos.

Los apoyos especiales (AE), los define la ITC-LAT 07, 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 tipo del presente documento, se prescindirá de su consideración debiendo justificarse en cada proyecto concreto de línea en que hayan de utilizarse.

Éste será el caso de apoyos de altura superior a las normalizadas, formación de pórticos con diferentes armados para salvar grandes vanos, crucetas especiales que puedan ser necesarias por cumplir con alguna determinada circunstancia, etc.

1.5.2.2. Características resistentes y dimensiones de los apoyos

Postes de hormigón de suspensión

Los postes de suspensión serán de hormigón armado vibrado (HV) de tipo reforzado, de acuerdo con las Normas **UNE-EN 12843** y **UNE 207016**. De entre los relacionados en la última Norma citada se han seleccionado los de esfuerzos y alturas que figuran en la tabla siguiente:

Tabla 3

Altura total (m)	Esfuerzo nominal (daN)		
	250	630	1000
11	X	X	X
13	X	X	X
15	-	X	X

En el caso de necesitar apoyos de esfuerzos o alturas superiores, se utilizarán preferiblemente apoyos de celosía (definidos más adelante), hasta 22 m de altura. Si no fuese posible emplear apoyo de celosía, se emplearán apoyos de chapa octogonales.

Apoyos metálicos de suspensión

Se utilizarán apoyos metálicos de celosía, de acuerdo con la norma **UNE 207017**. En zonas rocosas, si los esfuerzos lo permiten, se emplearán apoyos de chapa octogonales.

Los esfuerzos nominales y alturas disponibles para los apoyos de celosía se indican en la Tabla 4, aunque los esfuerzos nominales preferentemente empleados para suspensiones serán 500, 1000 y 2000 daN.



Tabla 4

Altura (m)	Esfuerzo nominal (daN)						
	500	1000	2000	3000	4500	7000	9000
12	X	X	X	X	X	-	-
14	X	X	X	X	X	X	X
16	X	X	X	X	X	X	X
18	X	X	X	X	X	X	X
20	X	X	X	X	X	X	X
22	X	X	X	X	X	X	X

La tornillería para los ensambles será de calidad mínima 5.6, de acuerdo con la Norma **UNE-EN 20898**.

Los armados de las celosías estarán formados por angulares de acero, tornillería y arandelas de las mismas características citadas anteriormente.

Todos los materiales férreos irán galvanizados en caliente según las Normas **UNE-EN ISO 1461**.

En el Apartado 3 figuran los planos, gráficos y cuadros de los apoyos metálicos y armados que se utilizarán.

Respecto a los apoyos de chapa octogonales, de todas las alturas definidas en la norma **UNE 207018**, se utilizarán los que se indican en la tabla siguiente:

Tabla 5

Altura libre (m)	Esfuerzo nominal (daN)				
	250	630	1000	1600	2500
11	X	X	X	X	X
13	-	X	X	X	X
15	-	-	X	X	X
17,5	-	-	X	X	X
20	-	-	-	X	X

En el Apartado 3 se adjuntan planos en los que se definen las características de este tipo de apoyos.

Armados para apoyos de suspensión

Los armados a utilizar serán, principalmente, de tipo bóveda en los apoyos de hormigón o chapa octogonales y al tresbolillo en los apoyos de celosía. En el Apartado 3 se han incluido los planos correspondientes a los mismos.



En las tablas siguientes pueden observarse algunas de sus características principales según los conductores a emplear:

Conductor: LA-56

Tabla 6

Tipo de circuito	Tipo de Armado	Cruceta/Armado	Distancia media geométrica (mm)
Simple	Bóveda	B-1 y B-1C	2053
		B-2 y B-2C	2550
	Bandera	BA-1	1511
	Tresbolillo	D-15	2926
Doble	Hexágono	DC-1	1911
		E-30	1726
		E-30 AVIFAUNA	4406

Conductor: LA-110

Tabla 7

Tipo de circuito	Tipo de Armado	Cruceta/Arma do	Distancia media geométrica (mm)
Simple	Bóveda	BR-1 y BR-1C	2053
		B-2 y B-2C	2550
	Bandera	BA-1	1511
	Tresbolillo	D-15	2926
Doble	Hexágono	DC-1	1911
		DC-2	1911
		E-30	1726
		E-30 AVIFAUNA	4406

El empleo está sujeto a los esfuerzos de cada uno de los conductores sobre las mismas y sobre el apoyo asociado. Los valores de los esfuerzos pueden observarse en el Anexo 02.

Apoyos metálicos con cadenas de amarre (amarre, anclaje y fin de línea).

Se utilizarán prioritariamente apoyos metálicos de celosía, de acuerdo con la norma **UNE 207017**, cuyos esfuerzos y alturas se recogen en la Tabla 4 (para apoyos con cadenas de amarre no se emplearán los apoyos de esfuerzo nominal



500 daN). En zonas rocosas, si los esfuerzos lo permiten, se emplearán apoyos de chapa octogonales.

La tornillería para los ensambles será de calidad mínima 5.6, de acuerdo con la Norma **UNE-EN 20898**.

Los armados estarán formados por angulares de acero, tornillería y arandelas de las mismas características citadas anteriormente.

Todos los materiales féreos irán galvanizados en caliente según las Normas **UNE-EN ISO 1461**.

En el Apartado 3 figuran los planos, gráficos y cuadros de los apoyos metálicos y armados que se utilizarán.

Armados para apoyo de amarre

Los armados diseñados para los apoyos con cadenas de amarre se muestran en el Apartado 3, incluyéndose los planos correspondientes a ellos.

En las tablas siguientes pueden observarse algunas de sus características principales según los conductores a emplear.

Conductor: LA-56, LA-110

Tabla 8

Tipo de circuito	Tipo de Armado	Denominación	Distancia media geométrica (mm)
Simple	Capa	CR-1	2079
		C-2	2583
		CR-2	2583
	Triángulo	T-2	2917
	Capa	H-35	2205
	Triángulo	T-35	2805
	Triángulo	T-40R	3070
	Tresbolillo	D-15	2926
Doble	Hexágono	DC-2	1911
		E-30	1726
		E-30 AVIFAUNA	4406

El empleo está sujeto a los esfuerzos de cada uno de los conductores sobre las mismas y sobre el apoyo asociado. Los valores de los esfuerzos pueden observarse en el Anexo 02.



1.5.2.3. Aislamiento

Este capítulo trata de los niveles de aislamiento mínimos correspondientes a la tensión más elevada de la línea, 24 kV.

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

Tabla 9

Características	Valor
Tensión más elevada (kV eficaces)	24
Tensión de ensayo al choque (kV cresta)	125
Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV eficaces)	50

Las características de los aisladores poliméricos (Norma **UNE-EN 61109**) son las que se exponen a continuación:

Tabla 10

Características	Aislamiento Polimérico	
	CS-70-20-III (Y16B16)	CSA-70-20-III (Y16B16) AVIFAUNA
Material	Silicona	Silicona
Longitud nominal (mm)	Max. 460 Min. 435	Max. 1200 Min. 1100
Carga de rotura (daN)	7000	7000
Línea de fuga (mm)	600	600
Diámetro del vástago (mm)	16	16
Peso aproximado (kg)	2	2,5

La composición de las cadenas serán las que se exponen en el Anexo 02 apartado 5, y las características eléctricas serán las siguientes:



Tabla 11

Características eléctricas	Aislador Polimérico	
	CS-70-20-III (Y16B16)	CSA-70-20-III (Y16B16) AVIFAUNA
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV eficaces)	70	70
Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta)	170	170
Línea de fuga (mm)	600	600
Nivel de Polución	III	III

1.5.2.4. Formación de cadenas

La formación de las cadenas figura en el Anexo 02 apartado 5, para las cuales se emplean aisladores de composite.

Las características de los diferentes herrajes y sus ensayos de comprobación, deberán cumplir lo especificado en la Norma **UNE-EN 61284**.

El empleo de cadenas será del siguiente modo:

- En apoyos de alineación y ángulos menores de 5° se podrán emplear cadenas de suspensión o suspensión cruce (con grapa de suspensión preformada).
- En apoyos de ángulo superiores a 5° y anclajes se emplearán cadenas de amarre.
- En apoyos de final de línea y en aquellos que por distancias sea necesario, se emplearán cadenas de amarre con alargadera.
- En zonas de avifauna, con el fin de proporcionar el metro de distancia en cadenas de amarre, de acuerdo al R.D. 1432/2008, se equipará a la cadena de amarre con un aislador avifauna de 1000 mm de longitud aislada. La cadena de suspensión permanecerá invariable debido a que ya cumple con su distancia de 600 mm.

1.5.2.5. Avifauna

Con el objeto de preservar el medio ambiente y cumplir el 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 adoptan soluciones para la protección de la avifauna en las líneas aéreas de media tensión en zonas de protección.



SOLUCIONES PARA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA FRENTE A LA ELECTROCUCIÓN

Tal y como establece el RD 1432/2008 en su artículo 6, en las líneas eléctricas de 3ª categoría ubicadas en zonas de protección (zonas definidas en el artículo 4 del RD 1432/2008) en las que no se disponga de crucetas o apoyos de material aislante ni se tengan instalados disuasores de posada de eficacia reconocida, se aplicarán las soluciones para la protección de la avifauna, siguiendo las siguientes premisas:

- a) Las líneas se han de construir con cadenas de aisladores suspendidas. En este proyecto tipo no se emplea aislamiento rígido.
- b) Se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos en tensión. También se aislarán los terminales de conexión de los seccionadores, bases portafusibles, elementos de maniobra telecontrolados, terminales, pararrayos, etc.
- c) Se emplearán prioritariamente crucetas y armados bóveda y tresbolillo para simple circuito, y hexagonales en doble circuito, que cumplan las distancias de avifauna definidas en los apartados 6.c y 6.d del RD 1432/2008, (por ejemplo: cruceta bóveda B-2 en apoyos de suspensión simple circuito en zona de avifauna). Y en los casos singulares en los que se tenga que utilizar un armado que no cumpla alguna de las distancias indicadas, se procederá al aislado del conductor de la fase afectada. Según *Recomendaciones técnicas para la corrección de los apoyos eléctricos del riesgo de electrocución de aves, para la adaptación de las líneas eléctricas al R.D. 1432/2008*, de junio de 2018 del Ministerio para la transición ecológica, se cita en su punto 3.4 Crucetas o armados tipo bóveda, artículo 6.d: “d.1.3. En las crucetas planas, o armados tipo bóveda plana y armados en amarre, se aislarán todos los conductores, no solo el central, sino los exteriores, 1 m. en ambos lados exteriores del punto de unión a la grapa de amarre”.
- d) Para cumplir la distancia de seguridad entre el conductor y la zona de posada de la cruceta en los apoyos de amarre o anclaje, se emplearán aisladores con 1 m de longitud aislada en la formación de las cadenas de amarre en las zonas de protección.

En el caso de Castilla la Mancha, en el que se aplica el Decreto 5/1999, de 2 de febrero de 1999, en las líneas de alta tensión de 3ª categoría ubicadas en las zonas de especial riesgo de electrocución, se procederá al aislamiento de los conductores en un tramo de 1,4 m a ambos lados de la cruceta en apoyos de alineación.

RELACIÓN DE ARMADOS QUE CUMPLEN CON EL RD 1432/2008 Y CON EL DECRETO 40/1998, DE 5 DE MARZO, POR EL QUE SE ESTABLECEN NORMAS



TÉCNICAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA EN LA COMUNIDAD DE MADRID

Tabla 12

Tipo Armado	Plano Referencia	Observación
B2 SUSPENSIÓN	LAMT 090100 BOVEDA-B2-SUSP	Respetando 1500 mm entre conductor superior y cruceta inferior.
DC1 SUSPENSIÓN	LAMT 090300 DC-1-SUSP	
DC2 SUSPENSIÓN	LAMT-090450 DC2-SUSP	
DC2 AMARRE	LAMT-090400 DC2-AMARRE	
E30 SUSPENSIÓN	LAMT-090550 E30-SUSP	
E30 AMARRE	LAMT-090500 E30-AMARRE	
D15 AMARRE	LAMT-090800 D15 AMARRE	
BA1 SUSPENSIÓN	LAMT-090900 BA1-SUSP	

SOLUCIONES PARA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA FRENTE A LA COLISIÓN

Como medida de prevención contra la colisión, los tendidos eléctricos se proveerán de salvapájaros cuando estén ubicados en zonas de protección de la avifauna y el diámetro del conductor sea inferior a 20 mm.

Los salvapájaros serán preferiblemente de tipo cinta en X o de placas reflectantes giratorias cuya durabilidad a la intemperie será verificada con ensayos de envejecimiento climático según Especificación **EA 0058**. Los tamaños mínimos serán:

- Tipo cinta en X: 5 x 35 cm.
- Baliza reflectante giratoria: 10x15 cm.

Para líneas de MT que no tienen cable de tierra, se dispondrán alternativamente en cada conductor de fase cada 20 m, para que generen un efecto visual equivalente a una señal cada 10 m.

SOLUCIONES ANTIPOSADA DE AVIFAUNA

En zonas de posada de aves, se instalarán estratégicamente en el apoyo disuasores de posada consistentes en un elemento mecánico con posibilidad de movimiento mediante la fuerza del viento (tipo “molinillo”, en el que el viento moverá unas palas que giran respecto del eje del disuasor; o puede ser un soporte con uno o varios brazos de los que cuelguen balizas reflectantes giratorias), o también podrán instalarse tejadillos de chapa que impidan la posada y anidamiento de aves grandes.



Figura 1. Tejadillo chapa antiposada.

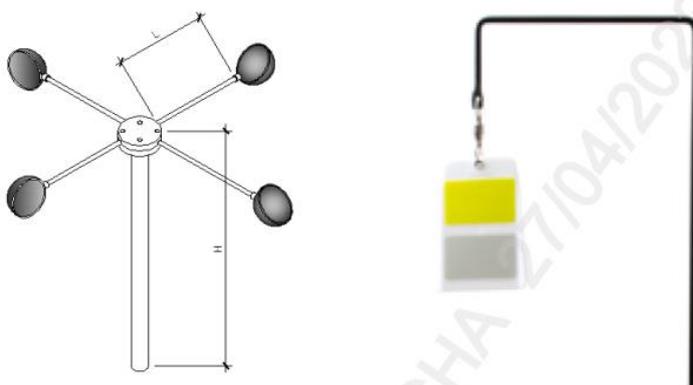


Figura 2. Disuadores de posada giratorio y luminiscente.

1.5.3. Ubicación, accesos y afecciones

1.5.3.1. Distancias mínimas de seguridad. Cruzamientos y paralelismos

De acuerdo con el ITC-LAT 07, las distintas separaciones o distancias de seguridad a tener en cuenta en este Proyecto, son las siguientes:

- Distancias de aislamiento eléctrico.
- Prescripciones especiales.
- Distancias en el apoyo.



- Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables.
- Distancias a otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicación.
- Distancias a carreteras.
- Distancias a ferrocarriles sin electrificar.
- Distancias a ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.
- Distancias a teleféricos y cables transportadores.
- Distancias a ríos y canales, navegables o flotables.
- Paso por zonas.

1.5.3.2. Distancia de aislamiento eléctrico

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

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

D_{el} puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.

D_{pp} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido. D_{pp} es una distancia interna.

a_{som} : Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Se aplicarán las siguientes consideraciones para determinar las distancias internas y externas:

- La distancia eléctrica, D_{el} , previene descargas eléctricas entre las partes en tensión y objetos a potencial de tierra, en condiciones de explotación normal de la red. Las condiciones normales incluyen operaciones de enganche, aparición de rayos y sobretensiones resultantes de faltas en la red.
- La distancia eléctrica, D_{pp} , previene las descargas eléctricas entre fases durante maniobras y sobretensiones de rayos.
- Es necesario añadir a la distancia externa D_{el} una distancia de aislamiento adicional D_{add} para que en las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, a zonas de arbolado, etc. se



asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que D_{el} de la línea eléctrica.

- La probabilidad de descarga a través de la mínima distancia interna a_{som} debe ser siempre mayor que la descarga a través de algún objeto externo o persona. Así, para cadenas de aisladores muy largas, el riesgo de descarga debe ser mayor sobre la distancia interna a_{som} que a objetos externos o personas. Por este motivo, las distancias externas mínimas de seguridad ($D_{add} + D_{el}$) deben ser siempre superiores a 1,1 veces a_{som} .

Los valores de D_{el} y D_{pp} , en función de la tensión más elevada de la línea U_s , serán los indicados en la tabla siguiente.

Tabla 13

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
24	0,22	0,25

1.5.3.3. Prescripciones especiales

Con objeto de aumentar la seguridad de la línea y reducir la probabilidad de accidente en determinadas situaciones, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas, o con vías de comunicación, o sobre zonas urbanas; además de las consideraciones generales anteriores deberán cumplirse las prescripciones especiales que se detallan a continuación, de acuerdo con el apartado 5.3 del ITC-LAT 07:

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herraduras, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En aquellos tramos de línea en que, debido a sus características especiales y de acuerdo con lo que más adelante se indica, haya que reforzar sus condiciones de seguridad, no será necesario el empleo de apoyos distintos de los que corresponda establecer por su situación en la línea (alineación, ángulo, anclaje, etc.), ni la limitación de longitud en los vanos, que podrán ser la adecuada con arreglo al perfil del terreno y a la altura de los apoyos. Por el contrario, en dichos tramos serán de aplicación las siguientes prescripciones especiales:

- Ningún conductor tendrá una carga de rotura inferior a 1000 daN. Los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce, admitiéndose durante la explotación y por causa de la reparación de averías, la existencia de un empalme por vano.



- Los coeficientes de seguridad de las cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25% superior a las establecidas en los apartados 3.5 y 3.6 de la ITC-LAT 07.
- La fijación de los conductores mediante cadenas será de las siguientes formas:
 - Con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, una a cada lado del apoyo.
 - Con una cadena de aisladores sencilla de suspensión, con coeficientes de seguridad de los herrajes y aisladores un 25% superior a las establecidas en los apartados 3.3 y 3.4 de la ITC-LAT 07. En estos casos deberá adoptarse la disposición de reforzar el conductor con varillas de protección.

1.5.3.4. Distancias en el apoyo

Las distancias mínimas de seguridad en el apoyo son distancias internas utilizadas únicamente para diseñar una línea con una aceptable capacidad de resistir las sobretensiones.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

Distancias entre conductores

La separación mínima entre conductores de fase, de acuerdo con el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT-07, se determinará mediante la siguiente expresión:

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

donde:

D = Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos (m)

K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento. Se tomará de la Tabla 15.

K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea (K'=0,75).

F = Flecha máxima (m), según las hipótesis del apartado 1.6.2.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L = 0.

D_{pp} = Distancia mínima aérea especificada. Los valores de D_{pp} se indican en la Tabla 12 del apartado 1.5.3.2.

Los valores de las tangentes del ángulo de oscilación de los conductores vienen dados, para cada caso de carga, por el cociente de la sobrecarga de viento dividida por el peso propio, por metro lineal de conductor, estando



la primera determinada para una velocidad de viento de 120 km/h. En función de estos y de la tensión nominal de la línea se establecen unos coeficientes K que se dan en la tabla siguiente.

Tabla 14

Angulo de oscilación μ	K
$> 65^\circ$	0,65
$40^\circ \leq \mu \leq 65^\circ$	0,6
$< 40^\circ$	0,55

Los valores de K para los cables y conductores utilizados en el presente proyecto tipo serán los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 15

Conductor	p(daN/m)	Pv (daN/m)	μ	K
LA-56	0,186	0,567	71,88°	0,65
LA-110	0,425	0,84	63,17°	0,6

En el caso de conductores dispuestos de forma vertical, triángulo o hexágono, y siempre que se adopten separaciones menores a las deducidas de la fórmula anterior, deberán justificarse debidamente los valores empleados y se adoptarán medidas preventivas para prevenir los fenómenos de galope.

La fórmula anterior corresponde a conductores iguales y con la misma flecha. En el caso de conductores diferentes o con distinta flecha, la separación entre los conductores se determinará con la misma fórmula y el coeficiente K mayor y la flecha F mayor de los dos conductores.

Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a $D_{el}=0,22$ m

En el caso de las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h.

A estos efectos se considerará la tensión mecánica del conductor sometido a la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h y a la temperatura de -5 °C para zona A, de -10 °C para zona B y de -15 °C para zona C.

El valor del ángulo de oscilación β de la cadena de aisladores de suspensión viene dado por la siguiente expresión:



$$\operatorname{tg}\beta = \frac{F_t + \frac{F_{ta}}{2}}{p + \frac{p_a}{2} + p_c}$$

donde:

β : ángulo de oscilación de la cadena de aisladores de suspensión.

F_t : fuerza debida a la mitad de la presión del viento sobre el conductor (daN/m)

F_{ta} : fuerza debida a la mitad de la presión del viento actuando sobre la cadena de aisladores (daN/m)

p : peso del conductor por unidad de longitud (daN/m)

p_a : peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN/m)

p_c : peso de los contrapesos que eventualmente se hayan instalado (daN/m)

La expresión anterior se puede simplificar, ya que F_{ta} y p_a son despreciables frente a los otros parámetros, y se desestima p_c , por lo que:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{F_t}{p}$$

Los valores del ángulo de oscilación β de la cadena de aisladores para los distintos conductores, realizándose las aproximaciones indicadas en el apartado anterior, son los que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 16

Conductor	p (daN/m)	ϕ (mm)	β (°)
LA-56	0,186	9,45	56,73
LA-110	0,425	14	44,66

Los contrapesos no se utilizarán en toda una línea de forma repetida, aunque podrán emplearse excepcionalmente para reducir la desviación de una cadena de suspensión, en cuyo caso el proyectista justificará los valores de las desviaciones y distancias al apoyo.

1.5.3.5. Distancias al terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el 1.5.3.3.

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficie de agua no navegable a una altura mínima de 6 metros.

No obstante, en lugares de difícil acceso, las anteriores distancias podrán ser reducidas en un metro.



Los valores de D_{el} se indican en el apartado 1.5.3.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

Cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 m con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

1.5.3.6. Cruzamientos con otras líneas eléctricas aéreas o líneas aéreas de telecomunicaciones

Será de aplicación el apartado 5.6 de la ITC-LAT 07.

En los cruces de líneas eléctricas aéreas se situará a mayor altura la de tensión más elevada, y en el caso de igual tensión la que se instale con posterioridad. En todo caso, siempre que fuera preciso sobre elevar la línea preexistente, será a cargo del propietario de la nueva línea la modificación de la línea ya instalada.

Se procurará que el cruce se efectúe en la proximidad de uno de los apoyos de la línea más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la línea superior no deberá ser inferior 2 metros para líneas de tensión de hasta 45 kV.

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{pp} \text{ (m)}$$

Aplicando a la distancia de aislamiento adicional D_{add} los valores de la tabla siguiente:

Tabla 17

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add} (m)	
	Distancia del apoyo de la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Distancia del apoyo de la línea superior al punto de cruce > 25 m
De 3 a 30	1,8	2,5

Los valores de D_{pp} se indican en el apartado 1.5.3.2. en función de la tensión más elevada de la línea.

Independientemente del punto de cruce de ambas líneas, la mínima distancia vertical entre los conductores de fase de ambas líneas, se comprobará considerando:

- Los conductores de fase de la línea eléctrica superior en las condiciones más desfavorables de flecha máxima establecidas en el proyecto de la línea.



- Los conductores de fase o los cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga alguna a la temperatura mínima según al zona (-5°C en la zona A, -15°C en la zona B y -20°C en la zona C).

Las líneas de telecomunicación serán consideradas como líneas eléctricas de baja tensión y su cruzamiento estará sujeto por lo tanto a las prescripciones de este apartado.

1.5.3.7. Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas

Será de aplicación lo descrito en el apartado 5.6.2. del ITC-LAT 07.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el 1.5.3.3.

En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, no deberá existir una separación inferior a la prescrita en el apartado 1.5.3, considerando los valores K , K' , L , F y D_{pp} de la línea de mayor tensión.

1.5.3.8. Paralelismos entre líneas eléctricas aéreas y líneas de telecomunicación

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

Se evitará siempre que se pueda el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación, y cuando ello no sea posible se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia mínima igual a 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

1.5.3.9. Distancias a carreteras

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de cruzamiento como en el caso de paralelismo, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la Red de Carreteras del Estado, la instalación de apoyos se realizará preferentemente detrás de la línea límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura. La línea límite de edificación es la situada a 50 metros en autopistas, autovías y vías rápidas, y a 25 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado de la arista exterior de la calzada.
- Para las carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del estado, la instalación de los apoyos deberá cumplir la normativa vigente de cada Comunidad Autónoma aplicable a tal efecto.
- Independientemente de que la carretera pertenezca o no a la Red de Carreteras del Estado, para la colocación de apoyos dentro de la zona de afección de la carretera, se solicitará la oportuna autorización a los Órganos Administrativos competentes. Para la Red de Carreteras del Estado, la zona de afección comprende una distancia de 100 metros desde la arista exterior de la explanación en el caso de autopistas,



autovías y vías rápidas, y 50 metros en el resto de carreteras de la Red de Carreteras del Estado.

- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

1.5.3.10. Cruzamientos con carreteras

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3. , quedando modificadas de la siguiente forma:

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de 7 metros.

1.5.3.11. Paralelismos con carreteras

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

1.5.3.12. Distancias a ferrocarriles sin electrificar

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- A ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la red ferroviaria de interés general se establece la línea límite de edificación desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de edificación, reconstrucción o ampliación.
- La línea límite de edificación es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea. No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la superficie afectada por la línea límite de edificación.
- Para la colocación de apoyos en la zona de protección de las líneas ferroviarias, se solicitará la oportuna autorización a los Órganos Administrativos competentes. La línea límite de la zona de protección es la situada a 70 metros de la arista exterior de la explanación medidos en horizontal y perpendicularmente al carril exterior de la vía férrea.
- En los cruzamientos no se podrán instalar los apoyos a una distancia de la arista exterior de la explanación inferior a vez y media la altura del apoyo.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

1.5.3.13. Cruzamientos con ferrocarriles sin electrificar

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.



La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre las cabezas de los carriles será la misma que para cruzamientos con carreteras, descritos en el apartado 1.5.3.10.

1.5.3.14. Paralelismos con ferrocarriles sin electrificar

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

1.5.3.15. Cruzamientos con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

Para la instalación de los apoyos, se seguirá lo indicado en el apartado 1.5.3.12. para ferrocarriles sin electrificar.

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

En el cruzamiento entre las líneas eléctricas y los ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses, la distancia mínima vertical de los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 1.6.2. sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de 4 metros.

Además, en el caso de ferrocarriles, tranvías y trolebuses provistos de trole o de otros elementos de toma de corriente que puedan accidentalmente separarse de la línea de contacto, los conductores de la línea eléctrica deberán estar situados a una altura tal que, al desconectarse el órgano de toma de corriente, no quede a menor distancia de aquellos que la definida anteriormente (teniendo en cuenta la posición más desfavorable que pueda adoptar).

1.5.3.16. Paralelismos con ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses

Para la instalación de los apoyos, se seguirá lo indicado en el apartado 1.5.3.14 para ferrocarriles sin electrificar.

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

1.5.3.17. Cruzamientos con teleféricos y cables transportadores

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

El cruce de una línea eléctrica con teleféricos o cables transportadores deberá efectuarse siempre superiormente, salvo casos razonadamente muy justificados que expresamente se autoricen.

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 1.6.2, y la parte más elevada del teleférico, teniendo en cuenta las oscilaciones de los cables del mismo durante su explotación normal y la posible sobre elevación que pueda alcanzar por reducción de carga en caso de accidente será de 5 metros.



La distancia horizontal entre la parte más próxima del teleférico y los apoyos de la línea eléctrica en el vano de cruce será, como mínimo, la que se obtenga de la fórmula anteriormente indicada.

1.5.3.18. Distancias a ríos y canales, navegables o flotables

Para la instalación de los apoyos, tanto en el caso de paralelismo como en el caso de cruzamientos, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 metros y como mínimo vez y media la altura de los apoyos desde el borde del cauce fluvial correspondiente al caudal de la máxima avenida. No obstante, podrá admitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores si existe la autorización previa de la administración competente.
- En circunstancias topográficas excepcionales, y previa justificación técnica y aprobación de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias menores de las fijadas.

1.5.3.19. Cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables

Son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 1.6.2., sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

$$G + D_{add} + D_{el} = G + 2,3 + D_{el} \quad (\text{m})$$

siendo G el gálibo.

Los valores de D_{el} se indican en el apartado 1.5.3.2 en función de la tensión más elevada de la línea.

En el caso de que no exista gálibo definido se considerará éste igual a 4,7 metros.

1.5.3.20. Paralelismos con ríos y canales, navegables o flotables

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

1.5.3.21. Paso por zonas

Las líneas aéreas de alta tensión deberán cumplir con el apartado 5.12. del ITC-LAT 07 además del R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, en todo lo referente a las limitaciones para la constitución de servidumbres de paso.

Bosques, árboles y masas de arbolado

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.



Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por una distancia mínima de seguridad a ambos lados de dicha proyección de 2 metros.

- En el caso de que los conductores sobrevuelen los árboles la distancia de seguridad se calculará considerando los conductores con su máxima flecha vertical según las hipótesis del apartado 1.6.2.
- Para el cálculo de las distancias de seguridad entre el arbolado y los conductores extremos de la línea se considerarán éstos y sus cadenas de aisladores en sus condiciones más desfavorables.

Edificios, construcciones y zonas urbanas

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano, cuando pertenezcan al territorio de Municipios que tengan Plan de ordenación; o como casco de población, en Municipios que carezcan de dicho Plan.

No obstante, a petición del titular de la instalación y cuando las circunstancias técnicas o económicas lo aconsejen, el órgano competente de la Administración podrá autorizar el tendido aéreo de dichas líneas en las zonas antes indicadas.

Se podrá autorizar el tendido aéreo de líneas eléctricas de alta tensión con conductores desnudos en las zonas de reserva urbana con Plan general de ordenación legalmente aprobado y en zonas y polígonos industriales con Plan parcial de ordenación aprobado, así como en los terrenos del suelo urbano no comprendidos dentro del casco de la población en Municipios que carezcan de Plan de ordenación.

Conforme a lo establecido en el RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas eléctricas aéreas, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la servidumbre de vuelo incrementada por la una distancia mínima de seguridad a ambos lados de 5 metros.

Análogamente no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas una distancia de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas a una distancia de 4 metros.



Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, mantener las anteriores distancias en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

Proximidad a aeropuertos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

Las líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión (AT) con conductores desnudos que hayan de construirse en la proximidad de los aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea deberán ajustarse a lo especificado en la legislación y disposiciones vigentes en la materia que correspondan.

Proximidad a parques eólicos

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

Por motivos de seguridad de las líneas eléctricas aéreas de conductores desnudos, queda prohibida la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja de terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador incluida la pala más 10 m.

Proximidades a obras

Cuando se realicen obras próximas a líneas aéreas y con objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos según la reglamentación aplicable de prevención de riesgos laborales, el promotor de la obra se encargará de que se realice la señalización mediante el balizamiento de la línea aérea. El balizamiento utilizará elementos normalizados y podrá ser temporal.

1.5.3.22. Paralelismos con teleféricos y cables transportadores

No son de aplicación las prescripciones especiales definidas en el apartado 1.5.3.3.

1.5.3.23. Distancias por avifauna

Según el Real Decreto 1432/2008 por el que se establecen medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión con objeto de proteger la avifauna, los armados cumplirán unas distancias mínimas de seguridad.

Estas distancias están recogidas en el Apartado 4 del presente proyecto tipo.



1.5.4. Puesta a tierra

Los apoyos, tanto metálicos como de hormigón, se conectarán a tierra teniendo presente lo especificado en el apartado 7.2.4. de la ITC-LAT 07.

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

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

Los requisitos que fundamentalmente influyen en el sistema de puesta a tierra son, el sistema de puesta a tierra del neutro (neutro aislado en el caso de UFD), el tipo de apoyo en función de su ubicación (apoyos frecuentados o no frecuentados), y el material del apoyo (conductor o no).

Los apoyos que estén destinados a albergar aparatos de maniobra, deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados, en cuanto al cumplimiento de la tensión de contacto y paso.

Los apoyos que soporten transformadores deberán cumplir el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

En los apoyos no frecuentados, el sistema de puesta a tierra garantizará la desconexión automática de las protecciones en un tiempo inferior a 1 segundo. En dichos apoyos, los elementos que forman el sistema de puesta a tierra son:

- La línea de tierra (formada por cable de aluminio aislado BT XZ1 0,6/1 kV 1X50 AL).
- El electrodo de puesta a tierra (formado con 50 cm de conductor desnudo de cobre de 50 mm² de sección, en posición horizontal, unido a una pica enterrada verticalmente).
- La unión entre la línea de tierra y el electrodo enterrado se realizará con un manguito de empalme con aislamiento contráctil en frío o con un manguito preaislado de tornillería.

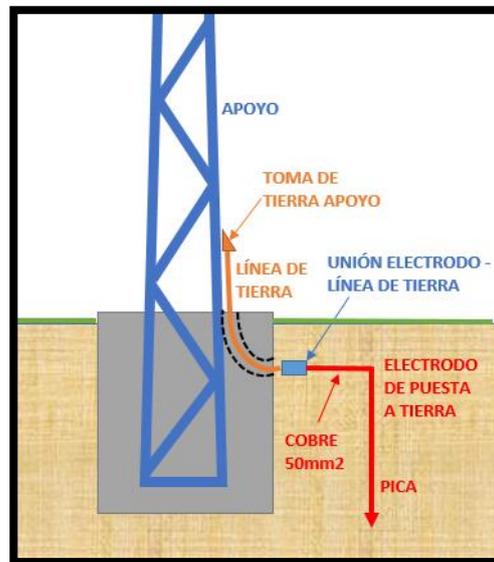


Figura 3

En los apoyos frecuentados, el sistema de puesta a tierra garantizará que las tensiones de paso y contacto existentes en la instalación son inferiores a las tensiones admisibles. En dichos apoyos, se empleará prioritariamente una medida adicional para el cumplimiento de la tensión de contacto y el electrodo enterrado estará dimensionado para el cumplimiento de la tensión de paso. Por lo tanto, los elementos que forman el sistema de puesta a tierra en los apoyos frecuentados son:

- Una medida adicional para el cumplimiento de la tensión de contacto:
 - Antiescalo aislante, de uso prioritario.
 - Solera equipotencial con mallazo metálico conectado al electrodo enterrado.
- La línea de tierra (formada por cable de aluminio aislado BT XZ1 0,6/1 kV 1X50 AL)
- El electrodo de puesta a tierra (formado con 50cm de conductor desnudo de cobre de 50mm² de sección, en posición horizontal, unido a una pica enterrada verticalmente).
- La unión entre la línea de tierra y el electrodo enterrado se realizará con un manguito de empalme con aislamiento contráctil en frío o con un manguito preaislado de tornillería.

Si la intensidad de falta a tierra y la resistividad del terreno lo permiten, en algunos casos se podría cumplir la tensión de contacto con la instalación de un electrodo en forma de anillo con picas.

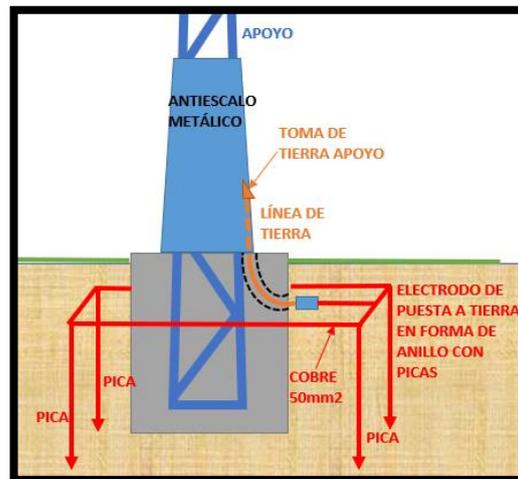


Figura 4

Respecto a las medidas adicionales para el cumplimiento de la tensión de contacto en los apoyos frecuentados:

- Prioritariamente, se empleará un antiescalo aislante de 2,5 m de altura a base de poliéster reforzado con fibra de vidrio como medida adicional para cumplir la tensión de contacto.

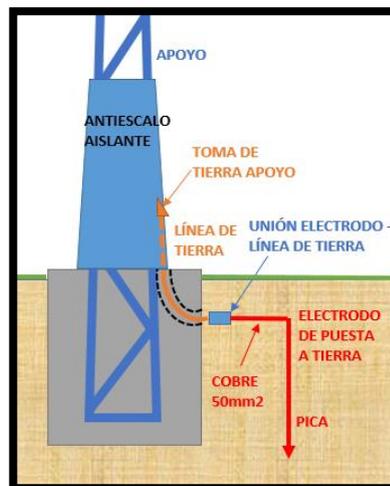


Figura 5

Las planchas que forman dicho antiescalo aislante tendrán una rigidez dieléctrica tal que con un espesor de chapa de 3 mm, soporten una tensión fase-tierra de $24 \text{ kV}/\sqrt{3} = 13,8 \text{ kV}$. Las planchas tendrán una resistencia al impacto IK09 (**UNE 50102**) y el antiescalo soportará unas cargas horizontal y vertical de 150 daN aplicadas en la parte superior del mismo. La resistencia a la intemperie estará ensayada según **UNE 211605** y la resistencia a la corrosión según **UNE-EN 60068-2-52**. En ambos casos, la resistencia a la tracción tras los ensayos de envejecimiento será superior al 85% de la resistencia del material sin



someterse a envejecimiento. Además tendrá un grado de inflamabilidad V0 (según **UNE-EN 60695-11-10**).

- Alternativamente, se podrá emplear la solera equipotencial, que consiste en una losa de hormigón, de espesor no inferior a 20 cm que cubra, como mínimo, hasta 1,2 m de las aristas exteriores de la cimentación de los apoyos. Dentro de la losa y hasta 1 m de las aristas exteriores de la cimentación del apoyo, se dispondrá un mallazo electrosoldado de construcción, con diámetro no inferior a 4 mm, formado por una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, que quedará cubierto por un espesor de hormigón no inferior a 10 cm. Esta medida, al tratarse de una acera equipotencial, garantiza el cumplimiento de la tensión de contacto.

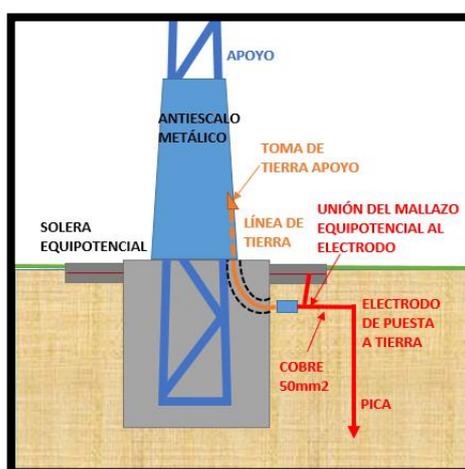


Figura 6

En los casos en los que se instale la solera equipotencial en los apoyos frecuentados de celosía, se instalará un antiescalo metálico como medida para evitar el escalamiento y dar cumplimiento al apartado 2.4.2 de la ITC-LAT 07. El antiescalo metálico se realizará a base de chapa metálica galvanizada hasta una altura de 2,5 m sobre la base del apoyo. En los apoyos de hormigón o de chapa metálica octogonales, la función de antiescalada la puede hacer el mismo apoyo o se pueden cegar o tapar los alveolos del apoyo.

1.5.4.1. Clasificación de los apoyos según su ubicación.

Cada uno de los apoyos incluidos en el proyecto se clasificará conforme a lo expuesto en el apartado 7.3.4.2. de la ITC-LAT 07, a la hora de garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, donde se establece la siguiente clasificación de los apoyos según su ubicación:



Apoyos frecuentados: son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente. Los lugares que solamente se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.

El diseño del sistema de puesta a tierra de este tipo de apoyos debe ser verificado según se indica en el apartado 7.3.4.3. de la ITC-LAT 07.

Dentro de este tipo de apoyos se pueden distinguir dos subtipos:

Apoyos frecuentados con calzado: Se considerarán como resistencias adicionales la resistencia adicional del calzado, R_{a1} , y la resistencia a tierra de contacto, R_{a2} .

Apoyos frecuentados sin calzado: Se considerará como resistencia adicional únicamente la resistencia a tierra en el punto de contacto, R_{a2} . La resistencia adicional del calzado, R_{a1} , será nula. Estos apoyos serán los situados en lugares como jardines, piscinas, campings, áreas recreativas donde las personas puedan estar con los pies desnudos.

Apoyos no frecuentados: Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

En cualquier caso, se seguirán los criterios adicionales que pudieran indicarse en la guía ITC-LAT 07 en cuanto a la consideración de apoyos frecuentados.

1.6. Cálculos

1.6.1. Cálculos eléctricos

En este punto se desarrollan los cálculos eléctricos relativos a los conductores cuyas características han quedado definidas en el apartado 1.5.1.1 de este documento.

1.6.1.1. Intensidad máxima

La intensidad máxima admisible para cada conductor en régimen permanente se deducirá de las densidades máximas de corriente y los coeficientes de reducción indicados en el Apdo. 4.2.1 de la ITC 07 del RLAT.

Tabla 18

Conductor	Densidad máxima de corriente (A/mm ²)	Intensidad (A)
LA-56	3,65	199,35
LA-110	2,74	318,04

1.6.1.2. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

Las pérdidas producidas por efecto Joule en los conductores sometidos a un cortocircuito, elevan su temperatura hasta valores dependientes de la intensidad



y duración de la falta, que pueden provocar una disminución en las características mecánicas de los mismos.

La temperatura límite que puede alcanzar un conductor aluminio – acero, sin provocar una disminución de sus características mecánicas no debe sobrepasar los 200 °C.

Partiendo de una temperatura máxima en el conductor antes del cortocircuito de la temperatura ambiente, y suponiendo un calentamiento adiabático durante el cortocircuito se obtiene:

$$I_{cc} = \frac{K}{\sqrt{t}} I_{cc} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

donde:

t: duración del cortocircuito (s)

K: intensidad de cortocircuito admisible durante 1 segundo, tiene por valor:

$$K = \sqrt{10^{-3} \cdot \frac{S \cdot C}{\alpha \cdot R_{20}} \cdot \ln \left(\frac{1 + \alpha \cdot (\theta_2 - 20)}{1 + \alpha \cdot (\theta_1 - 20)} \right)}$$

donde:

S: sección del conductor (mm²)

C: calor específico del conductor por unidad de volumen (J/cm³°C) = 2,6 J/cm³°C

α : coeficiente de temperatura del conductor a 20°C (°C⁻¹); para el aluminio $\alpha = 0,00403$ °C⁻¹

R₂₀: resistencia del conductor a 20°C (Ω/km), obtenida en el 1.6.1.3 de este documento

θ_2 : temperatura final después del cortocircuito (°C) = 200°C

θ_1 : temperatura máxima previa al cortocircuito (°C) = 50°C

Tabla 19

Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores (kA)									
Cond.	Duración del cortocircuito (s)								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1	2	3
LA-56	14,58	10,31	8,42	7,29	5,95	5,15	4,61	3,26	2,66
LA-110	29,22	20,66	16,87	14,61	11,93	10,33	9,24	6,53	5,33

1.6.1.3. Resistencia

La resistencia eléctrica de los conductores por unidad de longitud a una temperatura de 20°C según la norma **UNE 21018** se muestra en la siguiente tabla:



Tabla 20

Conductor	Resistencia eléctrica a 20°C (Ω/km)
LA-56	0,613
LA-110	0,307

La resistencia para temperaturas de servicio distintas a 20°C, tiene la siguiente expresión:

$$R = R_t \cdot (1 + \alpha \cdot (\theta - 20))$$

donde:

R: resistencia del conductor a la temperatura de servicio (Ω/km)

R_t : resistencia del conductor a la temperatura de 20°C (Ω/km)

α : coeficiente de temperatura del conductor a 20°C (°C⁻¹); para el aluminio $\alpha = 0,00403$ °C⁻¹

θ : temperatura de servicio del conductor (°C)

Para una temperatura $\theta = 50$ °C, resultan las siguientes resistencias por unidad de longitud:

Tabla 21

Conductor	Resistencia eléctrica a 50°C (Ω/km)
LA-56	0,687
LA-110	0,344

Para valores de temperatura distintos a los mostrados, se obtendrá la resistencia mediante el cálculo especificado en el presente apartado.

1.6.1.4. Reactancia inductiva

La reactancia de una línea trifásica, por unidad de longitud y por fase, para líneas equilibradas, se calculará según la siguiente expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \mathcal{L} (\Omega/\text{km})$$

y sustituyendo en ella el coeficiente de autoinducción \mathcal{L} por su valor:

$$\mathcal{L} = \left(\frac{1}{2 \cdot n} + 4,605 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right) \cdot 10^{-4} (\text{H/km})$$

Se llega a:



$$X = 2\pi \cdot f \cdot \epsilon = 2\pi \cdot f \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot n} + 4,605 \cdot \log \frac{2 \cdot D_m}{d} \right) 10^{-4} (\Omega/\text{km}) X$$

donde:

X: Reactancia (Ω/km)

f: frecuencia de la red (50 Hz)

D_m : separación media geométrica entre conductores (mm)

d: Diámetro del conductor (mm)

n: número de subconductores en cada haz (para conductores símplex $n=1$)

El valor para la distancia media geométrica entre conductores dependerá de la configuración geométrica de la línea y será:

- Para simple circuito:

$$D_m = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{31}} \quad (\text{mm})$$

- Para doble circuito:

$$D_m = \frac{D_1 \cdot D_2}{D_3} (\text{mm})$$

donde :

$$D_1 = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{23} \cdot d_{31}} \quad (\text{mm})$$

$$D_2 = \sqrt[3]{d_{1b} \cdot d_{2c} \cdot d_{3a}} \quad (\text{mm})$$

$$D_3 = \sqrt[3]{d_{1a} \cdot d_{2b} \cdot d_{3c}} \quad (\text{mm})$$

donde :

d_{12}, d_{23}, d_{31} : Distancia entre los distintos conductores con la configuración de simple circuito (mm).

$d_{1a}, d_{2b}, d_{3c}, \dots$: Distancia entre los conductores de distintos circuitos con la configuración de doble circuito (mm).

El valor de D_m lo determinaremos a partir de la distancia que proporciona la cruceta elegida en cada caso.

De acuerdo con las separaciones medias geométricas (D_m) que figuran en los cuadros del apartado 1.5.2.2 y los valores de los diámetros de los conductores, las reactancias expresadas en Ohmios por kilómetro se mostrarán (valores redondeados) en la Tabla 22 para disposiciones en simple circuito y en la Tabla 23 para disposiciones en doble circuito.

Los tipos de crucetas figuran en los planos del Apartado 3:



Tabla 22

CRUCETAS	D _m (mm)	Conductores y X (Ω/km)	
		LA-56	LA-110
B-1 / BR-1	2053	0,397	0,373
B-2	2550	0,411	0,386
H-35	2205	0,402	0,377
T-35	2805	0,417	0,392
T-40R	3070	0,427	0,399
CR-1	2079	0,403	0,374
C-2 / CR-2	2583	0,412	0,387
T-2	2917	0,419	0,395
D-15	2926	0,420	0,395
BA-1	2268	0,404	0,379

Tabla 23

CRUCETAS	D _m (mm)	Conductores y X (Ω/km)	
		LA-56	LA-110
DC-1	1911	0,397	0,370
DC-2	1911	0,397	0,370
E-30	1726	0,391	0,363
E-30 AVIFAUNA	4406	0,445	0,420

Se tomarán de aquí en adelante los valores de reactancia de la cruceta B-2 para los cálculos eléctricos de cada conductor.

1.6.1.5. Caída de tensión

Será necesario tener en cuenta la caída de tensión que se produce en la línea debido a las cargas que estén conectadas a lo largo de ésta.

Los cálculos serán aplicables a un tramo de línea, siendo la caída total de tensión la suma de las caídas en cada uno de los tramos intermedios.

Se supondrá que la carga está concentrada en el punto final de la línea.

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea trifásica viene dada por la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \operatorname{sen} \phi) \cdot L$$

donde:

ΔU = Caída de tensión compuesta (V)

I = Intensidad de la línea (A)

X = Reactancia por fase (Ω/km)

R = Resistencia por fase (Ω/km)

ϕ = Angulo de fase.



L = Longitud de la línea (km)

Teniendo en cuenta que:

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

donde:

P = Potencia transportada (kW)

U = Tensión compuesta de la línea (kV)

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

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

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

Los valores de la resistencia y la reactancia se obtienen en los apartados 1.6.1.3 y 1.6.1.4 respectivamente.

Para el cálculo de la caída de tensión que se muestra a continuación, se ha utilizado el valor de la reactancia de la bóveda B-2, por ser el armado más habitual en suspensión simple circuito.

En la siguiente tabla se muestran los valores de caída de tensión a 50 °C para los conductores y tensiones en función de la potencia (P) y de la longitud del tramo de línea (L):

Tabla 24

Conductor	Tensión (kV)	Caída de tensión ($\Delta U\%$)		
		$\cos \phi = 0,8$	$\cos \phi = 0,9$	$\cos \phi = 1$
LA-56	15	4,424E-04·P·L	3,938E-04·P·L	3,054E-04·P·L
	20	2,488E-04·P·L	2,215E-04·P·L	1,718E-04·P·L
LA-110	15	2,817E-04·P·L	2,361E-04·P·L	1,529E-04·P·L
	20	1,585E-04·P·L	1,328E-04·P·L	8,603E-05·P·L

En el Anexo IT.08013-AX.02, apartado 1, se incluye el gráfico que permite determinar la caída de tensión, en función del momento del transporte P·L, para diferentes valores de $\cos \phi$.



1.6.1.6. Potencia a transportar

La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible del conductor, y por la caída de tensión máxima que, en general, no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia de transporte de una línea trifásica, limitada por la intensidad máxima admisible será:

$$P_{max} = \sqrt{3}UI_{max} \cos \varphi_m \text{ (kW)}$$

donde:

P_{max} = Potencia máxima que puede transportar la línea (kW)

U = Tensión nominal compuesta de la línea (kV)

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor según Tabla 25 a 50°C (A)

$\cos \varphi_m$ = Factor de potencia medio de las cargas receptoras

Tabla 25

Conductor	Tensión (kV)	I_{max} (A)	P_{max} (kW)		
			$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
LA-56	15	199	4.143	4.661	5.179
	20		5.524	6.215	6.906
LA-110	15	318	6.610	7.437	8.263
	20		8.814	9.916	11.017

La potencia que podrá transportar la línea dependiendo de la longitud y caída de tensión será:

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

Operando para los distintos niveles de tensión y conductores se obtiene:

Tabla 26

Conductor	Tensión (kV)	Potencia a transportar (kW)		
		$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
LA-56	15	$2261 \cdot \Delta U \% / L$	$2539 \cdot \Delta U \% / L$	$3275 \cdot \Delta U \% / L$
	20	$4019 \cdot \Delta U \% / L$	$4514 \cdot \Delta U \% / L$	$5821 \cdot \Delta U \% / L$
LA-110	15	$3550 \cdot \Delta U \% / L$	$4236 \cdot \Delta U \% / L$	$6538 \cdot \Delta U \% / L$
	20	$6311 \cdot \Delta U \% / L$	$7530 \cdot \Delta U \% / L$	$11624 \cdot \Delta U \% / L$

Estas funciones se han representado en los gráficos que figuran en el Anexo IT.08013-AX.02, apartado 2, para diferentes valores de caída de tensión.



1.6.1.7. Pérdidas de potencia

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

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

donde:

ΔP = Pérdidas de potencia (W)

R = Resistencia del conductor en (Ω/km)

L = Longitud de la línea (km)

I = Intensidad de la línea (A)

Teniendo en cuenta que:

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

donde:

P = Potencia (kW)

U = Tensión compuesta (kV)

$\cos \phi$ = Factor de potencia de la línea.

Se llega a la conclusión de que la pérdida de potencia en tanto por ciento será:

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

donde cada variable se expresa en las unidades expuestas.

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes de pérdida de potencia a 50 °C en función de la potencia y de la distancia, para las tensiones objeto de este proyecto y para varios valores del factor de potencia:

Tabla 27

Conductor	Tensión (kV)	Pérdida de potencia		
		$\cos \phi = 0,8$	$\cos \phi = 0,9$	$\cos \phi = 1$
LA-56	15	4,772E-04·P·L	3,770E-04·P·L	3,054E-04·P·L
	20	2,684E-04·P·L	2,121E-04·P·L	1,718E-04·P·L
LA-110	15	2,390E-04·P·L	1,888E-04·P·L	1,529E-04·P·L
	20	1,344E-04·P·L	1,062E-04·P·L	8,603E-05·P·L



En el Anexo IT.08013-AX.02, apartado 3 de este documento se adjuntan los gráficos de las pérdidas de potencia.

1.6.2. Cálculos mecánicos

1.6.2.1. Conductores

Este apartado se refiere al estudio de las condiciones en que deben tenderse los conductores, teniendo en cuenta que de ellas depende:

- La flecha que tomarán los conductores en los diferentes vanos y en las distintas hipótesis de flecha máxima fijadas en el apartado 3.2.3 del ITC-LAT 07.
- La tensión mecánica a que se verán sometidos los conductores al cambiar las condiciones ambientales en las distintas hipótesis de tracción máxima fijadas en el apartado 3.2.1. del ITC-LAT 07.
- El comportamiento de los conductores frente a la posible aparición de vibraciones descrito en el apartado 3.2.2 del ITC-LAT 07.

Las hipótesis de sobrecarga que deberán considerarse para el cálculo de la tensión máxima, serán las definidas por ITC-LAT 07. En el caso de que puedan preverse acciones más desfavorables que las indicadas en este apartado, el proyectista deberá adoptar de modo justificativo valores distintos a los establecidos.

Se calcularán asimismo las flechas máximas en las hipótesis indicadas en la tabla siguiente:

Tabla 28

Hipótesis		Zona A	Zona B	Zona C
Tracción máxima	Tracción máxima Viento	-5°C + Viento de 120km/h	-10°C + Viento de 120km/h	-15°C + Viento de 120km/h
	Tracción máxima Hielo	No aplica	-15°C + Hielo	-20°C + Hielo
Flecha máxima	Hipótesis de Viento	+15°C + Viento de 120km/h		
	Hipótesis de Hielo	0°C	0°C + Hielo	0°C + Hielo
	Hipótesis de Temperatura	+50°C		

1.6.2.1.1. Tablas de cálculo mecánico

La ecuación del cambio de condiciones permite calcular la tensión a que estará sometido un conductor en unas condiciones determinadas de temperatura y



sobrecarga, partiendo de una tensión fijada previamente para otras condiciones iniciales de temperatura y sobrecarga.

Estas condiciones de partida se fijan teniendo en cuenta conjuntamente los límites estático y dinámico, definidos más adelante en el presente apartado, de forma que la situación inicial será la que establezca las condiciones más desfavorables.

Las tablas de cálculo mecánico de conductores se determinarán mediante la ecuación de cambio de condiciones para vano nivelado:

$$T_2^3 + T_2^2 \cdot \left(\alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) \cdot S \cdot E + \frac{a^2 \cdot m_1^2 \cdot p^2 \cdot S \cdot E}{24 \cdot T_1^2} - T_1 \right) = \frac{a^2 \cdot m_2^2 \cdot p^2 \cdot S \cdot E}{24}$$

Y la flecha:

$$f_2 = \frac{T_2}{p \cdot m_2} \left(\frac{e^{+\left(\frac{a \cdot p \cdot m_2}{2 \cdot T_2}\right)} + e^{-\left(\frac{a \cdot p \cdot m_2}{2 \cdot T_2}\right)}}{2} - 1 \right)$$

donde:

a = Vano (m).

E = Módulo elástico (daN/mm²).

S = sección total (mm²).

α = Coeficiente de dilatación (°C⁻¹).

f = Flecha (m).

p = Peso propio del conductor (daN/m).

θ_1 = Temperatura del conductor en las condiciones iniciales (°C).

θ_2 = Temperatura del conductor en las condiciones finales (°C).

T_1 = Tense a que está sometido el conductor en las condiciones iniciales (daN).

T_2 = Tense al que está sometido el conductor en las condiciones finales (daN).

m_1 = Coeficiente de sobrecarga en las condiciones iniciales.

m_2 = Coeficiente de sobrecarga en las condiciones finales.

A continuación se muestra el cálculo de los coeficientes de sobrecarga:



Tabla 29

Zona A			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento (daN/m)	Sobrecarga de Hielo (daN/m)
Tracción máxima de Viento	-5	$\text{Si } d \leq 16\text{mm}$ $p_v = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \cdot d$ $\text{Si } d > 16\text{mm}$ $p_v = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \cdot d$ <p>Entonces :</p> $p_a = \sqrt{p^2 + p_v^2}$ $m = \frac{p_a}{p}$	No aplica
Zona B			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento (daN/m)	Sobrecarga de Hielo (daN/m)
Tracción máxima de Viento	-10	$\text{Si } d \leq 16\text{mm}$ $p_v = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \cdot d$ $\text{Si } d > 16\text{mm}$ $p_v = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \cdot d$ <p>Entonces :</p> $p_a = \sqrt{p^2 + p_v^2}$ $m = \frac{p_a}{p}$	No aplica
Tracción máxima de hielo	-15	No aplica	$p_h = 0,18 \cdot \sqrt{d}$ $p_a = p + p_h$ $m = \frac{p_a}{p}$



Tabla 30

Zona C			
Hipótesis	Temperatura (°C)	Sobrecarga de Viento (daN/m)	Sobrecarga de Hielo (daN/m)
Tracción máxima de Viento	-15	$\text{Si } d \leq 16\text{mm}$ $p_v = 60 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \cdot d$ $\text{Si } d > 16\text{mm}$ $p_v = 50 \cdot \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 \cdot d$ <p>Entonces:</p> $p_a = \sqrt{p^2 + p_v^2}$ $m = \frac{p_a}{p}$	No aplica
Tracción máxima de hielo	-20	No aplica	$p_h = 0,36 \cdot \sqrt{d}$ $p_a = p + p_h$ $m = \frac{p_a}{p}$

donde:

p_a = Peso aparente del conductor en condiciones de sobrecarga (daN/m).

p_v = Sobrecarga del viento sobre el conductor (daN/m).

p_h = Sobrecarga de hielo sobre el conductor (daN/m).

p = Peso propio del conductor (daN/m).

d = Diámetro del conductor, en mm, para el cálculo de la sobrecarga de hielo y en m para el cálculo de la sobrecarga de viento.

Si no existe sobrecarga, este coeficiente tendrá, evidentemente, el valor unidad.

Sustituyendo los valores en las condiciones iniciales se llega a ecuaciones en función de θ_2 , T_2 y m_2 . De esta forma, para cada θ_2 y m_2 determinados, se obtiene T_2 y f_2 .

De acuerdo con lo expuesto se llega a las tablas de valores que se adjuntan en el Anexo IT.08013-AX.02, apartado 4.

Límite estático

En condiciones de tracción máxima el coeficiente de seguridad a la rotura no debe ser inferior a 3.

Con ello se fijan los tenses máximos siguientes:



Tabla 31

Conductor	Carga rotura (daN)	Tensión máxima horizontal (daN)	c.s.
LA-56	1629	525	3,10
LA-110	4317	1392	3,10

En el caso del LA-110 se consideran además unos tenses reducidos que se podrán utilizar en función del trazado de cada línea.

Tabla 32

Conductor	Carga de rotura (daN)	Tense reducido 1 (daN)	c.s.	Tense reducido 2 (daN)	c.s.	Tense reducido 3 (daN)	c.s.
LA-110	4317	1200	3,60	1000	4,32	700	6,17

Al ser la tensión nominal de las líneas inferior a 66 kV, y con conductores de carga de rotura inferior a 6600 daN, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión y amarre, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis, al verificarse simultáneamente las siguientes condiciones, de acuerdo con la ITC-LAT 07:

- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
- Los coeficientes de seguridad de los apoyos y las cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalarán apoyos de anclaje cada 3 km como máximo.

Límite dinámico

A la hora de determinar las tracciones mecánicas de los conductores deberá tenerse en cuenta la incidencia de posibles fenómenos vibratorios que pueden, no solo acortar la vida de los mismos, sino también dar lugar a desgaste y fallos en herrajes y accesorios, e incluso elementos de los apoyos.

a) CHS (Cold Hours Stress).

Es aquel que tiene en cuenta el fenómeno vibratorio eólico del conductor en condiciones mínimas frecuentes de temperatura (-5°C para las zonas establecidas), sin sobrecarga alguna, en las que la tensión no debe superar un porcentaje de la carga de rotura.

Se establece un CHS, para todos los conductores, del 20 %.



b) EDS (Every Day Stress)

Es aquel que tiene en cuenta el fenómeno vibratorio eólico del conductor en condiciones normales frecuentes de temperatura (15 °C para las zonas establecidas), sin sobrecarga alguna, en las que la tensión no debe superar un porcentaje de la carga de rotura.

Se establece un EDS, para todos los conductores, del 15 %.

1.6.2.1.2. Vanos ideales de regulación

El vano ideal de regulación viene dado por la expresión:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

Donde:

a_i = Vanos sucesivos de alineación, entre dos apoyos de amarre consecutivos (m).

a_r = Vano de regulación (m).

Operando de esta forma, se llega al cuadro de valores cuyo formato se adjunta en el Anexo Anexo IT.08013-AX.02, apartado 4, donde además se señalan los tenses correspondientes a las temperaturas de + 50°C (para las Zonas A, B y C) y -5°C (zona A), -15 °C (zona B) y -20°C (zona C), sin actuar sobrecarga alguna.

1.6.2.1.3. Curvas de replanteo

La ecuación que da el valor de la flecha para vanos nivelados es:

$$f = \frac{T}{p \cdot m} \left(\frac{e^{+\left(\frac{a \cdot p \cdot m}{2 \cdot T}\right)} + e^{-\left(\frac{a \cdot p \cdot m}{2 \cdot T}\right)}}{2} - 1 \right)$$

donde:

p = Peso propio del conductor (daN/m).

T =Tense horizontal del conductor (daN), correspondiente al vano de regulación obtenido.

m = Coeficiente de sobrecarga.

a = Vano (m).

Se calcula el valor de T correspondiente al vano de regulación obtenido en las hipótesis siguientes:



- a) Flecha máxima a la temperatura $\theta_2 = +50$ °C, sin sobrecarga.
- b) Flecha máxima a la temperatura $\theta_2 = 0$ °C y sobrecarga de hielo.
- c) Temperatura $\theta_2 = +15$ °C y sobrecarga de viento.
- d) Flecha mínima, sin sobrecarga, a la temperatura θ_2 de:
 - 5 °C para zona A
 - 15 °C para zona B
 - 20 °C para zona C

Obtenido el valor de T para cada hipótesis se determina la flecha “f”. Las curvas de replanteo (de flechas máximas y mínimas) vienen caracterizadas por el parámetro de catenaria $h = T/p_a$.

En el Anexo IT.08013-AX.02, apartado 4 se incluyen los parámetros de flechas máximas y mínimas dentro de las tablas de cálculo mecánico de los conductores.

1.6.2.1.4. Tablas de regulación

Se calcularán las flechas con las que debe ser instalado el conductor en función de la temperatura y sin sobrecarga.

A diferencia de la tabla de tendido, se tendrá en cuenta el desnivel existente entre los apoyos que constituyen cada vano.

Dichas flechas, se obtienen mediante la expresión:

$$f = H \cdot \cosh\left(\frac{X_m}{H}\right) \cdot \left(\cosh\frac{a}{2 \cdot H} - 1\right)$$

Siendo:

f = Flecha (m).

H = parámetro de la catenaria (m).

a = Longitud del vano proyectado (m).

$$X_m = \frac{X_s + X_l}{2}$$

donde:

X_s = Abscisa del apoyo superior (m).

X_l = Abscisa del apoyo inferior (m).

Los valores de X_s y X_l vienen dados por las expresiones:



$$X_l = H \cdot \left(\operatorname{arcsen} \left(\frac{\frac{d}{H}}{\sqrt{\operatorname{senh}^2\left(\frac{a}{H}\right) - \left(\operatorname{cosh}\left(\frac{a}{H}\right) - 1\right)^2}} \right) - \operatorname{arctan} g \left(\frac{\operatorname{cosh}\left(\frac{a}{H}\right) - 1}{\operatorname{senh}\left(\frac{a}{H}\right)} \right) \right)$$

$$X_s = a + X_l$$

Siendo d el desnivel entre los apoyos en m.

En caso de no necesitarse gran precisión en el cálculo, las fórmulas anteriores pueden sustituirse por la expresión:

$$f = \frac{b^2 \cdot p_a}{8 \cdot T_m}$$

donde:

p_a = Peso aparente del conductor (daN/m).

T_m = Tense a que está sometido el conductor en el centro del vano (daN).

b = distancia entre los puntos de sujeción del conductor (m).

1.6.2.2. Apoyos

Los esfuerzos mecánicos que los conductores transmiten a los apoyos, para líneas de un circuito, son los que se determinan a continuación.

1.6.2.2.1. Esfuerzos por desequilibrios de tracciones

De acuerdo con el apartado 3.1.4. del ITC LAT 07, los esfuerzos que se presentan por este concepto son:

Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión

Se considera un esfuerzo longitudinal equivalente al 8% de las tracciones unilaterales de todos los conductores. Este esfuerzo se podrá considerar distribuido en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores.

En apoyos de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

$$E_d = n \cdot T_{max} \cdot \frac{8}{100} \text{ (daN)}$$

Siendo:

E_d : Desequilibrio de tracciones sobre el apoyo.

n : número de conductores en el apoyo.

T_{max} : Tracción máxima horizontal del conductor.



Al utilizarse cadena de suspensión, estos valores pueden reducirse a los que figuran en el estudio analítico realizado en el apartado 1.6.2. del presente documento.

Se podrán realizar ángulos con cadenas de suspensión siempre que el armado lo soporte, pudiendo llegar a un ángulo máximo de 5 grados centesimales.

Desequilibrio en apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de amarre

Se considera un esfuerzo longitudinal equivalente al 15% de las tracciones unilaterales de todos los conductores. Este esfuerzo se podrá considerar distribuido en el eje del apoyo a la altura de los puntos de fijación de los conductores.

En apoyos de ángulo con cadenas de aislamiento de amarre se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

$$E_d = n \cdot T_{max} \frac{15}{100} \text{ (daN)}$$

siendo:

T_{max} = Tracción máxima horizontal del conductor, de entre los tenses de cada uno de los cantones contiguos al apoyo en cálculo.

En apoyos de anclaje

Se considera un esfuerzo equivalente al 50% de las tracciones unilaterales de los conductores, aplicadas de forma análoga a los apoyos de alineación y ángulo.

$$E_d = n \cdot T_{max} \frac{50}{100} \text{ (daN)}$$

siendo:

T_{max} = Tracción máxima horizontal del conductor, de entre los tenses de cada uno de los cantones contiguos al apoyo en cálculo.

En apoyos de final de línea

Se considera un esfuerzo igual al 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor.

Desequilibrios muy pronunciados en apoyos

En apoyos donde se tenga un desequilibrio muy pronunciado en vanos contiguos, deberá analizarse el desequilibrio de las tensiones de los conductores en las condiciones más desfavorables de los mismos. Si el resultado de este análisis fuera más desfavorable que los valores fijados anteriormente, se aplicarán los valores resultantes de este análisis.



1.6.2.2.2. Esfuerzos longitudinales por rotura de conductores

Se considerará la rotura de uno de los conductores de una sola fase por apoyo, independientemente del número de circuitos que estén instalados en él. Este esfuerzo se considerará aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

En apoyos de alineación y ángulo

De acuerdo con el apartado 3.5.3. del ITC-LAT 07, se puede prescindir de la consideración de esta hipótesis, si se trata de una línea de tensión menor de 66kV con conductor de carga de rotura inferior a 6.600 daN y verificándose las siguientes condiciones simultáneamente:

- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalarán apoyos de anclaje cada 3 km como máximo.

En el caso de ser de aplicación por el incumplimiento de alguna de estas condiciones, los requisitos en cuanto a la rotura de conductores en este tipo de apoyos están indicados en el apartado 3.1.5. de la ITC-LAT 07.

En apoyos de anclaje y final de línea

Los requisitos en cuanto a la rotura de conductores en este tipo de apoyos están indicados en el apartado 3.1.5. de la ITC-LAT 07.

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

En apoyos de anclaje con ángulo se valorará, además del esfuerzo de torsión, el esfuerzo de ángulo creado por el ángulo en su punto de aplicación.

1.6.2.2.3. Cargas debidas al peso propio, sobrecarga de hielo y carga máxima vertical

Teoría del Gravivano

Se denomina gravivano, a la longitud de vano que hay que considerar para determinar la acción del peso que los conductores transmiten al apoyo.

Dicha longitud viene determinada por la distancia horizontal que existe entre los vértices de las catenarias de los vanos adyacentes al apoyo.

En la Figura 7, se pueden observar los valores que intervienen en la determinación del cálculo del gravivano en un apoyo.

El vértice de la catenaria modifica su situación con respecto a cada apoyo en función del parámetro de la catenaria, que se conoce, de acuerdo con el apartado



1.6.2, que varía con la temperatura y con el coeficiente de sobrecarga en cada hipótesis.

Se debe determinar para cada hipótesis el valor del gravivano que carga sobre cada apoyo.

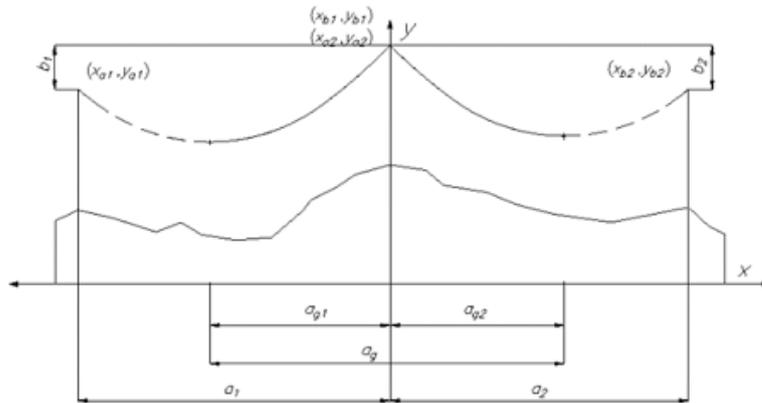


Figura 7

En los apoyos de anclaje se tendrá presente la diferencia del parámetro de la catenaria en cada semigravivano.

$$a_g = a_{g1} + a_{g2} \quad (\text{m})$$

$$a_{g1} = a_1 - H_1 \left(\operatorname{argth} \frac{\left(ch \frac{a_1}{H_1} \right) - 1}{sh \frac{a_1}{H_1}} - \operatorname{argsh} \frac{\frac{b_1}{H_1}}{\sqrt{sh^2 \frac{a_1}{H_1} - \left(\left(ch \frac{a_1}{H_1} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

$$a_{g2} = H_2 \left(\operatorname{argth} \frac{\left(ch \frac{a_2}{H_2} \right) - 1}{sh \frac{a_2}{H_2}} - \operatorname{argsh} \frac{\frac{b_2}{H_2}}{\sqrt{sh^2 \frac{a_2}{H_2} - \left(\left(ch \frac{a_2}{H_2} \right) - 1 \right)^2}} \right)$$

Siendo el criterio de signos para b_1 y b_2 el siguiente:

$$b_1 > 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} > 0$$

$$b_1 < 0 \quad \text{si } y_{b1} - y_{a1} < 0$$



$$b_2 > 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} > 0$$

$$b_2 < 0 \quad \text{si } y_{b2} - y_{a2} < 0$$

Conocido el gravivano se determinarán los esfuerzos verticales que el conductor y el cable transmiten sobre cruceta.

$$P = P_A + P_B \quad (\text{daN})$$

$$P = p_a \left(H_1 \frac{sh \frac{a}{H_1}}{H_1} + H_2 \frac{sh \frac{a}{H_2}}{H_2} \right) \quad (\text{daN})$$

siendo:

P: Esfuerzo vertical que el cable o conductor transmite a la cruceta (daN).

P_A : Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano anterior al apoyo transmite a la cruceta (daN).

P_B : Esfuerzo vertical que el cable o conductor del vano posterior al apoyo transmite a la cruceta o cúpula de tierra (daN).

p_a : Peso aparente del cable o conductor (daN/m). En el caso de hipótesis de viento, el peso aparente coincide con el peso propio.

a_g : Gravivano del cable o conductor (m).

H_1 : Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano anterior al apoyo (m).

H_2 : Parámetro de la catenaria del cable o conductor en el vano posterior al apoyo (m).

Cargas permanentes

Se consideran las cargas debidas al peso propio de los distintos elementos, y correspondientes a cada hipótesis:

- Peso del conductor.
- Peso cadenas de aisladores.

En la Tabla 33 pueden verse los pesos aproximados de las cadenas utilizadas.



Tabla 33

Cadena	Aislador Polimérico	Aislador polimérico avifauna
Suspensión	3,40 daN	-
Amarre	3,90 daN	3,90 daN

Sobrecargas motivadas por el hielo.

De acuerdo con el apartado 3.1.3. del ITC-LAT 07 y tal como se indica en la Tabla 28 del presente proyecto tipo, los conductores en las zonas de cálculo B y C, se consideran sometidos a una sobrecarga por manguito de hielo, cuyo valor es:

$$\text{Zona B: } p_h = 0,18 \cdot \sqrt{d} \quad (\text{daN/m})$$

$$\text{Zona C: } p_h = 0,36 \cdot \sqrt{d} \quad (\text{daN/m})$$

siendo d el diámetro del conductor (mm).

Dando valores se obtiene la Tabla 34.

Tabla 34

Conductor	Carga vertical ($p_a = p + p_h$) (daN/m)	
	Zona B	Zona C
LA-56	$p_h = 0,553$ $p_a = 0,739$	$p_h = 1,107$ $p_a = 1,293$
LA-110	$p_h = 0,673$ $p_a = 1,098$	$p_h = 1,347$ $p_a = 1,772$

donde p es el peso de cada conductor (daN/m)

De acuerdo con los datos relacionados y encontrando el valor del gravivano correspondiente a las condiciones de cada hipótesis se confeccionará un cuadro con el formato que se adjunta en el Anexo.

1.6.2.2.4. Esfuerzos horizontales

Teoría del Eolovano

Se define el eolovano como la longitud de vano horizontal a considerar para la determinación del esfuerzo que, debido a la acción del viento sobre los conductores, transmiten éstos al apoyo. Esta longitud queda determinada por la semisuma de los vanos contiguos al apoyo.

En apoyos de alineación



Los esfuerzos horizontales debidos a la acción del viento sobre los tres conductores, en función del eolovano, se determinan, de acuerdo con el apartado 3.1.2. del ITC-LAT 07, mediante la expresión:

$$E_h = n \cdot q \cdot d \cdot 10^{-3} \cdot a_e \quad (\text{daN})$$

donde:

n = número de conductores

d = Diámetro del conductor (mm)

a_e = Eolovano (m)

q = presión de viento

Para conductores $d \leq 16$ mm y viento de 120 km/h,
q = 60 (daN/m²)

Para conductores $d > 16$ mm y viento de 120 km/h,
q = 50 (daN/m²)

En apoyos de ángulo

a) Hipótesis de viento.

Los esfuerzos horizontales debidos a la acción del viento en apoyos de ángulo, considerando la hipótesis de viento a la temperatura correspondiente a cada zona y en función del ángulo (α) de la línea y del eolovano es, para tres conductores:

La presión de viento en los conductores se considerará que causa fuerzas transversales a la dirección de la línea.

$$E_h = n \cdot \left(2 \cdot T_v \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) + q \cdot d \cdot 10^{-3} \cdot a_e \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right) \quad (\text{daN})$$

Siendo:

n = número de conductores

T_v = Tense máximo de los dos cantones, en la citada hipótesis (daN/m)

a_e = Eolovano (m)

d = Diámetro del conductor (mm)

α = Angulo de desviación de la línea

q = presión de viento

Para conductores $d \leq 16$ mm y viento de 120 km/h,
q = 60 (daN/m²)

Para conductores $d > 16$ mm y viento de 120 km/h,
q = 50 (daN/m²)

b) Hipótesis de hielo



El esfuerzo horizontal, en la hipótesis de hielo a -15°C de temperatura para zona B y -20°C para zona C, en función del ángulo de la línea es, para tres conductores:

$$E_h = n \cdot 2 \cdot T_{max} \cdot \text{sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) (\text{daN})$$

Siendo:

n = número de conductores.

T_{max} = Tense máximo de los dos cantones, en la citada hipótesis (daN/m).

1.6.2.2.5. Coeficientes de seguridad

El coeficiente de seguridad en apoyos y crucetas metálicas no será inferior a 1,5 en hipótesis normales (1ª y 2ª hipótesis) y a 1,2 en hipótesis anormales (3ª y 4ª hipótesis) respecto al límite de fluencia.

Elementos de hormigón armado. El coeficiente de seguridad a la rotura de los apoyos y elementos de hormigón armado en las hipótesis normales de carga (1ª y 2ª) corresponderá a lo establecido en la norma **UNE 207016** (c.s.=2,25). Para las hipótesis anormales (3ª y 4ª) dicho coeficiente de seguridad podrá reducirse en un 20%.

Estos coeficientes de seguridad se verán aumentado un 25 % en aquellos apoyos que intervengan en cruzamientos con vías de comunicación (apartado 5.3. de Prescripciones especiales, de la ITC-LAT 07 del RD 223/2008).

En apoyos de suspensión y amarre en los que se prescinda del cálculo de la 4ª hipótesis, por cumplirse los requisitos del apartado 3.5.3 de la ITC-LAT 07, la 3ª hipótesis tendrá el mismo coeficiente de seguridad que las hipótesis normales. (P.ej: en un apoyo metálico de suspensión en el que se prescinda del cálculo de la 4ª hipótesis, el coeficiente de seguridad del apoyo para la 1ª, 2ª y 3ª hipótesis sería 1,5. Si además dicho apoyo estuviese en un vano con un cruzamiento con otra línea, el coeficiente de seguridad se incrementaría un 25% de manera que para la 1ª, 2ª y 3ª hipótesis sería 1,875).

1.6.2.2.6. Cálculo analítico de esfuerzos por desequilibrio de tracciones en apoyos de alineación con cadenas de aisladores de suspensión.

Según el apartado 3.1.4.1. de la ITC-LAT 07, para el cálculo de los esfuerzos por desequilibrios de tracciones en apoyos de alineación y ángulo, en el caso de realizarse un estudio analítico completo de los posibles desequilibrios de las tensiones de los conductores, podrá sustituirse el valor referido en el apartado 1.6.2.2.1 por los valores resultantes del análisis.



El presente estudio tiene por finalidad la obtención de los valores de los esfuerzos que se ejercen sobre los apoyos de alineación, con aislamiento suspendido y ubicados en líneas con conductor LA-110, motivados por los distintos tenses de los vanos adyacentes a dicho apoyo en las diferentes condiciones de temperatura y sobrecarga.

El estudio se realiza en las condiciones más desfavorables, es decir, para una línea construida, situada en zona C.

Método de cálculo: El cálculo del desequilibrio de tracciones se realiza desarrollando los siguientes apartados:

- a) Se considera inmóvil la cadena de suspensión y se calculan los tenses a los que está sometido el conductor en cada vano, en función de las diferentes condiciones de temperatura y sobrecarga.
- b) Dejando móvil la cadena de suspensión, se calcula la variación de los tenses a partir de los valores del apartado anterior, y el desplazamiento experimentado por la cadena de suspensión.

De acuerdo con la Figura 8, las ecuaciones que nos relacionan la variación de los tenses con el desplazamiento de la cadena son:

$$-\mu = \frac{100 \cdot p_1^2 \cdot a_1^3}{24} \left(\frac{1}{T_{1f}^2} - \frac{1}{T_1^2} \right) + 100 \cdot a_1 \cdot \left(\frac{T_1 - T_{1f}}{E \cdot S} \right)$$

$$\mu = \frac{100 \cdot p_2^2 \cdot a_2^3}{24} \left(\frac{1}{T_{2f}^2} - \frac{1}{T_2^2} \right) + 100 \cdot a_2 \cdot \left(\frac{T_2 - T_{2f}}{E \cdot S} \right)$$

$$(T_{2f} - T_{1f}) = P \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

$$\mu = L \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

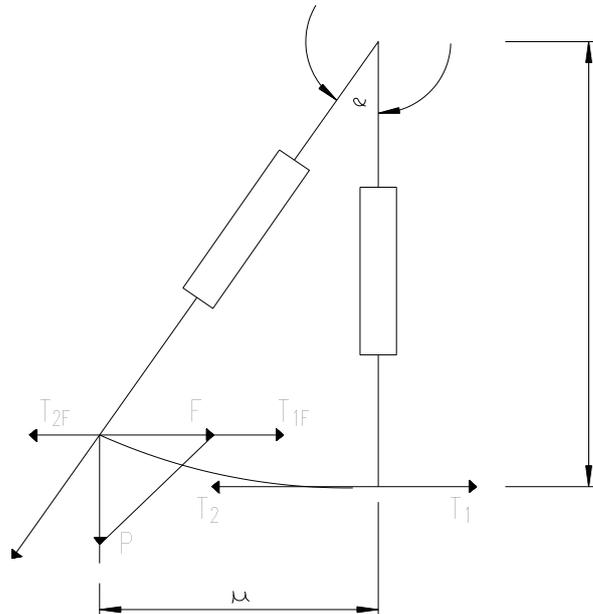


Figura 8

Por lo tanto:

$$\mu = \frac{L}{P} \cdot (T_{2f} - T_{1f})$$

donde:

μ = Desplazamiento horizontal de la cadena de suspensión (cm)

T_{1f}, T_{2f} = Tense final del conductor (daN)

P = Carga vertical sobre la cadena debido al peso aparente del conductor (daN).

α = Angulo de oscilación de la cadena.

L = Longitud de la cadena, aprox. $L = 60 \text{ cm}$.

F = Desequilibrio final de tracciones.

E = Módulo de elasticidad (daN/mm^2)

S = Sección del conductor (mm^2)

c) La diferencia de los tenses resultantes da el valor del desequilibrio de tracciones por fase. Este desequilibrio puede ser extrapolado a



un esfuerzo total en el apoyo multiplicado por el número de conductores.

- d) Para los vanos empleados en el cálculo se podrá considerar la simplificación; $\text{sen}\alpha = \text{tg}\alpha$.

Datos de partida

Tabla 35

Datos de partida	
Conductor	LA-110
Apoyo	Hormigón Armado o metálico
Aislamiento	Cadena de suspensión con nivel de aislamiento tipo II (CS-16)
Vanos	$a_1 = 80$ m $a_2 = 260$ m
Desnivel	$d=0$ m
Zona	C
Temperatura de tendido	$\phi_0 = 15^\circ\text{C}$
Tense máximo	1.392 daN

Variación del tense en función de las variaciones de temperatura y sobrecarga

Los siguientes valores se obtienen de las tablas de tendido a partir de las condiciones iniciales. Estas tablas se adjuntan en el Anexo 01.1.4 del presente documento.

La Tabla 36 muestra los tenses para las siguientes hipótesis:

- Hipótesis 1: -20°C + hielo.
- Hipótesis 2: -15°C + viento.
- Hipótesis 3: 50°C .
- Hipótesis 4: 0°C + hielo.
- Hipótesis 5: 0°C .



Tabla 36

Vano	Hipótesis					
	(1) - 20°C+ H	(2) -15°C+V	(3) 50°C	(4) 0°C+H	(5) 0°C	(5)+(4) Combinada
Peso conductor	1,762 daN/m	0,926 daN/m	0,425 daN/m	1,762 daN/m	0,425 daN/m	-
$a_1 = 80 \text{ m}$	1.392 daN	1091,8 daN	307 daN	1199,9 daN	740,9 daN	740,9 daN
$a_2 = 260 \text{ m}$	1.392 daN	789,5 daN	330,1 daN	1347,3 daN	365,1 daN	1347,3 daN
Desequilibrio	0 daN	302,3 daN	23,1 daN	147,4 daN	375,8 daN	606,4 daN

La hipótesis combinada (5) + (4), sería la correspondiente a las condiciones de temperatura de 0°C, actuando la sobrecarga del manguito de hielo en el vano de 260 m, y encontrándose el vano de 80 m limpio de hielo, es decir, actuando en este último como sobrecarga únicamente el peso propio del conductor.

Variación de los tenses en función del desplazamiento de la cadena

Dando valores resulta:

a) Hipótesis 1:

$$-\mu = \frac{6698632,5}{T_{1f}^2} + 8,52228 - 0,0086 T_{1f}$$

$$\mu = \frac{229951495}{T_{2f}^2} - 79,7417 - 0,0280 T_{2f}$$

$$\mu = 0,1519(T_{2f} - T_{1f})$$

b) Hipótesis 2:

$$-\mu = \frac{1829282,1}{T_{1f}^2} + 7,8613 - 0,0086 T_{1f}$$

$$\mu = \frac{62795825,7}{T_{2f}^2} - 78,664 - 0,0280 T_{2f}$$

$$\mu = 0,2890(T_{2f} - T_{1f})$$

c) Hipótesis 3:



$$-\mu = \frac{385333,3}{T_{1f}^2} - 1,44646 - 0,0086 T_{1f}$$

$$\mu = \frac{13227770,8}{T_{2f}^2} - 112,161 - 0,0280 T_{2f}$$

$$\mu = 0,6298(T_{2f} - T_{1f})$$

d) Hipótesis 4:

$$-\mu = \frac{6698632,5}{T_{1f}^2} + 5,6735 - 0,0086 T_{1f}$$

$$\mu = \frac{229951495}{T_{2f}^2} - 88,9972 - 0,0280 T_{2f}$$

$$\mu = 0,1519(T_{2f} - T_{1f})$$

e) Hipótesis 5:

$$-\mu = \frac{385333,3}{T_{1f}^2} + 5,6741 - 0,0086 T_{1f}$$

$$\mu = \frac{13227770,8}{T_{2f}^2} - 99,2346 - 0,0280 T_{2f}$$

$$\mu = 0,6298(T_{2f} - T_{1f})$$

f) Hipótesis combinada:

$$-\mu = \frac{385333,3}{T_{1f}^2} + 5,6741 - 0,0086 T_{1f}$$

$$\mu = \frac{229951495}{T_{2f}^2} - 88,9972 - 0,0280 T_{2f}$$

$$\mu = 0,189(T_{2f} - T_{1f})$$

Cuadro de los valores resultantes



Tabla 37

Característica	Hipótesis					
	(1) - 20°C+H	(2) 15°C+V	(3) 50°C	(4) 0°C+H	(5) 0°C	(5)+(4) Combinada
T_{1f} ($a_1 = 80$ m)	1392 daN	815 daN	328,1 daN	1324,5 daN	382,2	1295,81
T_{2f} ($a_2 = 260$ m)	1392 daN	802,5 daN	329,2 daN	1338,6 daN	374,2	1323,57
Desplazamiento de la cadena	0 cm	3,61 cm	0,69 cm	2,14 cm	5,6 cm	5,16 cm
Esfuerzo por fase sobre el apoyo	0 daN	12 daN	1 daN	14 daN	8 daN	28 daN
Esfuerzo total sobre el apoyo	0 daN	36 daN	3 daN	42 daN	24 daN	84 daN

El máximo esfuerzo por desequilibrio de tracciones teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 1.6.2.2.1 del presente documento es, para una cadena de suspensión, el 8% de la Tensión de rotura del conductor (Para LA-110 $T(C.S.=3,1)=1.392$), por lo tanto, el apoyo recibirá un esfuerzo de $3 \times 1392 \times 0,08 = 334$ daN, mientras que el mayor valor obtenido en este estudio es 84 daN, es decir, con un apoyo de 250 daN será suficiente para alcanzar la solicitud requerida.

Conclusiones

De los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir:

- En el cálculo mecánico de los apoyos de alineación incluidos en líneas con conductor LA-110, podrá sustituirse el esfuerzo longitudinal equivalente al 8% de las tracciones unilaterales de todos los conductores por los valores resultantes de este estudio.
- La magnitud de los valores manejados nos permite hacer válidas estas conclusiones para cualquier longitud de vanos que se presenten en la práctica.

1.6.2.3. Cimentaciones

Las cimentaciones de todos los apoyos estarán constituidas por monobloques de hormigón, habiéndose verificado al vuelco por la fórmula de Sulzberger con coeficiente de seguridad de 1,5.

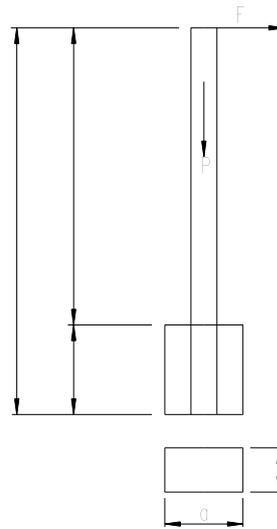


Figura 9

El momento de vuelco viene dado por:

$$M_V = F \cdot \left(H_L + \frac{2}{3} h \right) = F \cdot \left(H - \frac{1}{3} h \right)$$

donde:

M_V = Momento de vuelco (daN x m).

F = Esfuerzo nominal del poste (daN).

H_L = Altura libre del poste (m).

H = Altura del poste (m).

h = Profundidad del macizo (m).

El momento estabilizador se calcula con la siguiente expresión:

$$M_e = \frac{b \cdot h^3}{36} C_t \cdot \text{tg} \alpha + P \cdot a \left(0,5 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{2 \cdot a^3 \cdot C_t \cdot \text{tg} \alpha}} \right)$$

En la cual, el primer término del segundo miembro representa el momento debido a la reacción lateral del terreno, y el 2º término es el momento debido a la reacción vertical del terreno, que se puede simplificar para $\text{tg} \alpha = 0,01$:

$$M_e = 139 \cdot k \cdot a \cdot h^4 + 2200 \cdot a^3 \cdot h \cdot 0,4$$

Para tener una mayor seguridad, la cimentación se diseñará con un coeficiente:

$$C_s = \frac{M_e}{M_V} \geq 1,5$$



donde:

M_e = Momento del fallo al vuelco ó momento estabilizador (daN x m)

C_s = Coeficiente de seguridad.

$a = b$ = Anchura del macizo (supuesto cuadrado) (m)

h = Profundidad del macizo (m)

C_t = Coeficiente de compresibilidad del terreno a t metros de profundidad (kg/m x m²)

k = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (kg/cm² x cm)

P = Peso del conjunto de la cimentación (daN)

Tabla 38

Terreno	k (kg/cm x cm ²)
Arcilla húmeda	3 a 6
Arcilla seca	7 a 8
Tierras sueltas	9 a 10
Tierras compactas	11 a 12
Grava gruesa con arena	13 a 15
Grava gruesa	16 a 18
Roca blanda	19 a 20

En el presente proyecto tipo, se han considerado los siguientes coeficientes de compresibilidad k : 8 kg/cm x cm² para terreno flojo, 12 kg/cm x cm² para terreno normal y 16 kg/cm x cm² para terreno rocoso.

En las tablas del Anexo IT.08013-AX.02, apartado 7 se resumen estas cimentaciones.

En el cálculo de la cimentación descrito anteriormente no se ha tenido en cuenta el momento que resulta del esfuerzo del viento sobre el apoyo. En este sentido hay que indicar que el valor de dicho momento quedaría cubierto al haber considerado un coeficiente de seguridad de 1,5 en lugar de 1, y una tangente de 0,01.



1.6.3. Cálculos de puesta a tierra

1.6.3.1. Dimensionamiento térmico de la línea de tierra

Para verificar la intensidad admisible se calculará según la norma IEC 60724, donde la sección mínima del conductor de puesta a tierra o electrodo de tierra se determina según la expresión siguiente:

$$I = A \cdot \frac{K}{\sqrt{\frac{t_f}{\ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)}}}$$

Donde:

- A: es la sección de la línea de tierra en mm^2
- I: es la corriente, en A (valor eficaz)
- t_f : es la duración de la corriente de falta, en s.
- K: es una constante que depende del material, en $\text{A} \cdot (\text{s}^{1/2}/\text{mm}^2)$
- β : es la inversa del coeficiente de resistencia de temperatura, en $^\circ\text{C}$
- θ_i : es la temperatura inicial en $^\circ\text{C}$
- θ_f : es la temperatura final en $^\circ\text{C}$

El tiempo de duración de la falta para líneas de Media Tensión en instalaciones de UFD es de 0,7 s. Para el dimensionamiento respecto a la resistencia térmica, se considera un tiempo doble al de la actuación de las protecciones de línea.

El factor K es una constante que depende del material, cuyo valor, para el aluminio es: $148 \text{ s}^{1/2}/\text{mm}^2$

El factor β es la inversa del coeficiente de resistencia de temperatura, cuyo valor, para el aluminio es: $228 \text{ }^\circ\text{C}$

La temperatura inicial de las líneas de tierra se establece en 40°C según máxima temperatura ambiente para conductores desnudos no enterrados.

Considerando una temperatura final en régimen de cortocircuito que no supere los 200°C , la intensidad admisible es superior a la que se puede presentar en una falta en la red de neutro aislado.

Tabla 39

Material y sección	K ($\text{A} \cdot \text{s}^{0,5}/\text{m}^2$)	Sección (mm^2)	t_f (s)	θ_i ($^\circ\text{C}$)	θ_f ($^\circ\text{C}$)	β ($^\circ\text{C}$)	I (A)
Al 50 mm^2	148	50	1,4	40	200	228	4.279

Dimensionamiento térmico de la línea de tierra con pararrayos



La intensidad de defecto prevista en la instalación es de 10 kA para un tiempo de descarga de hasta 2.400 μ s. La intensidad admisible por el conductor es superior a 10 kA.

Tabla 40

Material y sección	K ($A \cdot s^{0,5} / m^2$)	Sección (mm^2)	t_f (s)	θ_i ($^{\circ}C$)	θ_f ($^{\circ}C$)	β ($^{\circ}C$)	I (A)
Al 50 mm^2	148	50	0,0024	40	85	228	59.510

1.6.3.2. Dimensionamiento de la puesta a tierra

Los parámetros necesarios para el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra son el valor de la corriente de falta, la duración de la misma y las características del suelo.

1.6.3.3. Características del suelo

La característica del suelo se emplea en el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra, mediante el parámetro ρ_s , que es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

Los valores medios de la resistividad según la naturaleza del terreno se muestran en la Tabla 41.

Tabla 41

Naturaleza del terreno	Valor medio resistividad (Ω/km)
Limo	20 - 100
Humus	10 - 150
Margas y arcillas compactas	100 - 200
Calizas blandas	100 - 300
Arena arcillosa	50 - 500
Arena silíceas	200 - 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 - 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 - 3000
Calizas compactas	1000 - 5000
Pizarras	50 - 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 - 10000
Granitos y gres muy alterados	100 - 600



1.6.3.4. Características de los materiales de puesta a tierra

Los materiales utilizados en la puesta a tierra estarán formados por materiales metálicos en forma de varillas, conductores, chapas, perfiles, herrajes y tornillería que presenten una elevada resistencia a la corrosión por sí mismos.

1.6.3.5. Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica

Para el dimensionamiento de la resistencia térmica de los electrodos y de las líneas de tierra se seguirán los criterios indicados en la ITC-RAT-13.

1.6.3.6. Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas

En los apoyos no frecuentados, el electrodo debe garantizar la actuación de las protecciones, con desconexión automática inmediata, en un tiempo inferior a 1 segundo. Para ello se comprueba que la corriente de defecto en el apoyo es superior que la intensidad de arranque de las protecciones.

Tabla 42

Ajuste de protección de neutro aislado 67 Na	
I _b	0,5 A primarios
I _a	3*I _b
V _b	2,2% U falta franca
V _a	30% U falta franca



Figura 10. Ajuste protecciones MT neutro aislado.

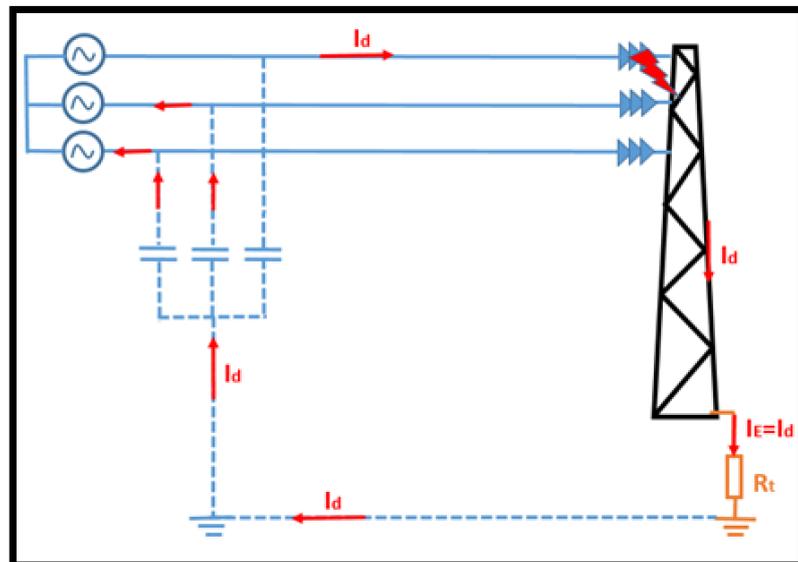


Figura 11. Esquema falta monofásica fase-tierra.

En líneas con neutro aislado, la fórmula que determina la intensidad de falta monofásica fase-tierra en un apoyo es:

$$|I_F| = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U \cdot (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + (\omega \cdot C_a \cdot L_a + \omega \cdot C_c \cdot L_c)^2 \cdot (3 R_t)^2}}$$



donde:

U: tensión de servicio entre fases en voltios.

c: factor de tensión $c = 1,1$, según Norma **UNE-EN 60909-1**, que tiene en cuenta, la variación de la tensión en el espacio y en el tiempo, la tolerancia de la impedancia de puesta a tierra, los cambios eventuales en las conexiones de los transformadores, y el comportamiento subtransitorio de los alternadores y motores.

ω : pulsación eléctrica ($2\pi f$).

C_a : capacidad de las líneas aéreas que parten de la subestación en $\mu\text{F}/\text{km}$. Si no se conoce el valor exacto se puede utilizar $C_a = 0,005 \mu\text{F}/\text{km}$.

L_a : longitud en km de todas la líneas aéreas que parten de la subestación.

C_c : capacidad de las líneas de cables aislados que parten de la subestación en $\mu\text{F}/\text{km}$. Si no se conoce el valor exacto se puede utilizar $C_c = 0,25 \mu\text{F}/\text{km}$.

L_c : longitud en km de todas la líneas con cables aislados que parten de la subestación.

R_t : resistencia de puesta a tierra global del apoyo en el que se produce el defecto. $R_t = \rho \cdot K_r$, siendo ρ la resistividad del terreno y K_r el coeficiente unitario de resistencia de puesta a tierra.

El electrodo horizontal de conductor desnudo de cobre de 50mm^2 de sección y 50cm de longitud con una pica vertical enterrada tiene el siguiente coeficiente unitario de resistencia de puesta a tierra (K_r): $K_r = 0,48059 \Omega/(\Omega \cdot \text{m})$

A continuación se comprueba que actúan las protecciones incluso en una red muy desfavorable en la que la intensidad de defecto a tierra sea mínima (en una red con $L_c = 1,5\text{km}$ y $L_a = 15\text{km}$ y en otra red con $L_c = 0,8\text{km}$ y $L_a = 42\text{km}$).



Tabla 43

Un= 15kV							
L _a (km)	L _c (km)	ρ (W.m)	Kr (W/W.m)	I _d (A)	U _t (V)	2,2%* U _{falta} franca	Cumplimiento actuación protecciones
15	1,5	300	0,48059	4,17	600,7	572	I _a > 1,5A y U _t > 2,2%*U _{falta} franca
15	1,5	1.000	0,48059	4,09	1963,3	572	I _a > 1,5A y U _t > 2,2%*U _{falta} franca
42	0,8	300	0,48059	4,05	583,99	572	I _a > 1,5A y U _t > 2,2%*U _{falta} franca
Un= 20kV							
L _a (km)	L _c (km)	ρ (W.m)	Kr (W/W.m)	I _d (A)	U _t (V)	2,2%* U _{falta} franca	Cumplimiento actuación protecciones
15	1,5	300	0,48059	5,56	800,97	762	I _a > 1,5A y U _t > 2,2%*U _{falta} franca
15	1,5	1.000	0,48059	5,45	2617,79	762	I _a > 1,5A y U _t > 2,2%*U _{falta} franca
42	0,8	300	0,48059	5,30	778,66	762	I _a > 1,5A y U _t > 2,2%*U _{falta} franca

Para apoyos frecuentados, la instalación de puesta a tierra satisface las condiciones del apartado 7.3.4.3 de la ITC-LAT 07 si el aumento del potencial de tierra, U_E , es menor que dos veces la tensión de contacto admisible en la instalación U_c :

$$U_E < 2 \cdot U_c$$

donde:

$$U_E = I_E \cdot R_p$$

siendo:

U_E : Tensión de puesta a tierra

I_E : Corriente de puesta a tierra de la línea que en este proyecto tipo, por no existir cable de tierra, coincide con la intensidad de falta a tierra.



R_p : Resistencia a tierra del apoyo el cual se está dimensionando la puesta a tierra

Si esta condición no es satisfecha, entonces deberá redimensionarse el electrodo de puesta a tierra del apoyo para cumplimiento de las tensiones de paso y contacto aplicadas, hasta que ambos requisitos sean cumplidos.

Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

Esta tensión aplicada se define como tensión de contacto aplicada, U_{ca} , cuyos valores admisibles están en función de la duración de la corriente de falta a la que se somete el cuerpo humano entre la mano y los pies, vienen indicados en la figura 12 y en la Tabla 44 siguientes, de acuerdo a lo recogido en la figura 1 y tabla 18 del apartado 7.3.4.1 de la ITC-LAT 07 respectivamente.

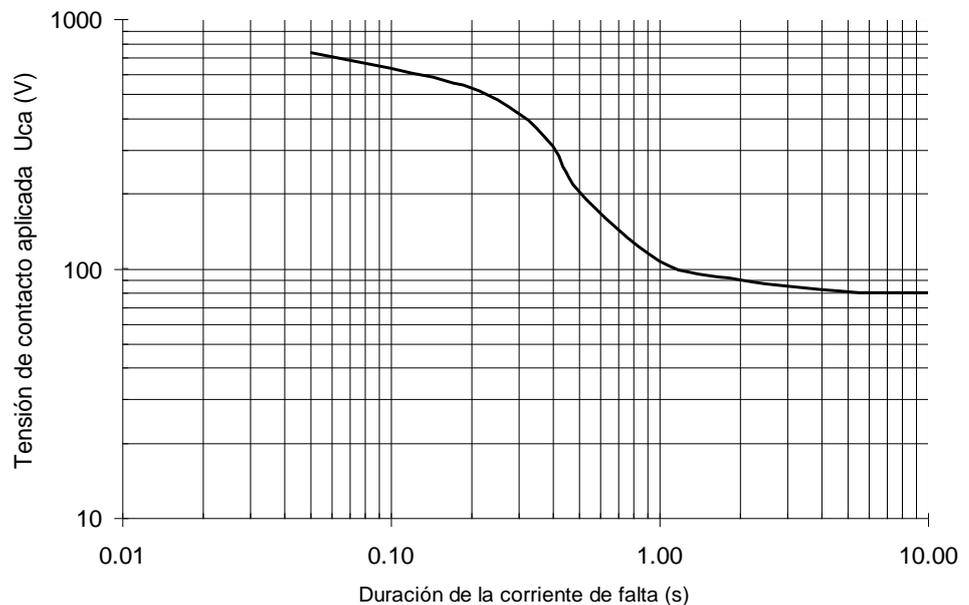


Figura 12



Tabla 44

Duración de la corriente de falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
>10.00	50

Salvo casos excepcionales justificados, no se considerarán tiempos de duración de la corriente de falta inferiores a 0,1 segundos.

Las máximas tensiones de contacto admisibles en la instalación, U_c , se determinan considerando todas las resistencias adicionales que intervienen en el circuito tal y como se muestra en la Figura 13.

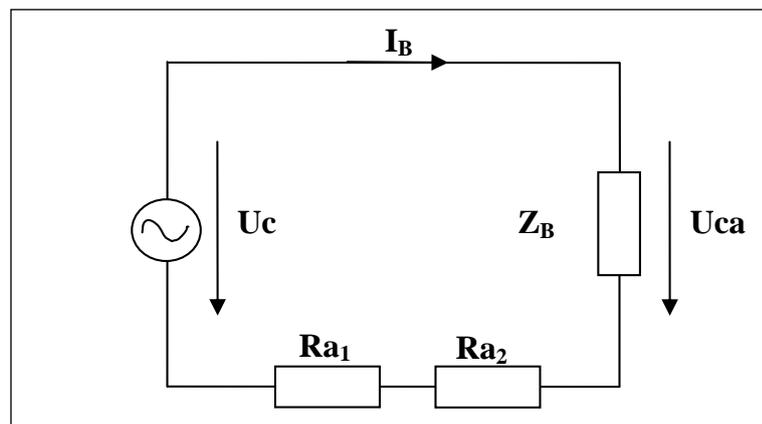


Figura 13

Así, la expresión a emplear para determinar las máximas tensiones de contacto admisibles en la instalación, U_c , es la que a continuación se muestra:

$$U_c = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{Z_b} \right] = U_{ca} \left[1 + \frac{R_{a1} + 1,5\rho_s}{1000} \right]$$

donde:



U_c : Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante).

U_{ca} : Tensión de contacto aplicada admisible (tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies).

Z_B : Impedancia del cuerpo humano.

I_B : Corriente que fluye a través del cuerpo.

R_{a1} : Resistencia de un calzado cuya suela sea aislante (se puede emplear como valor de la resistencia equivalente paralelo del calzado de ambos pies un valor de 1000Ω).

R_{a2} : Resistencia equivalente paralelo a tierra del punto de contacto con el terreno de ambos pies ($R_{a2} = 1,5\rho_S$, donde ρ_S es la resistividad del suelo cerca de la superficie).

Del mismo modo, se respetará una tensión de paso admisible aplicada en la instalación de forma que:

$$U_{pa} = 10 \cdot U_{ca}$$

Para calcular la tensión de paso admisible, U_p , la expresión a emplear será la que a continuación se muestra:

$$U_p = U_{pa} \left[1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 4 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 6\rho_S}{1000} \right]$$

Para la justificación de los electrodos propuestos a utilizar, en el presente proyecto tipo, es necesario especificar los valores de la intensidad máxima de falta a tierra y el tiempo de actuación de las protecciones para dicha falta. Para las características propias de la red de UFD, estos valores son:

$$I_{máx.F} = 250A$$

$$t_F = 0,7s$$

Dada la dificultad para cumplir la tensión de contacto incluso con electrodos más complejos que la pica enterrada verticalmente (con electrodos en forma de anillo con picas), en los apoyos frecuentados se verificará el cumplimiento de la tensión de paso con el electrodo sencillo de un conductor de cobre enterrado horizontal conectado a una pica enterrada verticalmente y se cumplirá la tensión de contacto con una



medida adicional, como un antiescalo aislante o una solera equipotencial (con su mallazo de acero conectado al electrodo).

En la siguiente tabla se recogen los distintos tipos de puesta a tierra en función del tipo de apoyo (frecuentado o no frecuentado). En el caso que se indican dos posibilidades de “Diseño de puesta a tierra”, se considera prioritaria la que está en la celda superior.

Tabla 45

Tipo de apoyo	Material del apoyo	Diseño de puesta a tierra
No frecuentado (con o sin autoválvulas)	Hormigón / Metálico	Pica de 2m
Frecuentado (con o sin autoválvulas) con medida adicional para cumplir tensión de contacto	Hormigón / Metálico	Pica de 2m + Antiescalo aislante **
		Pica de 2m. + Solera equipotencial con mallazo metálico conectado al electrodo + antiescalo metálico *
Frecuentado (con o sin autoválvulas) sin medida adicional para cumplir tensión de contacto	Hormigón / Metálico	Anillo de conductor de cobre 50 mm ² con 4 picas en los vértices

* En apoyos de chapa/hormigón el propio apoyo puede hacer esta función antiescalada o se cegarán sus alveolos.

** El antiescalo aislante se empleará como medida adicional para el cumplimiento de la tensión de contacto prioritariamente respecto al conjunto: solera+antiescalo metálico.

Para obtener los valores característicos de la tensión de paso en apoyos frecuentados para el electrodo en forma de conductor desnudo en disposición horizontal conectado a una pica enterrada vertical, es necesario determinar los siguientes coeficientes:

- K_r : coeficiente de resistencia del electrodo, en $\Omega/(\Omega.m)$
- K_{pt-t} : coeficiente de tensión de paso terreno-terreno, en $V/(\Omega.m).A$
- K_{pa-t} : coeficiente de tensión de paso acera-terreno, en $V/(\Omega.m).A$

Los coeficientes anteriores, K_{pt-t} y K_{pa-t} , se corresponden con las tensiones de paso U_{pt-t} y U_{pa-t} , y se han obtenido mediante un programa de cálculo basado en el método de Howe (Método recogido en documento UNESA “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría”).

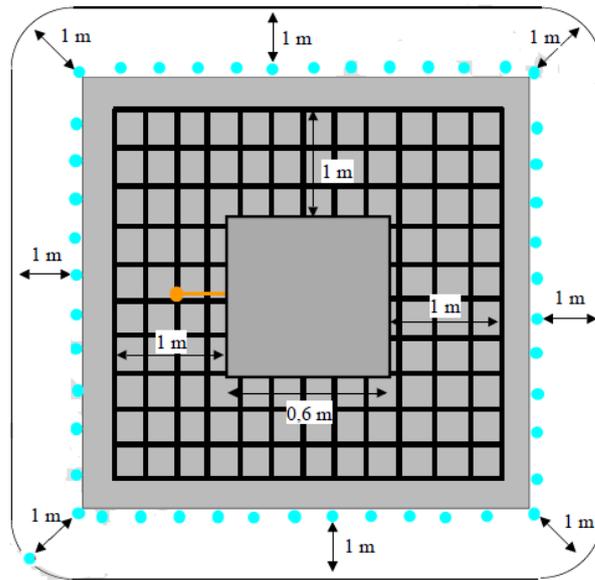


Figura 14. Puntos de cálculo de la tensión de paso con los dos pies en el terreno.

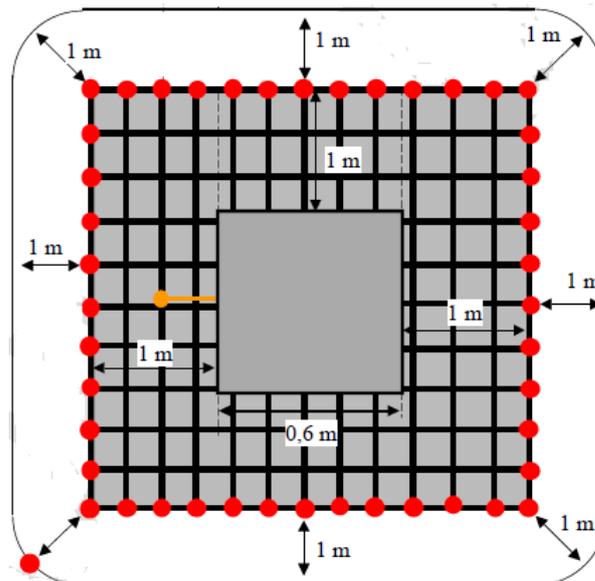


Figura 15. Puntos de cálculo de la tensión de paso con un pie en la acera y otro en el terreno.

Los coeficientes característicos K_r , K_{pt-t} y K_{pa-t} del electrodo tipo, formado por 50 cm de conductor desnudo de cobre de 50 mm^2 , enterrado a 0,5 m de profundidad unido a una pica enterrada vertical, con solera equipotencial como medida adicional para el cumplimiento de la tensión de contacto, se muestran en la siguiente tabla.



Tabla 46

Dimensiones de la cimentación (m x m)	Electrodo	Coficiente de resistencia K_r $\left(\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}\right)$	Coficiente de tensión de paso terreno-terreno K_{pt-t} $\left(\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A}\right)$	Coficiente de tensión de paso acera-terreno K_{pa-t} $\left(\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A}\right)$
0,6 x 0,6	50cm de conductor de cobre 50mm ² y pica vertical. Solera equipotencial conectada al electrodo	0,48059	0,04666	0,43625
1,4 x 1,4		0,48059	0,04666	0,44195
2,3 x 2,3		0,48059	0,04666	0,44704

Los coeficientes característicos K_r , K_{pt-t} y K_{pa-t} del electrodo tipo, formado por 50 cm de conductor desnudo de cobre de 50 mm², enterrado a 0,5 m de profundidad, unido a una pica enterrada vertical, con antiescalo aislante como medida adicional para el cumplimiento de la tensión de contacto, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 47

Dimensiones de la cimentación (m x m)	Electrodo	Coficiente de resistencia K_r $\left(\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}\right)$	Coficiente de tensión de paso terreno-terreno K_{pt-t} $\left(\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A}\right)$	Coficiente de tensión de paso acera-terreno K_{pa-t} $\left(\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot A}\right)$
0,6 x 0,6	50cm de conductor de cobre 50mm ² y pica vertical	0,48059	0,0681162	-
1,4 x 1,4		0,48059	0,0681162	-
2,3 x 2,3		0,48059	0,0681162	-

Al utilizar una medida adicional, y por tanto cumplir con el requisito de tensión de contacto, es necesario, según especifica el RLAT, comprobar el cumplimiento con las tensiones de paso aplicadas. Para ello se seguirá el procedimiento indicado a continuación.

- 1) Determinación de la resistencia de puesta a tierra del electrodo utilizado.

$$R = K_r \cdot \rho$$



siendo:

R: resistencia de puesta a tierra del electrodo, en Ω .

K_r : coeficiente de resistencia del electrodo, en $\Omega/\Omega.m$

ρ : la resistividad del terreno natural, en $\Omega.m$.

2) Determinación de la capacidad total, C, de las líneas que intervienen en el defecto, para la intensidad máxima de falta a tierra especificada anteriormente.

$$C = \frac{I_{máx.F}}{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n \cdot \omega}$$

siendo:

C: capacidad total de la red, en F.

$I_{máx.F}$: intensidad máxima de falta, en A

c: factor de tensión $c = 1,1$.

ω : pulsación de la corriente alterna, igual a $2 \cdot \pi \cdot f$.

U_n : tensión nominal de la red, en V.

3) Cálculo de la intensidad de falta a tierra, I_F , que se presenta en la instalación, que por tratarse de una línea aérea sin cable de tierra, es igual a la intensidad de puesta a tierra, I_E , intensidad que pasa por el electrodo.

$$I_F = I_E = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{\sqrt{(3 \cdot R)^2 + \left(\frac{1}{\omega \cdot C}\right)^2}}$$

4) Determinación de las tensiones de paso terreno- terreno, U'_{pt-t} , y acera-terreno, U'_{pa-t} , que se presentan en la instalación.

$$U'_{pt-t} = K_{pt-t} \cdot \rho \cdot I_E$$

$$U'_{pa-t} = K_{pa-t} \cdot \rho \cdot I_E$$

siendo:

U'_{pt-t} : tensión de paso que se presenta en la instalación, con los dos pies en el terreno, en V.

K_{pt-t} : coeficiente de tensión de paso terreno-terreno, en $V/(\Omega.m).A$.

U'_{pa-t} : tensión de paso que se presenta en la instalación, con un pie en la acera y el otro en el terreno, en V.

K_{pa-t} : coeficiente de tensión de paso acera-terreno, en $V/(\Omega.m).A$.

5) Determinación de las tensiones de paso, terreno- terreno U_{pt-t} , y acera-terreno, U_{pa-t} , que se admiten en la instalación.



$$U_{pt-t} = U_{pa} \left[1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 4 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

$$U_{pt-t} = U_{pa} \left[1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 4 \cdot R_{a2}}{Z_B} \right] = 10 U_{ca} \left[1 + \frac{4 \cdot R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_{aparente}}{1000} \right]$$

siendo:

$U_{pt.t}$: tensión de paso admisible en la instalación con los dos pies en el terreno y con calzado, en V.

$U_{pa.t}$: tensión de paso admisible en la instalación con un pie en la acera y el otro en el terreno y con calzado, en V.

R_{a1} : Resistencia de un calzado cuya suela sea aislante (se puede emplear como valor de la resistencia equivalente paralelo del calzado de ambos pies un valor de 1.000 Ω). En el caso de considerar a la persona descalza, el valor será nulo.

ρ_s : resistividad superficial del terreno, en $\Omega.m$.

$\rho_{aparente}$: resistividad superficial aparente del terreno, cuando está recubierto por una capa adicional de elevada resistividad (hormigón, grava, asfalto, etc), en $\Omega.m$, dada por la expresión:

$$\rho_{aparente} = \rho_h \cdot C_s$$

donde:

C_s : coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial,

$$C_s = 1 - 0,106 \cdot \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_h}}{2h_s + 0,106} \right)$$

h_s : espesor de la capa superficial, en metros.

ρ_h : resistividad del material de la capa superficial (en este caso, hormigón), en $\Omega.m$.

ρ : resistividad del terreno natural, en $\Omega.m$.

6) Comprobación de que los valores de las tensiones de paso calculados que se presentan en la instalación son inferiores a los valores de tensiones de paso admisibles en la instalación.

Se debe de comprobar, para cumplir con el requisito reglamentario, que:

$$U'_{pt-t} < U_{pt-t}$$

$$U'_{pa-t} < U_{pa-t}$$

En el presente proyecto tipo, para una resistividad del terreno entre 100 $\Omega.m$ y 1.000 $\Omega.m$, los valores de las tensiones de paso admisibles con



calzado y descalzo, para un tiempo de actuación de la protección de 0,7 s y una resistividad del hormigón constituyente de la acera de $3.000 \Omega \cdot m$ y 20 cm de espesor, para una longitud de cable de 108 km y una longitud de línea aérea de 100 km, son los mostrados en las Tablas 48 y 49, en las que se verifica que los valores de tensiones de paso que se presentan en la instalación son inferiores a los valores admisibles:

Tabla 48

Tensiones de paso acera-terreno					
Descripción del electrodo	Resistividad del terreno natural (ρ) [$\Omega \cdot m$]	Tensión de paso en la instalación de 15kV con un pie en la acera y otro en el terreno ($U'_{p_{a-t} c}$) [V]	Tensión de paso en la instalación de 20kV con un pie en la acera y otro en el terreno ($U'_{p_{a-t} c}$) [V]	Tensión de paso admisible calzado acera-terreno ($U_{p_{a-t} c}$) [V]	Tensión de paso admisible descalzo acera-terreno ($U_{p_{a-t} d}$) [V]
Apoyo frecuentado con solera equipotencial y una pica enterrada. Cimentación 0,6mx0,6m	100	6776	7923	18622	12022
	300	8360	10874	19955	13355
	1000	8620	11466	24621	18021
Apoyo frecuentado con solera equipotencial y una pica enterrada. Cimentación 1,4mx1,4m	100	6864	8027	18622	12022
	300	8470	11016	19955	13355
	1000	8733	11616	24621	18021
Apoyo frecuentado con solera equipotencial y una pica enterrada. Cimentación 2,3mx2,3m	100	6944	8119	18622	12022
	300	8567	11143	19955	13355
	1000	8834	11750	24621	18021



Tabla 49

Tensiones de paso terreno-terreno					
Descripción del electrodo	Resistividad del terreno natural (ρ) [$\Omega \cdot m$]	Tensión de paso en la instalación de 15kV con los dos pies en el terreno ($U'_{p_{t-t} c}$) [V]	Tensión de paso en la instalación de 20kV con los dos pies en el terreno ($U'_{p_{t-t} c}$) [V]	Tensión de paso admisible calzado terreno-terreno ($U_{p_{t-t} c}$) [V]	Tensión de paso admisible descalzo terreno-terreno ($U_{p_{t-t} d}$) [V]
Apoyo frecuentado con solera equipotencial y una pica enterrada. Cimentación 0,6mx0,6m	100	725	847	9240	2640
	300	894	1163	11220	4620
	1000	922	1226	18150	11550
Apoyo frecuentado con solera equipotencial y una pica enterrada. Cimentación 1,4mx1,4m	100	725	847	9240	2640
	300	894	1163	11220	4620
	1000	922	1226	18150	11550
Apoyo frecuentado con solera equipotencia y una pica enterrada. Cimentación 2,3mx2,3m	100	725	847	9240	2640
	300	894	1163	11220	4620
	1000	922	1226	18150	11550
Apoyo frecuentado con antiescalo aislante y una pica enterrada	100	1058	1237	9240	2640
	300	1305	1698	11220	4620
	1000	1346	1790	18150	11550

1.6.4. Recopilación de apoyos

Con los cálculos reflejados en los anteriores apartados, se llega al resumen de apoyos que se adjuntará en cada Proyecto específico. En dicho cuadro se señalan asimismo los coeficientes de seguridad de los apoyos referidos a cada hipótesis.

2. Pliego de condiciones

2.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de líneas aéreas de 3ª categoría para UFD Distribución de Electricidad S.A. del Grupo Naturgy (en adelante UFD), especificadas en el correspondiente Proyecto.

2.2. Campo de aplicación

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de las líneas aéreas de alta tensión hasta 20 kV.

Los pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.



2.3. Aseguramiento de la calidad

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma **UNE-EN ISO 9001**. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.
- d) Puntos de control de la ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

2.4. Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

2.4.1. Replanteo de los apoyos

Antes de realizar las excavaciones el contratista realizará el replanteo y estaquillado de los apoyos comprobando que los planos de planta y perfil del proyecto se ajustan a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

El replanteo será realizado por la Contrata con personal competente y con la supervisión del Director de Obra a partir de los planos de planta y perfil y las características de cada apoyo.

Deberá comunicarse al Director de Obra el inicio de los trabajos de replanteo.



Una vez finalizados los trabajos el Director de Obra y el Contratista firmarán un acta de replanteo que supone el conocimiento exacto del trazado de la línea por las dos partes.

El replanteo de los apoyos deberá servir también para la comprobación del perfil.

2.4.2. Apertura de hoyos

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las indicadas en el Proyecto o, en su defecto, por el Director de Obra. Las paredes de los hoyos serán verticales.

El Contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones y durante este tiempo serán señalizadas y delimitadas con cintas o vallas con objeto de evitar accidentes.

Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo necesaria la obtención de los permisos de utilización de explosivos. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimiento en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

Cuando se empleen explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos.

Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato y deban acopiarse, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes.

Cuando en los trabajos de excavación se empleen máquinas, camiones, etc. que supongan una sobrecarga, así como la existencia de tráfico rodado que transmita vibraciones que puedan dar lugar a desprendimientos de tierras en los taludes, se adoptarán las medidas oportunas de refuerzo de entibaciones y balizamiento y señalización de las diferentes zonas.

Los trabajadores nunca descenderán al interior de la excavación. Si por alguna razón se tuviera que descender se estabilizaría el talud entibando. Con carácter general se deberá considerar peligrosa toda excavación que, en terrenos corrientes, alcance una profundidad de 0,80 m y 1,30 m en terrenos consistentes.

2.4.3. Transporte y acopio a pie de hoyo

El transporte se hará en condiciones tales que los puntos de apoyo de los postes con la caja del vehículo, queden bien promediados respecto a la longitud de los mismos.

Se evitarán las sacudidas bruscas durante el transporte.



La carga transportada en un vehículo, así como los accesorios que se utilicen para su acondicionamiento o protección, deben estar dispuestos y, si fuera necesario, sujetos de tal forma que no puedan:

- Arrastrar, caer total o parcialmente o desplazarse de manera peligrosa.
- Comprometer la estabilidad del vehículo.
- Producir ruido, polvo u otras molestias que puedan ser evitadas.
- Ocultar los dispositivos de alumbrado o de señalización luminosa, las placas o distintivos obligatorios y las advertencias manuales de sus conductores

En los vehículos destinados al transporte de mercancías, las cargas indivisibles podrán sobresalir las dimensiones legalmente establecidas en cada país, siempre que se cumplan las condiciones establecidas para su estiba y acondicionamiento.

En toda maniobra de carga y descarga debe existir un jefe de maniobra, con la formación y capacidad necesaria para poder dirigirla, que será responsable de su correcta ejecución, el cual podrá estar auxiliado por uno o varios ayudantes de maniobra, y señalista específico si su complejidad así lo requiere. Las Maniobras de Izado Especiales, dado que pueden representar un riesgo potencial para las personas o instalaciones deberán ir precedidas de una planificación para su ejecución.

La ejecución segura de una maniobra de carga, transporte y descarga exige el conocimiento previo del peso, forma y dimensiones de la carga a manipular. Al peso de la carga se le sumará también el de los elementos auxiliares.

El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso, al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada, nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.

El equipo elevador trabajará siempre sobre estabilizadores, independientemente del peso de la carga, y éstos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, conjuntamente con el freno de mano del equipo elevador, y los calzos de inmovilización de las ruedas.

Antes de iniciar la maniobra, se debe garantizar la estabilidad del resto de material presente. Igualmente, antes de realizar la maniobra, el operador de la grúa tensará los accesorios de elevación sin elevar la carga, para comprobación de perfecta sujeción y estabilidad de la misma. En caso contrario se repetirá las operaciones anteriores hasta su correcta colocación. En este punto no habrá nadie en el radio de acción de la máquina ni bajo la carga.

Durante la totalidad de las operaciones de grúa el operador no debe llevar a cabo otras actividades distintas a la maniobra que puedan distraerle.



En la carga y descarga de los apoyos se evitará toda clase de golpes o cualquier otra causa que pueda producir el agrietamiento de los mismos. Se deberá buscar el centro de gravedad (si estuviera señalizado) para usarlo como referencia para colocar las eslingas.

Para las operaciones de carga y descarga de los postes de hormigón armado se utilizarán dos eslingas, una a cada lado del centro de gravedad, siempre coincidiendo la vertical del gancho que sustenta a dichas eslingas con el centro de gravedad del poste. Con una cuerda ahorcada a la parte inferior del poste, se guiarán los movimientos del mismo.

Las eslingas empleadas para la carga y descarga de los postes de hormigón (estando éste en posición horizontal) deberán llevar protecciones que eviten el desgaste, deshilachado o abrasión de las fibras de las eslingas.

Los postes de hormigón se colocarán en posición horizontal convenientemente calzados. Los postes HV nunca quedarán apoyados de plano por el lado de los alvéolos, debiendo estar siempre de canto, con el fin de evitar posibles deformaciones o grietas.

En el depósito en obra se colocarán los postes con una separación de éstos con el suelo y entre ellos (en el caso de unos encima de otros) con objeto de meter los estribos, por lo que se pondrán, como mínimo, tres puntos de apoyo, que serán tacos de madera y todos ellos de igual tamaño. Por ninguna razón se utilizarán piedras para este fin.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

Desde el almacén de obra se transportarán con carros especiales o elementos apropiados al pie del hoyo.

Se tendrá especial cuidado con los apoyos metálicos, ya que un golpe puede torcer o romper cualquiera de los angulares que lo componen, dificultando su armado.

Los estribos a utilizar serán los adecuados para no producir daños en los apoyos.

El Contratista tomará nota de los materiales recibidos dando cuenta al Director de Obra de las anomalías que se produzcan.

Cuando se transporten apoyos despiezados es conveniente que sus elementos vayan numerados, en especial las diagonales. Por ninguna causa los elementos que componen el apoyo se utilizarán como palanca o arriostamiento.

Los materiales que hayan de acopiarse cerca del hoyo, se apilarán a la distancia suficiente del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes.

2.4.4. Cimentaciones y hormigones

La cimentación de los apoyos se realizará de acuerdo con el Proyecto. Se empleará un hormigón conforme al Código Estructural vigente, empleándose un



hormigón estructural HM-20/B/20/X0, que tendrá una resistencia mecánica mínima de 20 N/mm². El empleo de otros hormigones o aditivos especiales deberá ser aprobado por la Dirección de la Obra.

El hormigón deberá cumplir las prescripciones de durabilidad indicadas en el Artículo 43.2.1 del Código Estructural vigente:

Tabla 50

Tipo de hormigón	Parámetro de dosificación	Clase de exposición X0
Hormigón en masa	Máxima relación agua/cemento	0,60
	Mínimo contenido de cemento (kg/m ³)	200

Al hacer el vertido por tongadas, el hormigón se apisonará, vibrará o compactará en cada tongada con los medios adecuados al objeto de hacer desaparecer las coqueas o huecos que pudieran formarse.

No se dejarán las cimentaciones cortadas, ejecutándolas con hormigonado continuo hasta su terminación, compactando el hormigón por tongadas. Si, por fuerza mayor, hubiera de suspenderse y quedara éste sin terminar, antes de proceder de nuevo al hormigonado se levantará la concha de lechada que tenga, con todo cuidado para no mover la piedra, siendo aconsejable el empleo suave del pico y luego el cepillo de alambre con agua o solamente este último si con él basta, más tarde se procederá a mojarlo con una lechada de cemento e inmediatamente se procederá de nuevo al hormigonado.

Para los apoyos de hormigón, los macizos de cimentación quedarán 10 cm por encima del nivel del suelo, y se les dará una ligera pendiente como vierte-aguas.

Para los apoyos metálicos, los macizos sobrepasarán el nivel en 10 cm como mínimo en terrenos normales, y 20 cm en terrenos de cultivo. La parte superior de este macizo estará terminada en forma de punta de diamante, a base de mortero rico en cemento, con una pendiente de un 10% como mínimo como vierte-aguas.

No se recrecerán las peanas en aquellas zonas de suelo urbano en las que pueda suponer un peligro para el tránsito de peatones en acera así como de vehículos en calzada.

Se tendrá la precaución de dejar uno o varios conductos para poder colocar los cables de tierra de los apoyos. Este conducto deberá salir a unos 30 cm bajo el nivel del suelo, y, en la parte superior de la cimentación, junto a la arista del apoyo que tenga la toma de tierra.

El hormigón estructural requiere estar fabricado en centrales con instalaciones para:

- El almacenamiento de los materiales componentes
- La dosificación de los mismos



- El amasado

El hormigón no fabricado en central sólo podrá utilizarse para el caso de usos no estructurales.

Para la puesta en obra del hormigón se seguirán todas las prescripciones indicadas en el Artículo 51.4.2 del Código Estructural. La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el hueco de la cimentación, no será inferior a 5°C. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a cero grados. En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que durante las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. Cuando el hormigonado se efectúa en tiempo caluroso, deberá protegerse del sol y del viento, de manera que el hormigón no se deseeque. Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección Facultativa, se adopten medidas especiales.

2.4.4.1. Cementos

El cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las características que se exigen para la clase HM-20/B/20/X0. Debiendo cumplir el vigente Código Estructural (Real Decreto 470/2021).

Podrán utilizarse aquellos que cumplan las siguientes condiciones:

- Pertenezcan a la clase resistente 32,5 o superior.
- Cumplan las limitaciones de uso de la tabla siguiente:

Tabla 51

Tipo de hormigón	Tipo de cemento
Hormigón en masa	Cementos comunes excepto los tipos CEM II /A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/ B-W/ CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C Cementos para usos especiales ESP VI-1

2.4.4.2. Agua

El agua que se utilice deberá cumplir las prescripciones del Código Estructural.

Se empleará, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, sin ningún ingrediente perjudicial en cantidades tales que afecten a las propiedades del hormigón o a la protección de las armaduras frente a la corrosión.



En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, y salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Exponente de hidrogeno ph (**UNE 7234**) ≥ 5
- Sustancias disueltas (**UNE 7130**) ≤ 15 gramos por litro (15.000 p.p.m)
- Sulfatos expresados en SO₄ (**UNE 7131**) ≤ 1 gramo por litro (1.000 p.p.m)
- Ión cloruro Cl⁻ (**UNE 7178**) ≤ 3 gramos por litro (3.000 p.p.m)
- Hidratos de carbono (**UNE 7132**) = 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter ≤ 15 gramos por litro (15.000 p.p.m)

Realizándose la toma de muestras según la **UNE 83951** y los análisis por los métodos de las normas indicadas.

Se permite el empleo de aguas recicladas procedentes del lavado de cubas en la propia central de hormigonado, siempre y cuando cumplan las especificaciones anteriores. Además se deberá cumplir que el valor de densidad del agua reciclada no supere el valor 1,3 g/cm³ y que la densidad del agua total no supere el valor de 1,1 g/cm³.

La densidad del agua reciclada está directamente relacionada con el contenido de finos que aportan al hormigón, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$M = \left(\frac{1 - d_a}{1 - d_f} \right) \cdot d_f$$

M Masa de finos presente en el agua, en g/cm³.

d_a Densidad del agua en g/cm³.

d_f Densidad del fino, en g/cm³.

Deben rechazarse las aguas en las que se aprecie la presencia de hidratos de carbono, aceites o grasas.

2.4.4.3. Áridos

Todos los áridos para hormigones, salvo especificación contraria, cumplirán lo especificado en Artículo 30 del Código Estructura.



Las características de los áridos deberán permitir alcanzar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón que con ellos se fabrica, así como cualquier otra exigencia que se requieran a éste en el proyecto.

Los áridos a emplear en cimentaciones se obtendrán por selección y clasificación de materiales naturales o procedentes de machaqueo, o una mezcla de ambos. Cuando haya mezcla de ambos será necesaria la aprobación de la Dirección de Obra.

Los áridos estarán compuestos de partículas limpias, duras, resistentes y de calidad uniforme. Su forma será redondeada o cúbica y contendrá menos del quince (15) por ciento de partículas planas, delgadas o alargadas; se definen estas últimas como aquellas partículas que tiene su máxima dimensión cuatro veces mayor que la mínima.

Como áridos para la fabricación de cimentaciones pueden emplearse áridos gruesos (gravas) y áridos finos (arenas), según **UNE-EN 12620**, rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias siderúrgicas enfriadas por aire según **UNE-EN 12620** y, en general, cualquier otro tipo de árido cuya evidencia de buen comportamiento haya sido sancionado por la práctica y se justifique debidamente.

En el caso de áridos reciclados, se seguirá lo establecido en **UNE-EN 13055-1**.

En el caso de utilizar áridos siderúrgicos (como, por ejemplo, escorias siderúrgicas granuladas de alto horno), se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos inestables.

Dada su peligrosidad, sólo se permite el empleo de áridos con una proporción muy baja de sulfuros oxidables.

La granulometría de los áridos estará conforme a la norma EN 933-1.

2.4.4.4. Designación de los áridos

Los áridos se designarán, de acuerdo con el siguiente formato:

$$d/D - I_L - N.$$

donde:

d/D Fracción granulométrica, comprendida entre un tamaño mínimo, d, y un tamaño máximo, D, en mm.

I_L Forma de presentación: R, rodado; T, triturado (de machaqueo); M, mezcla.

N Naturaleza del árido C, calizo; S, silíceo; G, granito; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; I, fonolita; V, varios; A, artificial; R, reciclado.



2.4.4.5. Tamaño del árido

Se denomina tamaño máximo D de un árido grueso o fino, la mínima abertura de tamiz **UNE-EN 933-2** que cumple los requisitos generales recogidos en la siguiente tabla, en función del tamaño del árido.

Tabla 52

		Porcentaje que pasa (en masa)				
		2 D	1,4 D ^a	D ^b	d	d/2 ^a
Árido grueso	$D > 11,2$ ó $D/d > 2$	100	98 a 100	90 a 99	0 a 15	0 a 5
	$D \leq 11,2$ o $D/d \leq 2$	100	98 a 100	85 a 99	0 a 20	0 a 5
Árido fino	$D \leq 4$ y $d = 0$	100	95 a 100	85 a 99	-	-
a) Como tamices 1,4D y d/2 se tomarán de la serie elegida o el siguiente tamaño del tamiz más próximo de la serie. b) El porcentaje en masa que pase por el tamiz D podrá ser superior al 99 %, pero en tales casos el suministrador deberá documentar y declarar la granulometría representativa, incluyendo los tamices D, d, d/2 y los tamices intermedios entre d y D de la serie básica más la serie 1, o de la serie básica más la serie 2. Se podrán excluir los tamices con una relación menor a 1,4 veces el siguiente tamiz más bajo.						

Se denomina tamaño mínimo d de un árido grueso o fino, la máxima abertura de tamiz **UNE-EN 933-2** que cumple los requisitos generales recogidos en la anterior tabla, en función del tipo y del tamaño del árido.

Los áridos finos deben cumplir los requisitos granulométricos especificados en la anterior tabla correspondiente a su tamiz superior D.

Los tamaños de los áridos no deben tener un D/d menor que 1,4.

2.4.4.6. Aditivos

El contratista adjudicatario no podrá utilizar aditivos en cimentaciones si no ha sido autorizado por escrito por la Dirección de Obra.

2.4.5. Armado de apoyos metálicos

El armado de estos apoyos se realizará teniendo presente la concordancia de diagonales y presillas.

Cada uno de los elementos metálicos del apoyo será ensamblado y fijado por medio de tornillos.



Si el armado se realiza en el suelo se realizará sobre terreno horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces para no producir deformaciones permanentes.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesitan su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará al Director de Obra.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra.

Se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca, los cuales se granetearán para evitar que puedan aflojarse. Para mejorar la seguridad y reducir la realización de trabajos en altura, se podrán granetear los tornillos en el suelo una vez verificado el correcto montaje del apoyo.

2.4.6. Montaje de cadenas de aisladores

Las cadenas de aisladores (sin la grapa correspondiente) se transportarán a la obra ya montadas previamente, para reducir las tareas de montaje en campo. A la hora de realizar el montaje de las cadenas, debe tenerse especial precaución en el correcto estado y la correcta instalación de los pasadores en las uniones de herrajes, para evitar el desprendimiento de las cadenas.

2.4.7. Protección de las superficies metálicas

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados en caliente de acuerdo con la Norma **UNE-EN ISO 1461** y **UNE-EN 37507**.

2.4.8. Izado de apoyos

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. Los esfuerzos realizados en el proceso de izado deben ser inferiores al límite elástico del material.

El izado de los postes se realizará por regla general, con pluma y cabrestante o con grúa; el empleo de otros medios y procedimientos será sometido a la consideración del Director de obra para su posible autorización. El elemento que se utilice para el procedimiento de izado, bien sea grúa u otros medios, se asentará sobre terreno firme, instalando todos los elementos auxiliares precisos que aseguren las operaciones que vayan a realizarse (El equipo elevador trabajará siempre sobre estabilizadores y éstos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, conjuntamente con el freno de mano del equipo elevador, y los calzos de inmovilización de las ruedas).



El operador de la grúa tensará los accesorios de elevación sin elevar la carga, para comprobación de perfecta sujeción y estabilidad de la misma. En caso contrario se repetirá las operaciones anteriores hasta su correcta colocación.

2.4.8.1. Postes de hormigón

Los apoyos de hormigón se izarán, como regla general con las crucetas montadas, abrazándolos ahorcados por encima del centro de gravedad del conjunto apoyo-cruceta, evitando revirarse.

Para el izado del poste se empleará un estrobo (o eslinga) ahorcado por encima del centro de gravedad, cerca de la cogolla. Con una cuerda ahorcada a la parte inferior del apoyo se guiarán los movimientos del mismo.

Si el montaje de la cruceta se realiza cuando el poste está horizontal, apoyado en el suelo, se abrazará ahorcado por encima del centro de gravedad del conjunto apoyo-cruceta, evitando revirarse, y se extremará la precaución en el inicio del izado, realizando esta operación en dos fases, la primera comprenderá hasta alcanzar la altura que permita el giro del poste sin rozar la cruceta con el suelo, y la segunda completando el movimiento formando el conjunto poste-cruceta un plano vertical.

Los postes, una vez situados en los hoyos, se arriostrarán, mediante tres vientos o tirantes como mínimo, (en función del tipo y esfuerzo útil del apoyo), convenientemente anclados al terreno o se mantendrán sujetos por la grúa y el estrobo ahorcado.

Se aplomarán y encararán adecuadamente, no admitiéndose desviaciones superiores a 3 mm/m del eje vertical de los mismos, quedando así listos para el proceso de hormigonado de la cimentación.

2.4.9. Tendido, empalme, tensado y retencionado

2.4.9.1. Herramientas

a) Máquina de frenado del conductor

Dispondrá esta máquina de dos tambores en serie con canaladuras para permitir el enrollamiento en espiral del conductor.

Dichos tambores serán de aluminio, plástico, neopreno o cualquier otro material que será previamente aprobado por el Director de Obra.

La relación de diámetros entre tambores y conductor será fijada por el Director de Obra.

La bobina se frenará con el exclusivo fin de que no siga girando por su propia inercia por variaciones de velocidad en la máquina de frenado. Nunca debe rebasar valores que provoquen daños en el cable por el encrustamiento en las capas inferiores.



b) Poleas de tendido del conductor

Para tender el conductor de aluminio-acero, las gargantas de las poleas serán de madera dura o aluminio en las que el ancho y profundidad de la garganta tendrán una dimensión mínima igual a vez y media el diámetro del conductor. No se emplearán jamás poleas que se hayan utilizado para tendidos en conductores de cobre. Su diámetro estará comprendido entre 25 y 30 veces el diámetro del conductor. La superficie de la garganta de las poleas será lisa y exenta de porosidades y rugosidades. No se permitirá el empleo de poleas que por el uso presenten erosiones o canaladuras provocadas por el paso de las cuerdas o cables piloto.

Las paredes laterales estarán inclinadas formando un ángulo entre sí comprendido entre 20 y 60 grados, para evitar enganches.

Las poleas estarán montadas sobre cojinetes de bolos o rodillos, pero nunca con cojinete de fricción y de tal forma que permitan una fácil rodadura. Se colgarán directamente de las crucetas del apoyo.

c) Mordazas

Utilizará el Contratista mordazas adecuadas para efectuar la tracción del conductor que no dañen el aluminio ni al galvanizado del cable de acero cuando se aplique una tracción igual a la que determine la ecuación de cambio de condiciones a 0°C, sin manguito de hielo ni viento. El apriete de la mordaza debe ser uniforme, y si es de estribos, el par de apriete de los tornillos debe efectuarse de forma que no se produzca un desequilibrio.

d) Máquina de tracción

Podrá utilizarse como tal la trócola, el cabrestante o cualquier otro tipo de máquina de tracción que el Director de Obra estime oportuno, en función del conductor y de la longitud del tramo a tender.

e) Dinamómetros

Será preciso utilizar dispositivos para medir la tracción del cable durante el tendido en los extremos del tramo, es decir, en la máquina de freno y en la máquina de tracción.

El dinamómetro situado en la máquina de tracción ha de ser de máxima y mínima con dispositivo de parada automática cuando se produzca una elevación anormal en la tracción de tendido.

f) Giratorios

Se colocarán dispositivos de libre giro con cojinetes axiales de bolas o rodillos entre conductor y cable piloto para evitar que pase el giro de un cable a otro.



2.4.9.2. Método de montaje

a) Tendido

Las operaciones de tendido no serán emprendidas hasta que hayan pasado 15 días desde la terminación de la cimentación de los apoyos de ángulo y anclaje, salvo indicación en contrario del Director de Obra.

Se ocupará el Contratista del estudio del tendido y elección de los emplazamientos del equipo y del orden de entrega de bobinas para conseguir que los empalmes queden situados, una vez tensado el conductor, fuera de los sitios que prohíbe el R.L.A.T.

Los conductores se mantendrán siempre en bobina. El conductor se sacará de éstas mediante el giro de las mismas.

Las bobinas han de ser tendidas sin cortar el cable y sin que se produzcan sobrantes. Si en algún caso una o varias bobinas deben ser cortadas, por exigirlo así las condiciones del tramo tendido, el Contratista lo someterá a la consideración del Director de Obra sin cuya aprobación no podrá hacerlo.

Durante el despliegue es preciso evitar el retorcido del conductor con la consiguiente formación de cocas, que reducen extraordinariamente las características mecánicas de los mismos.

El conductor será revisado cuidadosamente en toda su longitud, con objeto de comprobar que no existe ningún hilo roto en la superficie ni abultamiento anormales que hicieran presumir alguna rotura interna. En el caso de existir algún defecto el Contratista deberá comunicarlo al Director de Obra quien decidirá lo que procede hacer.

La tracción de tendido de los conductores será, como máximo, la indicada en las tablas de tensado definitivo de conductores que corresponda a la temperatura existente en el conductor.

La tracción mínima será aquella que permita hacer circular los conductores sin rozar con los obstáculos naturales tales como tierra, que al contener ésta sales, se depositarán en el conductor, produciendo efectos químicos que deterioren el mismo.

El anclaje de las máquinas de tracción y freno deberá realizarse mediante el suficiente número de puntos que aseguren su inmovilidad, aún en el caso de lluvia imprevista, no debiéndose nunca anclar estas máquinas a árboles u otros obstáculos naturales.

La longitud del tramo a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio puede considerarse un máximo de veinte poleas por conductor y por tramo; pero en el caso de existir poleas muy cargadas, ha de disminuir dicho número con el fin de no dañar el conductor.



Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostramiento, para evitar las deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones. En particular en los apoyos de ángulo y de anclaje.

b) Empalmes

El tendido del conductor se efectuará uniéndolos extremos de bobinas con empalmes definitivos efectuados de forma adecuada a cada tensión y sección. Dada su flexibilidad son válidos para el paso por las poleas de tendido.

Debe tenerse especial cuidado en la elección del preformado, así como en su colocación, debiendo seguirse las normas indicadas por el fabricante, prestando atención al sentido del cableado del conductor.

En la preparación del empalme debe cortarse los hilos de aluminio utilizando sierra y nunca con tijera o cizalla, cuidando de no dañar jamás el galvanizado del alma de acero y evitando que se aflojen los hilos mediante ligaduras de alambre adecuadas.

c) Tensado

El anclaje a tierra para efectuar el tensado se hará desde un punto lo más alejado posible y como mínimo a una distancia horizontal del apoyo doble de su altura, equivalente a un ángulo de 150° entre las tangentes de entrada y salida del cable en las poleas.

Se colocarán tensores de cable o varilla de acero provisionales, entre la punta de los brazos y el cuerpo del apoyo como refuerzo, en los apoyos desde los que se efectúe el tensado. Las poleas serán en dicho apoyo de diámetro adecuado, para que el alma del conductor no dañe el aluminio.

d) Regulación de conductores

La longitud total de la línea se dividirá en trozos de longitud variable, según sea la situación de los vértices. A cada uno de estos trozos se les denomina serie.

En cada serie el Director de Obra fijará los vanos en que ha de ser medida la flecha. Estos vanos pueden ser de regulación, o sea, aquellos en que se mide la flecha primeramente elegidos entre todos los que constituyen la serie y los de "comprobación" variables en número, según sean las características del perfil en los cálculos efectuados y que señalarán los errores motivados por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Después del tensado y regulación de los conductores se mantendrán éstos sobre poleas durante 24 horas como mínimo para que se conformen todos los hilos de aluminio y acero que componen al cable.

e) Retencionado



La suspensión de los conductores se hará por intermedio de estribos de cuerda, o de acero forrados de cuero para evitar daños al conductor.

En el caso de que sea preciso correr la grapa sobre el conductor para conseguir el aplomado de las cadenas de aisladores, este desplazamiento nunca se hará a golpes: primeramente se suspenderá el conductor, se aflojará la grapa y se correrá a mano donde sea necesario.

Tanto en los puntos de amarre como en los de suspensión, reforzaremos el conductor con las adecuadas varillas preformadas de protección.

2.4.10. Reposición del terreno

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado deberán ser extendidos, si el propietario del terreno lo autoriza, o retirados a vertedero, en caso contrario.

La capa de tierra vegetal volverá a extenderse sobre el terreno. La capa de tierra inerte se retirará a vertedero a través de un gestor de residuos autorizado.

2.4.11. Numeración y aviso de peligro

Se identificarán los apoyos añadiendo el código que los identifica en una placa de identificación troquelada o con pegatina sobre la placa de identificación o con vinilo o pintura negra, ajustándose dicha identificación/numeración a la dada por el Proyecto o el Director de Obra. Las cifras serán legibles desde el suelo.

La placa con la señal de "riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo.

La placa deberá cumplir las características señaladas en la Norma **UNE 48103** sobre pinturas y barnices.

Se señalará la instalación con el lema corporativo.

2.4.12. Puesta a tierra

Los apoyos de la línea deberán conectarse a tierra de un modo eficaz, de acuerdo con el proyecto tipo y siguiendo las instrucciones dadas en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

2.5. Materiales

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.



2.5.1. Apoyos

Los apoyos de hormigón cumplirán las características señaladas en la norma **UNE 207016**.

Los apoyos metálicos de celosía estarán contruidos con perfiles laminados de acero de acuerdo con la norma **UNE 207017**, por su parte los apoyos metálicos tubulares cumplirán con la norma **UNE 207018**.

2.5.2. Herrajes

Los herrajes y grapas para la formación de las cadenas de suspensión y amarre cumplirán las normas **UNE 21009**, **UNE 207009** y **UNE-EN 61284**.

2.5.3. Aisladores

Los aisladores empleados en las cadenas de suspensión o amarre de tipo polimérico cumplirán la norma **UNE-EN 61109**.

2.5.4. Conductores

Los conductores desnudos de aluminio con alma de acero galvanizado deberán estar de acuerdo con la norma **UNE 21018**.

2.5.5. Calidad de cimentaciones

El control de la conformidad del hormigón se realizará de acuerdo con el Artículo 57.3.2 del Código Estructural. . El Director de Obra podrá encargar la ejecución de probetas de hormigón de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, con objeto de someterlas a ensayos de resistencia a compresión.

2.5.6. Tolerancias de ejecución

a) Desplazamiento de apoyos sobre su alineación.

Si "D" representa la distancia, expresada en metros, entre ejes de un apoyo y el de ángulo más próximo, la desviación en alineación de dicho apoyo y la alineación real, debe ser inferior a $(D/100) + 10$, expresada en centímetros.

b) Desplazamiento de un apoyo sobre el perfil longitudinal de la línea en relación a su situación prevista.

No debe suponerse aumento en la altura del apoyo. Las distancias de los conductores respecto al terreno deben permanecer como mínimo iguales a las previstas en el Reglamento.

c) Verticalidad de los apoyos.

En apoyos de alineación se admite una tolerancia del 0,2% sobre la altura de apoyo.

d) Altura de flechas.



2.5.7. Tolerancias de utilización

La cantidad de conductor se obtiene multiplicando el peso del metro de conductor por la suma de las distancias reales medidas entre los ejes de los pies de apoyos, aumentadas en un 3%, cualquiera que sea la naturaleza del conductor, con objeto de tener así en cuenta las flechas, puentes, etc.

3. Planos

Según anexo IT.08013-AX.04.

4. Normativa PRL y protección del medio ambiente

4.1. Objeto

El presente documento tiene por objeto el precisar las normas de seguridad para la prevención de riesgos laborales y de protección medioambiental a desarrollar en cada caso para las obras contempladas en este proyecto tipo.

4.2. Legislación aplicable

Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
05/02/2009	Nacional	Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
09/06/2014	Nacional	Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
08/11/1985	Nacional	Real Decreto 2291/1985, de 8 noviembre, que aprueba el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención. (BOE 296 de 11 de diciembre 1985).
30/07/1988	Nacional	Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, básica de Residuos tóxicos y peligrosos
05/07/1997	Nacional	Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante R.D. 833/1988, de 20 de julio.



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
29/08/2008	Nacional	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.
07/05/1999	Nacional	Orden de 29 de abril de 1999, por la que se modifica la Orden de 6 de mayo de 1988 sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
04/09/2006	Nacional	Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
11/03/2006	Nacional	Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
01/03/2002	Nacional	Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.
02/12/2000	Nacional	Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
16/07/1992	Nacional	Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria
20/11/1992	Nacional	Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
20/11/1992	Nacional	Corrección de erratas del Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual
22/05/2017	Nacional	Real Decreto 513/2017, de 22 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios
05/11/1993	Nacional	Corrección de errores del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
03/02/1995	Nacional	Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se regula las exigencias de seguridad del Material Eléctrico destinado a ser utilizado en determinados Límites de Tensión. (BOE 53/1995, de 3 marzo 1995).
13/11/2015	Nacional	Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
03/02/1995	Nacional	Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
08/11/1995	Nacional	Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
23/12/2009	Nacional	Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.
17/01/1997	Nacional	Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y modificación posterior Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real decreto 39/1997, de 17 de enero.
20/02/1997	Nacional	Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
14/04/1997	Nacional	Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
14/04/1997	Nacional	Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
14/04/1997	Nacional	Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
14/04/1997	Nacional	Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluye pantallas de visualización.
18/04/1997	Nacional	Modificación del Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social (Real Decreto 576/1997 de 18 de abril)
12/05/1997	Nacional	Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
12/05/1997	Nacional	Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
30/05/1997	Nacional	Real Decreto 1438 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
16/07/1999	Nacional	Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
18/07/1997	Nacional	Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
01/08/1997	Nacional	Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto por el que se modifica el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por REAL DECRETO 2291/1985, de 8 noviembre. BOE núm. 234 de 30 de septiembre de 1997.
05/09/1997	Nacional	Real Decreto 1389/1997 de 5 de septiembre, por el que se aprueban las disposiciones mínimas destinadas a proteger la seguridad de los trabajadores en las actividades mineras.
24/10/1997	Nacional	Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
26/01/1999	Nacional	Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.
18/02/1998	Nacional	Resolución de 18 de febrero de 1998, de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social
25/03/1998	Nacional	ORDEN de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE núm. 76 de 30 de marzo BOE, n. 76 30/03/1998
16/04/1998	Nacional	Orden de 16 de abril de 1998 sobre Normas de Procedimiento y Desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los Apéndices del mismo.
05/02/1999	Nacional	Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en el ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
08/04/1999	Nacional	Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
29/04/1999	Nacional	Orden de 29 de abril de 1999 por la que se modifica la Orden de 6 de mayo de 1988 sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
10/11/2000	Nacional	Real Decreto 1849/2000, de 10 de noviembre, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de productos industriales.
05/06/2000	Nacional	Orden de 5 de junio de 2000 por la que se modifica la ITC MIE-AP7 del Reglamento de Aparatos a Presión sobre botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
16/06/2000	Nacional	Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. (Fecha actualización 20 de octubre de 2000)
01/12/2000	Nacional	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
06/04/2001	Nacional	Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo
08/06/2001	Nacional	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.
02/08/2002	Nacional	Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión
26/11/2002	Nacional	Resolución de 26 de noviembre de 2002, de la Subsecretaría, por la que se regula la utilización del Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo (Delt@) que posibilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo, aprobados por la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre.
19/11/2002	Nacional	Corrección de errores de la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
12/06/2003	Nacional	Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
27/06/2003	Nacional	Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y mantenimiento, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
27/06/2003	Nacional	Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y mantenimiento, referente a grúas móviles autopropulsadas
12/12/2003	Nacional	Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales
30/01/2004	Nacional	Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales
12/11/2004	Nacional	Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura
03/12/2004	Nacional	Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
08/04/2005	Nacional	Real Decreto 366/2005, de 8 de abril, por el que se aprueba la instrucción técnica complementaria MIE AP-18 del Reglamento de aparatos a presión, referente a instalaciones de carga e inspección de botellas de equipos respiratorios autónomos para actividades subacuáticas y trabajos de superficie.
05/11/2005	Nacional	Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
28/03/2006	Nacional	Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
11/04/2006	Nacional	Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicable a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
29/05/2006	Nacional	Real Decreto 604/2006 por el que se modifica el real decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
19/10/2006	Nacional	Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción
24/03/2007	Nacional	Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
25/08/2007	Nacional	Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
19/03/2008	Nacional	Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT-01 a 09.
10/10/2008	Nacional	Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
13/03/2009	Nacional	Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
23/01/2010	Nacional	Orden PRE/52/2010, de 21 de enero, por la que se modifican los anexos II, IX, XI, XII y XVIII del Reglamento General de Vehículos, aprobado por RD 2822/1998.



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
06/03/2010	Nacional	Real Decreto 298/2009, de 6 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en periodo de lactancia.
19/03/2010	Nacional	Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención; el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
27/04/2010	Nacional	Orden TIN/1071/2010, de 27 de abril, sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades de los centros de trabajo.
20/09/2010	Nacional	Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre, por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en lo referido a la acreditación de entidades especializadas como servicios de prevención, memoria de actividades preventivas y autorizaciones para realizar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas.
05/03/1998	Autonómico CAM	Comunidad Autónoma de Madrid, Decreto 40/1998, de 5 de Marzo, por el que se establecen normas técnicas en instalaciones para la protección de la avifauna.
09/10/1997	Autonómico CAM	Decreto 126/1997, de 9 de Octubre, que establece la obligación del depósito y registro de las actas de designación de los delegados de prevención.
11/05/2001	Autonómico -CAM	Decreto 53/2001, de 3 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se modifica el Anexo I del Decreto 126/1997, de 9 de octubre, por el que se establece la obligación del depósito y registro de las actas de designación de Delegados de Prevención.



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
28/07/1997	Autonómico CAM	Orden 2243/1997, de 28 de Julio, de la Consejería de Economía y Empleo de la C.A.M., sobre grúas torre desmontables.
30/06/1998	Autonómico CAM	Orden 2988/1998, de 30 de junio, por la que se establecen los requisitos mínimos exigibles para el montaje, uso, mantenimiento y conservación de los andamios tubulares utilizados en las obras de construcción.
04/04/2016	Autonómico CAM	Orden de 14 de marzo de 2016, de la Consejería de Economía, Empleo y Hacienda, por la que se deroga la Orden 7881/1998, de 20 de noviembre, para la obtención del carné de Operador de Grúas.
25/02/1999	Autonómico CAM	Decreto 33/1999, de 25 de febrero, por el que se crean el Registro y el fichero manual y el fichero automatizado de Coordinadores de Seguridad y Salud.
12/05/2000	Autonómico CAM	Decreto 67/2000, de 27 de abril, del Consejo de Gobierno, por el que se modifica el Decreto 33/1999, de 25 de febrero, por el que se crean el Registro y el fichero manual y el fichero automatizado de Coordinadores de Seguridad y Salud.
03/05/2001	Autonómico CAM	Decreto 53/2001, de 3 de mayo, por el que se modifica el Decreto 126/1997, de 9 de octubre, que establece la obligación del depósito y registro de las actas de designación de Delegados de Prevención. Deroga Decreto 53/1999, de 15 de abril.
19/08/2010	Autonómico CAM	Orden 2674/2010, de 12 de julio, de la Consejería de Empleo, Mujer e Inmigración, por la que se aprueban los modelos oficiales para la comunicación de apertura o reanudación de la actividad en los centros de trabajo ubicados en la Comunidad de Madrid.
31/07/2009	Autonómico CAM	Decreto 58/2009, de 4 de junio, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid (INFOMA).
27/09/2013	Autonómico Xunta Galicia	Orden, de 4 de septiembre de 2013, por la que se regula el registro de las actas de designación de delegados y delegados de prevención de riesgos laborales.



Tabla 54

FECHA DE PUBLICACIÓN	ÁMBITO	TÍTULO
04/12/2000	Autonómico Xunta Galicia	Orden, de 4 de diciembre, de la Consejerías de Presidencia y Administraciones Públicas y de Justicia, por la que se regulan la utilización de técnicas electrónicas, informáticas y telemáticas en el procedimiento de presentación de los partes de accidente de trabajo y enfermedades profesionales a través de Internet.
03/04/2007	Autonómico Xunta Galicia	Ley 3/2007, de 9 de abril, de la Comunidad de Galicia, de prevención y defensa contra los incendios forestales.
29/03/2011	Autonómico Castilla la Mancha	Orden 09/03/2011, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por lo que se aprueban los pliegos especiales de condiciones técnico-facultativas, para la regulación de la ejecución de los aprovechamientos forestales (maderables y leñosos, incluida la biomasa forestal, y corcho) y las normas técnicas para la realización de los aprovechamientos de frutos forestales, apícola, hongos y setas, áridos y plantas aromáticas, medicinales y alimentarias, en montes de propiedad privada, y en los montes públicos patrimoniales y demaniales no gestionados por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.
02/02/1999	Autonómico Castilla la Mancha	Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha. Decreto 5/1999, de 2 de Febrero, por el que se establecen normas para instalaciones eléctricas aéreas de alta tensión y líneas aéreas en baja tensión con fines de protección avifauna.
07/07/2006	Autonómico Castilla y León	Orden MAM/1147/2006, de 7 de julio, de la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad de Castilla y León, por la que se establecen normas sobre la utilización del fuego y se fijan medidas preventivas
25/06/2007	Autonómico Castilla y León	Orden MAM/1110/2007, de 19 de junio, por la que se modifica la Orden MAM/1147/2006, de 7 de julio.



4.3. Normativa medioambiental

4.3.1. Objeto y campo de aplicación

El presente apartado determina las condiciones mínimas que se deberán cumplir con la normativa medioambiental vigente para la ejecución de las obras de construcción de líneas eléctricas aéreas de hasta 20 kV.

4.3.2. Ejecución del trabajo

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los siguientes requisitos ambientales:

Condiciones ambientales generales:

Se deberá cumplir con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental o Planes de Vigilancia Ambientales.

Se deberán realizar los trabajos de acuerdo con las condiciones que resulten de la evaluación ambiental emitida por la administración competente.

Atmósfera:

Se deberá evitar la dispersión de material por el viento, poniendo en marcha las siguientes medidas:

- Proteger el material de excavación y/o construcción en los sitios de almacenamiento temporal
- Reducir el área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas
- Empedrizar lo más rápido posible las áreas de suelo desnudo
- Realizar la carga y transporte de materiales al sitio de las obras vigilando que no se generen cantidades excesivas de polvo, cubriendo las cajas de los camiones

Residuos:

Se deberá implementar como primera medida una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y una política de manejo de residuos sólidos, que en orden de prioridad incluya los siguientes pasos: reducir, reutilizar, reciclar y disponer en un vertedero autorizado.

Las zonas de obras se conservarán, limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin, evitando siempre la mezcla de residuos peligrosos entre sí o con cualquier otro tipo de residuo.



Se cumplirá para el transporte y disposición final de los residuos con la normativa establecida a tal efecto por organismo competente en la materia.

Inertes:

Se deberán establecer zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (>12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán implementar barreras provisionales alrededor del material almacenado y cubrirlo con lonas o polietileno.

Se deberán gestionar los inertes teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Mínima afectación visual de las zonas de acopio y almacenamiento.

Mínimas emisiones fugitivas de polvo en las zonas de acceso y movimiento de tierras.

Se colocará de manera temporal y en sitios específicos el material generado por los trabajos de movimiento de tierras, evitando la creación de barreras físicas que impidan el libre desplazamiento de la fauna y/o elementos que modifiquen la topografía e hidrodinámica, así como el arrastre de sedimentos a los cuerpos de agua cercanos a la zona de la obra, deteriorando con ello su calidad.

Aguas. Vertidos:

Se deberá dar tratamiento a todos los tipos de aguas residuales que se generen durante la obra, ajustado con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa vigente antes de verterla al cuerpo receptor.

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia siguiendo los criterios operacionales descritos a continuación:

Aguas de lavado de cubas de hormigón:

En caso necesario se establecerá una zona de lavado de cubas de hormigón en Obra perfectamente delimitada y acondicionada

En caso de obra en zonas urbanas se efectuarán los lavados en contenedor asegurándose que no se realizan vertidos a la red de saneamiento. El agua de lavado podrá ser vertido de forma controlada a la red de saneamiento previa autorización del organismo competente.

Conservación y Restauración Ambiental:

Se realizarán operaciones de desbroce y retirada de terreno vegetal de la superficie exclusivamente necesaria para la obra.

Se acumulará y conservará los suelos vegetales removidos para utilizarlos posteriormente en la recomposición de la estructura vegetal.



Se utilizarán los caminos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se utilice durante la preparación del sitio y construcción.

Se procederá a la limpieza inmediata y la disposición adecuada de los desechos que evite ocasionar impactos visuales negativos.

Se adaptará la realización de movimientos de tierras a la topografía natural.

Parque de Vehículos:

Realizar el estacionamiento, lavado y mantenimiento del parque automotor en lugares adecuados para tal fin, evitando la contaminación de cuerpos de agua y suelos con residuos sólidos y aceitosos.

Finalización de obra:

Se deberá remover todos los materiales sobrantes, estructuras temporales, equipos y otros materiales extraños del sitio de las obras y deberá dejar dichas áreas en condiciones aceptables para la operación segura y eficiente.

Se ejecutará la remoción del suelo de las zonas que hayan sido compactadas y cubiertas, para retornarlas a sus condiciones originales, considerando la limpieza del sitio.



5. Relación de anexos

Anexo 00: Histórico de revisiones.

IT.08013-AX.01: “Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.”

IT.08013-AX.02: “Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Tablas y gráficos.”

IT.08013-AX.03: “Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Estudio de Seguridad y Salud.”

IT.08013-AX.04: “Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Planos.”



6. Histórico de revisiones

Edición	Fecha	Motivo de la edición y/o resumen de cambios
1	27/11/2017	Este documento anula y sustituye al documento IT.00111.ES-DE.PTP
2	16/05/2022	<p>Actualización de formato.</p> <p>Actualización de las soluciones de protección de la avifauna con el aislador de amarre de 1 m de longitud aislada y contemplando la solución normalizada de protección de apoyos con elementos de maniobra telecontrolados.</p> <p>Se añaden configuraciones y armados de doble circuito (E-30 AVIFAUNA, DC-2) que cumplan las distancias estructurales del RD 1432/2008 sin necesidad de forrados adicionales.</p> <p>Puestas a tierra:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Apoyos no frecuentados: se especifican los cálculos por los que se considera que con 1 pica se cumplirá la actuación de las protecciones en un tiempo inferior a 1 segundo. - Apoyos frecuentados: dada la dificultad para cumplir la tensión de contacto con electrodos en forma de anillo, se indica que si se instala una medida adicional para cumplir la tensión de contacto (antiescalo aislante o solera equipotencial), valdría con un electrodo de pica para cumplir la tensión de paso. Se incluyen cálculos justificativos de cumplimiento de la tensión de paso. <p>Se eliminan los aisladores de vidrio.</p> <p>Se eliminan los apoyos HVH.</p> <p>Se actualiza al nuevo Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural en sustitución del EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural que queda derogado.</p>

Anexo 01. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.

Código: **IT.08013-AX.01**

Edición: **2**

Anexo 01. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.



Índice

	Página
1. Normas UNE aplicables	3
1.1. Generales	3
1.2. Apoyos y herrajes	4
1.3. Aisladores	5
1.4. Conductores y cables	6
1.5. Accesorios	7
1.6. Aparamenta	7
1.7. Pararrayos	8

Anexo 01. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.



1. Normas UNE aplicables

Relación de normas UNE aplicables al Proyecto Tipo para la construcción de Líneas eléctricas Aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV.

1.1. Generales

UNE-EN 62262:2002 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 62262:2002/A1:2022 Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK).

UNE-EN 50341:2017 Líneas eléctricas aéreas de más de 1 kV en corriente alterna. Parte 1: Requisitos generales. Especificaciones comunes.

UNE-EN 50341-2-6:2017 Líneas eléctricas aéreas de más de 1 kV en corriente alterna. Parte 2-6: Aspectos Normativos Nacionales para España

UNE-EN 60060-1:2012 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo

UNE-EN 60060-2:2012 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida.

UNE-EN 60060-3:2006 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60060-3 CORR:2007 Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ.

UNE-EN 60071-1:2020 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN 60071-1:2020 Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas.

UNE-EN IEC 60071-2:2018 Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación.

UNE-EN 60270:2002 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

UNE-EN 60270:2002/A1:2016 Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales.

UNE-EN 60529:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE-EN 60529:2018/A1:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

Anexo 01. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.



UNE-EN 60529:2018/A2:2018 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE-EN 60529:2018/A2:2018/AC:2019 Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP).

UNE-EN 60865-1:2013 Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo.

UNE-EN 60909-0:2016 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes.

UNE-EN 60909-3:2011 Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra.

EA 0058:2016 Forros de protección antielectrocución de la avifauna en líneas eléctricas aéreas de distribución.

1.2. Apoyos y herrajes

UNE 207009:2019 Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

UNE 207016:2007 Postes de hormigón tipo HV y HVH para líneas eléctricas aéreas.

UNE 207017:2010 Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución.

UNE 207018:2018 Apoyos de chapa metálica para líneas eléctricas aéreas de distribución.

UNE 211605:2013 Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables.

UNE-EN 795:2012 Equipos de protección individual contra caídas. Dispositivos de anclaje.

UNE-EN 60652:2004 Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas.

UNE-EN IEC 60652:2021 (RATIFICADA) Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en octubre de 2021.)

UNE-EN 60695-11-10:2014 Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 11-10: Llamas de ensayo. Métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W.

Anexo 01. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.



UNE-EN 60695-11-10:2014/AC:2015 Ensayos relativos a los riesgos del fuego. Parte 11-10: Llamas de ensayo. Métodos de ensayo horizontal y vertical a la llama de 50 W

UNE-EN 61284:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes.

UNE-EN IEC 60068-2-52:2018 Ensayos ambientales. Parte 2: Ensayos. Ensayo Kb: niebla salina, ensayo cíclico (solución de cloruro sódico)

UNE-EN ISO 1461:2010 Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.

UNE-EN ISO 10684:2006 Elementos de fijación. Recubrimiento por galvanización en caliente.

UNE-EN ISO 10684:2006/AC:2009 Elementos de fijación. Recubrimiento por galvanización en caliente.

1.3. Aisladores

UNE-EN IEC 60120:2021 Medidas de los acoplamientos para rotula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores

UNE-EN IEC 60471:2021 Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores

UNE-EN IEC 60305:2022 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago.

UNE-EN IEC 60372:2021 Dispositivos de enclavamiento para acoplamientos de rotula y alojamiento de rótula de cadenas de aisladores. Dimensiones y ensayos.

UNE-EN 60383-1:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60383-1/A11:2000 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 60383-2:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

Anexo 01. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.



UNE-EN IEC 60433:2022 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón.

UNE-EN 61109:2010 Aisladores para líneas aéreas. Aisladores compuestos para la suspensión y anclaje de líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1 000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 61211:2005 Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000 V. Ensayos de perforación con impulsos en aire.

UNE-EN 61325:1997 Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

UNE-EN 61466-1:2016 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1000 V. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados.

UNE-EN 61466-2:1999 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

UNE-EN 61466-2/A1:2003 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

UNE-EN 61466-2/A2:2018 Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas.

UNE-EN 62217:2013 Aisladores poliméricos para uso interior y exterior. Definiciones generales, métodos de ensayo y criterios de aceptación.

1.4. Conductores y cables

UNE 21056:1981 Electrodo de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre.

UNE 21056:2000 ERRATUM Electrodo de puesta a tierra. Picas cilíndricas acoplables de acero-cobre.

UNE 207015:2013 Conductores desnudos de cobre duro cableados para líneas eléctricas aéreas.

UNE-EN 50182:2002 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 50182:2002/AC:2013 Conductores para líneas eléctricas aéreas. Conductores de alambres redondos cableados en capas concéntricas.

Anexo 01. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.



UNE-EN IEC 62641:2023 y **UNE-EN IEC 62641/A1:2023**. Conductores para líneas aéreas. Alambres de aluminio y aleaciones de aluminio para conductores cableados en capas concéntricas.

UNE-EN IEC 63248:2023 Conductores para líneas aéreas. Alambre metálico revestido o recubierto para conductores cableados en capas concéntricas.

UNE-EN 60794-4:2021 Cables de fibra óptica. Parte 4: Especificación intermedia. Cables ópticos aéreos a lo largo de líneas eléctricas de potencia

1.5. Accesorios

UNE 21021:1983 Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV.

UNE-EN IEC 61854:2021 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.

UNE-EN 61854:1999 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores.

UNE-EN IEC 61897:2021 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas.

UNE-EN IEC 61897:2021 Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas.

1.6. Aparamenta

UNE-EN 62271-100:2011 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

UNE-EN 62271-100:2011/A1:2014 Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017 (RATIFICADA) Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

UNE-EN 62271-100:2009/A2:2017/AC:2018-03 (RATIFICADA) Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

UNE-EN 62271-100:2021 (RATIFICADA) Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna.

UNE-EN 62271-102:2021 Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

UNE-EN 62271-103:2012 Aparamenta de alta tensión. Parte 103: Interruptores para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.

Anexo 01. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Normas UNE y Especificaciones Particulares de UFD.



1.7. Pararrayos

UNE 21087-3:1995 Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos.

UNE-EN 60099-4:2016 Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna.

UNE-EN IEC 60099-5 :2018 (RATIFICADA) Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en mayo de 2018.)

Anexo 02. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.

Código: **IT.08013-AX.02**

Edición: **2**

Los datos relativos a la aprobación de este documento se encuentran disponibles en el Gestor Documental de Normativa



Índice

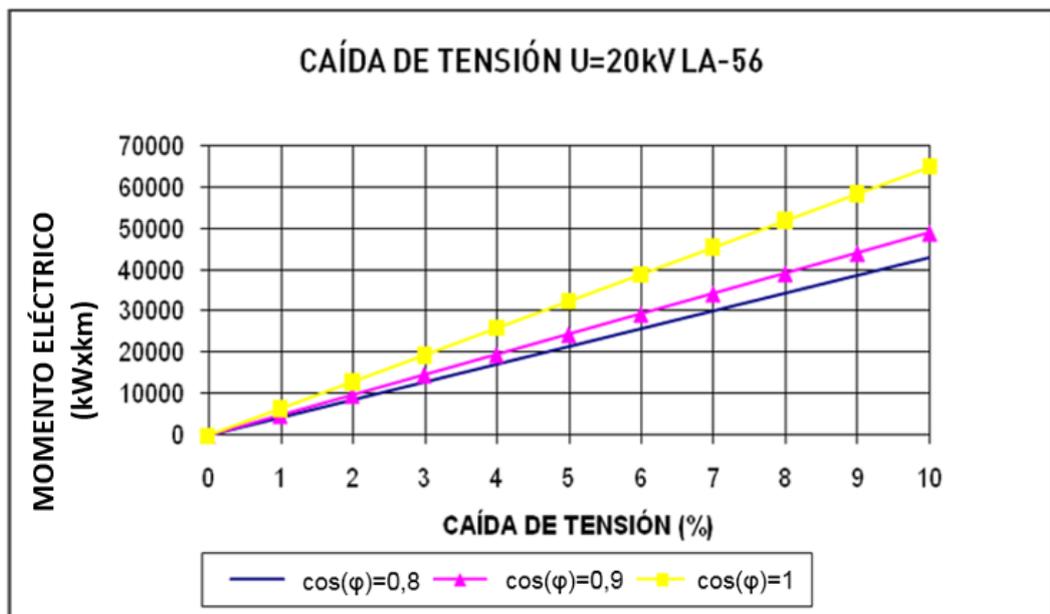
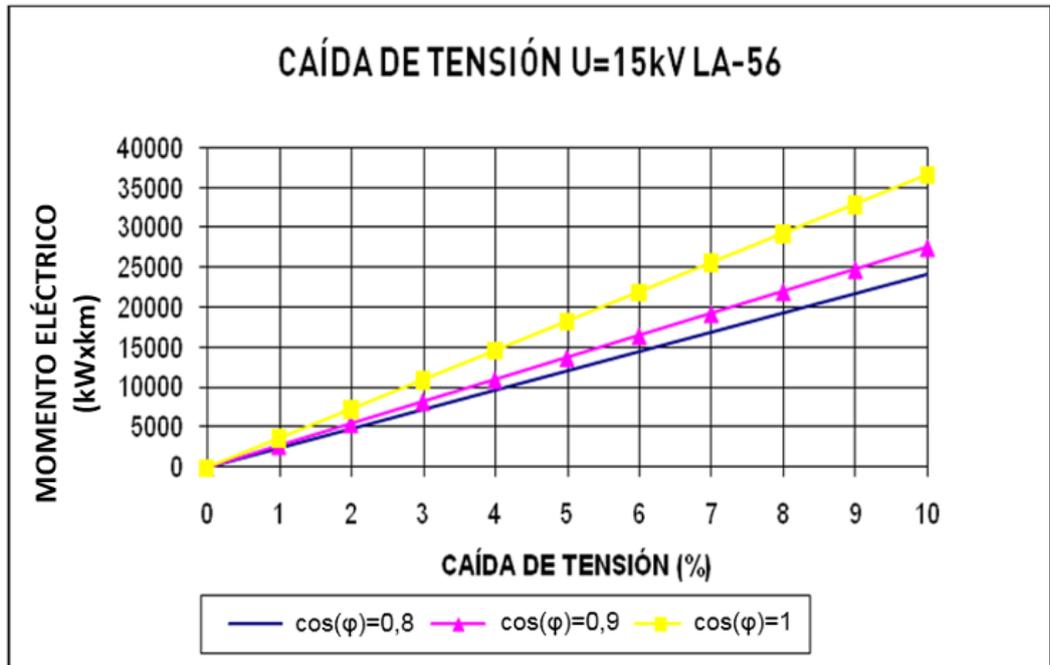
	Página
Anexos memoria. Tablas y gráficos.	3
1. Gráficos de caída de tensión	3
2. Gráficos de potencia de transporte en función de la longitud de la línea	4
3. Gráficos de pérdida de potencia	9
4. Tablas de cálculo mecánico de conductores y tendido de líneas	11
5. Tabla de formación de cadenas de aisladores	42
6. Tabla de configuración de armados	44
7. Tabla de cimentaciones	46

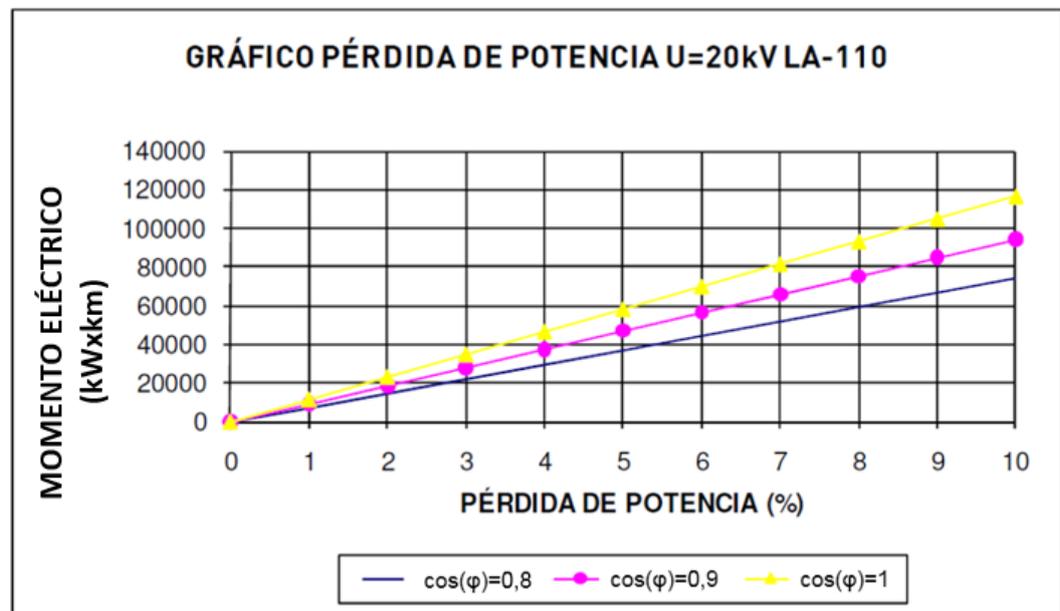
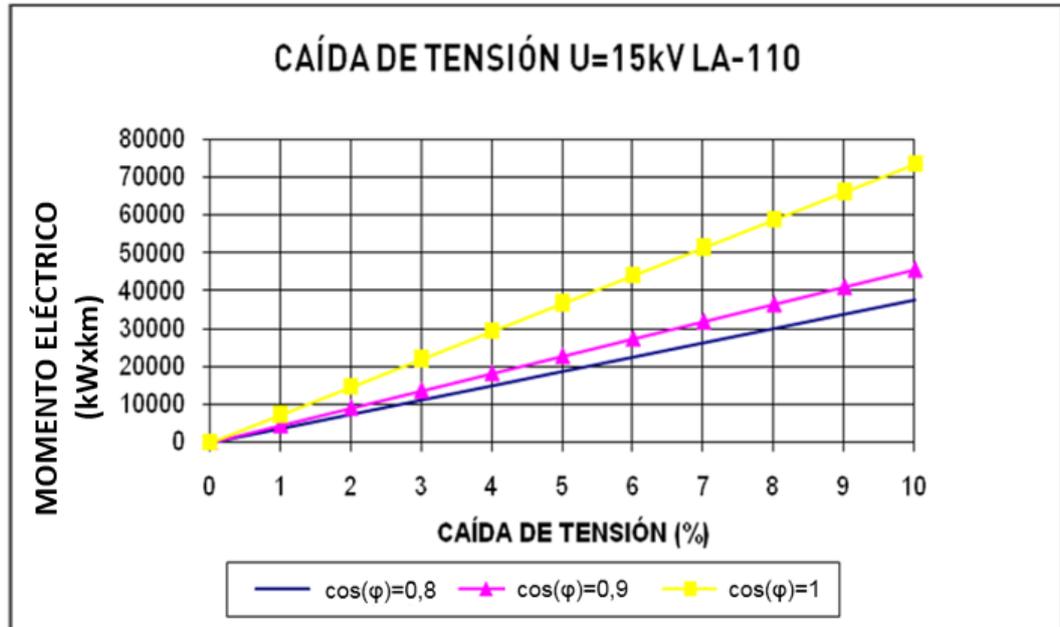


Anexos memoria. Tablas y gráficos.

1. Gráficos de caída de tensión

- Conductor LA-56
- Conductor LA-110



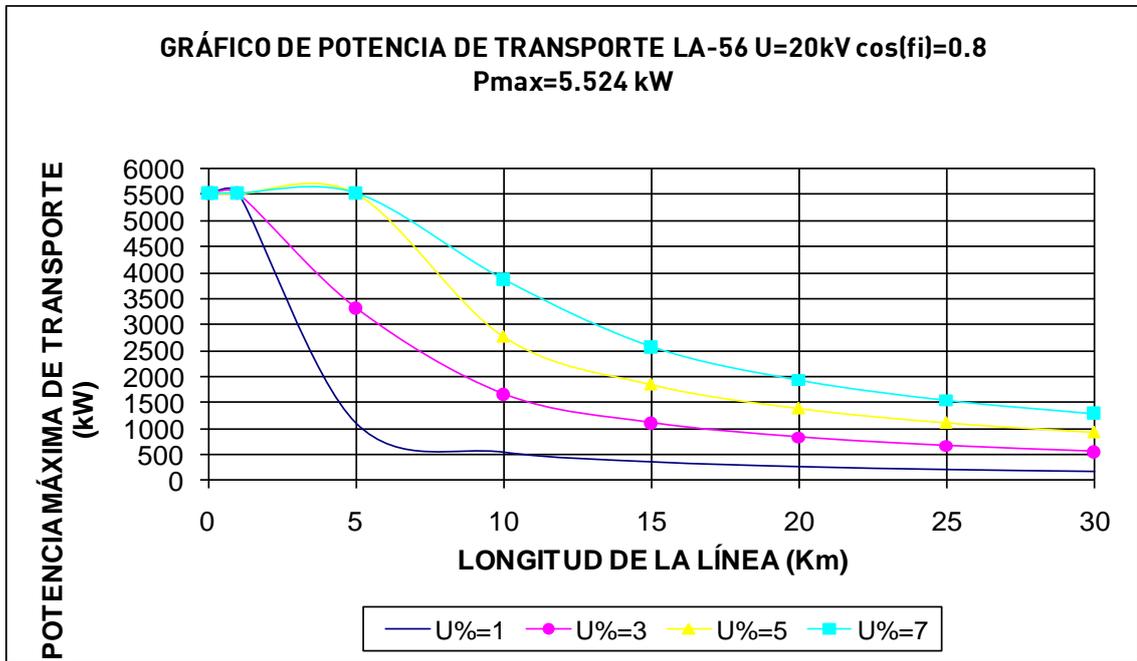
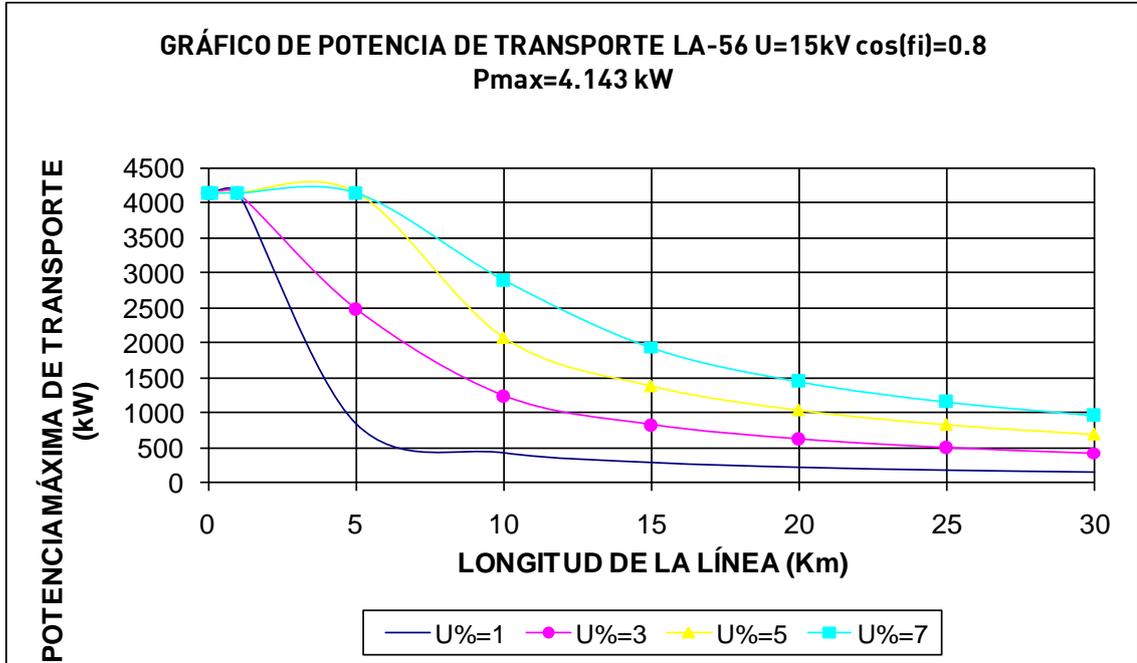


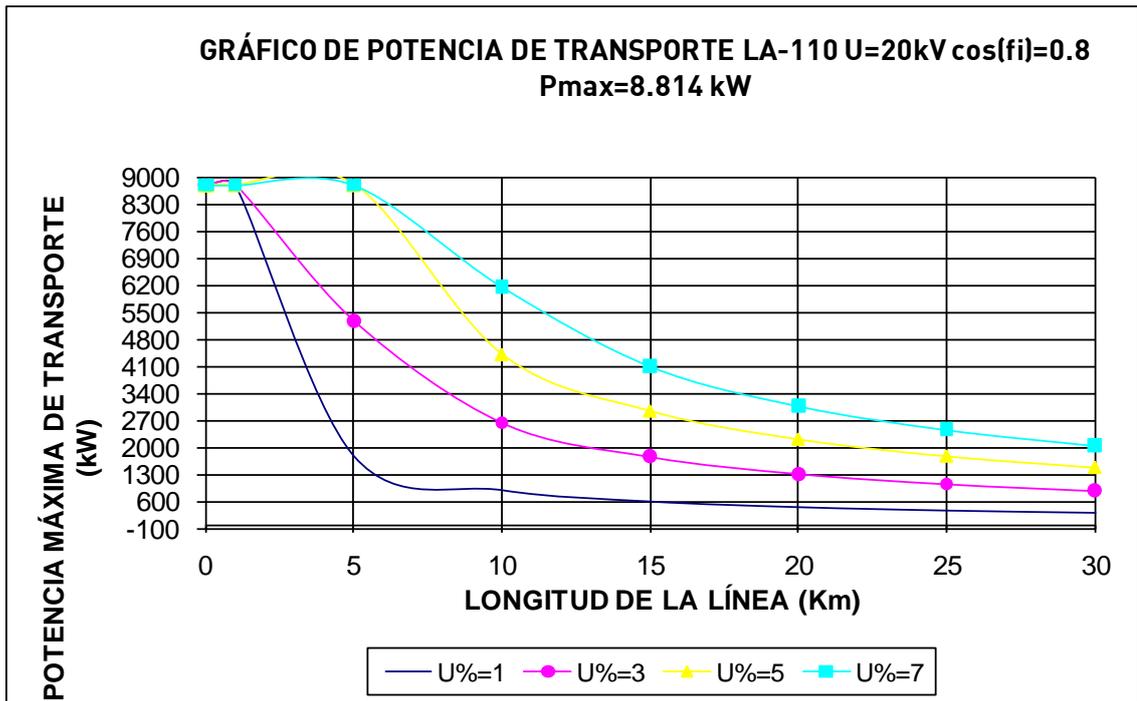
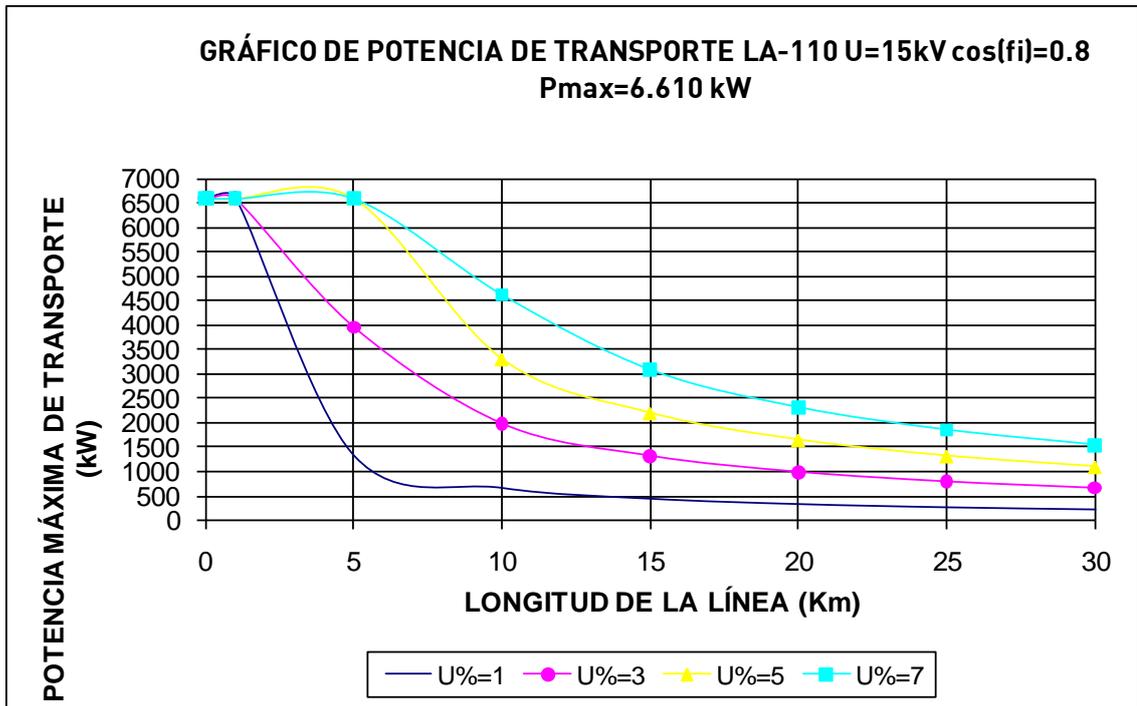
2. Gráficos de potencia de transporte en función de la longitud de la línea

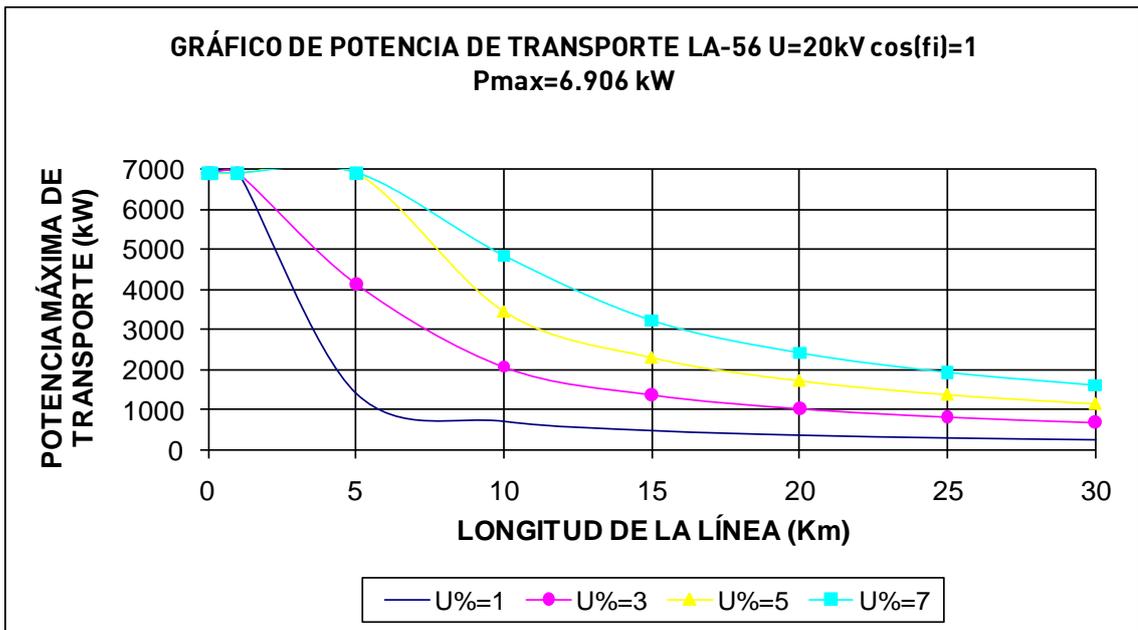
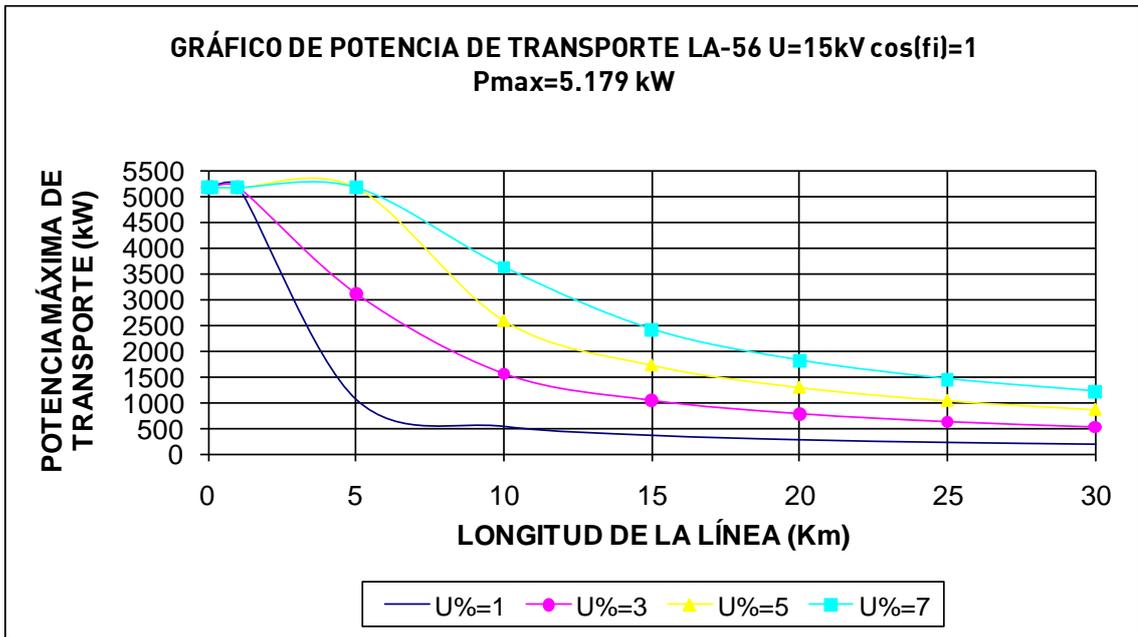
- Conductor LA-56, $\cos\phi=0,8$
- Conductor LA-56, $\cos\phi=1$

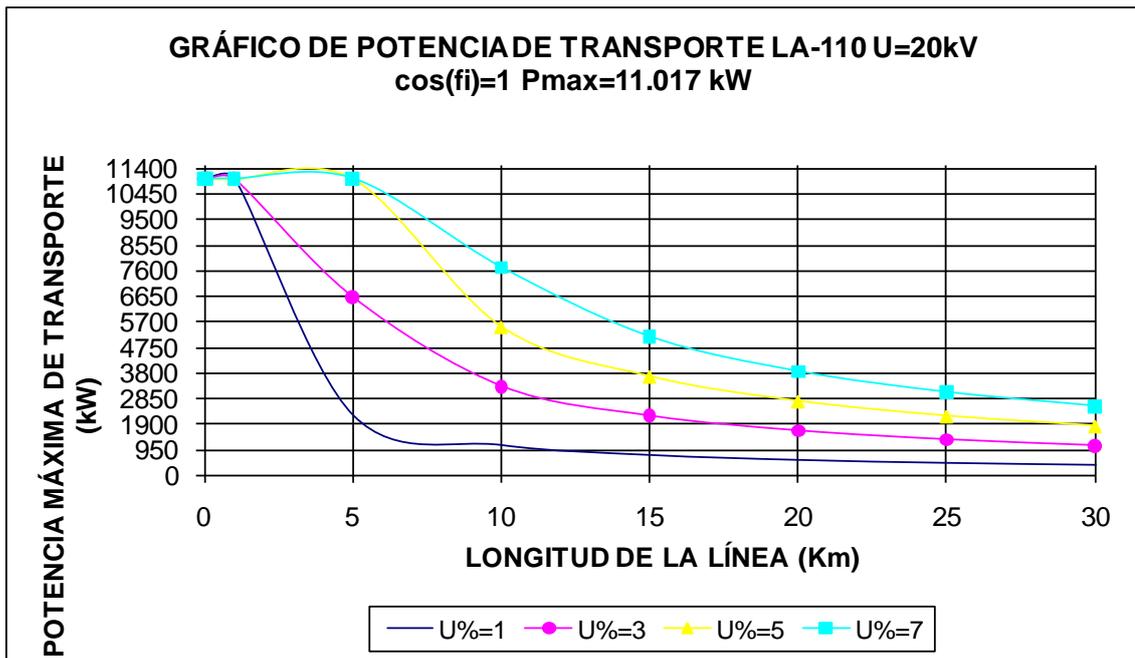
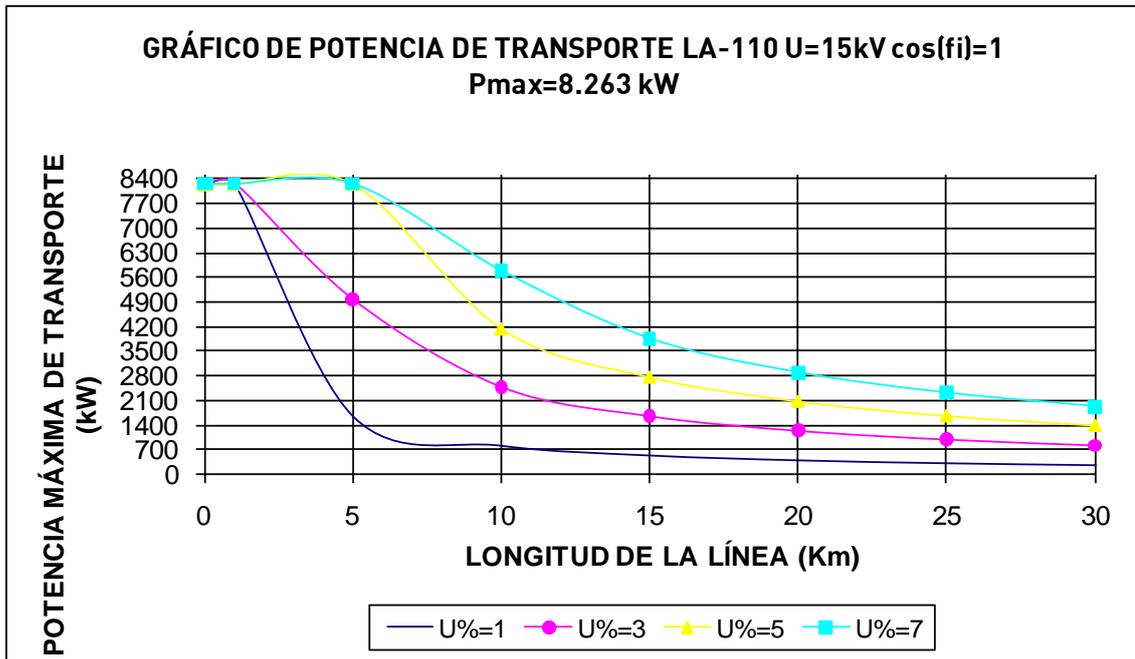


- Conductor LA-110, $\cos\phi=0,8$
- Conductor LA-110, $\cos\phi=1$





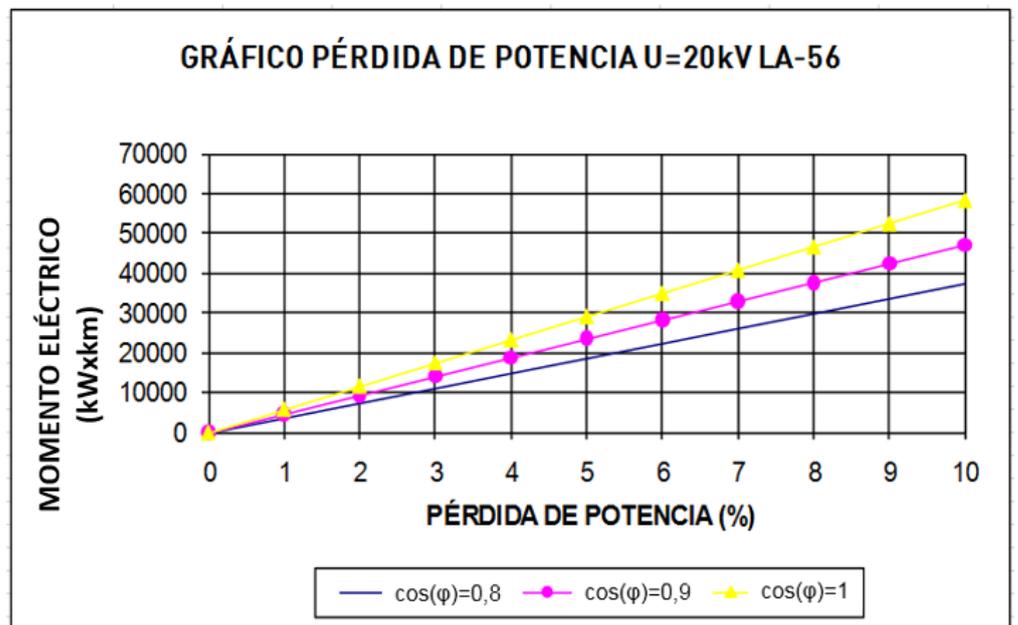
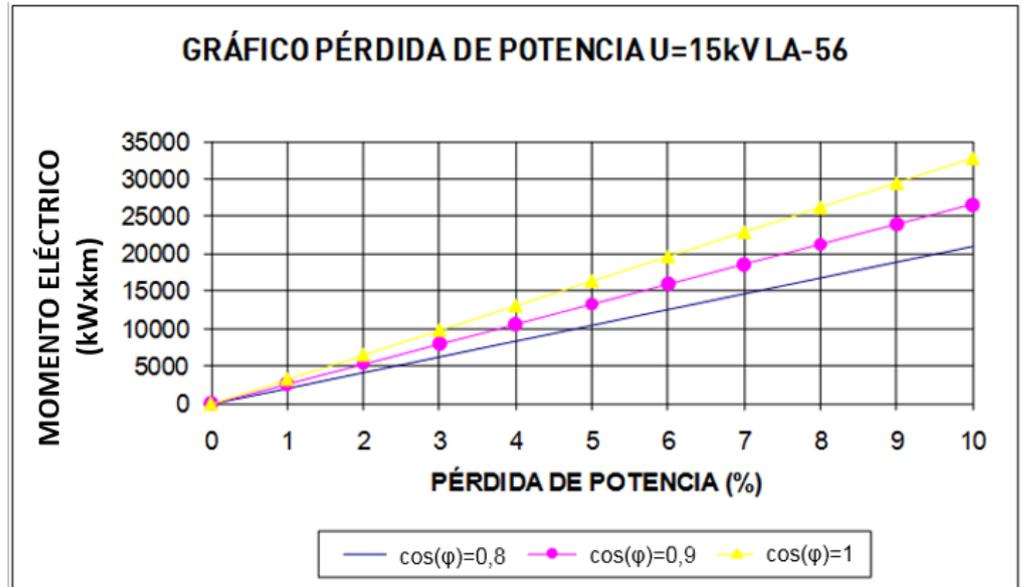


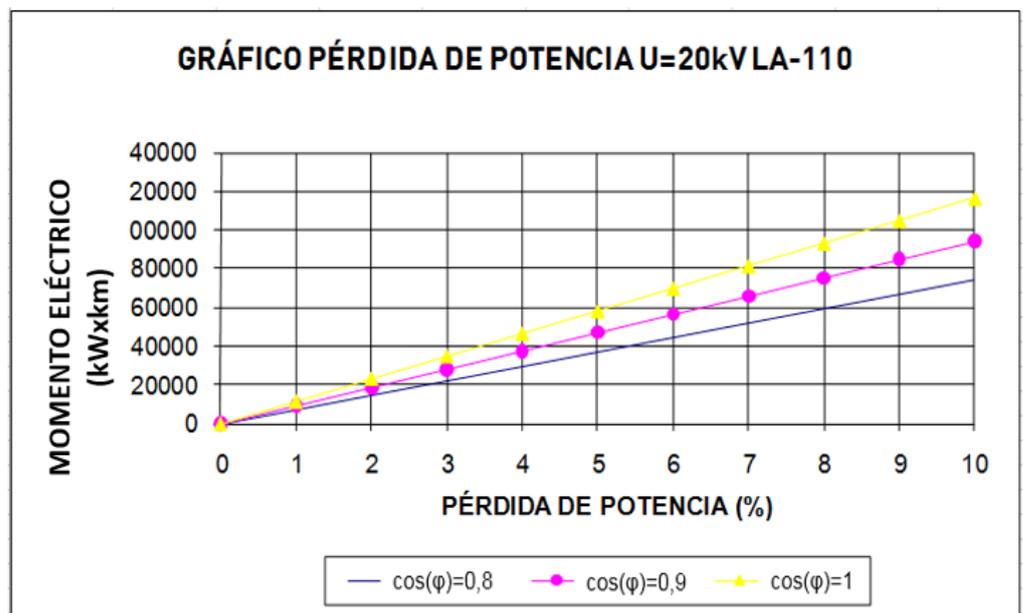
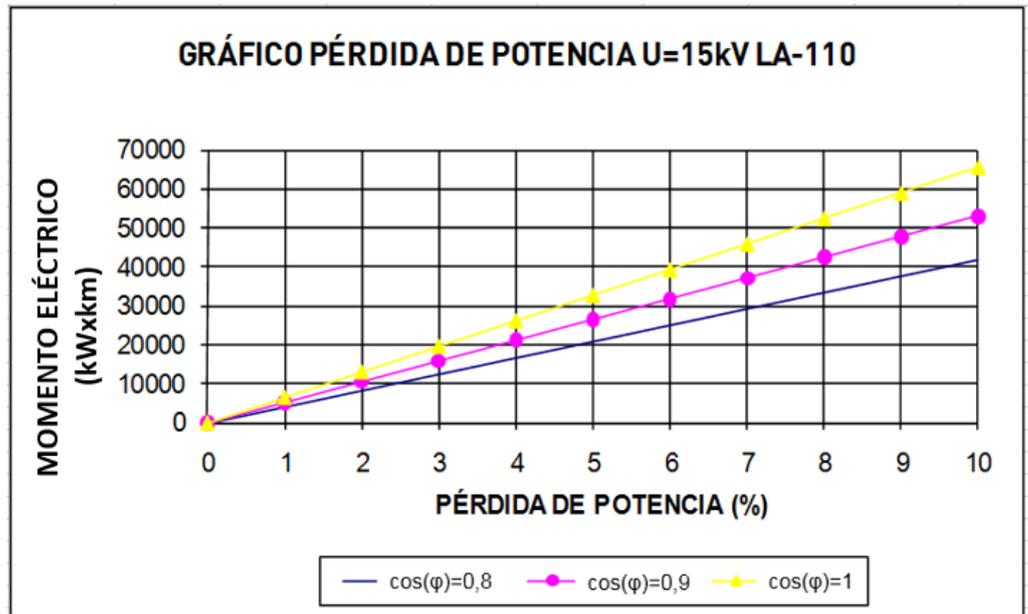




3. Gráficos de pérdida de potencia

- Conductor LA-56
- Conductor LA-110







4. Tablas de cálculo mecánico de conductores y tendido de líneas

- Conductor LA-56
- Conductor LA-110

Se muestran las tablas de cálculo mecánico y de tendido para los distintos tenses máximos de los conductores para las zonas A, B y C.

- Conductor LA-56
 - T=525 daN
- Conductor LA-110
 - T=700 daN
 - T=1000 daN
 - T=1200 daN
 - T=1392 daN

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



 Grupo Naturgy		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA A LA-56														
		Sección (mm ²): 54,6 Diámetro (mm): 9,45 Peso unitario (daN/m): 0,186 Módulo de elasticidad (daN/mm ²): 7900 Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶): 19,1						Tensión de Rotura (daN): 1629 Tensión Máxima (daN): 525 CHS (0 °C): 20,00% EDS (15 °C): 15,00% Velocidad de Viento (km/h): 120								
VANO (m)	-5 °C + V		CHS 0 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		50 °C		-5 °C		Tensión Máxima (daN)		H	
	v:	h:	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	C.S.		Fmáx
40	416,6	0,29	325,8	20,0%	214,5	13,2%	303,8	0,39	76,1	0,49	365,1	0,10	416,6	3,91	409,3	1962,8
50	436,4	0,43	325,8	20,0%	219,8	13,5%	332,4	0,56	90,2	0,64	364,1	0,16	436,4	3,73	485,0	1957,4
60	456,5	0,59	325,8	20,0%	225,2	13,8%	359,4	0,75	103,2	0,81	362,9	0,23	456,5	3,57	554,6	1951,1
70	476,4	0,77	325,8	20,0%	230,7	14,2%	385,0	0,95	115,1	0,99	361,6	0,32	476,4	3,42	618,9	1944,0
80	496,0	0,96	325,8	20,0%	236,1	14,5%	409,3	1,17	126,2	1,18	360,2	0,41	496,0	3,28	678,5	1936,5
90	515,0	1,17	325,8	20,0%	241,3	14,8%	432,2	1,40	136,5	1,38	358,7	0,53	515,0	3,16	724,3	1928,4
100	525,0	1,42	314,5	19,3%	237,9	14,6%	447,5	1,67	143,1	1,62	345,0	0,67	525,0	3,10	750,0	1855,0
110	525,0	1,72	291,4	17,9%	226,3	13,9%	454,4	1,99	145,6	1,93	318,3	0,88	525,0	3,10	761,4	1711,3
120	525,0	2,05	271,2	16,6%	216,6	13,3%	460,5	2,33	147,7	2,27	294,1	1,14	525,0	3,10	771,7	1581,4
130	525,0	2,40	254,1	15,6%	208,8	12,8%	466,0	2,71	149,5	2,63	273,3	1,44	525,0	3,10	780,9	1469,3
140	525,0	2,79	240,1	14,7%	202,5	12,4%	470,9	3,11	151,0	3,02	255,9	1,78	525,0	3,10	789,1	1376,0
150	525,0	3,20	228,7	14,0%	197,3	12,1%	475,3	3,53	152,3	3,44	241,8	2,16	525,0	3,10	796,5	1300,1
160	525,0	3,64	219,6	13,5%	193,0	11,8%	479,2	3,99	153,4	3,88	230,4	2,58	525,0	3,10	803,1	1238,8
170	525,0	4,11	212,1	13,0%	189,5	11,6%	482,8	4,47	154,4	4,36	221,2	3,04	525,0	3,10	809,0	1189,3
180	525,0	4,61	206,0	12,6%	186,6	11,5%	486,0	4,98	155,3	4,86	213,7	3,53	525,0	3,10	814,4	1149,1
190	525,0	5,13	201,0	12,3%	184,1	11,3%	488,8	5,51	156,0	5,39	207,6	4,05	525,0	3,10	819,2	1116,2
200	525,0	5,63	196,9	12,1%	182,0	11,2%	491,4	6,08	156,6	5,94	202,5	4,60	525,0	3,10	823,6	1088,9
210	525,0	6,27	193,3	11,9%	180,3	11,1%	493,8	6,67	157,2	6,53	198,3	5,17	525,0	3,10	827,5	1066,2
220	525,0	6,89	190,4	11,7%	178,7	11,0%	495,9	7,29	157,7	7,14	194,7	5,78	525,0	3,10	831,1	1047,0
230	525,0	7,53	187,8	11,5%	177,4	10,9%	497,8	7,94	158,2	7,79	191,7	6,42	525,0	3,10	834,3	1030,7
240	525,0	8,20	185,6	11,4%	176,2	10,8%	499,6	8,61	158,6	8,46	189,1	7,09	525,0	3,10	837,3	1016,7
250	525,0	8,89	183,7	11,3%	175,2	10,8%	501,2	9,32	158,9	9,16	186,9	7,79	525,0	3,10	839,9	1004,6
260	525,0	9,62	182,1	11,2%	174,3	10,7%	502,7	10,05	159,3	9,89	184,9	8,51	525,0	3,10	842,4	994,0
270	525,0	10,38	180,6	11,1%	173,5	10,7%	504,0	10,81	159,6	10,64	183,2	9,27	525,0	3,10	844,6	984,8
280	525,0	11,16	179,3	11,0%	172,8	10,6%	505,3	11,60	159,8	11,43	181,7	10,05	525,0	3,10	846,7	976,7
290	525,0	11,98	178,2	10,9%	172,1	10,6%	506,4	12,42	160,1	12,24	180,3	10,86	525,0	3,10	848,6	969,5
300	525,0	12,82	177,2	10,9%	171,6	10,5%	507,4	13,26	160,3	13,09	179,1	11,70	525,0	3,10	850,4	963,1

T: Componente horizontal de la tensión (daN). f: Flecha (m). H: Parámetro de la catenaria (m). v: Sobrecarga Viento (daN/m). h: Sobrecarga Hielo (daN/m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



		TABLA DE TENDIDO CATEGORIA 1a, 2a y 3a ZONA A LA-56																							
		Sección (mm²): 54,6 Diámetro (mm): 9,45 Peso unitario (daN/m): 0,186 Módulo de elasticidad (daN/mm²): 7900 Coeficiente de dilatación (°C⁻¹x10⁻⁶): 19,1												Tensión de Rotura (daN): 1629 Tensión Máxima (daN): 525 CHS (0 °C): 20,00% EDS (15 °C): 15,00% Velocidad de Viento (km/h): 120											
		-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
		VANO (m)	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	
40	404,9	0,09	365,1	0,10	325,8	0,11	287,3	0,13	250,0	0,15	214,5	0,17	181,8	0,20	153,0	0,24	129,0	0,29	110,1	0,34	95,6	0,39	84,6	0,44	
50	403,1	0,14	364,1	0,16	325,8	0,18	288,6	0,20	253,0	0,23	219,8	0,26	189,6	0,31	163,4	0,36	141,6	0,41	124,0	0,47	110,0	0,53	99,0	0,59	
60	401,0	0,21	362,9	0,23	325,8	0,26	290,1	0,29	256,4	0,33	225,2	0,37	197,4	0,42	173,3	0,48	153,1	0,55	136,5	0,61	123,0	0,68	112,1	0,75	
70	398,7	0,29	361,6	0,32	325,8	0,35	291,7	0,39	259,8	0,44	230,7	0,49	204,9	0,56	182,6	0,62	163,7	0,70	147,9	0,77	134,9	0,84	124,1	0,92	
80	396,1	0,38	360,2	0,41	325,8	0,46	293,4	0,51	263,3	0,57	236,1	0,63	212,0	0,70	191,2	0,78	173,4	0,86	158,5	0,94	145,8	1,02	135,2	1,10	
90	393,3	0,48	358,7	0,53	325,8	0,58	295,0	0,64	266,7	0,71	241,3	0,78	216,8	0,86	199,2	0,95	182,5	1,03	168,1	1,12	155,9	1,21	145,5	1,29	
100	377,6	0,62	345,0	0,67	314,5	0,74	286,3	0,81	260,7	0,89	237,9	0,98	217,9	1,07	200,4	1,16	185,4	1,25	172,4	1,35	161,2	1,44	151,6	1,53	
110	347,5	0,81	318,3	0,88	291,4	0,97	267,1	1,05	245,4	1,15	226,3	1,24	209,5	1,34	194,9	1,44	182,2	1,54	171,2	1,64	161,6	1,74	153,1	1,84	
120	319,5	1,05	294,1	1,14	271,2	1,23	250,7	1,34	232,6	1,44	216,6	1,55	202,7	1,65	190,4	1,76	179,7	1,86	170,2	1,97	161,8	2,07	154,4	2,17	
130	294,7	1,33	273,3	1,44	254,1	1,55	237,1	1,66	222,1	1,77	208,8	1,88	197,1	1,99	186,8	2,10	177,6	2,21	169,4	2,32	162,0	2,43	155,5	2,53	
140	273,7	1,67	255,9	1,78	240,1	1,90	226,0	2,02	213,6	2,13	202,5	2,25	192,6	2,37	183,7	2,48	175,8	2,59	168,7	2,70	162,2	2,81	156,4	2,92	
150	256,5	2,04	241,8	2,16	228,7	2,29	217,1	2,41	206,6	2,53	197,3	2,65	188,9	2,77	181,3	2,89	174,4	3,00	168,1	3,11	162,4	3,22	157,1	3,33	
160	242,5	2,46	230,4	2,58	219,6	2,71	209,8	2,84	201,0	2,96	193,0	3,09	185,8	3,21	179,2	3,32	173,2	3,44	167,6	3,55	162,5	3,66	157,8	3,77	
170	231,2	2,91	221,2	3,04	212,1	3,17	203,9	3,30	196,4	3,42	189,5	3,55	183,2	3,67	177,5	3,79	172,1	3,91	167,2	4,02	162,6	4,13	158,4	4,25	
180	222,1	3,39	213,7	3,53	206,0	3,66	199,0	3,79	192,5	3,91	186,6	4,04	181,1	4,16	176,0	4,28	171,3	4,40	166,8	4,52	162,7	4,63	158,9	4,75	
190	214,7	3,91	207,6	4,05	201,0	4,18	195,0	4,31	189,3	4,44	184,1	4,56	179,3	4,69	174,7	4,81	170,5	4,93	166,5	5,04	162,8	5,16	159,3	5,27	
200	208,7	4,46	202,5	4,60	196,9	4,73	191,6	4,86	186,6	4,99	182,0	5,11	177,7	5,24	173,7	5,36	169,9	5,48	166,3	5,60	162,9	5,72	159,7	5,83	
210	203,6	5,04	198,3	5,17	193,3	5,31	188,7	5,44	184,3	5,57	180,3	5,69	176,4	5,82	172,8	5,94	169,3	6,06	166,0	6,18	163,0	6,30	160,0	6,42	
220	199,4	5,65	194,7	5,78	190,4	5,92	186,3	6,05	182,4	6,18	178,7	6,30	175,2	6,43	171,9	6,55	168,8	6,67	165,8	6,79	163,0	6,91	160,3	7,03	
230	195,8	6,29	191,7	6,42	187,8	6,56	184,2	6,69	180,7	6,82	177,4	6,94	174,2	7,07	171,2	7,19	168,4	7,31	165,7	7,43	163,1	7,55	160,6	7,67	
240	192,8	6,96	189,1	7,09	185,6	7,22	182,3	7,35	179,2	7,48	176,2	7,61	173,4	7,74	170,6	7,86	168,0	7,98	165,5	8,10	163,1	8,22	160,8	8,34	
250	190,1	7,65	186,9	7,79	183,7	7,92	180,8	8,05	177,9	8,18	175,2	8,31	172,6	8,43	170,1	8,56	167,7	8,68	165,4	8,80	163,1	8,92	161,0	9,04	
260	187,8	8,38	184,9	8,51	182,1	8,64	179,4	8,78	176,8	8,90	174,3	9,03	171,9	9,16	169,6	9,28	167,4	9,41	165,2	9,53	163,2	9,65	161,2	9,77	
270	185,8	9,13	183,2	9,27	180,6	9,40	178,2	9,53	175,8	9,66	173,5	9,79	171,3	9,91	169,2	10,04	167,1	10,16	165,1	10,28	163,2	10,41	161,4	10,53	
280	184,1	9,92	181,7	10,05	179,3	10,18	177,1	10,31	174,9	10,44	172,8	10,57	170,7	10,70	168,8	10,82	166,9	10,95	165,0	11,07	163,2	11,19	161,5	11,31	
290	182,6	10,73	180,3	10,86	178,2	10,99	176,1	11,13	174,1	11,25	172,1	11,38	170,3	11,51	168,4	11,63	166,7	11,76	164,9	11,88	163,3	12,00	161,6	12,12	
300	181,2	11,57	179,1	11,70	177,2	11,84	175,2	11,97	173,4	12,10	171,6	12,22	169,8	12,35	168,1	12,48	166,5	12,60	164,9	12,72	163,3	12,85	161,8	12,97	
T: Componente horizontal de la tensión (daN).						f: Flecha (m).																			

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd Grupo Naturgy		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA B LA-56																						
Sección (mm ²):		54,6												Tensión de Rotura (daN):		1629								
Diámetro (mm):		9,45												Tensión Máxima (daN):		525								
Peso unitario (daN/m):		0,186												CHS (-5 °C):		20,00%								
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		7900												EDS (15 °C):		15,00%								
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶):		19,1												Velocidad de Viento (km/h):				120						
VANO (m)	-15 °C + H		-10 °C + V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		0 °C + H		50 °C		-15 °C		Tensión Máxima (daN)		H					
	v:	f:	v:	f:	v:	%	v:	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.		Fmáx	Fmín			
40	470,0	0,31	416,6	0,29	325,8	20,0%	181,8	11,2%	281,2	0,42	382,6	0,39	69,5	0,54	404,9	0,09	470,0	3,47	373,5	2176,8				
50	494,1	0,47	436,4	0,43	325,8	20,0%	189,6	11,6%	311,4	0,60	413,6	0,56	83,1	0,70	403,1	0,14	494,1	3,30	446,8	2167,2				
60	518,6	0,64	456,5	0,59	325,8	20,0%	197,4	12,1%	339,6	0,79	443,4	0,75	95,8	0,87	401,0	0,21	518,6	3,14	514,8	2156,0				
70	525,0	0,86	458,4	0,80	301,5	18,5%	188,7	11,6%	353,8	1,03	457,1	0,99	102,9	1,11	372,3	0,31	525,0	3,10	553,0	2001,8				
80	525,0	1,13	454,2	1,05	269,3	16,5%	176,9	10,9%	362,1	1,32	464,6	1,27	107,3	1,39	332,8	0,45	525,0	3,10	576,7	1789,3				
90	525,0	1,43	450,5	1,34	240,8	14,8%	167,9	10,3%	369,3	1,64	471,2	1,59	110,8	1,70	294,4	0,64	525,0	3,10	595,8	1582,8				
100	525,0	1,76	447,3	1,67	217,6	13,4%	161,1	9,9%	375,4	1,99	476,9	1,94	113,7	2,05	260,3	0,89	525,0	3,10	611,5	1399,6				
110	525,0	2,13	444,5	2,03	199,8	12,3%	155,9	9,6%	380,7	2,37	481,9	2,32	116,1	2,42	232,7	1,21	525,0	3,10	624,3	1251,0				
120	525,0	2,54	442,1	2,43	186,6	11,5%	152,0	9,3%	385,3	2,79	486,3	2,74	118,1	2,84	211,6	1,58	525,0	3,10	635,0	1137,8				
130	525,0	2,98	440,0	2,87	176,7	10,8%	149,0	9,1%	389,3	3,24	490,1	3,19	119,8	3,28	196,0	2,00	525,0	3,10	643,9	1054,0				
140	525,0	3,45	438,3	3,34	169,3	10,4%	146,6	9,0%	392,7	3,73	493,5	3,67	121,2	3,76	184,5	2,47	525,0	3,10	651,4	991,8				
150	525,0	3,96	436,7	3,85	163,6	10,0%	144,6	8,9%	395,7	4,25	496,4	4,19	122,3	4,28	175,8	2,98	525,0	3,10	657,7	945,1				
160	525,0	4,51	435,4	4,39	159,1	9,8%	143,1	8,8%	398,3	4,80	499,0	4,75	123,3	4,83	169,1	3,52	525,0	3,10	663,1	909,2				
170	525,0	5,09	434,3	4,97	155,5	9,5%	141,8	8,7%	400,5	5,39	501,3	5,34	124,2	5,42	163,9	4,10	525,0	3,10	667,8	881,2				
180	525,0	5,71	433,3	5,58	152,6	9,4%	140,7	8,6%	402,6	6,01	503,3	5,96	125,0	6,04	159,7	4,72	525,0	3,10	671,8	858,8				
190	525,0	6,36	432,5	6,24	150,2	9,2%	139,8	8,6%	404,3	6,67	505,1	6,62	125,6	6,69	156,4	5,37	525,0	3,10	675,3	840,7				
200	525,0	7,05	431,7	6,92	148,3	9,1%	139,0	8,5%	405,9	7,36	506,6	7,31	126,2	7,38	153,6	6,06	525,0	3,10	678,3	825,8				
210	525,0	7,78	431,0	7,65	146,6	9,0%	138,4	8,5%	407,3	8,09	508,1	8,04	126,7	8,11	151,3	6,79	525,0	3,10	681,0	813,3				
220	525,0	8,54	430,4	8,40	145,2	8,9%	137,8	8,5%	408,5	8,86	509,3	8,80	127,1	8,87	149,3	7,55	525,0	3,10	683,4	802,9				
230	525,0	9,33	429,9	9,20	144,0	8,8%	137,3	8,4%	409,7	9,65	510,5	9,60	127,5	9,67	147,7	8,34	525,0	3,10	685,4	794,0				
240	525,0	10,16	429,5	10,03	142,9	8,8%	136,9	8,4%	410,7	10,49	511,5	10,43	127,8	10,50	146,3	9,17	525,0	3,10	687,3	786,3				
250	525,0	11,03	429,0	10,89	142,0	8,7%	136,5	8,4%	411,6	11,36	512,4	11,30	128,2	11,37	145,0	10,04	525,0	3,10	689,0	779,7				
260	525,0	11,93	428,7	11,80	141,2	8,7%	136,1	8,4%	412,4	12,26	513,2	12,21	128,4	12,27	143,9	10,94	525,0	3,10	690,5	773,9				
270	525,0	12,87	428,3	12,73	140,5	8,6%	135,8	8,3%	413,1	13,20	514,0	13,15	128,7	13,21	143,0	11,88	525,0	3,10	691,8	768,9				
280	525,0	13,85	428,0	13,71	139,9	8,6%	135,6	8,3%	413,8	14,18	514,7	14,13	128,9	14,19	142,2	12,86	525,0	3,10	693,0	764,4				
290	525,0	14,86	427,8	14,72	139,3	8,6%	135,3	8,3%	414,4	15,19	515,3	15,14	129,1	15,20	141,4	13,87	525,0	3,10	694,1	760,4				
300	525,0	15,90	427,5	15,76	138,8	8,5%	135,1	8,3%	415,0	16,24	515,9	16,19	129,3	16,25	140,8	14,91	525,0	3,10	695,1	756,9				
T: Componente horizontal de la tensión (daN).					f: Flecha (m).					H: Parámetro de la catenaria (m).					v: Sobrecarga Viento (daN/m).					h: Sobrecarga Hielo (daN/m).				

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



TABLA DE TENDIDO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA B LA-56

Sección (mm ²):	54,6	Tensión de Rotura (daN):	1629
Diámetro (mm):	9,45	Tensión Máxima (daN):	525
Peso unitario (daN/m):	0,186	CHS (-5 °C):	20,00%
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):	7900	EDS (15 °C):	15,00%
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶):	19,1	Velocidad de Viento (km/h):	120

VANO (m)	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	365,1	0,10	325,8	0,11	287,3	0,13	250,0	0,15	214,5	0,17	181,8	0,20	153,0	0,24	129,0	0,29	110,1	0,34	95,6	0,39	84,6	0,44	76,1	0,49
50	364,1	0,16	325,8	0,18	288,6	0,20	253,0	0,23	219,8	0,26	189,6	0,31	163,4	0,36	141,6	0,41	124,0	0,47	110,0	0,53	99,0	0,59	90,2	0,64
60	362,9	0,23	325,8	0,26	290,1	0,29	256,4	0,33	225,2	0,37	197,4	0,42	173,3	0,48	153,1	0,55	136,5	0,61	123,0	0,68	112,1	0,75	103,2	0,81
70	336,1	0,34	301,5	0,38	268,9	0,42	238,9	0,48	212,1	0,54	188,7	0,60	168,9	0,67	152,2	0,75	138,5	0,82	127,1	0,90	117,6	0,97	109,6	1,04
80	299,9	0,50	269,3	0,55	241,5	0,62	216,8	0,69	195,3	0,76	176,9	0,84	161,4	0,92	148,3	1,00	137,3	1,08	128,0	1,16	120,0	1,24	113,2	1,32
90	266,2	0,71	240,8	0,78	218,3	0,86	198,9	0,95	182,1	1,03	167,9	1,12	155,7	1,21	145,3	1,30	136,4	1,38	128,7	1,46	121,9	1,55	116,0	1,62
100	237,6	0,98	217,6	1,07	200,2	1,16	185,2	1,26	172,2	1,35	161,1	1,44	151,4	1,54	143,0	1,63	135,7	1,71	129,2	1,80	123,4	1,88	118,3	1,97
110	215,1	1,31	199,8	1,41	186,5	1,51	174,9	1,61	164,8	1,71	155,9	1,80	148,1	1,90	141,3	1,99	135,1	2,08	129,6	2,17	124,7	2,26	120,2	2,34
120	198,3	1,69	186,6	1,80	176,3	1,90	167,2	2,00	159,2	2,10	152,0	2,20	145,6	2,30	139,9	2,39	134,7	2,49	130,0	2,58	125,7	2,67	121,7	2,75
130	185,8	2,12	176,7	2,22	168,6	2,33	161,4	2,44	154,9	2,54	149,0	2,64	143,6	2,74	138,8	2,83	134,3	2,93	130,2	3,02	126,5	3,11	123,0	3,20
140	176,5	2,58	169,3	2,69	162,8	2,80	156,9	2,91	151,5	3,01	146,6	3,11	142,0	3,21	137,9	3,31	134,0	3,40	130,5	3,50	127,1	3,59	124,0	3,68
150	169,4	3,09	163,6	3,20	158,2	3,31	153,3	3,41	148,8	3,52	144,6	3,62	140,8	3,72	137,2	3,82	133,8	3,91	130,7	4,01	127,7	4,10	124,9	4,19
160	163,9	3,63	159,1	3,74	154,6	3,85	150,5	3,96	146,7	4,06	143,1	4,16	139,7	4,26	136,6	4,36	133,6	4,46	130,8	4,55	128,2	4,65	125,7	4,74
170	159,6	4,21	155,5	4,32	151,7	4,43	148,2	4,54	144,9	4,64	141,8	4,74	138,8	4,85	136,1	4,94	133,4	5,04	130,9	5,14	128,6	5,23	126,3	5,33
180	156,1	4,83	152,6	4,94	149,4	5,05	146,3	5,15	143,4	5,26	140,7	5,36	138,1	5,46	135,6	5,56	133,3	5,66	131,1	5,76	128,9	5,85	126,9	5,94
190	153,2	5,48	150,2	5,59	147,4	5,70	144,8	5,81	142,2	5,91	139,8	6,01	137,5	6,11	135,3	6,21	133,2	6,31	131,2	6,41	129,2	6,50	127,4	6,60
200	150,9	6,17	148,3	6,28	145,8	6,39	143,4	6,49	141,2	6,60	139,0	6,70	137,0	6,80	135,0	6,90	133,1	7,00	131,2	7,10	129,5	7,19	127,8	7,29
210	148,9	6,90	146,6	7,00	144,4	7,11	142,3	7,22	140,3	7,32	138,4	7,42	136,5	7,52	134,7	7,62	133,0	7,72	131,3	7,82	129,7	7,92	128,2	8,02
220	147,2	7,66	145,2	7,76	143,2	7,87	141,3	7,97	139,5	8,08	137,8	8,18	136,1	8,28	134,5	8,38	132,9	8,48	131,4	8,58	129,9	8,68	128,5	8,78
230	145,8	8,45	144,0	8,56	142,2	8,66	140,5	8,77	138,9	8,87	137,3	8,98	135,8	9,08	134,3	9,18	132,8	9,28	131,4	9,38	130,1	9,48	128,8	9,57
240	144,6	9,28	142,9	9,39	141,3	9,50	139,8	9,60	138,3	9,70	136,9	9,81	135,5	9,91	134,1	10,01	132,8	10,11	131,5	10,21	130,2	10,31	129,0	10,41
250	143,5	10,15	142,0	10,26	140,6	10,36	139,2	10,47	137,8	10,57	136,5	10,67	135,2	10,78	133,9	10,88	132,7	10,98	131,5	11,08	130,4	11,18	129,3	11,27
260	142,6	11,05	141,2	11,16	139,9	11,26	138,6	11,37	137,4	11,47	136,1	11,57	135,0	11,68	133,8	11,78	132,7	11,88	131,6	11,98	130,5	12,08	129,4	12,18
270	141,7	11,99	140,5	12,10	139,3	12,20	138,1	12,31	137,0	12,41	135,8	12,51	134,7	12,62	133,7	12,72	132,6	12,82	131,6	12,92	130,6	13,02	129,6	13,12
280	141,0	12,96	139,9	13,07	138,8	13,18	137,7	13,28	136,6	13,38	135,6	13,49	134,6	13,59	133,6	13,69	132,6	13,79	131,6	13,89	130,7	13,99	129,8	14,09
290	140,4	13,97	139,3	14,08	138,3	14,18	137,3	14,29	136,3	14,39	135,3	14,50	134,4	14,60	133,5	14,70	132,6	14,80	131,7	14,90	130,8	15,00	129,9	15,10
300	139,8	15,02	138,8	15,12	137,9	15,23	136,9	15,33	136,0	15,44	135,1	15,54	134,2	15,64	133,4	15,75	132,5	15,85	131,7	15,95	130,9	16,05	130,1	16,15

T: Componente horizontal de la tensión (daN).

f: Flecha (m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA C LA-56																													
		Sección (mm ²):				Diámetro (mm):				Peso unitario (daN/m):				Módulo de elasticidad (daN/mm ²):				Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ³):				Tensión de Rotura (daN):		Tensión Máxima (daN):		CHS (-5 °C):		EDS (15 °C):		Velocidad de Viento (km/h):	
		54,6				9,45				0,186				7900				19,1				1629		525		20,00%		15,00%		120	
VANO (m)	-20 °C + H		-15 °C + V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		0 °C + H		50 °C		-20 °C		Tensión Máxima (daN)		H												
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	T	C.S.	Fmáx	Fmín											
T	f	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmín										
40	525,0	0,49	380,3	0,31	243,8	15,0%	125,5	7,7%	240,0	0,50	437,2	0,59	59,1	0,63	358,4	0,10	525,0	3,10	317,6	1928,9											
50	525,0	0,77	345,5	0,54	178,1	10,3%	105,1	6,4%	240,6	0,78	453,3	0,89	63,3	0,92	273,4	0,21	525,0	3,10	340,6	1469,9											
60	525,0	1,11	318,6	0,84	133,9	8,2%	94,6	5,8%	241,0	1,11	466,0	1,25	66,2	1,26	192,9	0,43	525,0	3,10	356,1	1037,1											
70	525,0	1,51	299,5	1,22	111,7	6,9%	88,8	5,5%	241,3	1,52	476,0	1,66	68,3	1,67	142,1	0,80	525,0	3,10	367,0	763,8											
80	525,0	1,97	286,3	1,67	100,2	6,2%	85,4	5,2%	241,5	1,98	483,9	2,14	69,7	2,14	117,2	1,27	525,0	3,10	374,3	630,3											
90	525,0	2,50	277,0	2,18	93,6	5,7%	83,1	5,1%	241,7	2,50	490,2	2,67	70,8	2,66	104,4	1,80	525,0	3,10	379,2	561,4											
100	525,0	3,08	270,3	2,76	89,4	5,5%	81,6	5,0%	241,8	3,09	495,2	3,27	71,6	3,25	96,9	2,40	525,0	3,10	383,1	521,2											
110	525,0	3,73	265,3	3,41	86,6	5,3%	80,5	4,9%	241,9	3,74	499,3	3,92	72,2	3,90	92,2	3,06	525,0	3,10	386,3	495,5											
120	525,0	4,44	261,6	4,11	84,6	5,2%	79,6	4,9%	241,9	4,45	502,7	4,64	72,7	4,61	88,9	3,77	525,0	3,10	388,9	477,9											
130	525,0	5,21	258,7	4,88	83,1	5,1%	79,0	4,8%	242,0	5,22	505,4	5,42	73,1	5,39	86,5	4,55	525,0	3,10	391,0	465,3											
140	525,0	6,05	256,4	5,71	81,9	5,0%	78,5	4,8%	242,1	6,06	507,8	6,25	73,4	6,22	84,8	5,39	525,0	3,10	392,8	455,8											
150	525,0	6,94	254,5	6,61	81,0	5,0%	78,1	4,8%	242,1	6,95	509,7	7,15	73,7	7,12	83,4	6,29	525,0	3,10	394,3	448,5											
160	525,0	7,90	253,0	7,57	80,3	4,9%	77,8	4,8%	242,1	7,91	511,3	8,12	73,9	8,08	82,4	7,25	525,0	3,10	395,6	442,8											
170	525,0	8,93	251,8	8,59	79,7	4,9%	77,5	4,8%	242,1	8,94	512,7	9,14	74,1	9,11	81,5	8,27	525,0	3,10	396,6	438,1											
180	525,0	10,01	250,8	9,67	79,2	4,9%	77,3	4,7%	242,2	10,02	513,9	10,23	74,2	10,19	80,8	9,36	525,0	3,10	397,6	434,4											
190	525,0	11,16	249,9	10,82	78,8	4,8%	77,1	4,7%	242,2	11,17	515,0	11,38	74,4	11,34	80,2	10,51	525,0	3,10	398,4	431,3											
200	525,0	12,37	249,2	12,03	78,5	4,8%	77,0	4,7%	242,2	12,38	515,9	12,59	74,5	12,55	79,7	11,72	525,0	3,10	399,1	428,6											
210	525,0	13,65	248,5	13,31	78,2	4,8%	76,8	4,7%	242,2	13,66	516,7	13,87	74,6	13,83	79,3	12,99	525,0	3,10	399,7	426,4											
220	525,0	14,99	248,0	14,64	78,0	4,8%	76,7	4,7%	242,2	15,00	517,3	15,21	74,7	15,17	79,0	14,33	525,0	3,10	400,2	424,5											
230	525,0	16,39	247,5	16,05	77,8	4,8%	76,6	4,7%	242,2	16,40	518,0	16,62	74,7	16,57	78,6	15,73	525,0	3,10	400,7	422,8											
240	525,0	17,86	247,1	17,51	77,6	4,8%	76,5	4,7%	242,2	17,87	518,5	18,08	74,8	18,04	78,4	17,20	525,0	3,10	401,1	421,4											
250	525,0	19,39	246,7	19,04	77,4	4,8%	76,4	4,7%	242,3	19,40	519,0	19,62	74,8	19,57	78,1	18,73	525,0	3,10	401,5	420,1											
260	525,0	20,98	246,4	20,64	77,3	4,7%	76,4	4,7%	242,3	20,99	519,4	21,21	74,9	21,17	77,9	20,33	525,0	3,10	401,8	419,0											
270	525,0	22,64	246,1	22,30	77,1	4,7%	76,3	4,7%	242,3	22,65	519,8	22,88	74,9	22,83	77,8	21,99	525,0	3,10	402,1	418,1											
280	525,0	24,37	245,8	24,02	77,0	4,7%	76,3	4,7%	242,3	24,38	520,2	24,60	75,0	24,55	77,6	23,71	525,0	3,10	402,4	417,2											
290	525,0	26,16	245,6	25,81	76,9	4,7%	76,2	4,7%	242,3	26,17	520,5	26,39	75,0	26,34	77,5	25,50	525,0	3,10	402,6	416,4											
300	525,0	28,02	245,4	27,67	76,8	4,7%	76,2	4,7%	242,3	28,02	520,8	28,25	75,1	28,20	77,3	27,36	525,0	3,10	402,9	415,7											
T: Componente horizontal de la tensión (daN).				f: Flecha (m).				H: Parámetro de la catenaria (m).				v: Sobrecarga Viento (daN/m).				h: Sobrecarga Hielo (daN/m).															

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



Sección (mm ²):		54,6		Tensión de Rotura (daN):		1629																		
Diámetro (mm):		9,45		Tensión Máxima (daN):		525																		
Peso unitario (daN/m):		0,186		CHS (-5 °C):		20,00%																		
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		7900		EDS (15 °C):		15,00%																		
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶):		19,1		Velocidad de Viento (km/h):		120																		
TABLA DE TENDIDO																								
CATEGORÍA 1a, 2a y 3a																								
ZONA C																								
LA-56																								
VANO	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
(m)	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	280,9	0,13	243,8	0,15	208,7	0,18	176,6	0,21	148,6	0,25	125,5	0,30	107,4	0,35	93,6	0,40	83,0	0,45	74,9	0,50	68,5	0,54	63,3	0,59
50	206,6	0,28	178,1	0,33	153,7	0,38	133,7	0,43	117,7	0,49	105,1	0,55	95,1	0,61	87,0	0,67	80,5	0,72	75,1	0,77	70,6	0,82	66,7	0,87
60	149,9	0,56	133,9	0,63	121,0	0,69	110,4	0,76	101,8	0,82	94,6	0,89	88,6	0,95	83,4	1,00	79,0	1,06	75,2	1,11	71,9	1,17	68,9	1,22
70	120,1	0,95	111,7	1,02	104,6	1,09	98,6	1,16	93,4	1,22	88,8	1,28	84,8	1,34	81,3	1,40	78,1	1,46	75,3	1,51	72,7	1,57	70,4	1,62
80	105,2	1,42	100,2	1,49	95,9	1,55	92,0	1,62	88,5	1,68	85,4	1,74	82,5	1,80	79,9	1,86	77,5	1,92	75,4	1,98	73,3	2,03	71,5	2,08
90	96,9	1,95	93,6	2,01	90,6	2,08	87,9	2,14	85,4	2,21	83,1	2,27	81,0	2,33	79,0	2,39	77,1	2,44	75,4	2,50	73,8	2,56	72,2	2,61
100	91,7	2,54	89,4	2,60	87,3	2,67	85,2	2,73	83,3	2,79	81,6	2,85	79,9	2,91	78,3	2,97	76,8	3,03	75,4	3,09	74,1	3,14	72,8	3,20
110	88,3	3,19	86,6	3,25	84,9	3,32	83,4	3,38	81,9	3,44	80,5	3,50	79,1	3,56	77,8	3,62	76,6	3,68	75,4	3,74	74,3	3,79	73,2	3,85
120	85,9	3,90	84,6	3,97	83,2	4,03	82,0	4,09	80,8	4,15	79,6	4,21	78,5	4,27	77,5	4,33	76,4	4,39	75,5	4,45	74,5	4,50	73,6	4,56
130	84,2	4,68	83,1	4,74	82,0	4,80	81,0	4,86	80,0	4,92	79,0	4,98	78,1	5,04	77,2	5,10	76,3	5,16	75,5	5,22	74,7	5,27	73,9	5,33
140	82,8	5,51	81,9	5,57	81,0	5,64	80,2	5,70	79,3	5,76	78,5	5,82	77,7	5,88	76,9	5,94	76,2	5,99	75,5	6,05	74,8	6,11	74,1	6,17
150	81,8	6,41	81,0	6,47	80,3	6,53	79,5	6,59	78,8	6,66	78,1	6,72	77,4	6,77	76,8	6,83	76,1	6,89	75,5	6,95	74,9	7,01	74,3	7,06
160	81,0	7,37	80,3	7,43	79,7	7,49	79,0	7,55	78,4	7,62	77,8	7,67	77,2	7,73	76,6	7,79	76,0	7,85	75,5	7,91	75,0	7,97	74,4	8,02
170	80,3	8,39	79,7	8,46	79,2	8,52	78,6	8,58	78,1	8,64	77,5	8,70	77,0	8,76	76,5	8,82	76,0	8,87	75,5	8,93	75,0	8,99	74,5	9,05
180	79,7	9,48	79,2	9,54	78,7	9,60	78,3	9,66	77,8	9,72	77,3	9,78	76,8	9,84	76,4	9,90	75,9	9,96	75,5	10,02	75,1	10,08	74,6	10,13
190	79,3	10,63	78,8	10,69	78,4	10,75	78,0	10,81	77,5	10,87	77,1	10,93	76,7	10,99	76,3	11,05	75,9	11,11	75,5	11,17	75,1	11,22	74,7	11,28
200	78,9	11,84	78,5	11,90	78,1	11,96	77,7	12,02	77,3	12,08	77,0	12,14	76,6	12,20	76,2	12,26	75,9	12,32	75,5	12,38	75,2	12,44	74,8	12,49
210	78,6	13,12	78,2	13,18	77,9	13,24	77,5	13,30	77,2	13,36	76,8	13,42	76,5	13,48	76,2	13,54	75,8	13,60	75,5	13,65	75,2	13,71	74,9	13,77
220	78,3	14,45	78,0	14,52	77,6	14,58	77,3	14,64	77,0	14,70	76,7	14,76	76,4	14,82	76,1	14,87	75,8	14,93	75,5	14,99	75,2	15,05	74,9	15,11
230	78,1	15,86	77,8	15,92	77,5	15,98	77,2	16,04	76,9	16,10	76,6	16,16	76,3	16,22	76,1	16,28	75,8	16,34	75,5	16,40	75,3	16,45	75,0	16,51
240	77,8	17,32	77,6	17,38	77,3	17,45	77,0	17,51	76,8	17,57	76,5	17,62	76,3	17,68	76,0	17,74	75,8	17,80	75,5	17,86	75,3	17,92	75,0	17,98
250	77,6	18,85	77,4	18,91	77,2	18,97	76,9	19,04	76,7	19,10	76,4	19,16	76,2	19,21	76,0	19,28	75,7	19,33	75,5	19,39	75,3	19,45	75,1	19,51
260	77,5	20,45	77,3	20,51	77,0	20,57	76,8	20,63	76,6	20,69	76,4	20,75	76,2	20,81	75,9	20,87	75,7	20,93	75,5	20,99	75,3	21,05	75,1	21,11
270	77,3	22,11	77,1	22,17	76,9	22,23	76,7	22,29	76,5	22,35	76,3	22,41	76,1	22,47	75,9	22,53	75,7	22,59	75,5	22,65	75,3	22,71	75,1	22,77
280	77,2	23,83	77,0	23,89	76,8	23,95	76,6	24,01	76,4	24,07	76,3	24,13	76,1	24,19	75,9	24,26	75,7	24,31	75,5	24,38	75,3	24,44	75,2	24,49
290	77,1	25,62	76,9	25,68	76,7	25,74	76,6	25,80	76,4	25,86	76,2	25,92	76,0	25,99	75,9	26,05	75,7	26,11	75,5	26,17	75,4	26,23	75,2	26,29
300	77,0	27,48	76,8	27,54	76,7	27,60	76,5	27,66	76,3	27,72	76,2	27,78	76,0	27,84	75,8	27,90	75,7	27,96	75,5	28,02	75,4	28,08	75,2	28,14
T: Componente horizontal de la tensión (daN).							f: Flecha (m).																	

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO														
Grupo Naturgy		CATEGORÍA 1a, 2a y 3a														
		ZONA A														
		LA-110														
Sección (mm ²):	116,2											Tensión de Rotura (daN):	4317			
Diámetro (mm):	14											Tensión Máxima (daN):	1392			
Peso unitario (daN/m):	0,425											CHS (0 °C):	20,00%			
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):	8000											EDS (15 °C):	15,00%			
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶):	17,8											Velocidad de Viento (km/h):	120			
VANO (m)	-5 °C + V		CHS 0 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		50 °C		-5 °C		Tensión Máxima (daN)		H	
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	T	C.S.		
	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	Fmáx	Fmín	
40	987,4	0,19	863,4	20,0%	628,5	14,6%	709,3	0,27	230,9	0,37	943,7	0,09	987,4	4,37	543,4	2220,5
50	1007,3	0,29	863,4	20,0%	635,1	14,7%	746,0	0,39	263,8	0,50	942,4	0,14	1007,3	4,29	620,8	2217,3
60	1029,0	0,41	863,4	20,0%	642,4	14,9%	783,0	0,54	293,9	0,65	940,8	0,20	1029,0	4,20	691,5	2237,7
70	1049,5	0,55	860,3	19,9%	647,6	15,0%	817,5	0,71	320,5	0,81	935,9	0,28	1049,5	4,11	754,0	2202,0
80	1065,3	0,71	850,8	19,7%	647,6	15,0%	847,0	0,89	342,8	0,99	924,1	0,37	1065,3	4,05	806,5	2174,4
90	1081,2	0,88	840,8	19,5%	647,6	15,0%	875,3	1,09	363,1	1,19	911,5	0,47	1081,2	3,99	854,3	2144,8
100	1096,9	1,07	830,4	19,2%	647,6	15,0%	902,3	1,30	381,7	1,39	898,3	0,59	1096,9	3,94	898,2	2113,7
110	1112,3	1,28	819,8	19,0%	647,6	15,0%	928,0	1,53	398,8	1,61	884,8	0,73	1112,3	3,88	938,3	2081,8
120	1127,2	1,50	809,3	18,7%	647,6	15,0%	952,3	1,78	414,5	1,85	871,0	0,88	1127,2	3,83	975,3	2049,5
130	1141,6	1,74	799,0	18,5%	647,6	15,0%	975,4	2,04	429,0	2,09	857,4	1,05	1141,6	3,78	1009,3	2017,3
140	1155,4	2,00	789,0	18,3%	647,6	15,0%	997,2	2,31	442,3	2,36	844,0	1,23	1155,4	3,74	1040,7	1985,8
150	1168,6	2,27	779,5	18,1%	647,6	15,0%	1017,8	2,60	454,6	2,63	831,0	1,44	1168,6	3,69	1069,7	1955,3
160	1181,2	2,55	770,4	17,8%	647,6	15,0%	1037,2	2,91	466,0	2,92	818,6	1,66	1181,2	3,65	1096,5	1926,2
170	1193,2	2,85	761,9	17,6%	647,6	15,0%	1055,6	3,22	476,5	3,22	806,9	1,90	1193,2	3,62	1121,3	1898,5
180	1204,5	3,17	753,9	17,5%	647,6	15,0%	1073,0	3,56	486,3	3,54	795,8	2,16	1204,5	3,58	1139,8	1872,5
190	1215,3	3,50	746,6	17,3%	647,6	15,0%	1089,4	3,90	495,4	3,87	785,5	2,44	1215,3	3,55	1157,2	1848,2
200	1225,4	3,84	739,8	17,1%	647,6	15,0%	1104,9	4,26	503,8	4,22	775,9	2,74	1225,4	3,52	1173,7	1825,7
210	1235,1	4,20	733,5	17,0%	647,6	15,0%	1119,5	4,64	511,6	4,58	767,1	3,06	1235,1	3,50	1189,2	1804,8
220	1244,2	4,58	727,7	16,9%	647,6	15,0%	1133,4	5,03	518,8	4,96	758,9	3,39	1244,2	3,47	1203,9	1785,7
230	1252,8	4,97	722,4	16,7%	647,6	15,0%	1146,5	5,43	525,6	5,35	751,4	3,74	1252,8	3,45	1217,8	1768,0
240	1261,0	5,38	717,5	16,6%	647,6	15,0%	1158,8	5,85	531,9	5,76	744,5	4,11	1261,0	3,42	1231,0	1751,8
250	1268,7	5,80	713,0	16,5%	647,6	15,0%	1170,5	6,29	537,7	6,18	738,2	4,50	1268,7	3,40	1243,4	1736,9
260	1275,9	6,24	708,9	16,4%	647,6	15,0%	1181,6	6,74	543,2	6,62	732,4	4,91	1275,9	3,38	1255,2	1723,2
270	1282,8	6,69	705,2	16,3%	647,6	15,0%	1192,1	7,20	548,3	7,07	727,0	5,33	1282,8	3,37	1266,3	1710,7
280	1289,3	7,16	701,7	16,3%	647,6	15,0%	1202,0	7,68	553,1	7,54	722,2	5,77	1289,3	3,35	1276,9	1699,2
290	1295,5	7,65	698,5	16,2%	647,6	15,0%	1211,4	8,18	557,6	8,02	717,7	6,23	1295,5	3,33	1286,9	1688,6
300	1301,3	8,15	695,6	16,1%	647,6	15,0%	1220,4	8,69	561,8	8,52	713,6	6,71	1301,3	3,32	1296,3	1678,9
T: Componente horizontal de la tensión (daN).			f: Flecha (m).				H: Parámetro de la catenaria (m).				v: Sobrecarga Viento (daN/m).		h: Sobrecarga Hielo (daN/m).			

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



TABLA DE TENDIDO
CATEGORÍA 1a, 2a y 3a
ZONA A
LA-110

Sección (mm ²):	116,2	Tensión de Rotura (daN):	4317
Diámetro (mm):	14	Tensión Máxima (daN):	1392
Peso unitario (daN/m):	0,425	CHS (0 °C):	20,00%
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):	8000	EDS (15 °C):	15,00%
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ ·x10 ⁻⁶):	17,8	Velocidad de Viento (km/h):	120

VANO (m)	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	1024,5	0,08	943,7	0,09	863,4	0,10	783,9	0,11	705,4	0,12	628,5	0,14	553,9	0,15	482,8	0,18	416,5	0,20	357,1	0,24	306,0	0,28	264,2	0,32
50	1022,1	0,13	942,4	0,14	863,4	0,15	785,6	0,17	709,2	0,19	635,1	0,21	564,0	0,24	497,1	0,27	435,7	0,30	381,2	0,35	334,4	0,40	295,6	0,45
60	1019,3	0,19	940,8	0,20	863,4	0,22	787,5	0,24	713,6	0,27	642,4	0,30	574,9	0,33	512,0	0,37	454,9	0,42	404,4	0,47	361,0	0,53	324,4	0,59
70	1012,9	0,26	935,9	0,28	860,3	0,30	786,7	0,33	715,5	0,36	647,5	0,40	583,7	0,45	524,8	0,50	471,7	0,55	424,8	0,61	384,3	0,68	349,7	0,74
80	999,3	0,34	924,1	0,37	850,8	0,40	779,9	0,44	711,9	0,48	647,5	0,53	587,7	0,58	532,9	0,64	483,8	0,70	440,5	0,77	402,9	0,84	370,5	0,92
90	984,5	0,44	911,5	0,47	840,8	0,51	772,8	0,56	708,2	0,61	647,5	0,66	591,6	0,73	540,7	0,80	495,3	0,87	455,1	0,95	420,0	1,02	389,5	1,10
100	968,9	0,55	898,3	0,59	830,4	0,64	765,5	0,69	704,4	0,75	647,5	0,82	595,4	0,89	548,1	0,97	505,9	1,05	468,5	1,13	435,7	1,22	406,9	1,31
110	952,6	0,67	884,8	0,73	819,8	0,78	758,3	0,85	700,8	0,92	647,5	0,99	598,9	1,07	555,0	1,16	515,7	1,25	480,9	1,34	450,0	1,43	422,8	1,52
120	936,0	0,82	871,0	0,88	809,3	0,95	751,3	1,02	697,2	1,10	647,5	1,18	602,3	1,27	561,4	1,36	524,8	1,46	492,2	1,55	463,2	1,65	437,4	1,75
130	919,2	0,98	857,4	1,05	799,0	1,12	744,4	1,21	693,9	1,29	647,5	1,39	605,4	1,48	567,4	1,58	533,2	1,68	502,6	1,79	475,3	1,89	450,9	1,99
140	902,5	1,15	844,0	1,23	789,0	1,32	737,9	1,41	690,7	1,51	647,5	1,61	608,3	1,71	572,9	1,82	541,0	1,93	512,2	2,03	486,4	2,14	463,2	2,25
150	886,2	1,35	831,0	1,44	779,5	1,53	731,7	1,63	687,7	1,74	647,5	1,85	611,0	1,96	578,0	2,07	548,0	2,18	521,0	2,29	496,7	2,41	474,6	2,52
160	870,5	1,56	818,6	1,66	770,4	1,77	725,8	1,87	684,9	1,99	647,5	2,10	613,5	2,22	582,6	2,33	554,6	2,45	529,1	2,57	506,1	2,69	485,1	2,80
170	855,4	1,80	806,9	1,90	761,9	2,02	720,4	2,13	682,3	2,25	647,5	2,37	615,8	2,49	586,9	2,62	560,6	2,74	536,6	2,86	514,8	2,98	494,8	3,10
180	841,1	2,05	795,8	2,16	753,9	2,28	715,4	2,41	680,0	2,53	647,5	2,66	617,9	2,79	590,8	2,91	566,1	3,04	543,5	3,17	522,8	3,29	503,8	3,42
190	827,6	2,32	785,5	2,44	746,6	2,57	710,7	2,70	677,8	2,83	647,5	2,96	619,8	3,10	594,5	3,23	571,2	3,36	549,8	3,49	530,2	3,62	512,1	3,75
200	815,1	2,61	775,9	2,74	739,8	2,87	706,4	3,01	675,7	3,15	647,5	3,28	621,6	3,42	597,8	3,56	575,9	3,69	555,6	3,83	537,0	3,96	519,7	4,09
210	803,4	2,92	767,1	3,06	733,5	3,20	702,5	3,34	673,9	3,48	647,5	3,62	623,3	3,76	600,9	3,90	580,2	4,04	561,0	4,18	543,3	4,31	526,9	4,45
220	792,6	3,24	758,9	3,39	727,7	3,53	698,8	3,68	672,2	3,83	647,5	3,97	624,8	4,12	603,7	4,26	584,1	4,40	566,0	4,55	549,2	4,68	533,5	4,82
230	782,7	3,59	751,4	3,74	722,4	3,89	695,5	4,04	670,6	4,19	647,5	4,34	626,2	4,49	606,3	4,64	587,8	4,78	570,6	4,93	554,6	5,07	539,6	5,21
240	773,6	3,96	744,5	4,11	717,5	4,27	692,4	4,42	669,2	4,58	647,5	4,73	627,4	4,88	608,7	5,03	591,2	5,18	574,9	5,33	559,6	5,47	545,3	5,62
250	765,2	4,34	738,2	4,50	713,0	4,66	689,6	4,82	667,9	4,97	647,5	5,13	628,6	5,29	610,9	5,44	594,4	5,59	578,8	5,74	564,3	5,89	550,6	6,03
260	757,5	4,74	732,4	4,91	708,9	5,07	687,1	5,23	666,6	5,39	647,5	5,55	629,7	5,71	613,0	5,86	597,3	6,02	582,5	6,17	568,6	6,32	555,6	6,47
270	750,5	5,16	727,0	5,33	705,2	5,50	684,7	5,66	665,5	5,82	647,5	5,98	630,7	6,14	614,9	6,30	600,0	6,46	585,9	6,62	572,7	6,77	560,2	6,92
280	744,0	5,60	722,2	5,77	701,7	5,94	682,5	6,11	664,5	6,27	647,5	6,44	631,6	6,60	616,6	6,76	602,5	6,92	589,1	7,08	576,5	7,23	564,5	7,39
290	738,1	6,06	717,7	6,23	698,5	6,40	680,5	6,57	663,5	6,74	647,5	6,90	632,5	7,07	618,3	7,23	604,8	7,39	592,1	7,55	580,0	7,71	568,5	7,87
300	732,7	6,53	713,6	6,71	695,6	6,88	678,6	7,05	662,6	7,22	647,5	7,39	633,3	7,56	619,8	7,72	607,0	7,88	594,8	8,05	583,2	8,21	572,3	8,36

T: Componente horizontal de la tensión (daN). f: Flecha (m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA B LA-110

Sección (mm ²):		116,2	Diámetro (mm):		14	Peso unitario (daN/m):		0,425	Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		8000	Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶):		17,8	Tensión de Rotura (daN):		4317	Tensión Máxima (daN):		1392	CHS (-5 °C):		20,00%	EDS (15 °C):		15,00%	Velocidad de Viento (km/h):		120
VANO (m)	-15 °C + H		-10 °C + V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		0 °C + H		50 °C		-15 °C		Tensión Máxima (daN)		H										
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmín							
	T	f	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmín							
40	1078,2	0,20	987,4	0,19	863,4	20,0%	553,9	12,8%	648,2	0,29	865,5	0,25	204,9	0,41	1024,5	0,08	1078,2	4,00	482,1	2410,6									
50	1101,7	0,31	1007,3	0,29	863,4	20,0%	564,0	13,1%	689,5	0,43	901,1	0,38	238,2	0,56	1022,1	0,13	1101,7	3,92	560,4	2405,1									
60	1127,5	0,44	1029,0	0,41	863,4	20,0%	574,9	13,3%	730,3	0,58	938,1	0,53	268,6	0,71	1019,3	0,19	1127,5	3,83	632,0	2398,4									
70	1154,7	0,58	1052,1	0,55	863,4	20,0%	586,2	13,6%	770,1	0,75	975,4	0,69	296,7	0,88	1016,1	0,26	1154,7	3,74	698,1	2390,8									
80	1182,7	0,74	1075,9	0,70	863,4	20,0%	597,7	13,8%	808,5	0,93	1012,4	0,87	322,8	1,05	1012,5	0,34	1182,7	3,65	759,6	2382,3									
90	1211,0	0,92	1099,9	0,87	863,4	20,0%	609,2	14,1%	845,4	1,13	1048,8	1,06	347,9	1,24	1008,6	0,43	1211,0	3,56	817,1	2373,1									
100	1239,3	1,11	1124,0	1,05	863,4	20,0%	620,4	14,4%	880,9	1,34	1084,3	1,27	370,1	1,44	1004,4	0,53	1239,3	3,48	870,9	2363,2									
110	1267,4	1,31	1147,8	1,24	863,4	20,0%	631,3	14,6%	915,0	1,56	1118,9	1,49	391,7	1,64	1000,0	0,64	1267,4	3,41	921,5	2352,9									
120	1295,0	1,53	1171,3	1,45	863,4	20,0%	641,9	14,9%	947,7	1,79	1152,4	1,72	411,9	1,86	995,4	0,77	1295,0	3,33	969,2	2342,1									
130	1317,2	1,76	1189,3	1,67	857,4	19,9%	647,6	15,0%	975,4	2,04	1180,6	1,97	429,0	2,09	984,1	0,91	1317,2	3,28	1009,3	2315,5									
140	1332,7	2,02	1200,8	1,92	844,0	19,6%	647,6	15,0%	997,2	2,31	1202,4	2,24	442,3	2,36	964,4	1,08	1332,7	3,24	1040,7	2269,1									
150	1347,6	2,29	1211,8	2,19	831,0	19,2%	647,6	15,0%	1017,8	2,60	1223,2	2,53	454,6	2,63	944,9	1,27	1347,6	3,20	1069,7	2223,2									
160	1361,9	2,58	1222,3	2,47	818,6	19,0%	647,6	15,0%	1037,2	2,91	1243,0	2,83	466,0	2,92	925,8	1,47	1361,9	3,17	1096,5	2178,3									
170	1375,6	2,89	1232,3	2,76	806,9	18,7%	647,6	15,0%	1055,6	3,22	1261,9	3,15	476,5	3,22	907,4	1,69	1375,6	3,14	1121,3	2135,0									
180	1388,7	3,21	1241,8	3,07	795,8	18,4%	647,6	15,0%	1073,0	3,56	1279,8	3,48	486,3	3,54	889,7	1,93	1388,7	3,11	1139,8	2093,5									
190	1392,0	3,56	1241,9	3,42	775,6	18,0%	640,5	14,8%	1082,4	3,93	1288,8	3,85	491,4	3,90	861,5	2,23	1392,0	3,10	1149,8	2027,1									
200	1392,0	3,95	1238,9	3,80	754,0	17,5%	631,8	14,6%	1088,8	4,33	1294,5	4,25	494,8	4,30	831,7	2,56	1392,0	3,10	1156,6	1956,9									
210	1392,0	4,35	1236,1	4,20	734,6	17,0%	624,1	14,5%	1094,8	4,74	1299,9	4,66	497,8	4,71	804,7	2,91	1392,0	3,10	1163,0	1893,4									
220	1392,0	4,78	1233,6	4,62	717,3	16,6%	617,1	14,3%	1100,3	5,18	1304,9	5,10	500,5	5,14	780,4	3,30	1392,0	3,10	1168,8	1836,3									
230	1392,0	5,22	1231,2	5,06	701,8	16,3%	611,0	14,2%	1105,5	5,64	1309,5	5,55	503,0	5,59	758,8	3,70	1392,0	3,10	1174,3	1785,4									
240	1392,0	5,69	1229,0	5,52	688,1	15,9%	605,5	14,0%	1110,2	6,11	1313,9	6,02	505,3	6,06	739,5	4,14	1392,0	3,10	1179,4	1740,0									
250	1392,0	6,17	1226,9	6,00	675,9	15,7%	600,5	13,9%	1114,7	6,60	1318,0	6,52	507,4	6,55	722,4	4,60	1392,0	3,10	1184,1	1699,7									
260	1392,0	6,67	1225,0	6,50	665,1	15,4%	596,1	13,8%	1118,8	7,12	1321,8	7,03	509,3	7,06	707,1	5,08	1392,0	3,10	1188,4	1663,9									
270	1392,0	7,20	1223,2	7,02	655,4	15,2%	592,1	13,7%	1122,7	7,65	1325,3	7,56	511,0	7,59	693,6	5,59	1392,0	3,10	1192,5	1632,1									
280	1392,0	7,74	1221,6	7,56	646,7	15,0%	588,5	13,6%	1126,2	8,20	1328,6	8,11	512,6	8,13	681,6	6,11	1392,0	3,10	1196,3	1603,7									
290	1392,0	8,31	1220,0	8,12	639,0	14,8%	585,2	13,6%	1129,6	8,77	1331,7	8,68	514,1	8,70	670,8	6,66	1392,0	3,10	1199,9	1578,4									
300	1392,0	8,89	1218,6	8,70	632,0	14,6%	582,2	13,5%	1132,7	9,36	1334,6	9,27	515,4	9,29	661,2	7,24	1392,0	3,10	1203,2	1555,8									
T: Componente horizontal de la tensión (daN).		F: Flecha (m).				H: Parámetro de la catenaria (m).				v: Sobrecarga Viento (daN/m).				h: Sobrecarga Hielo (daN/m).															

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



TABLA DE TENDIDO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a

ZONA B LA-110

Sección (mm ²):	116,2	Tensión de Rotura (daN):	4317
Diámetro (mm):	14	Tensión Máxima (daN):	1392
Peso unitario (daN/m):	0,425	CHS (-5 °C):	20,00%
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):	8000	EDS (15 °C):	15,00%
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻³):	17,8	Velocidad de Viento (km/h):	120

VANO (m)	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	943,7	0,09	863,4	0,10	783,9	0,11	705,4	0,12	628,5	0,14	553,9	0,15	482,8	0,18	416,5	0,20	357,1	0,24	306,0	0,28	264,2	0,32	230,9	0,37
50	942,4	0,14	863,4	0,15	785,6	0,17	709,2	0,19	635,1	0,21	564,0	0,24	497,1	0,27	435,7	0,30	381,2	0,35	334,4	0,40	295,6	0,45	263,8	0,50
60	940,8	0,20	863,4	0,22	787,5	0,24	713,6	0,27	642,4	0,30	574,9	0,33	512,0	0,37	454,9	0,42	404,4	0,47	361,0	0,53	324,4	0,59	293,9	0,65
70	939,0	0,28	863,4	0,30	789,7	0,33	718,4	0,36	650,3	0,40	586,2	0,44	527,1	0,49	473,7	0,55	426,6	0,61	385,8	0,67	351,0	0,74	321,6	0,81
80	937,1	0,36	863,4	0,39	792,0	0,43	723,4	0,47	658,4	0,52	597,7	0,57	542,1	0,63	491,9	0,69	447,6	0,76	409,1	0,83	375,8	0,90	347,3	0,98
90	934,9	0,46	863,4	0,50	794,4	0,54	728,7	0,59	666,7	0,65	609,2	0,71	556,6	0,77	509,4	0,84	467,5	0,92	430,8	1,00	398,9	1,08	371,2	1,16
100	932,7	0,57	863,4	0,62	797,0	0,67	734,0	0,72	674,9	0,79	620,4	0,86	570,7	0,93	526,0	1,01	486,3	1,09	451,2	1,18	420,5	1,26	393,7	1,35
110	930,4	0,69	863,4	0,74	799,5	0,80	739,3	0,87	683,1	0,94	631,3	1,02	584,2	1,10	541,8	1,19	504,0	1,28	470,5	1,37	440,8	1,46	414,7	1,55
120	928,0	0,82	863,4	0,89	802,1	0,95	744,5	1,03	691,0	1,11	641,9	1,19	597,1	1,28	556,8	1,37	520,7	1,47	488,5	1,57	459,9	1,66	434,5	1,76
130	919,2	0,98	857,4	1,05	799,0	1,12	744,4	1,21	693,9	1,29	647,5	1,39	605,4	1,48	567,4	1,58	533,2	1,68	502,6	1,79	475,3	1,89	450,9	1,99
140	902,5	1,15	844,0	1,23	789,0	1,32	737,9	1,41	690,7	1,51	647,5	1,61	608,3	1,71	572,9	1,82	541,0	1,93	512,2	2,03	486,4	2,14	463,2	2,25
150	886,2	1,35	831,0	1,44	779,5	1,53	731,7	1,63	687,7	1,74	647,5	1,85	611,0	1,96	578,0	2,07	548,0	2,18	521,0	2,29	496,7	2,41	474,6	2,52
160	870,5	1,56	818,6	1,66	770,4	1,77	725,8	1,87	684,9	1,99	647,5	2,10	613,5	2,22	582,6	2,33	554,6	2,45	529,1	2,57	506,1	2,69	485,1	2,80
170	855,4	1,80	806,9	1,90	761,9	2,02	720,4	2,13	682,3	2,25	647,5	2,37	615,8	2,49	586,9	2,62	560,6	2,74	536,6	2,86	514,8	2,98	494,8	3,10
180	841,1	2,05	795,8	2,16	753,9	2,28	715,4	2,41	680,0	2,53	647,5	2,66	617,9	2,79	590,8	2,91	566,1	3,04	543,5	3,17	522,8	3,29	503,8	3,42
190	816,9	2,35	775,6	2,47	737,4	2,60	702,3	2,73	670,1	2,86	640,5	3,00	613,4	3,13	588,5	3,26	565,7	3,39	544,8	3,52	525,6	3,65	507,8	3,78
200	791,3	2,69	754,0	2,82	719,5	2,95	687,8	3,09	658,6	3,23	631,8	3,36	607,2	3,50	584,5	3,64	563,6	3,77	544,3	3,91	526,5	4,04	510,0	4,17
210	768,3	3,05	734,6	3,19	703,5	3,33	674,8	3,47	648,4	3,61	624,1	3,76	601,6	3,90	580,9	4,04	561,7	4,17	543,9	4,31	527,4	4,44	512,1	4,58
220	747,6	3,44	717,3	3,59	689,2	3,73	663,3	3,88	639,3	4,02	617,1	4,17	596,6	4,31	577,6	4,45	559,9	4,59	543,5	4,73	528,2	4,87	513,9	5,01
230	729,2	3,86	701,8	4,01	676,5	4,16	653,0	4,31	631,2	4,45	611,0	4,60	592,2	4,75	574,7	4,89	558,4	5,04	543,2	5,18	528,9	5,32	515,6	5,46
240	712,9	4,29	688,1	4,45	665,2	4,60	643,8	4,76	624,0	4,91	605,5	5,06	588,2	5,21	572,1	5,35	557,0	5,50	542,8	5,64	529,6	5,78	517,1	5,92
250	698,3	4,76	675,9	4,91	655,1	5,07	635,7	5,23	617,5	5,38	600,5	5,53	584,6	5,68	569,7	5,83	555,7	5,98	542,5	6,12	530,1	6,27	518,4	6,41
260	685,4	5,24	665,1	5,40	646,1	5,56	628,3	5,72	611,7	5,87	596,1	6,03	581,4	6,18	567,6	6,33	554,6	6,48	542,3	6,63	530,7	6,77	519,7	6,92
270	673,9	5,75	655,4	5,91	638,1	6,07	621,8	6,23	606,5	6,39	592,1	6,55	578,5	6,70	565,7	6,85	553,5	7,00	542,1	7,15	531,2	7,30	520,8	7,44
280	663,6	6,28	646,7	6,44	630,9	6,61	615,9	6,77	601,8	6,93	588,5	7,08	575,8	7,24	563,9	7,39	552,6	7,54	541,8	7,69	531,6	7,84	521,9	7,99
290	654,4	6,83	639,0	7,00	624,4	7,16	610,6	7,32	597,6	7,48	585,2	7,64	573,5	7,80	562,3	7,95	551,7	8,11	541,6	8,26	532,0	8,41	522,9	8,55
300	646,2	7,41	632,0	7,57	618,5	7,74	605,8	7,90	593,7	8,06	582,2	8,22	571,3	8,38	560,9	8,53	550,9	8,69	541,5	8,84	532,4	8,99	523,7	9,14

T: Componente horizontal de la tensión (daN).

f: Flecha (m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA C LA-110

VANO (m)	-20 °C + H		-15 °C + V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		0 °C + H		50 °C		-20 °C		Tensión			
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	Máxima	H		
	T	f	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmín
40	1226,0	0,29	1062,5	0,18	863,4	20,0%	553,9	12,8%	648,2	0,29	971,7	0,36	204,9	0,41	1105,7	0,08	1226,0	3,52	482,1	2601,7
50	1275,1	0,43	1079,1	0,27	863,4	20,0%	564,0	13,1%	689,5	0,43	1038,9	0,53	238,2	0,56	1102,5	0,12	1275,1	3,39	560,4	2594,2
60	1326,6	0,60	1097,7	0,39	863,4	20,0%	574,9	13,3%	730,3	0,58	1105,3	0,72	268,6	0,71	1098,7	0,17	1326,6	3,25	623,7	2585,1
70	1379,0	0,79	1117,6	0,52	863,4	20,0%	586,2	13,6%	770,1	0,75	1170,0	0,93	296,7	0,88	1094,2	0,24	1379,0	3,13	660,3	2574,7
80	1392,0	1,02	1091,8	0,69	810,3	18,8%	556,0	12,9%	776,0	0,97	1199,9	1,18	307,0	1,11	1032,3	0,33	1392,0	3,10	677,2	2429,0
90	1392,0	1,29	1052,1	0,91	739,1	17,1%	516,7	12,0%	771,5	1,24	1217,4	1,47	311,0	1,38	946,8	0,45	1392,0	3,10	687,0	2227,8
100	1392,0	1,59	1014,9	1,16	671,3	15,6%	483,9	11,2%	767,7	1,53	1233,2	1,80	314,3	1,69	859,1	0,62	1392,0	3,10	695,9	2021,4
110	1392,0	1,93	981,2	1,45	611,0	14,2%	457,6	10,6%	764,3	1,86	1247,4	2,15	317,0	2,03	773,9	0,83	1392,0	3,10	703,9	1820,9
120	1392,0	2,29	951,4	1,78	560,6	13,0%	436,9	10,1%	761,5	2,23	1260,1	2,53	319,1	2,40	696,1	1,10	1392,0	3,10	711,1	1637,8
130	1392,0	2,69	925,6	2,15	520,1	12,0%	420,6	9,7%	759,0	2,62	1271,6	2,95	320,9	2,80	629,5	1,43	1392,0	3,10	717,6	1481,3
140	1392,0	3,12	903,4	2,55	488,4	11,3%	407,7	9,4%	756,9	3,05	1281,8	3,39	322,4	3,23	575,6	1,81	1392,0	3,10	723,3	1354,4
150	1392,0	3,58	884,4	3,00	463,7	10,7%	397,4	9,2%	755,1	3,51	1290,9	3,86	323,7	3,70	533,3	2,24	1392,0	3,10	728,5	1254,8
160	1392,0	4,08	868,2	3,47	444,3	10,3%	389,1	9,0%	753,6	4,00	1299,1	4,37	324,8	4,19	500,4	2,72	1392,0	3,10	733,1	1177,4
170	1392,0	4,60	854,4	3,98	428,9	9,9%	382,3	8,9%	752,2	4,53	1306,4	4,91	325,7	4,72	474,8	3,23	1392,0	3,10	737,3	1117,3
180	1392,0	5,16	842,5	4,53	416,6	9,6%	376,7	8,7%	751,0	5,08	1313,0	5,47	326,5	5,28	454,7	3,79	1392,0	3,10	741,0	1069,9
190	1392,0	5,75	832,3	5,11	406,5	9,4%	372,0	8,6%	750,0	5,67	1319,0	6,07	327,2	5,87	438,7	4,38	1392,0	3,10	744,3	1032,1
200	1392,0	6,37	823,5	5,72	398,2	9,2%	368,1	8,5%	749,1	6,29	1324,3	6,70	327,8	6,49	425,7	5,00	1392,0	3,10	747,4	1001,6
210	1392,0	7,03	815,8	6,37	391,3	9,1%	364,7	8,4%	748,3	6,95	1329,1	7,36	328,3	7,15	415,0	5,65	1392,0	3,10	750,1	976,6
220	1392,0	7,71	809,1	7,05	385,4	8,9%	361,8	8,4%	747,6	7,63	1333,5	8,05	328,8	7,83	406,2	6,34	1392,0	3,10	752,5	955,8
230	1392,0	8,43	803,3	7,76	380,4	8,8%	359,3	8,3%	747,0	8,35	1337,4	8,78	329,2	8,55	398,8	7,06	1392,0	3,10	754,8	938,3
240	1392,0	9,18	798,1	8,51	376,2	8,7%	357,1	8,3%	746,4	9,10	1341,0	9,53	329,5	9,30	392,5	7,81	1392,0	3,10	756,8	923,5
250	1392,0	9,97	793,5	9,29	372,5	8,6%	355,2	8,2%	745,9	9,88	1344,3	10,32	329,8	10,09	387,1	8,59	1392,0	3,10	758,6	910,8
260	1392,0	10,78	789,5	10,10	369,3	8,6%	353,5	8,2%	745,5	10,69	1347,3	11,14	330,1	10,90	382,4	9,41	1392,0	3,10	760,3	899,9
270	1392,0	11,63	785,8	10,94	366,4	8,5%	352,1	8,2%	745,1	11,54	1350,0	11,99	330,4	11,75	378,4	10,25	1392,0	3,10	761,9	890,3
280	1392,0	12,51	782,6	11,82	363,9	8,4%	350,7	8,1%	744,7	12,42	1352,5	12,88	330,6	12,63	374,8	11,13	1392,0	3,10	763,3	882,0
290	1392,0	13,42	779,7	12,73	361,7	8,4%	349,6	8,1%	744,4	13,33	1354,8	13,79	330,8	13,54	371,7	12,05	1392,0	3,10	764,6	874,6
300	1392,0	14,36	777,0	13,67	359,8	8,3%	348,5	8,1%	744,1	14,28	1356,9	14,74	331,0	14,49	368,9	12,99	1392,0	3,10	765,8	868,1

T: Componente horizontal de la tensión (daN). f: Flecha (m). H: Parámetro de la catenaria (m). v: Sobrecarga Viento (daN/m). h: Sobrecarga Hielo (daN/m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd		TABLA DE TENDIDO																								
Grupo Naturgy		CATEGORÍA 1a, 2a y 3a																								
		ZONA C																								
		LA-110																								
Sección (mm ²):																					Tensión de Rotura (daN):	4317				
Diámetro (mm):																						Tensión Máxima (daN):	1392			
Peso unitario (daN/m):																						CHS (-5 °C):	20,00%			
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):																						EDS (15 °C):	15,00%			
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ ·x10 ⁻⁶):																						Velocidad de Viento (km/h):	120			
VANO (m)	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C			
40	943,7	0,09	863,4	0,10	783,9	0,11	705,4	0,12	628,5	0,14	553,9	0,15	482,8	0,18	416,5	0,20	357,1	0,24	306,0	0,28	264,2	0,32	230,9	0,37		
50	942,4	0,14	863,4	0,15	785,6	0,17	709,2	0,19	635,1	0,21	564,0	0,24	497,1	0,27	435,7	0,30	381,2	0,35	334,4	0,40	295,6	0,45	263,8	0,50		
60	940,8	0,20	863,4	0,22	787,5	0,24	713,6	0,27	642,4	0,30	574,9	0,33	512,0	0,37	454,9	0,42	404,4	0,47	361,0	0,53	324,4	0,59	293,9	0,65		
70	939,0	0,28	863,4	0,30	789,7	0,33	718,4	0,36	650,3	0,40	586,2	0,44	527,1	0,49	473,7	0,55	426,6	0,61	385,8	0,67	351,0	0,74	321,6	0,81		
80	882,3	0,39	810,3	0,42	740,9	0,46	674,9	0,50	613,0	0,55	556,0	0,61	504,4	0,67	458,6	0,74	418,5	0,81	383,9	0,89	354,3	0,96	328,8	1,03		
90	805,5	0,53	739,1	0,58	676,5	0,64	618,2	0,70	564,8	0,76	516,7	0,83	474,0	0,91	436,5	0,99	403,8	1,07	375,5	1,15	350,9	1,23	329,6	1,31		
100	730,1	0,73	671,3	0,79	617,1	0,86	567,7	0,94	523,3	1,02	483,9	1,10	449,2	1,18	418,7	1,27	392,1	1,36	368,8	1,44	348,3	1,53	330,3	1,61		
110	660,9	0,97	611,0	1,05	565,9	1,14	525,5	1,22	489,5	1,31	457,6	1,40	429,5	1,50	404,7	1,59	382,8	1,68	363,4	1,77	346,2	1,86	330,8	1,94		
120	601,3	1,27	560,6	1,36	524,1	1,46	491,5	1,56	462,6	1,65	436,9	1,75	414,0	1,85	393,7	1,94	375,5	2,04	359,1	2,13	344,5	2,22	331,2	2,31		
130	552,7	1,62	520,1	1,73	490,9	1,83	464,8	1,93	441,5	2,03	420,6	2,14	401,8	2,24	384,9	2,33	369,6	2,43	355,7	2,53	343,1	2,62	331,5	2,71		
140	514,4	2,02	488,4	2,13	465,0	2,24	443,9	2,35	424,9	2,45	407,7	2,56	392,0	2,66	377,8	2,76	364,8	2,86	352,9	2,95	341,9	3,05	331,8	3,14		
150	484,6	2,47	463,7	2,58	444,7	2,69	427,5	2,80	411,8	2,90	397,4	3,01	384,2	3,11	372,1	3,21	360,9	3,31	350,6	3,41	341,0	3,51	332,0	3,60		
160	461,3	2,95	444,3	3,06	428,7	3,17	414,4	3,28	401,2	3,39	389,1	3,50	377,8	3,60	367,4	3,70	357,7	3,80	348,6	3,90	340,2	4,00	332,2	4,10		
170	443,0	3,47	428,9	3,58	415,9	3,69	403,9	3,80	392,7	3,91	382,3	4,02	372,6	4,12	363,5	4,23	355,0	4,33	347,0	4,43	339,5	4,53	332,4	4,62		
180	428,3	4,02	416,6	4,14	405,6	4,25	395,3	4,36	385,7	4,47	376,7	4,57	368,2	4,68	360,3	4,78	352,7	4,88	345,6	4,98	338,9	5,08	332,5	5,18		
190	416,5	4,61	406,5	4,72	397,1	4,83	388,2	4,94	379,9	5,05	372,0	5,16	364,6	5,27	357,5	5,37	350,8	5,47	344,5	5,57	338,4	5,67	332,7	5,77		
200	406,8	5,23	398,2	5,34	390,0	5,45	382,3	5,56	375,0	5,67	368,1	5,78	361,4	5,89	355,2	5,99	349,2	6,09	343,5	6,19	338,0	6,30	332,8	6,39		
210	398,8	5,88	391,3	5,99	384,1	6,11	377,3	6,22	370,9	6,33	364,7	6,43	358,8	6,54	353,2	6,64	347,8	6,75	342,6	6,85	337,6	6,95	332,9	7,05		
220	392,0	6,57	385,4	6,68	379,1	6,79	373,1	6,90	367,3	7,01	361,8	7,12	356,5	7,22	351,4	7,33	346,5	7,43	341,8	7,53	337,3	7,64	333,0	7,74		
230	386,3	7,28	380,4	7,40	374,8	7,51	369,5	7,62	364,3	7,73	359,3	7,83	354,5	7,94	349,9	8,04	345,5	8,15	341,2	8,25	337,0	8,35	333,0	8,45		
240	381,4	8,03	376,2	8,15	371,1	8,26	366,3	8,37	361,6	8,48	357,1	8,58	352,8	8,69	348,6	8,79	344,5	8,90	340,6	9,00	336,8	9,10	333,1	9,20		
250	377,2	8,82	372,5	8,93	367,9	9,04	363,6	9,15	359,3	9,26	355,2	9,36	351,3	9,47	347,4	9,58	343,7	9,68	340,1	9,78	336,6	9,89	333,2	9,99		
260	373,5	9,63	369,3	9,74	365,1	9,85	361,2	9,96	357,3	10,07	353,5	10,18	349,9	10,28	346,4	10,39	342,9	10,49	339,6	10,60	336,4	10,70	333,2	10,80		
270	370,3	10,48	366,4	10,59	362,7	10,70	359,0	10,81	355,5	10,92	352,1	11,02	348,7	11,13	345,5	11,24	342,3	11,34	339,2	11,44	336,2	11,55	333,3	11,65		
280	367,5	11,36	363,9	11,47	360,5	11,58	357,2	11,69	353,9	11,80	350,7	11,90	347,6	12,01	344,6	12,12	341,7	12,22	338,8	12,32	336,0	12,43	333,3	12,53		
290	365,0	12,27	361,7	12,38	358,6	12,49	355,5	12,60	352,5	12,71	349,6	12,81	346,7	12,92	343,9	13,03	341,2	13,13	338,5	13,24	335,9	13,34	333,3	13,44		
300	362,7	13,21	359,8	13,33	356,8	13,43	354,0	13,54	351,2	13,65	348,5	13,76	345,8	13,86	343,2	13,97	340,7	14,08	338,2	14,18	335,8	14,28	333,4	14,39		
T: Componente horizontal de la tensión (daN).											f: Flecha (m).															

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd Grupo Naturgy		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA A LA-110														
Sección (mm ²):													Tensión de Rotura (daN):		4317	
Diámetro (mm):													Tensión Máxima (daN):		1200	
Peso unitario (daN/m):		0,425											CHS (0 °C):		20,00%	
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		8000											EDS (15 °C):		15,00%	
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁴):		17,8											Velocidad de Viento (km/h):		120	
VANO (m)	-5 °C + V		CHS 0 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		50 °C		-5 °C		Tensión Máxima (daN)		H	
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	T	C.S.	Fmáx	Fmín
	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f		
40	987,4	0,19	863,4	20,0%	628,5	14,6%	709,3	0,27	230,9	0,37	943,7	0,09	987,4	4,37	543,4	2220,5
50	1007,3	0,29	863,4	20,0%	635,1	14,7%	746,0	0,39	263,8	0,50	942,4	0,14	1007,3	4,29	620,8	2217,3
60	1029,0	0,41	863,4	20,0%	642,4	14,9%	783,0	0,54	293,9	0,65	940,8	0,20	1029,0	4,20	691,5	2213,7
70	1049,5	0,55	860,3	19,9%	647,6	15,0%	817,5	0,71	320,5	0,81	935,9	0,28	1049,5	4,11	754,0	2202,0
80	1065,3	0,71	850,8	19,7%	647,6	15,0%	847,0	0,89	342,8	0,99	924,1	0,37	1065,3	4,05	806,5	2174,4
90	1081,2	0,88	840,8	19,5%	647,6	15,0%	875,3	1,09	363,1	1,19	911,5	0,47	1081,2	3,99	854,3	2144,8
100	1096,9	1,07	830,4	19,2%	647,6	15,0%	902,3	1,30	381,7	1,39	898,3	0,59	1096,9	3,94	898,2	2113,7
110	1112,3	1,28	819,8	19,0%	647,6	15,0%	928,0	1,53	398,8	1,61	884,8	0,73	1112,3	3,88	938,3	2081,8
120	1127,2	1,50	809,3	18,7%	647,6	15,0%	952,3	1,78	414,5	1,85	871,0	0,88	1127,2	3,83	975,3	2049,5
130	1141,6	1,74	799,0	18,5%	647,6	15,0%	975,4	2,04	429,0	2,09	857,4	1,05	1141,6	3,78	1009,3	2017,3
140	1155,4	2,00	789,0	18,3%	647,6	15,0%	997,2	2,31	442,3	2,36	844,0	1,23	1155,4	3,74	1040,7	1985,8
150	1168,6	2,27	779,5	18,1%	647,6	15,0%	1017,8	2,60	454,6	2,63	831,0	1,44	1168,6	3,69	1069,7	1955,3
160	1181,2	2,55	770,4	17,8%	647,6	15,0%	1037,2	2,91	466,0	2,92	818,6	1,66	1181,2	3,65	1096,5	1926,2
170	1193,2	2,85	761,9	17,6%	647,6	15,0%	1055,6	3,22	476,5	3,22	806,9	1,90	1193,2	3,62	1121,3	1896,5
180	1200,0	3,18	749,0	17,3%	643,7	14,9%	1069,3	3,57	484,3	3,56	790,4	2,18	1200,0	3,60	1135,9	1859,9
190	1200,0	3,54	730,3	16,9%	635,0	14,7%	1077,0	3,95	488,4	3,93	767,8	2,50	1200,0	3,60	1144,0	1806,7
200	1200,0	3,92	713,5	16,5%	627,1	14,5%	1084,0	4,34	492,1	4,32	747,4	2,84	1200,0	3,60	1151,5	1758,7
210	1200,0	4,33	698,5	16,2%	620,1	14,4%	1090,6	4,76	495,5	4,73	729,1	3,21	1200,0	3,60	1158,5	1715,6
220	1200,0	4,75	685,0	15,9%	613,9	14,2%	1096,7	5,20	498,5	5,16	712,8	3,61	1200,0	3,60	1165,0	1677,1
230	1200,0	5,19	673,1	15,6%	608,3	14,1%	1102,4	5,65	501,3	5,61	698,2	4,03	1200,0	3,60	1171,0	1642,8
240	1200,0	5,65	662,5	15,3%	603,3	14,0%	1107,6	6,12	503,9	6,08	685,2	4,47	1200,0	3,60	1176,6	1612,3
250	1200,0	6,13	653,0	15,1%	598,8	13,9%	1112,5	6,62	506,2	6,56	673,7	4,93	1200,0	3,60	1181,8	1585,1
260	1200,0	6,63	644,5	14,9%	594,7	13,8%	1117,1	7,13	508,4	7,07	663,4	5,42	1200,0	3,60	1186,6	1560,8
270	1200,0	7,16	636,9	14,8%	591,1	13,7%	1121,4	7,66	510,4	7,60	654,1	5,92	1200,0	3,60	1191,2	1539,1
280	1200,0	7,70	630,1	14,6%	587,8	13,6%	1125,3	8,21	512,1	8,14	645,9	6,45	1200,0	3,60	1195,4	1519,8
290	1200,0	8,26	623,9	14,5%	584,8	13,5%	1129,0	8,78	513,8	8,71	638,5	7,00	1200,0	3,60	1199,3	1502,3
300	1200,0	8,84	618,4	14,3%	582,1	13,5%	1132,5	9,36	515,3	9,29	631,8	7,57	1200,0	3,60	1203,0	1486,7
T: Componente horizontal de la tensión (daN).			f: Flecha (m).			H: Parámetro de la catenaria (m).			v: Sobrecarga Viento (daN/m).			h: Sobrecarga Hielo (daN/m).				

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



TABLA DE TENDIDO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a

ZONA A LA-110

Sección (mm ²):	116,2	Tensión de Rotura (daN):	4317
Diámetro (mm):	14	Tensión Máxima (daN):	1200
Peso unitario (daN/m):	0,425	CHS (0 °C):	20,00%
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):	8000	EDS (15 °C):	15,00%
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻²):	17,8	Velocidad de Viento (km/h):	120

VANO [m]	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	1024,5	0,08	943,7	0,09	863,4	0,10	783,9	0,11	705,4	0,12	628,5	0,14	553,9	0,15	482,8	0,18	416,5	0,20	357,1	0,24	306,0	0,28	264,2	0,32
50	1022,1	0,13	942,4	0,14	863,4	0,15	785,6	0,17	709,2	0,19	635,1	0,21	564,0	0,24	497,1	0,27	435,7	0,30	381,2	0,35	334,4	0,40	295,6	0,45
60	1019,3	0,19	940,8	0,20	863,4	0,22	787,5	0,24	713,6	0,27	642,4	0,30	574,9	0,33	512,0	0,37	454,9	0,42	404,4	0,47	361,0	0,53	324,4	0,59
70	1012,9	0,26	935,9	0,28	860,3	0,30	786,7	0,33	715,5	0,36	647,5	0,40	583,7	0,45	524,8	0,50	471,7	0,55	424,8	0,61	384,3	0,68	349,7	0,74
80	999,3	0,34	924,1	0,37	850,8	0,40	779,9	0,44	711,9	0,48	647,5	0,53	587,7	0,58	532,9	0,64	483,8	0,70	440,5	0,77	402,9	0,84	370,5	0,92
90	984,5	0,44	911,5	0,47	840,8	0,51	772,8	0,56	708,2	0,61	647,5	0,66	591,6	0,73	540,7	0,80	495,3	0,87	455,1	0,95	420,0	1,02	389,5	1,10
100	968,9	0,55	898,3	0,59	830,4	0,64	765,5	0,69	704,4	0,75	647,5	0,82	595,4	0,89	548,1	0,97	505,9	1,05	468,5	1,13	435,7	1,22	406,9	1,31
110	952,6	0,67	884,8	0,73	819,8	0,78	758,3	0,85	700,8	0,92	647,5	0,99	598,9	1,07	555,0	1,16	515,7	1,25	480,9	1,34	450,0	1,43	422,8	1,52
120	936,0	0,82	871,0	0,88	809,3	0,95	751,3	1,02	697,2	1,10	647,5	1,18	602,3	1,27	561,4	1,36	524,8	1,46	492,2	1,55	463,2	1,65	437,4	1,75
130	919,2	0,98	857,4	1,05	799,0	1,12	744,4	1,21	693,9	1,29	647,5	1,39	605,4	1,48	567,4	1,58	533,2	1,68	502,6	1,79	475,3	1,89	450,9	1,99
140	902,5	1,15	844,0	1,23	789,0	1,32	737,9	1,41	690,7	1,51	647,5	1,61	608,3	1,71	572,9	1,82	541,0	1,93	512,2	2,03	486,4	2,14	463,2	2,25
150	886,2	1,35	831,0	1,44	779,5	1,53	731,7	1,63	687,7	1,74	647,5	1,85	611,0	1,96	578,0	2,07	548,0	2,18	521,0	2,29	496,7	2,41	474,6	2,52
160	870,5	1,56	818,6	1,66	770,4	1,77	725,8	1,87	684,9	1,99	647,5	2,10	613,5	2,22	582,6	2,33	554,6	2,45	529,1	2,57	506,1	2,69	485,1	2,80
170	855,4	1,80	806,9	1,90	761,9	2,02	720,4	2,13	682,3	2,25	647,5	2,37	615,8	2,49	586,9	2,62	560,6	2,74	536,6	2,86	514,8	2,98	494,8	3,10
180	835,3	2,06	790,4	2,18	749,0	2,30	710,8	2,42	675,8	2,55	643,7	2,67	614,4	2,80	587,7	2,93	563,2	3,06	540,8	3,18	520,3	3,31	501,5	3,43
190	808,5	2,37	787,8	2,50	730,3	2,63	695,8	2,76	664,0	2,89	635,0	3,02	608,3	3,15	583,9	3,29	561,5	3,42	540,9	3,55	521,9	3,68	504,5	3,80
200	784,2	2,71	747,4	2,84	713,5	2,98	682,2	3,12	653,5	3,25	627,1	3,39	602,9	3,53	580,5	3,66	559,9	3,80	541,0	3,93	523,4	4,06	507,2	4,19
210	762,3	3,07	729,1	3,21	698,5	3,36	670,2	3,50	644,1	3,64	620,1	3,78	598,0	3,92	577,5	4,06	558,6	4,20	541,0	4,33	524,7	4,47	509,6	4,60
220	742,8	3,46	712,8	3,61	685,0	3,75	659,4	3,90	635,8	4,05	613,9	4,19	593,6	4,33	574,8	4,48	557,3	4,62	541,1	4,76	525,9	4,89	511,8	5,03
230	725,3	3,88	698,2	4,03	673,1	4,18	649,9	4,33	628,3	4,48	608,3	4,62	589,7	4,77	572,4	4,91	556,2	5,06	541,1	5,20	527,0	5,34	513,8	5,47
240	709,7	4,31	685,2	4,47	662,5	4,62	641,3	4,77	621,6	4,93	603,3	5,08	586,2	5,22	570,2	5,37	555,2	5,52	541,1	5,66	528,0	5,80	515,6	5,94
250	695,9	4,77	673,7	4,93	653,0	5,09	633,7	5,24	615,6	5,40	598,8	5,55	583,0	5,70	568,2	5,85	554,3	5,99	541,2	6,14	528,9	6,28	517,2	6,42
260	683,5	5,26	663,4	5,42	644,5	5,58	626,8	5,73	610,3	5,89	594,7	6,04	580,1	6,20	566,4	6,35	553,5	6,49	541,2	6,64	529,7	6,79	518,8	6,93
270	672,5	5,76	654,1	5,92	636,9	6,09	620,7	6,24	605,4	6,40	591,1	6,56	577,6	6,71	564,8	6,86	552,7	7,01	541,3	7,16	530,4	7,31	520,1	7,45
280	662,7	6,29	645,9	6,45	630,1	6,62	615,2	6,78	601,1	6,93	587,8	7,09	575,2	7,25	563,3	7,40	552,0	7,55	541,3	7,70	531,1	7,85	521,4	8,00
290	653,9	6,84	638,5	7,00	623,9	7,17	610,2	7,33	597,1	7,49	584,8	7,65	573,1	7,80	562,0	7,96	551,4	8,11	541,3	8,26	531,7	8,41	522,6	8,56
300	646,0	7,41	631,8	7,57	618,4	7,74	605,7	7,90	593,6	8,06	582,1	8,22	571,2	8,38	560,7	8,54	550,8	8,69	541,3	8,84	532,3	8,99	523,6	9,14

T: Componente horizontal de la tensión (daN).

f: Flecha (m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd Grupo Naturgy		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO																		
		CATEGORÍA 1a, 2a y 3a																		
ZONA B																				
LA-110																				
Sección (mm²):		116,2		Tensión de Rotura (daN):		4317														
Diámetro (mm):		14		Tensión Máxima (daN):		1200														
Paso unitario (daN/m):		0,425		CHS (-5 °C):		20,00%														
Módulo de elasticidad (daN/mm²):		8000		EDS (15 °C):		15,00%														
Coeficiente de dilatación (°C⁻¹x10⁻³):		17,8		Velocidad de Viento (km/h):		120														
VANO [m]	-15 °C + H		-10 °C + V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		0 °C + H		50 °C		-15 °C		Tensión Máxima		H	
	v:	0,000	v:	0,840	v:	0,000	v:	0,000	v:	0,840	v:	0,000	v:	0,000	v:	0,000				
	h:	0,673	h:	0,000	h:	0,000	h:	0,000	h:	0,000	h:	0,673	h:	0,000	h:	0,000				
	T	f	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmín
40	1078,2	0,20	987,4	0,19	863,4	20,0%	553,9	12,8%	648,2	0,29	865,5	0,25	204,9	0,41	1024,5	0,08	1078,2	4,00	482,1	240,6
50	1101,7	0,31	1007,3	0,29	863,4	20,0%	564,0	13,1%	689,5	0,43	901,1	0,38	238,2	0,56	1022,1	0,13	1101,7	3,92	560,4	2405,1
60	1127,5	0,44	1029,0	0,41	863,4	20,0%	574,9	13,3%	730,3	0,58	938,1	0,53	268,6	0,71	1019,3	0,19	1127,5	3,83	632,0	2398,4
70	1154,7	0,58	1052,1	0,55	863,4	20,0%	586,2	13,6%	770,1	0,75	975,4	0,69	296,7	0,88	1016,1	0,26	1154,7	3,74	698,1	2390,8
80	1182,7	0,74	1075,9	0,70	863,4	20,0%	597,7	13,8%	808,5	0,93	1012,4	0,87	322,8	1,05	1012,5	0,34	1182,7	3,65	759,6	2382,3
90	1200,0	0,93	1088,9	0,88	850,1	19,7%	598,8	13,9%	837,3	1,14	1039,4	1,07	343,1	1,25	994,4	0,43	1200,0	3,60	807,2	2339,8
100	1200,0	1,14	1084,5	1,09	815,2	18,9%	584,1	13,5%	851,9	1,38	1050,6	1,31	355,0	1,50	952,5	0,56	1200,0	3,60	835,3	2241,3
110	1200,0	1,38	1090,4	1,32	780,7	18,1%	570,7	13,2%	865,4	1,65	1061,2	1,57	365,5	1,76	909,6	0,71	1200,0	3,60	860,0	2140,2
120	1200,0	1,65	1076,5	1,57	747,5	17,3%	558,8	12,9%	877,8	1,93	1071,1	1,85	374,7	2,04	866,7	0,88	1200,0	3,60	881,6	2039,3
130	1200,0	1,93	1072,8	1,85	716,4	16,6%	548,3	12,7%	889,0	2,24	1080,2	2,15	382,8	2,35	825,1	1,09	1200,0	3,60	900,7	1941,5
140	1200,0	2,24	1069,4	2,16	688,0	15,9%	539,2	12,5%	899,3	2,57	1088,6	2,47	390,0	2,67	785,9	1,33	1200,0	3,60	917,6	1849,1
150	1200,0	2,58	1066,3	2,48	662,7	15,4%	531,2	12,3%	908,7	2,92	1096,4	2,82	396,3	3,02	749,7	1,59	1200,0	3,60	932,5	1764,1
160	1200,0	2,93	1063,4	2,83	640,4	14,8%	524,3	12,1%	917,2	3,29	1103,5	3,19	402,0	3,39	717,2	1,90	1200,0	3,60	945,8	1687,6
170	1200,0	3,31	1060,8	3,21	620,9	14,4%	518,3	12,0%	925,0	3,68	1110,0	3,58	407,0	3,77	688,5	2,23	1200,0	3,60	957,6	1620,0
180	1200,0	3,71	1058,4	3,60	604,1	14,0%	513,1	11,9%	932,1	4,09	1116,0	3,99	411,5	4,19	663,4	2,60	1200,0	3,60	968,2	1561,0
190	1200,0	4,13	1056,3	4,02	589,5	13,7%	508,5	11,8%	938,6	4,53	1121,5	4,42	415,5	4,62	641,7	2,99	1200,0	3,60	977,7	1509,8
200	1200,0	4,58	1054,3	4,47	576,9	13,4%	504,6	11,7%	944,5	4,99	1126,6	4,88	419,1	5,07	622,9	3,41	1200,0	3,60	986,2	1465,7
210	1200,0	5,05	1052,5	4,93	566,0	13,1%	501,1	11,6%	949,9	5,47	1131,2	5,36	422,4	5,55	606,7	3,86	1200,0	3,60	993,8	1427,6
220	1200,0	5,54	1050,8	5,42	556,6	12,9%	498,0	11,5%	954,3	5,97	1135,5	5,86	425,3	6,05	592,8	4,34	1200,0	3,60	1000,8	1394,7
230	1200,0	6,06	1049,4	5,94	548,3	12,7%	495,3	11,5%	959,4	6,50	1139,4	6,38	428,0	6,57	580,7	4,84	1200,0	3,60	1007,0	1366,2
240	1200,0	6,60	1048,0	6,47	541,1	12,5%	492,9	11,4%	963,6	7,04	1143,0	6,93	430,4	7,12	570,1	5,37	1200,0	3,60	1012,7	1341,5
250	1200,0	7,16	1046,7	7,03	534,8	12,4%	490,7	11,4%	967,4	7,61	1146,3	7,50	432,6	7,69	561,0	5,92	1200,0	3,60	1017,8	1319,9
260	1200,0	7,74	1045,6	7,62	529,2	12,3%	488,8	11,3%	970,9	8,20	1149,4	8,09	434,6	8,28	552,9	6,50	1200,0	3,60	1022,5	1301,0
270	1200,0	8,35	1044,6	8,22	524,2	12,1%	487,1	11,3%	974,2	8,82	1152,2	8,70	436,4	8,89	545,8	7,10	1200,0	3,60	1026,8	1284,3
280	1200,0	8,98	1043,6	8,85	519,8	12,0%	485,5	11,2%	977,2	9,46	1154,8	9,34	438,1	9,52	539,5	7,73	1200,0	3,60	1030,7	1269,5
290	1200,0	9,64	1042,7	9,50	515,9	11,9%	484,1	11,2%	980,0	10,12	1157,2	9,99	439,6	10,18	534,0	8,38	1200,0	3,60	1034,3	1256,4
300	1200,0	10,31	1041,9	10,18	512,3	11,9%	482,9	11,2%	982,5	10,80	1159,5	10,68	441,0	10,86	529,0	9,05	1200,0	3,60	1037,6	1244,7
T: Componente horizontal de la tensión (daN).		f: Flecha (m).				H: Parámetro de la catenaria (m).				v: Sobrecarga Viento (daN/m).				h: Sobrecarga Hielo (daN/m).						

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



TABLA DE TENDIDO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA B LA-110

Scción (mm ²):	116,2	Tensión de Rotura (daN):	4317
Diámetro (mm):	14	Tensión Máxima (daN):	1200
Peso unitario (daN/m):	0,425	CHS (-5 °C):	20,00%
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):	8000	EDS (15 °C):	15,00%
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻³):	17,8	Velocidad de Viento (km/h):	120

VANO	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
(m)	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	943,7	0,09	863,4	0,10	783,9	0,11	705,4	0,12	628,5	0,14	553,9	0,15	482,8	0,18	416,5	0,20	357,1	0,24	306,0	0,28	264,2	0,32	230,9	0,37
50	942,4	0,14	863,4	0,15	785,6	0,17	709,2	0,19	635,1	0,21	564,0	0,24	497,1	0,27	435,7	0,30	381,2	0,35	334,4	0,40	295,6	0,45	263,8	0,50
60	940,8	0,20	863,4	0,22	787,5	0,24	713,6	0,27	642,4	0,30	574,9	0,33	512,0	0,37	454,9	0,42	404,4	0,47	361,0	0,53	324,4	0,59	293,9	0,65
70	939,0	0,28	863,4	0,30	789,7	0,33	718,4	0,36	650,3	0,40	586,2	0,44	527,1	0,49	473,7	0,55	426,6	0,61	385,8	0,67	351,0	0,74	321,6	0,81
80	937,1	0,36	863,4	0,39	792,0	0,43	723,4	0,47	658,4	0,52	597,7	0,57	542,1	0,63	491,9	0,69	447,6	0,76	409,1	0,83	375,8	0,90	347,3	0,98
90	921,1	0,47	850,1	0,51	781,6	0,55	716,5	0,60	655,4	0,66	598,8	0,72	547,2	0,79	501,0	0,86	460,1	0,94	424,4	1,01	393,3	1,09	366,4	1,17
100	882,5	0,60	815,2	0,65	751,2	0,71	691,0	0,77	635,2	0,84	584,1	0,92	538,0	0,99	496,9	1,07	460,6	1,15	428,7	1,24	400,8	1,33	376,4	1,41
110	843,5	0,76	780,7	0,82	721,6	0,89	666,8	0,96	616,4	1,04	570,7	1,13	529,8	1,21	493,3	1,30	461,0	1,39	432,5	1,49	407,3	1,58	385,1	1,67
120	805,2	0,95	747,5	1,02	693,7	1,10	644,3	1,19	599,4	1,28	558,8	1,37	522,5	1,46	490,1	1,56	461,3	1,66	435,8	1,76	413,0	1,85	392,8	1,95
130	768,8	1,17	716,4	1,25	668,1	1,34	624,1	1,44	584,2	1,54	548,3	1,64	516,1	1,74	487,4	1,84	461,6	1,95	438,6	2,05	418,0	2,15	399,5	2,25
140	735,0	1,42	688,0	1,51	645,1	1,61	606,1	1,72	570,9	1,82	539,2	1,93	510,6	2,04	485,0	2,15	461,9	2,26	441,1	2,36	422,4	2,47	405,4	2,57
150	704,3	1,70	662,7	1,80	624,8	1,91	590,4	2,03	559,3	2,14	531,2	2,25	505,8	2,36	482,9	2,48	462,1	2,59	443,3	2,70	426,2	2,81	410,6	2,91
160	677,1	2,01	640,4	2,12	607,0	2,24	576,7	2,36	549,2	2,48	524,3	2,60	501,6	2,71	481,1	2,83	462,3	2,94	445,2	3,06	429,6	3,17	415,2	3,28
170	653,2	2,35	620,9	2,47	591,6	2,60	564,9	2,72	540,5	2,84	518,3	2,96	498,0	3,08	479,5	3,20	462,5	3,32	446,9	3,44	432,5	3,55	419,3	3,66
180	632,4	2,72	604,1	2,85	578,2	2,98	554,5	3,11	532,9	3,23	513,1	3,36	494,9	3,48	478,1	3,60	462,7	3,72	448,4	3,84	435,2	3,96	422,9	4,07
190	614,5	3,12	589,5	3,25	566,6	3,39	545,6	3,52	526,3	3,65	508,5	3,77	492,1	3,90	476,9	4,02	462,8	4,15	449,7	4,27	437,5	4,39	426,2	4,50
200	599,0	3,55	576,9	3,68	556,6	3,82	537,9	3,95	520,6	4,08	504,6	4,21	489,7	4,34	475,8	4,47	462,9	4,59	450,9	4,72	439,6	4,84	429,1	4,96
210	585,6	4,00	566,0	4,14	548,0	4,28	531,2	4,41	515,6	4,55	501,1	4,68	487,5	4,81	474,9	4,94	463,0	5,06	451,9	5,19	441,5	5,31	431,7	5,43
220	574,0	4,48	556,6	4,62	540,4	4,76	525,3	4,90	511,2	5,03	498,0	5,17	485,6	5,30	474,0	5,43	463,1	5,56	452,8	5,68	443,2	5,81	434,0	5,93
230	563,9	4,99	548,3	5,13	533,8	5,27	520,1	5,41	507,3	5,54	495,3	5,68	484,0	5,81	473,3	5,94	463,2	6,07	453,7	6,20	444,7	6,33	436,1	6,45
240	555,2	5,52	541,1	5,66	528,0	5,80	515,6	5,94	503,9	6,08	492,9	6,21	482,5	6,35	472,6	6,48	463,3	6,61	454,4	6,74	446,0	6,87	438,0	6,99
250	547,5	6,07	534,9	6,21	522,9	6,36	511,5	6,50	500,9	6,64	490,7	6,77	481,1	6,91	472,0	7,04	463,4	7,17	455,1	7,30	447,2	7,43	439,9	7,56
260	540,7	6,65	529,2	6,79	518,3	6,94	507,9	7,08	498,1	7,22	488,8	7,35	479,9	7,49	471,5	7,63	463,4	7,76	455,7	7,89	448,4	8,02	441,3	8,15
270	534,7	7,25	524,2	7,39	514,2	7,54	504,8	7,68	495,7	7,82	487,1	7,96	478,9	8,10	471,0	8,23	463,5	8,37	456,3	8,50	449,4	8,63	442,8	8,76
280	529,4	7,88	519,8	8,02	510,6	8,17	501,9	8,31	493,5	8,45	485,5	8,59	477,9	8,73	470,6	8,86	463,5	9,00	456,8	9,13	450,3	9,26	444,1	9,39
290	524,7	8,52	515,9	8,67	507,4	8,82	499,3	8,96	491,6	9,10	484,1	9,24	477,0	9,38	470,2	9,52	463,6	9,65	457,2	9,79	451,1	9,92	445,3	10,05
300	520,5	9,20	512,3	9,34	504,5	9,49	497,0	9,63	489,8	9,78	482,9	9,92	476,2	10,06	469,8	10,19	463,6	10,33	457,7	10,46	451,9	10,60	446,4	10,73

T: Componente horizontal de la tensión (daN).

f: Flecha (m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO																			
Grupo Naturgy		CATEGORÍA 1a, 2a y 3a																			
		ZONA C																			
		LA-110																			
Sección (mm ²):																		Tensión de Rotura (daN):		4317	
Diámetro (mm):																		Tensión Máxima (daN):		1200	
Peso unitario (daN/m):		0,425																CHS (-5 °C):		20,00%	
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		8000																EDS (15 °C):		15,00%	
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻³):		17,8																Velocidad de Viento (km/h):		120	
VANO	-20 °C + H		-15 °C + V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C + V		0 °C + H		50 °C		-20 °C		Tensión		H		
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	Máxima				
(m)	T	f	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmín	
40	1200,0	0,30	1033,5	0,18	832,8	19,3%	526,2	12,2%	625,9	0,30	949,7	0,37	196,5	0,43	1074,6	0,08	1200,0	3,60	462,4	2528,4	
50	1200,0	0,46	993,1	0,30	770,1	17,8%	484,3	11,2%	627,6	0,47	976,7	0,57	213,7	0,62	1006,1	0,13	1200,0	3,60	502,7	2367,3	
60	1200,0	0,66	950,1	0,45	699,3	16,2%	444,4	10,3%	629,1	0,67	1001,5	0,80	226,9	0,84	925,4	0,21	1200,0	3,60	533,9	2177,3	
70	1200,0	0,90	907,6	0,64	625,5	14,5%	410,5	9,5%	630,3	0,91	1023,8	1,06	237,2	1,10	835,3	0,31	1200,0	3,60	558,1	1965,4	
80	1200,0	1,18	868,2	0,87	556,1	12,9%	384,0	8,9%	631,4	1,19	1043,4	1,36	245,3	1,39	741,0	0,46	1200,0	3,60	577,2	1743,5	
90	1200,0	1,50	833,4	1,14	497,0	11,5%	364,1	8,4%	632,3	1,51	1060,6	1,69	251,8	1,71	650,0	0,66	1200,0	3,60	592,4	1529,4	
100	1200,0	1,85	803,9	1,46	451,1	10,4%	349,4	8,1%	633,0	1,86	1075,6	2,06	256,9	2,07	570,4	0,93	1200,0	3,60	604,5	1342,2	
110	1200,0	2,23	779,3	1,83	416,9	9,7%	338,3	7,8%	633,6	2,25	1088,7	2,46	261,1	2,46	507,2	1,27	1200,0	3,60	614,4	1193,3	
120	1200,0	2,66	759,0	2,23	391,8	9,1%	330,0	7,6%	634,1	2,67	1100,1	2,90	264,6	2,89	460,0	1,66	1200,0	3,60	620,8	1082,3	
130	1200,0	3,12	742,4	2,68	373,2	8,6%	323,5	7,5%	634,5	3,14	1110,0	3,38	267,4	3,36	425,5	2,11	1200,0	3,60	626,4	1001,3	
140	1200,0	3,62	728,7	3,17	359,2	8,3%	318,4	7,4%	634,8	3,64	1118,6	3,88	269,8	3,86	400,3	2,60	1200,0	3,60	631,3	941,9	
150	1200,0	4,16	717,4	3,69	348,4	8,1%	314,3	7,3%	635,1	4,17	1126,2	4,43	271,8	4,40	381,5	3,14	1200,0	3,60	635,6	897,5	
160	1200,0	4,73	708,0	4,26	339,9	7,9%	311,0	7,2%	635,4	4,75	1132,9	5,01	273,5	4,98	367,1	3,71	1200,0	3,60	639,3	863,7	
170	1200,0	5,34	700,1	4,86	333,1	7,7%	308,2	7,1%	635,6	5,36	1138,7	5,63	275,0	5,59	355,8	4,32	1200,0	3,60	642,6	837,3	
180	1200,0	5,99	693,5	5,50	327,6	7,6%	306,0	7,1%	635,8	6,01	1143,9	6,28	276,2	6,24	346,9	4,97	1200,0	3,60	645,6	816,3	
190	1200,0	6,67	687,8	6,19	323,0	7,5%	304,0	7,0%	635,9	6,69	1148,5	6,97	277,3	6,93	339,7	5,65	1200,0	3,60	648,2	799,3	
200	1200,0	7,40	682,9	6,90	319,2	7,4%	302,4	7,0%	636,1	7,41	1152,6	7,70	278,2	7,65	333,8	6,38	1200,0	3,60	650,5	785,3	
210	1200,0	8,16	678,7	7,66	316,0	7,3%	301,0	7,0%	636,2	8,17	1156,2	8,47	279,1	8,41	328,8	7,14	1200,0	3,60	652,5	773,7	
220	1200,0	8,95	675,1	8,45	313,3	7,3%	299,8	6,9%	636,3	8,97	1159,5	9,27	279,8	9,21	324,7	7,93	1200,0	3,60	654,4	763,9	
230	1200,0	9,79	671,9	9,28	311,0	7,2%	298,8	6,9%	636,4	9,80	1162,4	10,11	280,4	10,05	321,1	8,77	1200,0	3,60	656,0	755,6	
240	1200,0	10,66	669,1	10,15	308,9	7,2%	297,9	6,9%	636,5	10,68	1165,1	10,98	281,0	10,92	318,1	9,64	1200,0	3,60	657,5	748,4	
250	1200,0	11,57	666,6	11,06	307,2	7,1%	297,1	6,9%	636,6	11,59	1167,5	11,89	281,5	11,83	315,5	10,55	1200,0	3,60	658,8	742,2	
260	1200,0	12,52	664,4	12,01	305,6	7,1%	296,4	6,9%	636,6	12,53	1169,6	12,84	281,9	12,78	313,2	11,50	1200,0	3,60	660,1	736,9	
270	1200,0	13,50	662,5	12,99	304,3	7,0%	295,7	6,9%	636,7	13,52	1171,6	13,83	282,4	13,76	311,1	12,48	1200,0	3,60	661,2	732,1	
280	1200,0	14,52	660,7	14,01	303,0	7,0%	295,2	6,8%	636,7	14,54	1173,3	14,86	282,7	14,79	309,4	13,50	1200,0	3,60	662,2	727,9	
290	1200,0	15,58	659,1	15,07	301,9	7,0%	294,7	6,8%	636,8	15,60	1175,0	15,92	283,0	15,85	307,8	14,56	1200,0	3,60	663,1	724,2	
300	1200,0	16,68	657,7	16,16	301,0	7,0%	294,2	6,8%	636,8	16,70	1176,5	17,02	283,3	16,95	306,4	15,66	1200,0	3,60	663,9	720,9	

T: Componente horizontal de la tensión (daN).

f: Flecha (m).

H: Parámetro de la catenaria (m).

v: Sobrecarga Viento (daN/m).

h: Sobrecarga Hielo (daN/m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd Grupo Naturgy		TABLA DE TENDIDO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA C LA-110																						
Scción (mm ²):				116,2																Tensión de Rotura (daN):	4317			
Diámetro (mm):				14																Tensión Máxima (daN):	1200			
Peso unitario (daN/m):				0,425																CHS (-5 °C):	20,00%			
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):				8000																EDS (15 °C):	15,00%			
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ ·x10 ⁻³):				17,8																Velocidad de Viento (km/h):	120			
VANO	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
(m)	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	912,8	0,09	832,8	0,10	753,6	0,11	675,7	0,13	599,6	0,14	526,2	0,16	456,7	0,19	392,8	0,22	336,4	0,25	288,9	0,29	250,5	0,34	220,2	0,39
50	847,7	0,16	770,1	0,17	694,2	0,19	620,6	0,21	550,2	0,24	484,3	0,27	424,2	0,31	371,2	0,36	326,0	0,41	288,7	0,46	258,3	0,51	233,7	0,57
60	772,7	0,25	699,3	0,27	628,7	0,30	562,0	0,34	500,2	0,38	444,4	0,43	395,3	0,48	353,2	0,54	317,9	0,60	288,5	0,66	264,1	0,72	243,9	0,78
70	692,2	0,38	625,5	0,42	563,3	0,46	506,2	0,51	455,2	0,57	410,5	0,63	372,0	0,70	339,3	0,77	311,7	0,84	288,4	0,90	268,6	0,97	251,7	1,03
80	613,1	0,55	556,1	0,61	504,5	0,67	458,6	0,74	418,6	0,81	384,0	0,89	354,3	0,96	328,9	1,03	307,1	1,11	288,2	1,18	272,0	1,25	257,8	1,32
90	542,8	0,79	497,0	0,87	456,7	0,94	421,4	1,02	390,7	1,10	364,1	1,18	341,1	1,26	321,1	1,34	303,5	1,42	288,2	1,49	274,6	1,57	262,5	1,64
100	486,1	1,09	451,1	1,18	420,4	1,26	393,5	1,35	370,0	1,44	349,4	1,52	331,2	1,60	315,2	1,69	300,9	1,77	288,1	1,84	276,7	1,92	266,3	2,00
110	443,3	1,45	416,9	1,54	393,6	1,63	373,0	1,72	354,7	1,81	338,3	1,90	323,8	1,99	310,6	2,07	298,8	2,15	288,1	2,23	278,3	2,31	269,3	2,39
120	412,0	1,86	391,8	1,95	373,8	2,05	357,7	2,14	343,1	2,23	330,0	2,32	318,0	2,41	307,1	2,49	297,2	2,58	288,0	2,66	279,6	2,74	271,8	2,82
130	388,9	2,31	373,2	2,41	359,0	2,50	346,1	2,60	334,3	2,69	323,5	2,78	313,5	2,87	304,4	2,95	295,9	3,04	288,0	3,12	280,7	3,20	273,8	3,28
140	371,7	2,80	359,2	2,90	347,7	3,00	337,2	3,09	327,4	3,18	318,4	3,27	310,0	3,36	302,1	3,45	294,8	3,53	288,0	3,62	281,6	3,70	275,5	3,78
150	358,6	3,34	348,4	3,43	338,9	3,53	330,2	3,62	321,9	3,72	314,3	3,81	307,1	3,90	300,3	3,98	294,0	4,07	288,0	4,16	282,3	4,24	276,9	4,32
160	348,3	3,91	339,9	4,00	332,0	4,10	324,5	4,19	317,5	4,29	311,0	4,38	304,7	4,47	298,8	4,56	293,2	4,64	287,9	4,73	282,9	4,81	278,1	4,90
170	340,2	4,52	333,1	4,61	326,4	4,71	320,0	4,80	314,0	4,90	308,2	4,99	302,8	5,08	297,6	5,17	292,6	5,25	287,9	5,34	283,4	5,42	279,1	5,51
180	333,7	5,16	327,6	5,26	321,8	5,36	316,3	5,45	311,0	5,54	306,0	5,63	301,1	5,72	296,5	5,81	292,1	5,90	287,9	5,99	283,9	6,07	280,0	6,16
190	328,3	5,85	323,0	5,94	318,0	6,04	313,1	6,13	308,5	6,23	304,0	6,32	299,8	6,41	295,7	6,50	291,7	6,58	287,9	6,67	284,2	6,76	280,7	6,84
200	323,9	6,57	319,2	6,67	314,8	6,76	310,5	6,85	306,4	6,95	302,4	7,04	298,6	7,13	294,9	7,22	291,3	7,31	287,9	7,39	284,6	7,48	281,3	7,57
210	320,1	7,33	316,0	7,43	312,1	7,52	308,3	7,61	304,6	7,71	301,0	7,80	297,6	7,89	294,2	7,98	291,0	8,07	287,9	8,15	284,9	8,24	281,9	8,33
220	317,0	8,13	313,3	8,22	309,8	8,32	306,4	8,41	303,0	8,50	299,8	8,59	296,7	8,68	293,7	8,77	290,7	8,86	287,9	8,95	285,1	9,04	282,4	9,13
230	314,3	8,96	311,0	9,06	307,8	9,15	304,7	9,24	301,7	9,34	298,8	9,43	295,9	9,52	293,2	9,61	290,5	9,70	287,9	9,79	285,3	9,87	282,8	9,96
240	311,9	9,83	308,9	9,93	306,1	10,02	303,3	10,11	300,5	10,21	297,9	10,30	295,3	10,39	292,7	10,48	290,3	10,57	287,9	10,66	285,5	10,75	283,2	10,83
250	309,9	10,74	307,2	10,84	304,6	10,93	302,0	11,02	299,5	11,12	297,1	11,21	294,7	11,30	292,4	11,39	290,1	11,48	287,9	11,57	285,7	11,66	283,6	11,74
260	308,1	11,69	305,6	11,78	303,2	11,88	300,9	11,97	298,6	12,06	296,4	12,15	294,2	12,24	292,0	12,33	289,9	12,42	287,9	12,51	285,8	12,60	283,9	12,69
270	306,5	12,67	304,3	12,77	302,0	12,86	299,9	12,95	297,8	13,05	295,7	13,14	293,7	13,23	291,7	13,32	289,8	13,41	287,9	13,50	286,0	13,59	284,1	13,68
280	305,1	13,69	303,0	13,79	301,0	13,88	299,0	13,97	297,1	14,07	295,2	14,16	293,3	14,25	291,4	14,34	289,6	14,43	287,9	14,52	286,1	14,61	284,4	14,70
290	303,9	14,75	301,9	14,85	300,1	14,94	298,2	15,03	296,4	15,13	294,7	15,22	292,9	15,31	291,2	15,40	289,5	15,49	287,9	15,58	286,2	15,67	284,6	15,76
300	302,8	15,85	301,0	15,95	299,2	16,04	297,5	16,13	295,9	16,22	294,2	16,31	292,6	16,41	291,0	16,50	289,4	16,59	287,9	16,68	286,3	16,77	284,8	16,86
T: Componente horizontal de la tensión (daN).							f: Flecha (m).																	

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd		TABLA DE CALCULO MECANICO																		
Grupo Naturgy		CATEGORIA 1a, 2a y 3a																		
		ZONA A																		
		LA-110																		
Sección (mm ²):														Tensión de Rotura (daN):	4317					
Diámetro (mm):														Tensión Máxima (daN):	1000					
Peso unitario (daN/m):														CHS (-5 °C):	20,00%					
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):														EDS (15 °C):	15,00%					
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ ·x10 ⁻⁶):														Velocidad de Viento (km/h):	120					
VANO (m)	-5 °C +V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C +V		50 °C		-5 °C		Tensión Máxima (daN)		H					
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	T	f		T	C.S.	Fmáx	Fmin	
	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f		T	f			
40	914,1	0,21			863,4	20,0%	553,9	12,8%	648,2	0,29			204,9	0,41	863,4	0,10	914,1	4,72	482,1	2031,5
50	937,6	0,31			863,4	20,0%	564,0	13,1%	689,5	0,43			238,2	0,56	863,4	0,15	937,6	4,60	560,4	2031,5
60	962,9	0,44			863,4	20,0%	574,9	13,3%	730,3	0,58			268,6	0,71	863,4	0,22	962,9	4,48	632,0	2031,5
70	989,3	0,58			863,4	20,0%	586,2	13,6%	770,1	0,75			296,7	0,88	863,4	0,30	989,3	4,36	698,1	2031,5
80	1000,0	0,75			843,3	19,5%	581,7	13,5%	796,1	0,95			316,7	1,07	843,3	0,40	1000,0	4,32	745,2	1984,2
90	1000,0	0,95			808,6	18,7%	567,2	13,1%	812,3	1,17			330,5	1,30	808,6	0,53	1000,0	4,32	777,7	1902,6
100	1000,0	1,18			773,6	17,9%	553,9	12,8%	827,3	1,42			342,6	1,55	773,6	0,69	1000,0	4,32	806,2	1820,3
110	1000,0	1,42			739,5	17,1%	541,9	12,6%	841,0	1,69			353,2	1,82	739,5	0,87	1000,0	4,32	831,1	1739,9
120	1000,0	1,69			707,2	16,4%	531,4	12,3%	853,4	1,99			362,5	2,11	707,2	1,08	1000,0	4,32	852,8	1663,9
130	1000,0	1,99			677,5	15,7%	522,3	12,1%	864,7	2,30			370,6	2,42	677,5	1,33	1000,0	4,32	872,1	1594,1
140	1000,0	2,31			650,9	15,1%	514,4	11,9%	875,0	2,64			377,8	2,76	650,9	1,60	1000,0	4,32	888,9	1531,5
150	1000,0	2,65			627,5	14,5%	507,6	11,8%	884,3	3,00			384,2	3,11	627,5	1,91	1000,0	4,32	903,9	1476,4
160	1000,0	3,01			607,1	14,1%	501,7	11,6%	892,8	3,38			389,8	3,49	607,1	2,24	1000,0	4,32	917,2	1428,6
170	1000,0	3,40			589,6	13,7%	496,7	11,5%	900,5	3,78			394,8	3,89	589,6	2,60	1000,0	4,32	929,0	1387,3
180	1000,0	3,81			574,5	13,3%	492,3	11,4%	907,5	4,20			399,3	4,31	574,5	3,00	1000,0	4,32	939,6	1351,8
190	1000,0	4,25			561,6	13,0%	488,5	11,3%	913,8	4,65			403,3	4,76	561,6	3,42	1000,0	4,32	949,0	1321,4
200	1000,0	4,71			550,5	12,8%	485,1	11,2%	919,6	5,12			406,9	5,23	550,5	3,86	1000,0	4,32	957,5	1295,2
210	1000,0	5,19			540,9	12,5%	482,2	11,2%	924,9	5,62			410,2	5,72	540,9	4,33	1000,0	4,32	965,1	1272,6
220	1000,0	5,70			532,6	12,3%	479,6	11,1%	929,7	6,13			413,1	6,23	532,6	4,83	1000,0	4,32	971,9	1253,1
230	1000,0	6,23			525,3	12,2%	477,4	11,1%	934,1	6,67			415,7	6,77	525,3	5,35	1000,0	4,32	978,1	1236,0
240	1000,0	6,79			519,0	12,0%	475,3	11,0%	938,2	7,23			418,1	7,33	519,0	5,90	1000,0	4,32	983,8	1221,1
250	1000,0	7,36			513,4	11,9%	473,5	11,0%	941,9	7,82			420,3	7,91	513,4	6,47	1000,0	4,32	988,8	1208,0
260	1000,0	7,96			508,5	11,8%	471,9	10,9%	945,3	8,43			422,2	8,52	508,5	7,07	1000,0	4,32	993,5	1196,5
270	1000,0	8,59			504,2	11,7%	470,5	10,9%	948,5	9,06			424,0	9,15	504,2	7,69	1000,0	4,32	997,8	1186,3
280	1000,0	9,24			500,3	11,6%	469,2	10,9%	951,4	9,71			425,7	9,80	500,3	8,33	1000,0	4,32	1001,6	1177,2
290	1000,0	9,91			496,8	11,5%	468,0	10,8%	954,0	10,39			427,2	10,48	496,8	9,00	1000,0	4,32	1005,2	1169,0
300	1000,0	10,61			493,7	11,4%	467,0	10,8%	956,5	11,09			428,6	11,18	493,7	9,70	1000,0	4,32	1008,4	1161,7
T: Componente horizontal de la tensión (daN).			f: Flecha (m).			H: Parámetro de la catenaria (m).			v: Sobrecarga Viento (daN/m).			h: Sobrecarga Hielo (daN/m).								

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



 Grupo Naturgy		TABLA DE TENDIDO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA A LA-110																						
		Sección (mm ²):						Tensión de Rotura (daN):																
116,2						4317																		
Diámetro (mm):						Tensión Máxima (daN):																		
14						1000																		
Peso unitario (daN/m):						CHS (-5 °C):																		
0,425						20,00%																		
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):						EDS (15 °C):																		
8000						15,00%																		
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x 10 ⁻⁶):						Velocidad de Viento (km/h):																		
17,8						120																		
VANO (m)	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	943,7	0,09	863,4	0,10	783,9	0,11	705,4	0,12	628,5	0,14	553,9	0,15	482,8	0,18	416,5	0,20	357,1	0,24	306,0	0,28	264,2	0,32	230,9	0,37
50	942,4	0,14	863,4	0,15	785,6	0,17	709,2	0,19	635,1	0,21	564,0	0,24	497,1	0,27	435,7	0,30	381,2	0,35	334,4	0,40	295,6	0,45	263,8	0,50
60	940,8	0,20	863,4	0,22	787,5	0,24	713,6	0,27	642,4	0,30	574,9	0,33	512,0	0,37	454,9	0,42	404,4	0,47	361,0	0,53	324,4	0,59	293,9	0,65
70	939,0	0,28	863,4	0,30	789,7	0,33	718,4	0,36	650,3	0,40	586,2	0,44	527,1	0,49	473,7	0,55	426,6	0,61	385,8	0,67	351,0	0,74	321,6	0,81
80	916,4	0,37	843,3	0,40	772,6	0,44	704,9	0,48	641,1	0,53	581,7	0,58	527,5	0,64	479,0	0,71	436,3	0,78	399,3	0,85	367,4	0,93	340,1	1,00
90	878,2	0,49	808,6	0,53	742,1	0,58	679,3	0,63	620,8	0,69	567,2	0,76	518,8	0,83	475,8	0,90	438,1	0,98	405,2	1,06	376,7	1,14	352,0	1,22
100	838,9	0,63	773,6	0,69	712,0	0,75	654,6	0,81	601,8	0,88	553,9	0,96	511,0	1,04	473,0	1,12	439,6	1,21	410,3	1,29	384,8	1,38	362,3	1,47
110	799,7	0,80	739,5	0,87	683,3	0,94	631,5	1,02	584,4	1,10	541,9	1,19	504,1	1,28	470,6	1,37	440,9	1,46	414,8	1,55	391,7	1,64	371,3	1,73
120	762,0	1,00	707,2	1,08	656,6	1,17	610,5	1,25	568,8	1,35	531,4	1,44	498,1	1,54	468,4	1,63	442,1	1,73	418,6	1,83	397,8	1,92	379,2	2,02
130	726,6	1,24	677,5	1,33	632,6	1,42	591,9	1,52	555,2	1,62	522,3	1,72	492,9	1,82	466,6	1,92	443,1	2,03	422,0	2,13	403,1	2,23	386,0	2,33
140	694,4	1,50	650,9	1,60	611,4	1,70	575,6	1,81	543,4	1,92	514,4	2,02	488,4	2,13	465,0	2,24	443,9	2,35	424,9	2,45	407,7	2,56	392,0	2,66
150	665,6	1,80	627,5	1,91	592,8	2,02	561,5	2,13	533,2	2,24	507,6	2,36	484,5	2,47	463,6	2,58	444,7	2,69	427,4	2,80	411,7	2,90	397,3	3,01
160	640,5	2,12	607,1	2,24	576,8	2,36	549,3	2,48	524,4	2,59	501,7	2,71	481,2	2,83	462,4	2,94	445,3	3,06	429,6	3,17	415,3	3,28	402,0	3,38
170	618,8	2,48	589,6	2,60	563,0	2,73	538,8	2,85	516,8	2,97	496,7	3,09	478,3	3,21	461,4	3,33	445,9	3,45	431,6	3,56	418,4	3,67	406,2	3,78
180	600,1	2,87	574,5	3,00	551,2	3,12	529,8	3,25	510,3	3,37	492,3	3,50	475,7	3,62	460,5	3,74	446,4	3,86	433,3	3,98	421,2	4,09	409,9	4,20
190	584,0	3,29	561,6	3,42	541,0	3,55	522,0	3,68	504,6	3,80	488,5	3,93	473,5	4,05	459,7	4,17	446,8	4,30	434,8	4,41	423,6	4,53	413,1	4,65
200	570,2	3,73	550,5	3,86	532,2	3,99	515,3	4,13	499,7	4,26	485,1	4,38	471,6	4,51	459,0	4,63	447,2	4,76	436,1	4,88	425,8	4,99	416,1	5,11
210	558,4	4,20	540,9	4,33	524,6	4,47	509,5	4,60	495,4	4,73	482,2	4,86	469,9	4,99	458,4	5,12	447,5	5,24	437,4	5,36	427,8	5,48	418,7	5,60
220	548,2	4,69	532,6	4,83	518,0	4,97	504,3	5,10	491,6	5,23	479,6	5,37	468,4	5,49	457,8	5,62	447,8	5,75	438,4	5,87	429,5	5,99	421,1	6,11
230	539,3	5,21	525,3	5,35	512,2	5,49	499,9	5,63	488,3	5,76	477,4	5,89	467,1	6,02	457,3	6,15	448,1	6,28	439,4	6,40	431,1	6,53	423,2	6,65
240	531,6	5,76	519,0	5,90	507,1	6,04	495,9	6,18	485,3	6,31	475,3	6,44	465,9	6,57	456,9	6,70	448,4	6,83	440,2	6,96	432,5	7,08	425,1	7,21
250	524,8	6,33	513,4	6,47	502,6	6,61	492,4	6,75	482,7	6,89	473,5	7,02	464,8	7,15	456,5	7,28	448,6	7,41	441,0	7,54	433,8	7,66	426,9	7,79
260	518,9	6,93	508,5	7,07	498,7	7,21	489,3	7,35	480,4	7,48	471,9	7,62	463,9	7,75	456,1	7,88	448,8	8,01	441,7	8,14	434,9	8,27	428,5	8,39
270	513,6	7,55	504,2	7,69	495,2	7,83	486,6	7,97	478,4	8,11	470,5	8,24	463,0	8,38	455,8	8,51	448,9	8,64	442,3	8,77	436,0	8,90	429,9	9,02
280	509,0	8,19	500,3	8,33	492,0	8,48	484,1	8,61	476,5	8,75	469,2	8,89	462,2	9,02	455,5	9,16	449,1	9,29	442,9	9,42	437,0	9,55	431,2	9,67
290	504,8	8,86	496,8	9,00	489,2	9,15	481,8	9,28	474,8	9,42	468,0	9,56	461,5	9,69	455,3	9,83	449,3	9,96	443,4	10,09	437,8	10,22	432,4	10,35
300	501,1	9,55	493,7	9,70	486,6	9,84	479,8	9,98	473,3	10,12	467,0	10,25	460,9	10,39	455,1	10,52	449,4	10,66	443,9	10,79	438,6	10,92	433,5	11,05
T: Componente horizontal de la tensión (daN).												f: Flecha (m).												

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



 TABLA DE CALCULO MECANICO CATEGORIA 1a, 2a y 3a ZONA B LA-110																				
Sección (mm²):				116,2								Tensión de Rotura (daN):		4317						
Diámetro (mm):				14								Tensión Máxima (daN):		1000						
Peso unitario (daN/m):				0,425								CHS (-5 °C):		20,00%						
Módulo de elasticidad (daN/mm²):				8000								EDS (15 °C):		15,00%						
Coeficiente de dilatación (°C⁻¹ x 10⁻⁵):				17,8								Velocidad de Viento (km/h):		120						
VANO (m)	-15 °C +H		-10 °C +V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C +V		0 °C +H		50 °C		-15 °C		Tensión			
	v:	f:	v:	f:	v:	%	v:	%	v:	f:	v:	f:	v:	f:	v:	f:	T	C.S.	H	
	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:	h:		Máxima	Fmáx	Fmín
40	1000,0	0,22	909,0	0,21	778,2	18,0%	477,8	11,1%	587,8	0,32	795,3	0,28	83,2	0,46	937,9	0,09	1000,0	4,32	431,1	2206,9
50	1000,0	0,34	905,2	0,33	748,9	17,3%	467,0	10,8%	614,2	0,48	812,1	0,42	208,8	0,64	904,5	0,15	1000,0	4,32	491,3	2128,3
60	1000,0	0,49	901,2	0,47	715,5	16,6%	456,3	10,6%	638,5	0,66	828,6	0,60	230,4	0,83	865,4	0,22	1000,0	4,32	542,2	2036,2
70	1000,0	0,67	897,2	0,64	679,7	15,7%	446,5	10,3%	660,3	0,87	844,2	0,80	248,9	1,05	821,7	0,32	1000,0	4,32	585,6	1933,5
80	1000,0	0,88	893,4	0,84	643,5	14,9%	437,9	10,1%	679,8	1,11	858,5	1,02	264,6	1,29	775,4	0,44	1000,0	4,32	622,7	1824,4
90	1000,0	1,11	889,8	1,07	608,8	14,1%	430,6	10,0%	697,1	1,37	871,6	1,28	278,2	1,55	728,3	0,59	1000,0	4,32	654,6	1713,5
100	1000,0	1,37	886,6	1,33	577,2	13,4%	424,5	9,8%	712,4	1,65	883,4	1,55	289,8	1,83	682,7	0,78	1000,0	4,32	682,0	1606,4
110	1000,0	1,66	883,7	1,61	549,4	12,7%	419,4	9,7%	726,0	1,96	893,9	1,86	299,9	2,14	640,7	1,00	1000,0	4,32	705,7	1507,5
120	1000,0	1,98	881,0	1,92	525,8	12,2%	415,1	9,6%	738,0	2,30	903,4	2,19	308,7	2,48	603,5	1,27	1000,0	4,32	726,3	1420,1
130	1000,0	2,32	878,7	2,26	506,2	11,7%	411,6	9,5%	748,7	2,66	911,9	2,55	316,3	2,84	571,8	1,57	1000,0	4,32	744,3	1345,3
140	1000,0	2,69	876,6	2,63	489,9	11,3%	408,6	9,5%	758,1	3,04	919,4	2,93	323,0	3,23	545,2	1,91	1000,0	4,32	759,9	1282,9
150	1000,0	3,09	874,8	3,03	476,4	11,0%	406,2	9,4%	766,5	3,46	926,2	3,34	328,8	3,64	523,3	2,29	1000,0	4,32	773,7	1231,2
160	1000,0	3,52	873,2	3,45	465,3	10,8%	404,1	9,4%	774,0	3,90	932,2	3,77	333,9	4,08	505,2	2,69	1000,0	4,32	785,8	1188,7
170	1000,0	3,97	871,8	3,90	456,0	10,6%	402,3	9,3%	780,7	4,36	937,6	4,24	338,5	4,54	490,3	3,13	1000,0	4,32	796,4	1153,6
180	1000,0	4,45	870,5	4,38	448,3	10,4%	400,7	9,3%	786,6	4,85	942,4	4,72	342,5	5,03	477,9	3,60	1000,0	4,32	805,9	1124,6
190	1000,0	4,96	869,4	4,89	441,7	10,2%	399,4	9,3%	792,0	5,37	946,8	5,24	346,1	5,55	467,6	4,10	1000,0	4,32	814,3	1100,3
200	1000,0	5,50	868,4	5,43	436,1	10,1%	398,3	9,2%	796,8	5,91	950,7	5,78	349,2	6,09	459,0	4,63	1000,0	4,32	821,8	1079,9
210	1000,0	6,06	867,5	5,99	431,4	10,0%	397,3	9,2%	801,1	6,49	954,2	6,35	352,1	6,66	451,6	5,19	1000,0	4,32	828,5	1062,6
220	1000,0	6,65	866,7	6,58	427,3	9,9%	396,4	9,2%	805,0	7,08	957,4	6,95	354,6	7,26	445,3	5,78	1000,0	4,32	834,4	1047,8
230	1000,0	7,27	866,0	7,20	423,7	9,8%	395,6	9,2%	808,6	7,71	960,3	7,57	356,9	7,89	439,9	6,39	1000,0	4,32	839,9	1035,1
240	1000,0	7,92	865,4	7,84	420,6	9,7%	394,9	9,1%	811,8	8,36	962,9	8,23	359,0	8,54	435,2	7,04	1000,0	4,32	844,7	1024,1
250	1000,0	8,60	864,8	8,52	417,8	9,7%	394,3	9,1%	814,7	9,04	965,3	8,91	360,9	9,22	431,1	7,71	1000,0	4,32	849,1	1014,5
260	1000,0	9,30	864,3	9,22	415,4	9,6%	393,8	9,1%	817,4	9,75	967,5	9,61	362,6	9,92	427,6	8,41	1000,0	4,32	853,1	1006,0
270	1000,0	10,03	863,8	9,95	413,3	9,6%	393,3	9,1%	819,8	10,49	969,5	10,35	364,1	10,66	424,4	9,14	1000,0	4,32	856,7	998,6
280	1000,0	10,79	863,4	10,71	411,4	9,5%	392,9	9,1%	822,0	11,25	971,3	11,11	365,5	11,42	421,6	9,90	1000,0	4,32	860,0	992,0
290	1000,0	11,57	863,0	11,49	409,7	9,5%	392,5	9,1%	824,1	12,04	973,0	11,90	366,8	12,21	419,1	10,68	1000,0	4,32	863,1	986,1
300	1000,0	12,39	862,6	12,31	408,1	9,5%	392,1	9,1%	825,9	12,85	974,5	12,71	368,0	13,03	416,9	11,49	1000,0	4,32	865,9	980,9
T: Componente horizontal de la tensión (daN).		f: Flecha (m).		H Parámetro de la catenaria (m).		v: Sobrecarga Viento (daN/m).		h: Sobrecarga Hielo (daN/m).												

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd Grupo Naturgy		TABLA DE TENDIDO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA B LA-110																						
		Sección (mm ²):						Tensión de Rotura (daN):																
16,2						4317																		
Diámetro (mm):						Tensión Máxima (daN):																		
14						1000																		
Peso unitario (daN/m):						CHS (-5 °C):																		
0,425						20,00%																		
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):						EDS (5 °C):																		
8000						15,00%																		
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x 10 ⁻⁶):						Velocidad de Viento (km/h):																		
17,8						120																		
VANO	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
(m)	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	857,7	0,10	778,2	0,11	699,9	0,12	623,1	0,14	548,7	0,15	477,8	0,18	412,0	0,21	353,1	0,24	302,7	0,28	261,5	0,33	228,9	0,37	203,3	0,42
50	826,0	0,16	748,9	0,18	673,5	0,20	600,7	0,22	531,4	0,25	467,0	0,28	408,7	0,32	357,9	0,37	314,9	0,42	279,6	0,48	250,9	0,53	227,7	0,58
60	789,4	0,24	715,5	0,27	644,2	0,30	576,6	0,33	513,6	0,37	456,3	0,42	405,6	0,47	362,0	0,53	325,2	0,59	294,6	0,65	269,2	0,71	248,1	0,77
70	749,3	0,35	679,7	0,38	613,8	0,42	552,4	0,47	496,4	0,52	446,5	0,58	403,0	0,65	365,6	0,71	333,9	0,78	307,1	0,85	284,5	0,92	265,3	0,98
80	707,6	0,48	643,5	0,53	584,0	0,58	529,6	0,64	480,8	0,71	437,9	0,78	400,7	0,85	368,6	0,92	341,1	1,00	317,5	1,07	297,3	1,14	279,8	1,22
90	666,3	0,65	608,8	0,71	556,3	0,77	509,1	0,85	467,3	0,92	430,6	1,00	398,7	1,08	371,1	1,16	347,1	1,24	326,3	1,32	308,1	1,40	292,2	1,47
100	627,5	0,85	577,2	0,92	531,8	1,00	491,4	1,08	455,8	1,17	424,5	1,25	397,1	1,34	373,2	1,42	352,2	1,51	333,7	1,59	317,3	1,67	302,8	1,76
110	592,7	1,08	549,4	1,17	510,7	1,26	476,4	1,35	446,1	1,44	419,4	1,53	395,8	1,62	374,9	1,72	356,4	1,80	339,9	1,89	325,1	1,98	311,9	2,06
120	562,6	1,36	525,8	1,46	493,1	1,55	464,0	1,65	438,1	1,75	415,1	1,84	394,6	1,94	376,4	2,03	360,0	2,13	345,2	2,22	331,8	2,31	319,7	2,39
130	537,1	1,67	506,2	1,77	478,4	1,88	453,7	1,98	431,5	2,08	411,6	2,18	393,7	2,28	377,6	2,38	363,0	2,47	349,7	2,57	337,6	2,66	326,5	2,75
140	516,1	2,02	489,9	2,13	466,3	2,23	445,1	2,34	426,0	2,45	408,6	2,55	392,9	2,65	378,6	2,75	365,5	2,85	353,6	2,95	342,5	3,04	332,4	3,13
150	498,7	2,40	476,4	2,51	456,3	2,62	438,0	2,73	421,3	2,84	406,2	2,94	392,3	3,05	379,5	3,15	367,7	3,25	356,9	3,35	346,8	3,45	337,5	3,54
160	484,3	2,81	465,3	2,92	447,9	3,04	432,0	3,15	417,5	3,26	404,1	3,37	391,7	3,47	380,3	3,58	369,7	3,68	359,8	3,78	350,6	3,88	342,0	3,98
170	472,4	3,25	456,0	3,37	440,9	3,48	427,0	3,60	414,2	3,71	402,3	3,82	391,2	3,93	380,9	4,03	371,3	4,14	362,3	4,24	353,9	4,34	345,9	4,44
180	462,5	3,72	448,3	3,84	435,1	3,96	422,8	4,07	411,4	4,19	400,7	4,30	390,8	4,41	381,5	4,52	372,7	4,62	364,5	4,73	356,7	4,83	349,4	4,93
190	454,2	4,23	441,7	4,34	430,1	4,46	419,2	4,58	409,0	4,69	399,4	4,81	390,4	4,92	382,0	5,03	374,0	5,13	366,4	5,24	359,3	5,34	352,5	5,45
200	447,2	4,76	436,1	4,88	425,8	4,99	416,1	5,11	406,9	5,23	398,3	5,34	390,1	5,45	382,4	5,56	375,1	5,67	368,1	5,78	361,5	5,88	355,2	5,99
210	441,2	5,31	431,4	5,44	422,1	5,56	413,4	5,67	405,1	5,79	397,3	5,90	389,8	6,02	382,8	6,13	376,0	6,24	369,6	6,35	363,5	6,45	357,7	6,56
220	436,0	5,90	427,3	6,02	418,9	6,14	411,1	6,26	403,5	6,38	396,4	6,49	389,6	6,61	383,1	6,72	376,9	6,83	371,0	6,94	365,3	7,05	359,9	7,16
230	431,6	6,52	423,7	6,64	416,2	6,76	409,0	6,88	402,2	7,00	395,6	7,11	389,4	7,23	383,4	7,34	377,7	7,45	372,2	7,56	366,9	7,67	361,8	7,78
240	427,7	7,16	420,6	7,28	413,7	7,41	407,2	7,52	400,9	7,64	394,9	7,76	389,2	7,87	383,7	7,99	378,3	8,10	373,2	8,21	368,3	8,32	363,6	8,43
250	424,3	7,83	417,8	7,96	411,6	8,08	405,6	8,20	399,9	8,32	394,3	8,43	389,0	8,55	383,9	8,66	379,0	8,78	374,2	8,89	369,6	9,00	365,2	9,11
260	421,4	8,53	415,4	8,66	409,7	8,78	404,2	8,90	398,9	9,02	393,8	9,13	388,9	9,25	384,1	9,37	379,5	9,48	375,1	9,59	370,8	9,70	366,6	9,81
270	418,7	9,26	413,3	9,39	408,0	9,51	402,9	9,63	398,0	9,75	393,3	9,86	388,7	9,98	384,3	10,10	380,0	10,21	375,8	10,32	371,8	10,44	367,9	10,55
280	416,4	10,02	411,4	10,14	406,5	10,26	401,8	10,38	397,3	10,50	392,9	10,62	388,6	10,74	384,5	10,85	380,5	10,97	376,6	11,08	372,8	11,20	369,1	11,31
290	414,3	10,80	409,7	10,93	405,2	11,05	400,8	11,17	396,6	11,29	392,5	11,41	388,5	11,52	384,6	11,64	380,9	11,76	377,2	11,87	373,6	11,98	370,2	12,10
300	412,4	11,62	408,1	11,74	404,0	11,86	399,9	11,98	395,9	12,10	392,1	12,22	388,4	12,34	384,8	12,45	381,2	12,57	377,8	12,69	374,4	12,80	371,2	12,91
T: Componente horizontal de la tensión (daN).												f: Flecha (m).												

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



		TABLA DE CALCULO MECANICO																		
		CATEGORIA 1a, 2a y 3a																		
		ZONA C																		
		LA-110																		
Sección (mm ²):												116,2		Tensión de Rotura (daN):		4317				
Diámetro (mm):												14		Tensión Máxima (daN):		1000				
Peso unitario (daN/m):												0,425		CHS (-5 °C):		20,00%				
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):												8000		EDS (15 °C):		15,00%				
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ³):												17,8		Velocidad de Viento (km/h):		120				
VANO (m)	-20 °C +H		-15 °C +V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C +V		0 °C +H		50 °C		-20 °C		Tensión Máxima (daN)		H	
	v:	h:	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmín
40	1000,0	0,35	807,0	0,23	589,4	13,7%	329,4	7,6%	472,4	0,40	787,9	0,45	149,3	0,57	822,0	0,10	1000,0	4,32	351,3	1934,1
50	1000,0	0,55	761,3	0,39	514,0	11,9%	304,9	7,1%	483,7	0,61	818,7	0,68	166,7	0,80	728,9	0,18	1000,0	4,32	392,3	1715,0
60	1000,0	0,80	718,7	0,59	442,6	10,3%	287,6	6,7%	492,5	0,86	844,8	0,94	180,1	1,06	626,4	0,31	1000,0	4,32	423,8	1473,8
70	1000,0	1,09	682,5	0,85	386,0	8,9%	275,7	6,4%	499,4	1,16	866,6	1,25	190,5	1,37	527,3	0,49	1000,0	4,32	448,2	1240,8
80	1000,0	1,42	653,4	1,15	346,4	8,0%	267,6	6,2%	504,8	1,49	884,9	1,60	198,6	1,71	446,4	0,76	1000,0	4,32	467,3	1050,3
90	1000,0	1,80	630,8	1,51	320,0	7,4%	261,9	6,1%	509,0	1,87	900,0	1,99	205,0	2,10	389,1	1,11	1000,0	4,32	482,4	915,6
100	1000,0	2,22	613,4	1,92	302,1	7,0%	257,7	6,0%	512,3	2,30	912,7	2,43	210,1	2,53	351,2	1,51	1000,0	4,32	494,4	826,3
110	1000,0	2,68	599,9	2,38	289,6	6,7%	254,7	5,9%	515,0	2,77	923,4	2,91	214,3	3,00	325,8	1,97	1000,0	4,32	504,1	766,6
120	1000,0	3,19	589,3	2,88	280,5	6,5%	252,3	5,8%	517,2	3,28	932,4	3,42	217,6	3,52	308,3	2,48	1000,0	4,32	512,0	725,5
130	1000,0	3,75	580,9	3,43	273,8	6,3%	250,5	5,8%	519,0	3,84	940,0	3,99	220,4	4,08	295,8	3,04	1000,0	4,32	518,6	696,0
140	1000,0	4,35	574,2	4,02	268,6	6,2%	249,0	5,8%	520,5	4,44	946,4	4,59	222,7	4,68	286,5	3,64	1000,0	4,32	524,0	674,2
150	1000,0	4,99	568,7	4,66	264,6	6,1%	247,8	5,7%	521,7	5,08	952,0	5,24	224,6	5,33	279,4	4,28	1000,0	4,32	528,5	657,5
160	1000,0	5,68	564,2	5,35	261,3	6,1%	246,8	5,7%	522,8	5,77	956,8	5,94	226,3	6,02	273,9	4,97	1000,0	4,32	532,4	644,5
170	1000,0	6,41	560,5	6,08	258,7	6,0%	246,0	5,7%	523,7	6,51	960,9	6,68	227,7	6,76	269,5	5,71	1000,0	4,32	535,7	634,1
180	1000,0	7,19	557,3	6,85	256,5	5,9%	245,4	5,7%	524,4	7,29	964,5	7,46	228,9	7,54	265,9	6,48	1000,0	4,32	538,5	625,6
190	1000,0	8,02	554,7	7,68	254,7	5,9%	244,8	5,7%	525,1	8,11	967,6	8,28	229,9	8,36	262,9	7,31	1000,0	4,32	540,9	618,6
200	1000,0	8,88	552,4	8,54	253,2	5,9%	244,3	5,7%	525,6	8,98	970,4	9,16	230,8	9,23	260,5	8,18	1000,0	4,32	543,0	612,8
210	1000,0	9,80	550,4	9,45	251,9	5,8%	243,9	5,6%	526,1	9,89	972,8	10,07	231,6	10,15	258,4	9,09	1000,0	4,32	544,9	607,9
220	1000,0	10,75	548,7	10,41	250,8	5,8%	243,5	5,6%	526,6	10,85	975,0	11,03	232,3	11,11	256,6	10,05	1000,0	4,32	546,5	603,8
230	1000,0	11,76	547,2	11,41	249,8	5,8%	243,2	5,6%	526,9	11,86	976,9	12,04	232,9	12,11	255,1	11,05	1000,0	4,32	547,9	600,2
240	1000,0	12,81	545,9	12,46	248,9	5,8%	242,9	5,6%	527,3	12,90	978,6	13,09	233,4	13,16	253,7	12,10	1000,0	4,32	549,2	597,0
250	1000,0	13,90	544,8	13,55	248,2	5,7%	242,7	5,6%	527,6	14,00	980,1	14,18	233,9	14,26	252,6	13,19	1000,0	4,32	550,3	594,3
260	1000,0	15,04	543,8	14,69	247,6	5,7%	242,5	5,6%	527,8	15,14	981,5	15,33	234,3	15,40	251,6	14,33	1000,0	4,32	551,3	591,9
270	1000,0	16,22	542,8	15,88	247,0	5,7%	242,3	5,6%	528,1	16,32	982,8	16,51	234,7	16,58	250,7	15,52	1000,0	4,32	552,2	589,8
280	1000,0	17,45	542,0	17,10	246,5	5,7%	242,1	5,6%	528,3	17,55	983,9	17,74	235,0	17,82	249,9	16,75	1000,0	4,32	553,0	587,9
290	1000,0	18,73	541,3	18,38	246,0	5,7%	242,0	5,6%	528,5	18,83	984,9	19,02	235,4	19,09	249,2	18,02	1000,0	4,32	553,8	586,3
300	1000,0	20,05	540,6	19,70	245,6	5,7%	241,8	5,6%	528,7	20,15	985,8	20,34	235,6	20,42	248,5	19,34	1000,0	4,32	554,4	584,8
T: Componente horizontal de la tensión (daN).		f: Flecha (m).				H: Parámetro de la catenaria (m).				v: Sobrecarga Viento (daN/m).				h: Sobrecarga Hielo (daN/m).						

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd		TABLA DE TENDIDO																							
Grupo Naturgy		CATEGORÍA 1a, 2a y 3a																							
		ZONA C																							
		LA-110																							
Sección (mm ²):														Tensión de Rotura (daN):		4317									
Diámetro (mm):														Tensión Máxima (daN):		1000									
Peso unitario (daN/m):		0,425												CHS (-5 °C):		20,00%									
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		8000												EDS (5 °C):		5,00%									
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶):		17,8												Velocidad de Viento (km/h):		120									
VANO	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C		
(m)	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	
40	665,2	0,13	589,4	0,14	516,4	0,16	447,6	0,19	384,7	0,22	329,4	0,26	283,1	0,30	245,9	0,35	216,6	0,39	193,7	0,44	175,6	0,48	161,1	0,53	
50	582,1	0,23	514,0	0,26	451,0	0,29	394,6	0,34	345,8	0,38	304,9	0,44	271,5	0,49	244,3	0,54	222,4	0,60	204,4	0,65	189,6	0,70	177,2	0,75	
60	498,2	0,38	442,6	0,43	393,7	0,49	351,9	0,54	316,8	0,60	287,6	0,67	263,4	0,73	243,2	0,79	226,4	0,85	212,1	0,90	199,9	0,96	189,3	1,01	
70	426,8	0,61	386,0	0,67	351,1	0,74	321,7	0,81	296,8	0,88	275,7	0,94	257,8	1,01	242,5	1,07	229,2	1,14	217,6	1,20	207,5	1,26	198,5	1,31	
80	374,8	0,91	346,4	0,98	322,1	1,06	301,3	1,13	283,3	1,20	267,6	1,27	254,0	1,34	241,9	1,41	231,3	1,47	221,8	1,53	213,3	1,60	205,6	1,65	
90	339,9	1,27	320,0	1,35	302,6	1,42	287,4	1,50	273,9	1,57	261,9	1,64	251,2	1,71	241,5	1,78	232,8	1,85	224,9	1,91	217,7	1,98	211,1	2,04	
100	316,5	1,68	302,1	1,76	289,2	1,84	277,6	1,91	267,2	1,99	257,7	2,06	249,1	2,13	241,2	2,20	234,0	2,27	227,3	2,34	221,2	2,40	215,4	2,47	
110	300,5	2,14	289,6	2,22	279,7	2,30	270,6	2,38	262,3	2,45	254,7	2,53	247,6	2,60	241,0	2,67	234,9	2,74	229,2	2,81	223,9	2,87	218,9	2,94	
120	289,0	2,65	280,5	2,73	272,7	2,81	265,4	2,88	258,6	2,96	252,3	3,03	246,4	3,11	240,8	3,18	235,6	3,25	230,7	3,32	226,1	3,39	221,8	3,45	
130	280,6	3,20	273,8	3,28	267,4	3,36	261,4	3,44	255,8	3,51	250,5	3,59	245,4	3,66	240,7	3,73	236,2	3,80	232,0	3,88	227,9	3,94	224,1	4,01	
140	274,2	3,80	268,6	3,88	263,3	3,96	258,3	4,04	253,5	4,11	249,0	4,19	244,7	4,26	240,6	4,33	236,7	4,41	232,9	4,48	229,4	4,55	226,0	4,61	
150	269,3	4,44	264,6	4,52	260,1	4,60	255,8	4,68	251,7	4,76	247,8	4,83	244,1	4,90	240,5	4,98	237,1	5,05	233,8	5,12	230,6	5,19	227,6	5,26	
160	265,3	5,13	261,3	5,21	257,5	5,29	253,8	5,37	250,2	5,44	246,8	5,52	243,6	5,59	240,4	5,67	237,4	5,74	234,5	5,81	231,6	5,88	228,9	5,95	
170	262,1	5,87	258,7	5,95	255,3	6,02	252,1	6,10	249,0	6,18	246,0	6,25	243,1	6,33	240,4	6,40	237,7	6,47	235,0	6,54	232,5	6,62	230,1	6,69	
180	259,5	6,64	256,5	6,72	253,6	6,80	250,8	6,88	248,0	6,95	245,4	7,03	242,8	7,10	240,3	7,18	237,9	7,25	235,5	7,32	233,2	7,40	231,0	7,47	
190	257,4	7,47	254,7	7,55	252,1	7,62	249,6	7,70	247,2	7,78	244,8	7,85	242,5	7,93	240,3	8,00	238,1	8,07	235,9	8,15	233,9	8,22	231,9	8,29	
200	255,5	8,34	253,2	8,41	250,9	8,49	248,6	8,57	246,4	8,64	244,3	8,72	242,2	8,79	240,2	8,87	238,2	8,94	236,3	9,02	234,4	9,09	232,6	9,16	
210	254,0	9,25	251,9	9,33	249,8	9,40	247,8	9,48	245,8	9,56	243,9	9,63	242,0	9,71	240,2	9,78	238,4	9,86	236,6	9,93	234,9	10,00	233,2	10,08	
220	252,7	10,21	250,8	10,28	248,9	10,36	247,1	10,44	245,3	10,51	243,5	10,59	241,8	10,67	240,1	10,74	238,5	10,81	236,9	10,89	235,3	10,96	233,8	11,04	
230	251,5	11,21	249,8	11,29	248,1	11,36	246,4	11,44	244,8	11,52	243,2	11,59	241,7	11,67	240,1	11,74	238,6	11,82	237,1	11,89	235,7	11,97	234,3	12,04	
240	250,5	12,26	248,9	12,34	247,4	12,41	245,9	12,49	244,4	12,57	242,9	12,64	241,5	12,72	240,1	12,79	238,7	12,87	237,4	12,94	236,0	13,02	234,7	13,09	
250	249,6	13,35	248,2	13,43	246,8	13,51	245,4	13,58	244,0	13,66	242,7	13,74	241,4	13,81	240,1	13,89	238,8	13,96	237,5	14,04	236,3	14,11	235,1	14,18	
260	248,9	14,49	247,6	14,57	246,3	14,64	245,0	14,72	243,7	14,80	242,5	14,87	241,3	14,95	240,1	15,03	238,9	15,10	237,7	15,18	236,6	15,25	235,4	15,32	
270	248,2	15,67	247,0	15,75	245,8	15,83	244,6	15,91	243,4	15,98	242,3	16,06	241,2	16,13	240,0	16,21	238,9	16,29	237,9	16,36	236,8	16,43	235,7	16,51	
280	247,6	16,90	246,5	16,98	245,3	17,06	244,3	17,14	243,2	17,21	242,1	17,29	241,1	17,37	240,0	17,44	239,0	17,52	238,0	17,59	237,0	17,67	236,0	17,74	
290	247,0	18,18	246,0	18,26	245,0	18,33	244,0	18,41	243,0	18,49	242,0	18,56	241,0	18,64	240,0	18,72	239,1	18,79	238,1	18,87	237,2	18,94	236,3	19,02	
300	246,6	19,50	245,6	19,58	244,6	19,66	243,7	19,73	242,7	19,81	241,8	19,89	240,9	19,96	240,0	20,04	239,1	20,11	238,2	20,19	237,4	20,26	236,5	20,34	
T: Componente horizontal de la tensión (daN).						f: Flecha (m).																			

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO																			
Grupo Naturgy		CATEGORÍA 1a, 2a y 3a																			
		ZONA A																			
		LA-110																			
Sección (mm ²):		116,2										Tensión de Rotura (daN):		4317							
Diámetro (mm):		14										Tensión Máxima (daN):		700							
Peso unitario (daN/m):		0,425										CHS (-5 °C):		20,00%							
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		8000										EDS (15 °C):		15,00%							
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ³):		17,8										Velocidad de Viento (km/h):		120							
VANO (m)	-5 °C +V		CHS -5 °C				EDS 15 °C				15 °C +V		50 °C		-5 °C		Tensión Máxima		H		
	v:	h:	v:	h:	T	%	T	%	T	f	v:	h:	T	f	v:	h:	T	C.S.		Fmáx	Fmín
	0,840	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,840	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		(daN)	
40	700,0	0,27	617,3	14,3%	348,9	8,1%	487,8	0,39			153,4	0,55	617,3	0,14	700,0	6,17	361,0	1452,5			
50	700,0	0,42	577,3	13,4%	342,8	7,9%	516,1	0,57			176,5	0,75	577,3	0,23	700,0	6,17	415,2	1358,5			
60	700,0	0,61	535,6	12,4%	337,7	7,8%	540,3	0,78			195,6	0,98	535,6	0,36	700,0	6,17	460,3	1260,2			
70	700,0	0,82	496,1	11,5%	333,7	7,7%	560,7	1,03			211,7	1,23	496,1	0,52	700,0	6,17	498,1	1167,2			
80	700,0	1,08	461,7	10,7%	330,5	7,7%	578,1	1,30			225,1	1,51	461,7	0,74	700,0	6,17	529,7	1086,4			
90	700,0	1,36	433,8	10,0%	328,1	7,6%	592,8	1,61			236,4	1,82	433,8	0,99	700,0	6,17	556,3	1020,6			
100	700,0	1,68	411,9	9,5%	326,2	7,6%	605,3	1,94			245,9	2,16	411,9	1,29	700,0	6,17	578,7	969,1			
110	700,0	2,04	395,0	9,1%	324,6	7,5%	616,0	2,31			254,0	2,53	395,0	1,63	700,0	6,17	597,8	929,4			
120	700,0	2,42	381,9	8,8%	323,4	7,5%	625,1	2,71			260,9	2,93	381,9	2,00	700,0	6,17	613,9	898,6			
130	700,0	2,84	371,7	8,6%	322,4	7,5%	633,0	3,14			266,8	3,37	371,7	2,42	700,0	6,17	627,8	874,6			
140	700,0	3,30	363,7	8,4%	321,6	7,5%	639,8	3,61			271,9	3,83	363,7	2,86	700,0	6,17	639,7	855,7			
150	700,0	3,79	357,2	8,3%	321,0	7,4%	645,6	4,10			276,3	4,33	357,2	3,35	700,0	6,17	650,0	840,5			
160	700,0	4,31	352,0	8,2%	320,4	7,4%	650,8	4,63			280,1	4,86	352,0	3,87	700,0	6,17	659,0	828,3			
170	700,0	4,86	347,7	8,1%	319,9	7,4%	655,2	5,20			283,4	5,43	347,7	4,42	700,0	6,17	666,8	818,2			
180	700,0	5,45	344,1	8,0%	319,5	7,4%	659,1	5,79			286,3	6,02	344,1	5,01	700,0	6,17	673,6	809,7			
190	700,0	6,08	341,1	7,9%	319,2	7,4%	662,6	6,42			288,8	6,65	341,1	5,63	700,0	6,17	679,5	802,7			
200	700,0	6,73	338,6	7,8%	318,9	7,4%	665,7	7,08			291,1	7,31	338,6	6,28	700,0	6,17	684,9	796,7			
210	700,0	7,43	336,4	7,8%	318,6	7,4%	668,4	7,78			293,1	8,01	336,4	6,97	700,0	6,17	689,5	791,6			
220	700,0	8,15	334,6	7,7%	318,4	7,4%	670,8	8,51			294,8	8,74	334,6	7,70	700,0	6,17	693,7	787,2			
230	700,0	8,91	332,9	7,7%	318,2	7,4%	673,0	9,27			296,4	9,50	332,9	8,46	700,0	6,17	697,5	783,4			
240	700,0	9,70	331,5	7,7%	318,0	7,4%	674,9	10,07			297,8	10,30	331,5	9,25	700,0	6,17	700,8	780,1			
250	700,0	10,53	330,3	7,7%	317,9	7,4%	676,6	10,90			299,1	11,13	330,3	10,07	700,0	6,17	703,8	777,1			
260	700,0	11,39	329,2	7,6%	317,7	7,4%	678,2	11,76			300,3	11,99	329,2	10,94	700,0	6,17	706,5	774,5			
270	700,0	12,29	328,2	7,6%	317,6	7,4%	679,6	12,66			301,3	12,89	328,2	11,83	700,0	6,17	708,9	772,2			
280	700,0	13,22	327,3	7,6%	317,5	7,4%	680,9	13,59			302,2	13,82	327,3	12,76	700,0	6,17	711,2	770,2			
290	700,0	14,18	326,5	7,6%	317,4	7,4%	682,1	14,56			303,1	14,79	326,5	13,72	700,0	6,17	713,2	768,3			
300	700,0	15,18	325,8	7,5%	317,3	7,4%	683,2	15,56			303,9	15,79	325,8	14,72	700,0	6,17	715,0	766,7			
T: Componente horizontal de la tensión (daN).		f: Flecha (m).				H: Parámetro de la catenaria (m).				v: Sobrecarga Viento (daN/m).				h: Sobrecarga Hielo (daN/m).							

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de $Un \leq 20$ kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd		TABLA DE TENDIDO																						
Grupo Naturgy		CATEGORÍA 1a, 2a y 3a																						
		ZONA A																						
		LA-110																						
Sección (mm ²):		16,2										Tensión de Rotura (daN):		4317										
Diámetro (mm):		14										Tensión Máxima (daN):		700										
Peso unitario (daN/m):		0,425										CHS (-5 °C):		20,00%										
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):		8000										EDS (15 °C):		15,00%										
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶):		17,8										Velocidad de Viento (km/h):		120										
VANO	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
(m)	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	693,9	0,12	617,3	0,14	543,1	0,16	472,6	0,18	407,2	0,21	348,9	0,24	299,2	0,28	258,7	0,33	226,7	0,38	2016	0,42	1818	0,47	166,1	0,51
50	649,1	0,20	577,3	0,23	509,5	0,26	447,0	0,30	391,0	0,34	342,8	0,39	302,4	0,44	269,4	0,49	242,7	0,55	2210	0,60	2033	0,65	188,7	0,70
60	600,4	0,32	535,6	0,36	476,2	0,40	423,1	0,45	376,9	0,51	337,7	0,57	305,0	0,63	277,8	0,69	255,2	0,75	236,4	0,81	220,6	0,87	207,2	0,92
70	552,0	0,47	496,1	0,52	446,2	0,58	402,7	0,65	365,4	0,71	333,7	0,78	306,9	0,85	284,3	0,92	265,2	0,98	248,8	1,05	234,7	1,11	222,4	1,17
80	507,9	0,67	461,7	0,74	421,2	0,81	386,3	0,88	356,2	0,95	330,5	1,03	308,5	1,10	289,5	1,17	273,0	1,25	258,7	1,31	246,1	1,38	235,0	1,45
90	470,9	0,91	433,8	0,99	401,4	1,07	373,4	1,15	349,2	1,23	328,1	1,31	309,7	1,39	293,6	1,47	279,4	1,54	266,8	1,61	255,6	1,68	245,5	1,75
100	441,4	1,20	411,9	1,29	386,1	1,38	363,5	1,46	343,7	1,55	326,2	1,63	310,7	1,71	296,9	1,79	284,5	1,87	273,4	1,94	263,4	2,02	254,3	2,09
110	418,5	1,54	395,0	1,63	374,2	1,72	355,8	1,81	339,3	1,90	324,6	1,98	311,4	2,06	299,5	2,15	288,7	2,23	278,9	2,31	269,9	2,38	261,6	2,46
120	400,9	1,91	381,9	2,00	364,9	2,10	349,7	2,19	335,9	2,28	323,4	2,37	312,1	2,45	301,7	2,54	292,2	2,62	283,4	2,70	275,4	2,78	267,9	2,86
130	387,3	2,32	371,7	2,42	357,7	2,51	344,8	2,60	333,2	2,70	322,4	2,79	312,6	2,87	303,5	2,96	295,0	3,05	287,2	3,13	280,0	3,21	273,2	3,29
140	376,6	2,77	363,7	2,86	351,8	2,96	341,0	3,06	330,9	3,15	321,6	3,24	313,0	3,33	305,0	3,42	297,5	3,50	290,5	3,59	283,9	3,67	277,7	3,75
150	368,1	3,25	357,2	3,35	347,2	3,45	337,8	3,54	329,1	3,64	321,0	3,73	313,3	3,82	306,2	3,91	299,5	3,99	293,2	4,08	287,2	4,17	281,6	4,25
160	361,3	3,77	352,0	3,87	343,3	3,96	335,2	4,06	327,6	4,16	320,4	4,25	313,6	4,34	307,3	4,43	301,2	4,52	295,5	4,61	290,1	4,69	285,0	4,78
170	355,8	4,32	347,7	4,42	340,2	4,52	333,0	4,61	326,3	4,71	319,9	4,80	313,9	4,90	308,2	4,99	302,7	5,08	297,5	5,17	292,6	5,25	287,9	5,34
180	351,2	4,91	344,1	5,01	337,5	5,11	331,2	5,20	325,2	5,30	319,5	5,39	314,1	5,49	308,9	5,58	304,0	5,67	299,3	5,76	294,8	5,85	290,4	5,94
190	347,3	5,53	341,1	5,63	335,3	5,73	329,6	5,83	324,3	5,92	319,2	6,02	314,3	6,11	309,6	6,20	305,1	6,30	300,8	6,39	296,6	6,47	292,6	6,56
200	344,1	6,18	338,6	6,28	333,4	6,38	328,3	6,48	323,5	6,58	318,9	6,67	314,4	6,77	310,2	6,86	306,1	6,95	302,1	7,05	298,3	7,14	294,6	7,23
210	341,3	6,87	336,4	6,97	331,7	7,07	327,2	7,17	322,8	7,27	318,6	7,36	314,6	7,46	310,7	7,55	306,9	7,65	303,3	7,74	299,8	7,83	296,4	7,92
220	339,0	7,60	334,6	7,70	330,3	7,80	326,2	7,90	322,2	7,99	318,4	8,09	314,7	8,19	311,1	8,28	307,7	8,37	304,3	8,47	301,0	8,56	297,9	8,65
230	336,9	8,36	332,9	8,46	329,1	8,56	325,3	8,65	321,7	8,75	318,2	8,85	314,8	8,94	311,5	9,04	308,3	9,13	305,2	9,23	302,2	9,32	299,3	9,41
240	335,1	9,15	331,5	9,25	328,0	9,35	324,6	9,45	321,3	9,54	318,0	9,64	314,9	9,74	311,9	9,83	308,9	9,93	306,0	10,02	303,2	10,12	300,5	10,21
250	333,6	9,97	330,3	10,07	327,0	10,17	323,9	10,27	320,9	10,37	317,9	10,47	315,0	10,57	312,2	10,66	309,4	10,76	306,8	10,85	304,1	10,94	301,6	11,04
260	332,2	10,83	329,2	10,94	326,2	11,04	323,3	11,13	320,5	11,23	317,7	11,33	315,1	11,43	312,5	11,52	309,9	11,62	307,4	11,71	305,0	11,81	302,6	11,90
270	331,0	11,73	328,2	11,83	325,4	11,93	322,8	12,03	320,2	12,13	317,6	12,23	315,1	12,32	312,7	12,42	310,3	12,52	308,0	12,61	305,7	12,71	303,5	12,80
280	329,9	12,66	327,3	12,76	324,8	12,86	322,3	12,96	319,9	13,06	317,5	13,16	315,2	13,25	312,9	13,35	310,7	13,45	308,5	13,54	306,4	13,64	304,3	13,73
290	328,9	13,62	326,5	13,72	324,2	13,82	321,9	13,92	319,6	14,02	317,4	14,12	315,2	14,22	313,1	14,32	311,0	14,41	309,0	14,51	307,0	14,60	305,0	14,70
300	328,1	14,62	325,8	14,72	323,6	14,82	321,5	14,92	319,4	15,02	317,3	15,12	315,3	15,22	313,3	15,31	311,4	15,41	309,4	15,51	307,5	15,60	305,7	15,70
T: Componente horizontal de la tensión (daN).											f: Flecha (m).													

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd		TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO																		
Grupo Naturgy		CATEGORÍA 1a, 2a y 3a																		
		ZONA B																		
		LA-110																		
Sección (mm²):	116,2													Tensión de Rotura (daN):	4317					
Diámetro (mm):	14													Tensión Máxima (daN):	700					
Peso unitario (daN/m):	0,425													CHS (-5 °C):	20,00%					
Módulo de elasticidad (daN/mm²):	8000													EDS (15 °C):	15,00%					
Coefficiente de dilatación (°C⁻¹·10⁻⁶):	17,8													Velocidad de Viento (km/h):	120					
VANO (m)	-15 °C +H		-10 °C +V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C +V		0 °C +H		50 °C		-15 °C		Tensión		H	
	v:	0,000	v:	0,840	v:	0,000	v:	0,000	v:	0,840	v:	0,000	v:	0,000	v:	0,000	Máxima			
	h:	0,673	h:	0,000	h:	0,000	h:	0,000	h:	0,673	h:	0,673	h:	0,000	h:	0,000	(daN)			
	T	f	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmín
40	700,0	0,31	611,5	0,31	439,8	10,2%	242,0	5,6%	397,9	0,47	548,1	0,40	130,4	0,65	580,6	0,15	700,0	6,17	306,8	1366,1
50	700,0	0,49	609,7	0,48	403,5	9,3%	248,5	5,8%	429,8	0,68	571,3	0,60	151,2	0,88	525,0	0,25	700,0	6,17	355,7	1235,3
60	700,0	0,71	608,1	0,70	372,6	8,6%	253,2	5,9%	455,6	0,93	590,7	0,84	168,5	1,14	470,4	0,41	700,0	6,17	396,4	1106,9
70	700,0	0,96	606,8	0,95	348,9	8,1%	256,6	5,9%	476,6	1,21	606,7	1,11	182,8	1,42	423,6	0,61	700,0	6,17	430,2	996,8
80	700,0	1,26	605,7	1,24	331,5	7,7%	259,3	6,0%	493,9	1,53	619,9	1,42	194,7	1,75	387,6	0,88	700,0	6,17	458,2	912,0
90	700,0	1,59	604,8	1,58	318,9	7,4%	261,3	6,1%	508,1	1,88	630,8	1,76	204,7	2,10	361,4	1,19	700,0	6,17	481,6	850,2
100	700,0	1,96	604,1	1,95	309,8	7,2%	262,8	6,1%	519,9	2,27	639,8	2,15	213,0	2,50	342,5	1,55	700,0	6,17	501,1	805,9
110	700,0	2,38	603,5	2,36	302,9	7,0%	264,0	6,1%	529,7	2,69	647,3	2,57	220,0	2,93	328,8	1,96	700,0	6,17	517,5	773,7
120	700,0	2,83	603,0	2,81	297,7	6,9%	265,0	6,1%	538,0	3,15	653,6	3,03	225,9	3,39	318,6	2,40	700,0	6,17	531,4	749,8
130	700,0	3,32	602,6	3,30	293,6	6,8%	265,8	6,2%	545,0	3,65	658,9	3,53	230,9	3,89	310,9	2,89	700,0	6,17	543,2	731,6
140	700,0	3,85	602,3	3,83	290,4	6,7%	266,4	6,2%	550,9	4,19	663,5	4,06	235,1	4,43	304,9	3,42	700,0	6,17	553,3	717,5
150	700,0	4,42	602,0	4,40	287,9	6,7%	266,9	6,2%	556,0	4,77	667,3	4,64	238,8	5,01	300,2	3,99	700,0	6,17	561,9	706,4
160	700,0	5,03	601,8	5,01	285,8	6,6%	267,4	6,2%	560,3	5,38	670,6	5,25	242,0	5,63	296,4	4,59	700,0	6,17	569,3	697,5
170	700,0	5,68	601,6	5,66	284,0	6,6%	267,7	6,2%	564,1	6,04	673,5	5,90	244,7	6,29	293,3	5,24	700,0	6,17	575,7	690,2
180	700,0	6,37	601,4	6,35	282,6	6,5%	268,0	6,2%	567,4	6,73	675,9	6,59	247,1	6,98	290,8	5,93	700,0	6,17	581,4	684,1
190	700,0	7,09	601,3	7,08	281,4	6,5%	268,3	6,2%	570,3	7,46	678,1	7,32	249,2	7,71	288,6	6,66	700,0	6,17	586,3	679,1
200	700,0	7,86	601,2	7,85	280,3	6,5%	268,6	6,2%	572,8	8,24	680,0	8,10	251,0	8,49	286,8	7,42	700,0	6,17	590,6	674,8
210	700,0	8,67	601,0	8,65	279,4	6,5%	268,8	6,2%	575,0	9,05	681,6	8,91	252,6	9,30	285,3	8,23	700,0	6,17	594,4	671,2
220	700,0	9,52	600,9	9,50	278,7	6,5%	268,9	6,2%	577,0	9,90	683,1	9,75	254,1	10,15	283,9	9,08	700,0	6,17	597,8	668,0
230	700,0	10,41	600,9	10,39	278,0	6,4%	269,1	6,2%	578,8	10,79	684,4	10,64	255,3	11,04	282,8	9,96	700,0	6,17	600,8	665,3
240	700,0	11,33	600,8	11,32	277,4	6,4%	269,2	6,2%	580,3	11,72	685,6	11,57	256,5	11,97	281,8	10,89	700,0	6,17	603,5	663,0
250	700,0	12,30	600,7	12,28	276,9	6,4%	269,3	6,2%	581,7	12,69	686,6	12,54	257,5	12,94	280,9	11,86	700,0	6,17	605,9	660,9
260	700,0	13,31	600,7	13,29	276,4	6,4%	269,5	6,2%	583,0	13,70	687,5	13,55	258,4	13,95	280,1	12,86	700,0	6,17	608,1	659,1
270	700,0	14,35	600,6	14,34	276,0	6,4%	269,5	6,2%	584,1	14,74	688,4	14,60	259,2	15,00	279,4	13,91	700,0	6,17	610,0	657,4
280	700,0	15,44	600,6	15,42	275,6	6,4%	269,6	6,2%	585,2	15,83	689,1	15,69	260,0	16,09	278,8	15,00	700,0	6,17	611,8	656,0
290	700,0	16,57	600,5	16,55	275,3	6,4%	269,7	6,2%	586,1	16,96	689,8	16,81	260,7	17,22	278,2	16,12	700,0	6,17	613,4	654,7
300	700,0	17,74	600,5	17,72	275,0	6,4%	269,8	6,2%	586,9	18,13	690,5	17,98	261,3	18,39	277,7	17,29	700,0	6,17	614,8	653,5

T: Componente horizontal de la tensión (daN). f: Flecha (m). H: Parámetro de la catenaria (m). v: Sobrecarga Viento (daN/m). h: Sobrecarga Hielo (daN/m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd Grupo Naturgy		TABLA DE CALCULO MECANICO																			
		CATEGORIA 1a, 2a y 3a																			
ZONA C																					
LA-110																					
Sección (mm ²):				116,2				Tensión de Rotura (daN):				4317									
Diámetro (mm):				14				Tensión Máxima (daN):				700									
Peso unitario (daN/m):				0,425				CHS (-5 °C):				20,00%									
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):				8000				EDS (15 °C):				15,00%									
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ ·x10 ⁻⁶):				17,8				Velocidad de Viento (km/h):				120									
VANO (m)	-20 °C +H		-15 °C +V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C +V		0 °C +H		50 °C		-20 °C		Tensión Máxima (daN)		H		
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	T	f		T	C.S.
40	700,0	0,51	469,4	0,40	243,5	5,6%	160,2	3,7%	306,9	0,61	570,3	0,62	107,8	0,79	380,3	0,22	700,0	6,17	253,7	894,8	
50	700,0	0,79	440,0	0,67	213,8	5,0%	162,5	3,8%	323,0	0,91	598,2	0,93	120,8	1,10	289,0	0,46	700,0	6,17	284,1	679,9	
60	700,0	1,14	421,0	1,01	198,4	4,6%	164,0	3,8%	334,1	1,27	618,8	1,29	130,4	1,47	240,8	0,79	700,0	6,17	306,7	566,6	
70	700,0	1,55	408,6	1,41	189,6	4,4%	164,9	3,8%	342,1	1,69	634,3	1,71	137,5	1,89	216,3	1,20	700,0	6,17	323,6	509,0	
80	700,0	2,03	400,2	1,88	184,1	4,3%	165,6	3,8%	347,9	2,17	646,0	2,20	143,0	2,38	202,6	1,68	700,0	6,17	336,5	476,7	
90	700,0	2,57	394,4	2,42	180,5	4,2%	166,0	3,8%	352,2	2,71	655,0	2,74	147,2	2,93	194,1	2,22	700,0	6,17	346,3	456,6	
100	700,0	3,17	390,2	3,02	178,0	4,1%	166,4	3,9%	355,5	3,32	662,0	3,35	150,4	3,54	188,4	2,82	700,0	6,17	354,0	443,3	
110	700,0	3,83	387,0	3,68	176,2	4,1%	166,6	3,9%	358,0	3,98	667,6	4,02	153,0	4,21	184,5	3,49	700,0	6,17	360,1	434,0	
120	700,0	4,57	384,6	4,41	174,8	4,0%	166,8	3,9%	360,0	4,72	672,1	4,76	155,1	4,94	181,6	4,22	700,0	6,17	365,0	427,2	
130	700,0	5,36	382,7	5,21	173,7	4,0%	167,0	3,9%	361,6	5,51	675,7	5,55	156,8	5,74	179,4	5,01	700,0	6,17	368,9	422,1	
140	700,0	6,22	381,2	6,06	172,9	4,0%	167,1	3,9%	363,0	6,37	678,7	6,41	158,2	6,60	177,7	5,87	700,0	6,17	372,2	418,1	
150	700,0	7,14	380,0	6,99	172,3	4,0%	167,2	3,9%	364,0	7,30	681,2	7,34	159,3	7,53	176,4	6,80	700,0	6,17	374,8	415,0	
160	700,0	8,13	379,1	7,97	171,7	4,0%	167,3	3,9%	364,9	8,28	683,3	8,33	160,3	8,52	175,3	7,78	700,0	6,17	377,1	412,4	
170	700,0	9,18	378,2	9,02	171,3	4,0%	167,3	3,9%	365,7	9,34	685,1	9,38	161,1	9,57	174,4	8,83	700,0	6,17	379,0	410,4	
180	700,0	10,30	377,6	10,14	170,9	4,0%	167,4	3,9%	366,3	10,45	686,6	10,50	161,8	10,69	173,7	9,95	700,0	6,17	380,6	408,6	
190	700,0	11,48	377,0	11,32	170,6	4,0%	167,5	3,9%	366,9	11,64	687,9	11,68	162,4	11,87	173,1	11,13	700,0	6,17	382,0	407,2	
200	700,0	12,72	376,5	12,57	170,3	3,9%	167,5	3,9%	367,3	12,88	689,0	12,93	162,9	13,12	172,5	12,38	700,0	6,17	383,2	405,9	
210	700,0	14,04	376,1	13,88	170,1	3,9%	167,5	3,9%	367,8	14,20	690,0	14,24	163,3	14,43	172,1	13,69	700,0	6,17	384,3	404,9	
220	700,0	15,41	375,7	15,26	169,9	3,9%	167,6	3,9%	368,1	15,57	690,8	15,62	163,7	15,81	171,7	15,07	700,0	6,17	385,2	404,0	
230	700,0	16,86	375,4	16,70	169,7	3,9%	167,6	3,9%	368,4	17,02	691,6	17,07	164,0	17,26	171,4	16,51	700,0	6,17	386,0	403,2	
240	700,0	18,37	375,1	18,21	169,6	3,9%	167,6	3,9%	368,7	18,53	692,2	18,58	164,3	18,77	171,1	18,02	700,0	6,17	386,7	402,5	
250	700,0	19,94	374,8	19,78	169,4	3,9%	167,6	3,9%	368,9	20,10	692,8	20,15	164,6	20,34	170,8	19,59	700,0	6,17	387,3	402,0	
260	700,0	21,58	374,6	21,42	169,3	3,9%	167,7	3,9%	369,2	21,75	693,3	21,80	164,9	21,99	170,6	21,24	700,0	6,17	387,9	401,4	
270	700,0	23,29	374,4	23,13	169,2	3,9%	167,7	3,9%	369,4	23,46	693,8	23,50	165,1	23,70	170,4	22,94	700,0	6,17	388,4	400,9	
280	700,0	25,07	374,2	24,91	169,1	3,9%	167,7	3,9%	369,5	25,23	694,2	25,28	165,3	25,48	170,2	24,72	700,0	6,17	388,9	400,5	
290	700,0	26,91	374,1	26,75	169,0	3,9%	167,7	3,9%	369,7	27,08	694,6	27,13	165,4	27,32	170,1	26,56	700,0	6,17	389,2	400,1	
300	700,0	28,82	373,9	28,66	169,0	3,9%	167,7	3,9%	369,8	28,99	694,9	29,04	165,6	29,23	169,9	28,47	700,0	6,17	389,6	399,8	

T: Componente horizontal de la tensión (daN). f: Flecha (m). H: Parámetro de la catenaria (m). v: Sobrecarga Viento (daN/m). h: Sobrecarga Hielo (daN/m).

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



 TABLA DE CALCULO MECANICO CATEGORIA 1a, 2a y 3a ZONA C LA-110																								
Sección (mm ²):					116,2					Tensión de Rotura (daN):					4317									
Diámetro (mm):					14					Tensión Máxima (daN):					700									
Peso unitario (daN/m):					0,425					CHS (-5 °C):					20,00%									
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):					8000					EDS (15 °C):					15,00%									
Coeficiente de dilatación (°C ⁻¹ x 10 ⁻⁶):					17,8					Velocidad de Viento (km/h):					120									
VANO (m)	-20 °C +H		-15 °C +V		CHS -5 °C		EDS 15 °C		15 °C +V		0 °C +H		50 °C		-20 °C		Tensión Máxima (daN)		H					
	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	v:	h:	T	C.S.		Fmáx	Fmin			
	0,000	1,347	0,840	0,000	0,000	0,000	0,840	0,000	0,000	1,347	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	T		f	T	C.S.	Fmáx	Fmin
	T	f	T	f	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	C.S.	Fmáx	Fmin		
40	700,0	0,51	469,4	0,40	243,5	5,6%	160,2	3,7%	306,9	0,61	570,3	0,62	107,8	0,79	380,3	0,22	700,0	6,17	253,7	6,17	253,7	894,8		
50	700,0	0,79	440,0	0,67	213,8	5,0%	162,5	3,8%	323,0	0,91	598,2	0,93	120,8	1,10	289,0	0,46	700,0	6,17	284,1	6,17	284,1	679,9		
60	700,0	1,14	421,0	1,01	198,4	4,6%	164,0	3,8%	334,1	1,27	618,8	1,29	130,4	1,47	240,8	0,79	700,0	6,17	306,7	6,17	306,7	566,6		
70	700,0	1,55	408,6	1,41	189,6	4,4%	164,9	3,8%	342,1	1,69	634,3	1,71	137,5	1,89	216,3	1,20	700,0	6,17	323,6	6,17	323,6	509,0		
80	700,0	2,03	400,2	1,88	184,1	4,3%	165,6	3,8%	347,9	2,17	646,0	2,20	143,0	2,38	202,6	1,68	700,0	6,17	336,5	6,17	336,5	476,7		
90	700,0	2,57	394,4	2,42	180,5	4,2%	166,0	3,8%	352,2	2,71	655,0	2,74	147,2	2,93	194,1	2,22	700,0	6,17	346,3	6,17	346,3	456,6		
100	700,0	3,17	390,2	3,02	178,0	4,1%	166,4	3,9%	355,5	3,32	662,0	3,35	150,4	3,54	188,4	2,82	700,0	6,17	354,0	6,17	354,0	443,3		
110	700,0	3,83	387,0	3,68	176,2	4,1%	166,6	3,9%	358,0	3,98	667,6	4,02	153,0	4,21	184,5	3,49	700,0	6,17	360,1	6,17	360,1	434,0		
120	700,0	4,57	384,6	4,41	174,8	4,0%	166,8	3,9%	360,0	4,72	672,1	4,76	155,1	4,94	181,6	4,22	700,0	6,17	365,0	6,17	365,0	427,2		
130	700,0	5,36	382,7	5,21	173,7	4,0%	167,0	3,9%	361,6	5,51	675,7	5,55	156,8	5,74	179,4	5,01	700,0	6,17	368,9	6,17	368,9	422,1		
140	700,0	6,22	381,2	6,06	172,9	4,0%	167,1	3,9%	363,0	6,37	678,7	6,41	158,2	6,60	177,7	5,87	700,0	6,17	372,2	6,17	372,2	418,1		
150	700,0	7,14	380,0	6,99	172,3	4,0%	167,2	3,9%	364,0	7,30	681,2	7,34	159,3	7,53	176,4	6,80	700,0	6,17	374,8	6,17	374,8	415,0		
160	700,0	8,13	379,1	7,97	171,7	4,0%	167,3	3,9%	364,9	8,28	683,3	8,33	160,3	8,52	175,3	7,78	700,0	6,17	377,1	6,17	377,1	412,4		
170	700,0	9,18	378,2	9,02	171,3	4,0%	167,3	3,9%	365,7	9,34	685,1	9,38	161,1	9,57	174,4	8,83	700,0	6,17	379,0	6,17	379,0	410,4		
180	700,0	10,30	377,6	10,14	170,9	4,0%	167,4	3,9%	366,3	10,45	686,6	10,50	161,8	10,69	173,7	9,95	700,0	6,17	380,6	6,17	380,6	408,6		
190	700,0	11,48	377,0	11,32	170,6	4,0%	167,5	3,9%	366,9	11,64	687,9	11,68	162,4	11,87	173,1	11,13	700,0	6,17	382,0	6,17	382,0	407,2		
200	700,0	12,72	376,5	12,57	170,3	3,9%	167,5	3,9%	367,3	12,88	689,0	12,93	162,9	13,12	172,5	12,38	700,0	6,17	383,2	6,17	383,2	405,9		
210	700,0	14,04	376,1	13,88	170,1	3,9%	167,5	3,9%	367,8	14,20	690,0	14,24	163,3	14,43	172,1	13,69	700,0	6,17	384,3	6,17	384,3	404,9		
220	700,0	15,41	375,7	15,26	169,9	3,9%	167,6	3,9%	368,1	15,57	690,8	15,62	163,7	15,81	171,7	15,07	700,0	6,17	385,2	6,17	385,2	404,0		
230	700,0	16,86	375,4	16,70	169,7	3,9%	167,6	3,9%	368,4	17,02	691,6	17,07	164,0	17,26	171,4	16,51	700,0	6,17	386,0	6,17	386,0	403,2		
240	700,0	18,37	375,1	18,21	169,6	3,9%	167,6	3,9%	368,7	18,53	692,2	18,58	164,3	18,77	171,1	18,02	700,0	6,17	386,7	6,17	386,7	402,5		
250	700,0	19,94	374,8	19,78	169,4	3,9%	167,6	3,9%	368,9	20,10	692,8	20,15	164,6	20,34	170,8	19,59	700,0	6,17	387,3	6,17	387,3	402,0		
260	700,0	21,58	374,6	21,42	169,3	3,9%	167,7	3,9%	369,2	21,75	693,3	21,80	164,9	21,99	170,6	21,24	700,0	6,17	387,9	6,17	387,9	401,4		
270	700,0	23,29	374,4	23,13	169,2	3,9%	167,7	3,9%	369,4	23,46	693,8	23,50	165,1	23,70	170,4	22,94	700,0	6,17	388,4	6,17	388,4	400,9		
280	700,0	25,07	374,2	24,91	169,1	3,9%	167,7	3,9%	369,5	25,23	694,2	25,28	165,3	25,48	170,2	24,72	700,0	6,17	388,9	6,17	388,9	400,5		
290	700,0	26,91	374,1	26,75	169,0	3,9%	167,7	3,9%	369,7	27,08	694,6	27,13	165,4	27,32	170,1	26,56	700,0	6,17	389,2	6,17	389,2	400,1		
300	700,0	28,82	373,9	28,66	169,0	3,9%	167,7	3,9%	369,8	28,99	694,9	29,04	165,6	29,23	169,9	28,47	700,0	6,17	389,6	6,17	389,6	399,8		
T: Componente horizontal de la tensión (daN).					f: Flecha (m).					H: Parámetro de la catenaria (m).					v: Sobrecarga Viento (daN/m).					h: Sobrecarga Hielo (daN/m).				

Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas de Alta Tensión de Un ≤ 20 kV. Anexos memoria. Tablas y gráficos.



ufd Grupo Naturgy		TABLA DE TENDIDO CATEGORÍA 1a, 2a y 3a ZONA C LA-110																						
Sección (mm ²):	116,2											Tensión de Rotura (daN):	4317											
Diámetro (mm):	14											Tensión Máxima (daN):	700											
Peso unitario (daN/m):	0,425											CHS (-5 °C):	20,00%											
Módulo de elasticidad (daN/mm ²):	8000											EDS (15 °C):	15,00%											
Coefficiente de dilatación (°C ⁻¹ x10 ⁻⁶):	17,8											Velocidad de Viento (km/h):	120											
VANO (m)	-10 °C		-5 °C		0 °C		5 °C		10 °C		15 °C		20 °C		25 °C		30 °C		35 °C		40 °C		45 °C	
	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f
40	280,1	0,30	243,5	0,35	214,7	0,40	192,2	0,44	174,4	0,49	160,2	0,53	148,5	0,57	138,9	0,61	130,7	0,65	123,7	0,69	117,7	0,72	112,5	0,76
50	233,9	0,57	213,8	0,62	197,4	0,67	183,8	0,72	172,3	0,77	162,5	0,82	154,1	0,86	146,8	0,91	140,3	0,95	134,6	0,99	129,5	1,03	124,9	1,06
60	210,3	0,91	198,4	0,96	188,0	1,02	179,0	1,07	171,0	1,12	164,0	1,17	157,7	1,21	152,0	1,26	146,9	1,30	142,2	1,35	137,9	1,39	134,0	1,43
70	197,5	1,32	189,6	1,37	182,5	1,43	176,1	1,48	170,2	1,53	164,9	1,58	160,1	1,63	155,6	1,67	151,4	1,72	147,6	1,77	144,0	1,81	140,7	1,85
80	189,7	1,79	184,1	1,85	178,9	1,90	174,2	1,95	169,7	2,01	165,6	2,06	161,7	2,10	158,1	2,15	154,7	2,20	151,5	2,25	148,5	2,29	145,7	2,34
90	184,7	2,33	180,5	2,39	176,6	2,44	172,8	2,49	169,3	2,54	166,0	2,59	162,9	2,64	159,9	2,69	157,1	2,74	154,5	2,79	151,9	2,84	149,5	2,88
100	181,3	2,93	178,0	2,99	174,9	3,04	171,9	3,09	169,1	3,15	166,4	3,20	163,8	3,25	161,3	3,30	159,0	3,35	156,7	3,40	154,5	3,44	152,5	3,49
110	178,8	3,60	176,2	3,65	173,6	3,71	171,2	3,76	168,9	3,81	166,6	3,86	164,5	3,92	162,4	3,97	160,4	4,01	158,4	4,06	156,6	4,11	154,8	4,16
120	177,0	4,33	174,8	4,38	172,7	4,44	170,7	4,49	168,7	4,54	166,8	4,59	165,0	4,65	163,2	4,70	161,5	4,75	159,8	4,80	158,2	4,85	156,6	4,89
130	175,6	5,12	173,7	5,18	172,0	5,23	170,3	5,28	168,6	5,34	167,0	5,39	165,4	5,44	163,9	5,49	162,4	5,54	160,9	5,59	159,5	5,64	158,1	5,69
140	174,5	5,98	172,9	6,04	171,4	6,09	169,9	6,14	168,5	6,20	167,1	6,25	165,7	6,30	164,4	6,35	163,1	6,40	161,8	6,45	160,6	6,50	159,4	6,55
150	173,6	6,90	172,3	6,96	170,9	7,01	169,7	7,07	168,4	7,12	167,2	7,17	166,0	7,22	164,8	7,27	163,7	7,33	162,5	7,38	161,4	7,43	160,4	7,48
160	172,9	7,89	171,7	7,95	170,6	8,00	169,4	8,05	168,4	8,11	167,3	8,16	166,2	8,21	165,2	8,26	164,2	8,31	163,2	8,36	162,2	8,42	161,2	8,47
170	172,3	8,94	171,3	9,00	170,3	9,05	169,3	9,10	168,3	9,16	167,3	9,21	166,4	9,26	165,5	9,31	164,6	9,37	163,7	9,42	162,8	9,47	161,9	9,52
180	171,8	10,06	170,9	10,11	170,0	10,17	169,1	10,22	168,3	10,27	167,4	10,33	166,6	10,38	165,7	10,43	164,9	10,48	164,1	10,54	163,3	10,59	162,5	10,64
190	171,4	11,24	170,6	11,30	169,8	11,35	169,0	11,40	168,2	11,45	167,5	11,51	166,7	11,56	166,0	11,61	165,2	11,67	164,5	11,72	163,8	11,77	163,1	11,82
200	171,0	12,49	170,3	12,54	169,6	12,60	168,9	12,65	168,2	12,70	167,5	12,75	166,8	12,81	166,1	12,86	165,5	12,91	164,8	12,97	164,2	13,02	163,5	13,07
210	170,7	13,80	170,1	13,85	169,4	13,91	168,8	13,96	168,2	14,01	167,5	14,07	166,9	14,12	166,3	14,17	165,7	14,23	165,1	14,28	164,5	14,33	163,9	14,38
220	170,5	15,18	169,9	15,23	169,3	15,28	168,7	15,34	168,1	15,39	167,6	15,44	167,0	15,50	166,4	15,55	165,9	15,60	165,3	15,66	164,8	15,71	164,2	15,76
230	170,3	16,62	169,7	16,67	169,2	16,73	168,6	16,78	168,1	16,83	167,6	16,89	167,1	16,94	166,5	17,00	166,0	17,05	165,5	17,10	165,0	17,15	164,5	17,21
240	170,1	18,13	169,6	18,18	169,1	18,24	168,6	18,29	168,1	18,34	167,6	18,40	167,1	18,45	166,7	18,50	166,2	18,56	165,7	18,61	165,3	18,66	164,8	18,72
250	169,9	19,70	169,4	19,76	169,0	19,81	168,5	19,87	168,1	19,92	167,6	19,97	167,2	20,03	166,8	20,08	166,3	20,13	165,9	20,19	165,5	20,24	165,0	20,29
260	169,7	21,34	169,3	21,40	168,9	21,45	168,5	21,51	168,1	21,56	167,7	21,62	167,2	21,67	166,8	21,72	166,4	21,78	166,0	21,83	165,6	21,88	165,2	21,94
270	169,6	23,05	169,2	23,11	168,8	23,16	168,4	23,21	168,0	23,27	167,7	23,32	167,3	23,38	166,9	23,43	166,5	23,48	166,2	23,54	165,8	23,59	165,4	23,65
280	169,5	24,83	169,1	24,88	168,8	24,94	168,4	24,99	168,0	25,04	167,7	25,10	167,3	25,15	167,0	25,21	166,6	25,26	166,3	25,32	165,9	25,37	165,6	25,42
290	169,4	26,67	169,0	26,73	168,7	26,78	168,4	26,83	168,0	26,89	167,7	26,94	167,4	27,00	167,0	27,05	166,7	27,11	166,4	27,16	166,1	27,21	165,8	27,27
300	169,3	28,58	169,0	28,63	168,6	28,69	168,3	28,75	168,0	28,80	167,7	28,85	167,4	28,91	167,1	28,96	166,8	29,02	166,5	29,07	166,2	29,12	165,9	29,18

T: Componente horizontal de la tensión (daN).

f: Flecha (m).



5. Tabla de formación de cadenas de aisladores

Tabla 54

TIPO DE CADENA		AISLAMIENTO POLIMÉRICO (Nivel III)	
	CONDUCTOR	Cdad	DENOMINACIÓN
SUSPENSIÓN	LA-56	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA SUSPENSION GS-1
		1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)
	LA-110	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA SUSPENSION GS-2
		1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)
SUSPENSIÓN CRUCE	LA-56	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA ARMADA SUSPENSIÓN GAS-56
		1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)
	LA-110	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA ARMADA SUSPENSIÓN GAS-110/125
		1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)
SUSPENSIÓN DERIVACIÓN	LA-56	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	YUGO DERIVACIÓN
		2	TIRANTE
		2	GRAPA AMARRE GA-1
		1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)
	LA-110	1	RÓTULA CORTA R-16
1		YUGO DERIVACIÓN	
2		TIRANTE	
2		GRAPA AMARRE GA-2	
1		AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)	
AMARRE	LA-56	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA AMARRE GA-1
		1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)
	LA-110	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA AMARRE GA-2
		1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)
AMARRE ALARGADERA	LA-56	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA AMARRE GA-1
		1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)
		1	ALARGADERA CADENA DE AMARRE
	LA-110	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA AMARRE GA-2
LA-110	1	AISLADOR COMPUESTO CS-70-20-III(Y16 B16)	
	1	ALARGADERA CADENA DE AMARRE	
	CONDUCTOR	Cdad	DENOMINACIÓN



Tabla 54

TIPO DE CADENA		AISLAMIENTO POLIMÉRICO (Nivel III)	
AMARRE AVIFAUNA AISLADOR 1M	LA-56	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA AMARRE GA-1
		1	AISLADOR AMARRE AVIFAUNA CSA-70-20-III(Y16 B16)
	LA-110	1	RÓTULA CORTA R-16
		1	GRAPA AMARRE GA-2
		1	AISLADOR AMARRE AVIFAUNA CSA-70-20-III(Y16 B16)
AMARRE AVIFAUNA AISLADOR 1M CON CORTACIRCUITOS DE VANO	CONDUCTOR	Cdad	DENOMINACIÓN
	LA-56	1	RÓTULA CORTA R-16
1		GRAPA AMARRE GA-1	
1		AISLADOR AMARRE AVIFAUNA CSA-70-20-III(Y16 B16)	
2		GRILLETE NORMAL GN-16	
1		ALARGADERA CADENA DE AMARRE	
	1	CORTACIRCUITOS DE VANO	



6. Tabla de configuración de armados

Configuración en suspensión.

Conductor: LA-56

Tipo de circuito	Tipo de Armado	Denominación armado	Crucetas (apoyo)
Simple	Bóveda	B-1 y B-1C	B-1 (HV) y B-1C (celosía)
		B-2 y B-2C	B-2 (HV) y B-2C (celosía)
	Bandera	BA-1	3 x BA-1 (HV, CH)
	Tresbolillo	D-15	3 x SC-1500 (celosía)
Doble	Hexágono	DC-1	3 x DC-1 (HV y CH)
		E-30	6 x SC-1500 (celosía)
		E-30 AVIFAUNA	6 x SC-1500 (celosía)

Conductor: LA-110

Tipo de circuito	Tipo de Armado	Denominación armado	Crucetas (apoyo)
Simple	Bóveda	BR-1 y BR-1C	BR-1 (HV) y BR-1C (celosía)
		B-2 y B-2C	B-2 (HV) y B-2C (celosía)
	Bandera	BA-1	3 x BA-1 (HV, CH)
	Tresbolillo	D-15	3 x SC-1500 (celosía)
Doble	Hexágono	DC-1	3 x DC-1 (HV y CH)
		DC-2	3 x DC-2
		E-30	6 x SC-1500 (celosía)
		E-30 AVIFAUNA	6 x SC-1500 (celosía)



Configuración en amarre.

Conductor: LA-56, LA-110

Tipo de circuito	Tipo de Armado	Denominación Armado	Crucetas (apoyo)	
Simple	Capa	CR-1	CR-1 (HV)	
		C-2	C-2 (HV)	
		CR-2	CR-2 (HV)	
	Triángulo	T-2	C-2 + herraje paso (HV)	
	Capa	H-35	2 x SC-1750 (celosía)	
	Triángulo	T-35	2 x SC-1750 + herraje paso (celosía)	
	Triángulo	T-40R	C-40R + herraje paso (celosía)	
Doble	Hexágono	Tresbolillo	D-15	2 x SC-1500 (celosía)
		DC-2	3 x DC-2	
		E-30	6 x SC-1500 (celosía)	
		E-30 AVIFAUNA	6 x SC-1500 (celosía)	

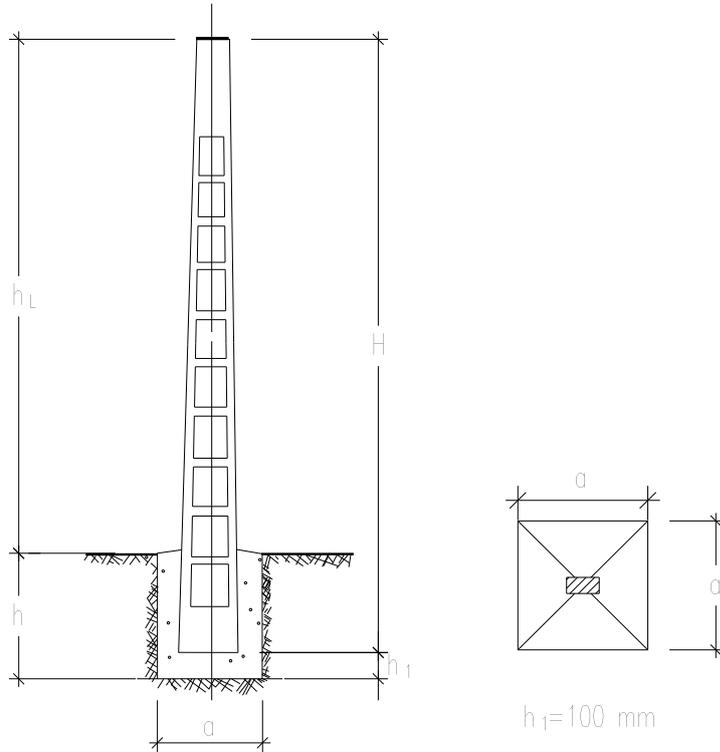


7. Tabla de cimentaciones

- Apoyos hormigón HV
- Apoyos metálicos
- Apoyos tubulares metálicos



CIMENTACIONES APOYOS HORMIGON HV

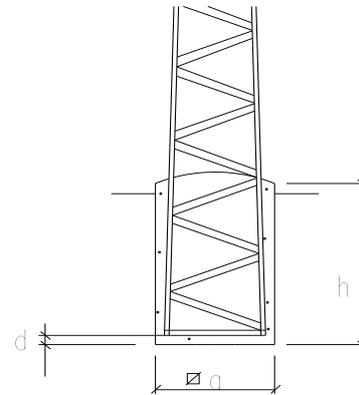


ESFUERZO ÚTIL (daN)	ALTURA H (m)	CLASE DE TERRENO								
		TERRENO FLOJO (K=8)			TERRENO NORMAL (K=12)			TERRENO ROCOSO (K=16)		
		a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)
250	11	0,60	1,60	0,58	0,60	1,50	0,54	0,50	1,40	0,35
	13	0,60	1,70	0,61	0,60	1,50	0,54	0,60	1,40	0,50
630	11	0,80	1,90	1,22	0,80	1,70	1,09	0,80	1,60	1,02
	13	0,80	2,00	1,28	0,80	1,80	1,15	0,80	1,70	1,09
	15	0,80	2,00	1,28	0,80	1,80	1,15	0,80	1,70	1,09
1000	11	0,80	2,10	1,34	0,80	1,90	1,22	0,80	1,80	1,15
	13	0,80	2,20	1,41	0,80	2,00	1,28	0,80	1,90	1,22
	15	0,80	2,30	1,47	0,80	2,10	1,34	0,80	1,90	1,22



CIMENTACIONES EN APOYOS METÁLICOS

- d = 0.10 m: C-500
C-1000
C-2000
C-3000
C-4500
- d = 0.20 m: C-7000
C-9000

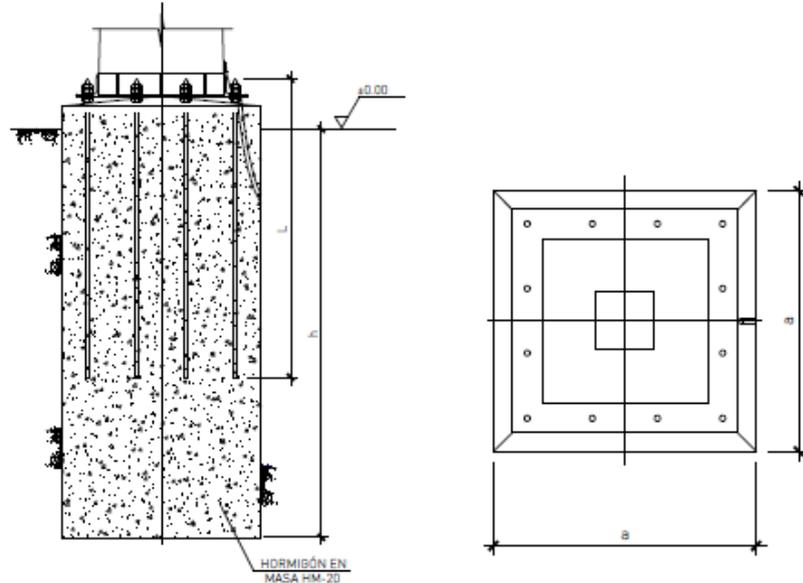


APOYO	TERRENO FLOJO K=8			TERRENO NORMAL K=12			TERRENO ROCOSO K=16		
	a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)
APOYO METÁLICO C 500 12	1,1	1,6	1,94	1,1	1,5	1,82	1,1	1,4	1,69
APOYO METÁLICO C 500 14	1,2	1,7	2,45	1,2	1,55	2,23	1,2	1,5	2,16
APOYO METÁLICO C 500 16	1,3	1,75	2,96	1,3	1,6	2,70	1,3	1,5	2,54
APOYO METÁLICO C 500 18	1,4	1,85	3,63	1,4	1,6	3,14	1,4	1,55	3,04
APOYO METÁLICO C 500 20	1,4	1,85	3,63	1,4	1,65	3,23	1,4	1,6	3,14
APOYO METÁLICO C 500 22	1,5	1,9	4,28	1,5	1,7	3,83	1,5	1,65	3,71
APOYO METÁLICO C 1000 12	1,1	1,95	2,36	1,1	1,75	2,12	1,1	1,65	2,00
APOYO METÁLICO C 1000 14	1,2	2	2,88	1,2	1,8	2,59	1,2	1,75	2,52
APOYO METÁLICO C 1000 16	1,3	2	3,38	1,3	1,85	3,13	1,3	1,75	2,96
APOYO METÁLICO C 1000 18	1,35	2	3,65	1,3	1,9	3,21	1,3	1,85	3,13
APOYO METÁLICO C 1000 20	1,5	2	4,50	1,5	1,9	4,28	1,4	1,85	3,63
APOYO METÁLICO C 1000 22	1,5	2,1	4,73	1,5	1,9	4,28	1,5	1,85	4,16
APOYO METÁLICO C 2000 12	1,1	2,3	2,78	1,1	2,1	2,54	1,1	1,9	2,30
APOYO METÁLICO C 2000 14	1,2	2,3	3,31	1,2	2,1	3,02	1,2	2	2,88
APOYO METÁLICO C 2000 16	1,3	2,4	4,06	1,3	2,2	3,72	1,3	2	3,38
APOYO METÁLICO C 2000 18	1,4	2,4	4,70	1,3	2,2	3,72	1,4	2	3,92
APOYO METÁLICO C 2000 20	1,5	2,4	5,40	1,4	2,3	4,51	1,5	2,1	4,73
APOYO METÁLICO C 2000 22	1,55	2,5	6,01	1,55	2,3	5,53	1,5	2,1	4,73
APOYO METÁLICO C 3000 12	1,1	2,5	3,03	1,1	2,3	2,78	1,1	2,2	2,66
APOYO METÁLICO C 3000 14	1,2	2,6	3,74	1,2	2,4	3,46	1,2	2,2	3,17
APOYO METÁLICO C 3000 16	1,3	2,6	4,39	1,3	2,4	4,06	1,3	2,2	3,72
APOYO METÁLICO C 3000 18	1,4	2,6	5,10	1,4	2,4	4,70	1,4	2,2	4,31
APOYO METÁLICO C 3000 20	1,5	2,7	6,08	1,4	2,5	4,90	1,5	2,3	5,18
APOYO METÁLICO C 3000 22	1,55	2,7	6,49	1,55	2,6	6,25	1,5	2,4	5,40
APOYO METÁLICO C 4500 12	1,1	2,8	3,39	1,1	2,6	3,15	1,1	2,4	2,90
APOYO METÁLICO C 4500 14	1,2	2,9	4,18	1,2	2,6	3,74	1,2	2,4	3,46
APOYO METÁLICO C 4500 16	1,3	2,9	4,90	1,3	2,6	4,39	1,3	2,5	4,23
APOYO METÁLICO C 4500 18	1,4	2,9	5,68	1,4	2,7	5,29	1,3	2,5	4,23
APOYO METÁLICO C 4500 20	1,5	3	6,75	1,4	2,7	5,29	1,5	2,5	5,63
APOYO METÁLICO C 4500 22	1,55	3	7,21	1,55	2,8	6,73	1,6	2,5	6,40
APOYO METÁLICO C 7000 14	1,8	2,8	9,07	1,8	2,6	8,42	1,8	2,4	7,78
APOYO METÁLICO C 7000 16	1,8	3	9,72	1,8	2,7	8,75	1,8	2,5	8,10
APOYO METÁLICO C 7000 18	2	3	12,00	1,9	2,7	9,75	2	2,5	10,00
APOYO METÁLICO C 7000 20	2,1	3	13,23	2,1	2,8	12,35	2,1	2,6	11,47
APOYO METÁLICO C 7000 22	2,3	3	15,87	2,3	2,8	14,81	2,3	2,7	14,28
APOYO METÁLICO C 9000 14	1,8	3	9,72	1,8	2,8	9,07	1,7	2,6	7,51
APOYO METÁLICO C 9000 16	1,8	3,2	10,37	1,8	2,9	9,40	1,8	2,7	8,75
APOYO METÁLICO C 9000 18	2	3,2	12,80	1,9	2,9	10,47	1,9	2,8	10,11
APOYO METÁLICO C 9000 20	2,1	3,2	14,11	2,1	3	13,23	2,1	2,8	12,35
APOYO METÁLICO C 9000 22	2,3	3,3	17,46	2,3	3	15,87	2,3	2,8	14,81



CIMENTACIONES APOYOS TUBULARES METÁLICOS

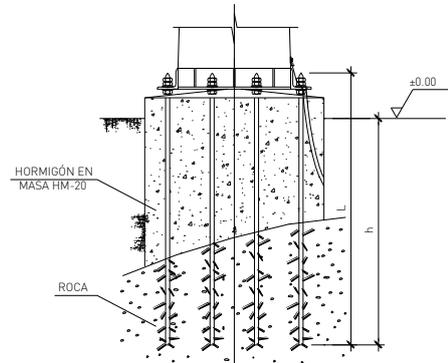
Cimentación con excavación completa



ESFUERZO ÚTIL (daN)	Altura H (m)	CLASE DE TERRENO								
		TERRENO FLOJO (K=8)			TERRENO NORMAL (K=12)			TERRENO ROCOSO (K=16)		
		a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)
250	9	0,80	1,50	0,96	0,80	1,35	0,86	0,80	1,25	0,80
	11	1,00	1,50	1,50	1,00	1,35	1,35	1,00	1,25	1,25
630	9	0,85	1,85	1,34	0,85	1,68	1,21	0,85	1,55	1,12
	11	1,00	1,85	1,85	1,00	1,68	1,68	1,00	1,55	1,55
1000	13	1,15	1,85	2,45	1,15	1,68	2,22	1,15	1,55	2,05
	9	1,00	2,00	2,00	1,00	1,80	1,80	1,00	1,65	1,65
	11	1,00	2,05	2,05	1,00	1,85	1,85	1,00	1,73	1,73
	13	1,15	2,05	2,71	1,15	1,85	2,45	1,15	1,73	2,29
1600	15	1,35	2,05	3,74	1,35	1,85	3,37	1,35	1,73	3,15
	17,5	1,50	2,05	4,61	1,50	1,85	4,16	1,50	1,73	3,89
	11	1,15	2,20	2,91	1,15	2,00	2,65	1,15	1,85	2,45
	13	1,15	2,32	3,07	1,15	2,10	2,78	1,15	1,95	2,58
2500	15	1,30	2,32	3,92	1,30	2,10	3,55	1,30	1,95	3,30
	17,5	1,50	2,32	5,22	1,50	2,10	4,73	1,50	1,95	4,39
	20	1,70	2,32	6,70	1,70	2,10	6,07	1,70	1,95	5,64
2500	11	1,30	2,40	4,06	1,30	2,20	3,72	1,30	2,00	3,38
	13	1,30	2,50	4,23	1,30	2,30	3,89	1,30	2,10	3,55
	15	1,30	2,60	4,39	1,30	2,35	3,97	1,30	2,20	3,72
	17,5	1,50	2,60	5,85	1,50	2,35	5,29	1,50	2,20	4,95
	20	1,70	2,60	7,51	1,70	2,35	6,79	1,70	2,20	6,36



Cimentaciones por pilotaje en roca

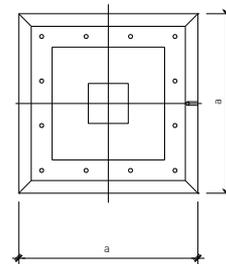


L_p = Longitud perno

LT = Longitud taladro

DT = Diámetro taladro

M = Métrica



ESFUERZO ÚTIL (daN)	ALTURA H (m)	DIMENSIONES (mm)				
		PERNO			TALADRO	
		M (mm)	L_p (mm)	Cant.	DT (mm)	LT (mm)
250	11	20	1420	4	32	1200
	630	11	20	1670	12	32
		13	20	1670	12	32
1000	11	22	1850	12	35	1700
	13	22	1850	12	35	1700
	15	24	1850	12	37	1800
	17,5	24	1850	12	37	1800
1600	11	22	2050	16	35	1800
	13	24	2050	16	37	1900
	15	24	2050	16	37	1900
	17,5	27	2050	16	40	2100
	20	27	2050	16	40	2300
2500	11	27	2340	16	40	2100
	13	27	2340	16	40	2100
	15	27	2340	20	40	2100
	17,5	27	2340	20	40	2100
	20	27	2340	24	40	2300

Anexo 03. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Estudio de Seguridad y Salud.

Código: **IT.08013-AX.03**

Edición: **2**

Los datos relativos a la aprobación de este documento se encuentran disponibles en el Gestor Documental de Normativa



Índice

Página

1. Estudio de Seguridad y Salud

3



1. Estudio de Seguridad y Salud

Según el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, y más en concreto en su Art. 4, “Obligatoriedad del Estudio de Seguridad y Salud o del Estudio Básico de Seguridad y Salud en las obras”, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en las que se den alguno de los supuestos que más abajo se exponen”

En concreto, para la realización de este proyecto, los supuestos específicos que obligarían a que se elabore un Estudio de Seguridad y Salud y no un Estudio Básico de Seguridad y Salud serían:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.760 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En los proyectos no incluidos en ninguno de los supuestos previstos anteriormente, el proyecto incorporará un Estudio Básico de Seguridad y Salud que deberá cumplir con el Art. 6 de dicho RD.

El Estudio de Seguridad y Salud o en su defecto el Estudio Básico de Seguridad y Salud se adjuntará como documento adicional del Proyecto Específico.

Anexo 04. Proyecto Tipo para la construcción de líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de $U_n \leq 20$ kV. Planos.

Código: **IT.08013-AX.04**

Edición: **2**

Los datos relativos a la aprobación de este documento se encuentran disponibles en el Gestor Documental de Normativa



Índice

Página

1. Relación de Planos

3



1. Relación de Planos

Tabla 53

Código	Denominación
Grupo 010	Apoyos
LAMT-010000	Apoyo de hormigón HV
LAMT-010250	Apoyo de Chapa metálica (sección octogonal)
LAMT-010300	Apoyos metálicos celosía desde C-500 hasta C-9.000
Grupo 020	Herrajes
LAMT-020050	Rótula corta
LAMT-020100	Grapa suspensión tipo "GS"
LAMT-020150	Grapa de suspensión preformada de neopreno tipo "GSA"
LAMT-020200	Grapa amarre tipo "GA"
LAMT-020250	Horquilla de bola
LAMT-020300	Alargadera cadena de amarre
LAMT-020350	Chapa antiposada para alargadera cadena amarre
LAMT-020400	Alargadera avifauna cadena amarre
LAMT-020450	Tirante
LAMT-020500	Yugo derivación
LAMT-020550	Grillete normal GN-16
LAMT-020600	Herraje paso de fase central 20 kV para apoyos HV y CH
LAMT-020650	Herraje paso de fase central 20 kV para apoyos C
LAMT-020700	Cartela de amarre
LAMT-020750	Cartela de amarre reforzada
LAMT-020800	Amarre fase central (FC) apoyos hasta C-9000
LAMT-020900	Cáncamo roscado M12x80 galvanizado
Grupo 030	Aislamiento
LAMT-030000	Aislador polimérico 20 kV
LAMT-030100	Aislador polimérico 20 kV avifauna 1m
Grupo 031	Cadenas de suspensión
LAMT-031000	Cadena de suspensión aislador polimérico
LAMT-031100	Cadena de suspensión-cruce aislamiento polimérico
LAMT-031200	Cadena de suspensión derivación aislamiento polimérico
Grupo 032	Cadenas de amarre
LAMT-032000	Cadena de amarre aislador polimérico
LAMT-032100	Cadena de amarre aislador polimérico avifauna
LAMT-032300	Cadena de amarre con alargadera aislador polimérico
Grupo 040	Composición de armados simple circuito
LAMT-040000	Armado tipo bóveda B-1
LAMT-040025	Armado tipo bóveda B-1C
LAMT-040050	Armado tipo bóveda BR-1
LAMT-040075	Armado tipo bóveda BR-1C
LAMT-040100	Armado tipo bóveda B-2
LAMT-040125	Armado tipo bóveda B-2C
LAMT-040200	Armado tipo recto CR-1
LAMT-040250	Armado tipo recto C-2
LAMT-040300	Armado tipo triángulo T-2
LAMT-040400	Armado tipo recto H-35
LAMT-040450	Armado tipo triángulo T-35



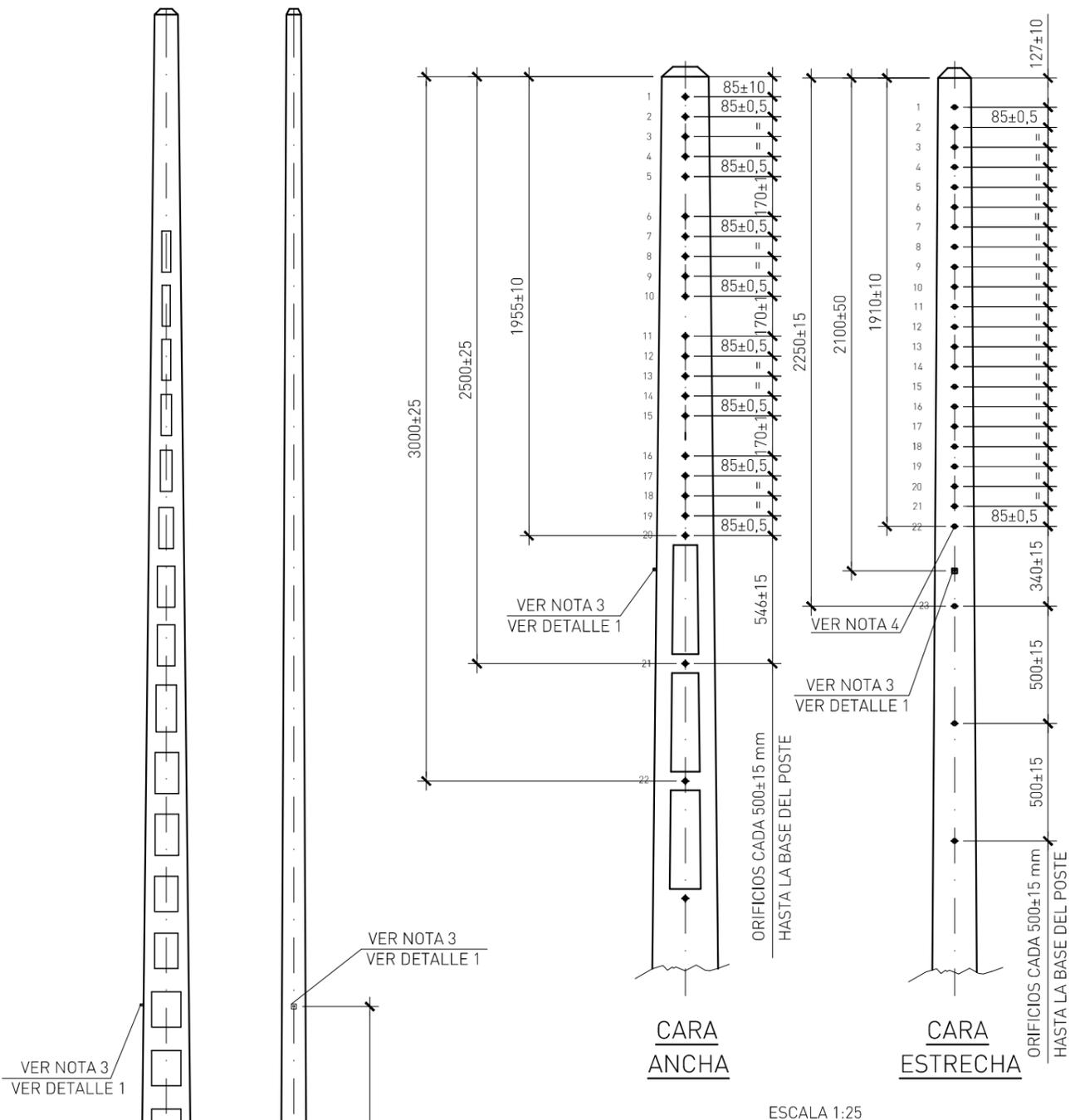
Tabla 53

Código	Denominación
LAMT-040500	Armado tipo triángulo T-40R
LAMT-040550	Armado tipo tresbolillo D-15
LAMT-040600	Armado tipo bandera BA-1
LAMT-040750	Armado tipo recto CR-2
Grupo 041	Composición de armados doble circuito
LAMT-041000	Armado doble circuito DC-1
LAMT-041100	Armado doble circuito DC-2
LAMT-041300	Armado doble circuito tipo E-30
LAMT-041350	Armado doble circuito tipo E-30 avifauna
Grupo 050	Empalmes y derivaciones
LAMT-050000	Conector cuña a presión
LAMT-050100	Manguito empalme recto presión
LAMT-050300	Conector compresión
LAMT-050400	Derivación rígida en apoyo de celosía con cadenas de amarre (cruceta recta)
LAMT-050500	Derivación rígida en apoyo de hormigón o chapa con cadenas de suspensión-derivación (cruceta bóveda)
Grupo 060	Elementos de protección y maniobra
LAMT-060000	Autoválvula
LAMT-060100	Bases cortacircuitos fusible de expulsión
LAMT-060200	Montaje de bases cortacircuitos fusibles de expulsión sobre poste
LAMT-060300	Seccionador unipolar exterior
LAMT-060400	Seccionamiento intermedio con seccionadores unipolares
LAMT-060450	Seccionamiento intermedio con cortacircuitos fusibles
LAMT-060500	Configuración dispositivos de acceso a apoyos y posicionamiento en apoyos de maniobra de hormigón y de chapa
LAMT-060600	Derivación con maniobra en apoyo de hormigón o chapa con cadenas de suspensión-derivación (cruceta bóveda)
Grupo 061	Elementos de protección y maniobra telecontrolados
LAMT-061000	Interruptor seccionador telecontrolado SF6 con autoválvulas, "TIPO A". Montaje en línea con línea troncal. Apoyo con cruceta recta
LAMT-061050	Interruptor seccionador telecontrolado SF6 con autoválvulas, "TIPO A". Montaje en derivación aérea. Apoyo con cruceta recta
LAMT-061100	Interruptor seccionador telecontrolado SF6 con autoválvulas, "TIPO A". Montaje en derivación subterránea. Apoyo con cruceta recta
LAMT-061400	Reconectador. Montaje en línea con línea troncal. Apoyo con cruceta recta
LAMT-061450	Reconectador. Montaje en derivación aérea. Apoyo con cruceta recta
LAMT-061500	Reconectador. Montaje en derivación subterránea. Apoyo con cruceta recta
Grupo 070	Puesta a tierra
LAMT-070000	Puesta a tierra en apoyos no frecuentados



Tabla 53

Código	Denominación
LAMT-070100	Puesta a tierra en apoyos frecuentados con solera equipotencial y antiescalo metálico
LAMT-070200	Puesta a tierra en apoyos frecuentados con antiescalo aislante
LAMT-070600	Antiescalo metálico en apoyo de celosía
LAMT-070610	Antiescalo aislante en apoyo de celosía
LAMT-070620	Antiescalo aislante en apoyo hormigón/chapa
Grupo 080	Cimentaciones
LAMT-080000	Cimentaciones apoyo de hormigón HV
LAMT-080200	Cimentaciones apoyo de celosía C
LAMT-080300	Cimentaciones apoyo de chapa CH
Grupo 090	Soluciones avifauna
LAMT-090000	Bóveda-B1-BR1-Suspensión
LAMT-090050	Derivación rígida con cadenas de suspensión-derivación (cruceta bóveda)
LAMT-090100	Bóveda-B2-Suspensión
LAMT-090150	Derivación con maniobra en cadenas de suspensión-derivación (cruceta bóveda)
LAMT-090200	Recta-C1-CR1-C2-Amarre
LAMT-090210_	Apoyo con interruptor / Reconectador en línea troncal
LAMT-090250	Derivación rígida con cadenas de amarre (cruceta recta)
LAMT-090260	Apoyo con interruptor / Reconectador en derivación
LAMT-090270	Apoyo con interruptor / Reconectador en derivación subterránea
LAMT-090300	Doble circuito-DC1-Suspensión
LAMT-090400	Doble circuito-DC2-Amarre
LAMT-090450	Doble circuito-DC2-Suspensión
LAMT-090500	Doble circuito-E-30-Amarre
LAMT-090550	Doble circuito-E-30-Suspensión
LAMT-090600	Triángulo-T2-Amarre
LAMT-090700	Triángulo-T35-Amarre
LAMT-090800	Tresbolillo-D15-Amarre
LAMT-090900	Bandera-BA1-Suspensión
LAMT-091000	Derivación con maniobra con cadenas de amarre (cruceta recta)



ESCALA 1:25

VER NOTA 3
VER DETALLE 1

VER NOTA 3
VER DETALLE 1

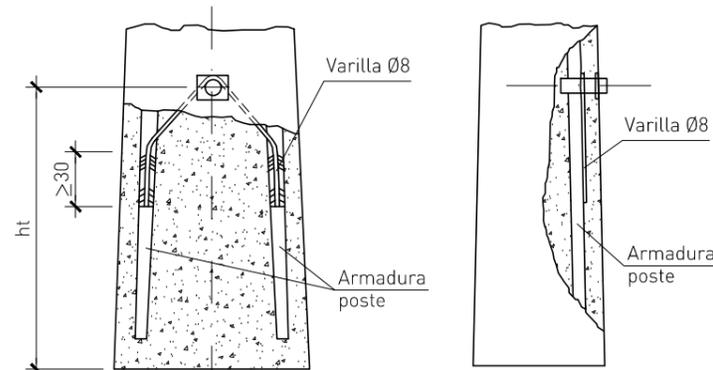
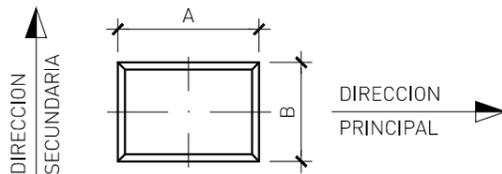
VER NOTA 4

VER NOTA 3
VER DETALLE 1

VER NOTA 3
VER DETALLE 1

CARA ANCHA
CARA ESTRECHA

ESCALA 1:40



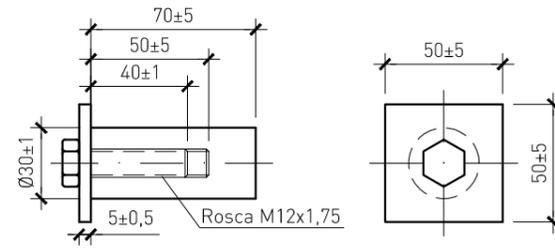
DETALLE TOMA P.A.T.

S/E

POSTES DE HORMIGÓN HV

DENOMINACIÓN	PESO APROX. (kg)	H(m)	DIMENSIONES CABEZA AxB (mm)	ESFUERZOS					
				NOMINAL(1) (daN)	COEF. SEG.	SECUND. (2) (daN)	COEF. SEG.	TORSIÓN (daNxm)	COEF. SEG.
HV-250 R-11	900	11,00	145x110	250	2,25	160	2,25	---	---
HV-250 R-13	1.300	13,00		250	2,25	160	2,25	---	---
HV-630 R-11	1.425	11,00	200x140	630	2,25	360	2,25	---	---
HV-630 R-13	1.870	13,00		630	2,25	360	2,25	---	---
HV-630 R-15	2.360	15,00	630	2,25	360	2,25	---	---	
HV-1000 R-11	1.700	11,00	255x170	1.000	2,25	500	2,25	540	---
HV-1000 R-13	2.200	13,00		1.000	2,25	500	2,25	540	---
HV-1000 R-15	2.900	15,00		1.000	2,25	500	2,25	540	---

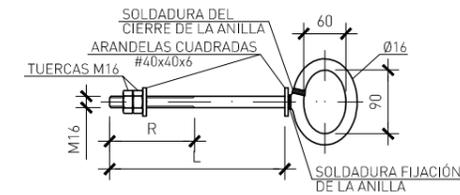
Total apoyos de hormigón HV.....8



DETALLE 1 - BORNE DE P.A.T.

ESCALA 1:3

Esfuerzo nominal (daN)	BORNA DE P.A.T. ht (mm)		
	Longitud (m)		
	11	13	15
250	2100	2300	---
630	2300	2500	2600
1000	2400	2500	2600



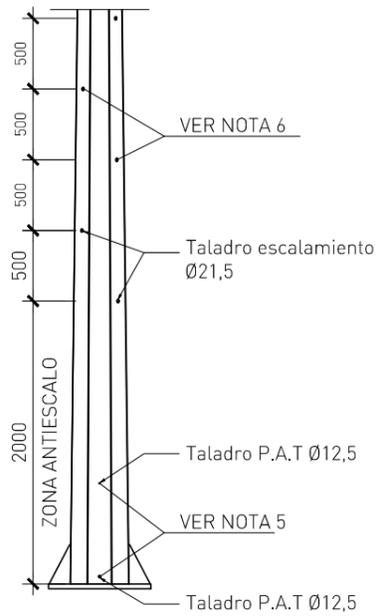
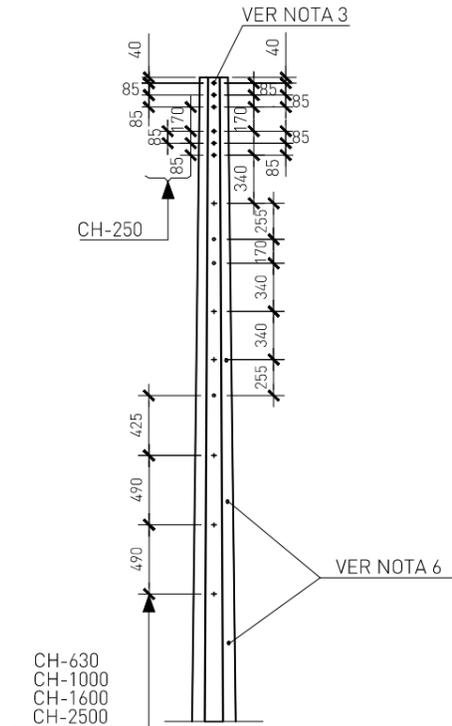
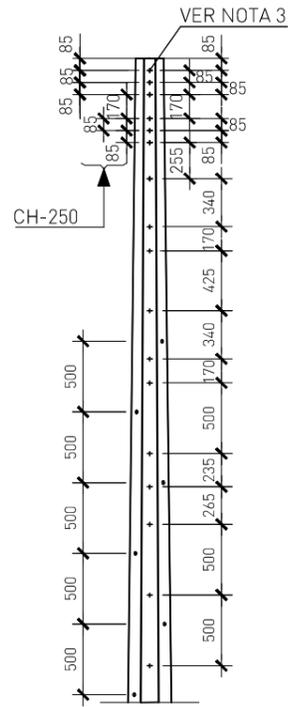
ANILLA PARA LA INSTALACIÓN DE LÍNEA DE VIDA EN APOYOS DE HORMIGÓN Y CHAPA (NOTA 5)

NOTAS:

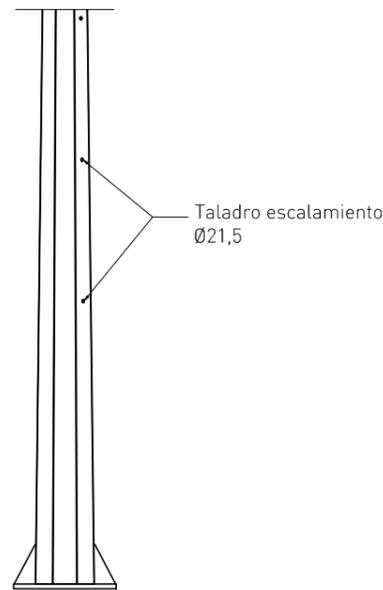
- ESFUERZO HORIZONTAL DISPONIBLE EN LA DIRECCION PRINCIPAL APLICADO A 0,25 m POR DEBAJO DEL EXTREMO SUPERIOR DEL APOYO CON VIENTO DE 120 Km/h.
- ESFUERZO HORIZONTAL DISPONIBLE EN LA DIRECCION SECUNDARIA APLICADO A 0,25 m POR DEBAJO DEL EXTREMO SUPERIOR DEL APOYO SIN VIENTO.
- BORNA DE P.A.T M12. CALIDAD DEL TORNILLO 5.6.
- LOS TALADROS SERÁN DE Ø18 ±0,7mm Y LA DISTANCIA ENTRE TALADROS SERÁ 85±0,5mm
- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- EN APOYOS DE ALTURA LIBRE SUPERIOR A 11 m, SE DEBERÁ INSTALAR UNA ANILLA INTERMEDIA Y OTRA EN LA COGOLLA DEL APOYO

		FECHA	NOMBRE
Dibujado		16/05/2022	UFD
Comprobado		16/05/2022	UFD
Aprobado		16/05/2022	UFD
ESCALAS:		GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:25	APOYO DE HORMIGON HV		REV. 4 HOJA 1 DE 1
1:40	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		Nº PLANO LAMT-010000

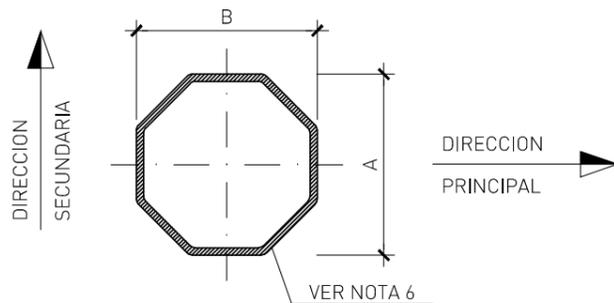




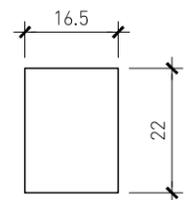
DIRECCIÓN SECUNDARIA
ESCALA 1:50



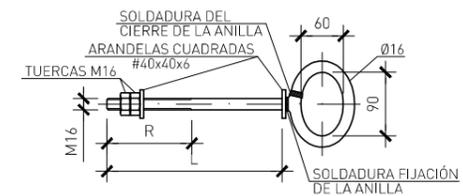
DIRECCIÓN PRINCIPAL
ESCALA 1:50



PLANTA COGOLLA OCTOGONAL
SIN ESCALA



DETALLE AGUJERO PARA SISTEMA DE ESCALAMIENTO
ESCALA 2:3



ANILLA PARA LA INSTALACIÓN DE LÍNEA DE VIDA
EN APOYOS DE HORMIGÓN Y CHAPA (NOTA 7)

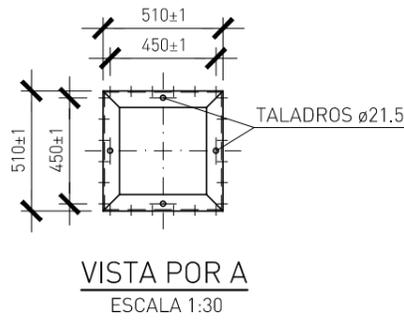
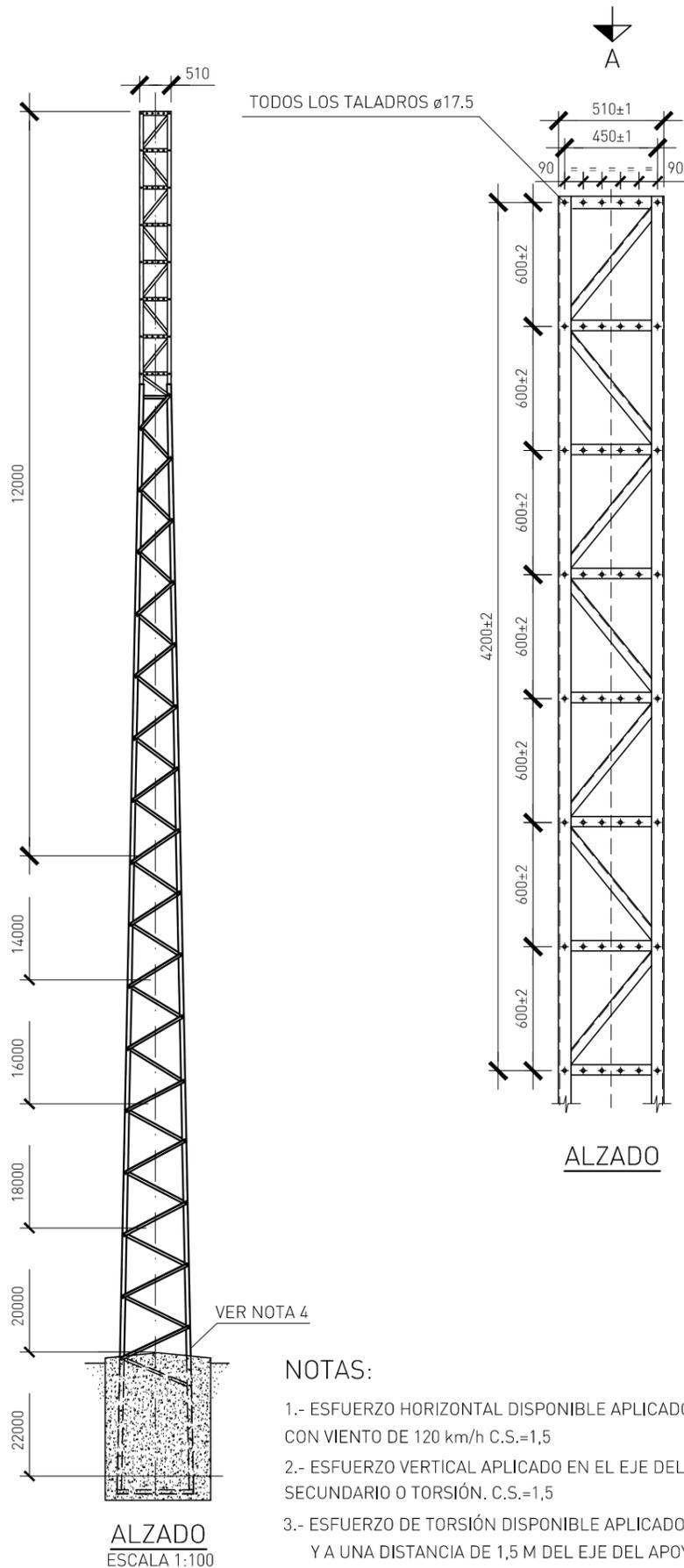
S/E

NOTAS:

- ESFUERZO HORIZONTAL NOMINAL APLICADO A 0,25 m POR DEBAJO DEL EXTREMO SUPERIOR DEL APOYO CON VIENTO DE 120 km/h, COMBINADO CON UN ESFUERZO VERTICAL APLICADO SEGÚN EL EJE VERTICAL DEL APOYO.
- ESFUERZO TORSOR APLICADO A 0,25 m POR DEBAJO DE LA COGOLLA Y A UNA DISTANCIA DE 1,5 m DEL EJE DEL APOYO COMBINADO CON EL ESFUERZO VERTICAL DEL APOYO.
- LOS TALADROS SERÁN DE Ø17,5mm.
- SISTEMA DE ESCALAMIENTO COLOCADO APROXIMADAMENTE A 2 M DE LA BASE DEL POSTE Y CADA 500 MM HASTA LA ALTURA FIJADA EN EL PLANO. LOS AGUJEROS SERÁN DE AL MENOS 120 MM DE ANCHO X 110 MM DE ALTO Y ESTARÁN DISPUESTOS ALTERNATIVAMENTE 40 MM SIEMPRE QUE LA SECCIÓN DEL APOYO LO PERMITA.
- TALADRO DE PUESTA A TIERRA DE M12 EQUIPADO CON TUERCA SOLIDARIA AL APOYOS Y TORNILLO PARA INSTALAR LA P.A.T.
- TALADROS Ø21,5mm Ó AGUJEROS RECTANGULARES DE AL MENOS 22mm x 16,5 mm PARA FIJACIÓN DE SISTEMA DE ESCALAMIENTO.
- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- EN APOYOS DE ALTURA LIBRE SUPERIOR A 11 m, SE DEBERÁ INSTALAR UNA ANILLA INTERMEDIA Y OTRA EN LA COGOLLA DEL APOYO

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	PESO APROX (Kg) [BASE CUAD./OCTOG.]	ALTURA (m)	DIMENSIONES CABEZA A X B (mm)	CONICIDAD (mm/m)	CARGAS DE TRABAJO (daN)			
						NOMINAL (1)		ROTURA (2)	
						V	P o S	V	T
430142	APOYO CHAPA METÁLICA CH 250-9 P	205/145	9	[110 X 110]±5	15±4	700	250	-	-
430143	APOYO CHAPA METÁLICA CH 250-11 P	260/190	11			700	250	-	-
203842	APOYO CHAPA METÁLICA CH 630-9 P	365/235	9	[145 X 145]±5	21±4	750	630	-	-
430213	APOYO CHAPA METÁLICA CH 630-11 P	455/335	11			750	630	-	-
430214	APOYO CHAPA METÁLICA CH 630-13 P	565/395	13	[200 X 200]±5	26±5	750	630	-	-
430282	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1000-9 P	430/565	9			1750	1000	1750	667
430273	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1000-11 P	660/705	11			1750	1000	1750	667
430284	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1000-13 P	815/870	13			1750	1000	1750	667
430285	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1000-15 P	1035/990	15			1750	1000	1750	667
222281	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1000-17,5 P	1260/1140	17,5			1750	1000	1750	667
208847	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1600-11 P	850/970	11			1750	1600	1750	1067
208849	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1600-13 P	1075/1175	13			1750	1600	1750	1067
208848	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1600-15 P	1365/1335	15			1750	1600	1750	1067
222282	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1600-17,5 P	1685/1535	17,5			1750	1600	1750	1067
222285	APOYO CHAPA METÁLICA CH 1600-20 P	2090/1935	20	[300 X 300]±5	26±5	1750	1600	1750	1067
213941	APOYO CHAPA METÁLICA CH 2500-11 P	1295/1250	11			1750	2500	1750	1650
213942	APOYO CHAPA METÁLICA CH 2500-13 P	1700/1530	13			1750	2500	1750	1650
213943	APOYO CHAPA METÁLICA CH 2500-15 P	1975/1725	15			1750	2500	1750	1650
222283	APOYO CHAPA METÁLICA CH 2500-17,5 P	2440/1970	17,5			1750	2500	1750	1650
222284	APOYO CHAPA METÁLICA CH 2500-20 P	2915/2215	20			1750	2500	1750	1650

		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	APOYOS DE CHAPA METÁLICA (SECCIÓN OCTOGONAL)		GESTIÓN DEL ACTIVO	
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 1	HOJA 1 DE 1
			Nº PLANO LAMT-010250	



NOTAS:

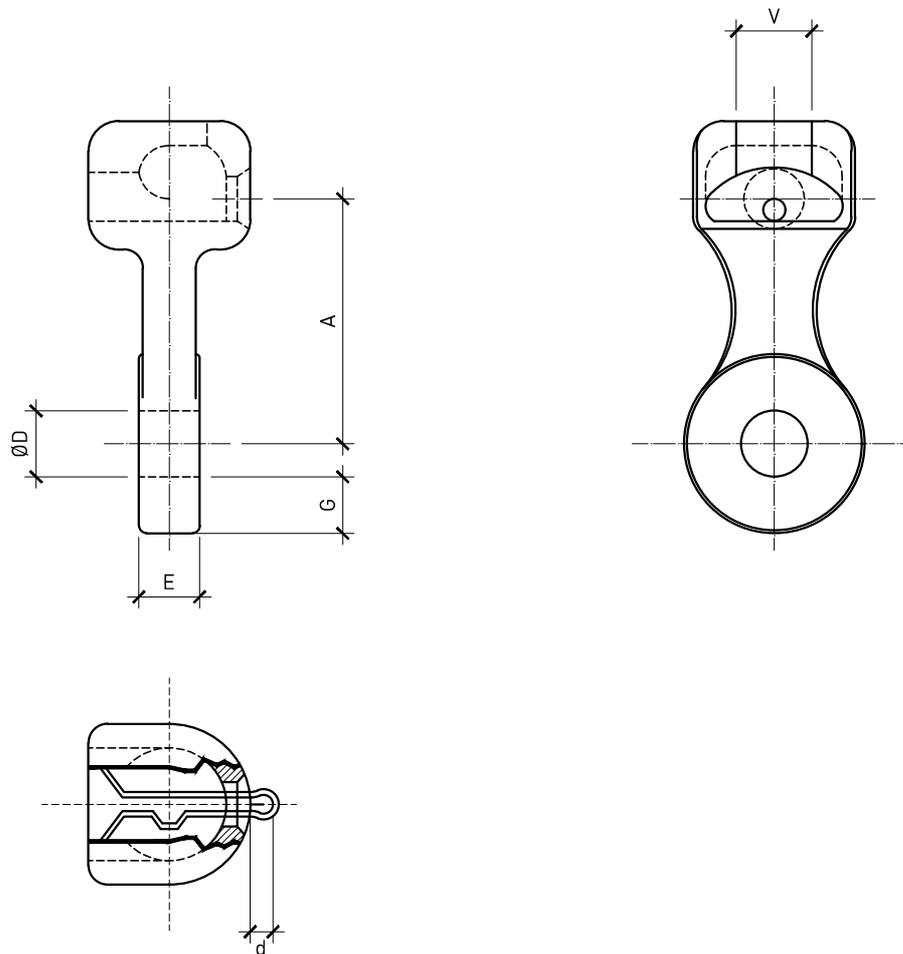
- 1.- ESFUERZO HORIZONTAL DISPONIBLE APLICADO EN EL EXTREMO SUPERIOR DE LA CABEZA CON VIENTO DE 120 km/h C.S.=1,5
- 2.- ESFUERZO VERTICAL APLICADO EN EL EJE DEL APOYO SIMULTANEAMENTE CON EL ESFUERZO NOMINAL, SECUNDARIO O TORSIÓN. C.S.=1,5
- 3.- ESFUERZO DE TORSIÓN DISPONIBLE APLICADO HORIZONTALMENTE, EN EL EXTREMO SUPERIOR DE LA CABEZA Y A UNA DISTANCIA DE 1,5 M DEL EJE DEL APOYO. C.S.=1,2
- 4.- LOS CUATRO MONTANTES LLEVAN UN TALADRO DE P.A.T. DE Ø 13,5 mm A 0,4 m DE LA COTA +0,00.
- 5.- EL ANCHO DE LA CABEZA DE TODOS LOS APOYOS SERA DE 510 mm.

APOYOS DE CELOSÍA DESDE C-500 HASTA C-9000

DENOMINACIÓN	PESO APROX. (kg)	ALTURA TOTAL (m)	ESFUERZOS							
			PUNTO DE CARGA NOMINAL				SEGUNDO PUNTO DE CARGA			
			NOMINAL (daN) (1)	SECUND. (daN) (1)	TORSIÓN (daN) (3)	VERTICAL (daN) (2)	NOMINAL (daN) (1)	SECUND. (daN) (1)	TORSIÓN (daN) (3)	VERTICAL (daN) (2)
C-500-12	300	12	500	500	500	600	360	360	500	1.200
C-500-14	340	14	500	500	500	600	360	360	500	1.200
C-500-16	380	16	500	500	500	600	360	360	500	1.200
C-500-18	440	18	500	500	500	600	360	360	500	1.200
C-500-20	480	20	500	500	500	600	360	360	500	1.200
C-500-22	550	22	500	500	500	600	360	360	500	1.200
C-1000-12	350	12	1.000	1.000	700	600	800	800	700	1.500
C-1000-14	400	14	1.000	1.000	700	600	800	800	700	1.500
C-1000-16	480	16	1.000	1.000	700	600	800	800	700	1.500
C-1000-18	580	18	1.000	1.000	700	600	800	800	700	1.500
C-1000-20	710	20	1.000	1.000	700	600	800	800	700	1.500
C-1000-22	810	22	1.000	1.000	700	600	800	800	700	1.500
C-2000-12	540	12	2.000	2.000	1.400	600	1.800	1.800	1.400	1.500
C-2000-14	640	14	2.000	2.000	1.400	600	1.800	1.800	1.400	1.500
C-2000-16	750	16	2.000	2.000	1.400	600	1.800	1.800	1.400	1.500
C-2000-18	860	18	2.000	2.000	1.400	600	1.800	1.800	1.400	1.500
C-2000-20	980	20	2.000	2.000	1.400	600	1.800	1.800	1.400	1.500
C-2000-22	1.080	22	2.000	2.000	1.400	600	1.800	1.800	1.400	1.500
C-3000-12	680	12	3.000	3.000	1.400	800	2.500	2.500	1.400	2.200
C-3000-14	800	14	3.000	3.000	1.400	800	2.500	2.500	1.400	2.200
C-3000-16	940	16	3.000	3.000	1.400	800	2.500	2.500	1.400	2.200
C-3000-18	1.100	18	3.000	3.000	1.400	800	2.500	2.500	1.400	2.200
C-3000-20	1.200	20	3.000	3.000	1.400	800	2.500	2.500	1.400	2.200
C-3000-22	1.300	22	3.000	3.000	1.400	800	2.500	2.500	1.400	2.200
C-4500-12	800	12	4.500	4.500	1.400	800	4.000	4.000	1.400	2.200
C-4500-14	1.000	14	4.500	4.500	1.400	800	4.000	4.000	1.400	2.200
C-4500-16	1.200	16	4.500	4.500	1.400	800	4.000	4.000	1.400	2.200
C-4500-18	1.420	18	4.500	4.500	1.400	800	4.000	4.000	1.400	2.200
C-4500-20	1.600	20	4.500	4.500	1.400	800	4.000	4.000	1.400	2.200
C-4500-22	1.750	22	4.500	4.500	1.400	800	4.000	4.000	1.400	2.200
C-7000-12	1.100	12	7.000	7.000	2.500	1.200	6.500	6.500	2.500	3.000
C-7000-14	1.300	14	7.000	7.000	2.500	1.200	6.500	6.500	2.500	3.000
C-7000-16	1.400	16	7.000	7.000	2.500	1.200	6.500	6.500	2.500	3.000
C-7000-18	1.700	18	7.000	7.000	2.500	1.200	6.500	6.500	2.500	3.000
C-7000-20	1.900	20	7.000	7.000	2.500	1.200	6.500	6.500	2.500	3.000
C-7000-22	2.200	22	7.000	7.000	2.500	1.200	6.500	6.500	2.500	3.000
C-9000-14	1.500	14	9.000	9.000	2.500	1.200	8.500	8.500	2.500	3.000
C-9000-16	1.700	16	9.000	9.000	2.500	1.200	8.500	8.500	2.500	3.000
C-9000-18	2.000	18	9.000	9.000	2.500	1.200	8.500	8.500	2.500	3.000
C-9000-20	2.300	20	9.000	9.000	2.500	1.200	8.500	8.500	2.500	3.000
C-9000-22	1.900	22	9.000	9.000	2.500	1.200	8.500	8.500	2.500	3.000
Total apoyos de celosía.....			41							

		FECHA		NOMBRE	
		Dibujado 16/05/2022		UFD	
		Comprobado 16/05/2022		UFD	
Aprobado 16/05/2022		UFD		GESTIÓN DEL ACTIVO REV. 3 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-010300	
ESCALAS: 1:30 1:100		APOYOS METÁLICOS CELOSIA DESDE C-500 HASTA C-9000 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV			

LAMT-020050



CARACTERÍSTICAS								
RÓTULA	A (mm)	D (mm)	E (mm)	G (mm)	d (mm)	V (mm)	Peso aprox (kg)	Carga rotura (daN)
R16	65	17,5	min 15 max 17	≤ 15	≥ 5	16	0,58	12.500

NOTA: Rótula de acero galvanizado en caliente mín. 85 micras



ESCALAS:

1:2

RÓTULA CORTA

PROYECTO TIPO
LINEAS ELECTRICAS AEREAS
HASTA 20 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 3 HOJA 1 DE 1

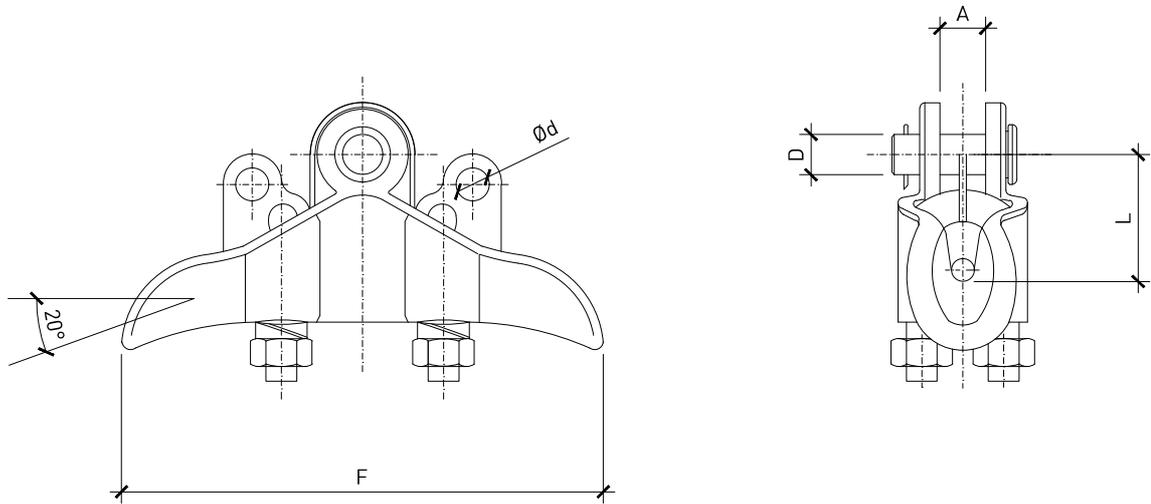
Nº PLANO

LAMT-020050

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-020100



CARACTERÍSTICAS											
DENOMINACIÓN	Ø Conductor		Dimensiones (mm)						Estribos	Peso aprox. kg.	Carga Rotura daN
	Min	Max	A		L	Ø D	Ø d	F			
			MAX	MIN					MAX		
GS-1	5	12	18	20	50	16	13	149	M-10	0.40	1.800
GS-2	12	17	18	20	60	16	13	190	M-12	0,82	4.500



ESCALAS:

SIN

ESCALA

GRAPA DE SUSPENSIÓN TIPO "GS"

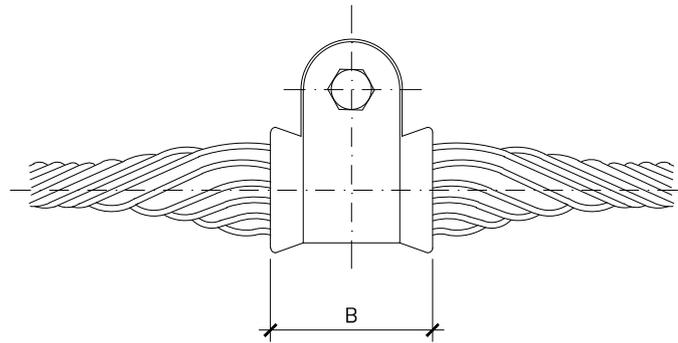
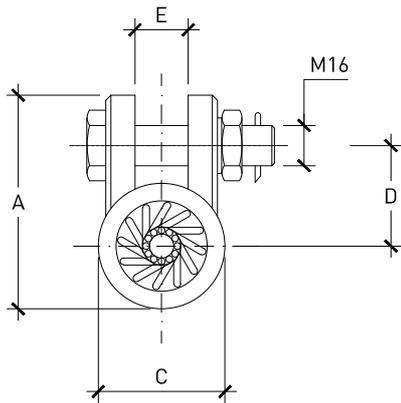
PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20 kV

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD
GESTIÓN DEL ACTIVO		
REV. 3	HOJA 1	DE 1
Nº PLANO		LAMT-020100

DIN-A4

LAMT-020150



CARACTERÍSTICAS									
DENOMINACIÓN	Ø Conductor		A	B	C	D	E	Peso aprox. (kg)	Carga de rotura (daN)
	Max.	Min.	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
GSA-56	9,3	9,6	85	64	50	40	23	0,5	2500
GSA-110/125	13,8	14,5	103	84	63	40	23	0,8	4536



ESCALAS:

SIN

ESCALA

GRAPA DE SUSPENSIÓN PREFORMADA DE NEOPRENO TIPO "GSA"

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20 kV

FECHA NOMBRE

Dibujado 16/05/2022 UFD

Comprobado 16/05/2022 UFD

Aprobado 16/05/2022 UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 3 HOJA 1 DE 1

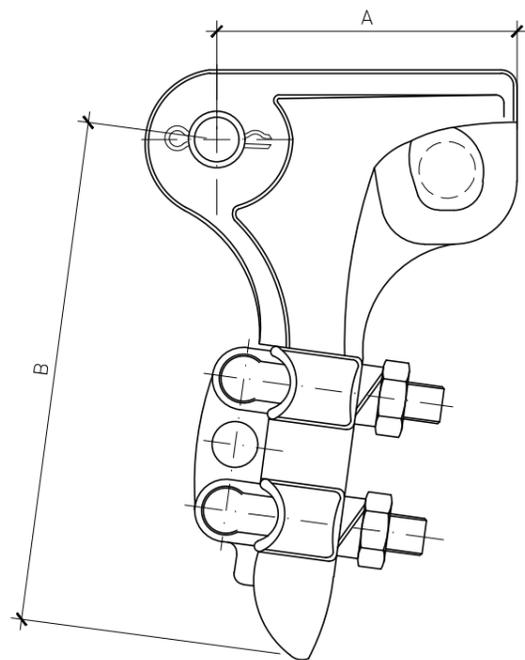
Nº PLANO

LAMT-020150

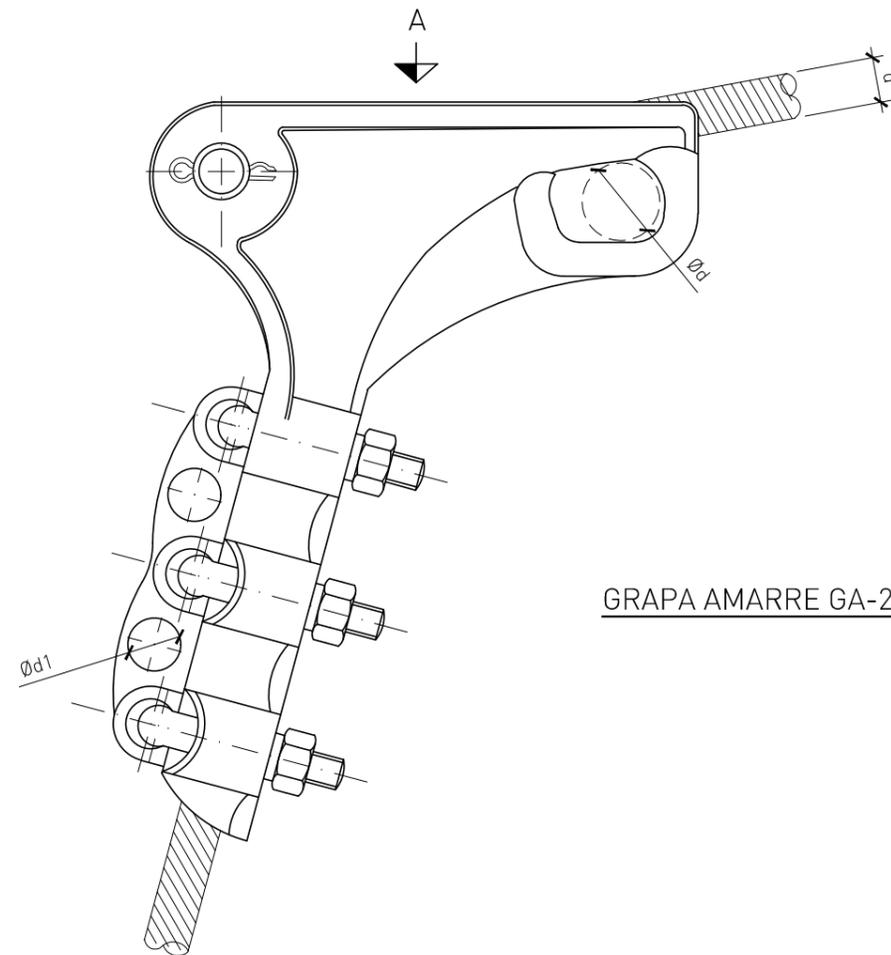
DIN-A4

Revisión LCOE.

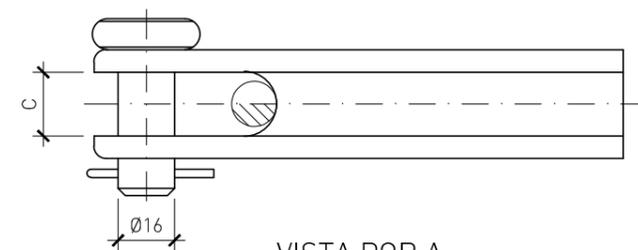
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.



GRAPA AMARRE GA-1



GRAPA AMARRE GA-2

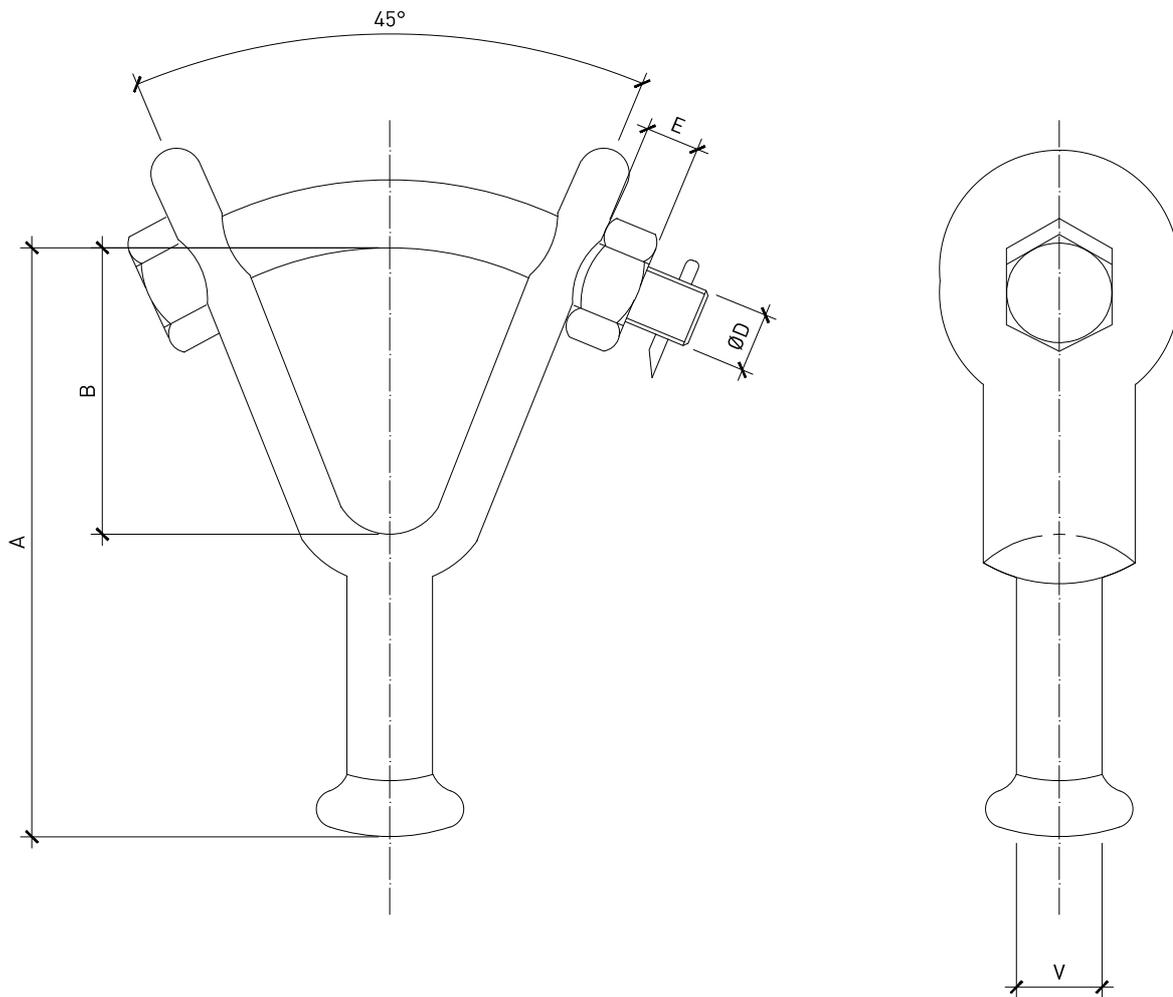


VISTA POR A

CARACTERÍSTICAS													
DENOMINACIÓN	Ø Conductor		Dimensiones (mm)						Estribos		Nº Agujeros zapata	Peso aprox.	Carga Rotura
	Min	Max	A	B	C		Ø d	Ø d1	Rosca	Nº		kg.	daN
					Min	Max							
GA-1	6	10	80	98	17,5	20	16	13	M-10	2	1	0,43	2.500
GA-2	10	16	135	181	18	20,5	22	15	M-12	3	2	1,12	5.500

		FECHA	NOMBRE		
		Dibujado	16/05/2022	UFD	
		Comprobado	16/05/2022	UFD	
		Aprobado	16/05/2022	UFD	
ESCALAS:	1:2	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 3	HOJA 1
			Nº PLANO LAMT-020200		

LAMT-020250



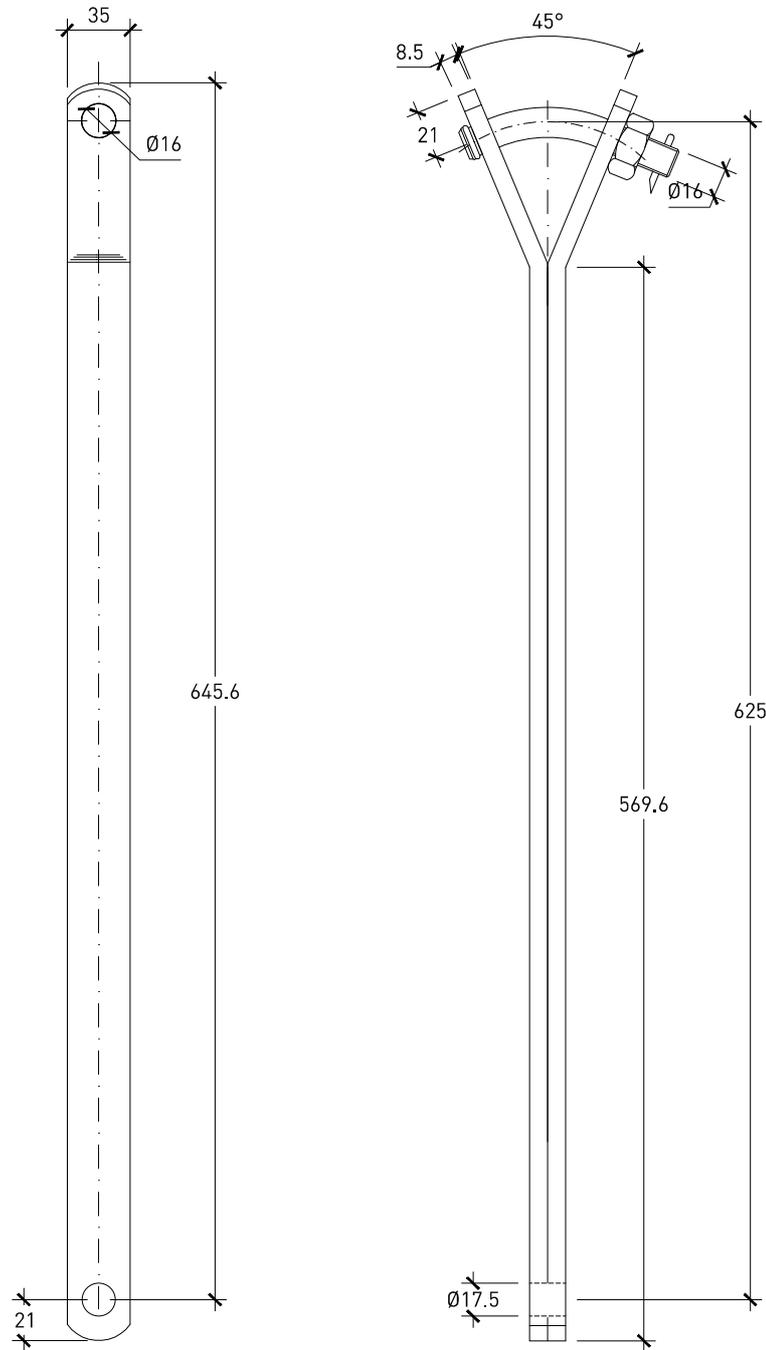
CARACTERÍSTICAS								
Código SGA	HORQUILLA	A (mm)	B (mm)	D	E (mm)	V (mm)	Peso aprox. (kg)	Carga rotura (daN)
440410	HB-16	78	38	M-16	12	16	0,6600	12.500

NOTA: Rótula de acero galvanizado en caliente mín. 85 micras



ESCALAS: SIN ESCALA	HORQUILLA DE BOLA	FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
		Comprobado 16/05/2022	UFD
DIN-A4	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20 kV	Aprobado 16/05/2022	UFD
		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 3	HOJA 1 DE 1
Revisión LCOE. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.		Nº PLANO LAMT-020250	

LAMT-020300

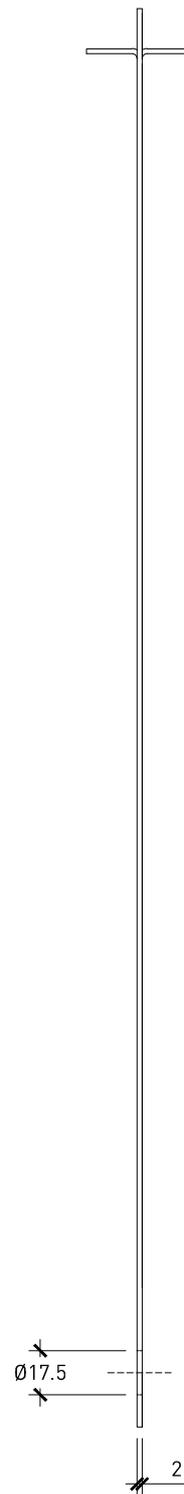
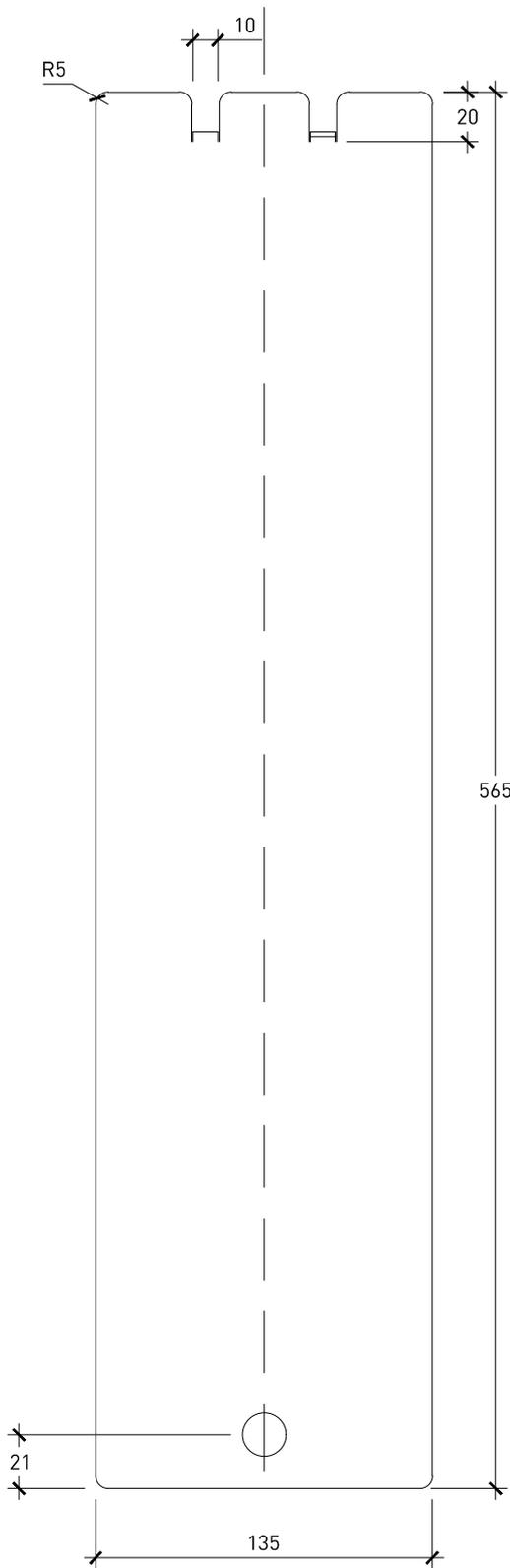


Fabricante:
 Tipo de herraje: (AC)
 Fecha



		FECHA		NOMBRE		
		Dibujado	16/05/2022	UFD		
		Comprobado	16/05/2022	UFD		
		Aprobado	16/05/2022	UFD		
ESCALAS:	ALARGADERA CADENA DE AMARRE				GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:4					REV. 2	HOJA 1
DIN-A4	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV				N° PLANO LAMT-020300	

LAMT-020350



Fabricante:
 Tipo de herraje: (CH)
 Fecha



ESCALAS:

1:3

CHAPA ANTIPOSADA PARA ALARGADERA
 CADENA AMARRE

PROYECTO TIPO
 LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
 HASTA 20 KV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 2 HOJA 1 DE 1

Nº PLANO

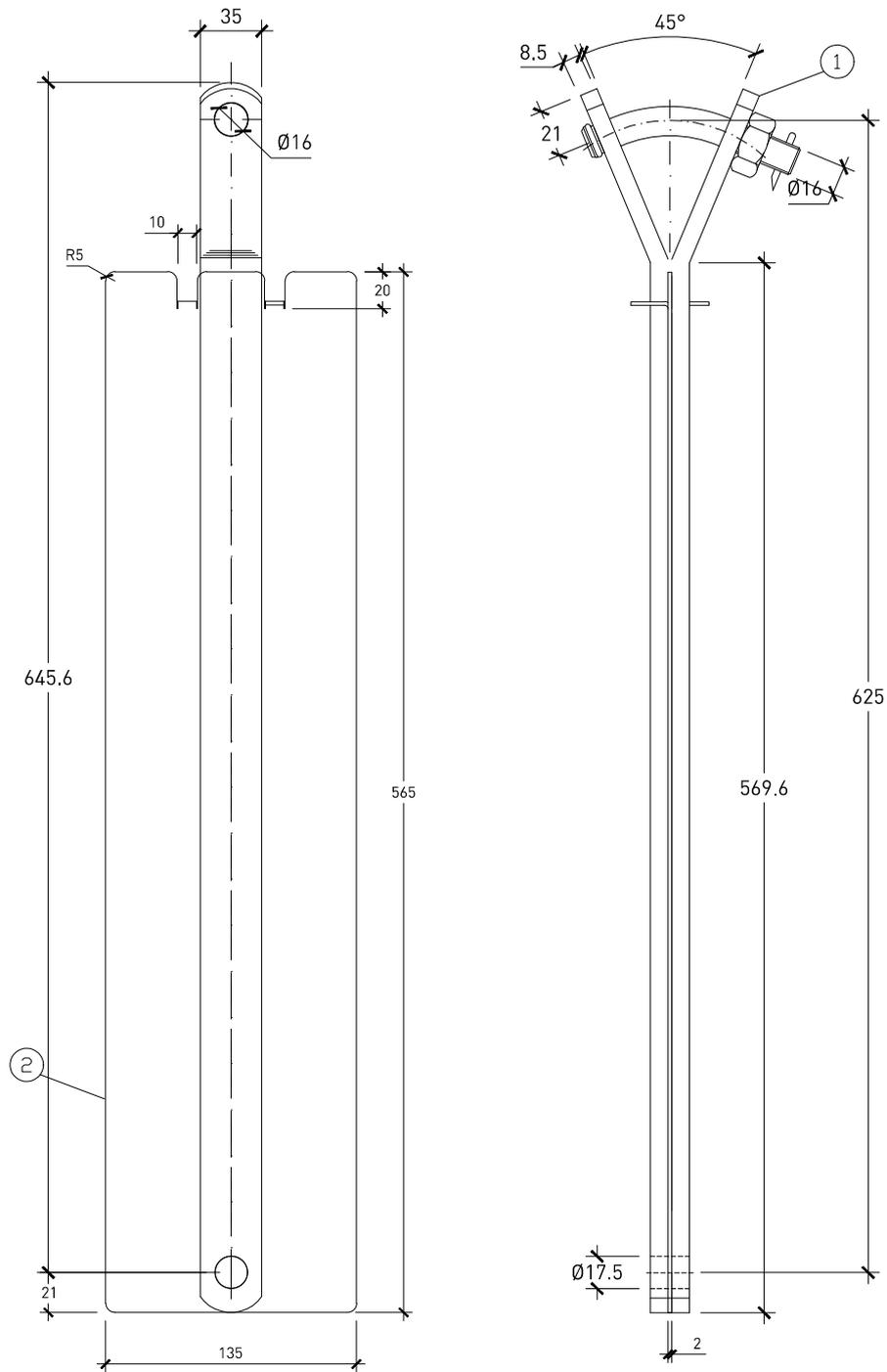
LAMT-020350

DIN-A4

Revisión LCOE.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-020400



Peso aproximado: 4,5 kg

2	CHAPA ANTIPOSADA PARA ALARGADERA CADENA DE AMARRE	1	LAMT-020300
1	ALARGADERA CADENA DE AMARRE	1	LAMT-020350
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS:

1:4

ALARGADERA AVIFAUNA CADENA AMARRE

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 2 HOJA 1 DE 1

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20 KV

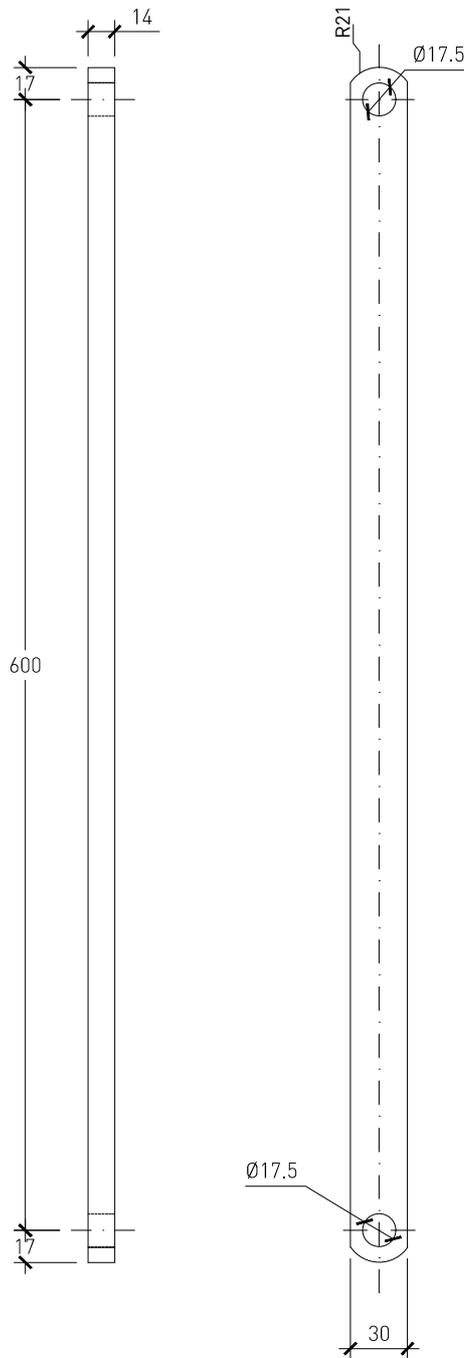
Nº PLANO

LAMT-020400

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-020450



CARACTERÍSTICAS DEL TIRANTE	
CHAPA ACERO GALVANIZADO	85 micras
CARGA DE ROTURA MÍNIMA	5000 daN
PESO. APROX	2 kg



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS:
1:4

TIRANTE

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 2 HOJA 1 DE 1

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20 kV

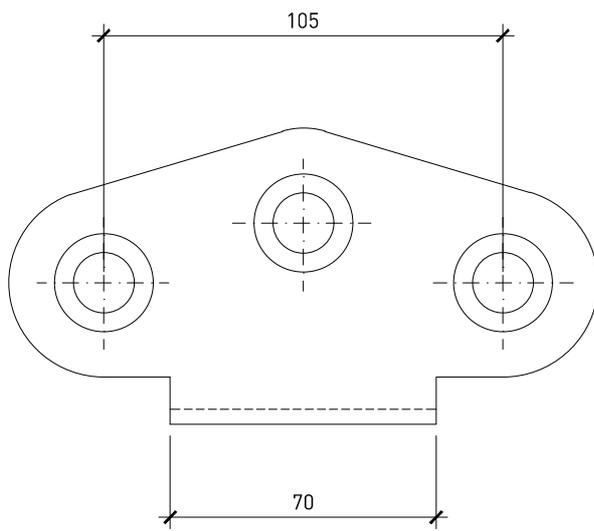
Nº PLANO

LAMT-020450

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-020500



CARACTERÍSTICAS	
Yugo: Acero galvanizado en caliente mín.	85 micras
Bulón: Acero galvanizado en caliente mín.	70 micras
Pasador: Tipo autoblocaje de latón o acero inoxidable	
Carga de rotura	4000 daN
Peso Aproximado	0,65 Kg



ESCALAS:

1:2

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

YUGO DERIVACIÓN

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20 kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO

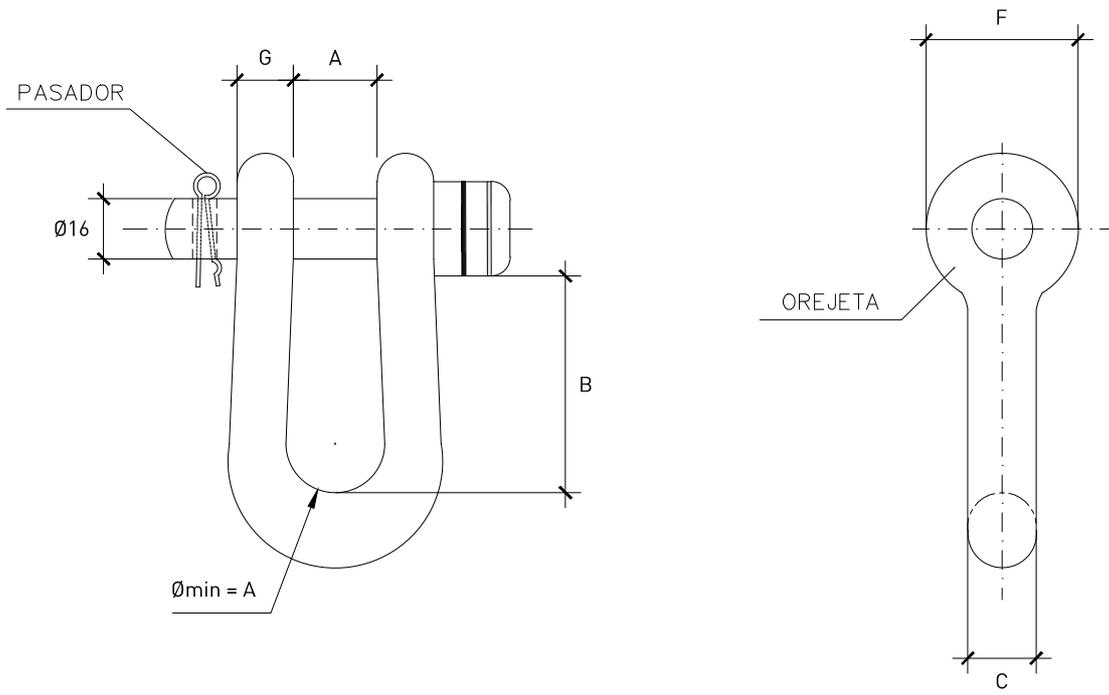
REV. 2 HOJA 1 DE 1

Nº PLANO

LAMT-020500

DIN-A4

LAMT-020550

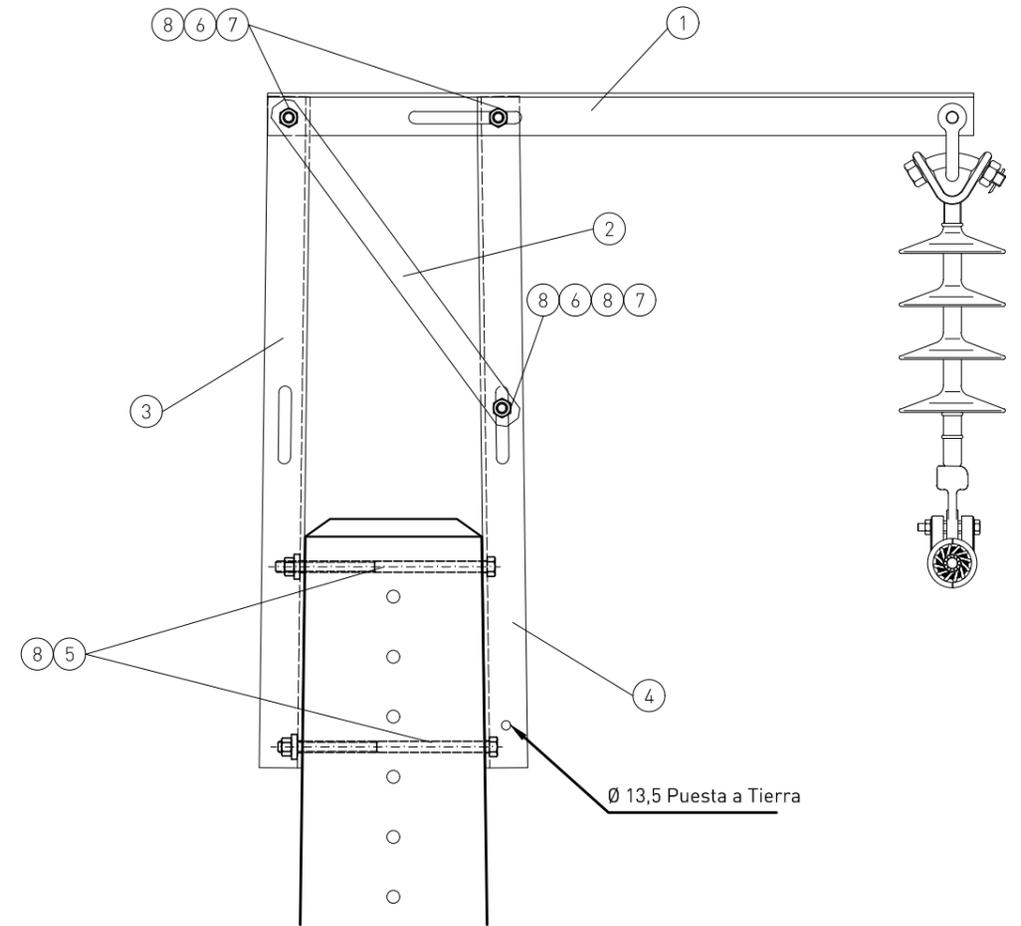
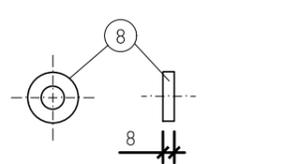
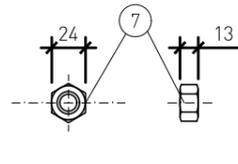
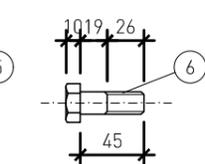
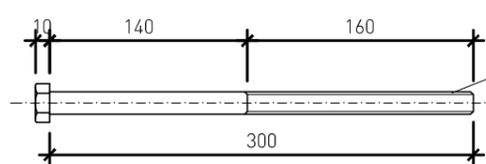
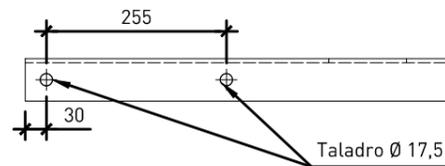
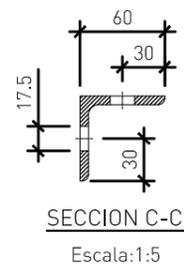
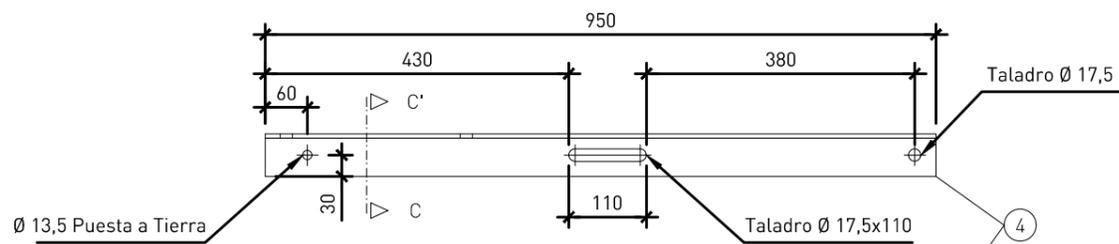
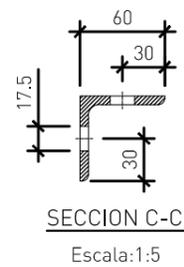
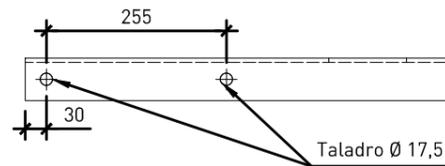
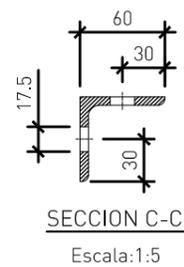
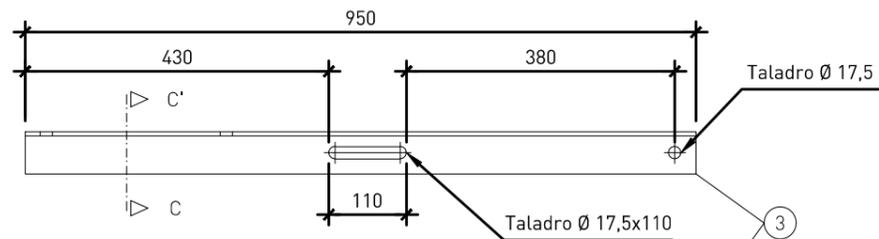
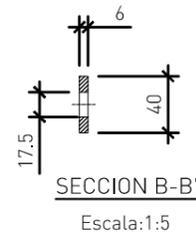
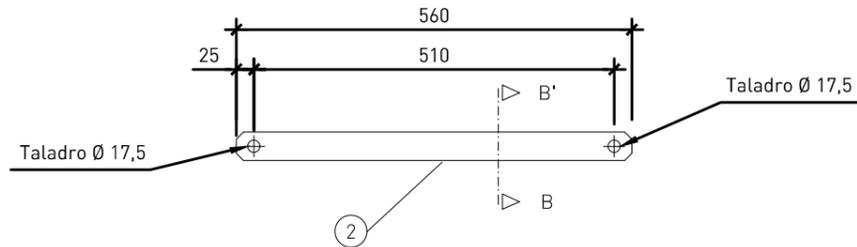
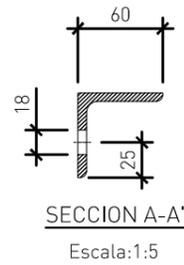
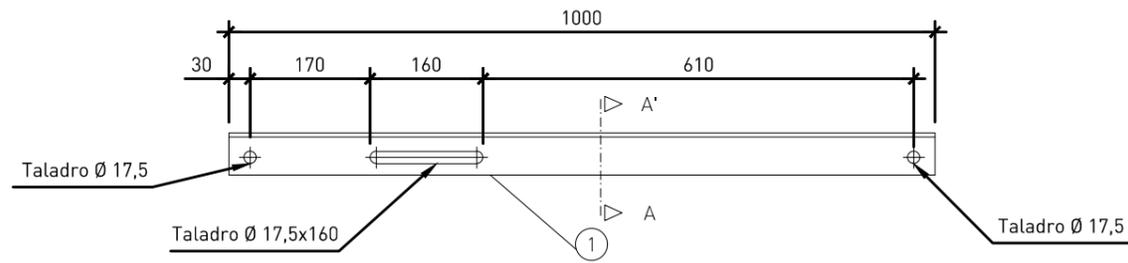


CARACTERÍSTICAS								
A (mm)		B (mm)		C (mm)	G (mm)	F (mm)	Peso aprox (kg)	Carga rotura (daN)
Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Máximo	Máximo	Máximo		
19	24	50	70	17	17	39	0,64	12.500

NOTA: Rótula de acero galvanizado en caliente mín. 85 micras



ESCALAS:	GRILLETE NORMAL GN-16	FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
1:2	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20 kV	Aprobado	16/05/2022 UFD
		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 2	HOJA 1 DE 1
DIN-A4	Revisión LCOE. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.	Nº PLANO LAMT-020550	



8	ARANDELA REDONDA PLANA M16	6	ACERO GALV.	UNE EN ISO 7091
7	TUERCAS M16	5	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4034
6	TORNILLO M16x45	3	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4018
5	TORNILLO M16x300	2	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4018
4	ANGULAR L 60x6x950	1	S 275 JR	UNE EN 10025
3	ANGULAR L 60x6x950	1	S 275 JR	UNE EN 10025
2	CHAPA TIRANTE DE 45X6x560	1	S 275 JR	UNE EN 10025
1	ANGULAR L 60x6x1000	1	S 275 JR	UNE EN 10025
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	MATERIAL	Nº DE NORMA



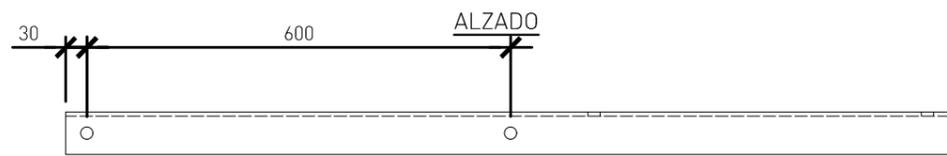
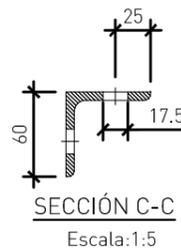
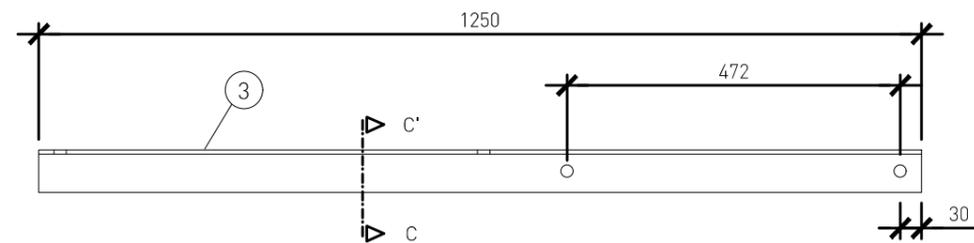
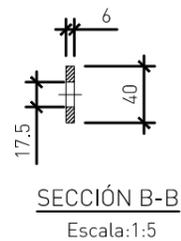
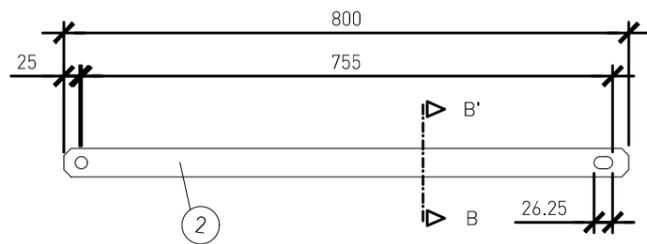
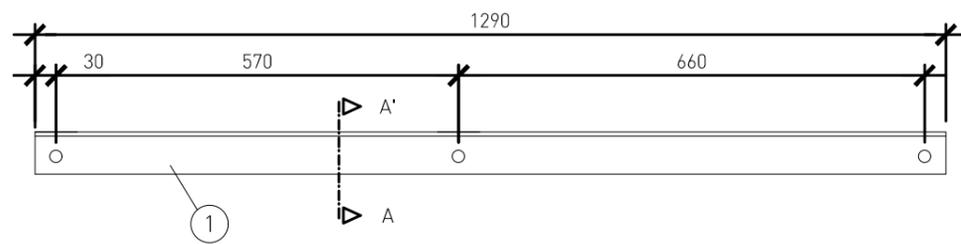
ESCALAS:
1:5
1:10

HERRAJES PASO DE FASE CENTRAL 20kV
PARA APOYOS HV Y CH

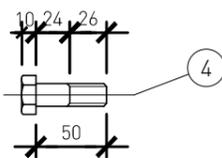
PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

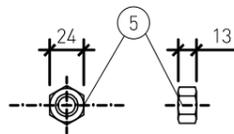
GESTIÓN DEL ACTIVO		
REV. 2	HOJA 1	DE 1
Nº PLANO		
LAMT-020600		



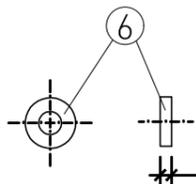
PLANTA



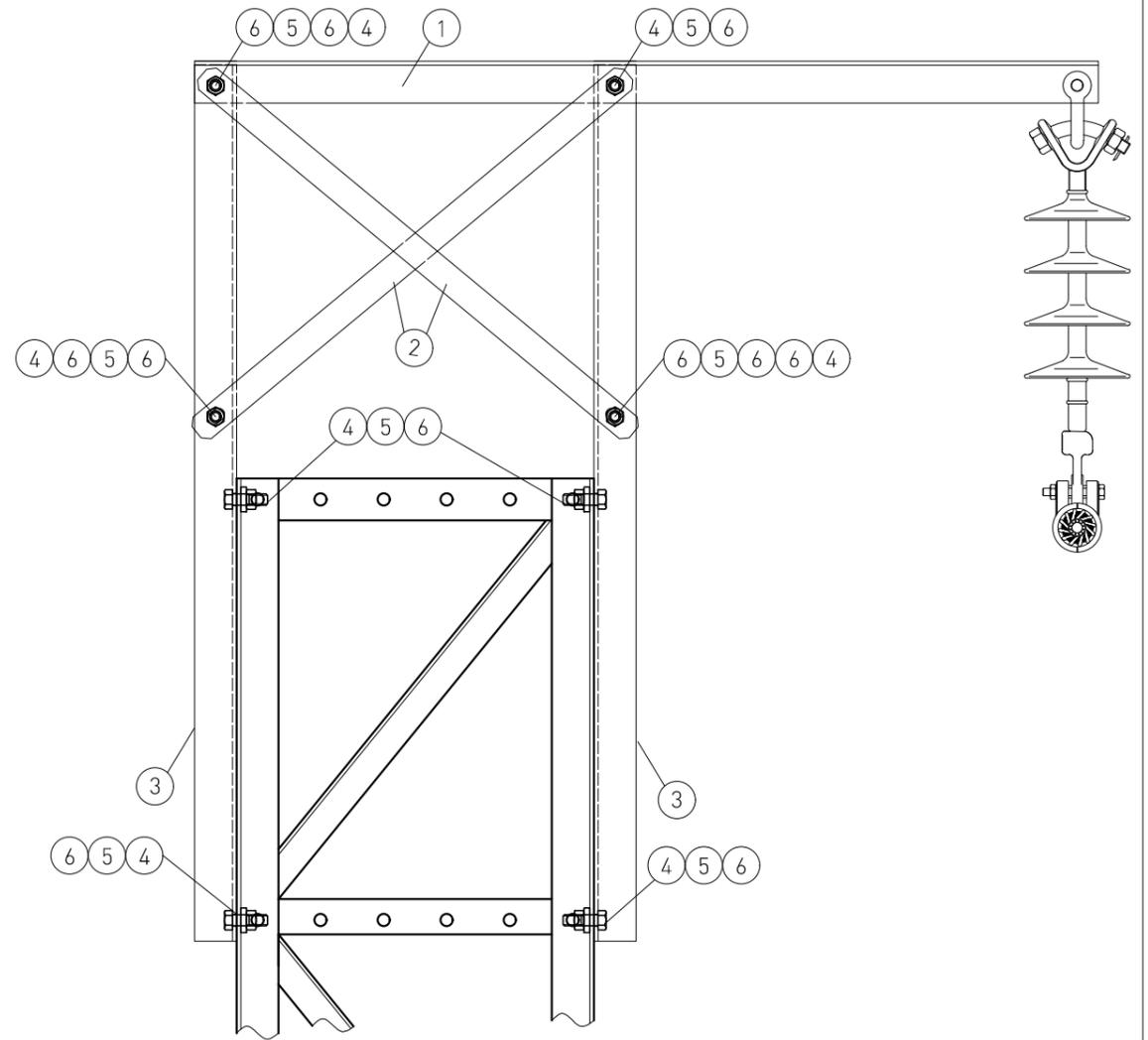
TORNILLO-(M16x50)
Escala:1:5
(8 Uds.)



TUERCA M16
Escala:1:5
(8 Uds.)



ARANDELA PLANA M16
Escala:1:5
(13 Uds.)

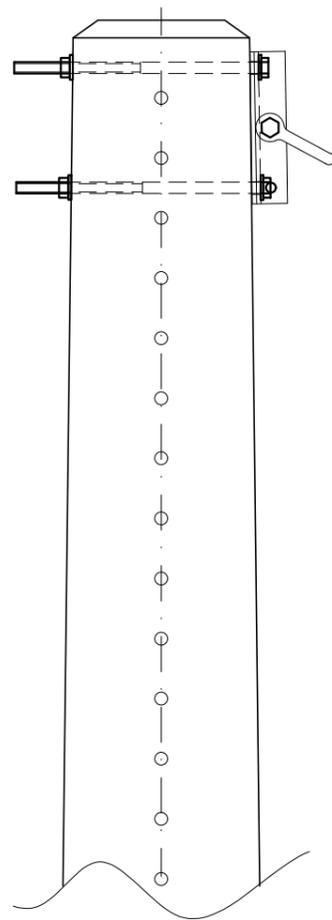


6	ARANDELA PLANA M-16	12	ACERO GALV.	UNE EN ISO 7091
5	TUERCAS M-16	8	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4034
4	TORNILLO M16x50	8	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4018
3	ANGULAR L 60x6x1250mm	2	S 275 JR	UNE EN 10025
2	CHAPA TIRANTE DE 45x6x815mm	2	S 275 JR	UNE EN 10025
1	ANGULAR L 60x6x1290mm	1	S 275 JR	UNE EN 10025
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	MATERIAL	Nº DE NORMA

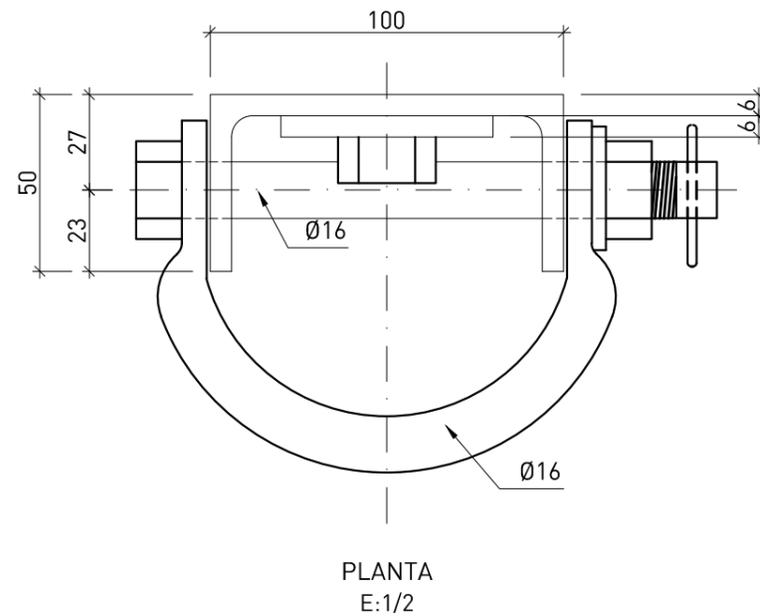
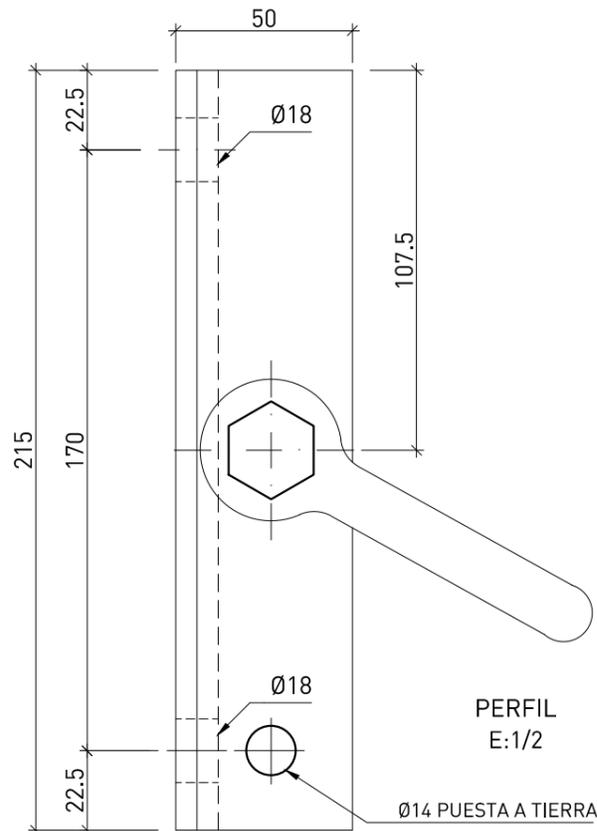
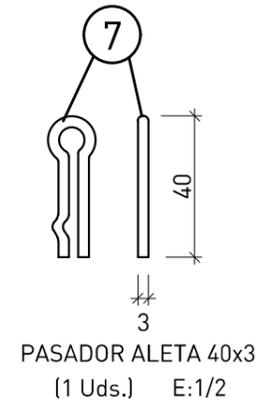
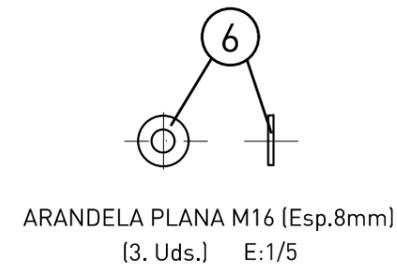
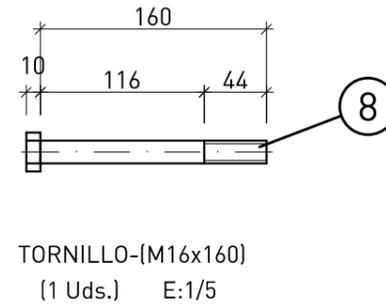
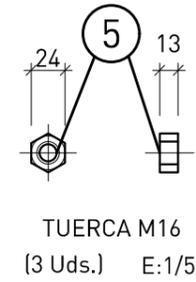
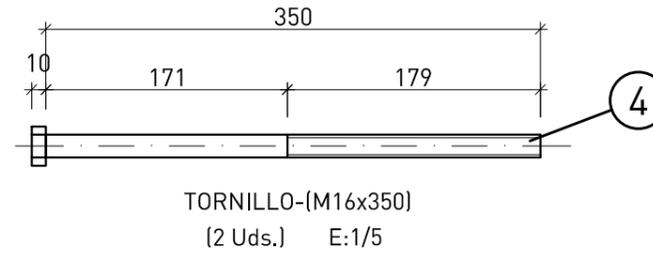
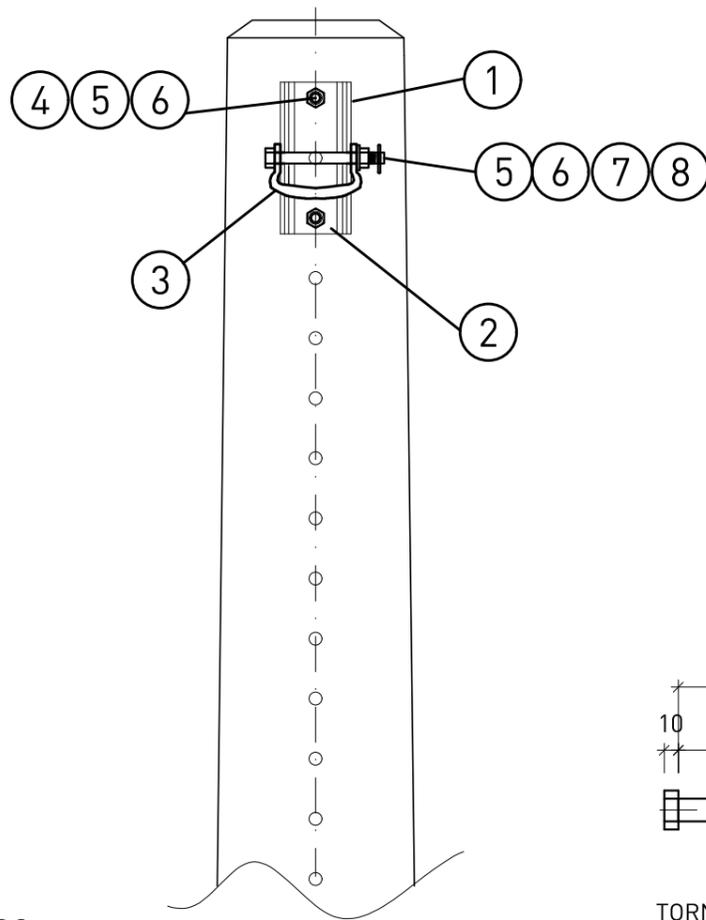


	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS: 1:10 1:5	HERRAJES PASO DE FASE CENTRAL 20kV PARA APOYOS C	GESTIÓN DEL ACTIVO	
	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	REV. 2	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-020650	



ALZADO
E:1/10



PESO APROX.: 3,5Kg

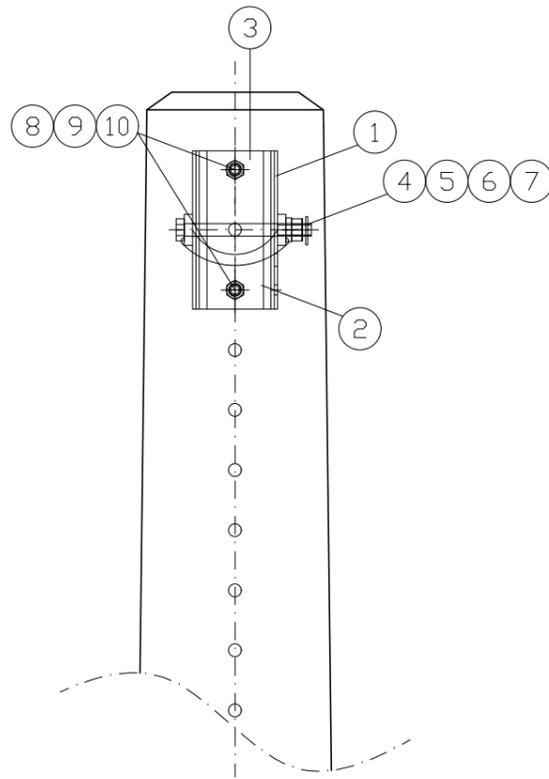
Marca	Denominacion	Nº de Piezas	Material	Nº de Norma
	8 TORNILLO M-16x160	1	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4018
	7 PASADOR ALETA 40x3mm	1	ACERO GALV.	UNE 207009
	6 ARANDELA DE PLANA M-16 (ESP.8mm)	3	ACERO GALV.	UNE EN ISO 7091
	5 TUERCAS M-16	3	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4032
	4 TORNILLO M-16x350	2	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4018
	3 HORQUILLA Ø 16 mm.	1	ACERO GALV.	UNE 207009
	2 CHAPA DE SUJECION DE 60x6	1	S 275 JR	UNE EN 10025
	1 UPN-100x50	1	S 275 JR	UNE EN 10025



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

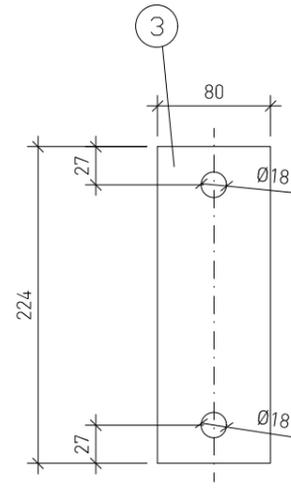
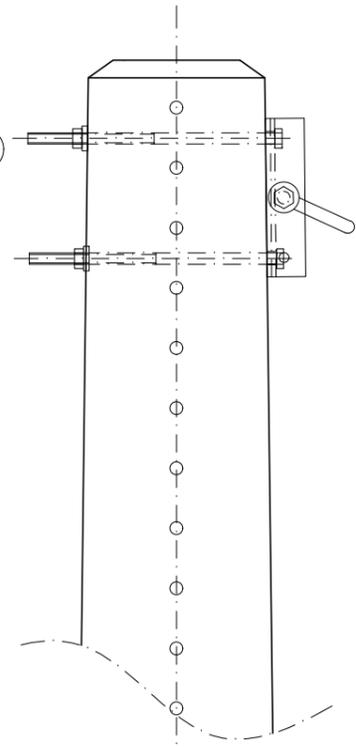
ESCALAS:	INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO
			REV. 2 HOJA 1 DE 1
			Nº PLANO LAMT-020700

CARA FRONTAL APOYO



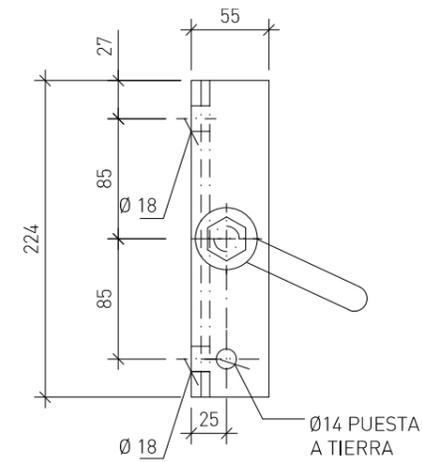
ESCALA 1:10

CARA LATERAL APOYO

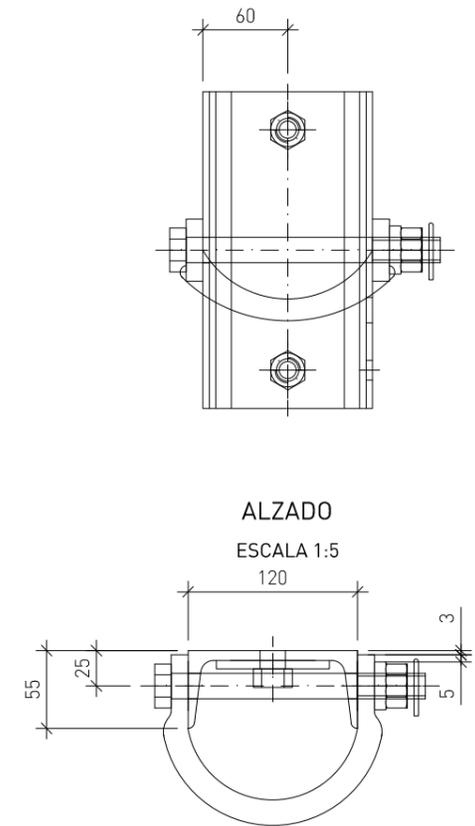


CHAPA DE SUJECIÓN 60x6x215

ESCALA 1:5
(1 Uds)

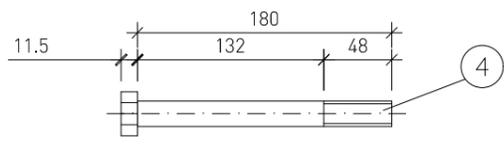


PERFIL
ESCALA 1:5



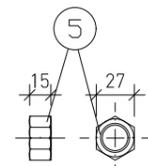
ALZADO
ESCALA 1:5
120

PLANTA
ESCALA 1:5



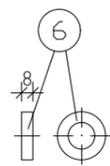
TORNILLO-(M18x180)

ESCALA 1:5
(1 Uds)



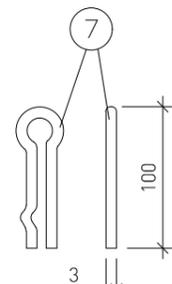
TUERCA M18

ESCALA 1:5
(1 Uds)



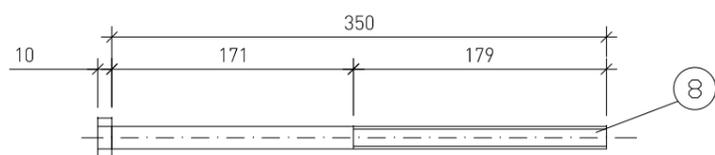
ARANDELA PLANA M18 (Esp.8mm)

ESCALA 1:5
(1 Uds)



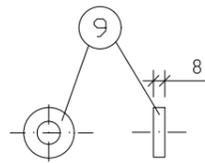
PASADOR ALETA 40x3

ESCALA 1:5
(1 Uds)



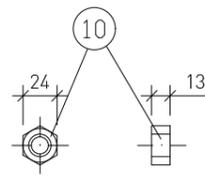
TORNILLO-(M16x350)

ESCALA 1:5
(2 Uds)



ARANDELA PLANA M16 (Esp.8mm)

ESCALA 1:5
(2 Uds)



TUERCA M16

ESCALA 1:5
(2 Uds)

PESO APROX: 5,55 kg

10	TUERCA M16	2	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4034
9	ARANDELA PLANA M16 (ESP 8mm)	2	ACERO GALV.	UNE EN ISO 7091
8	TORNILLO M16x160mm	2	CALIDAD 5.6	UNE EN ISO 4018
7	PASADOR ALETA 40x3mm	1	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4018
6	ARANDELA PLANA M18 (ESP 8mm)	1	ACERO GALV.	UNE EN ISO 7091
5	TUERCA M18	1	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4034
4	TORNILLO M18x180mm	1	CALIDAD 5.6	UNE EN ISO 4034
3	CHAPA DE SUJECIÓN 60x6x224mm	1	S 275 JR	UNE EN 10025
2	HORQUILLA Ø18mm	1	ACERO GALV.	
1	UPN 120x55x224mm	1	S 275 JR	UNE EN 10025

MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	MATERIAL	Nº DE NORMA
-------	--------------	--------------	----------	-------------



ESCALAS:
1:5
1:10

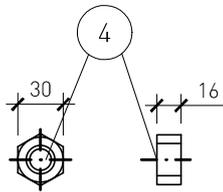
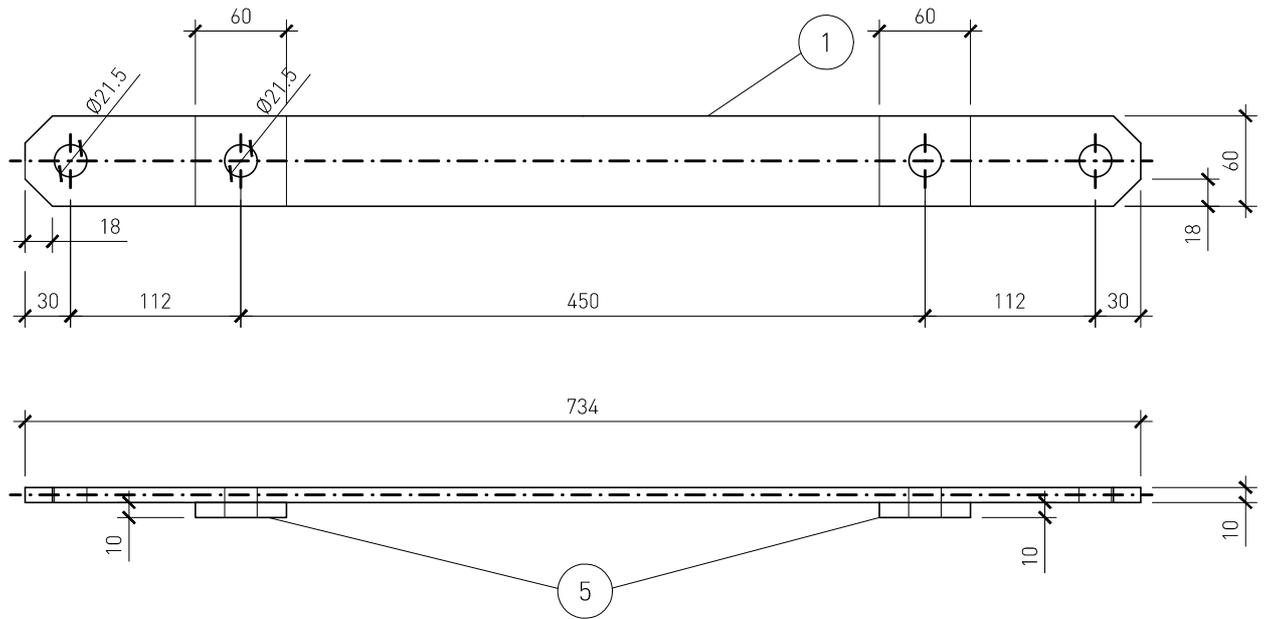
CARTELA DE AMARRE REFORZADA

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

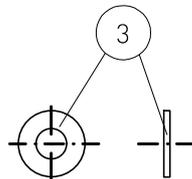
	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO		
REV. 3	HOJA 1	DE 1
Nº PLANO		
LAMT-020750		

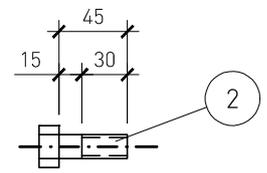
LAMT-020800



TUERCA M20
(2 Uds.)



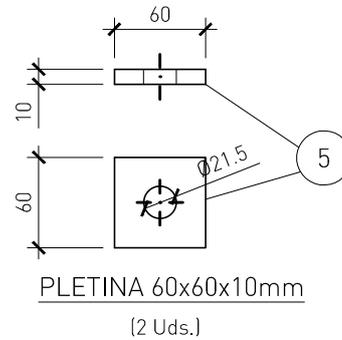
ARANDELA REDONDA PLANA M20 (ESP.8mm)
(2 Uds.)



TORNILLO-(M20x45)
(2 Uds.)

Fabricante:	
Tipo de herraje:	(FC)
Fecha:	

PESO APROX.: 3,5Kg



PLETINA 60x60x10mm
(2 Uds.)

5	PLETINA 60x60x10 mm	2	ACERO GALV.	UNE EN 10025
4	TUERCAS M-20	2	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4034
3	ARANDELA REDONDA PLANA M-20 (ESP.8mm)	2	ACERO GALV.	UNE EN ISO 7091
2	TORNILLO M-20x45	2	ACERO GALV.	UNE EN ISO 4018
1	AMARRE FASE CENTRAL 60x10x734	1	S 275 JR	UNE EN 10025
MARCA	DENOMINACION	Nº DE PIEZAS	MATERIAL	Nº DE NORMA

Galvanizado en caliente mín. 85 micras



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS:

AMARRE FASE CENTRAL (FC) APOYOS HASTA C-9000

GESTIÓN DEL ACTIVO

1:5

REV. 2 HOJA 1 DE 1

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20 kV

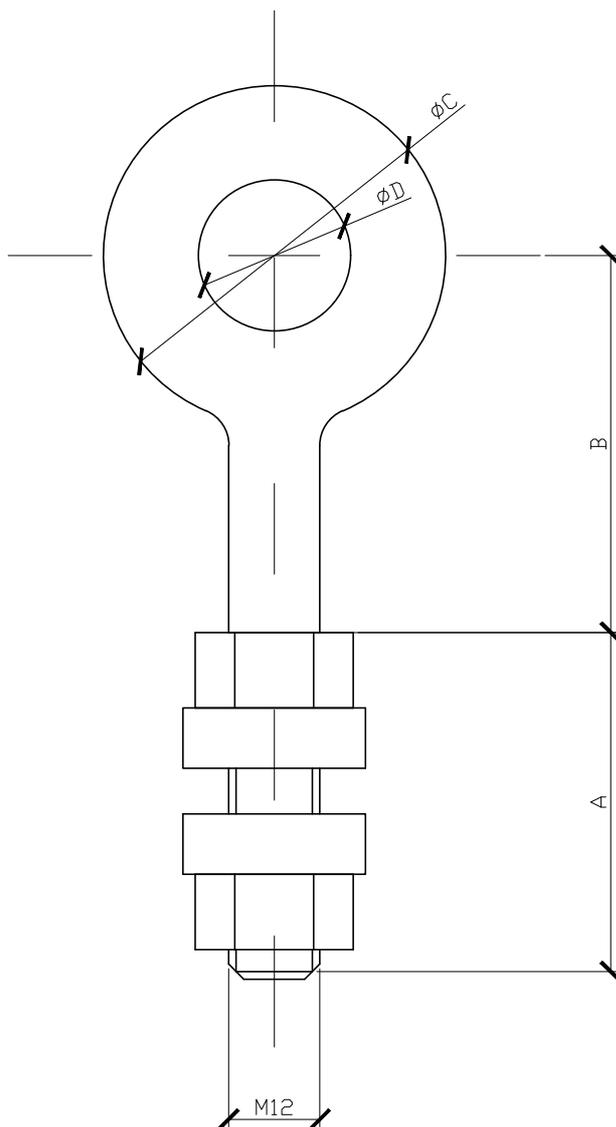
Nº PLANO

LAMT-020800

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-020900



DENOMINACIÓN	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
CÁNCAMO ROSCADO M12x80 GALVANIZADO	45	50	45	20

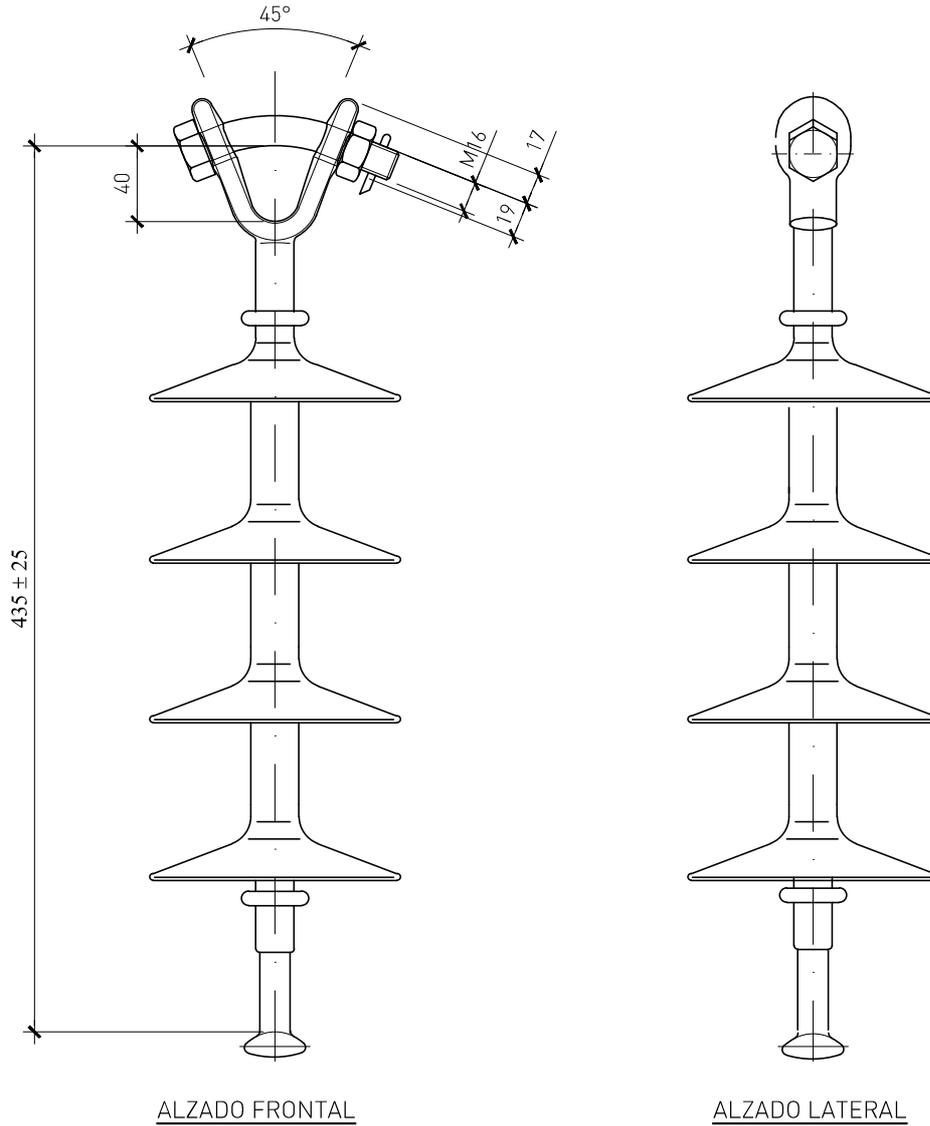


ESCALAS: 1:1	CÁNCAMO ROSCADO M12x80 GALVANIZADO	FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
		Comprobado 16/05/2022	UFD
GESTIÓN DEL ACTIVO		Aprobado 16/05/2022	UFD
REV. 2	HOJA 1	DE 1	
PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		Nº PLANO LAMT-020900	

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-030000



DENOMINACION	ACOPLAMIENTO UNE EN 61466-1	PESO APROX. (kg)	LINEA DE FUGA (mm)	CARGA DE ROTURA (kN)
AISLADOR POLIMÉRICO	16	2	≥ 600	≥ 70



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS:

1:4

AISLADOR POLIMÉRICO 20kV

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 2 HOJA 1 DE 1

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

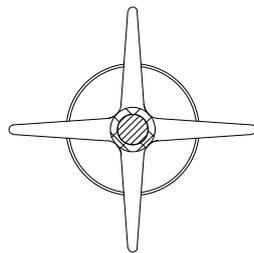
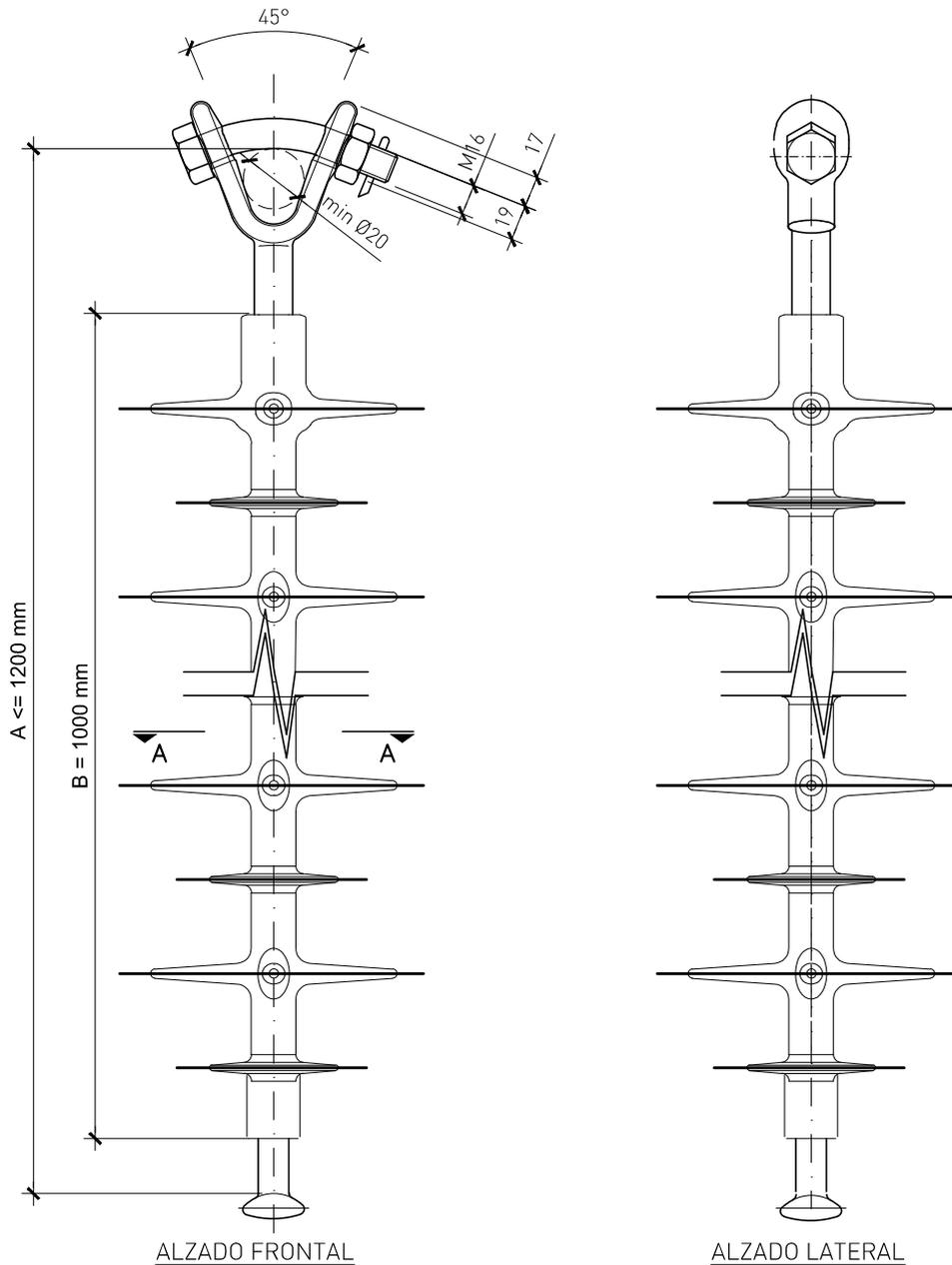
Nº PLANO

LAMT-030000

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-030100



SECCIÓN A-A

CÓDIGO	DENOMINACIÓN	ACOPLAMIENTO UNE EN 61466-1	PESO APROX. (kg)	LÍNEA DE FUGA (mm)	CARGA DE ROTURA (kN)
869802	AISLADOR COMP. AVIF. CSA-70-20-III (Y16B16)	16	2	≥ 600	≥ 70



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Proyectado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS:

1:4

AISLADOR POLIMÉRICO 20kV AVIFAUNA 1M

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 1 HOJA 1 DE 1

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20 kV

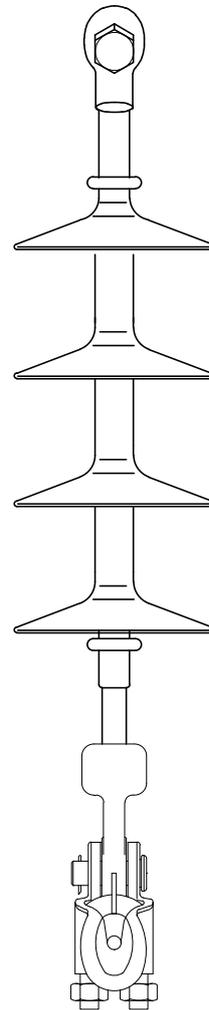
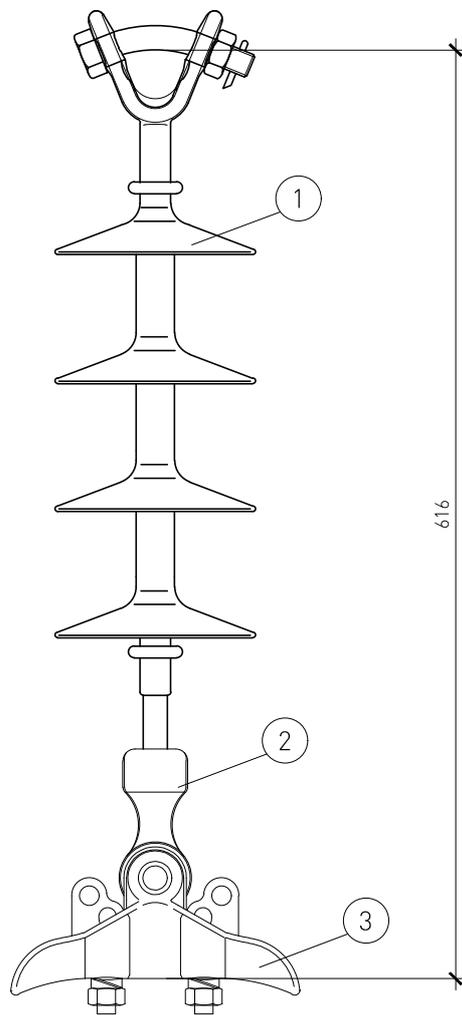
Nº PLANO

LAMT-030100

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-031000



3	GRAPA DE SUSPENSIÓN TIPO "GS"	1	LAMT-020100
2	RÓTULA CORTA	1	LAMT-020050
1	AISLADOR POLIMÉRICO 20kV	1	LAMT-030000
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS



ESCALAS:

1:5

CADENA DE SUSPENSIÓN AISLAMIENTO POLIMÉRICO

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 3 HOJA 1 DE 1

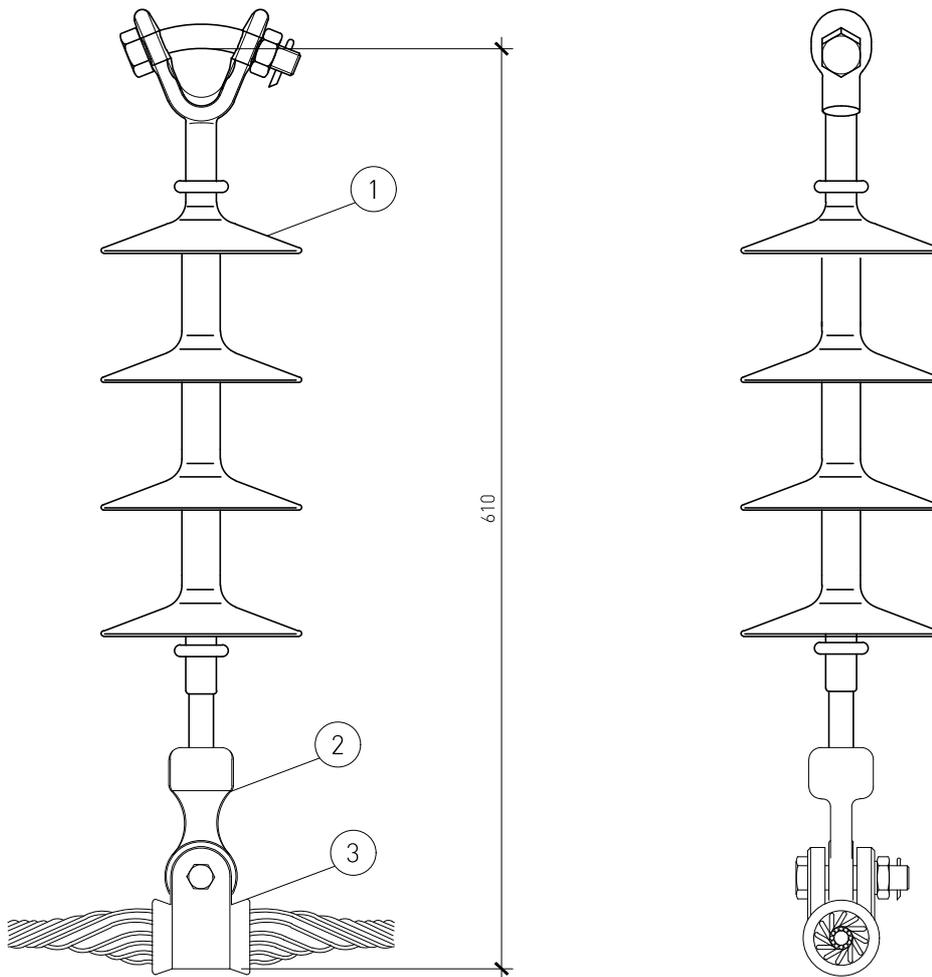
Nº PLANO

LAMT-031000

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-031100



3	GRAPA DE SUSPENSIÓN PREFORMADA DE NEOPRENO TIPO "GSA"	1	LAMT-020150
2	RÓTULA CORTA	1	LAMT-020050
1	AISLADOR POLIMÉRICO 20kV	1	LAMT-030000
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS



ESCALAS:

1:5

CADENA DE SUSPENSIÓN-CRUCES AISLAMIENTO POLIMÉRICO

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 3 HOJA 1 DE 1

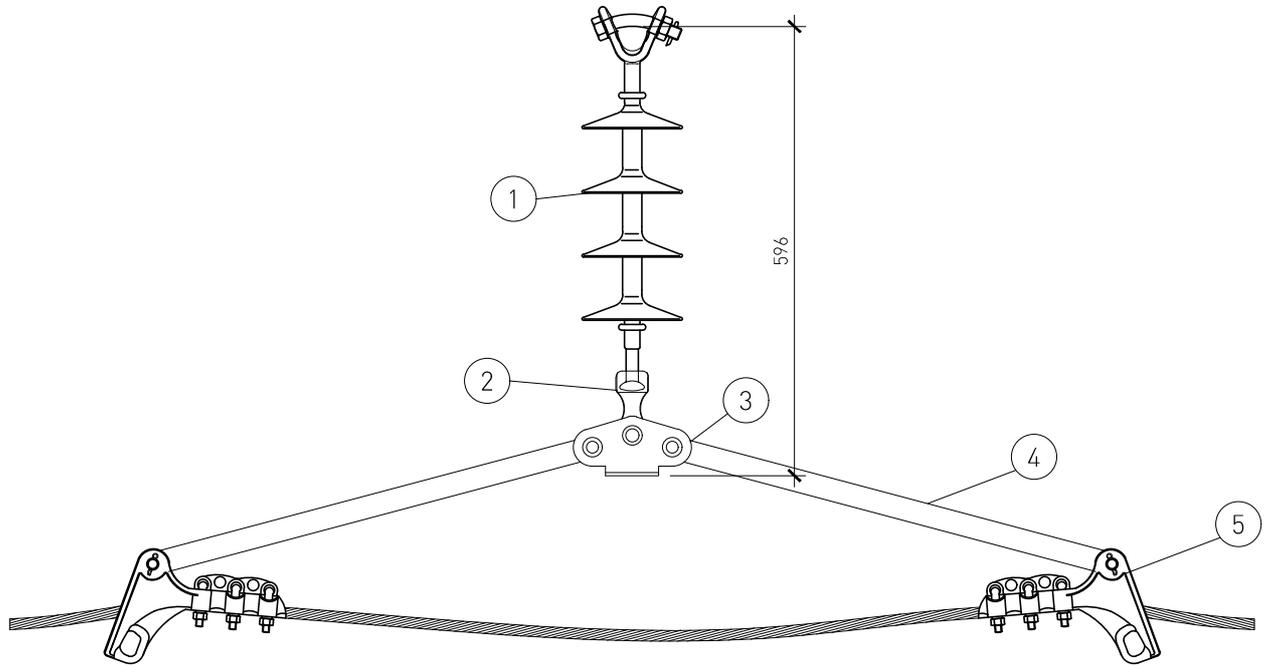
Nº PLANO

LAMT-031100

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-031200



5	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"	2	LAMT-020200
4	TIRANTE	2	LAMT-020450
3	YUGO DE DERIVACIÓN	1	LAMT-020500
2	RÓTULA CORTA	1	LAMT-020050
1	AISLADOR POLIMÉRICO 20 kV	1	LAMT-030000
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS



ESCALAS:

1:10

CADENA DE SUSPENSIÓN - DERIVACIÓN
AISLAMIENTO POLIMÉRICO

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

FECHA NOMBRE

Dibujado 16/05/2022 UFD

Comprobado 16/05/2022 UFD

Aprobado 16/05/2022 UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 3 HOJA 1 DE 1

Nº PLANO

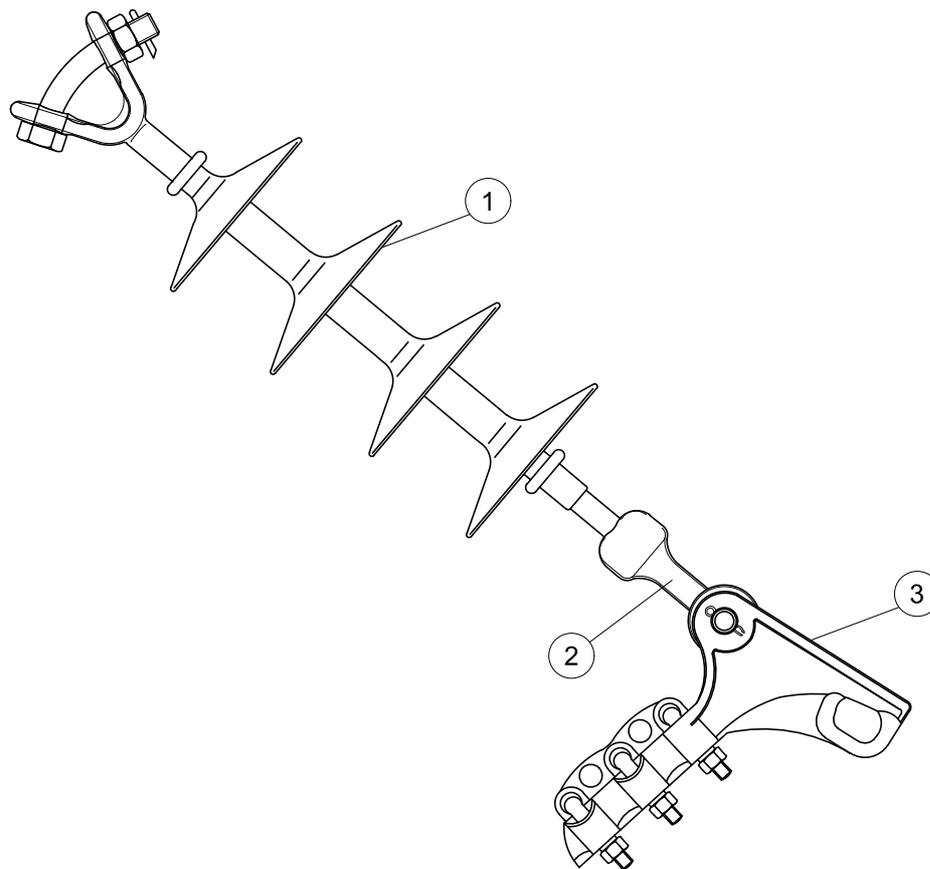
LAMT-031200

DIN-A4

Revisión LCOE.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-032000



3	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"	1	LAMT-020200
2	RÓTULA CORTA R16	1	LAMT-020000
1	AISLADOR POLIMÉRICO 20kV	1	LAMT-030000
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS:

1:5

CADENA DE AMARRE AISLADOR POLIMÉRICO

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 3 HOJA 1 DE 1

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

Nº PLANO

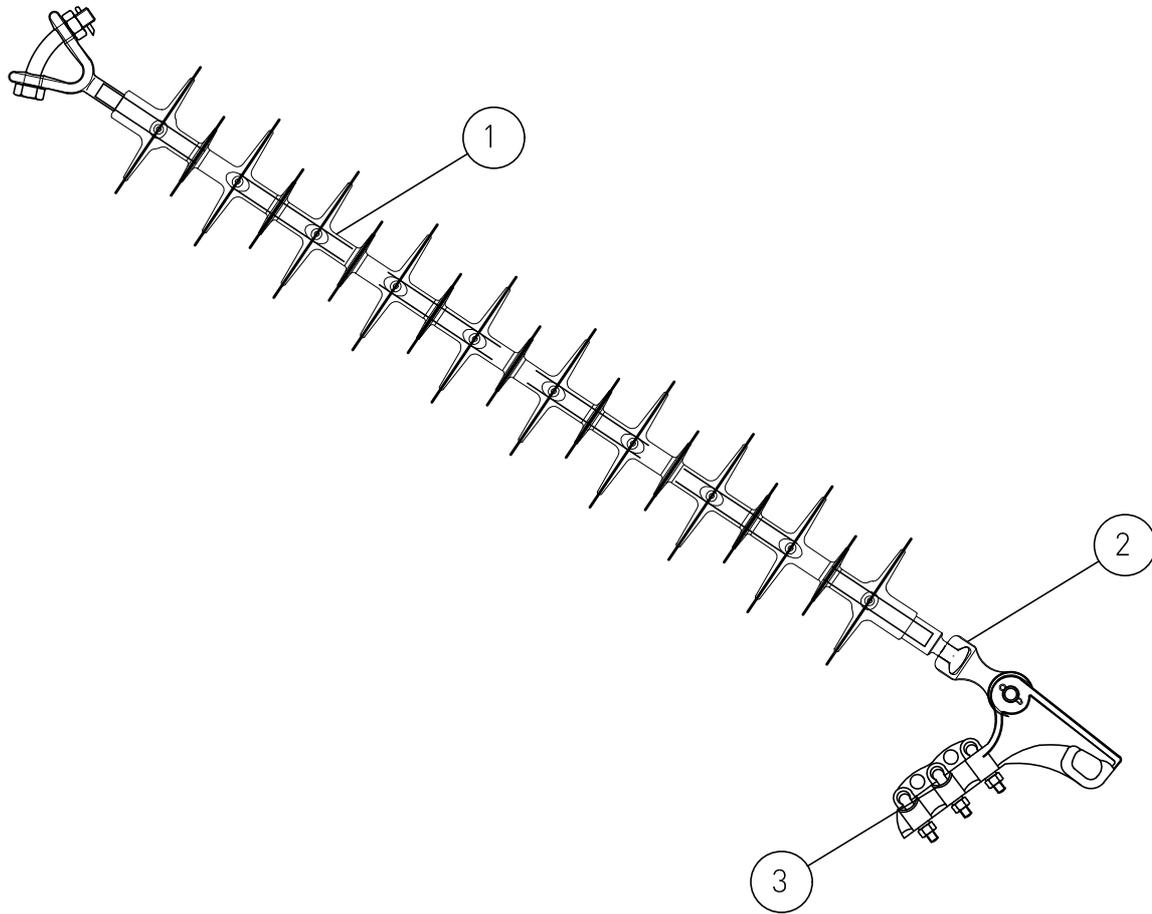
LAMT-032000

DIN-A4

Revisión LCOE.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-032100



3	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"	1	LAMT-020200
2	RÓTULA CORTA R16	1	LAMT-020050
1	AISLADOR COMP. AVIF. CSA-70-20-III (Y16B16)	1	LAMT-030100
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS

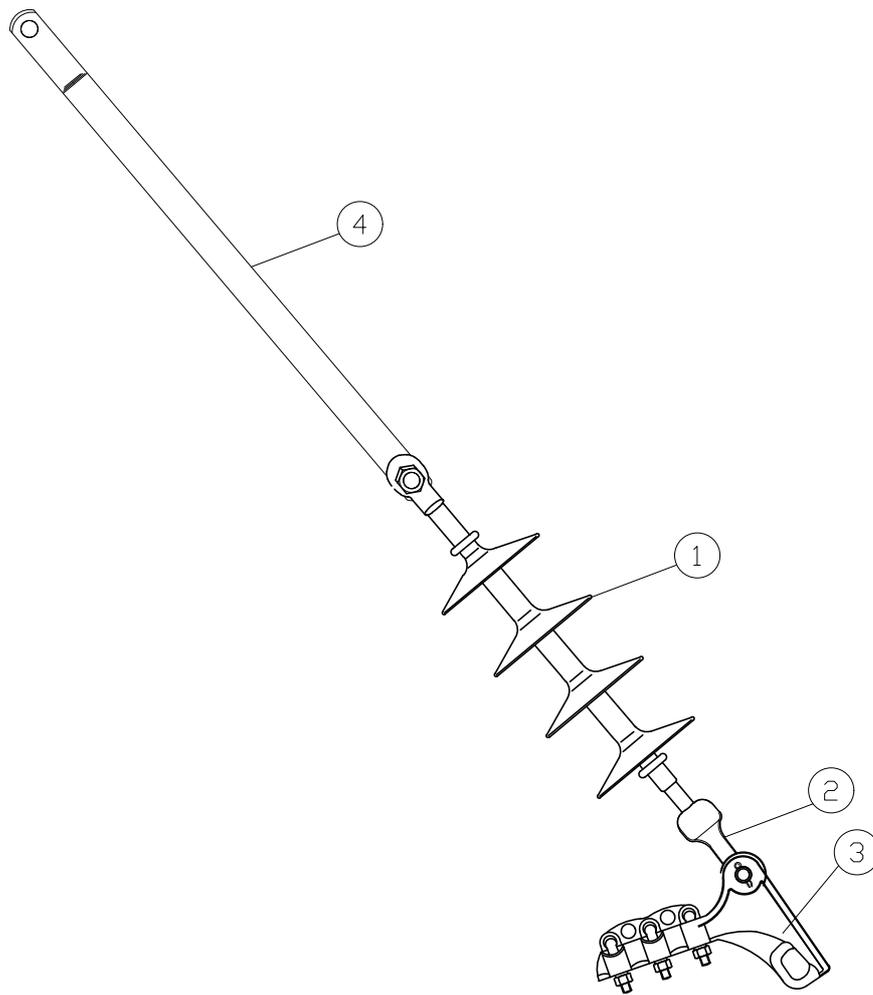


ESCALAS: 1:8	CADENA DE AMARRE AISLADOR POLIMÉRICO AVIFAUNA	FECHA		NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Proyectado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		GESTIÓN DEL ACTIVO		
		REV. 1	HOJA 1	DE 1
		Nº PLANO LAMT-032100		

DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-032300



4	ALARGADERA CADENA DE AMARRE	1	LAMT-020300
3	GRAPA DE AMARRE TIPO "GA"	1	LAMT-020200
2	RÓTULA CORTA	1	LAMT-020050
1	AISLADOR POLIMÉRICO 20 kV	1	LAMT-030000
MARCA	DENOMINACIÓN	Nº DE PIEZAS	PLANOS



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS:
1:8
Revisión LCOE.

CADENA DE AMARRE CON ALARGADERA
AISLADOR POLIMÉRICO

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20KV

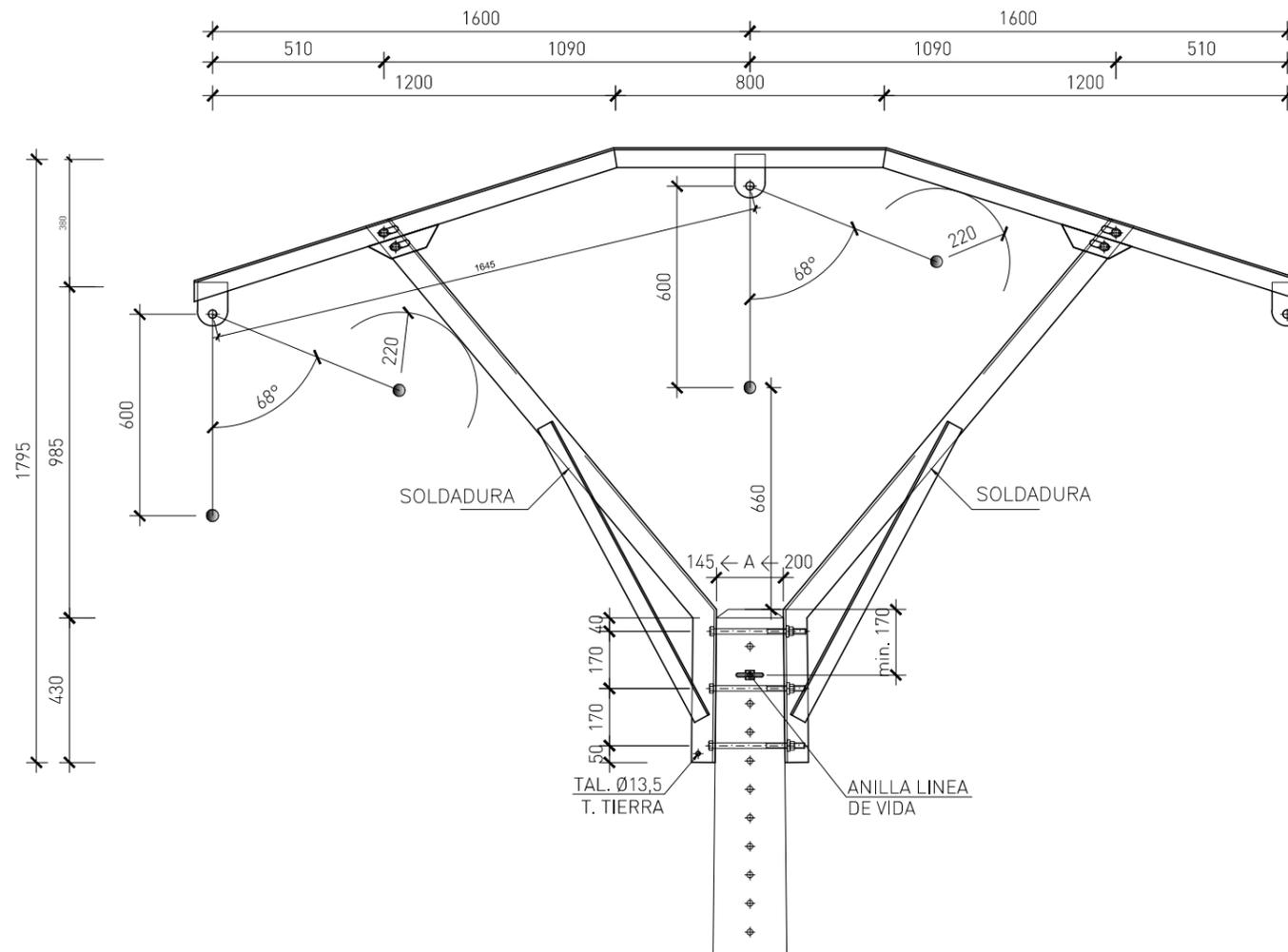
GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 3 HOJA 1 DE 1

Nº PLANO

LAMT-032300

DIN-A4



NOTA.-
 1.- EMPLEO DE LA CRUCETA BÓVEDA B-1
 PESO APROX.: 66Kg
 D.M.G. = 2053 mm

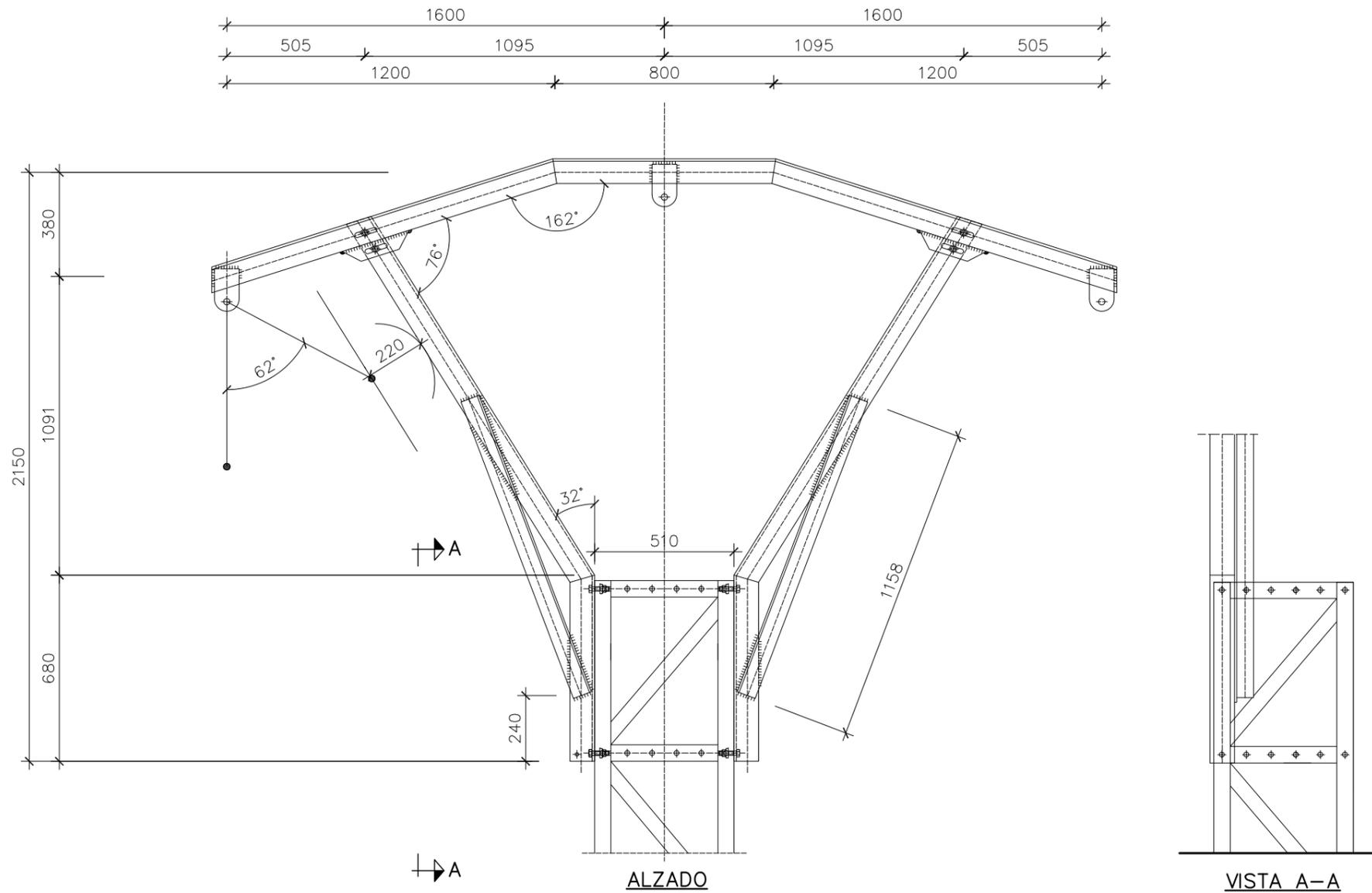
ALZADO
 ESCALA 1:20

NOTAS.-
 1.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN (REF. PL. N°: ES.00332.ES-RE.P10)

Revisión LCOE
 Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

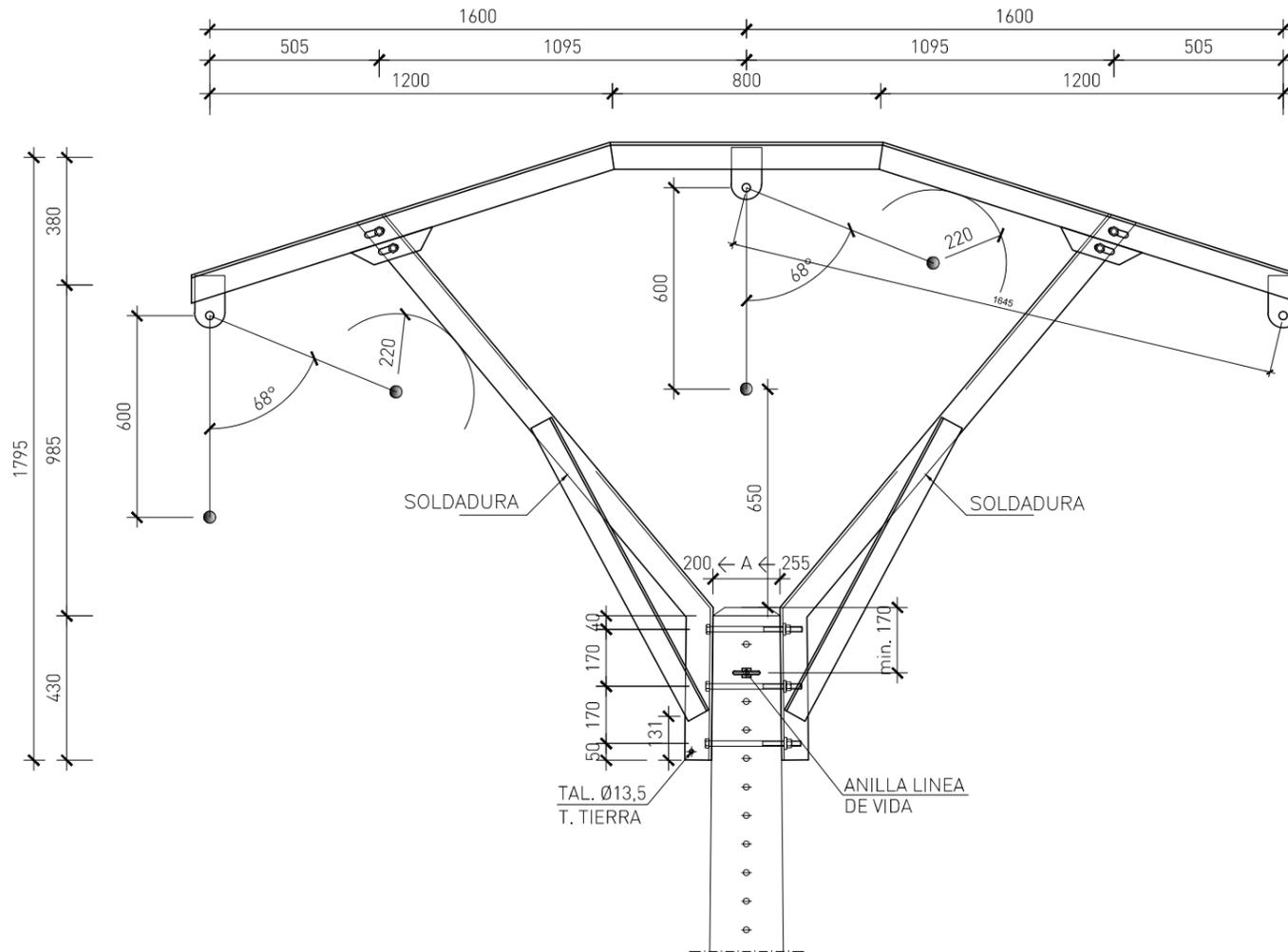
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BÓVEDA B-1 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:20		REV. 3	HOJA 1 DE 1
		N° PLANO LAMT-040000	

LAMT-040075



PESO APROX.: 112Kg
D.M.G. = 2053 mm

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
		Comprobado 16/05/2022	UFD
		Aprobado 16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BÓVEDA BR-1C PARA APOYOS DE CELOSÍA		GESTIÓN DEL ACTIVO
1:20	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 2 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-040075



NOTA.-
 1.- EMPLEO DE LA CRUCETA BÓVEDA BR-1
 PESO APROX.: 91Kg
 D.M.G. = 2053 mm

ALZADO
 ESCALA 1:20

NOTAS.-

- 2.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN (REF. PL. Nº: ES.00332.ES-RE.P10)
- 3.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

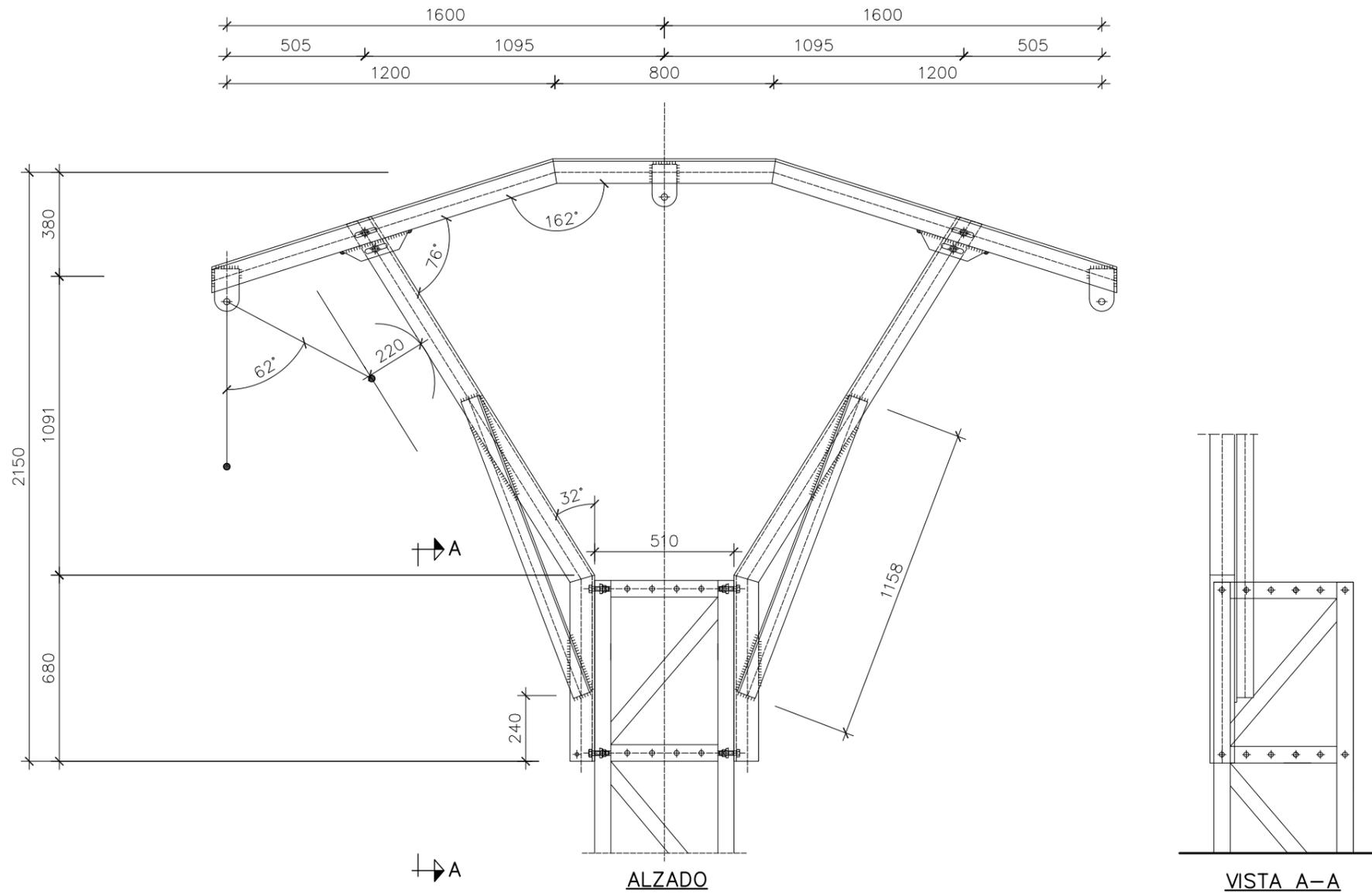
Revisión LCOE
 Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-040050

DIN-A3

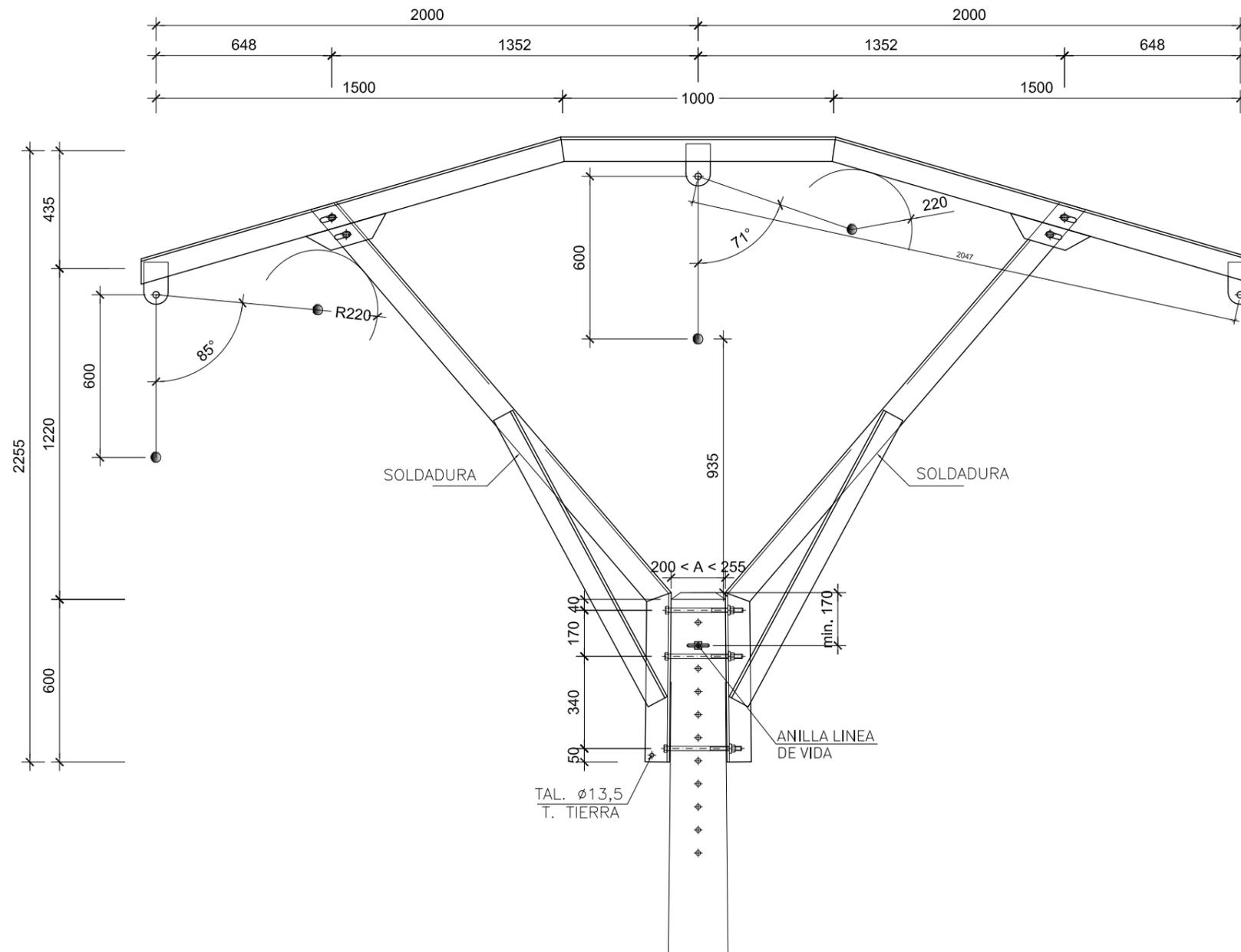
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BÓVEDA BR-1 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:20		REV. 3	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-040050	

LAMT-040075



PESO APROX.: 112Kg
D.M.G. = 2053 mm

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
		Comprobado 16/05/2022	UFD
		Aprobado 16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BÓVEDA BR-1C PARA APOYOS DE CELOSÍA		GESTIÓN DEL ACTIVO
1:20	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 2 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-040075



NOTA.-
 1.- EMPLEO DE LA CRUCETA BÓVEDA B-2
 PESO APROX.: 143Kg
 D.M.G. = 2550 mm

ALZADO

LAMT-040100

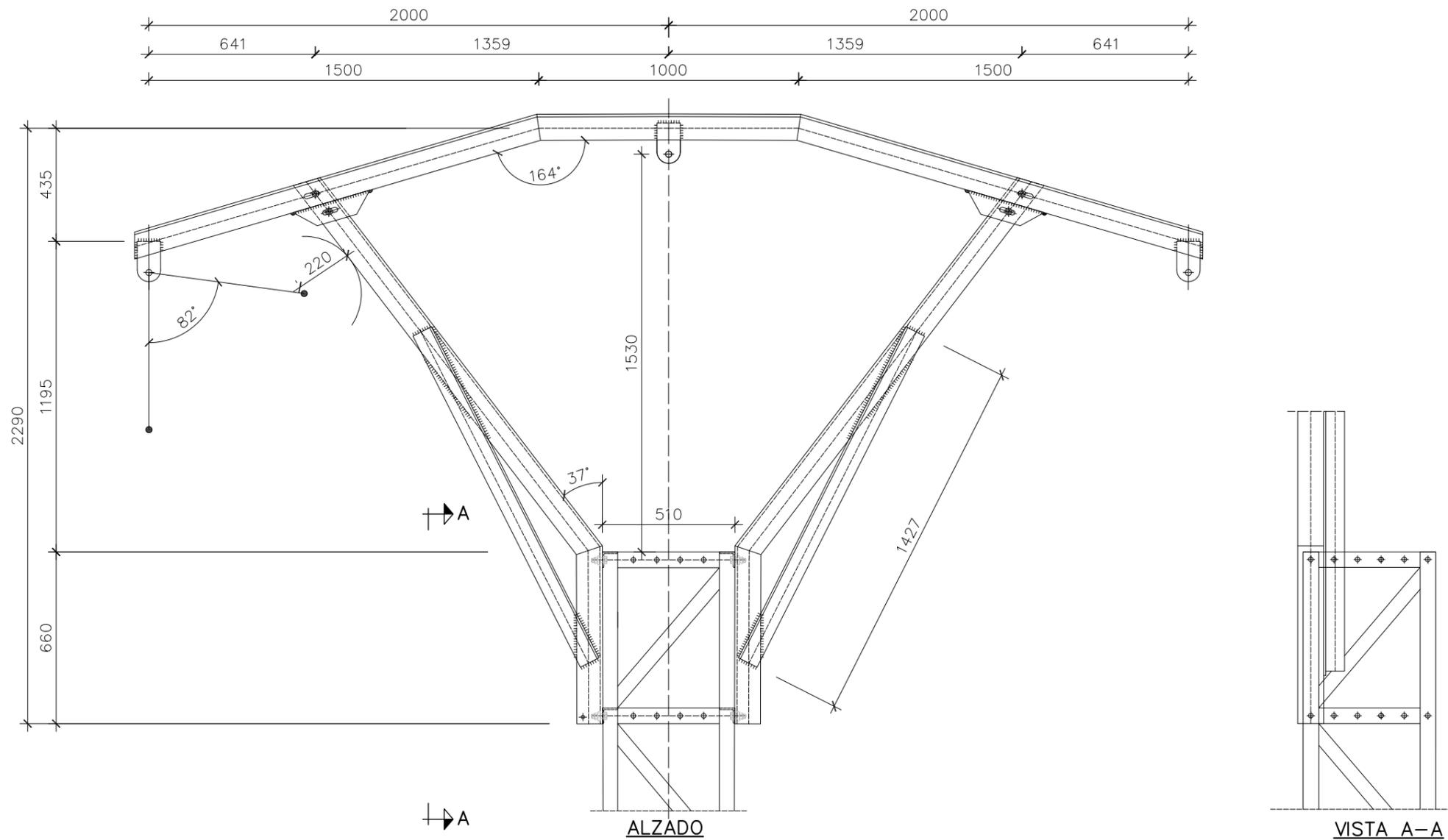
NOTAS.-

- 2.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN (REF. PL. N°: ES.00332.ES-RE.P10)
- 3.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

Revisión LCOE
 Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

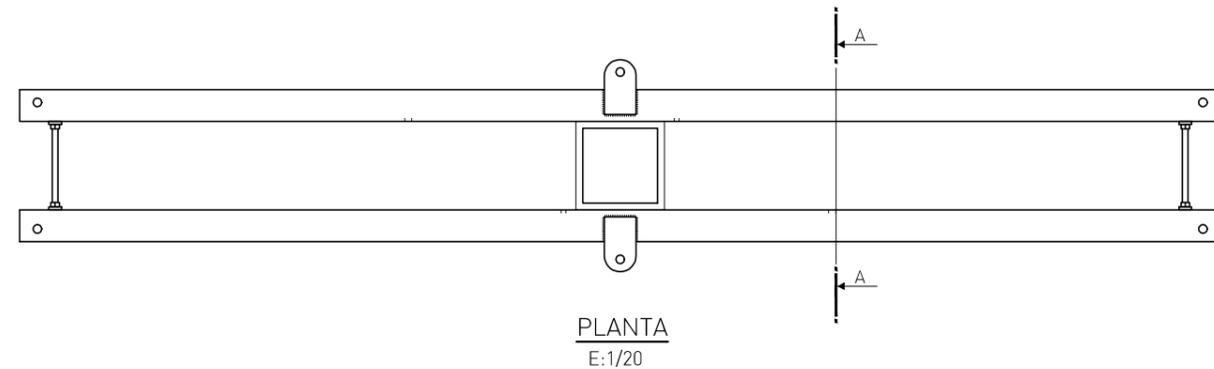
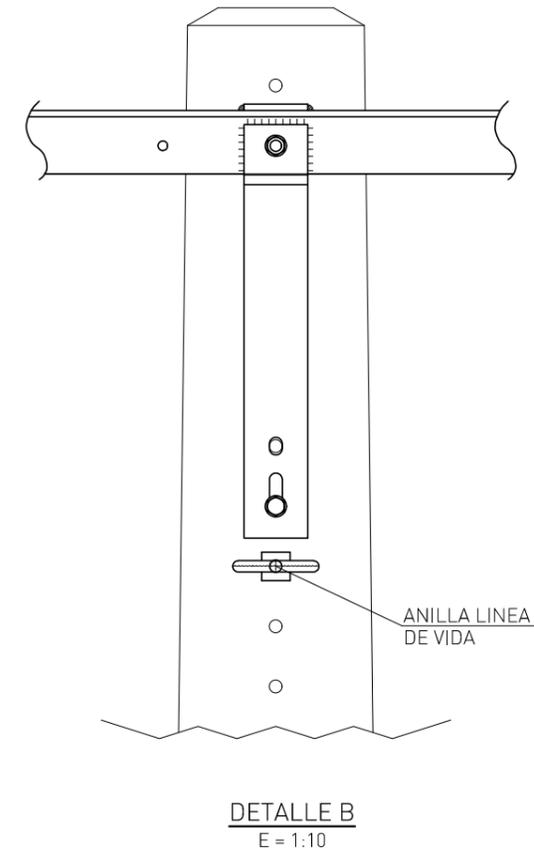
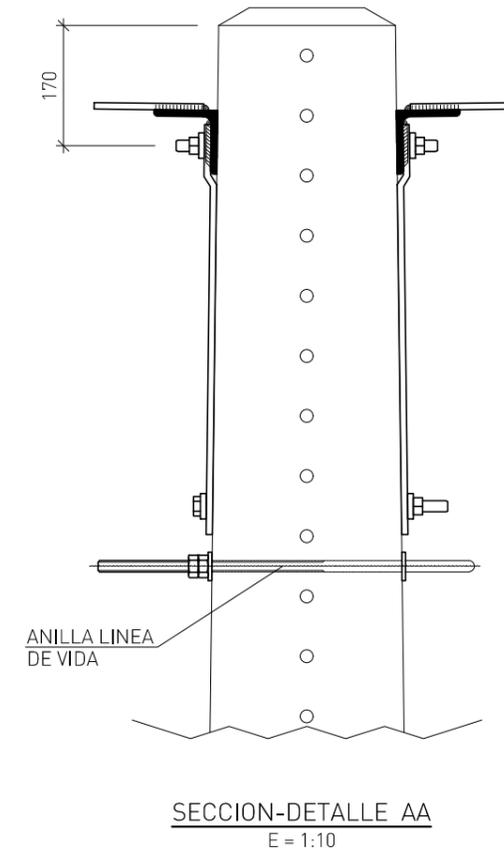
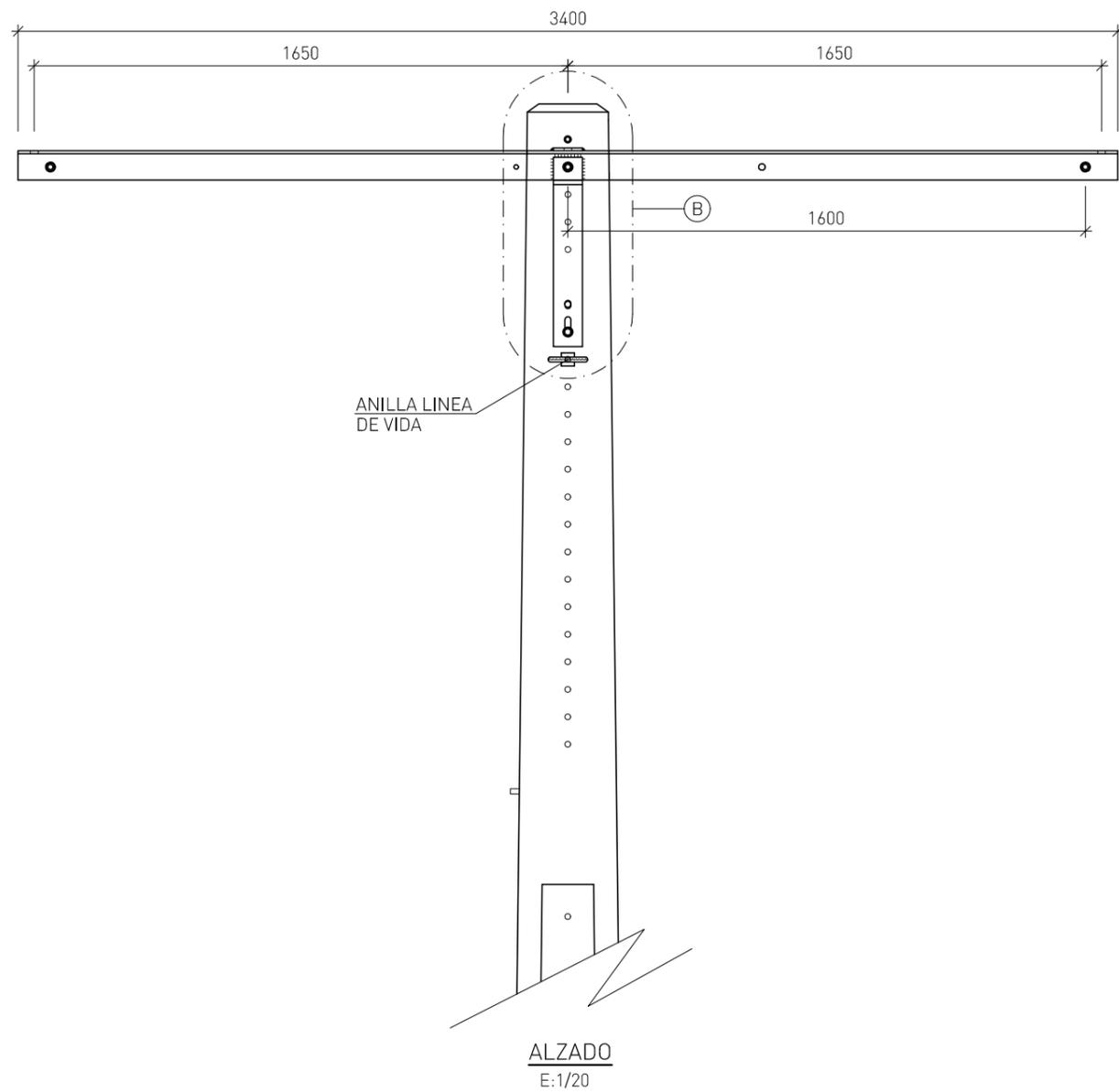
DIN-A3

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BÓVEDA B-2 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:20		REV. 3	HOJA 1 DE 1
		N° PLANO LAMT-040100	



PESO APROX.: 174Kg
D.M.G. = 2550 mm

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BÓVEDA B-2C PARA APOYOS DE CELOSÍA		GESTIÓN DEL ACTIVO
1:20	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 2 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-040125



NOTA.-
 1.- EMPLEO DE LA CRUCETA RECTA CR-1
 PESO APROX.:94Kg
 D.M.G. = 2079 mm

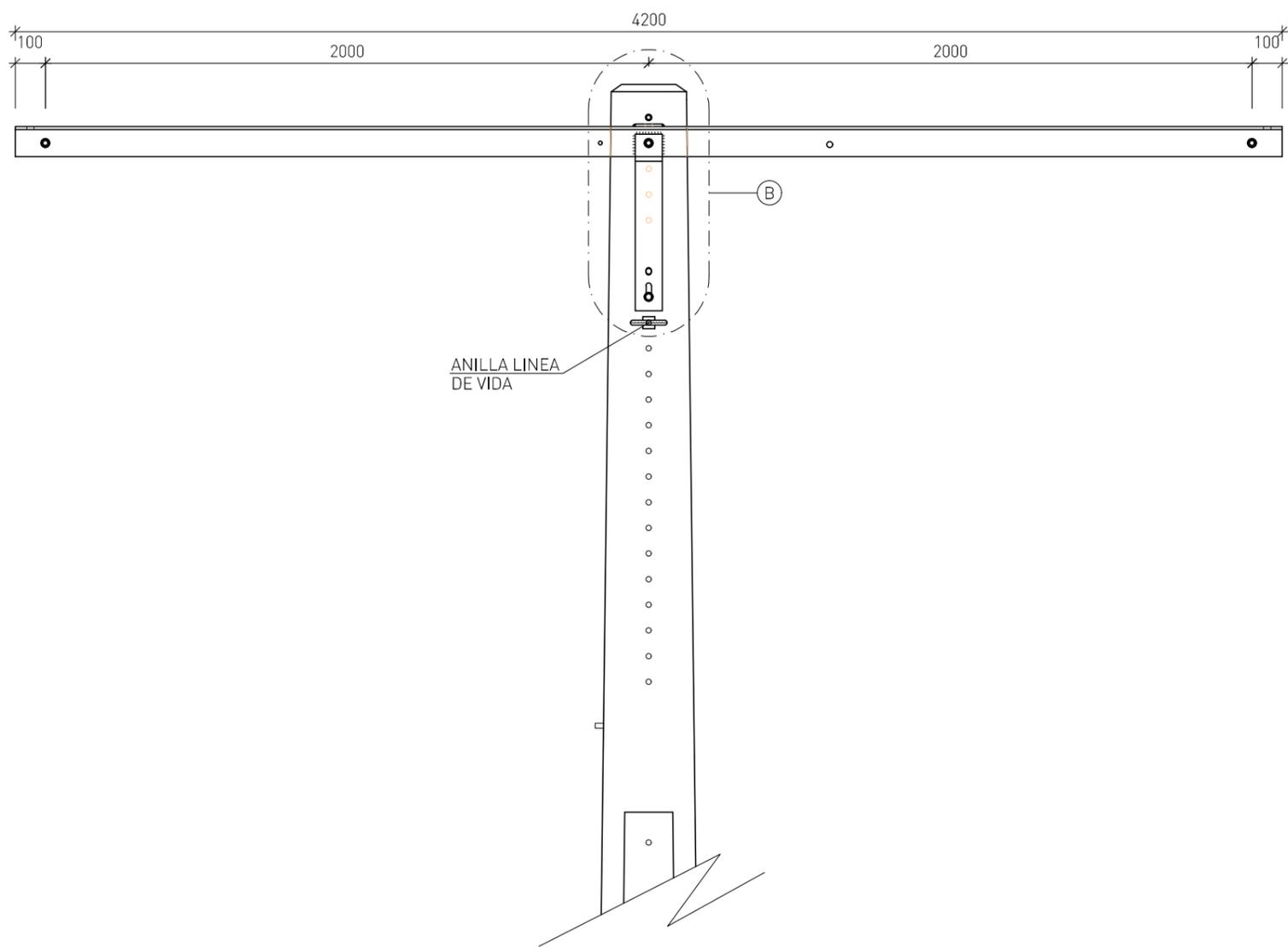
NOTAS:

- 2.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN (REF. PL. Nº: ES.00332.ES-RE.P10)
- 3.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO RECTO CR-1		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 3 HOJA 1 DE 1
			Nº PLANO LAMT-040200

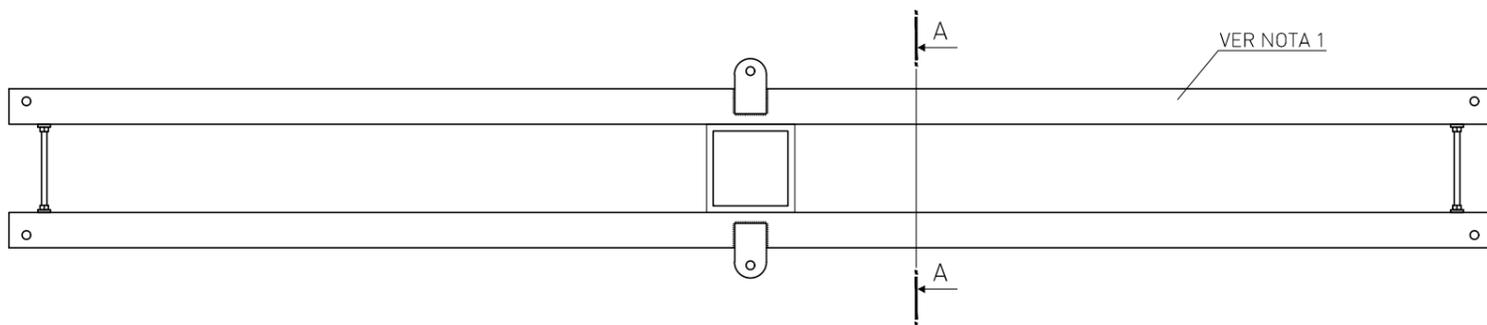
LAMT-040250

DIN-A3



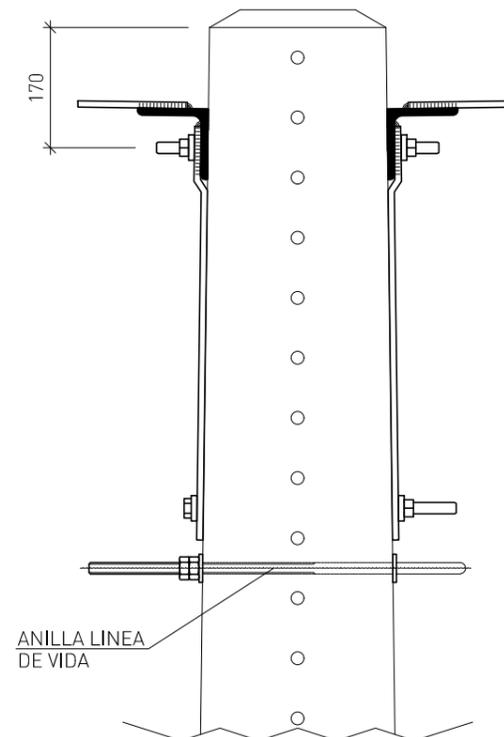
ANILLA LINEA DE VIDA

ALZADO
ESCALA 1:20

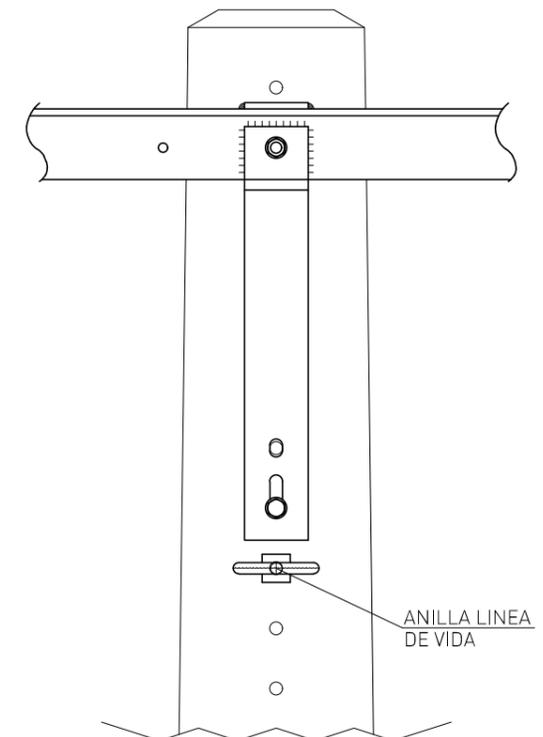


PLANTA
ESCALA 1:20

NOTA.-
1.- EMPLEO DE LA CRUCETA RECTA C-2
PESO APROX.:135Kg
D.M.G. = 2583 mm



SECCIÓN-DETALLE AA
ESCALA 1:10

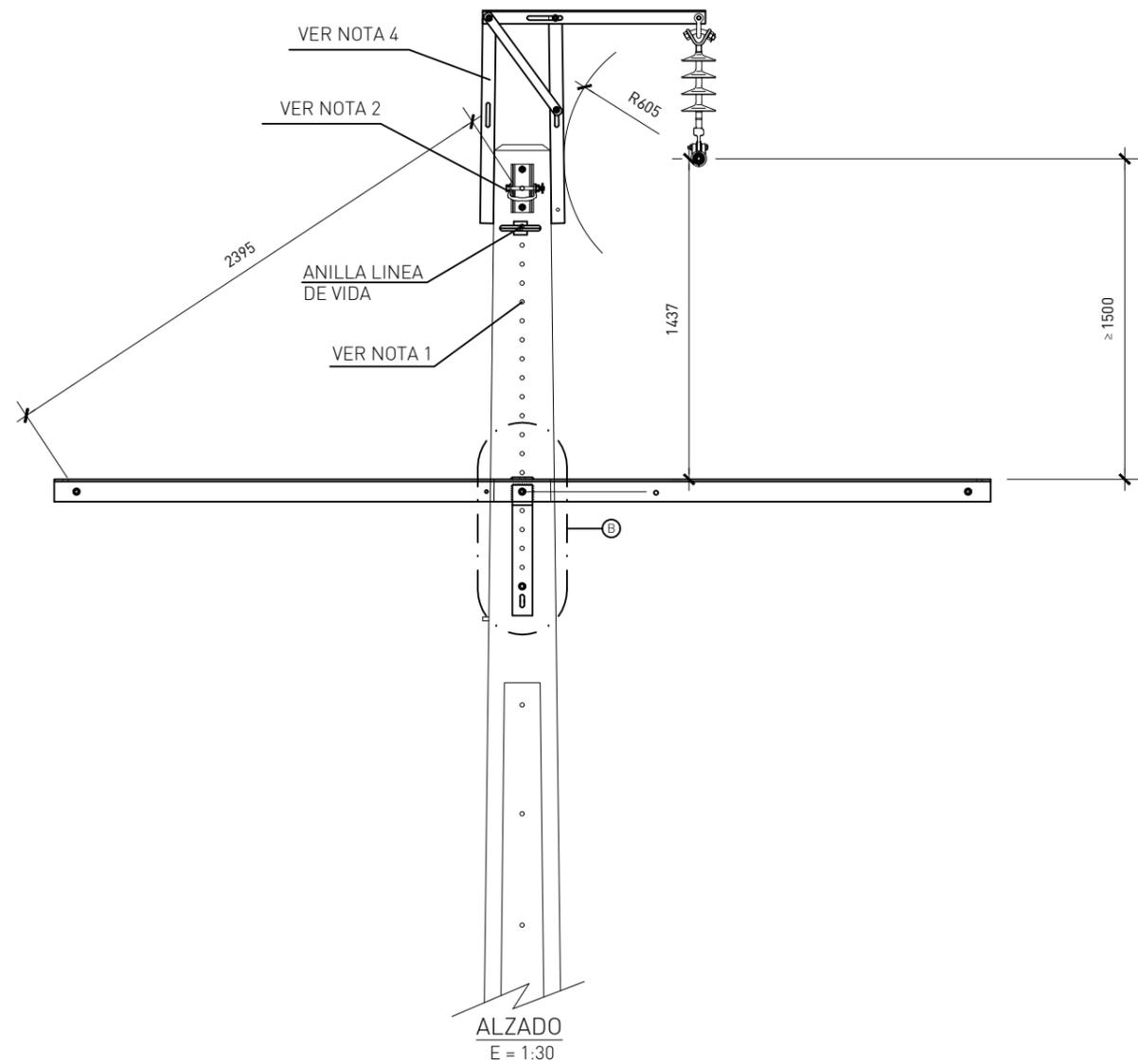


DETALLE B
ESCALA 1:10

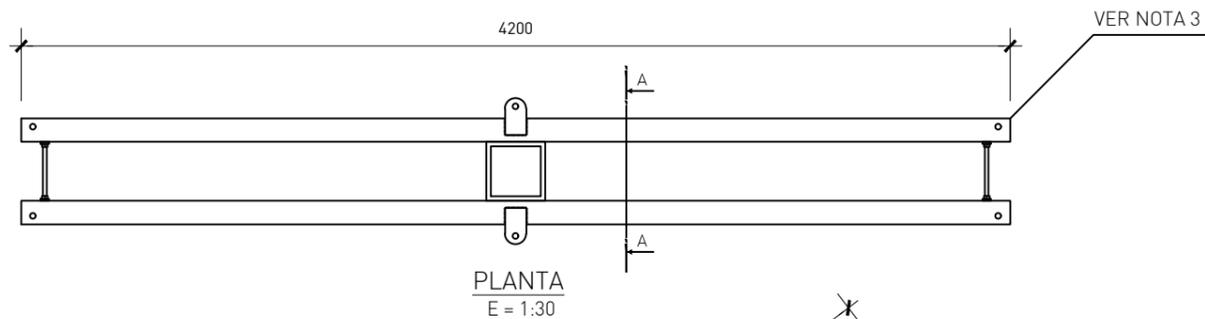
NOTAS:

- 2.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN (REF. PL. Nº: ES.00332.ES-RE.P10)
- 3.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO RECTO C-2		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 3 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-040250

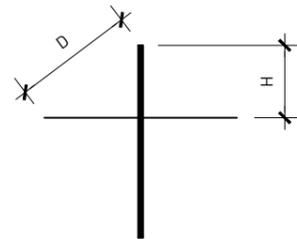


ALZADO
E = 1:30

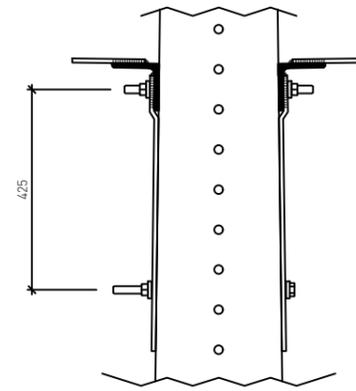


PLANTA
E = 1:30

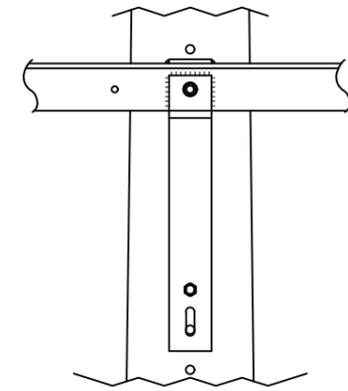
PESO APROX.: 135 Kg



DISTANCIAS (mm)			
APOYOS	H	D	DMG
HV	1615	2610	3034



SECCION-DETALLE AA
E = 1:15

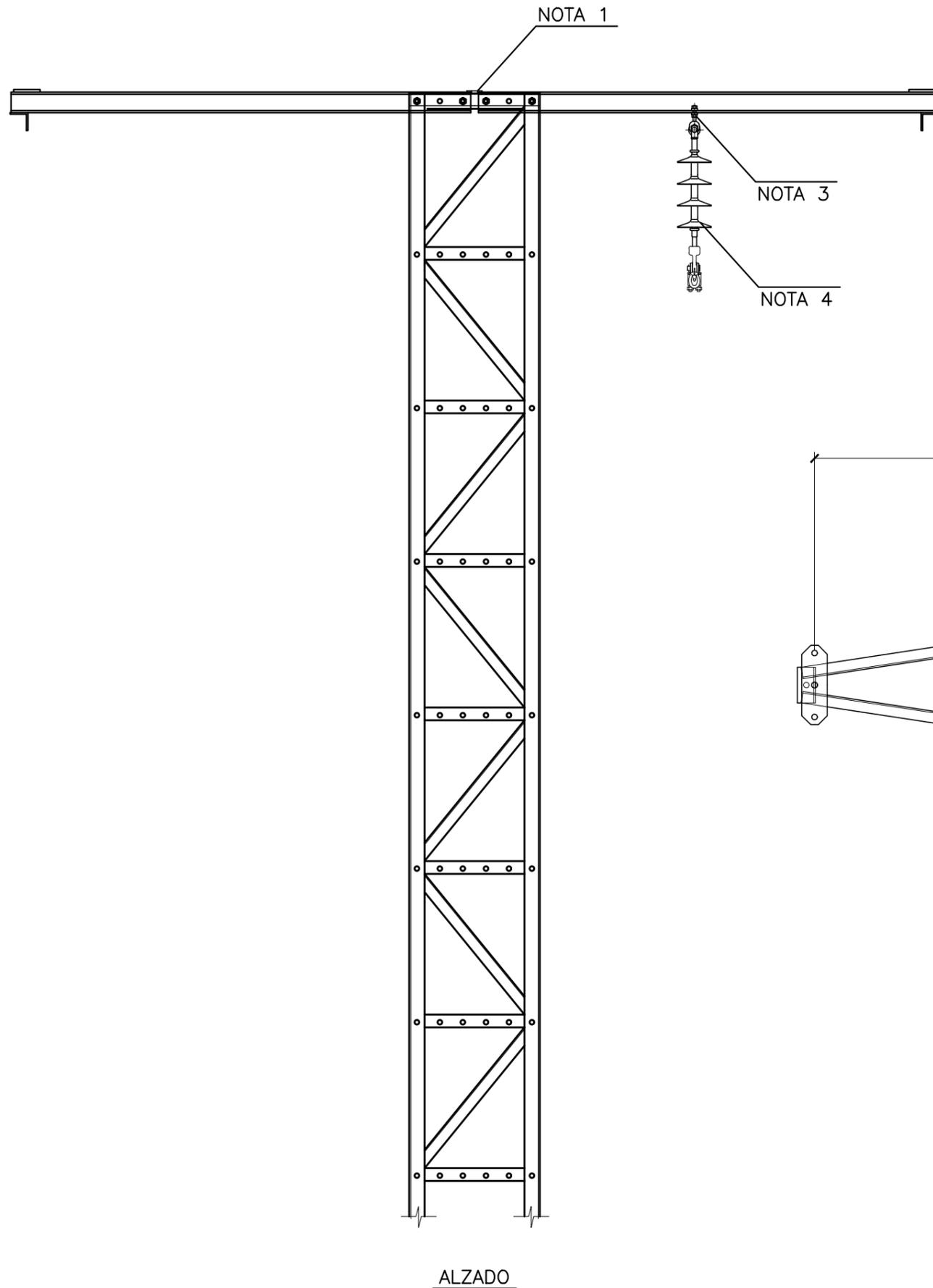


DETALLE B
E = 1:15

NOTAS:

- 1.- LOS TALADROS SERÁN DE $\varnothing 18 \pm 0,7$ mm.
- 2.- CARTELA DE AMARRE DE FASE CENTRAL, DETALLE CONSTRUCTIVO EN PLANO LAMT-020700
- 3.- EMPLEO DE LA CRUCETA RECTA C-2
- 4.- HERRAJE PASO DE FASE CENTRAL, DETALLES CONSTRUCTIVOS EN PLANO LAMT-020600
- 5.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN (REF. PL. N°: ES.00332.ES-RE.P10)
- 6.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO TRIÁNGULO T-2 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS			REV. 3 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO
			LAMT-040300



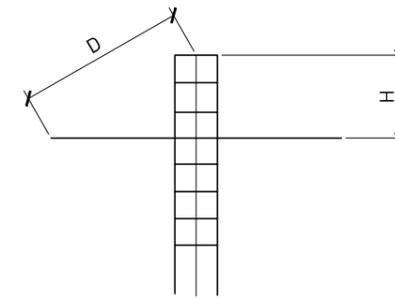
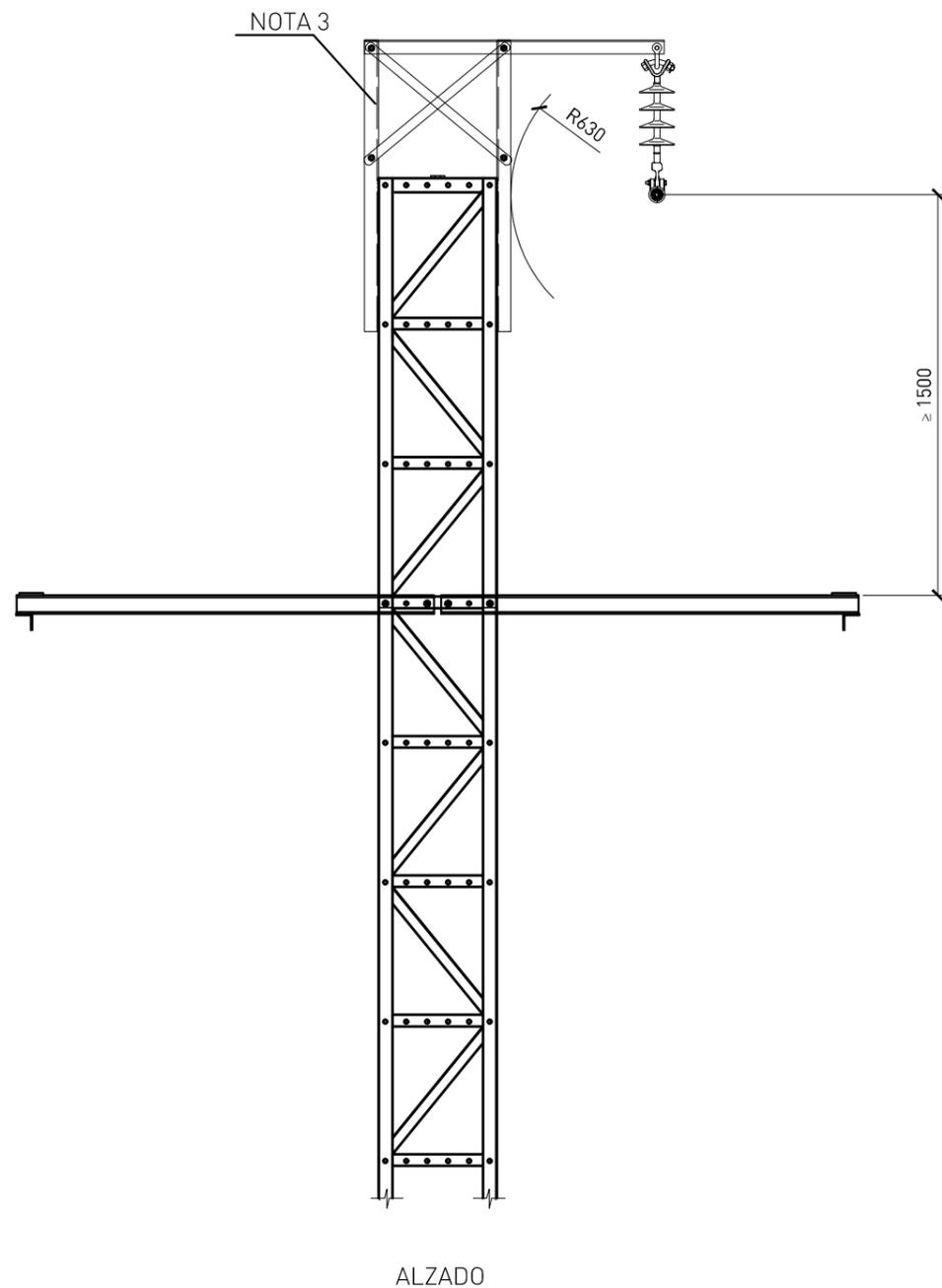
NOTAS:

- 1.- CONJUNTO AMARRE DE FASE CENTRAL SEGÚN PLANO LAMT-020800
- 2.- EMPLEO DE CRUCETA HORIZONTAL SC-1750
- 3.- CÁNCAMO ROSCADO SEGÚN PLANO LAMT-020900
- 4.- CADENA DE SUSPENSIÓN AISLAMIENTO POLIMÉRICO SEGÚN PLANO LAMT-031000

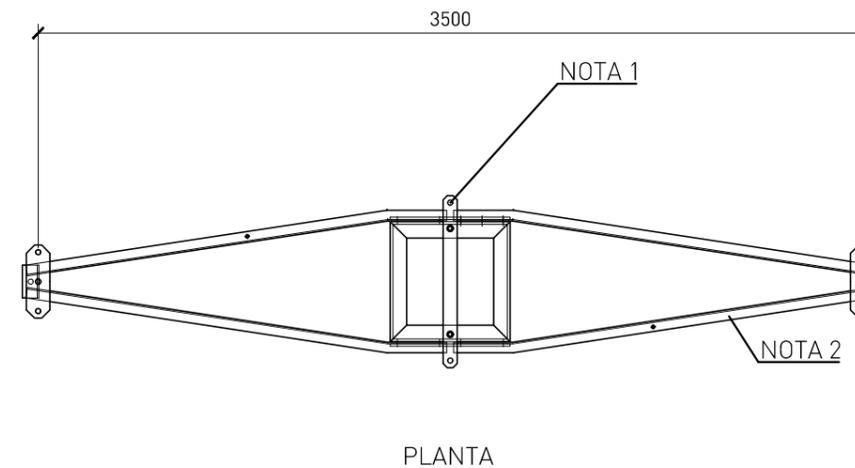
PESO APROX.: 75Kg

D.M.G. = 2205m

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO RECTO H-35 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:20		REV. 3	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-040400	



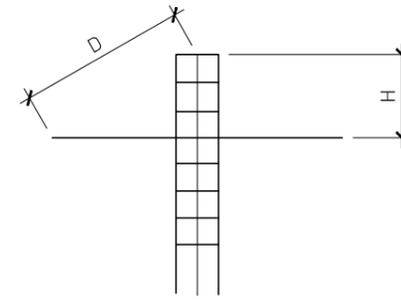
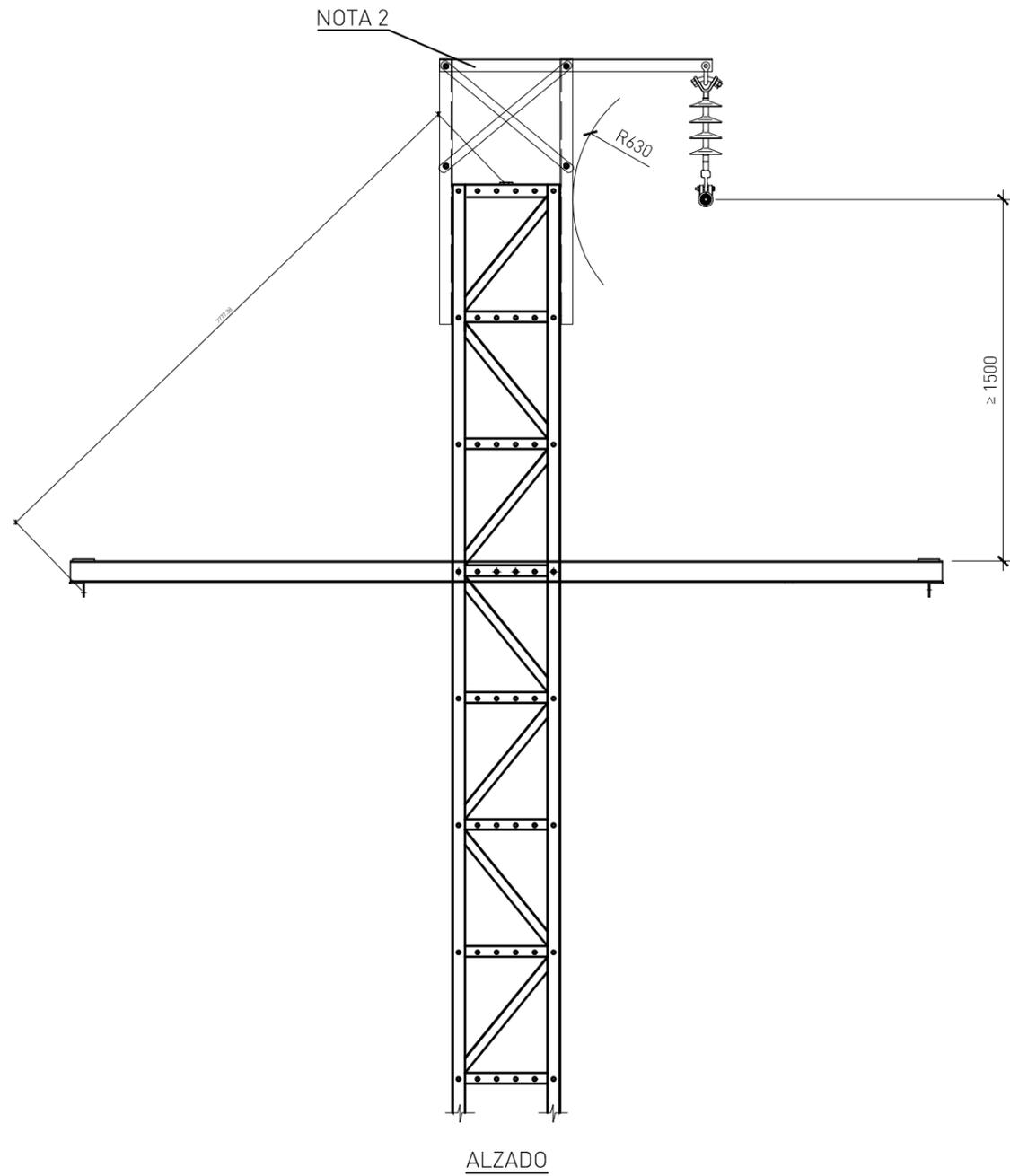
DISTANCIAS (mm)			
APOYOS	H	D	DMG
C	1800	2510	2805



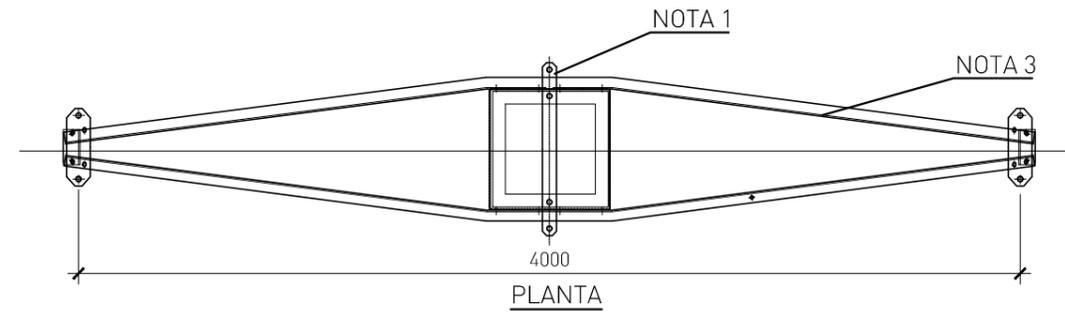
NOTAS:

- 1.- CARTELA DE AMARRE DE FASE CENTRAL, DETALLE CONSTRUCTIVO EN PLANO LAMT-020800
- 2.- EMPLEO DE CRUCETA HORIZONTAL SC-1750
- 3.- HERRAJE PASO DE FASE CENTRAL, DETALLES CONSTRUCTIVOS EN PLANO LAMT-020650

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO TRIÁNGULO T-35 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:30		REV. 3	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-040450	



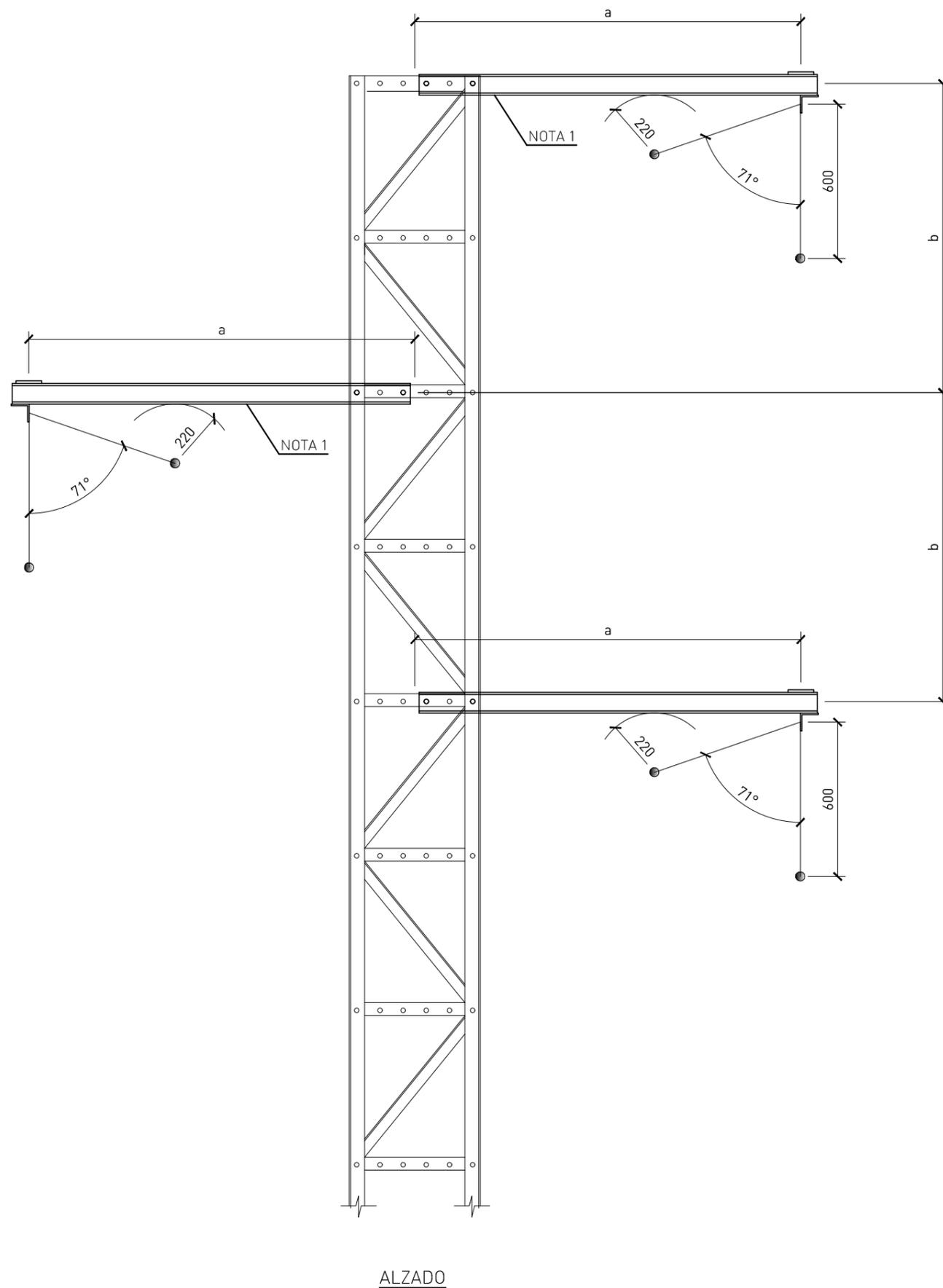
DISTANCIAS (mm)			
APOYOS	H	D	DMG
C	1800	2690	3070



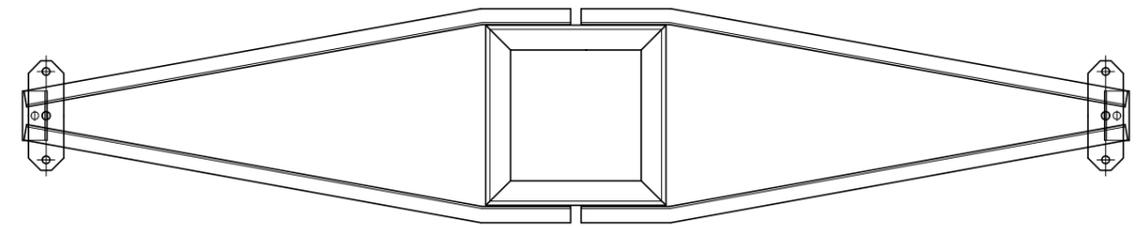
NOTAS:

- 1.- CARTELA DE AMARRE DE FASE CENTRAL, DETALLE CONSTRUCTIVO EN PLANO LAMT-020800
- 2.- HERRAJE PASO DE FASE CENTRAL, DETALLES CONSTRUCTIVOS EN PLANO LAMT-020650
- 3.- EMPLEO DE CRUCETA HORIZONTAL C-40R

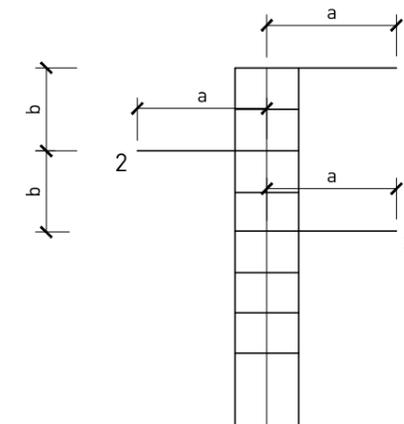
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO TRIÁNGULO T-40R PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:30		REV. 2	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-040500	



ALZADO



PLANTA



DISPOSICIONES POSIBLES

Disposiciones	a mm	b mm	D12 mm	D23 mm	D13 mm	DMG mm
Disposición 1	1500	1200	3231	3231	2400	2926
Disposición 2	1500	1800	3499	3499	3600	3532

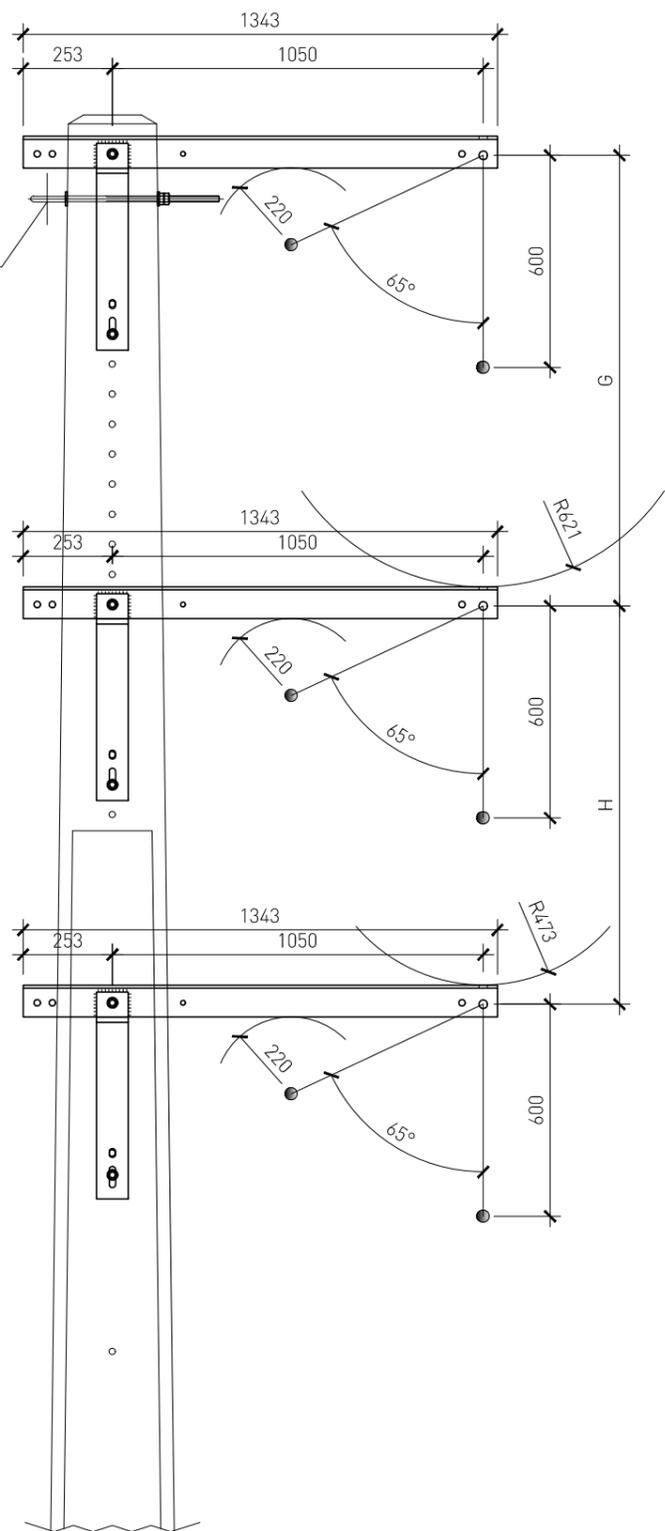
NOTAS:

1.- EMPLEO DE CRUCETA SC-1500

PESO APROX.: 96kg

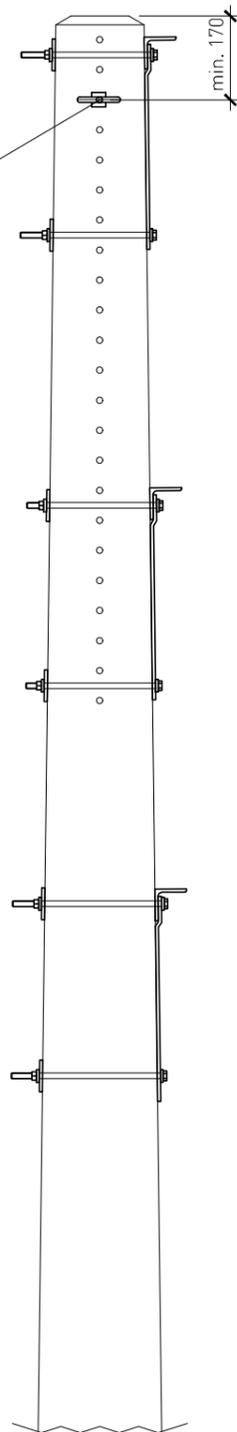
		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO TRESBOLILLO D-15 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO		
1:20		REV. 3	HOJA 1 DE 1	
		Nº PLANO		
		LAMT-040550		

ANILLA LINEA DE VIDA



ALZADO
ESCALA 1:20

ANILLA LINEA DE VIDA



PERFIL
ESCALA 1:20

NOTA:

- 1.- EMPLEO CRUCETA BANDERA BA-1
PESO APROX.: 65Kg

MONTAJE	G (mm)	H (mm)	DMG (mm)
CH	1275 1700	1435 1510	1705 2020
HV	1190	1225	1521

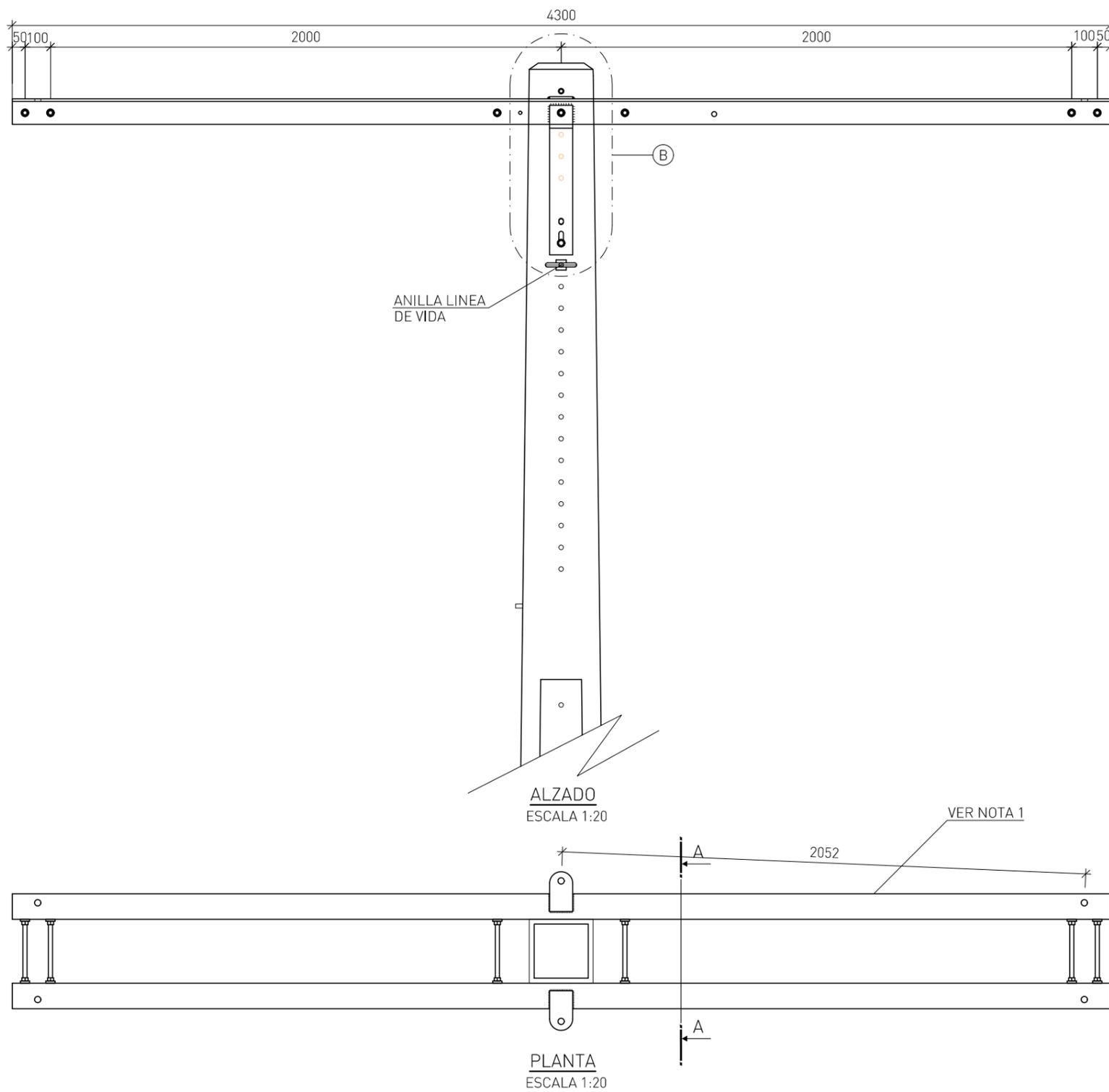
NOTAS:

- 2.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN (REF. PL. N°: ES.00332.ES-RE.P10)
- 3.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

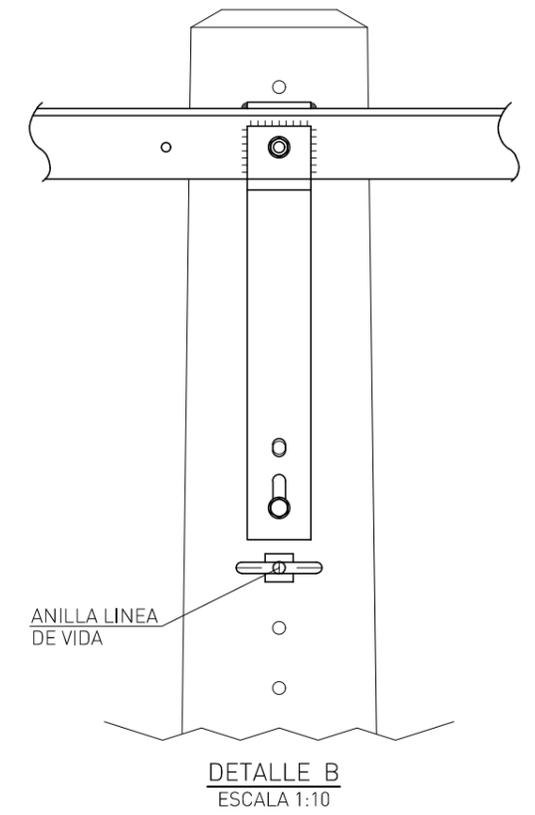
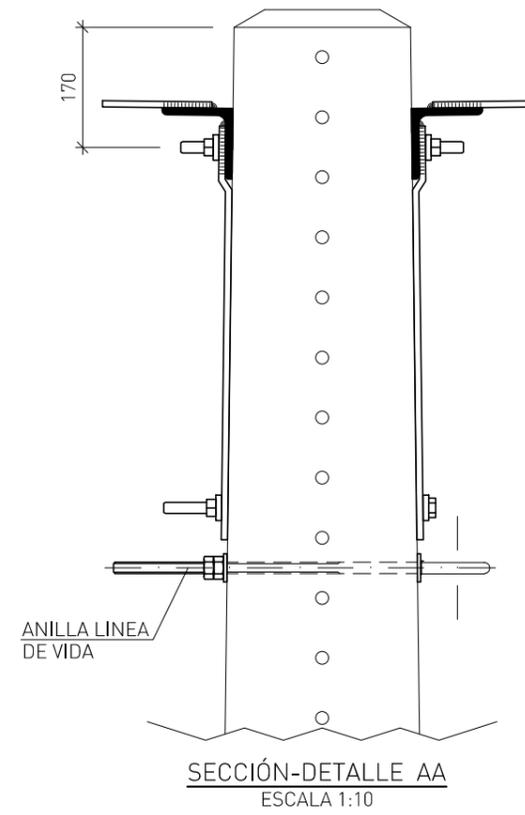
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BANDERA BA-1		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 3 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-040600

LAMT-040750

DIN-A3



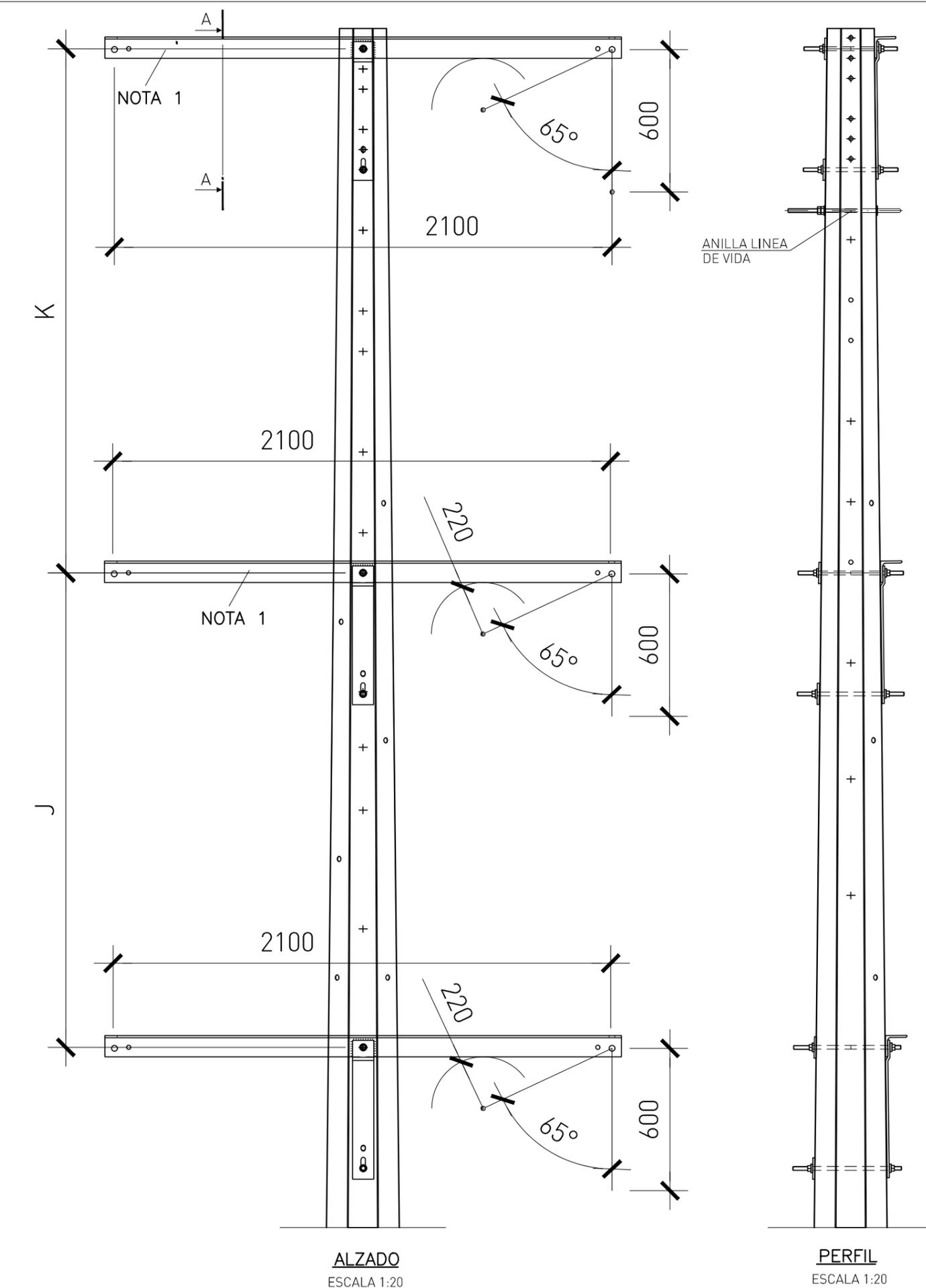
NOTA.-
1.- EMPLEO DE LA CRUCETA RECTA CR-2
PESO APROX.:146Kg
D.M.G. = 2583 mm



NOTAS:

- 2.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN (REF. PL. N°: ES.00332,ES-RE,P10)
- 3.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

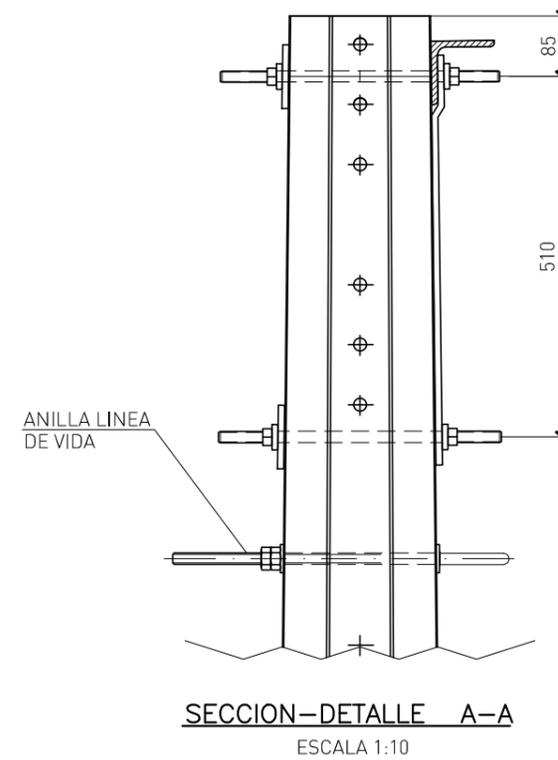
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO RECTO CR-2		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 2 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-040750



ALZADO
ESCALA 1:20

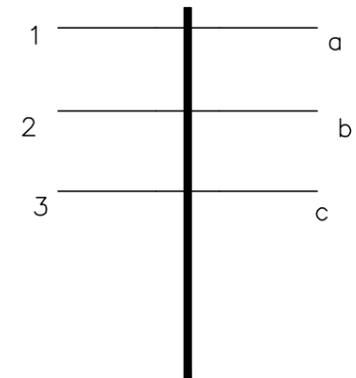
PERFIL
ESCALA 1:20

MONTAJE	K mm	J mm	Disposiciones	D12 mm	D23 mm	D31 mm	D1b mm	D2c mm	D3a mm	D1a mm	D2b mm	D3c mm	DMG mm
HV	1275	1127	Disposición 1	1275	1127	2402	2457	2383	3191	2100	2100	2100	1911
	1870	2019	Disposición 2	1870	2019	3889	2812	2913	4420	2100	2100	2100	3860
CH	1275	1435	Disposición a	1275	1435	2710	2407	2543	3428	2100	2100	2100	2257
	2210	2000	Disposición b	2210	2000	4210	3049	2900	4705	2100	2100	2100	4375
	2210	2500	AVIFAUNA	2210	2500	4710	3049	3265	5157	2100	2100	2100	5245



SECCION-DETALLE A-A
ESCALA 1:10

DISPOSICIONES POSIBLES

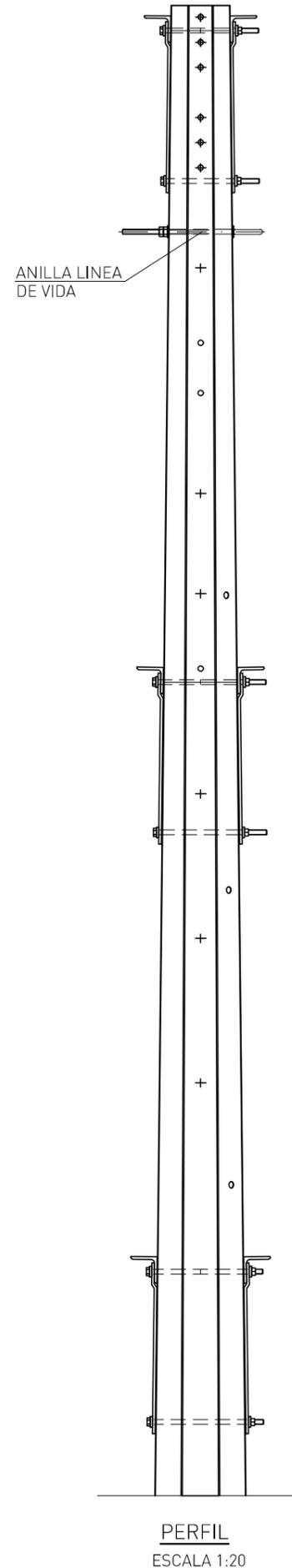
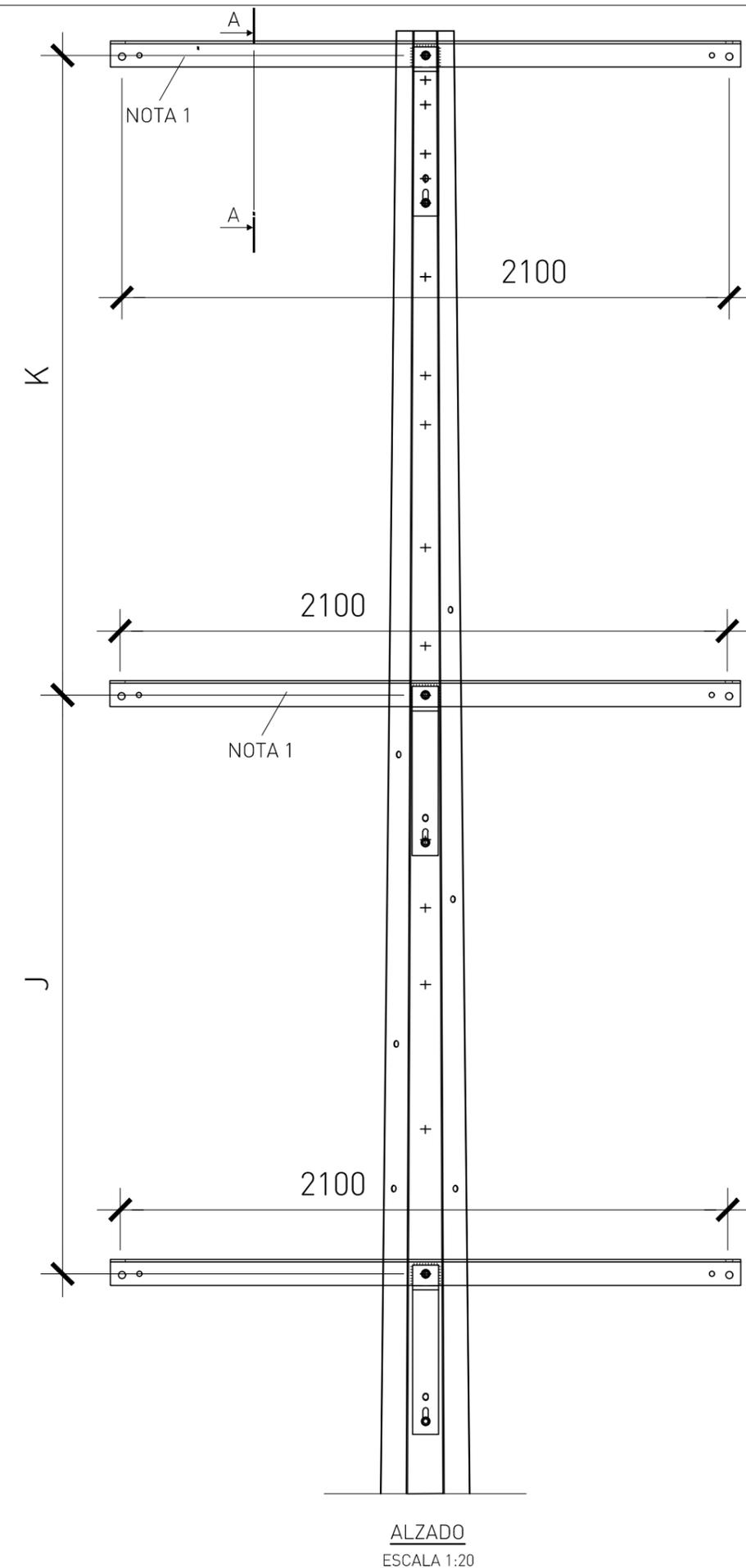


NOTAS:

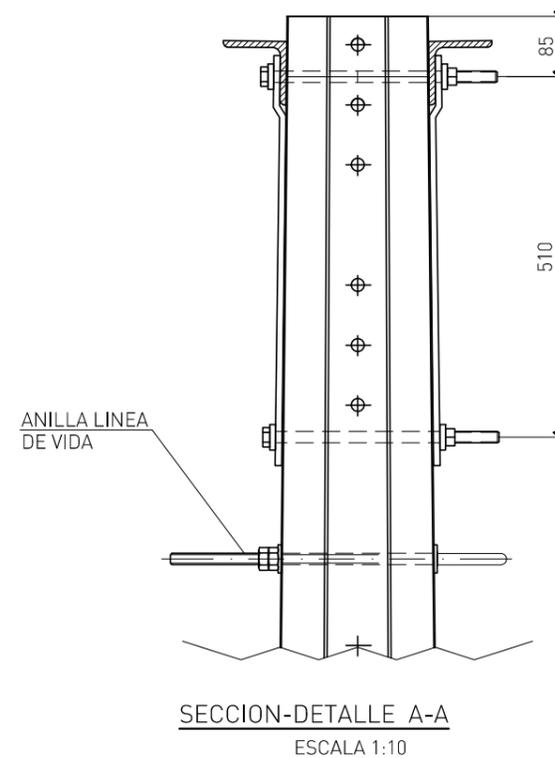
- 1.- EMPLEO DE LA CRUCETA DE DOBLE CIRCUITO DC-1
- 2.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 3.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

PESO APROX.: 94 Kg

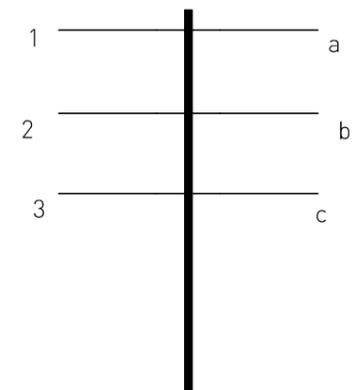
		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO DOBLE CIRCUITO DC-1 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO		
1:20 1:10		REV. 4	HOJA 1 DE 1	
		Nº PLANO LAMT-041000		



MONTAJE	K mm	J mm	Disposiciones	D12 mm	D23 mm	D31 mm	D1b mm	D2c mm	D3a mm	D1a mm	D2b mm	D3c mm	DMG mm
CH	1275	1435	Disposición a	1275	1435	2710	2407	2543	3428	2100	2100	2100	2257
	2210	2000	Disposición b	2210	2000	4210	3049	2900	4705	2100	2100	2100	4375
	2210	2500	AVIFAUNA	2210	2500	4710	3049	3265	5157	2100	2100	2100	5245



DISPOSICIONES POSIBLES

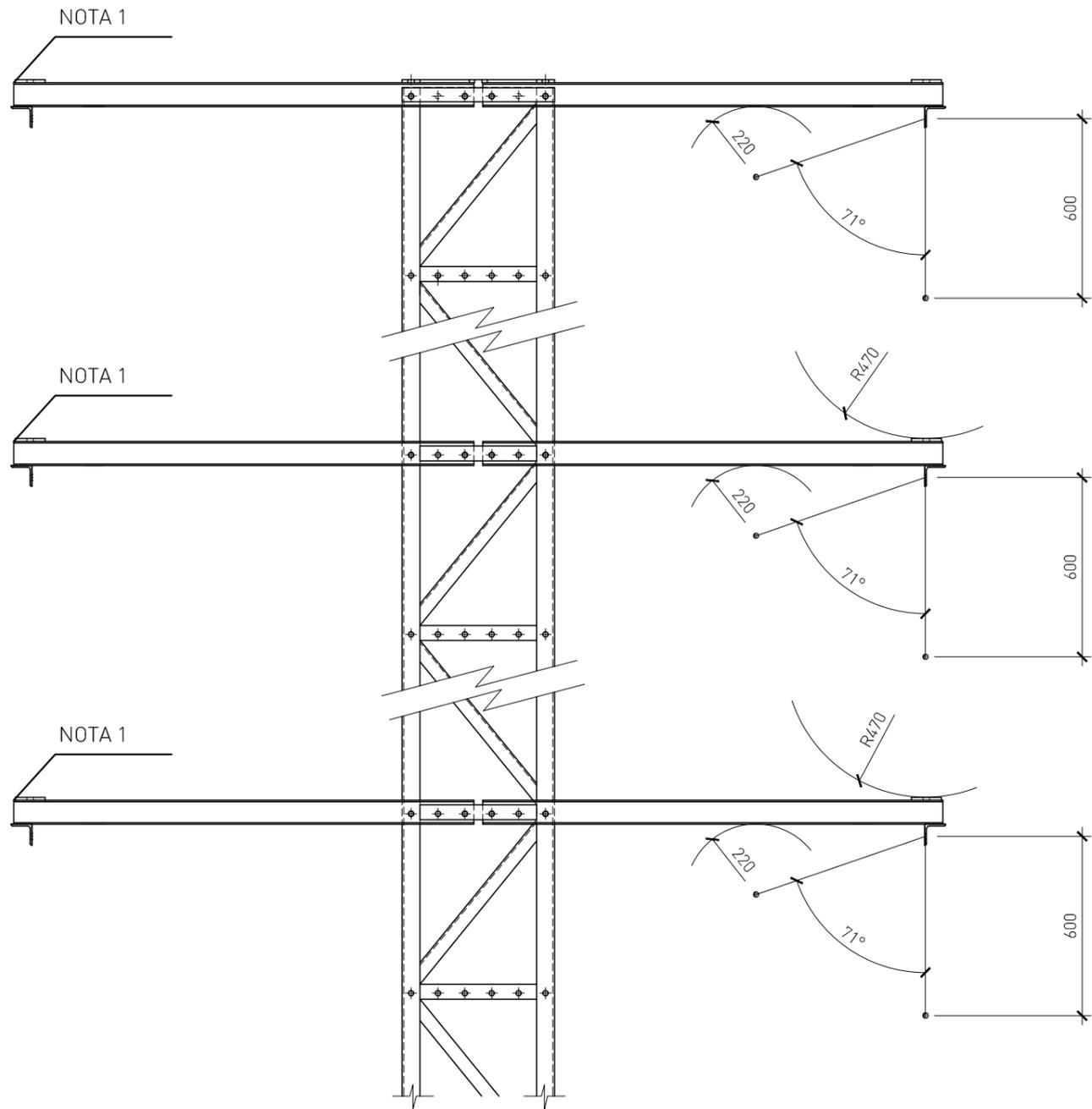


NOTAS:

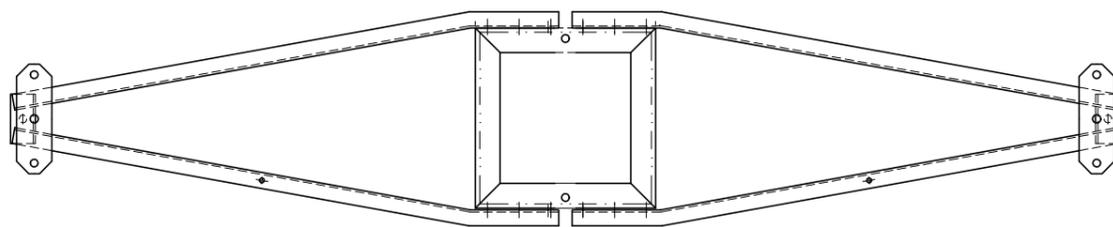
- 1.- EMPLEO DE CRUCETA DOBLE CIRCUITO DC-2
- 2.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 3.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

PESO APROX.: 185 Kg

		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO DOBLE CIRCUITO DC-2 PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO		
1:20 1:10		REV. 4	HOJA 1 DE 1	
		Nº PLANO LAMT-041100		

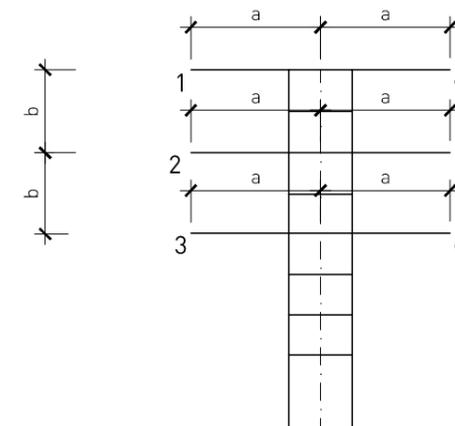


ALZADO



PLANTA

DISPOSICIONES POSIBLES

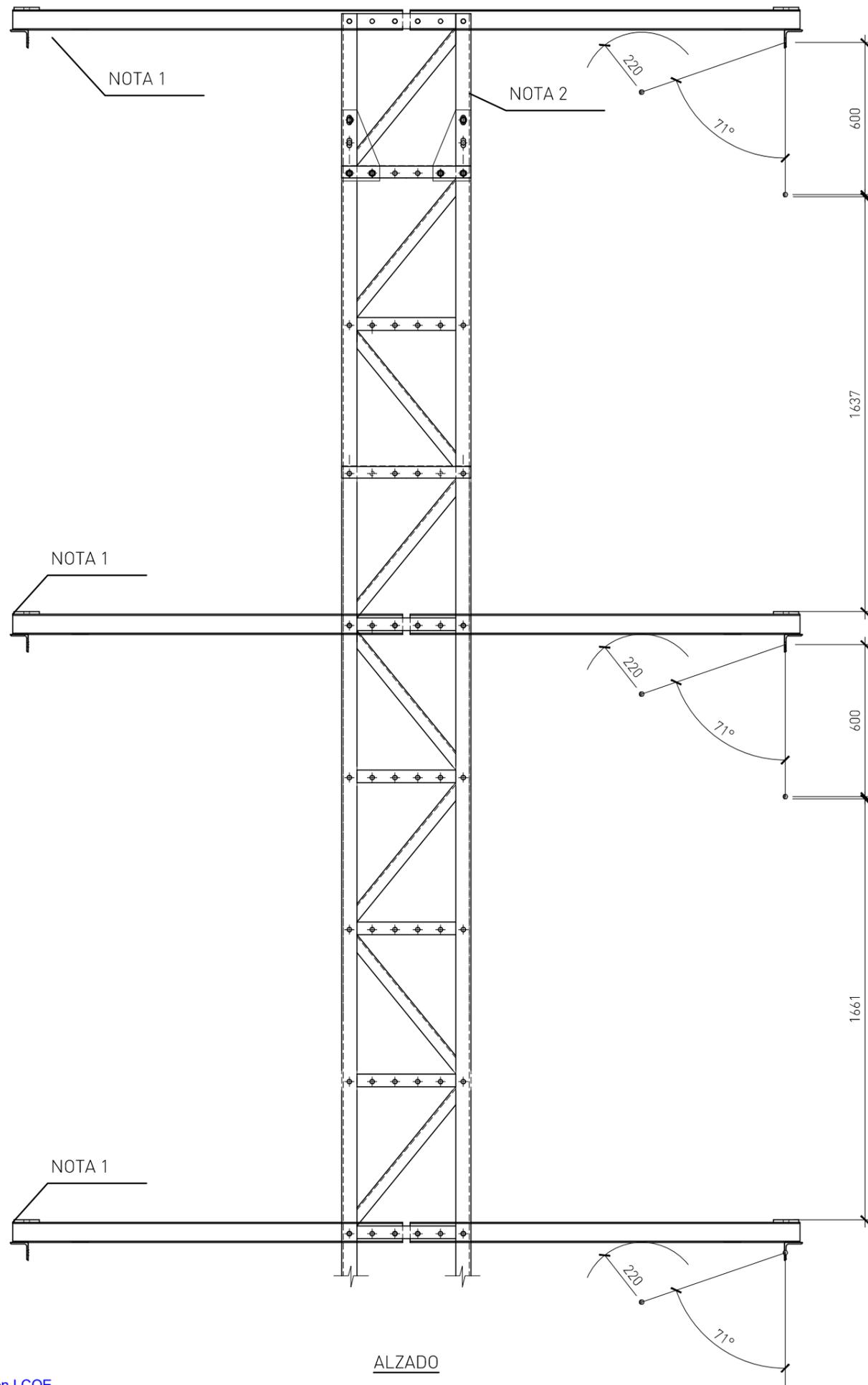


Disposiciones	a mm	b mm	D12 mm	D23 mm	D31 mm	D1b mm	D2c mm	D3a mm	D1a mm	D2b mm	D3c mm	DMG mm
Disposición 1	1500	1200	1200	1200	2400	3231	3231	3842	3000	3000	3000	1726
Disposición 2	1500	1800	1800	1800	3600	3499	3499	4686	3000	3000	3000	2917

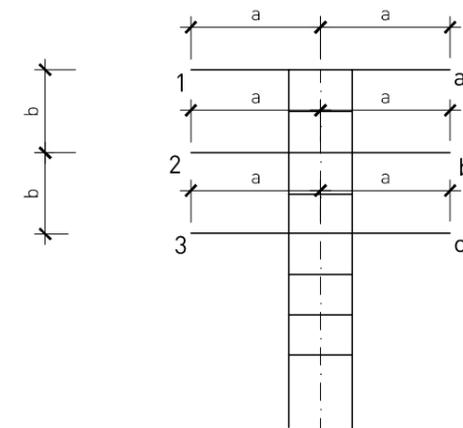
NOTAS:

1.- EMPLEO DE CRUCETA HORIZONTAL SC-1500

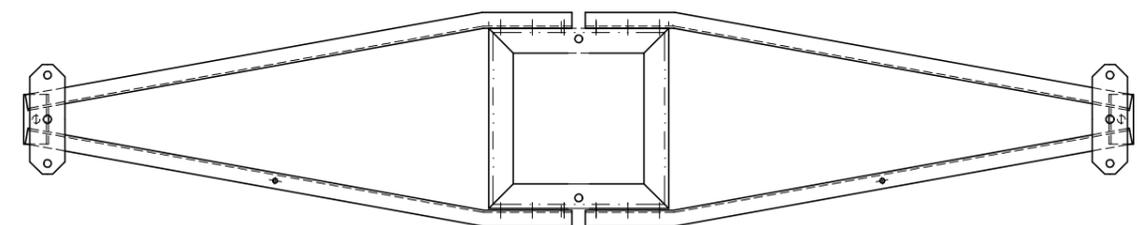
		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO DOBLE CIRCUITO E-30		GESTIÓN DEL ACTIVO	
	1:20	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 2 HOJA 1 DE 1
			Nº PLANO LAMT-041300	



DISPOSICIONES POSIBLES



Disposiciones	a mm	b mm	D12 mm	D23 mm	D31 mm	D1b mm	D2c mm	D3a mm	D1a mm	D2b mm	D3c mm	DMG mm
Disposición 1	1500	2400	2400	2400	4800	3842	3842	5660	3000	3000	3000	4406



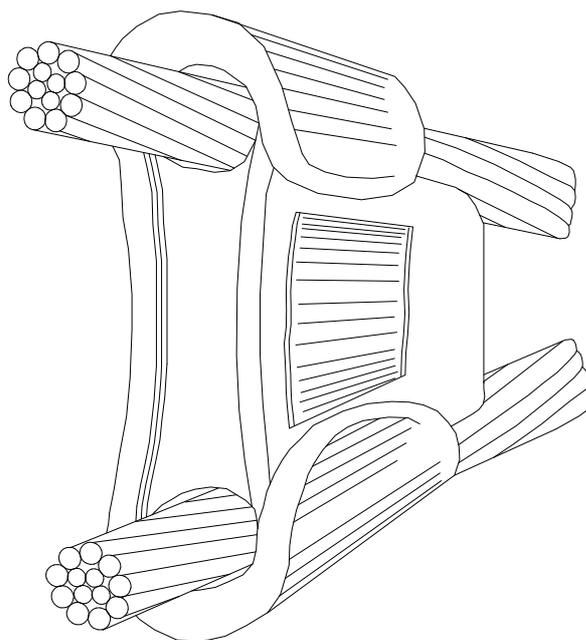
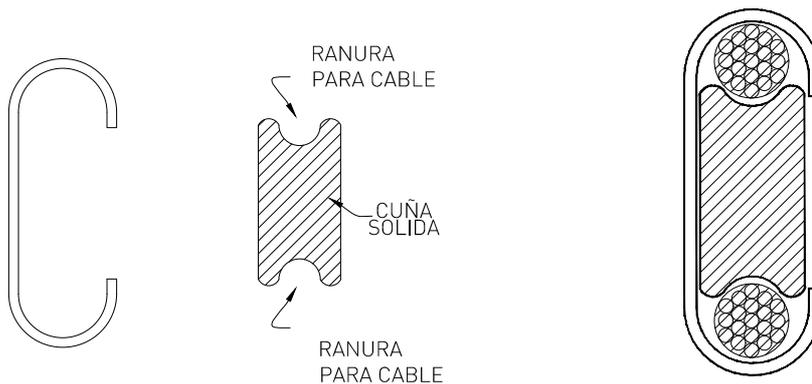
PLANTA

NOTAS:

- 1.- EMPLEO DE 6 SEMICRUCETAS HORIZONTALES SC-1500
- 2.- EMPLEO DE 1 SUPLEMENTO DE CABEZA PARA SUSPENSIÓN O 1 SUPLEMENTO DE CABEZA PARA AMARRE/ANCLAJE

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO DOBLE CIRCUITO E-30 AVIFAUNA PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:20		REV. 1	HOJA 1 DE 1
		N° PLANO LAMT-041350	

LAMT-050000



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS:

SIN

ESCALA

CONECTOR CUÑA A PRESIÓN

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 2 HOJA 1 DE 1

Nº PLANO

LAMT-050000

DIN-A4

Revisión LCOE.

Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-050100



ESCALAS: SIN ESCALA	MANGUITO EMPALME RECTO PRESIÓN	GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 2	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-050100	

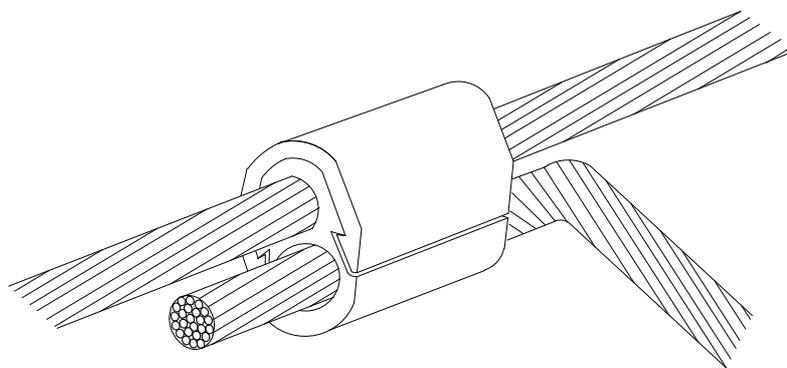
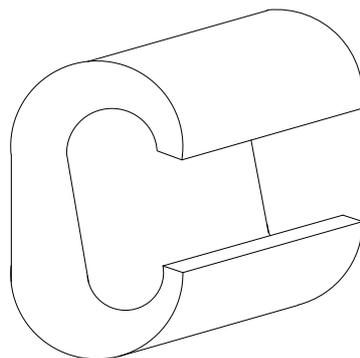
	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

DIN-A4

Revisión LCOE.

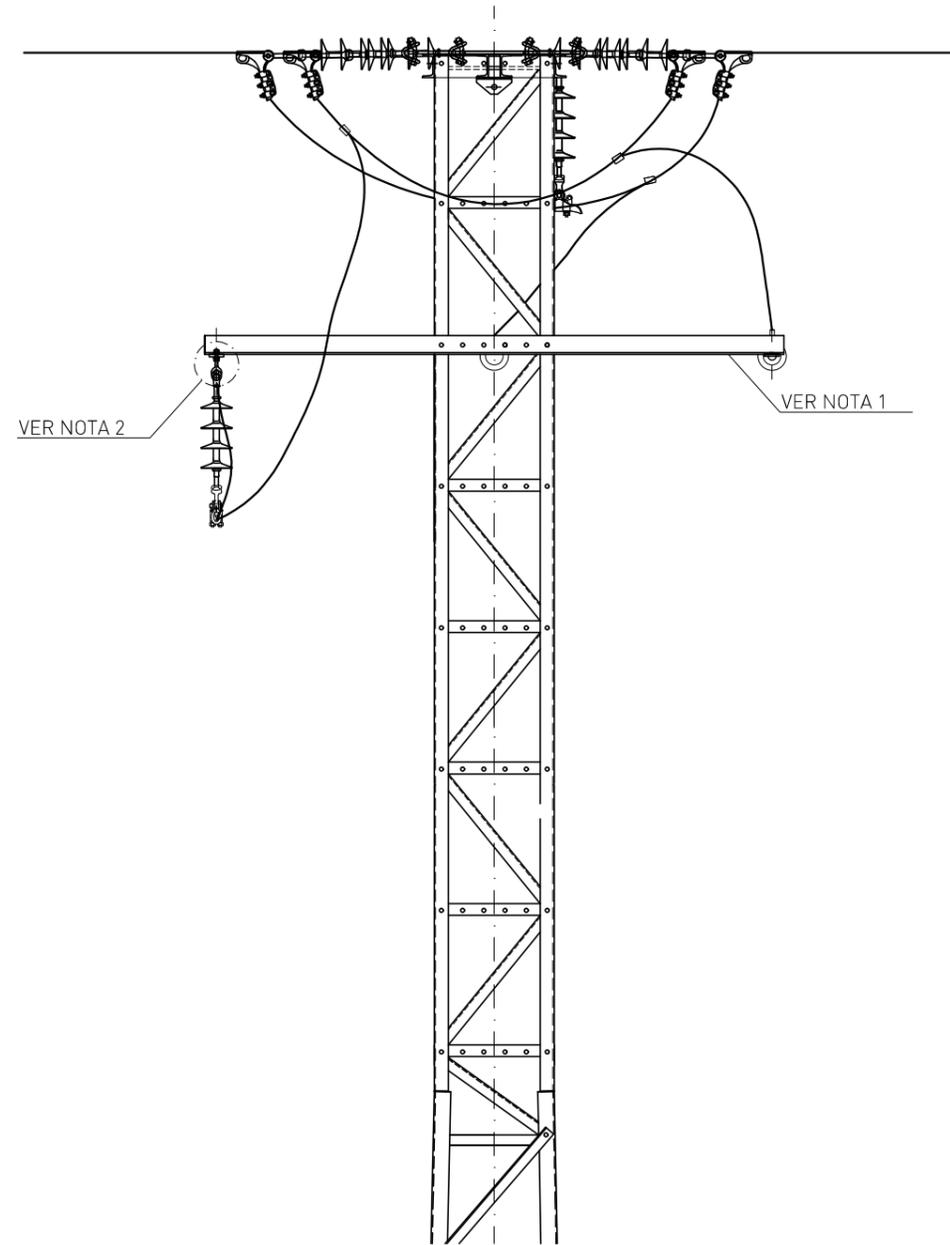
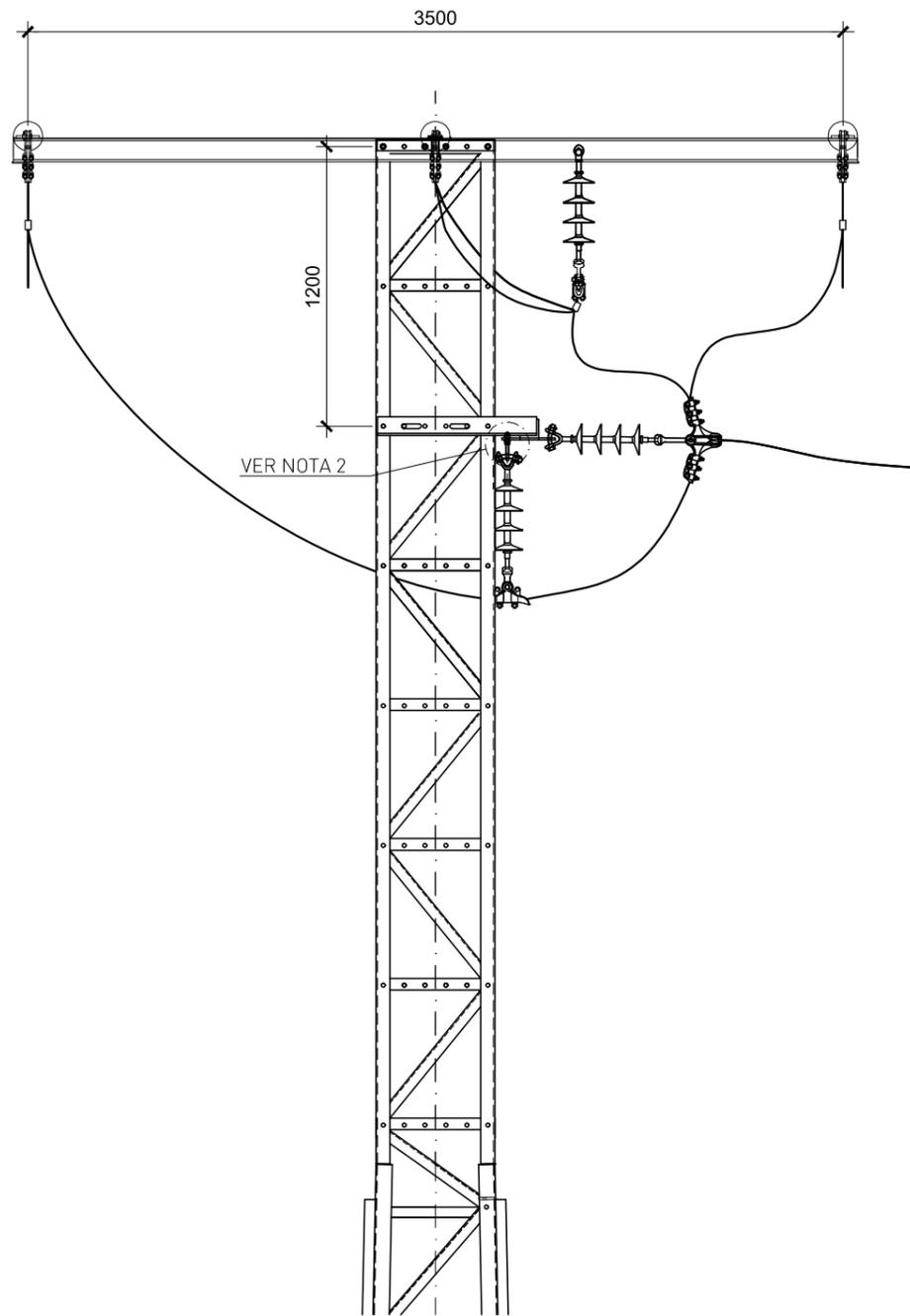
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

LAMT-050300



		FECHA		NOMBRE			
		Dibujado	16/05/2022	UFD			
		Comprobado	16/05/2022	UFD			
		Aprobado	16/05/2022	UFD			
ESCALAS:		CONECTOR COMPRESIÓN				GESTIÓN DEL ACTIVO	
SIN ESCALA						REV. 2	HOJA 1
Revisión LCOE.		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV				Nº PLANO LAMT-050300	

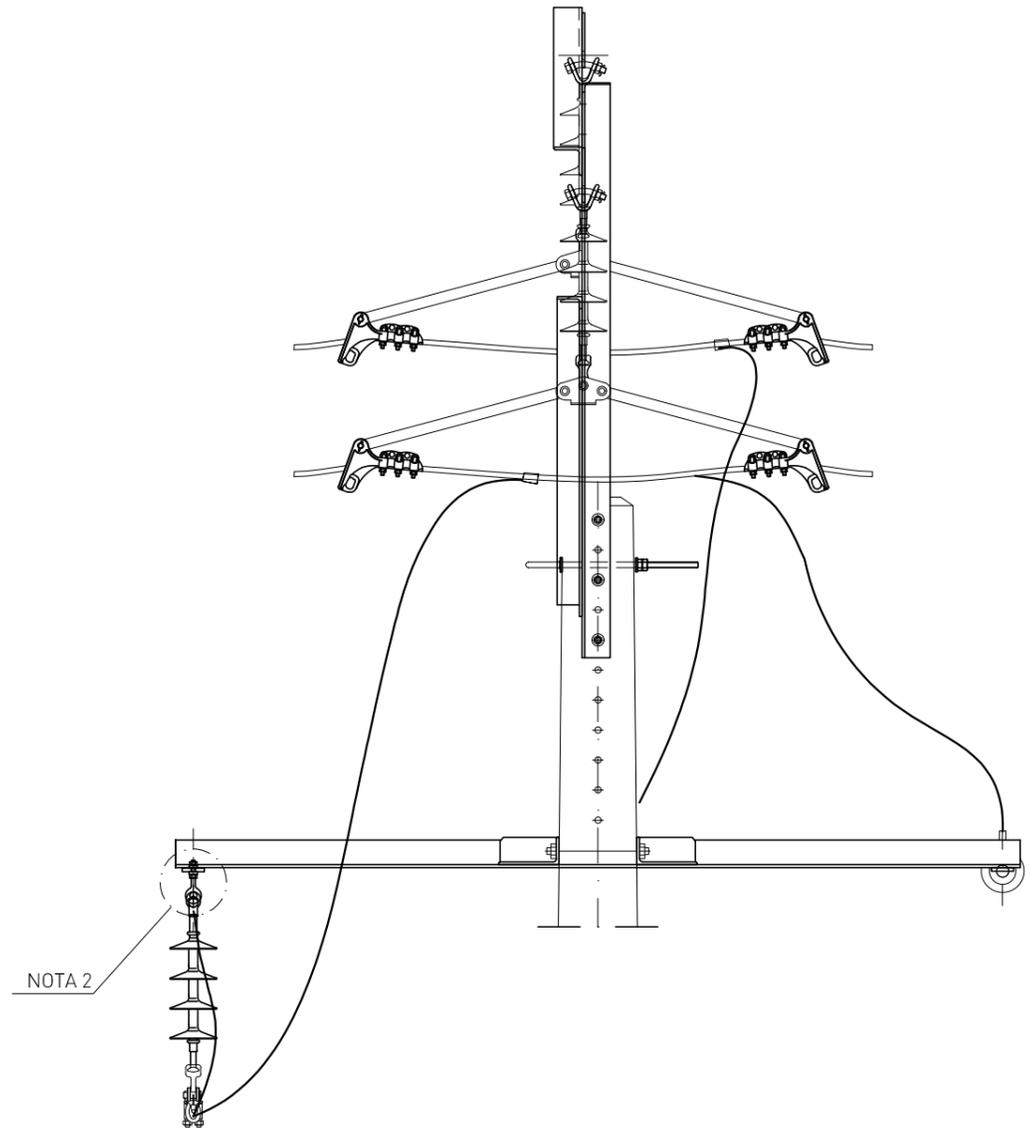
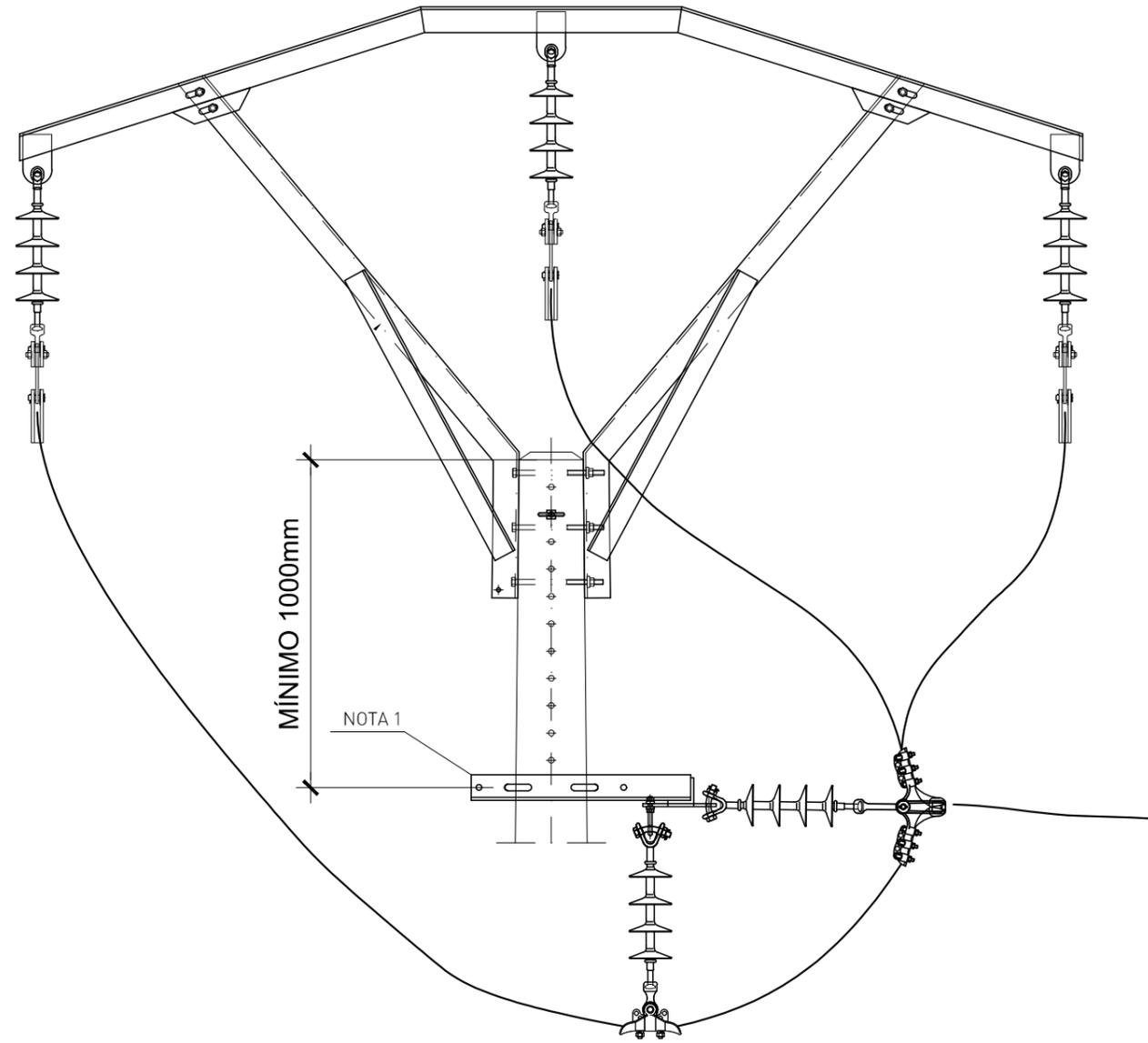
DIN-A4



NOTAS.-

- 1.- SE EMPLEARÁ PARA LA DERIVACIÓN EL SOPORTE RECTO CORTOCIRCUITOS FUSIBLES
- 2.- PARA LA SUJECIÓN DEL AISLADOR AL SOPORTE DE DERIVACIÓN SE EMPLEARÁ UN CÁNCAMO ROSCADO

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Proyectado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	DERIVACIÓN RIGIDA EN APOYO DE CELOSÍA CON CADENAS DE AMARRE (CRUCETA RECTA)	GESTIÓN DEL ACTIVO	
SIN ESCALA		REV. 1	HOJA 1 DE 1
		N° PLANO LAMT-050400	
PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV			



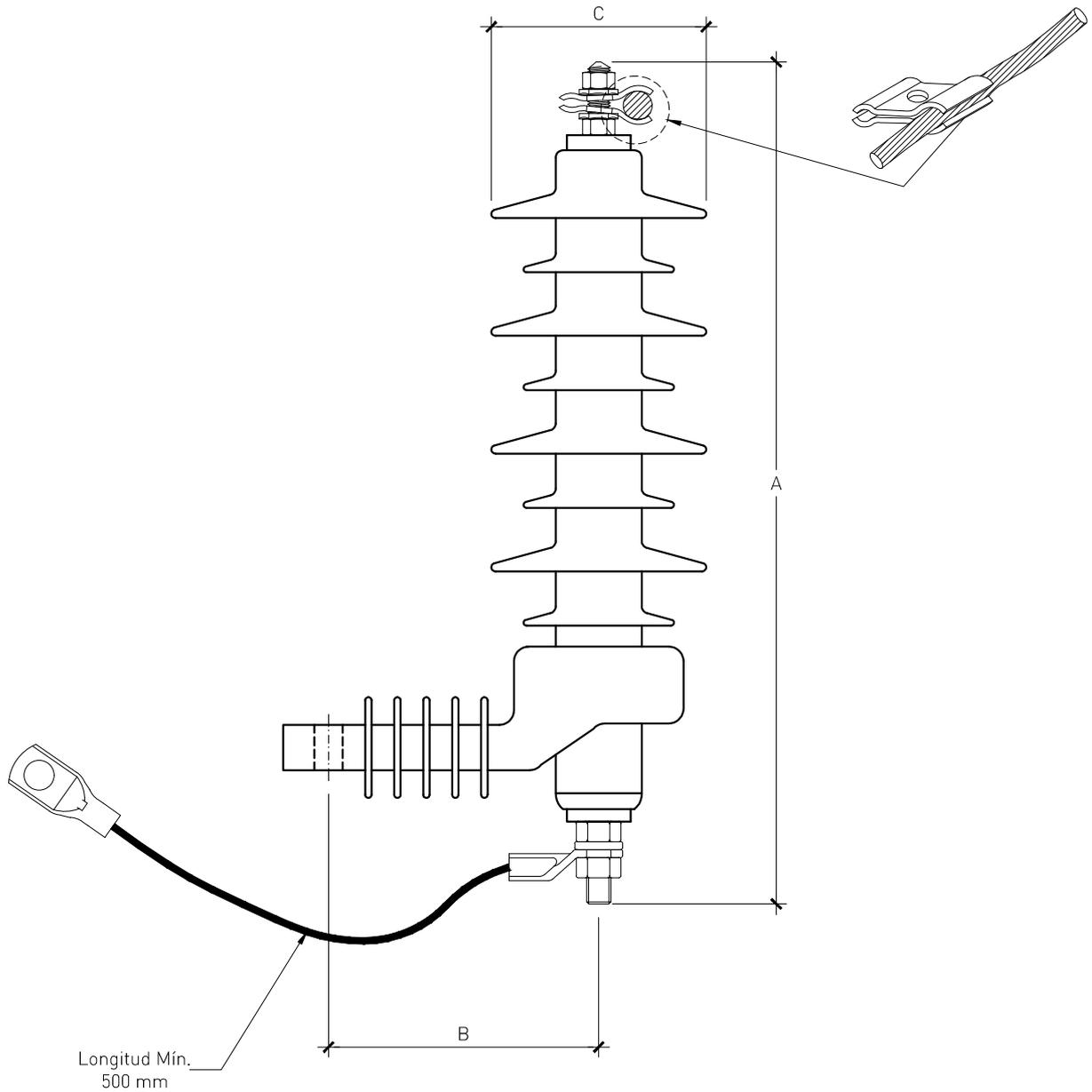
NOTAS.-

- 1.- SE EMPLEARÁ PARA LA DERIVACIÓN EL SOPORTE RECTO CORTOCIRCUITOS FUSIBLES
- 2.- PARA LA SUJECIÓN DEL AISLADOR AL SOPORTE DE DERIVACIÓN SE EMPLEARÁ UN CÁNCAMO ROSCADO
- 3.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 4.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

Revisión LCOE
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Proyectado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	DERIVACIÓN RIGIDA EN APOYO DE HORMIGÓN O CHAPA CON CADENAS DE SUSPENSIÓN DERIVACIÓN (CRUCETA BÓVEDA)		GESTIÓN DEL ACTIVO
SIN ESCALA	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 1 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-050500

LAMT-060000



Denominación	A (mm)	B (mm)	C (mm)
POME/17,5/10	340	130	94
POME/24/10	390	130	94



ESCALAS:

SIN

ESCALA

AUTOVÁLVULA

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

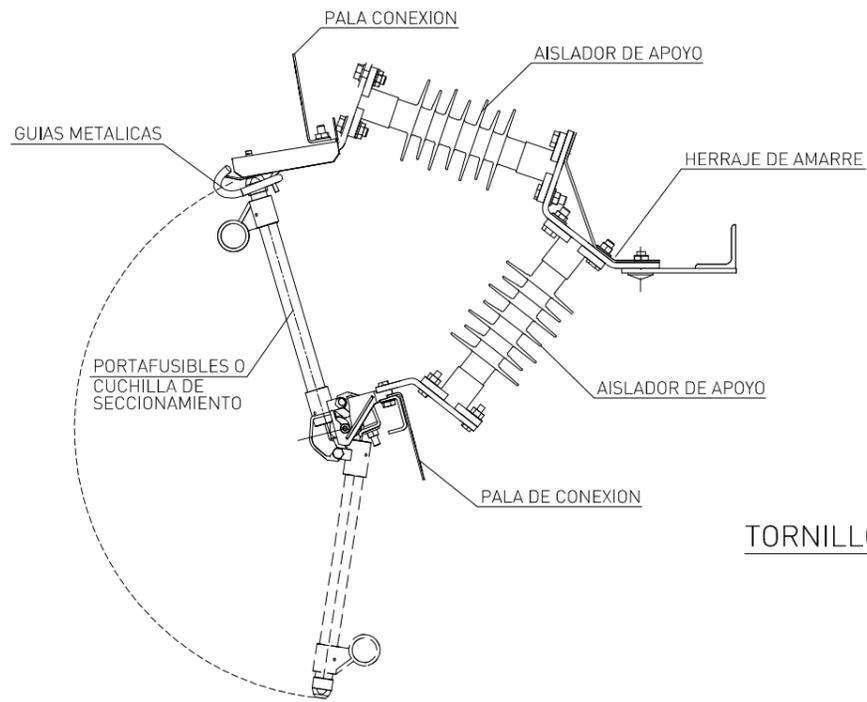
GESTIÓN DEL ACTIVO

REV. 2 HOJA 1 DE 1

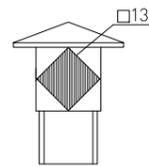
Nº PLANO

LAMT-060000

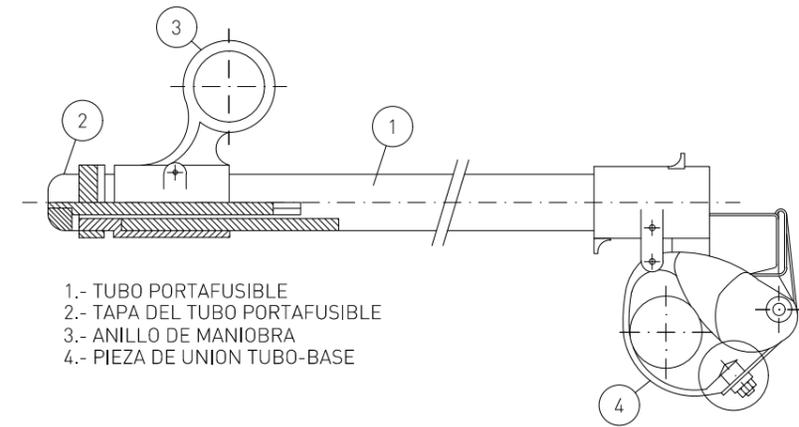
DIN-A4



CONJUNTO CORTACIRCUITO FUSIBLE DE EXPULSION

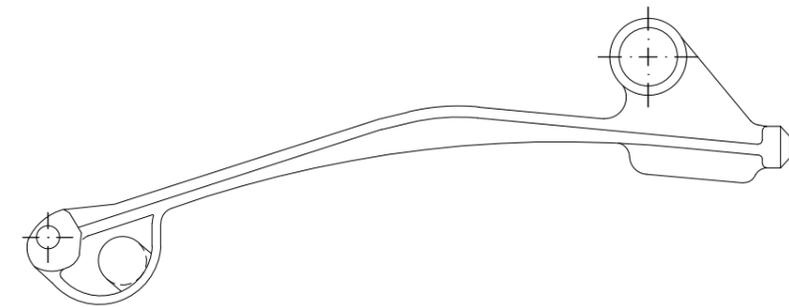


TORNILLO FIJACIÓN A SOPORTE UFD



- 1.- TUBO PORTAFUSIBLE
- 2.- TAPA DEL TUBO PORTAFUSIBLE
- 3.- ANILLO DE MANIOBRA
- 4.- PIEZA DE UNION TUBO-BASE

PORTAFUSIBLES

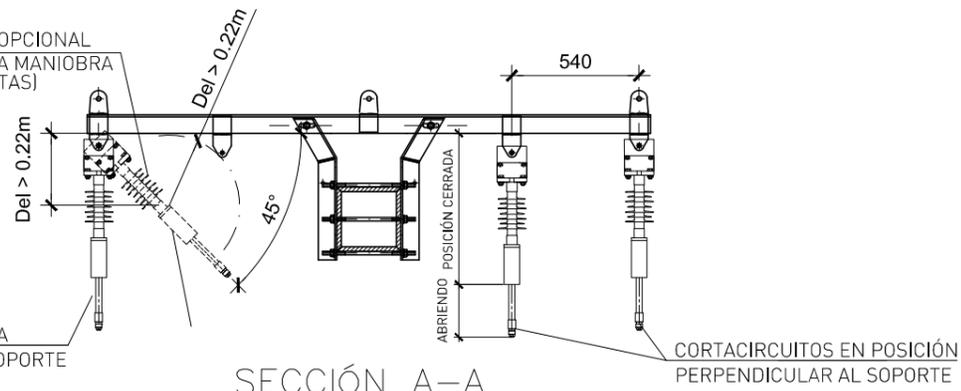


CUCHILLA SECCIONADORA

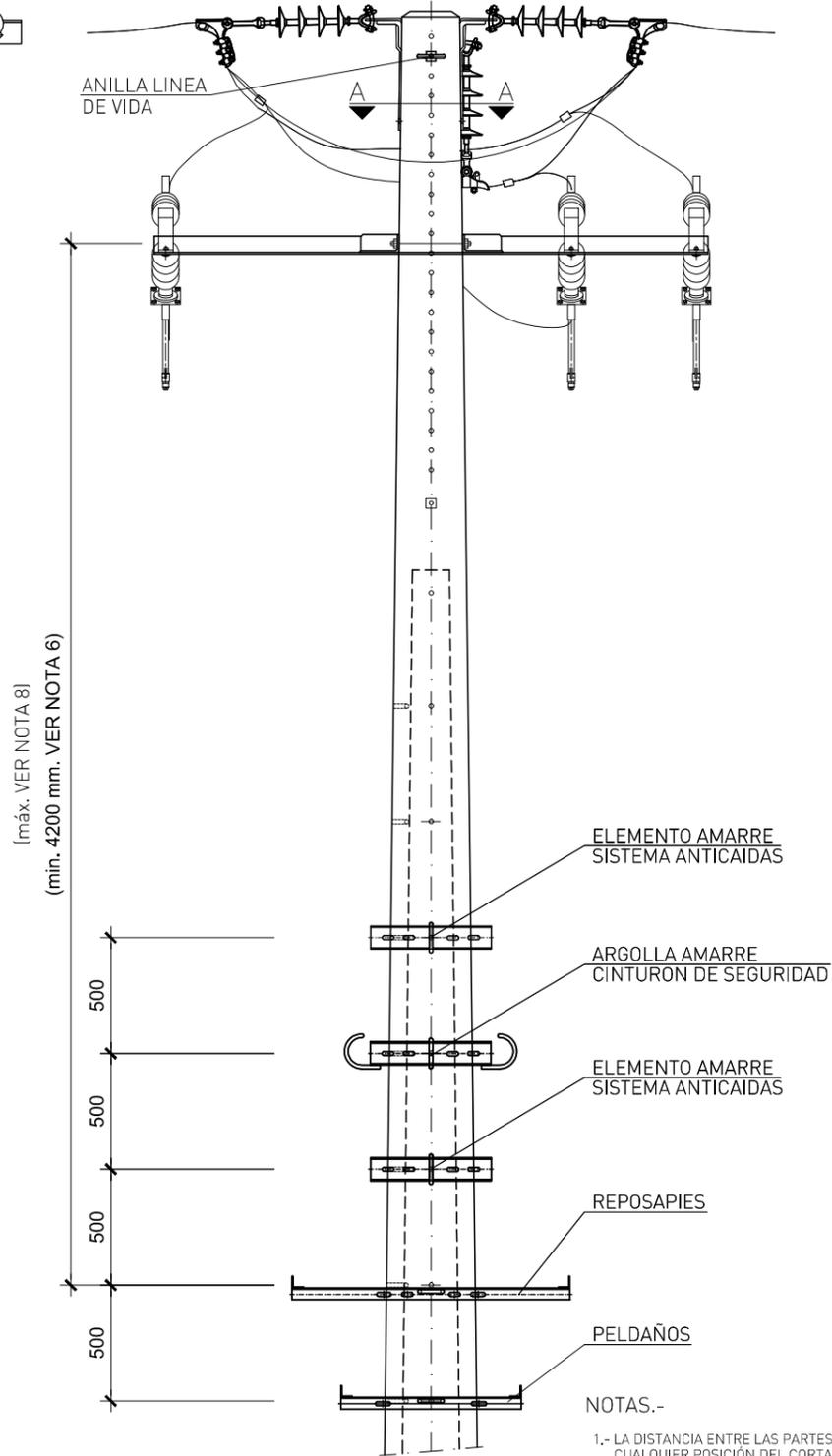
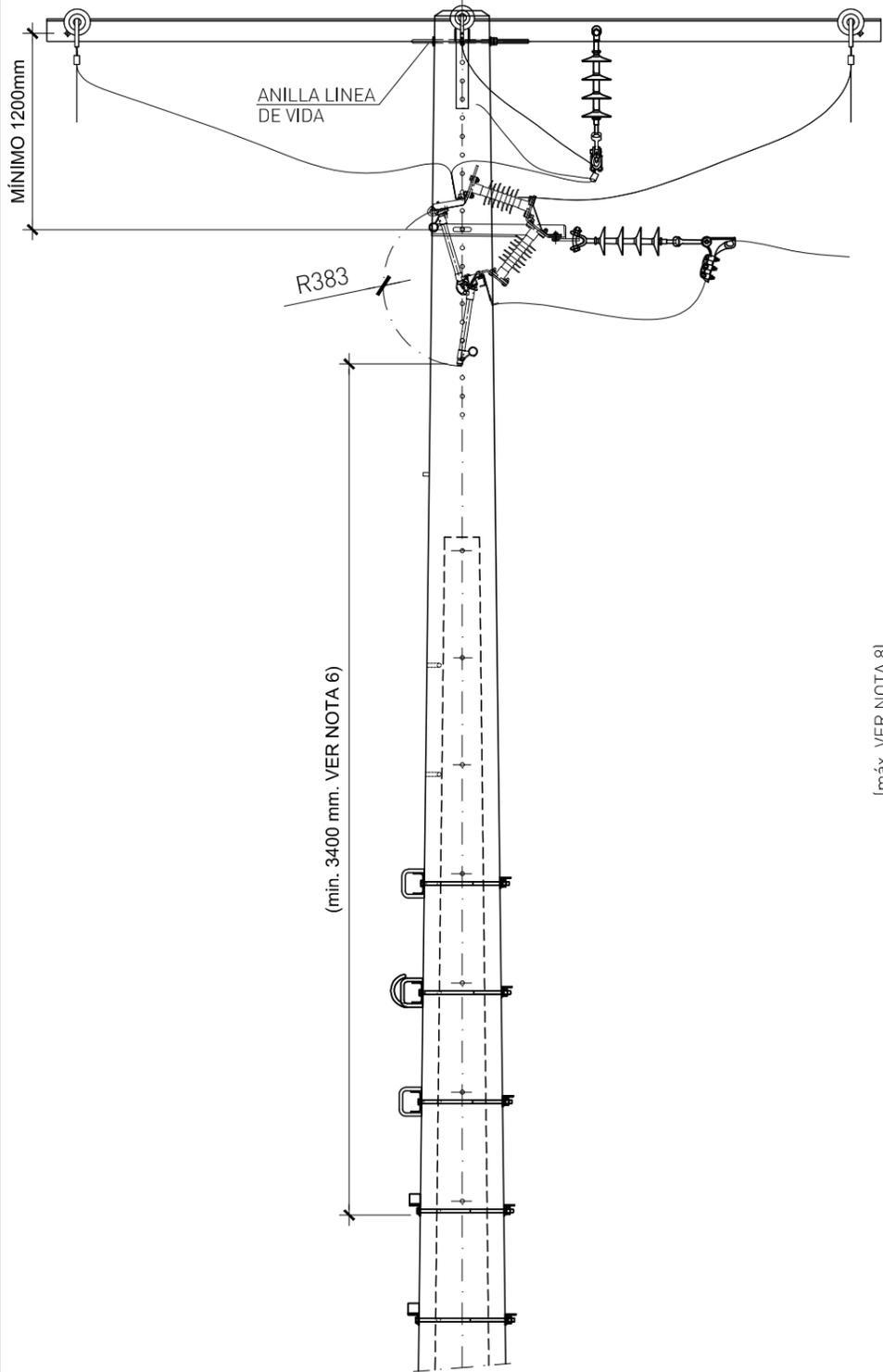
		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	BASES CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE EXPULSIÓN PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV	GESTIÓN DEL ACTIVO		
S.E.		REV. 3	HOJA 1 DE 1	
		Nº PLANO LAMT-060100		

MONTAJE OPCIONAL
PARA FACILITAR LA MANIOBRA
(VER NOTAS)

POSICIÓN PRIORITARIA
PERPENDICULAR AL SOPORTE



SECCIÓN A-A



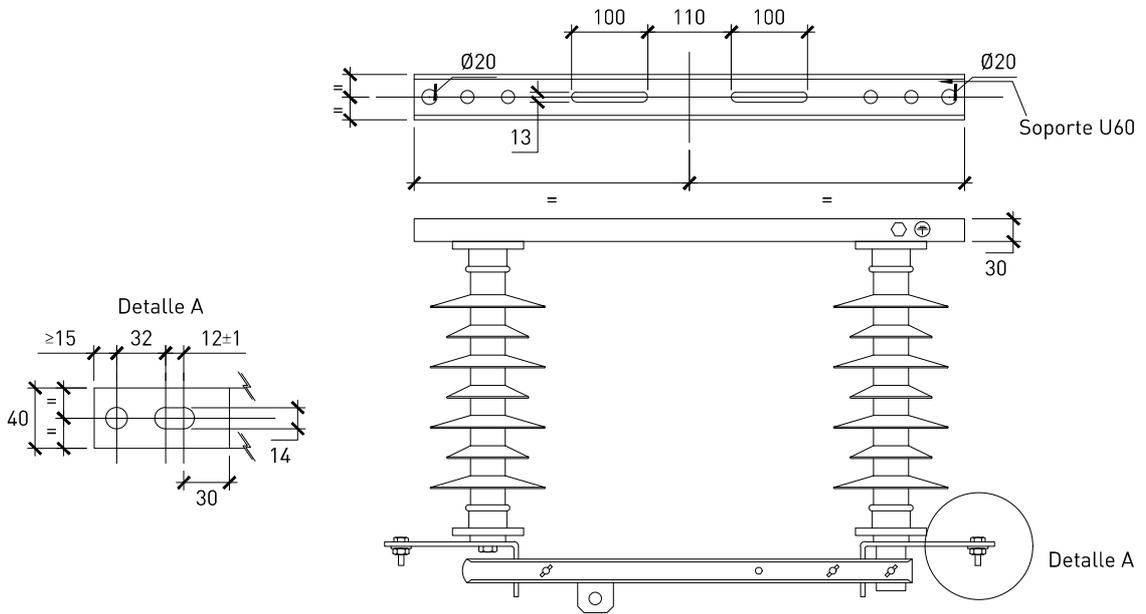
(máx. VER NOTA 8)
(min. 4200 mm. VER NOTA 6)

NOTAS.-

- 1.- LA DISTANCIA ENTRE LAS PARTES METÁLICAS ACTIVAS DEL CORTACIRCUITOS Y LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL APOYO, DEBE SER SUPERIOR EN CUALQUIER POSICIÓN DEL CORTACIRCUITOS A LA DISTANCIA DE AISLAMIENTO EN AIRE (Del→0.22m) MARCADA POR EL R.D. 223/2008.
- 2.- EN CASO DE NO CUMPLIR DICHA DISTANCIA, EL CORTACIRCUITOS ESTARÁ OBLIGATORIAMENTE EN POSICIÓN PERPENDICULAR AL SOPORTE.
- 3.- EN APOYOS DE CELOSÍA LOS CORTACIRCUITOS IRÁN PERPENDICULARES AL SOPORTE
- 4.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 5.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO
- 6.- LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL REPOSAPIÉS Y EL PUNTO MÁS BAJO EN TENSIÓN SERÁ DE 3.4 m.
- 7.- LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL SOPORTE DE LOS CORTACIRCUITOS Y LA CRUCETA SERÁ DE 1200mm
- 8.- LA DISTANCIA MÁXIMA ENTRE EL SOPORTE DE LOS CORTACIRCUITOS Y EL REPOSAPIÉS SERÁ DE 7m.

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Proyectado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	MONTAJE DE BASES CORTACIRCUITOS CORTACIRCUITOSS DE EXPULSIÓN SOBRE POSTE PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		GESTIÓN DEL ACTIVO
SIN ESCALA			REV. 6 HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO	LAMT-060200

LAMT-060300



	24 KV.
LINEA DE FUGA (mm)	Nivel III.
	600

Todas las medidas están en mm.



ESCALAS:

SIN

ESCALA

SECCIONADOR UNIPOLAR EXTERIOR

PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD
Aprobado	16/05/2022	UFD

GESTIÓN DEL ACTIVO

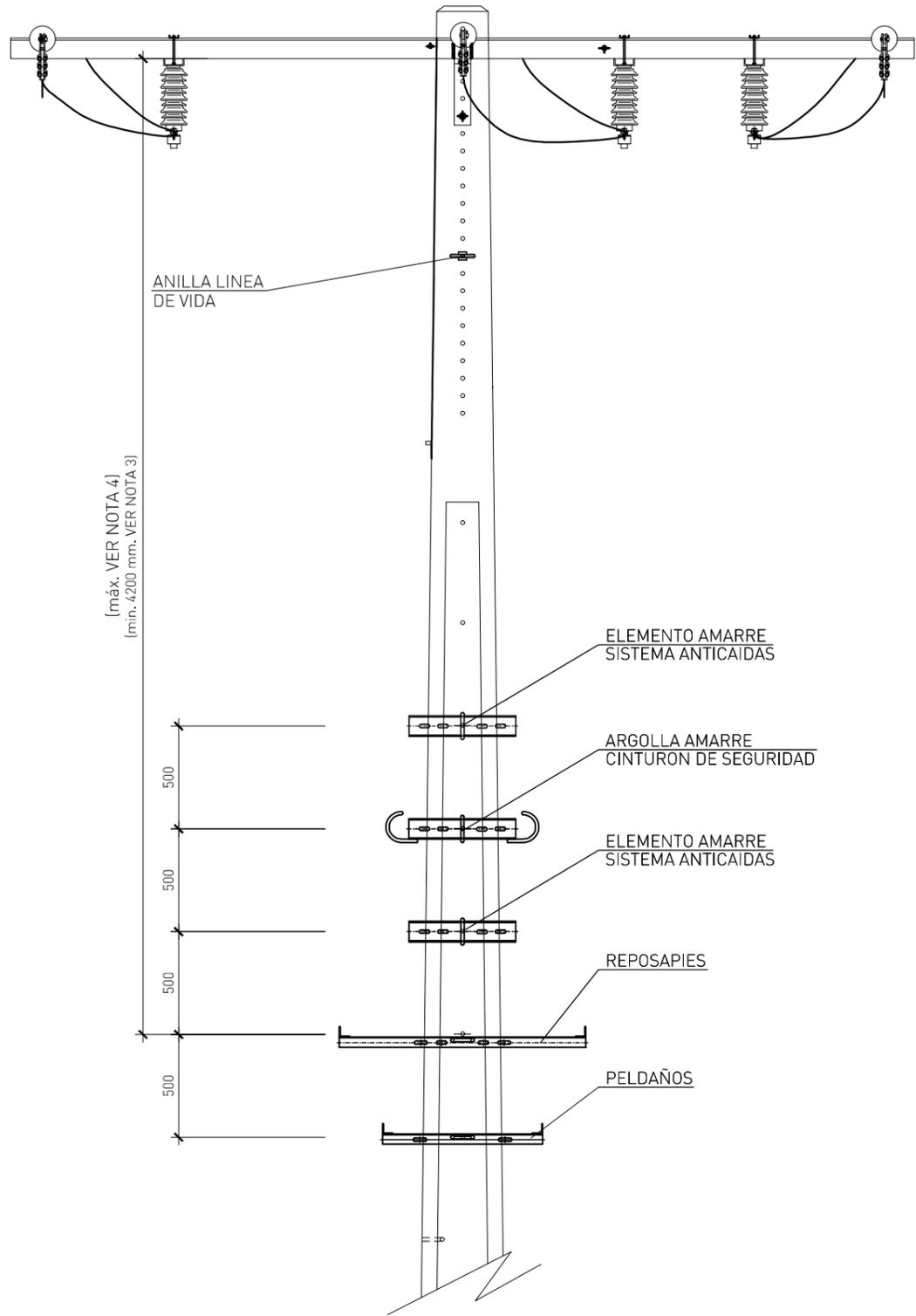
REV. 2 HOJA 1 DE 1

Nº PLANO

LAMT-060300

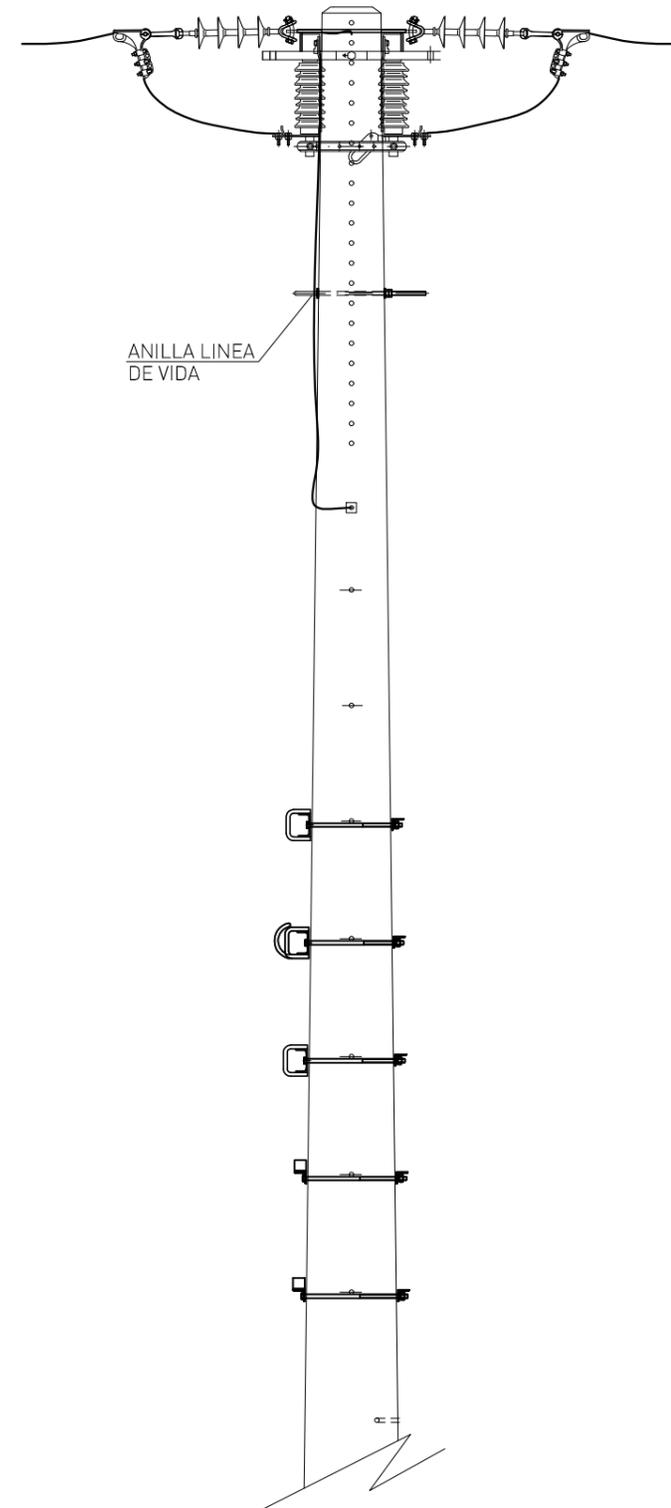
DIN-A4

Revisión LCOE.
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

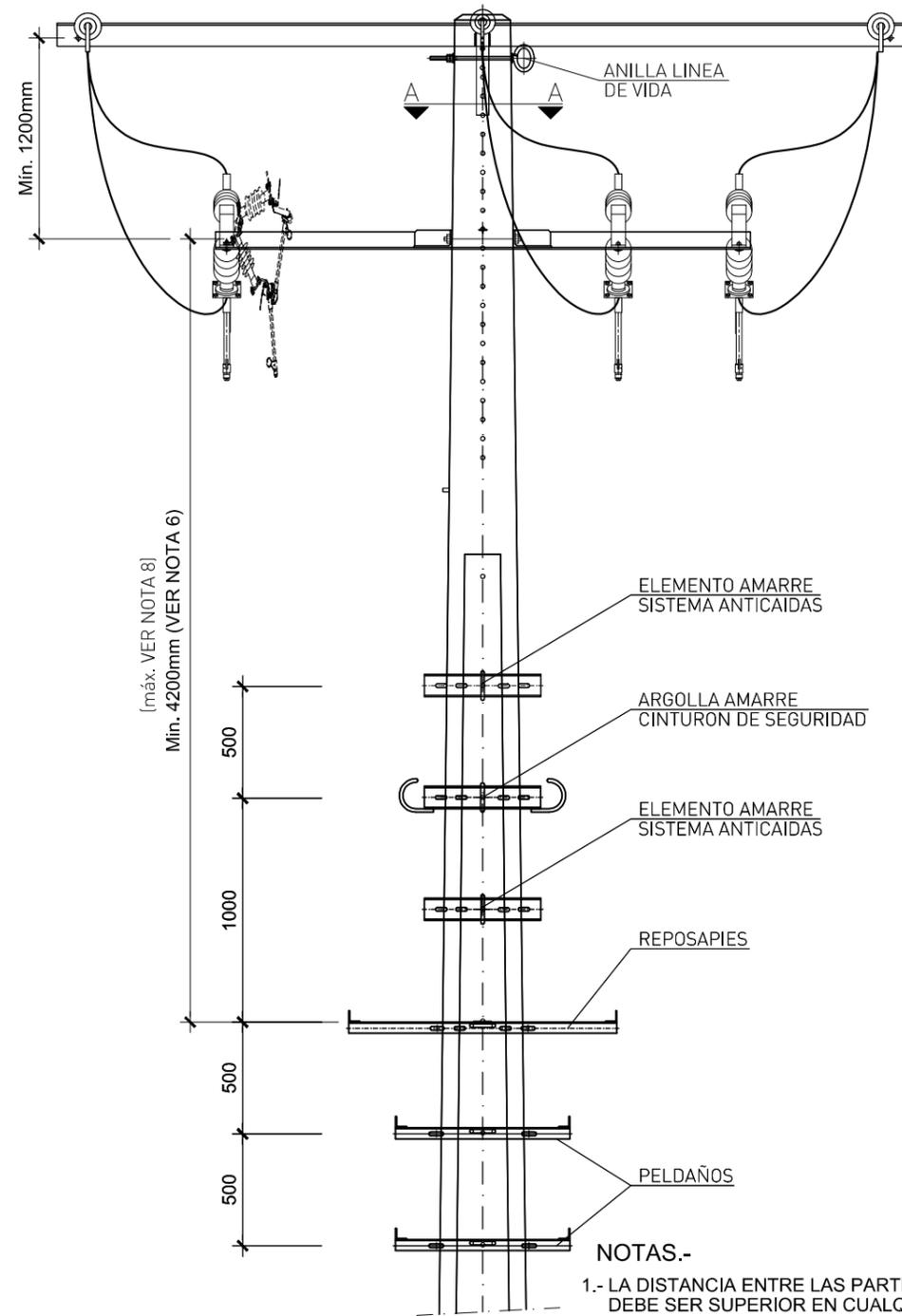
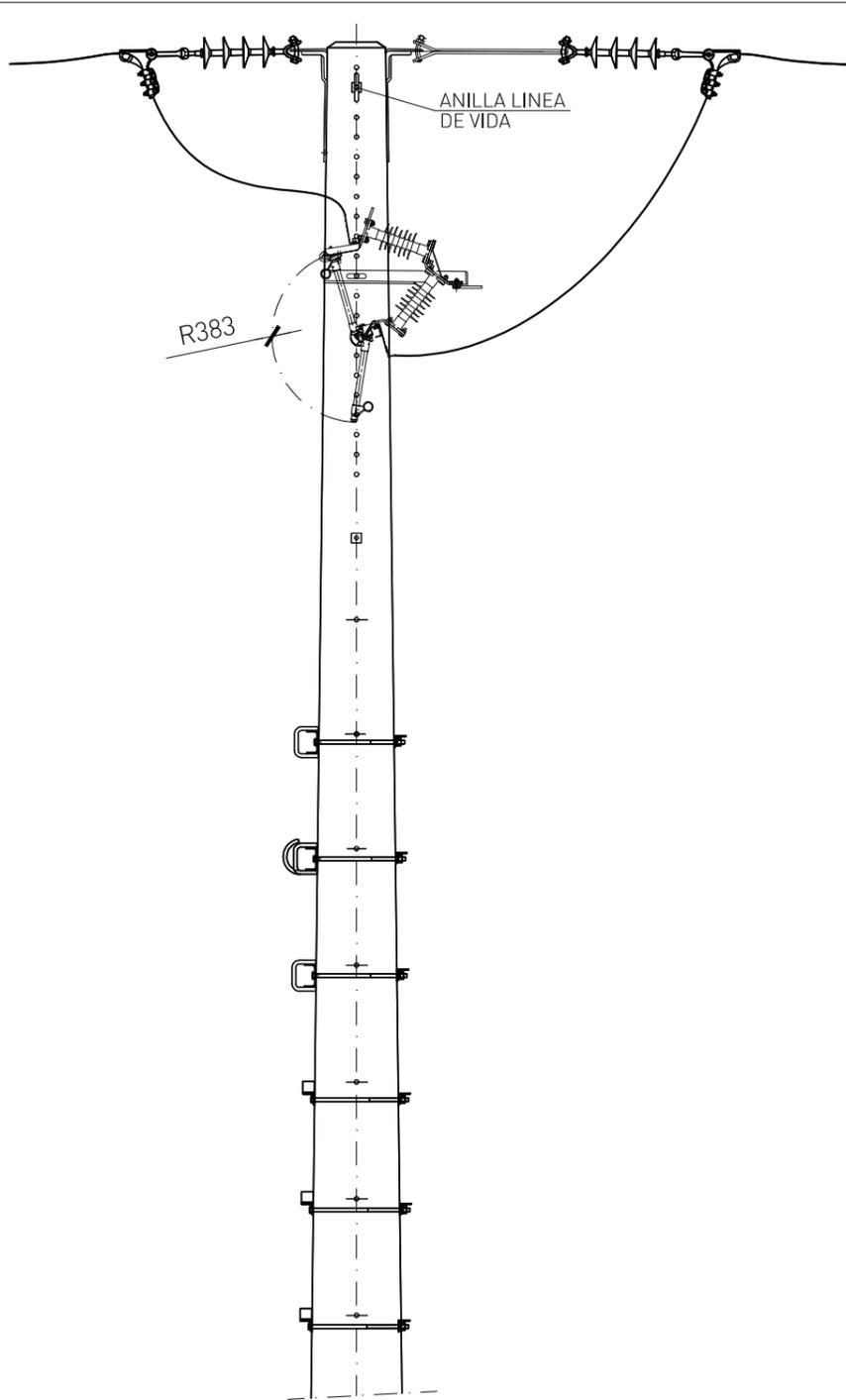


NOTAS.-

- 1.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 2.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO
- 3.- LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL REPOSAPIÉS Y EL PUNTO MÁS BAJO EN TENSIÓN SERÁ DE 3,4 m.
- 4.- LA DISTANCIA MÁXIMA ENTRE LA CRUCETA Y EL REPOSAPIÉS SERÁ DE 7m.



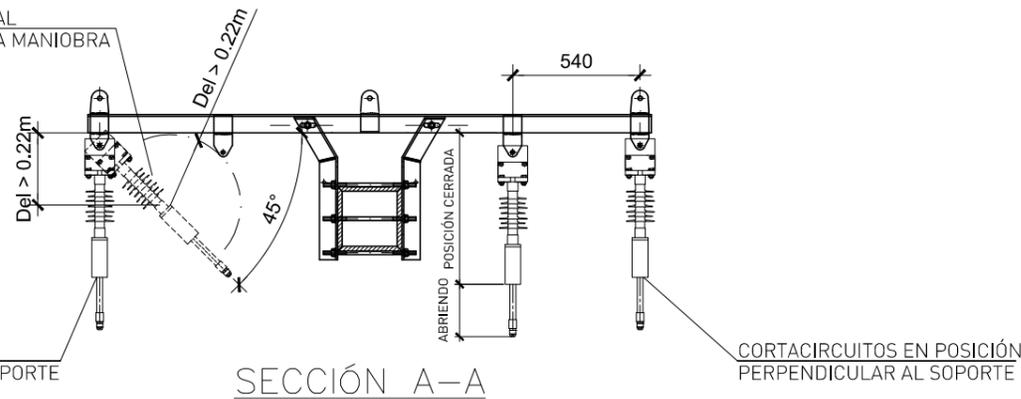
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
ESCALAS: 1:30		Comprobado 16/05/2022	UFD
		Aprobado 16/05/2022	UFD
SECCIONAMIENTO INTERMEDIO CON SECCIONADORES UNIPOLARES PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 3	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-060400	



NOTAS.-

- 1.- LA DISTANCIA ENTRE LAS PARTES METÁLICAS ACTIVAS DEL CORTACIRCUITOS Y LA ESTRUCTURA METÁLICA DEL APOYO, DEBE SER SUPERIOR EN CUALQUIER POSICIÓN DEL CORTACIRCUITOS A LA DISTANCIA DE AISLAMIENTO EN AIRE (Del>0.22m) MARCADA POR EL R.D. 223/2008.
- 2.- EN CASO DE NO CUMPLIR DICHA DISTANCIA, EL CORTACIRCUITOS ESTARÁ OBLIGATORIAMENTE EN POSICIÓN PERPENDICULAR AL SOPORTE.
- 3.- EN APOYOS DE CELOSÍA LOS CORTACIRCUITOS IRÁN PERPENDICULARES AL SOPORTE
- 4.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 5.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO
- 6.- LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL REPOSAPIES Y EL PUNTO MÁS BAJO EN TENSIÓN SERÁ DE 3.4m.
- 7.- LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL SOPORTE DE LOS CORTACIRCUITOS Y LA CRUCETA SERÁ DE 1200mm.
- 8.- LA DISTANCIA MÁXIMA ENTRE EL SOPORTE DE LOS CORTACIRCUITOS Y LA CRUCETA SERÁ DE 7m.

MONTAJE OPCIONAL PARA FACILITAR LA MANIOBRA (VER NOTAS)



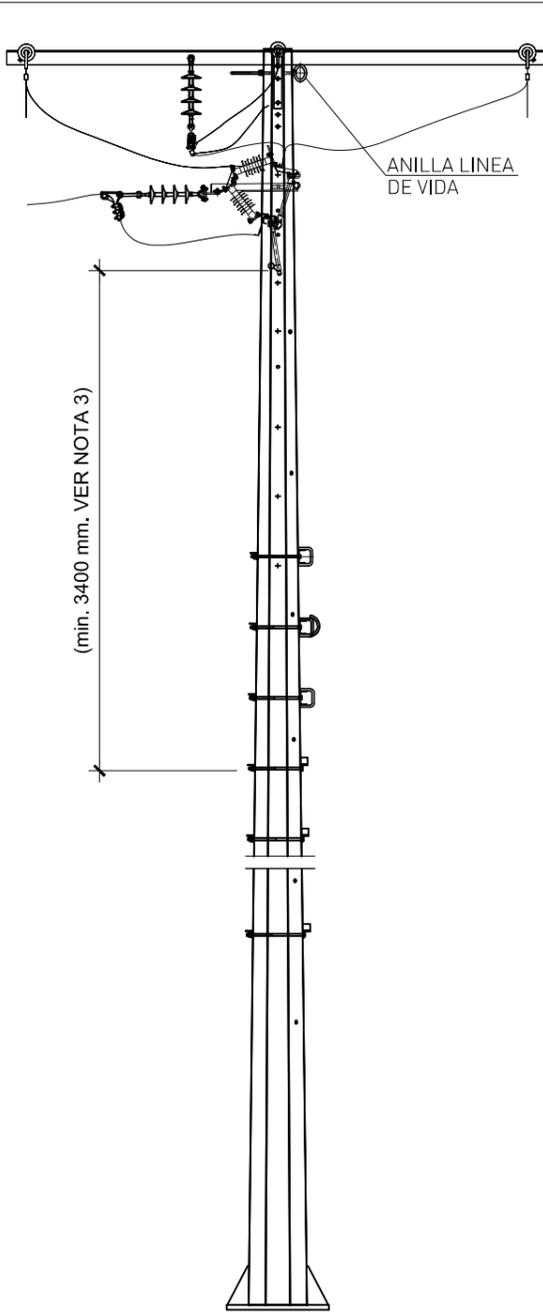
ESCALAS:
SIN ESCALA

SECCIONAMIENTO INTERMEDIO CON CORTACIRCUITOS FUSIBLES

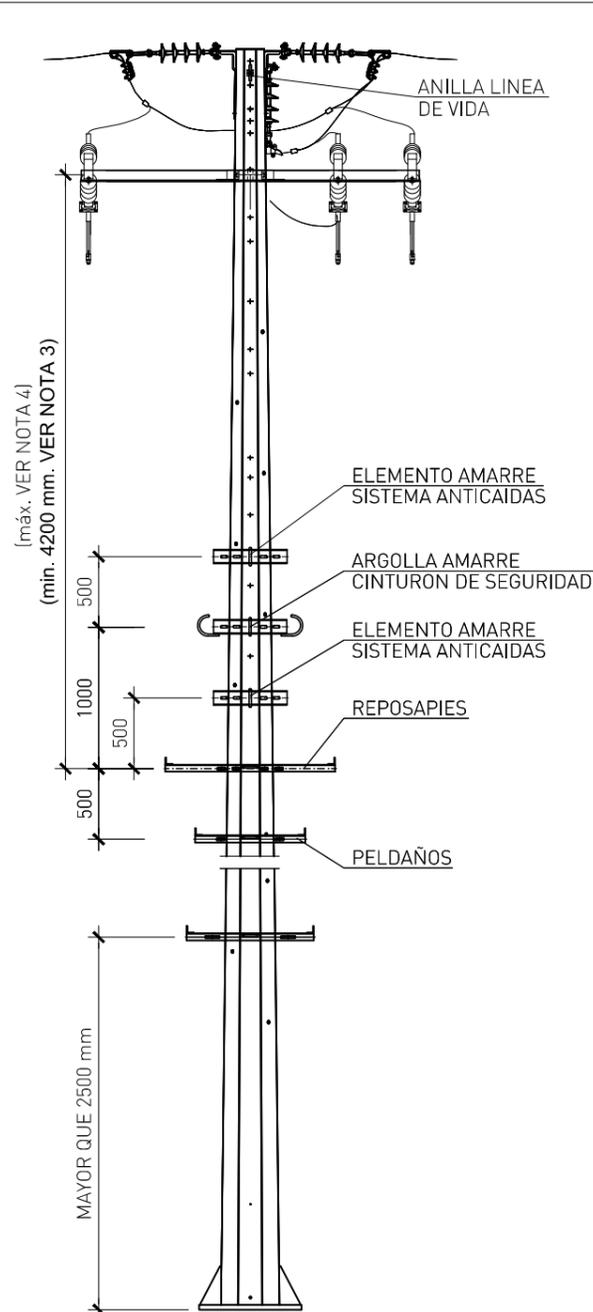
PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20KV

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Proyectado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD

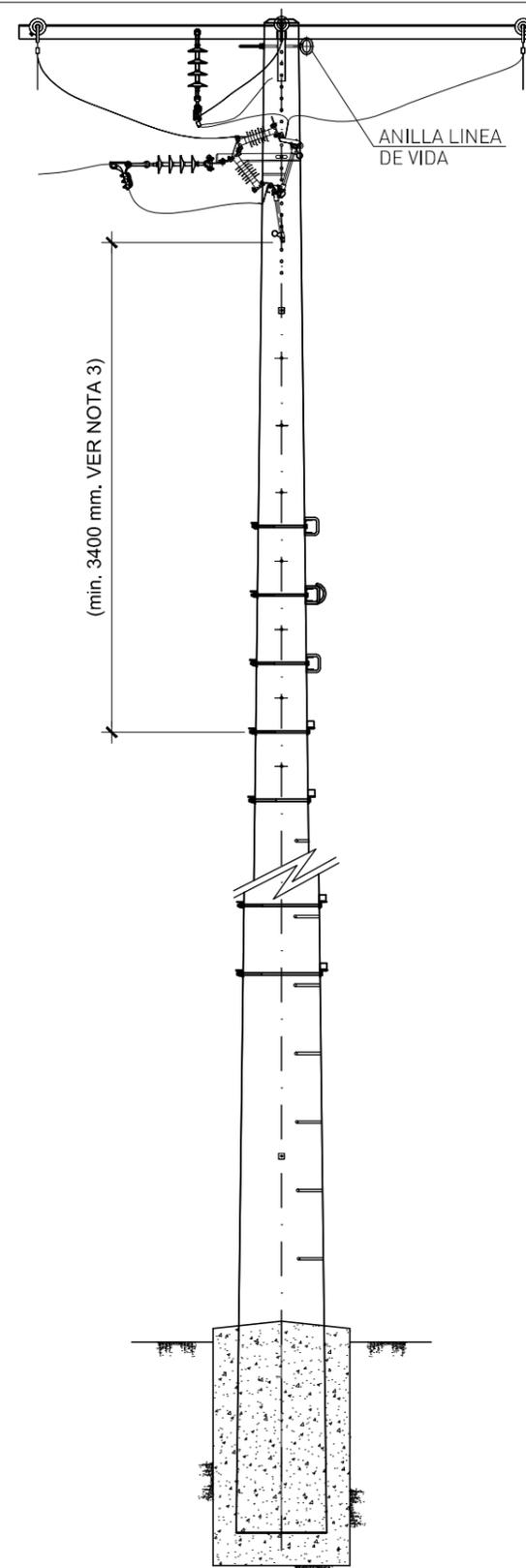
GESTIÓN DEL ACTIVO		
REV. 2	HOJA 1	DE 1
Nº PLANO		
LAMT-060450		



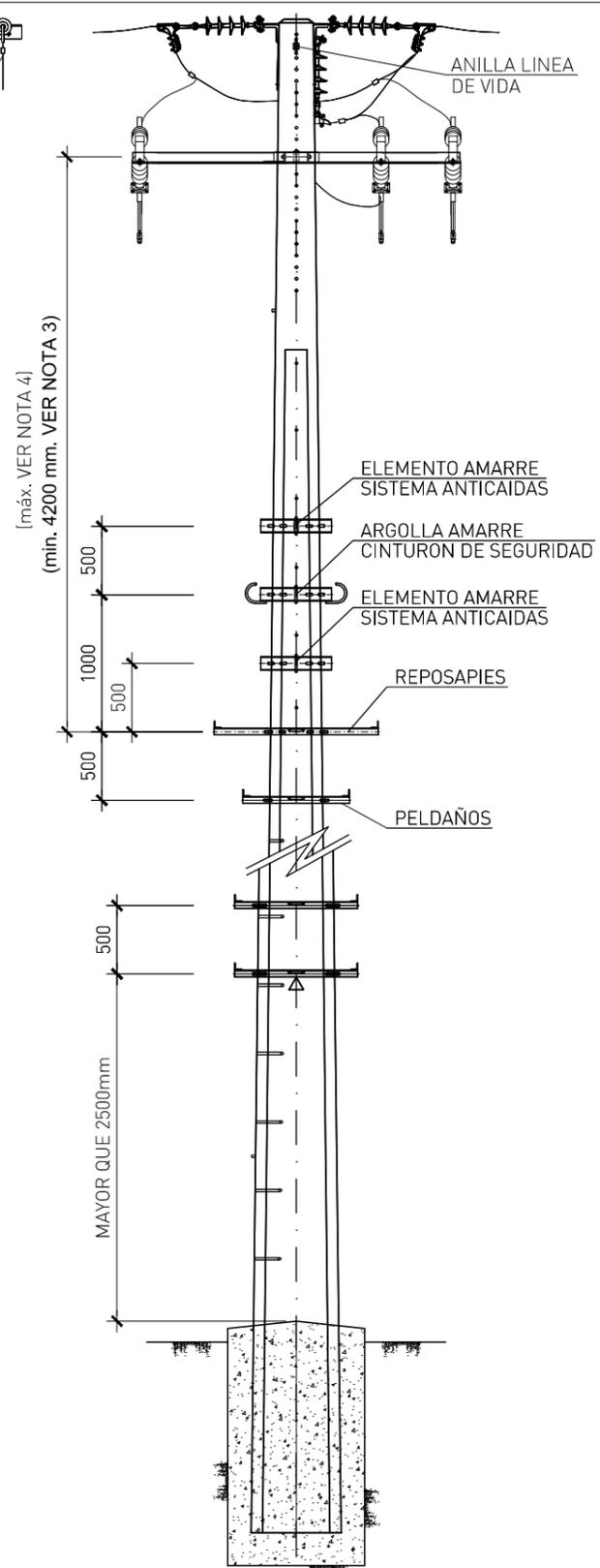
ALZADO APOYO CHAPA OCTOGONAL



PERFIL APOYO CHAPA OCTOGONAL



ALZADO APOYO HORMIGÓN



PERFIL APOYO HORMIGÓN

NOTAS.-

- 1.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 2.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO
- 3.- LA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL REPOSAPIÉS Y EL PUNTO MÁS BAJO EN TENSIÓN SERÁ DE 3,4 m.
- 4.- LA DISTANCIA MÁXIMA ENTRE EL SOPORTE DEL ELEMENTO DE MANIOBRA Y EL REPOSAPIÉS SERÁ DE 7m.

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Proyectado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	CONFIGURACIÓN DISPOSITIVOS DE ACCESO A APOYOS Y POSICIONAMIENTO EN APOYOS DE MANIOBRA DE HORMIGÓN Y CHAPA		GESTIÓN DEL ACTIVO
1:50	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20 kV		REV. 3 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-060500

LAMT-060600

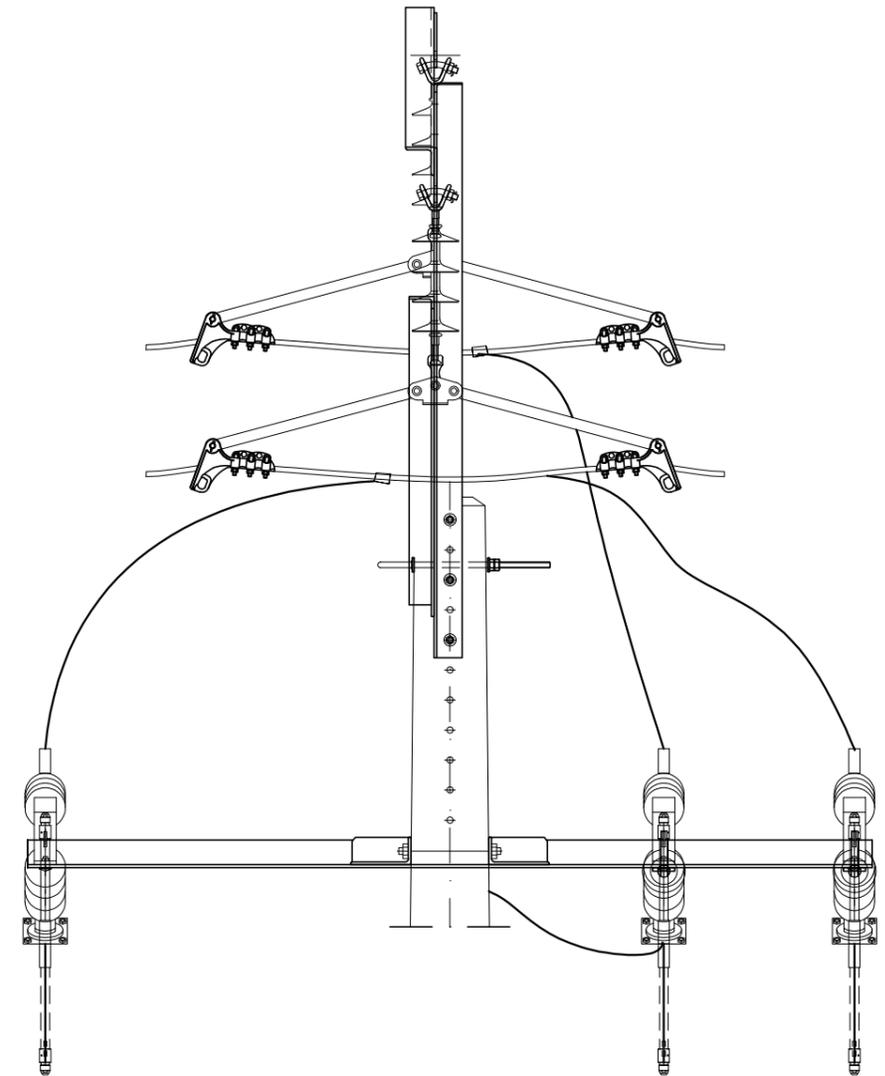
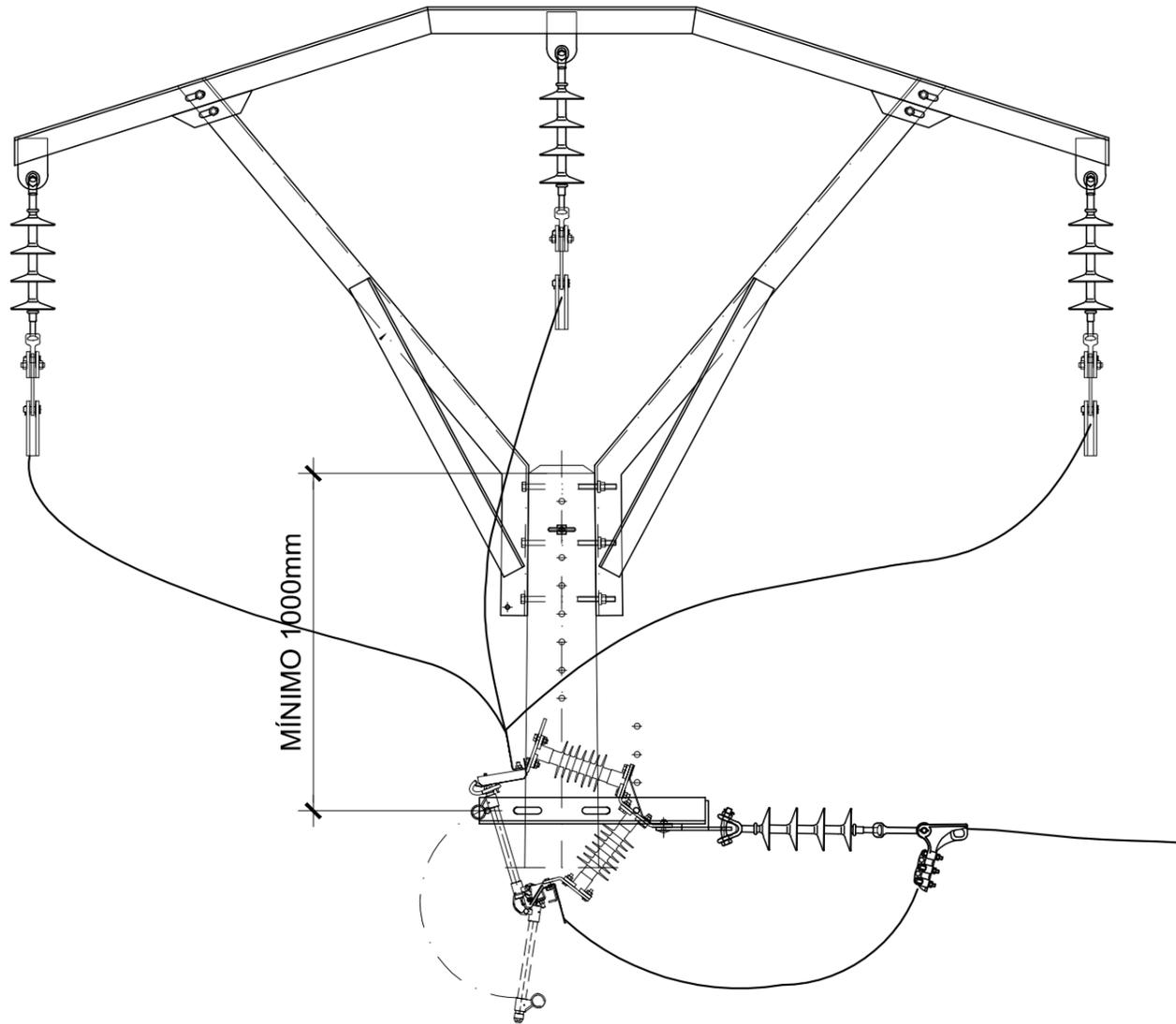
DIN-A3

NOTAS.-

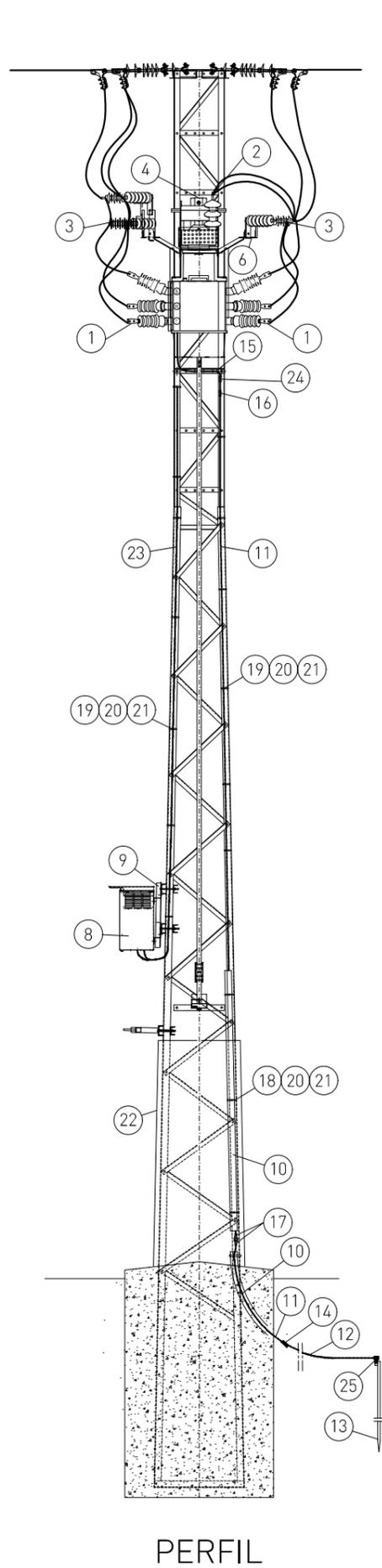
- 1.- SE EMPLEARÁ PARA LA DERIVACIÓN EL SOPORTE RECTO CORTOCIRCUITOS FUSIBLES
- 2.- PARA LA SUJECIÓN DEL AISLADOR AL SOPORTE DE DERIVACIÓN SE EMPLEARÁ UN CÁNCAMO ROSCADO
- 3.- LA ANILLA SE COLOCARÁ EN EL ORIFICIO MÁS SUPERIOR POSIBLE QUE PERMITA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN
- 4.- LA POSICIÓN DE LA ANILLA ES ORIENTATIVA Y SE PODRÁ MODIFICAR EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES PARTICULARES DE CADA PROYECTO

Revisión LCOE

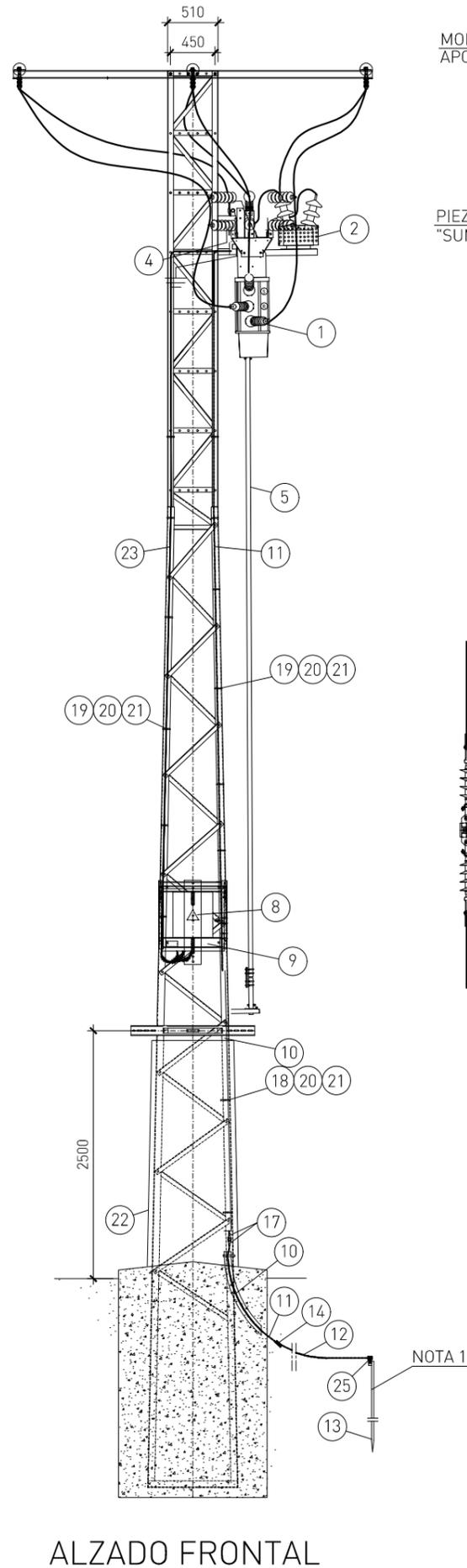
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.



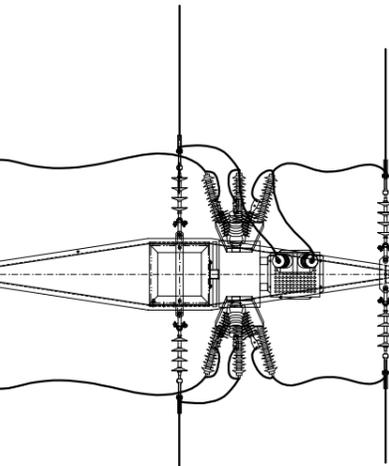
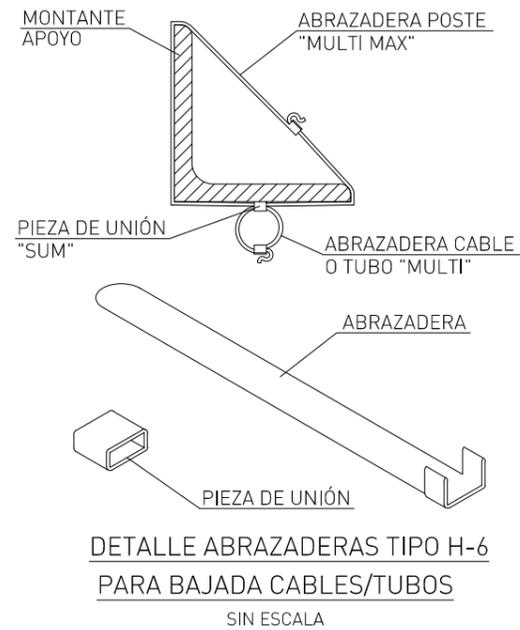
		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Proyectado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	DERIVACIÓN CON MANIOBRA EN APOYO DE HORMIGÓN O CHAPA CON CADENAS DE SUSPENSIÓN DERIVACIÓN (CRUCETA BÓVEDA)	GESTIÓN DEL ACTIVO		
SIN ESCALA		REV. 1	HOJA 1 DE 1	
PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		Nº PLANO LAMT-060600		



PERFIL



ALZADO FRONTAL



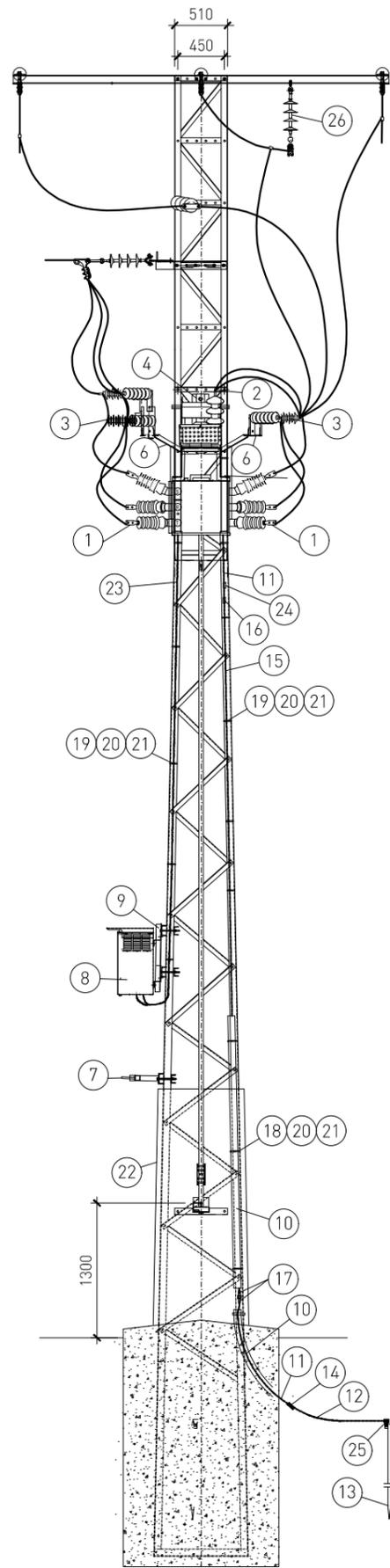
PLANTA

26	AISLADOR POLIMÉRICO + GRAPA DE SUSPENSIÓN
25	CONECTOR CUÑA PRES. Cu CABLE-PICA
24	CONECTOR DE COMPRESIÓN BT 35/35 Cu
23	MANGUERA CABLES DE CONTROL
22	FORRADO ANTIESCALO
21	PIEZA DE UNIÓN SUM
20	ABRAZADERA POSTE 20x1,5x1350mm
19	ABRAZADERA SENCILLA SUSP. 8-12 D
18	ABRAZADERA SENCILLA SUSP 28-35-D
17	TERMINAL RECTO ALECCIÓN AL 50mm ²
16	MANGUITO EMPALME BT COMPR. AL/CU
15	CONDUCTOR Cu DESNUDO C-35
14	EMPALME BT DE 95 A 50 MM ² SECC. PRINCIPAL
13	PICA PAT AC. CU 2000X14,6 D LISA
12	CONDUCTOR CU DESNUDO CU-50
11	CABLE BT XZ1 0,6/1 kV 1x50 AL
10	m TUBO PLAST. RIG. 21 mm D. 3M
9	SOPORTE DE CELDA DE CONTROL RECONECTADOR
8	CELDA DE CONTROL
7	SOPORTE PARA ESCALERA
6	SOPORTE PARA LPVT Y PARARRAYOS PM6
5	TRANSMISIÓN ACCIONAMIENTO MANUAL
4	SOPORTE INTERRUPTOR PM6
3	PARARRAYO
2	TRANSFORMADOR DE TENSION (24kV)
1	INTERRUPTOR-SECCIONADOR
MARCA	DENOMINACIÓN

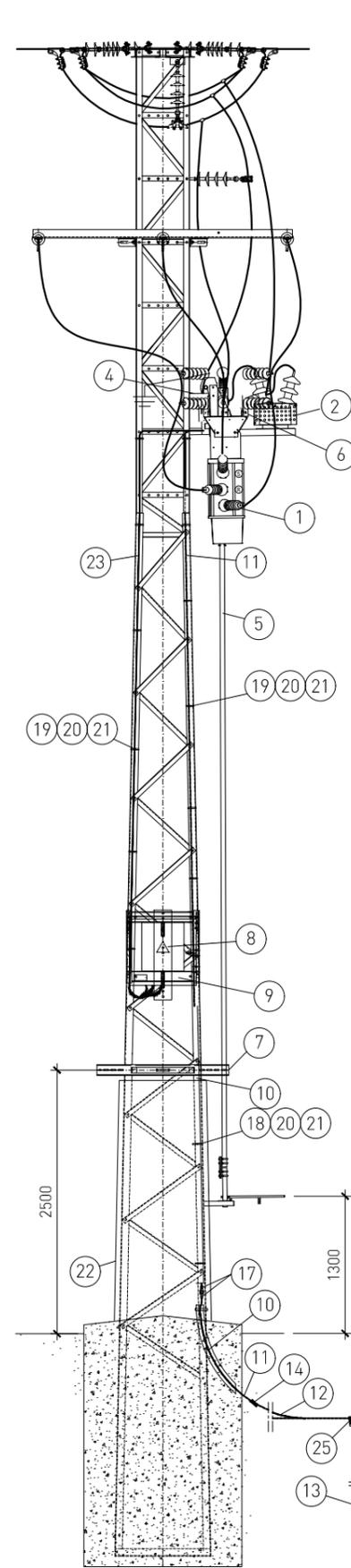
NOTA.-

1.- EN ESTE PLANO SE REPRESENTA EL ELECTRODO ENTERRADO DE P.A.T. MÍNIMO QUE DEBE DISPONER EL APOYO SI EL MISMO DISPONE DE ALGUNA MEDIDA ADICIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TENSION DE CONTACTO (ANTIESCALO AISLANTE O SOLERA EQUIPOTENCIAL)

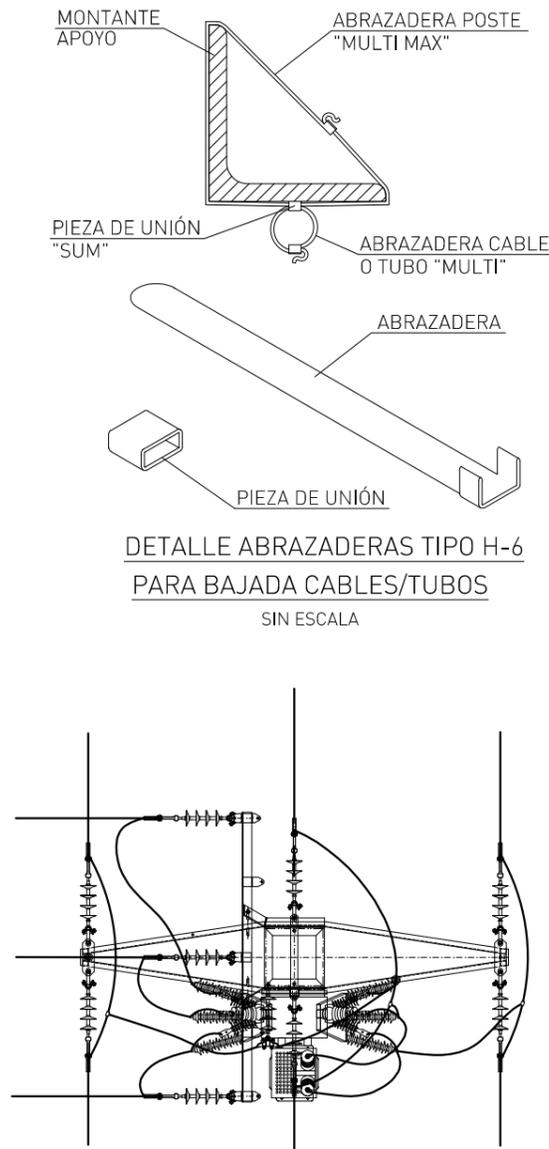
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	INTERRUPTOR-SECCIONADOR TELECONTROLADO SF6 "TIPO A". MONTAJE EN LÍNEA TRONCAL EN APOYO CELOSIA CON CRUCETA RECTA	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:60		REV. 1	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-061000	
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	



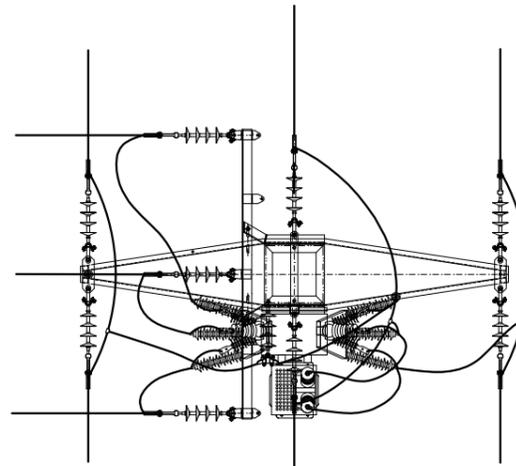
ALZADO FRONTAL



PERFIL



DETALLE ABRAZADERAS TIPO H-6
PARA BAJADA CABLES/TUBOS
SIN ESCALA



PLANTA

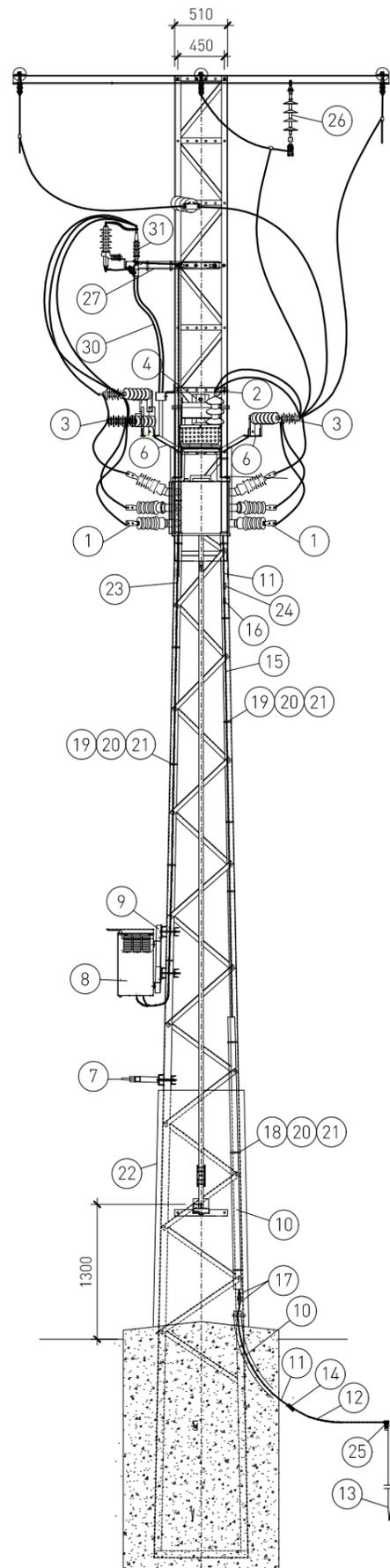
NOTA 1

26	AISLADOR POLIMÉRICO + GRAPA DE SUSPENSIÓN
25	CONECTOR CUÑA PRES. Cu CABLE-PICA
24	CONECTOR DE COMPRESIÓN BT 35/35 Cu
23	MANGUERA CABLES DE CONTROL
22	FORRADO ANTIESCALO
21	PIEZA DE UNIÓN SUM
20	ABRAZADERA POSTE 20x1,5x1350mm
19	ABRAZADERA SENCILLA SUSP. 8-12 D
18	ABRAZADERA SENCILLA SUSP 28-35-D
17	TERMINAL RECTO ALECCIÓN AL 50mm ²
16	MANGUITO EMPALME BT COMPR. AL/CU
15	CONDUCTOR Cu DESNUDO C-35
14	EMPALME BT DE 95 A 50 MM ² SECC. PRINCIPAL
13	PICA PAT AC. CU 2000X14,6 D LISA
12	CONDUCTOR CU DESNUDO CU-50
11	CABLE BT XZ1 0,6/1 kV 1x50 AL
10	m TUBO PLAST. RIG. 21 mm D. 3M
9	SOPORTE DE CELDA DE CONTROL RECONECTADOR
8	CELDA DE CONTROL
7	SOPORTE PARA ESCALERA
6	SOPORTE PARA LPVT Y PARARRAYOS PM6
5	TRANSMISIÓN ACCIONAMIENTO MANUAL
4	SOPORTE INTERRUPTOR PM6
3	PARARRAYO
2	TRANSFORMADOR DE TENSION [24kV]
1	INTERRUPTOR
MARCA	DENOMINACIÓN

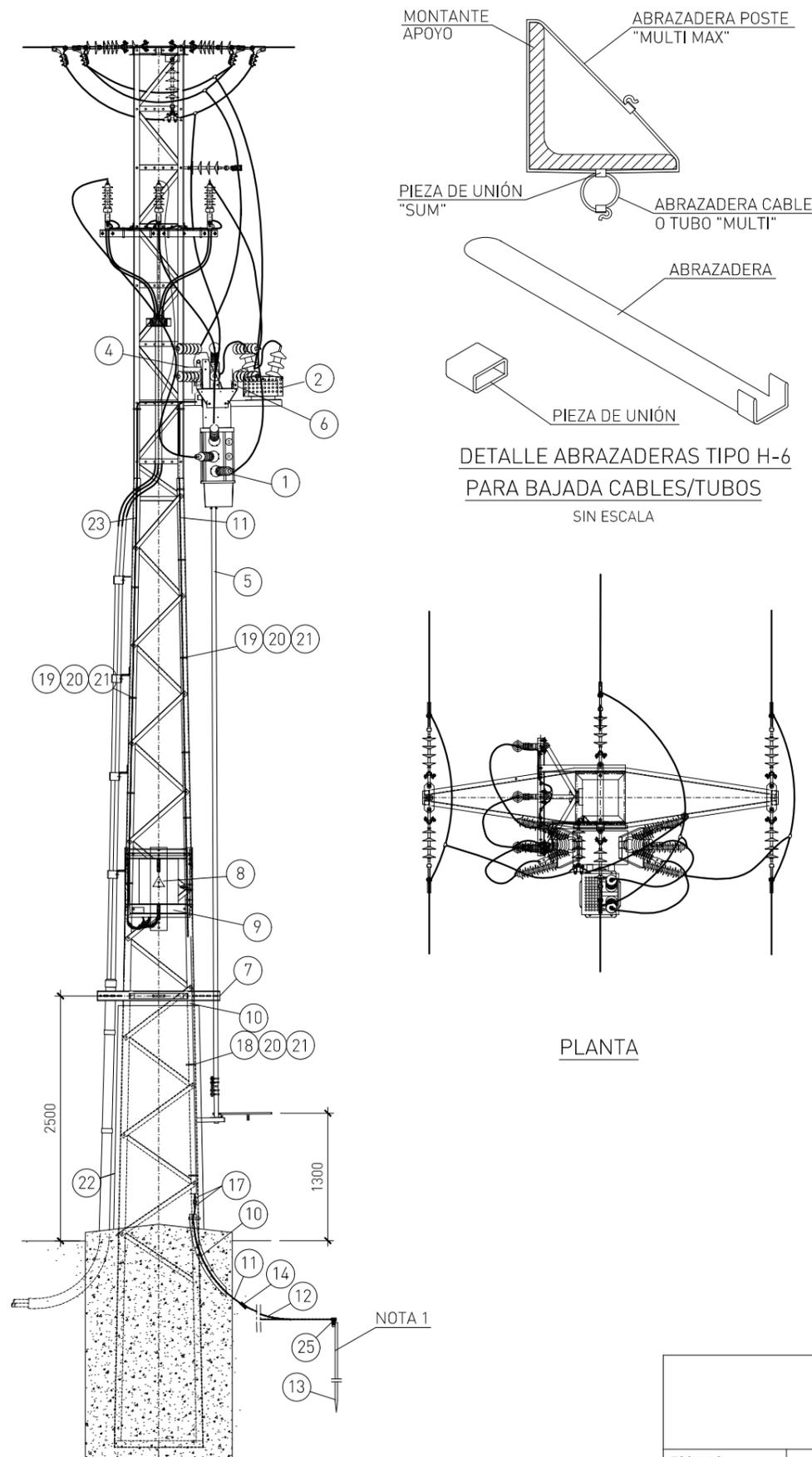
NOTA.-

1.- EN ESTE PLANO SE REPRESENTA EL ELECTRODO ENTERRADO DE P.A.T. MÍNIMO QUE DEBE DISPONER EL APOYO SI EL MISMO DISPONE DE ALGUNA MEDIDA ADICIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TENSION DE CONTACTO [ANTIESCALO AISLANTE O SOLERA EQUIPOTENCIAL]

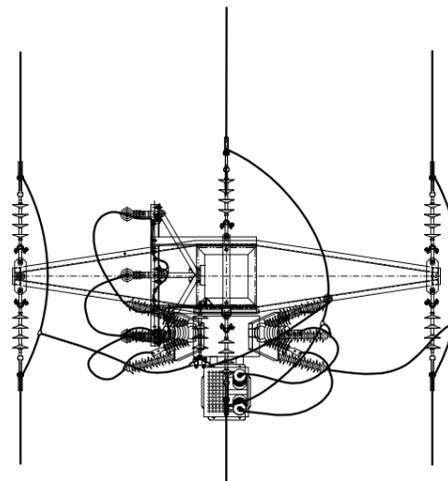
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
		Comprobado 16/05/2022	UFD
		Aprobado 16/05/2022	UFD
ESCALAS:	INTERRUPTOR-SECCIONADOR TELECONTROLADO SF6 "TIPO A". MONTAJE EN DERIVACIÓN AÉREA EN APOYO CELOSIA CON CRUCETA RECTA	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:60		REV. 0	HOJA 1 DE 1
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV	
		N° PLANO LAMT-061050	



ALZADO FRONTAL



DETALLE ABRAZADERAS TIPO H-6
PARA BAJADA CABLES/TUBOS
SIN ESCALA



PLANTA

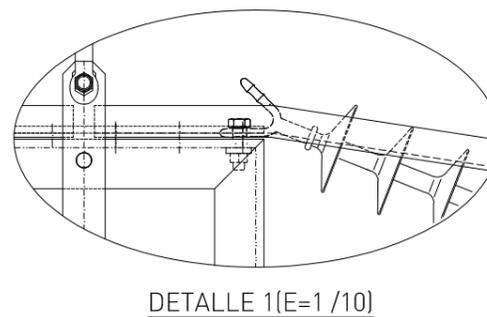
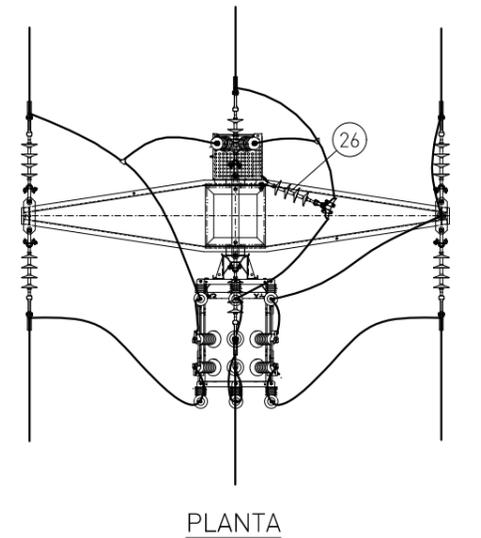
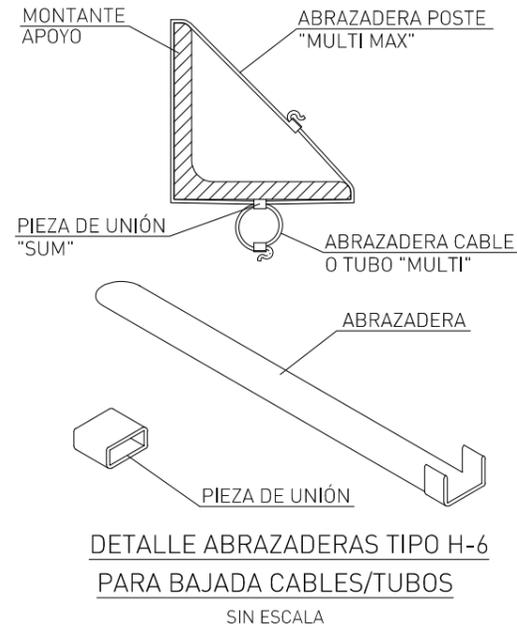
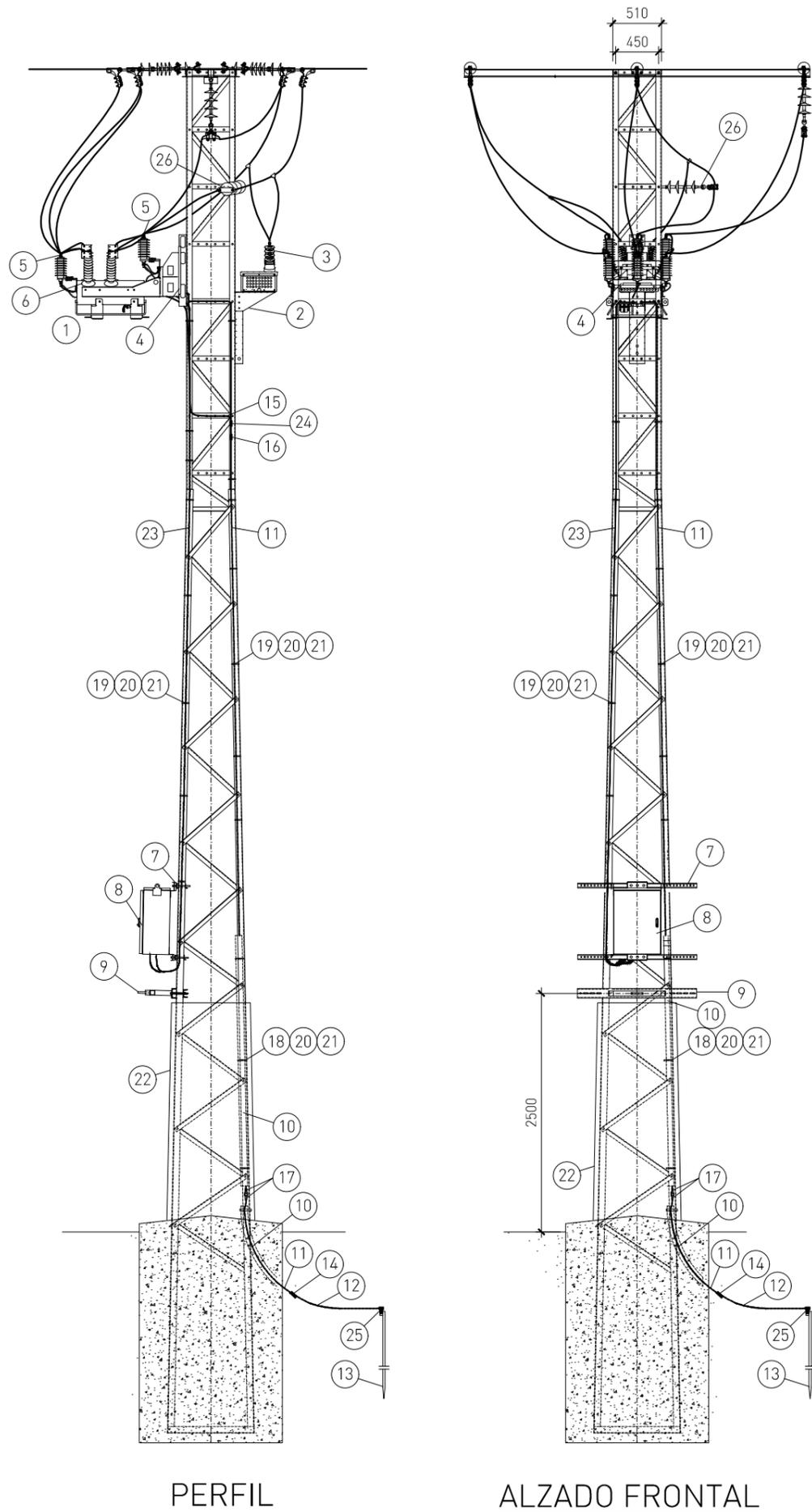
NOTA 1

26	AISLADOR POLIMÉRICO + GRAPA DE SUSPENSIÓN
25	CONECTOR CUÑA PRES. Cu CABLE-PICA
24	CONECTOR DE COMPRESIÓN BT 35/35 Cu
23	MANGUERA CABLES DE CONTROL
22	FORRADO ANTIESCALO
21	PIEZA DE UNIÓN SUM
20	ABRAZADERA POSTE 20x1,5x1350mm
19	ABRAZADERA SENCILLA SUSP. 8-12 D
18	ABRAZADERA SENCILLA SUSP 28-35-D
17	TERMINAL RECTO ALECCIÓN AL 50mm ²
16	MANGUITO EMPALME BT COMPR. AL/CU
15	CONDUCTOR Cu DESNUDO C-35
14	EMPALME BT DE 95 A 50 MM ² SECC. PRINCIPAL
13	PICA PAT AC. CU 2000X14,6 D LISA
12	CONDUCTOR CU DESNUDO CU-50
11	CABLE BT XZ1 0,6/1 kV 1x50 AL
10	m TUBO PLAST. RIG. 21 mm D. 3M
9	SOPORTE DE CELDA DE CONTROL RECONECTADOR
8	CELDA DE CONTROL
7	SOPORTE PARA ESCALERA
6	SOPORTE PARA LPVT Y PARARRAYOS PM6
5	TRANSMISIÓN ACCIONAMIENTO MANUAL
4	SOPORTE INTERRUPTOR PM6
3	PARARRAYO
2	TRANSFORMADOR DE TENSION [24kV]
1	INTERRUPTOR
MARCA	DENOMINACIÓN

NOTA.-

1.- EN ESTE PLANO SE REPRESENTA EL ELECTRODO ENTERRADO DE P.A.T. MÍNIMO QUE DEBE DISPONER EL APOYO SI EL MISMO DISPONE DE ALGUNA MEDIDA ADICIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO [ANTIESCALO AISLANTE O SOLERA EQUIPOTENCIAL]

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	INTERRUPTOR-SECCIONADOR TELECONTROLADO SF6 "TIPO A". MONTAJE EN DERIVACIÓN SUBTERRÁNEA EN APOYO CELOSIA CON CRUCETA RECTA	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:60		REV. 0	HOJA 1 DE 1
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV	
		N° PLANO LAMT-061100	



26	AISLADOR POLIMÉRICO + GRAPA DE SUSPENSIÓN
25	CONECTOR CUÑA PRES. Cu CABLE-PICA
24	CONECTOR DE COMPRESIÓN BT 35/35 Cu
23	MANGUERA CABLES DE CONTROL
22	FORRADO ANTIESCALO
21	PIEZA DE UNIÓN SUM
20	ABRAZADERA POSTE 20x1,5x1350mm
19	ABRAZADERA SENCILLA SUSP. 8-12 D
18	ABRAZADERA SENCILLA SUSP 28-35-D
17	TERMINAL RECTO ALECCIÓN AL 50mm ²
16	MANGUITO EMPALME BT COMPR. AL/CU
15	CONDUCTOR Cu DESNUDO C-35
14	EMPALME BT DE 95 A 50 MM ² SECC. PRINCIPAL
13	PICA PAT AC. CU 2000X14,6 D LISA
12	CONDUCTOR CU DESNUDO CU-50
11	CABLE BT XZ1 0,6/1 kV 1x50 AL
10	m TUBO PLAST. RIG. 21 mm D. 3M
9	SOPORTE DE ESCALERA PARA CELDA DE CONTROL RECONECTADOR
8	CELDA DE CONTROL
7	SOPORTE CELDA DE CONTROL
6	BASTIDOR PARA RECONECTADOR
5	PARARRAYOS
4	ESTRUCTURA SOPORTE RECONECTADOR Y PARARRAYOS
3	ALIMENTACIÓN AUXILIAR (TRAFO)
2	BASE SOPORTE PARA ALIMENTACION AUX (TRAFO)
1	BANCADA O BASE SOPORTE
MARCA	DENOMINACIÓN

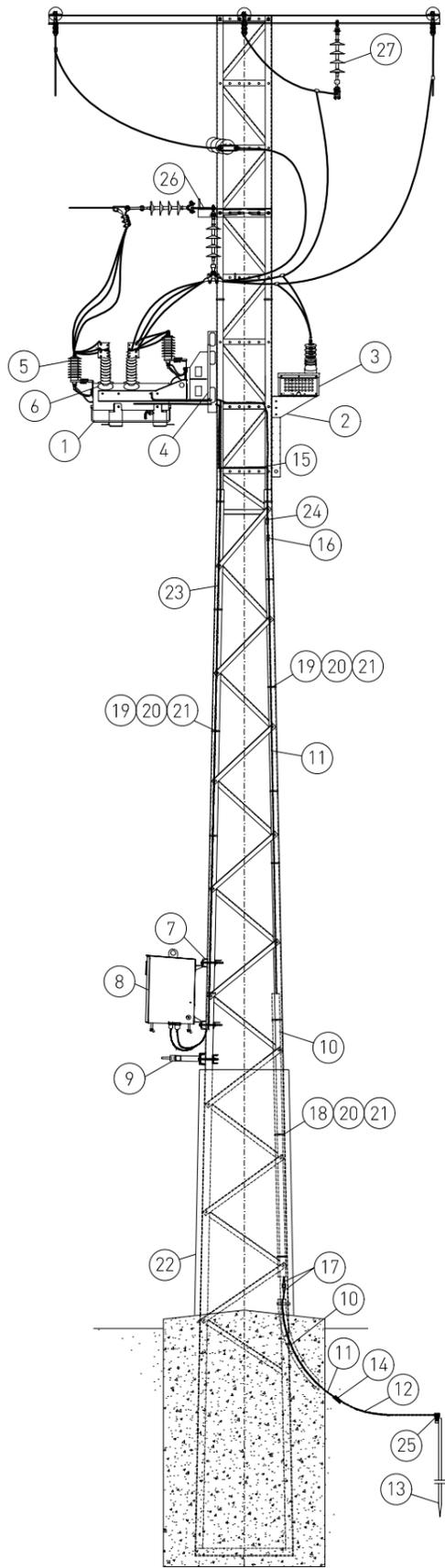
NOTA.-
1.- EN ESTE PLANO SE REPRESENTA EL ELECTRODO ENTERRADO DE P.A.T. MÍNIMO QUE DEBE DISPONER EL APOYO SI EL MISMO DISPONE DE ALGUNA MEDIDA ADICIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO (ANTIESCALO AISLANTE O SOLERA EQUIPOTENCIAL)

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
ESCALAS: 1:60		Comprobado 16/05/2022	UFD
		Aprobado 16/05/2022	UFD
RECONECTADOR MONTAJE EN LÍNEA CON LÍNEA TRONCAL APOYO CELOSIA CON CRUCETA RECTA		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 0 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-061400	
PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV			

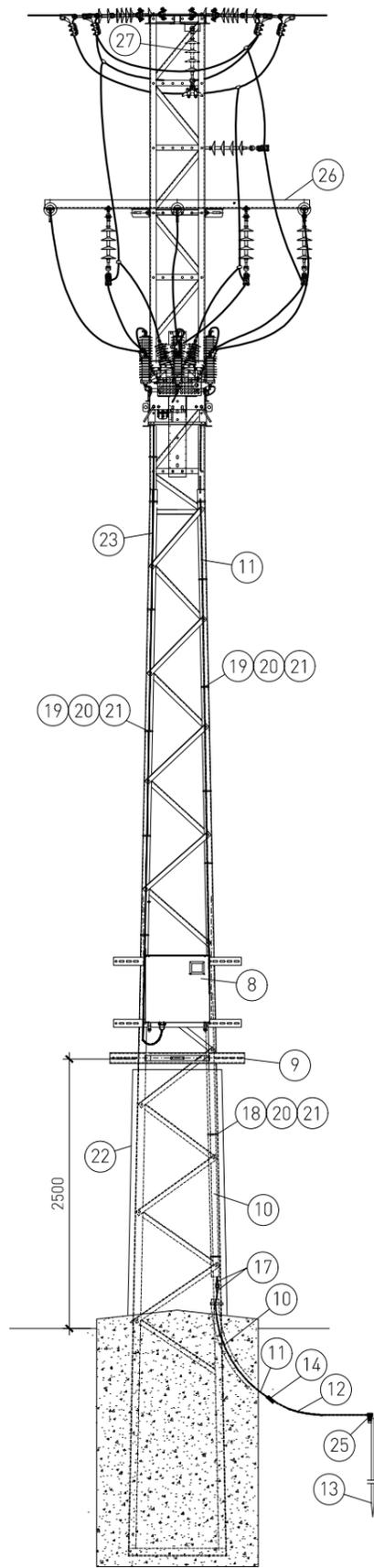
LAMT-061450

DIN-A3

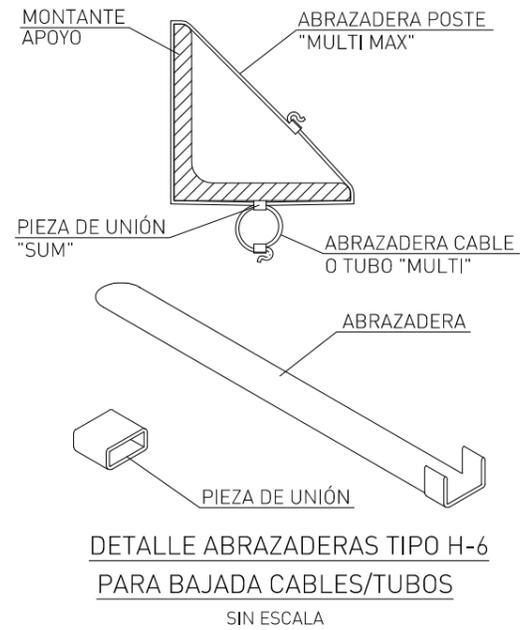
Revisión LCOE
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.



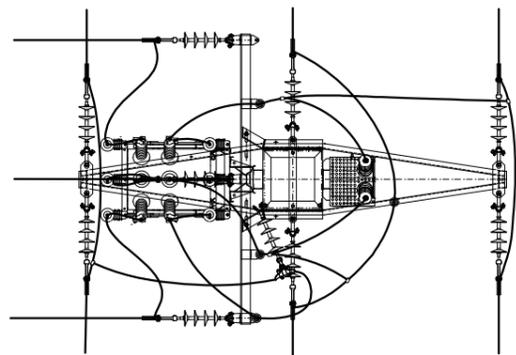
ALZADO FRONTAL



PERFIL



DETALLE ABRAZADERAS TIPO H-6
PARA BAJADA CABLES/TUBOS
SIN ESCALA

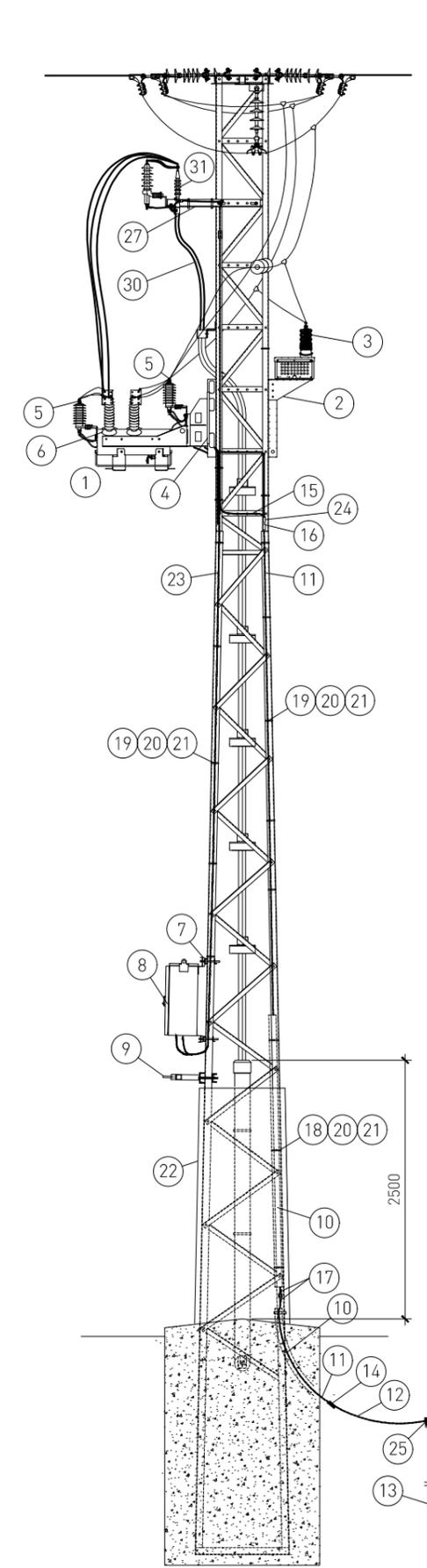


PLANTA

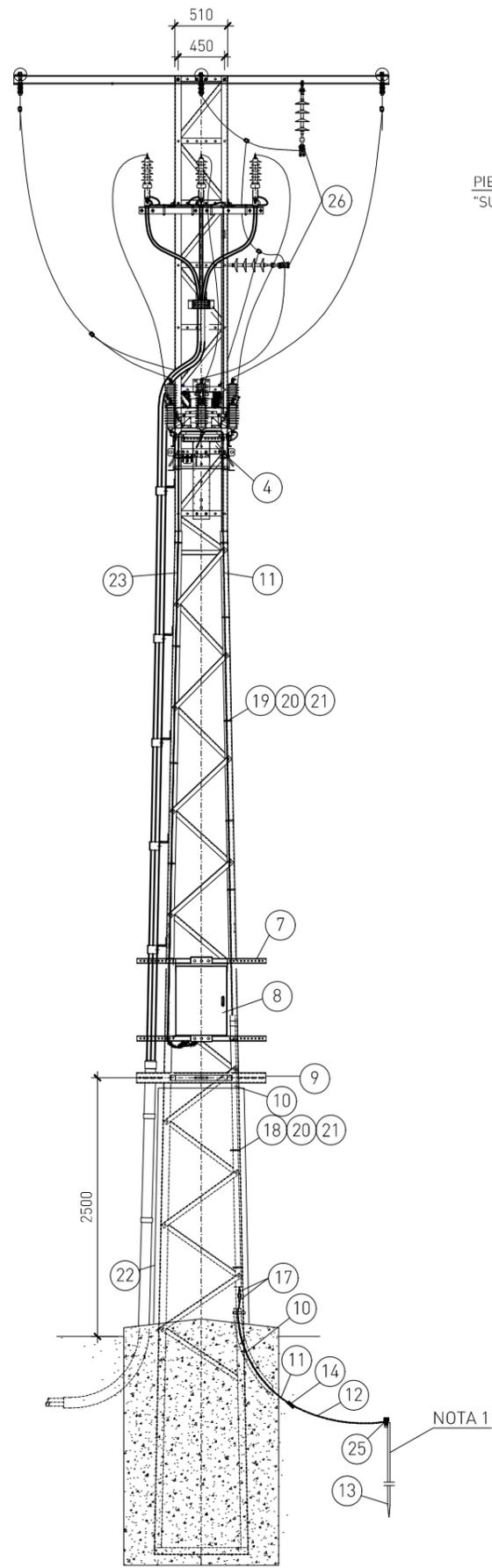
27	AISLADOR POLIMÉRICO + GRAPA DE SUSPENSIÓN
26	CRUCETA DERIVACIÓN DE LÍNEA, SOPORTE SECCIONADORES
25	CONECTOR CUÑA PRES. Cu CABLE-PICA
24	CONECTOR DE COMPRESIÓN BT 35/35 Cu
23	MANGUERA CABLES DE CONTROL
22	FORRADO ANTIESCALO
21	PIEZA DE UNIÓN SUM
20	ABRAZADERA POSTE 20x1,5x1350mm
19	ABRAZADERA SENCILLA SUSP. 8-12 D
18	ABRAZADERA SENCILLA SUSP 28-35-D
17	TERMINAL RECTO ALEACCIÓN AL 50mm2
16	MANGUITO EMPALME BT COMPR. AL/CU
15	CONDUCTOR Cu DESNUDO C-35
14	EMPALME BT DE 95 A 50 MM2 SECC. PRINCIPAL
13	PICA PAT AC. CU 2000X14,6 D LISA
12	CONDUCTOR CU DESNUDO CU-50
11	CABLE BT XZ1 0,6/1 kV 1x50 AL
10	m TUBO PLAST. RIG. 21 mm D. 3M
9	SOPORTE DE ESCALERA PARA CELDA DE CONTROL RECONECTADOR
8	CELDA DE CONTROL
7	SOPORTE CELDA DE CONTROL
6	BASTIDOR PARA RECONECTADOR
5	PARARRAYOS
4	ESTRUCTURA SOPORTE RECONECTADOR Y PARARRAYOS
3	TP VJLX-24 ALIMENTACIÓN AUXILIAR
2	BASE SOPORTE PARA TP VJLX-24 (ALIMENTACIÓN AUXILIAR)
1	BANCADA O BASE SOPORTE
MARCA	DENOMINACIÓN

RECONECTADOR

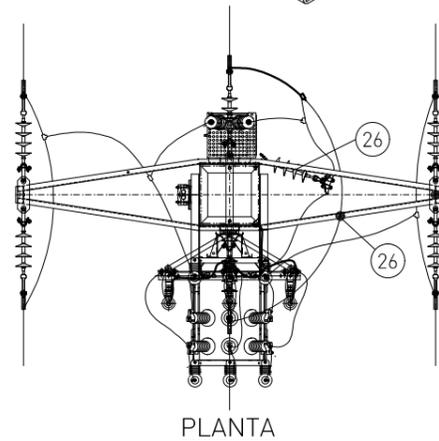
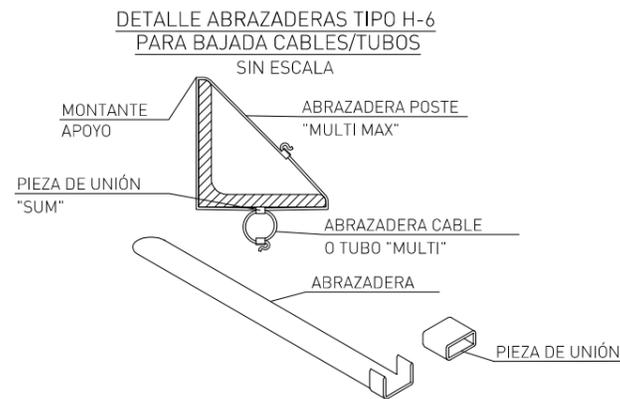
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
ESCALAS: 1:60		Comprobado 16/05/2022	UFD
		Aprobado 16/05/2022	UFD
RECONECTADOR MONTAJE EN DERIVACIÓN AÉREA APOYO CELOSIA CON CRUCETA RECTA PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 0	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-061450	



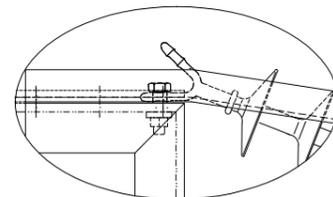
PERFIL



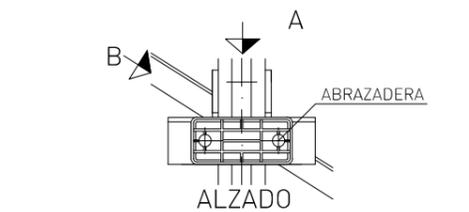
ALZADO FRONTAL



PLANTA



DETALLE 1 (E=1/10)



VISTA POR A
DETALLE MONTAJE ABRAZADERA

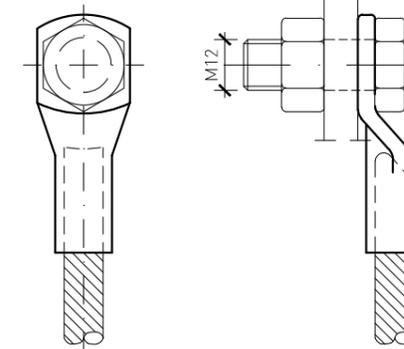
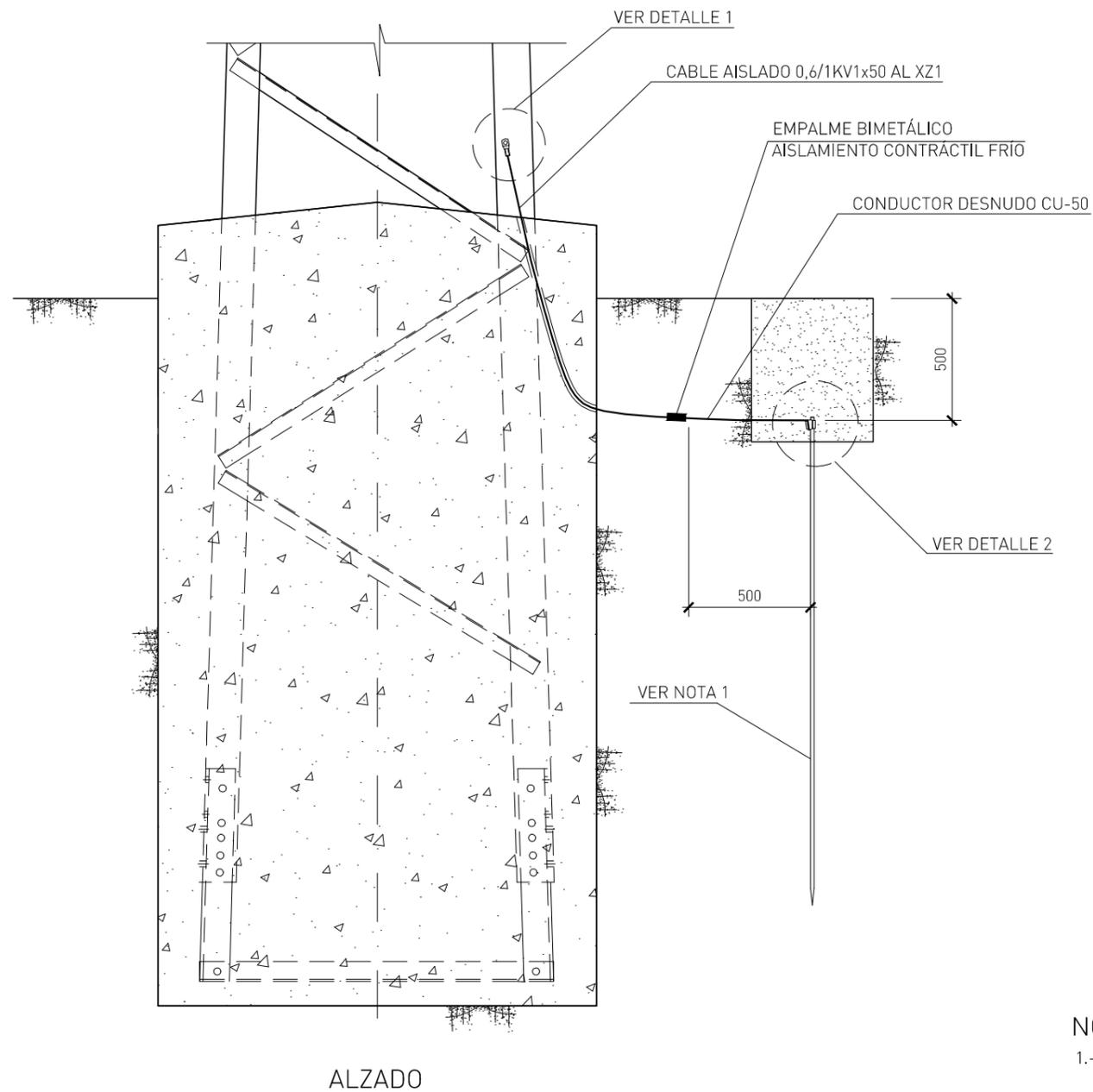
ESCALA 1:10

NOTA 1

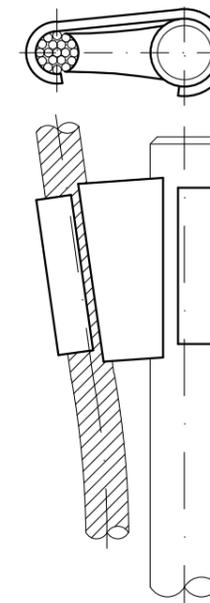
31	AUTOVÁLVULAS
30	CONDUCTOR BAJADA PAS
29	SOPORTE ABRAZADERA
28	ABRAZADERA
27	SOPORTE AUTOVÁLVULAS
26	AISLADOR POLIMÉRICO + GRAPA DE SUSPENSIÓN
25	CONECTOR CUÑA PRES. Cu CABLE-PICA
24	CONECTOR DE COMPRESIÓN BT 35/35 Cu
23	MANGUERA CABLES DE CONTROL
22	FORRADO ANTIESCALO
21	PIEZA DE UNIÓN SUM
20	ABRAZADERA POSTE 20x1,5x1350mm
19	ABRAZADERA SENCILLA SUSP. 8-12 D
18	ABRAZADERA SENCILLA SUSP 28-35-D
17	TERMINAL RECTO ALEACIÓN AL 50mm ²
16	MANGUITO EMPALME BT COMPR. AL/CU
15	CONDUCTOR Cu DESNUDO C-35
14	EMPALME BT DE 95 A 50 MM ² SECC. PRINCIPAL
13	PICA PAT AC. CU 2000X14,6 D LISA
12	CONDUCTOR CU DESNUDO CU-50
11	CABLE BT XZ1 0,6/1 kV 1x50 AL
10	m TUBO PLAST. RIG. 21 mm D. 3M
9	SOPORTE DE ESCALERA PARA CELDA DE CONTROL RECONECTADOR
8	CELDA DE CONTROL
7	SOPORTE CELDA DE CONTROL
6	BASTIDOR PARA RECONECTADOR
5	PARARRAYOS
4	ESTRUCTURA SOPORTE RECONECTADOR Y PARARRAYOS
3	ALIMENTACIÓN AUXILIAR (TRAFO)
2	BASE SOPORTE PARA ALIMENTACION AUX (TRAFO)
1	BANCADA O BASE SOPORTE
MARCA	DENOMINACIÓN

NOTA.-

1.- EN ESTE PLANO SE REPRESENTA EL ELECTRODO ENTERRADO DE P.A.T. MÍNIMO QUE DEBE DISPONER EL APOYO SI EL MISMO DISPONE DE ALGUNA MEDIDA ADICIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO (ANTIESCALO AISLANTE O SOLERA EQUIPOTENCIAL)



DETALLE 1
SIN ESCALA

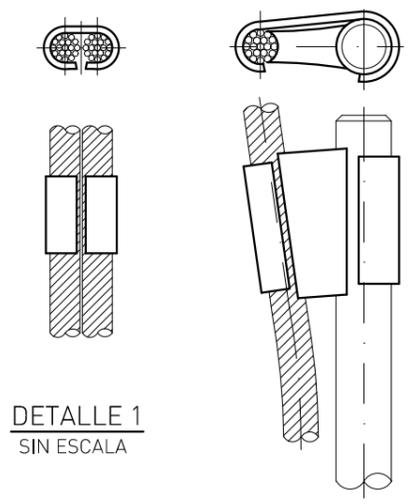
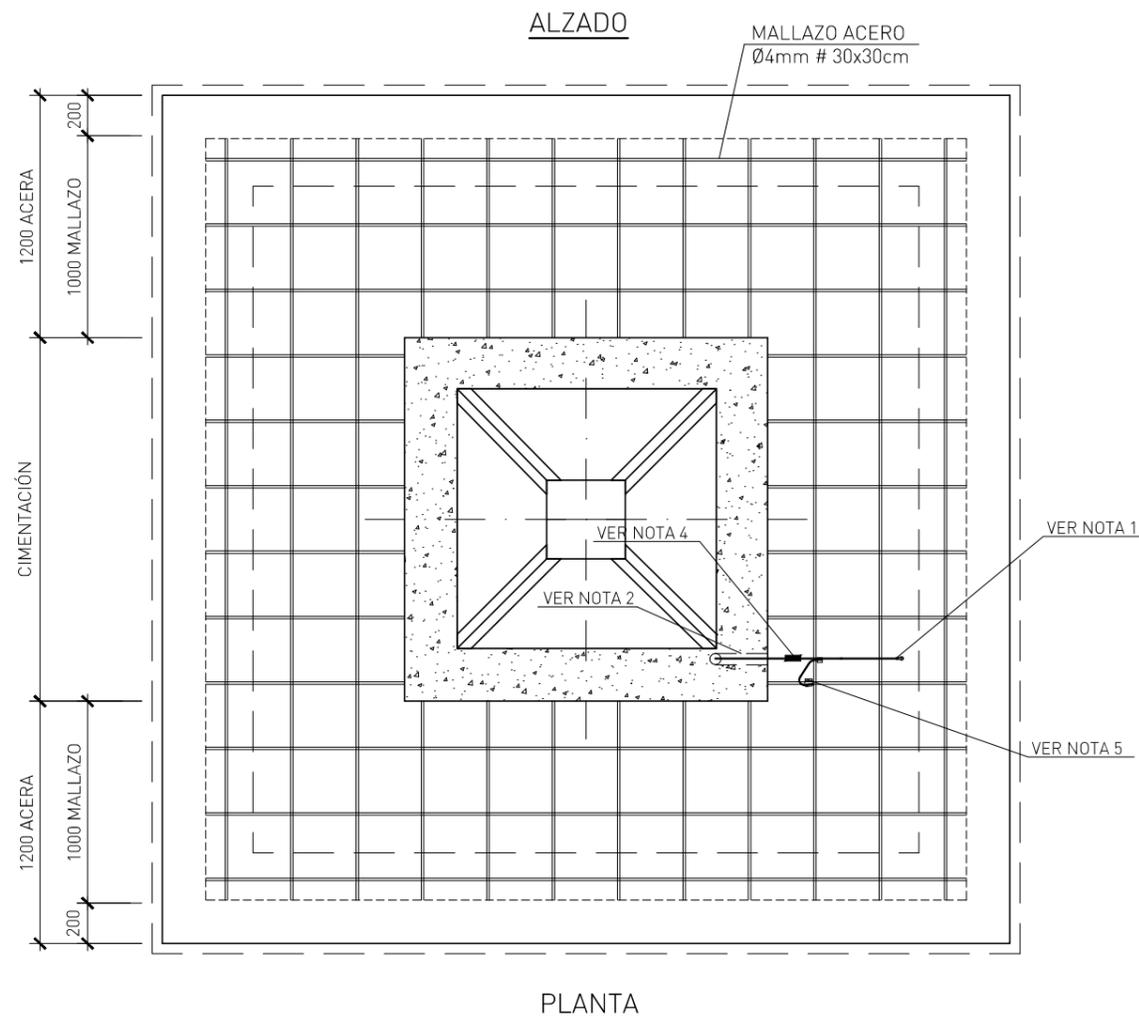
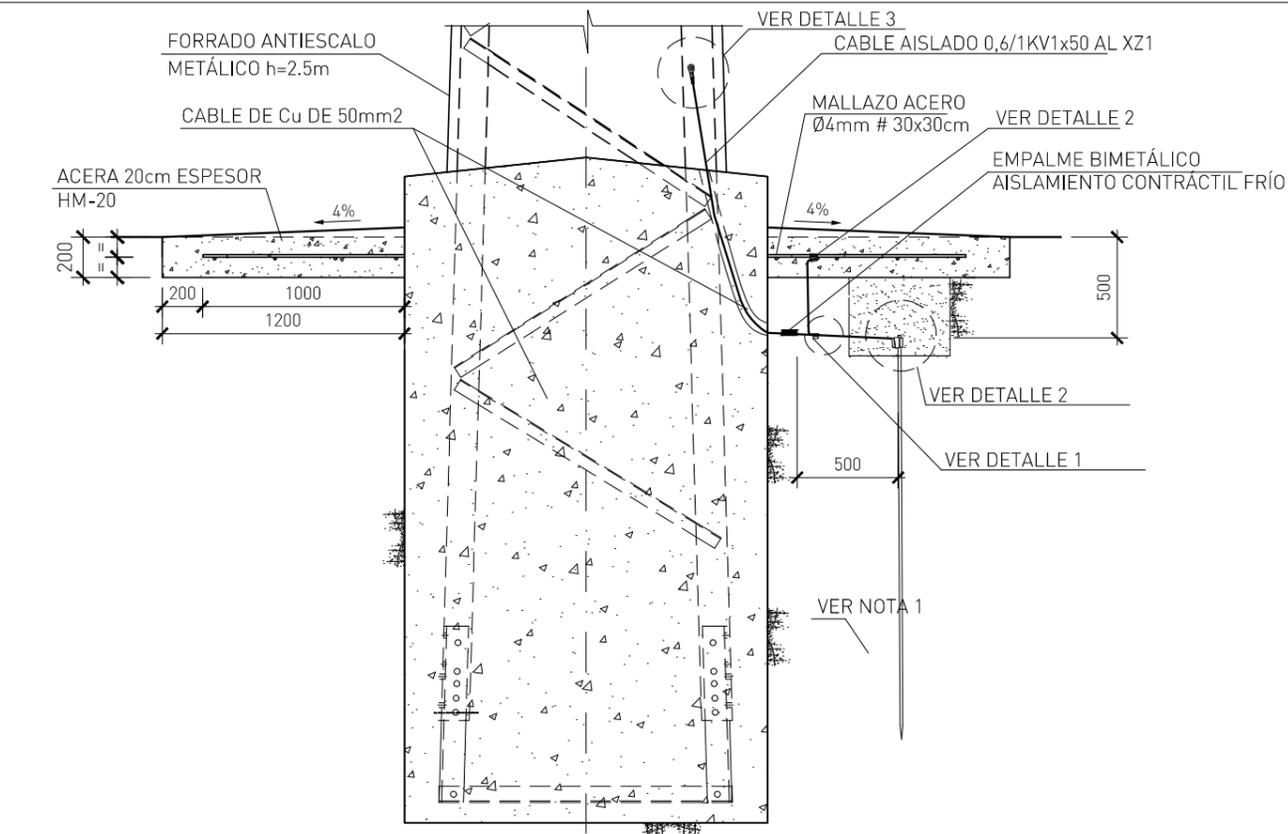


DETALLE 2
SIN ESCALA

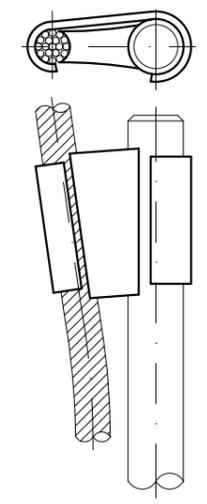
NOTAS:

- 1.- EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA ESTÁ COMPUESTO POR UN ELECTRODO HORIZONTAL DE COBRE DESNUDO DE 50mm2 Y UNA PICA CON ALMA DE ACERO Y RECUBRIMIENTO DE COBRE CON UNA LONGITUD MÍNIMA DE 1,5m.
- 2.- EN LA CIMENTACIÓN IRÁ EMBEBIDO UN TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO DE Ø 21 mm.
- 3.- COMO LÍNEA DE TIERRA SE EMPLEARÁ CABLE AISLADO 0,6/1KV 1x50 AL XZ1
- 4.- LA UNIÓN ENTRE LÍNEA DE TIERRA DE ALUMINIO AISLADO Y EL ELECTRODO DE COBRE SE REALIZA CON UN EMPALME BIMETÁLICO AISLADO.

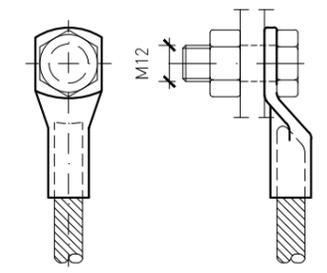
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	PUESTA A TIERRA EN APOYOS NO FRECUENTADOS PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:25		REV. 5	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-070000	



DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE 2
SIN ESCALA

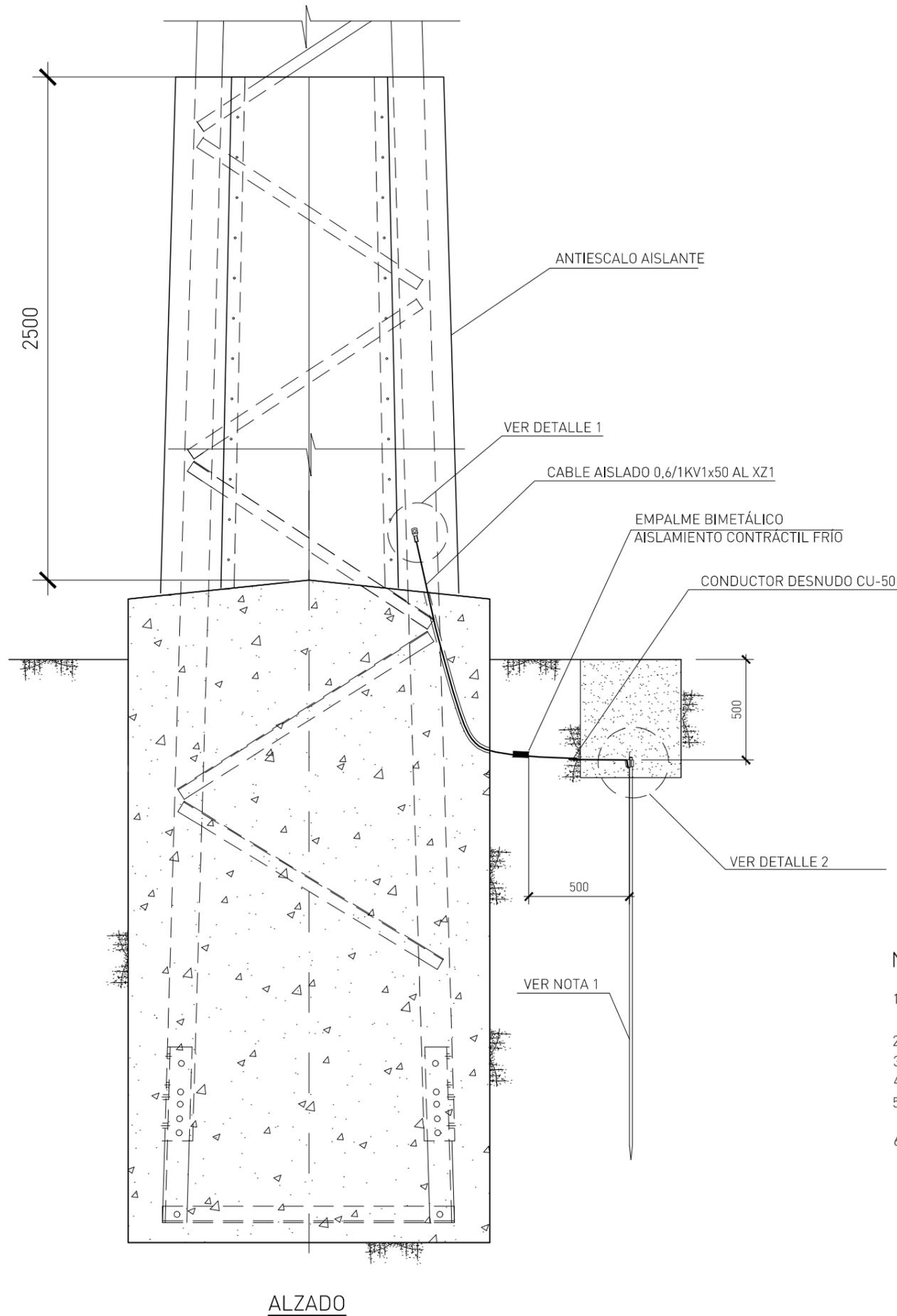


DETALLE 3
SIN ESCALA

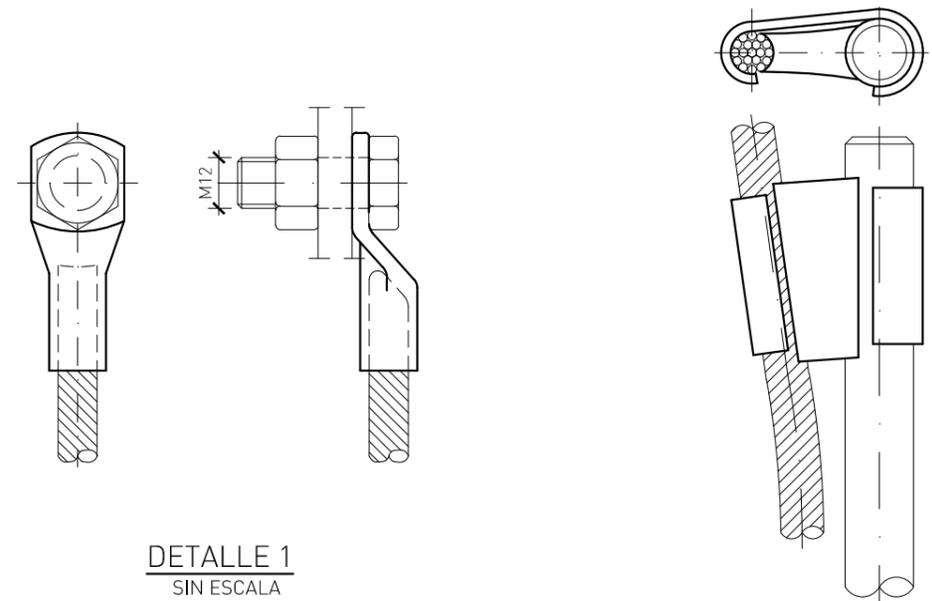
NOTAS:

- 1.- EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA ESTÁ COMPUESTO POR UN ELECTRODO HORIZONTAL DE COBRE DESNUDO DE 50mm² Y UNA PICA CON ALMA DE ACERO Y RECUBRIMIENTO DE COBRE CON UNA LONGITUD MÍNIMA DE 1,5m.
- 2.- EN LA CIMENTACIÓN IRÁ EMBEBIDO UN TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO DE Ø 21 mm.
- 3.- COMO LÍNEA DE TIERRA SE EMPLEARÁ CABLE AISLADO 0,6/1KV 1x50 AL XZ1.
- 4.- LA UNIÓN ENTRE LÍNEA DE TIERRA DE ALUMINIO AISLADO Y EL ELECTRODO DE COBRE SE REALIZA CON UN EMPALME BIMETÁLICO AISLADO.
- 5.- COMO MEDIDA ADICIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO, SE INSTALA UNA SOLERA EQUIPOTENCIAL. SE CONECTARÁ EL MALLAZO DE ACERO DE LA SOLERA AL ELECTRODO DE COBRE
- 6.- COMO MEDIDA PARA EVITAR EL ESCALAMIENTO SE INSTALA UN ANTIESCALO METÁLICO.
- 7.- ESTE DISEÑO DE PUESTA A TIERRA ES APLICABLE A APOYOS DE HORMIGÓN ARMADO HV Y APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA Y CHAPA

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	PUESTA A TIERRA EN APOYOS FRECUENTADOS CON SOLERA EQUIPOTENCIAL Y ANTIESCALO METÁLICO		GESTIÓN DEL ACTIVO
1:35	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 5 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-070100



ALZADO



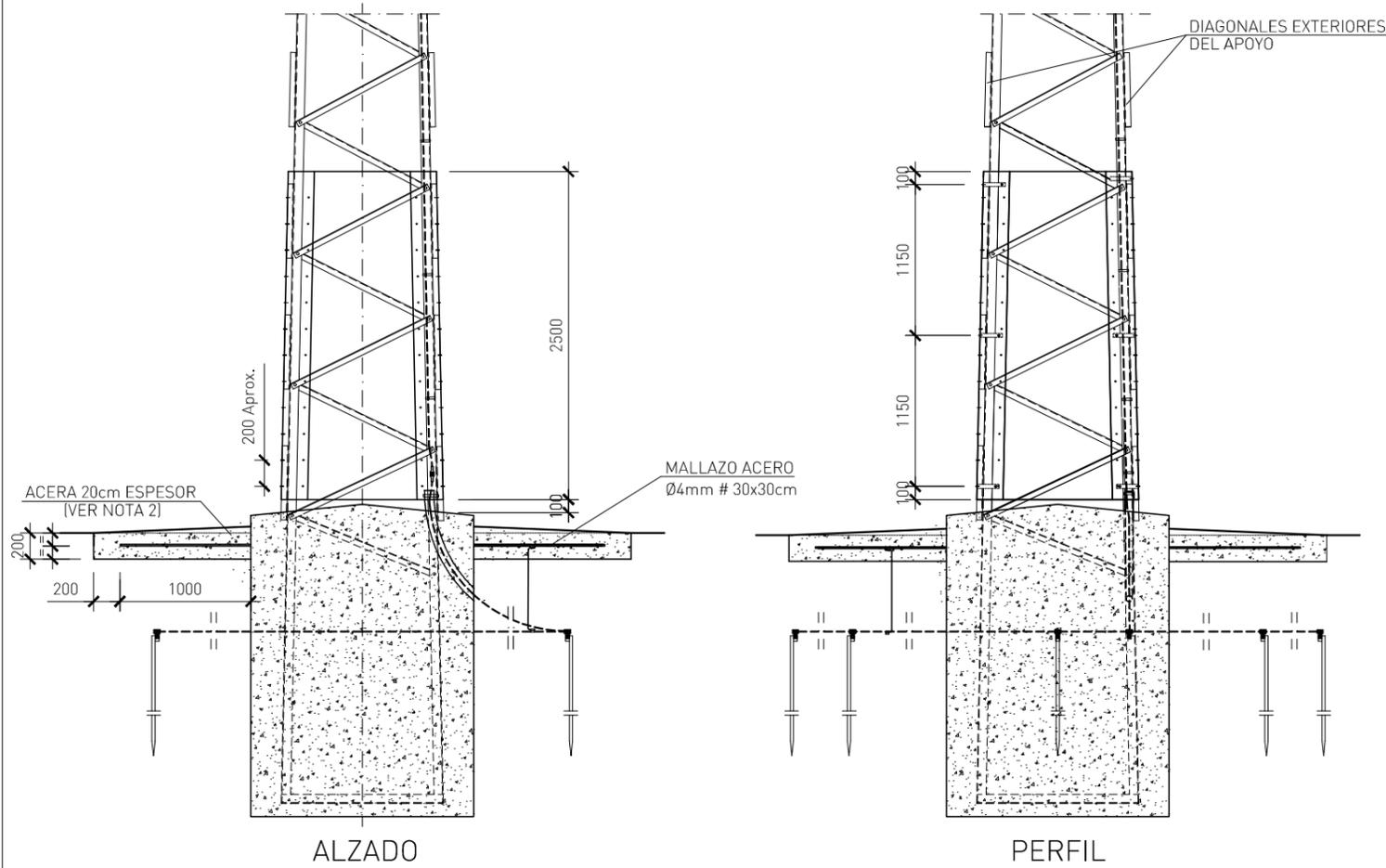
DETALLE 1
SIN ESCALA

DETALLE 2
SIN ESCALA

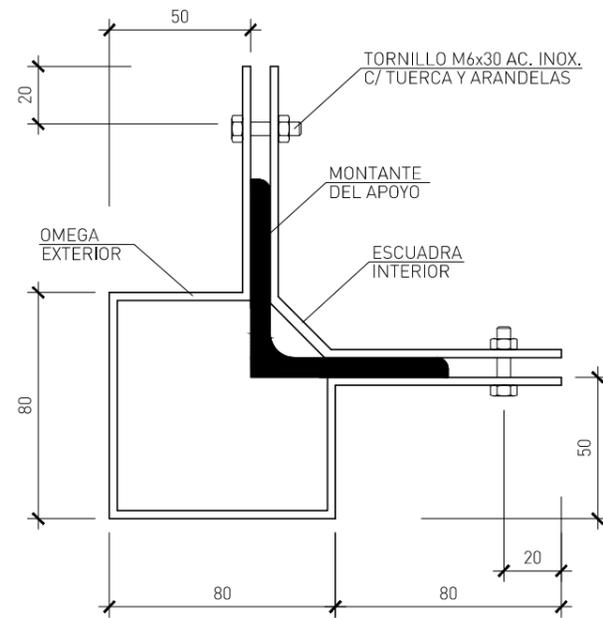
NOTAS:

- 1.- EL ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA ESTÁ COMPUESTO POR UN ELECTRODO HORIZONTAL DE COBRE DESNUDO DE 50mm2 Y UNA PICA CON ALMA DE ACERO Y RECUBRIMIENTO DE COBRE CON UNA LONGITUD MÍNIMA DE 1,5m.
- 2.- EN LA CIMENTACIÓN IRÁ EMBEBIDO UN TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO DE Ø 21 mm.
- 3.- COMO LÍNEA DE TIERRA SE EMPLEARÁ CABLE AISLADO 0,6/1KV 1x50 AL XZ1
- 4.- LA UNIÓN ENTRE LÍNEA DE TIERRA DE ALUMINIO AISLADO Y EL ELECTRODO DE COBRE SE REALIZA CON UN EMPALME BIMETÁLICO AISLADO.
- 5.- COMO MEDIDA ADICIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO, SE INSTALA UN ANTIESCALO AISLANTE CON UNA ALTURA DE 2,5m.
- 6.- ESTE DISEÑO DE PUESTA A TIERRA ES APLICABLE A APOYOS DE HORMIGÓN ARMADO HV Y APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA Y CHAPA

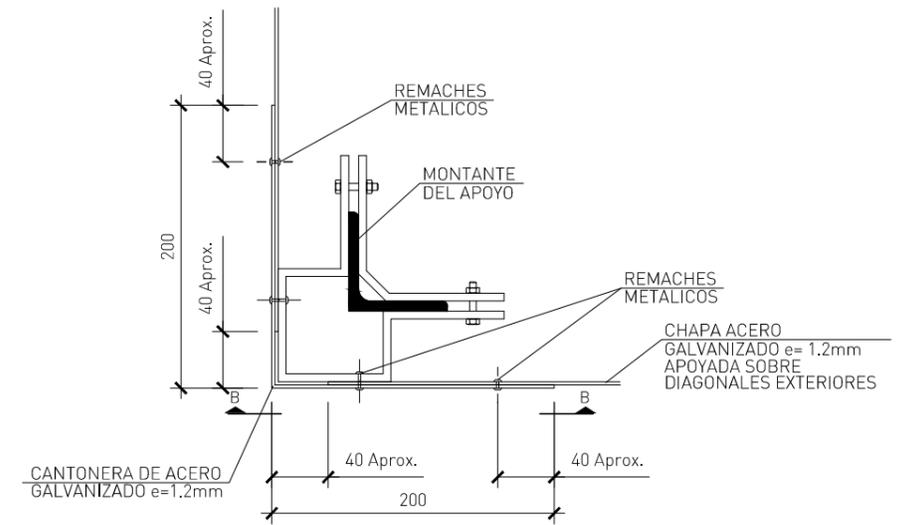
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	PUESTA A TIERRA EN APOYOS FRECUENTADOS CON ANTIESCALO AISLANTE		GESTIÓN DEL ACTIVO
1:25	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 5 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-070200



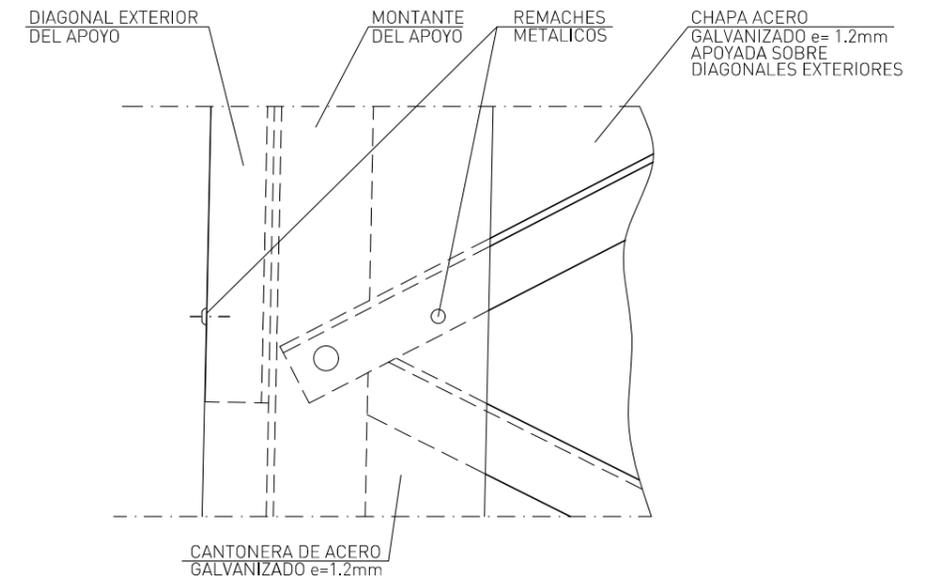
DETALLE - 2
ESCALA 1:50



DETALLE ACCESORIO FIJACIÓN ANTIESCALO
ESCALA 1: 2.5



DETALLE "A" PLANTA FIJACION ANTIESCALO
ESCALA 1:5



DETALLE "A" SECCION B-B FIJACION ANTIESCALO
ESCALA 1:5

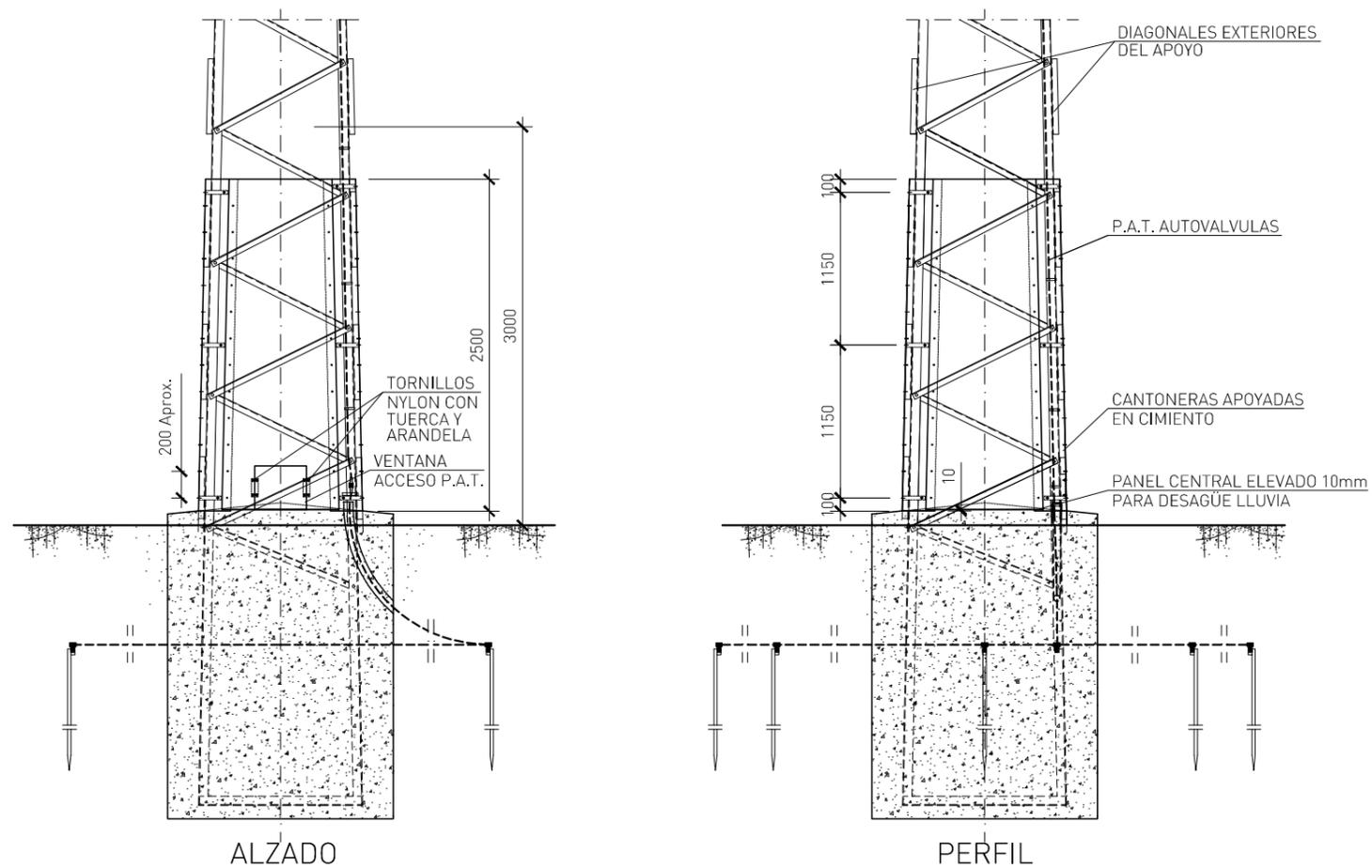
NOTA.-

- SE EMPLEARÁ ESTE ANTIESCALO COMO MEDIDA PARA DIFICULTAR SU ESCALAMIENTO HASTA UNA ALTURA DE 2,5 m, EN AQUELLOS APOYOS CONSIDERADOS COMO FRECUENTADOS DE ACUERDO AL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC-LAT 7 DEL REGLAMENTO DE LINEAS (R.D. 223/08 DE 15 DE FEBRERO), TAL Y COMO ESTABLECE EL APARTADO 2.4.2 RELATIVO A APOYOS METALICOS.
- SE EMPLEARÁ UNA SOLERA EQUIPOTENCIAL EN LOS APOYOS EN LOS QUE NO SE CUMPLA LA TENSION DE CONTACTO

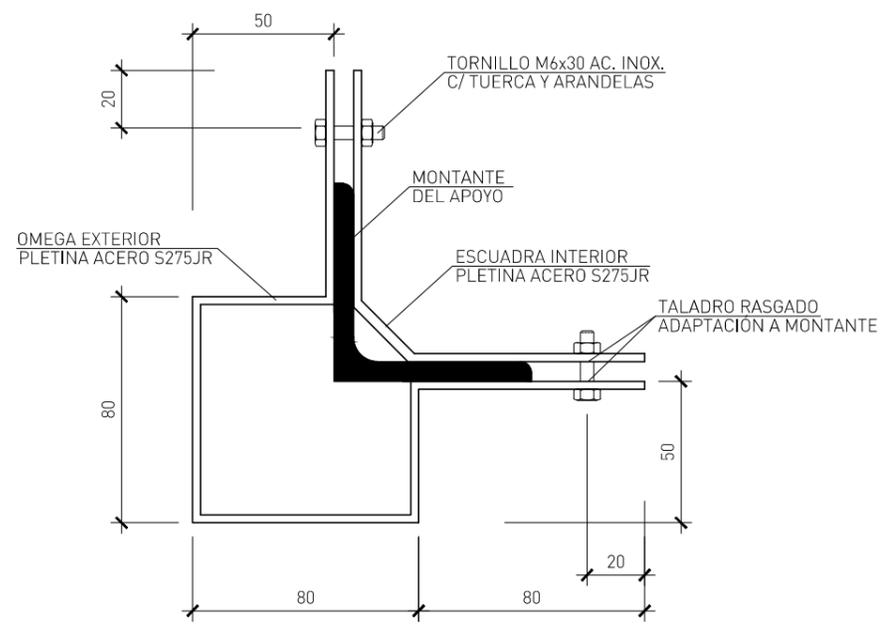
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ANTIESCALO METÁLICO EN APOYO DE CELOSÍA		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 1 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-070600

LAMT-070610

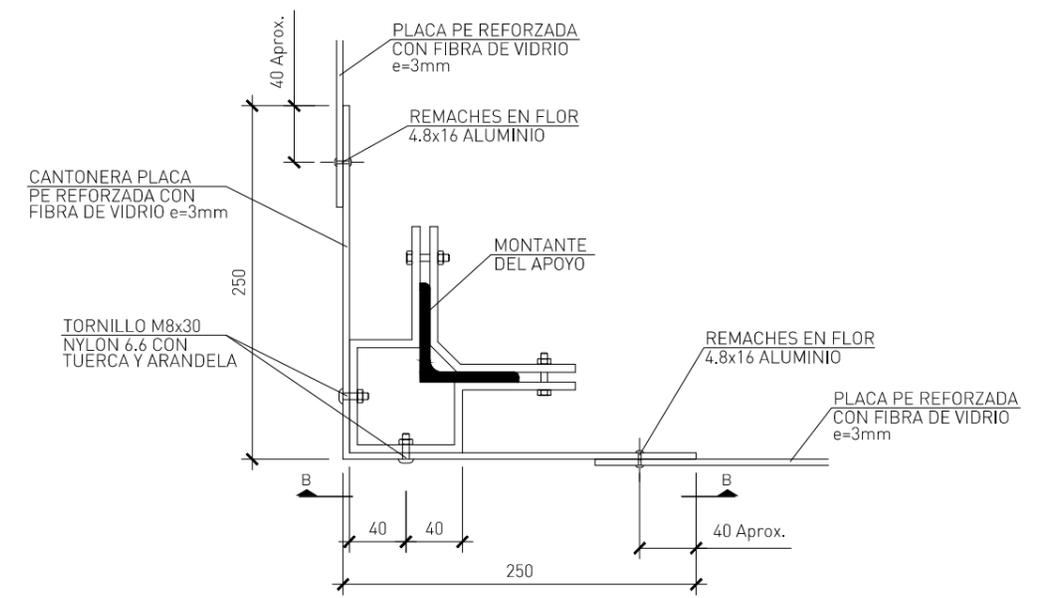
DIN-A3



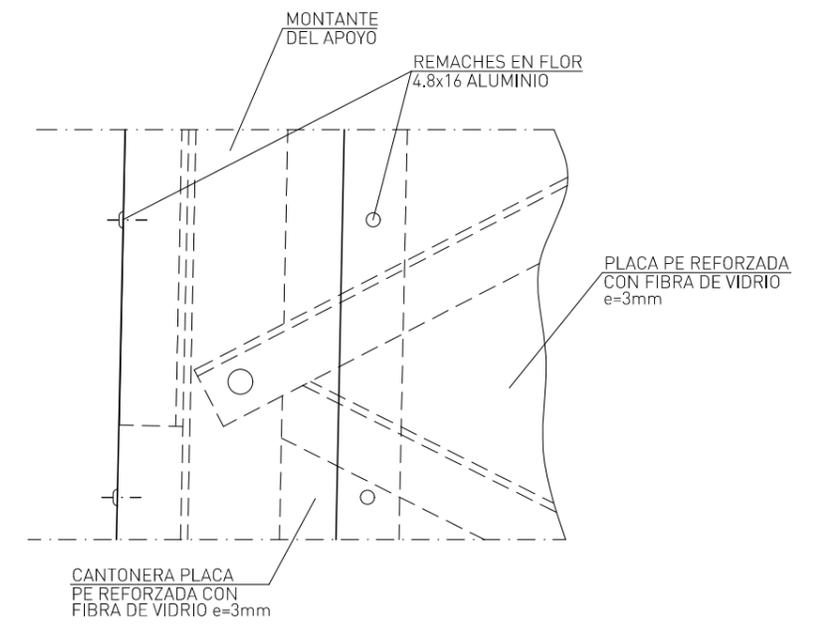
DETALLE - 2
ESCALA 1:50



DETALLE ACCESORIO FIJACIÓN ANTIESCALO
ESCALA 1: 2.5



DETALLE "A" PLANTA FIJACION ANTIESCALO
ESCALA 1:5



DETALLE "A" SECCION B-B FIJACION ANTIESCALO
ESCALA 1:5

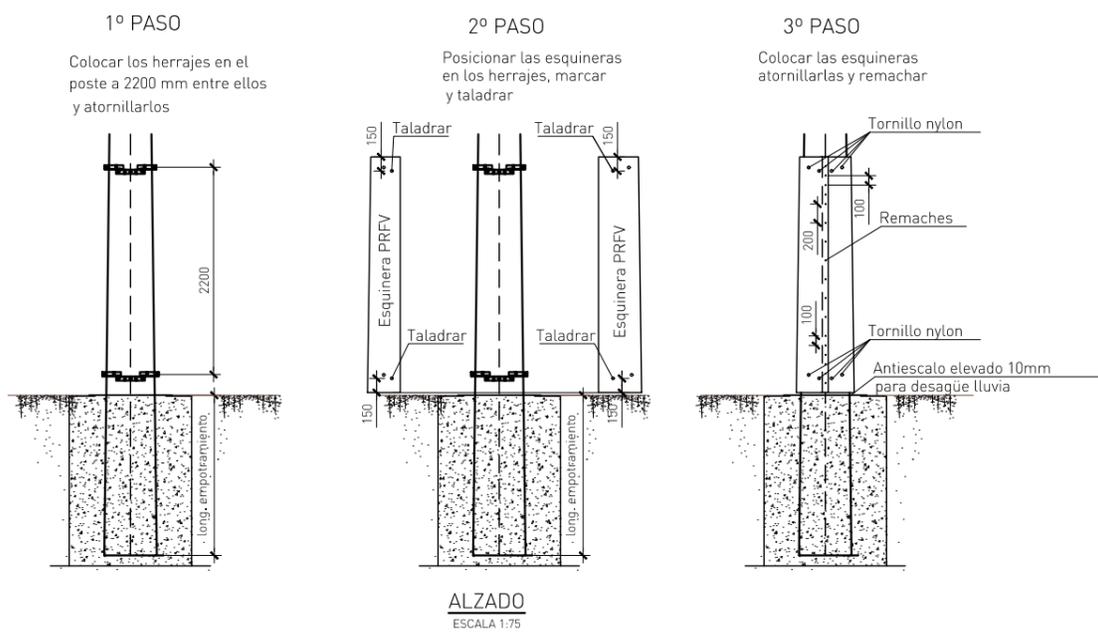
NOTA.-
1.- SE EMPLEARA ESTE ANTIESCALO COMO MEDIDA ADICIONAL PARA EL CUMPLIMIENTO DE LA TENSIÓN DE CONTACTO Y PARA DIFICULTAR SU ESCALAMIENTO HASTA UNA ALTURA DE 2,5 m, CUANDO NO PUEDA REALIZARSE UNA SOLERA EQUIPOTENCIAL EN AQUELLOS APOYOS CONSIDERADOS COMO FRECUENTADOS DE ACUERDO AL APARTADO 7.3.4.2 DE LA ITC-LAT 7 DEL REGLAMENTO DE LINEAS (R.D. 223/08 DE 15 DE FEBRERO), TAL Y COMO ESTABLECE EL APARTADO 2.4.2 RELATIVO A APOYOS METALICOS.

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ANTIESCALO AISLANTE EN APOYO DE CELOSÍA		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 1 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-070610

LAMT-070620

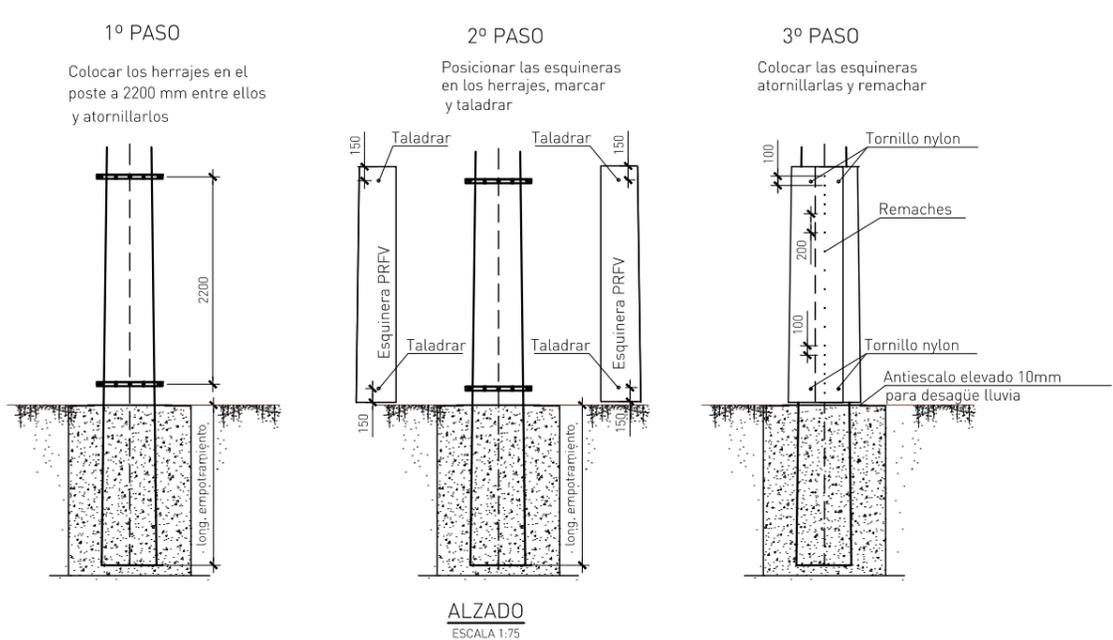
DIN-A3

MONTAJE ANTIESCALO PARA HV 01, 02, 03 Y 04



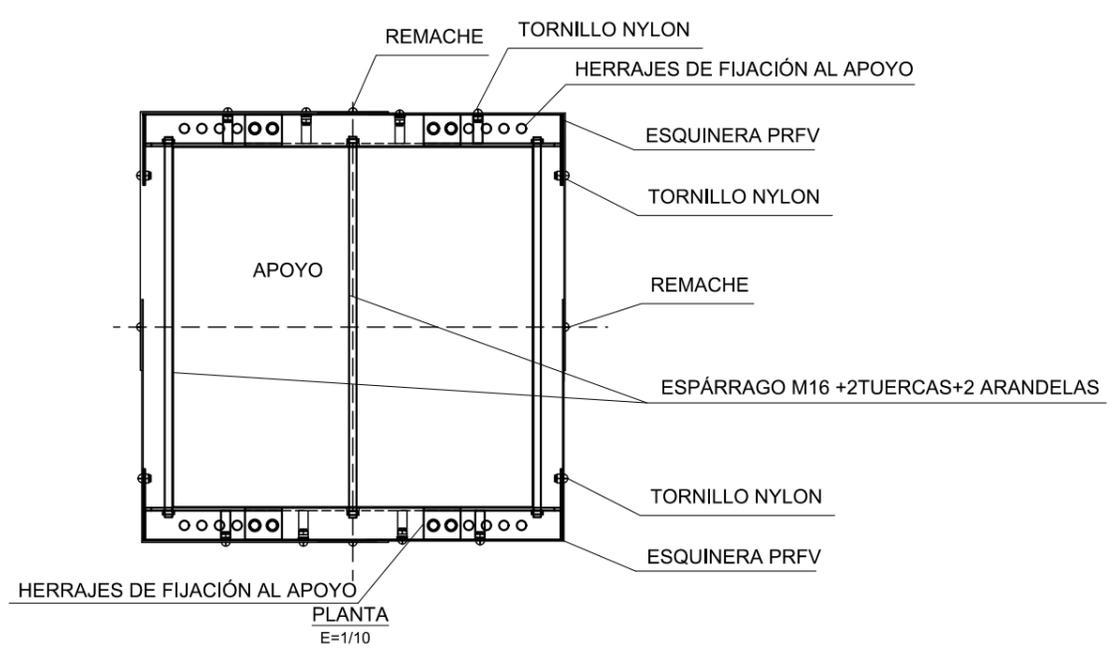
ALZADO
ESCALA 1:75

MONTAJE ANTIESCALO PARA HV 05



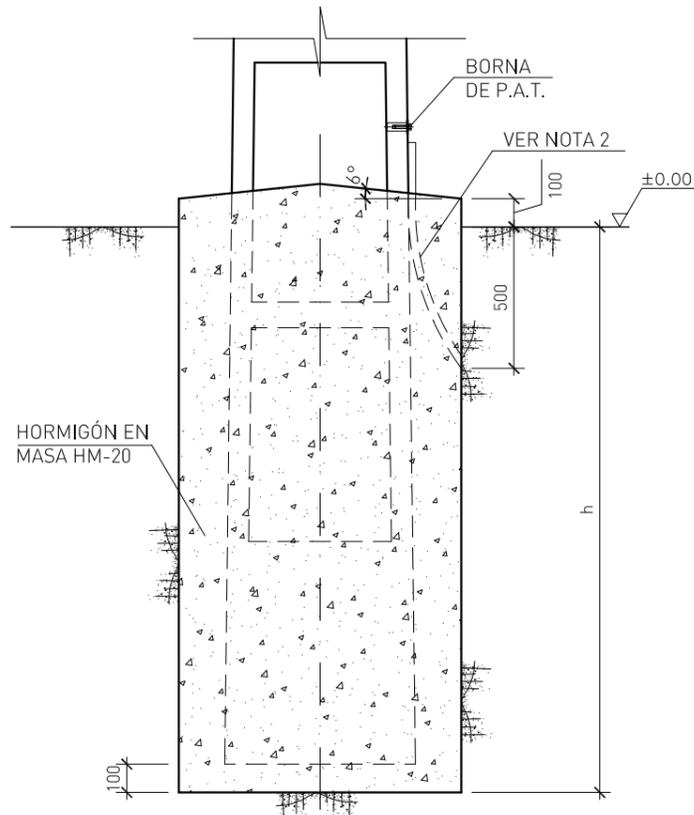
ALZADO
ESCALA 1:75

DETALLE DE FIJACIÓN AL APOYO

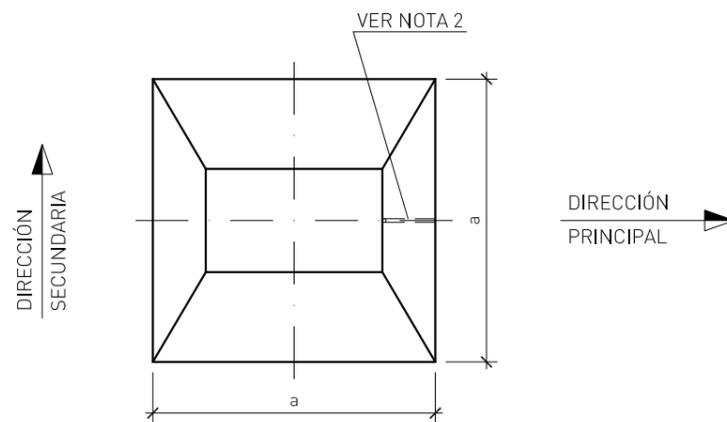


NOTA,-
1.- LOS REMACHES NO DEBEN TOCAR NINGUNA PARTE METÁLICA
2.- SE CONSIDERA NECESARIO QUE LA DISTANCIA ENTRE REMACHES NO SUPERE LOS 100 mm AL MENOS EN LOS 500 mm SUPERIORES E INFERIORES DEL ANTIESCALO. EL RESTO DE REMACHES SE COLOCARÁN A 200 mm ENTRE SÍ.

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ANTIESCALO AISLANTE EN APOYO HORMIGÓN Y CHAPA		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20 kV		REV. 1 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-070620



ALZADO



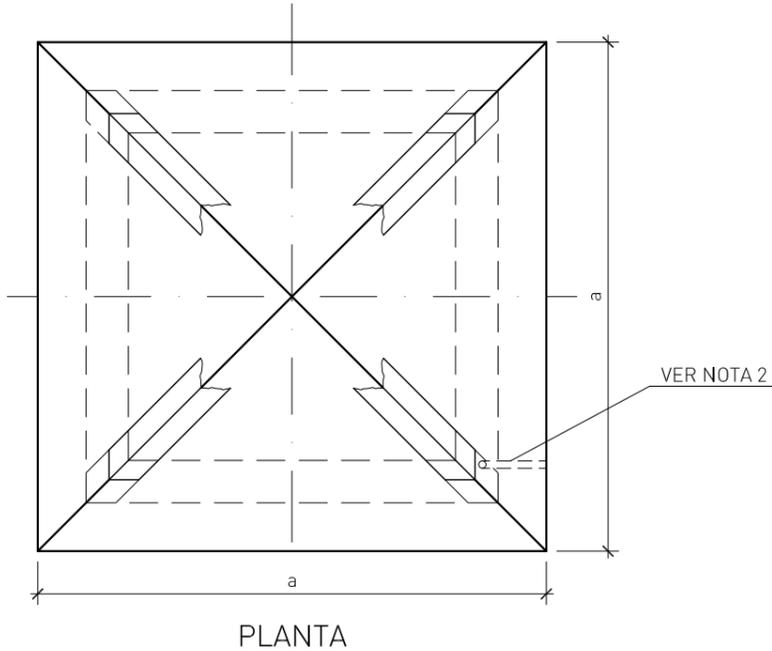
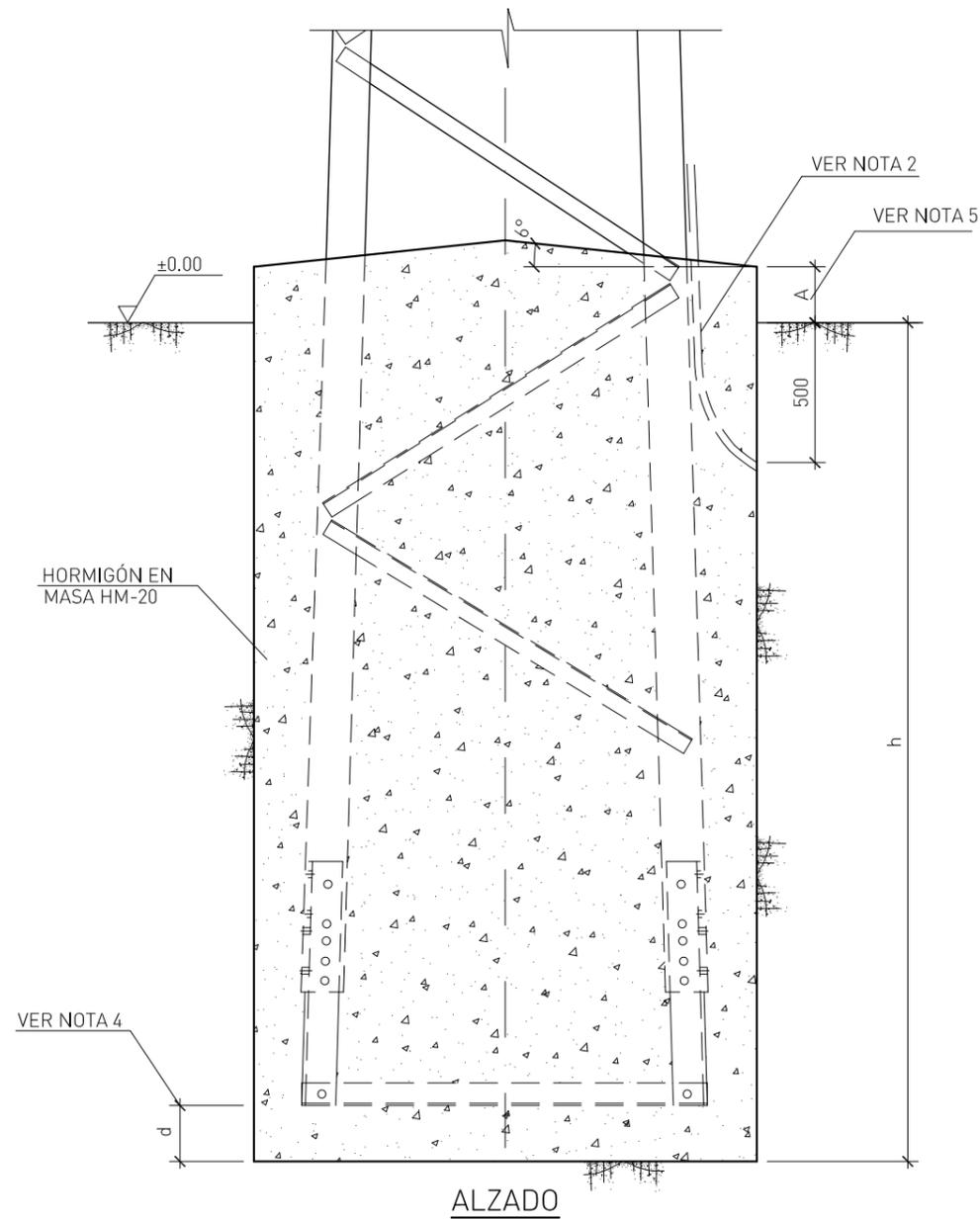
PLANTA

ESFUERZO ÚTIL (daN)	ALTURA H (m)	CLASE DE TERRENO								
		TERRENO FLOJO (K=8)			TERRENO NORMAL (K=12)			TERRENO ROCOSO (K=16)		
		a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)
250	11	0,60	1,60	0,58	0,60	1,50	0,54	0,50	1,40	0,35
	13	0,60	1,70	0,61	0,60	1,50	0,54	0,60	1,40	0,50
630	11	0,80	1,90	1,22	0,80	1,70	1,09	0,80	1,60	1,02
	13	0,80	2,00	1,28	0,80	1,80	1,15	0,80	1,70	1,09
	15	0,80	2,00	1,28	0,80	1,80	1,15	0,80	1,70	1,09
1000	11	0,80	2,10	1,34	0,80	1,90	1,22	0,80	1,80	1,15
	13	0,80	2,20	1,41	0,80	2,00	1,28	0,80	1,90	1,22
	15	0,80	2,30	1,47	0,80	2,10	1,34	0,80	1,90	1,22

NOTAS:

- 1.- LAS CIMENTACIONES SE REALIZARÁN CONFORME A CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) Y NBE EHE-08 EN DOS FASES:
 - a) SOLERA DE 0,1m.
 - b) RESTO DE CIMENTACIÓN.
- 2.- LA CIMENTACIÓN LLEVARÁ EMBEBIDO UN TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO DE Ø21 mm PARA CABLES DE P.A.T.

		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	CIMENTACIONES APOYO DE HORMIGÓN HV PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20 kV		GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:25			REV. 3	HOJA 1
			Nº PLANO	
			LAMT-080000	

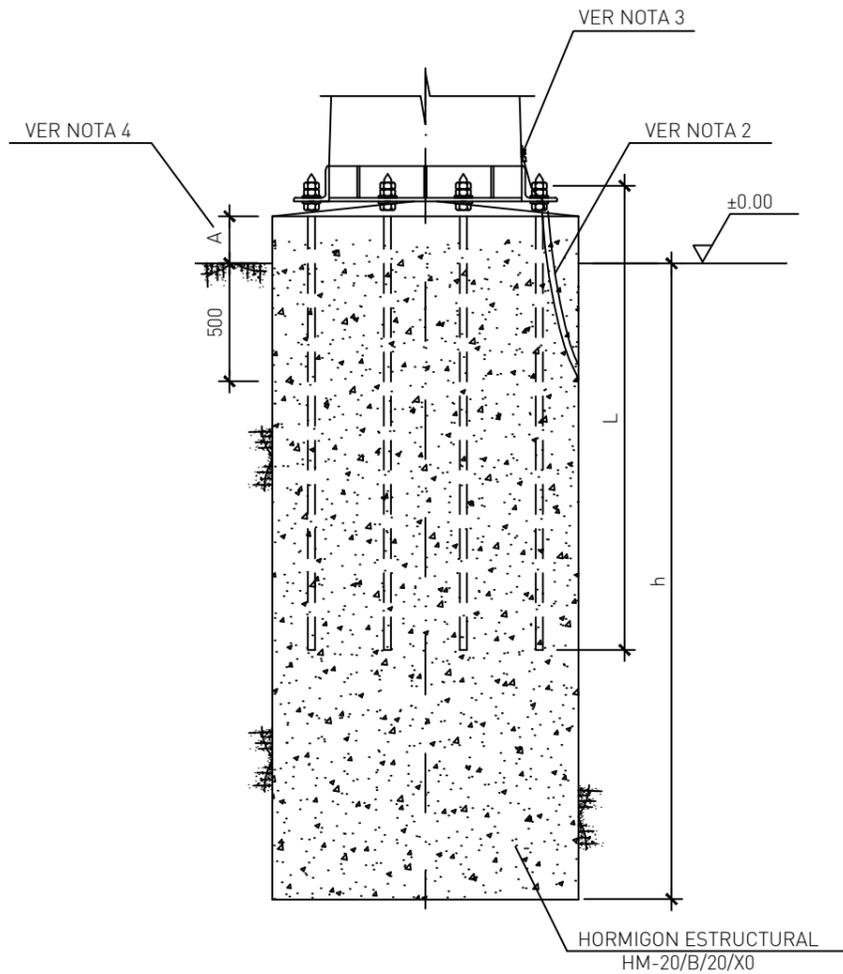


ESFUERZO ÚTIL (daN)	ALTURA H (m)	CLASE DE TERRENO								
		TERRENO FLOJO (K=8)			TERRENO NORMAL (K=12)			TERRENO ROCOSO (K=16)		
		a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)
500	12	1,10	1,60	1,94	1,10	1,50	1,82	1,10	1,40	1,69
	14	1,20	1,70	2,45	1,20	1,55	2,23	1,20	1,50	2,16
	16	1,30	1,75	2,96	1,30	1,60	2,70	1,30	1,50	2,54
	18	1,35	1,85	3,37	1,40	1,60	3,14	1,40	1,55	3,04
	20	1,40	1,85	3,63	1,40	1,65	3,23	1,40	1,60	3,14
1000	12	1,10	1,95	2,36	1,10	1,75	2,12	1,10	1,65	2,00
	14	1,20	2,00	2,88	1,20	1,80	2,59	1,20	1,75	2,52
	16	1,30	2,00	3,38	1,30	1,85	3,13	1,30	1,75	2,96
	18	1,35	2,00	3,65	1,30	1,90	3,21	1,30	1,85	3,13
	20	1,50	2,00	4,50	1,50	1,90	4,28	1,40	1,85	3,63
2000	12	1,10	2,30	2,78	1,10	2,10	2,54	1,10	1,90	2,30
	14	1,20	2,30	3,31	1,20	2,10	3,02	1,20	2,00	2,88
	16	1,30	2,40	4,06	1,30	2,20	3,72	1,30	2,00	3,38
	18	1,40	2,40	4,70	1,30	2,20	3,72	1,40	2,00	3,92
	20	1,50	2,40	5,40	1,40	2,30	4,51	1,50	2,00	4,50
3000	12	1,10	2,50	3,03	1,10	2,30	2,78	1,10	2,20	2,66
	14	1,20	2,60	3,74	1,20	2,40	3,46	1,20	2,20	3,17
	16	1,30	2,60	4,39	1,30	2,40	3,46	1,30	2,20	3,72
	18	1,40	2,60	5,10	1,40	2,40	4,70	1,40	2,20	4,31
	20	1,50	2,70	6,08	1,40	2,50	4,90	1,50	2,30	5,18
4500	12	1,10	2,80	3,39	1,10	2,60	3,15	1,10	2,40	2,90
	14	1,20	2,90	4,18	1,20	2,60	3,74	1,20	2,40	3,46
	16	1,30	2,90	4,90	1,30	2,60	4,39	1,30	2,50	4,23
	18	1,40	2,90	5,68	1,40	2,70	5,29	1,30	2,50	4,23
	20	1,50	3,00	6,75	1,40	2,70	5,29	1,50	2,50	5,63
7000	14	1,80	3,00	9,07	1,55	2,80	6,73	1,60	2,50	6,40
	16	1,80	3,00	9,72	1,80	2,70	8,75	1,80	2,40	7,78
	18	2,00	3,00	12,00	1,90	2,70	9,75	2,00	2,50	10,00
	20	2,10	3,00	13,23	2,10	2,80	12,35	2,10	2,60	11,47
	22	2,30	3,00	15,87	2,30	2,80	14,81	2,30	2,70	14,28
9000	14	1,80	3,00	9,72	1,80	2,80	9,07	1,70	2,60	7,51
	16	1,80	3,20	10,37	1,80	2,90	9,40	1,80	2,70	8,75
	18	2,00	3,20	12,80	1,90	2,90	10,47	1,90	2,80	10,11
	20	2,10	3,20	14,11	2,10	3,00	13,23	2,10	2,80	12,35
	22	2,30	3,30	17,46	2,30	3,00	15,87	2,30	2,80	14,81

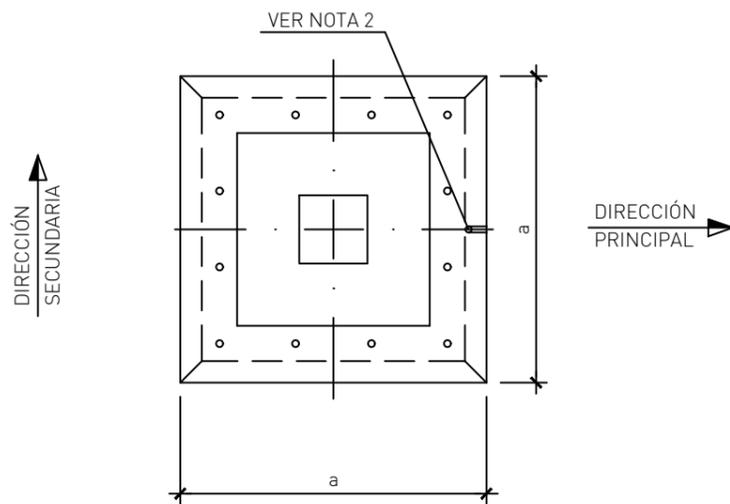
NOTAS:

- LAS CIMENTACIONES SE REALIZARÁN CONFORME A CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) Y NBE EHE-08 EN DOS FASES:
 - a) SOLERA DE 0,1/0,2m.
 - b) RESTO DE CIMENTACIÓN.
- LA CIMENTACIÓN LLEVARÁ EMBEBIDO UN TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO DE Ø21 mm PARA LOS CABLES DE P.A.T.
- LONGITUD DEL APOYO. LA ALTURA LIBRE EXACTA SE OBTENDRÁ RESTANDO A LA LONGITUD DEL APOYO LA PARTE EMPOTRADA.
- LA COTA d SERÁ 100mm PARA LOS APOYOS C-1000, C-2000, C-3000 Y C-4500, Y 200mm PARA LOS APOYOS C-7000, C-9000.
- LA COTA A SERÁ 100 mm PARA LOS APOYOS EN TERRENOS NORMALES Y DE 200 mm PARA TERRENOS DE CULTIVO.

		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	<p align="center">CIMENTACIONES APOYO DE CELOSIA C</p> <p align="center">PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20 kV</p>		<p align="center">GESTIÓN DEL ACTIVO</p>	
1:25			REV. 4	HOJA 1 DE 1
			<p align="center">Nº PLANO LAMT-080200</p>	



ALZADO



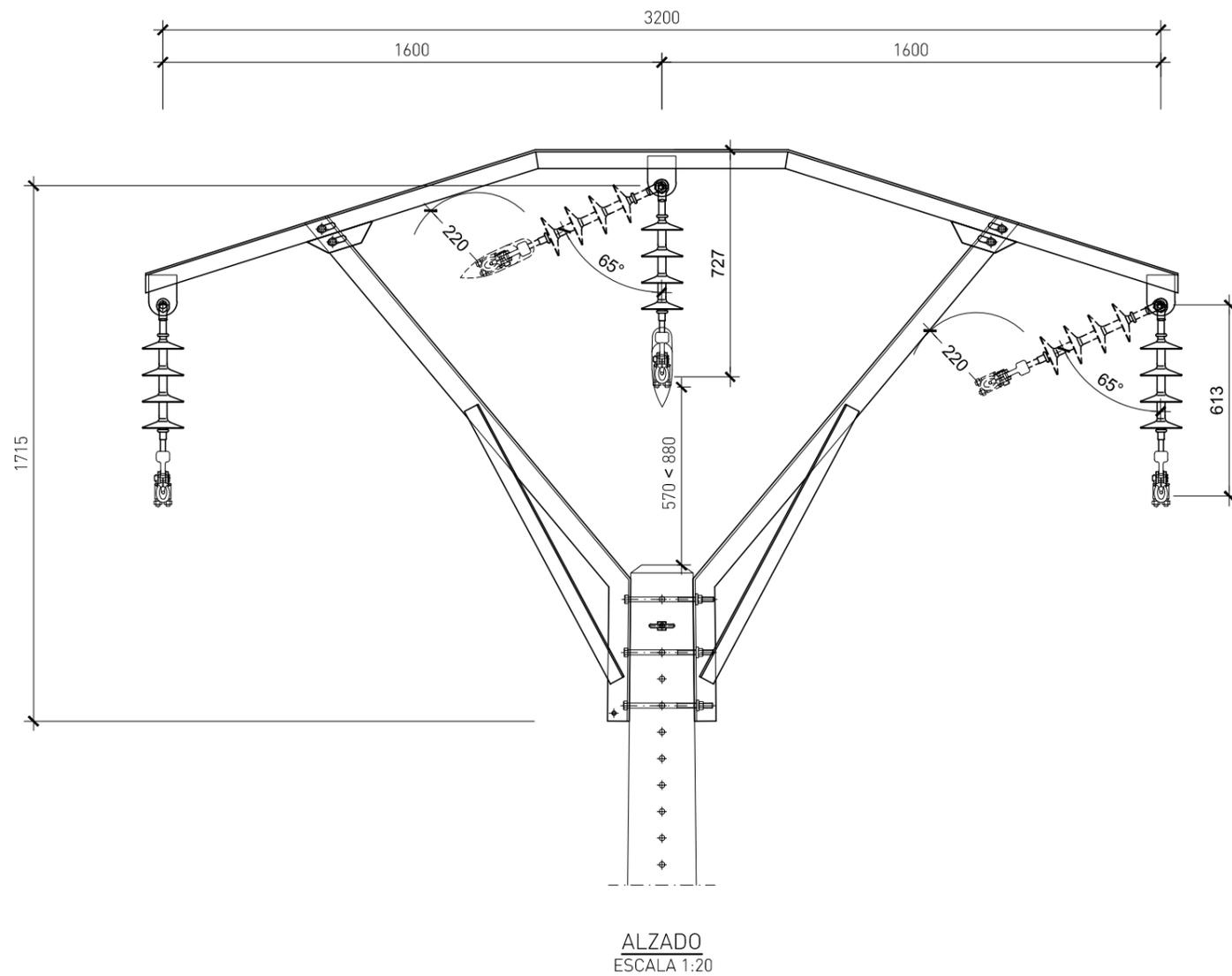
PLANTA
10 PERNOS

ESFUERZO ÚTIL (daN)	ALTURA H (m)	CLASE DE TERRENO								
		TERRENO FLOJO (K=8)			TERRENO NORMAL (K=12)			TERRENO ROCOSO (K=16)		
		a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)	a (m)	h (m)	V (m3)
250	9	0,80	1,50	0,96	0,80	1,35	0,86	0,80	1,25	0,80
	11	1,00	1,50	1,50	1,00	1,35	1,35	1,00	1,25	1,25
630	9	0,85	1,85	1,34	0,85	1,68	1,21	0,85	1,55	1,12
	11	1,00	1,85	1,85	1,00	1,68	1,68	1,00	1,55	1,55
	13	1,15	1,85	2,45	1,15	1,68	2,22	1,15	1,55	2,05
1000	9	1,00	2,00	2,00	1,00	1,80	1,80	1,00	1,65	1,65
	11	1,00	2,05	2,05	1,00	1,85	1,85	1,00	1,73	1,73
	13	1,15	2,05	2,71	1,15	1,85	2,45	1,15	1,73	2,29
	15	1,35	2,05	3,74	1,35	1,85	3,37	1,35	1,73	3,15
1600	17,5	1,50	2,05	4,61	1,50	1,85	4,16	1,50	1,73	3,89
	11	1,15	2,20	2,91	1,15	2,00	2,65	1,15	1,85	2,45
	13	1,15	2,32	3,07	1,15	2,10	2,78	1,15	1,95	2,58
	15	1,30	2,32	3,92	1,30	2,10	3,55	1,30	1,95	3,30
2500	17,5	1,50	2,32	5,22	1,50	2,10	4,73	1,50	1,95	4,39
	20	1,70	2,32	6,70	1,70	2,10	6,07	1,70	1,95	5,64
	11	1,30	2,40	4,06	1,30	2,20	3,72	1,30	2,00	3,38
	13	1,30	2,50	4,23	1,30	2,30	3,89	1,30	2,10	3,55
2500	15	1,30	2,60	4,39	1,30	2,35	3,97	1,30	2,20	3,72
	17,5	1,50	2,60	5,85	1,50	2,35	5,29	1,50	2,20	4,95
	20	1,70	2,60	7,51	1,70	2,35	6,79	1,70	2,20	6,36

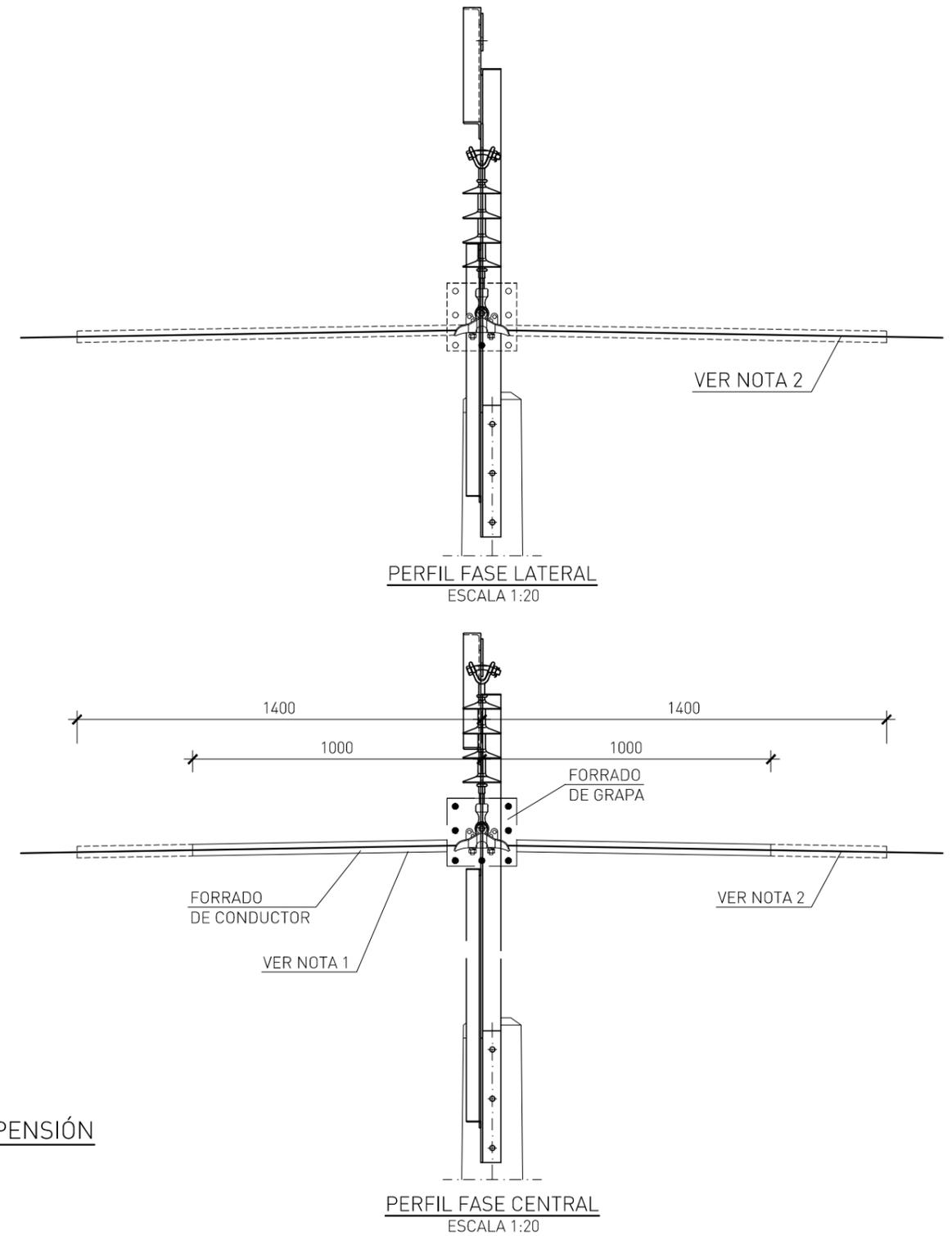
NOTAS:

- 1.- LAS CIMENTACIONES SE REALIZARÁN CONFORME A CÓDIGO TÉCNICO DE EDIFICACIÓN (CTE) Y NBE EHE-08 EN DOS FASES:
- a) SOLERA DE 0,1/0,2m.
- b) RESTO DE CIMENTACIÓN.
- 2.- LA CIMENTACIÓN LLEVARÁ EMBEBIDO UN TUBO DE PLÁSTICO RÍGIDO DE Ø21 mm PARA CABLES DE P.A.T.
- 3.- TERMINAL DE COBRE PARA LA CONEXION DE P.A.T. DEL APOYO
- 4.- LA COTA A SERÁ 100 mm PARA LOS APOYOS EN TERRENOS NORMALES Y DE 200 mm PARA TERRENOS DE CULTIVO.
- 5.- LA DEFINICIÓN DE LOS PERNOS DE ANCLAJE VENDRÁ DETERMINADA POR EL FABRICANTE PARA CUMPLIR CON UNA CORRECTA ESTABILIDAD Y SEGURIDAD DE LOS APOYOS.

			FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	<p>CIMENTACIONES APOYO DE CHAPA CH</p> <p>PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20 kV</p>	GESTIÓN DEL ACTIVO		
1:30		REV. 4	HOJA 1	DE 1
		Nº PLANO LAMT-080300		



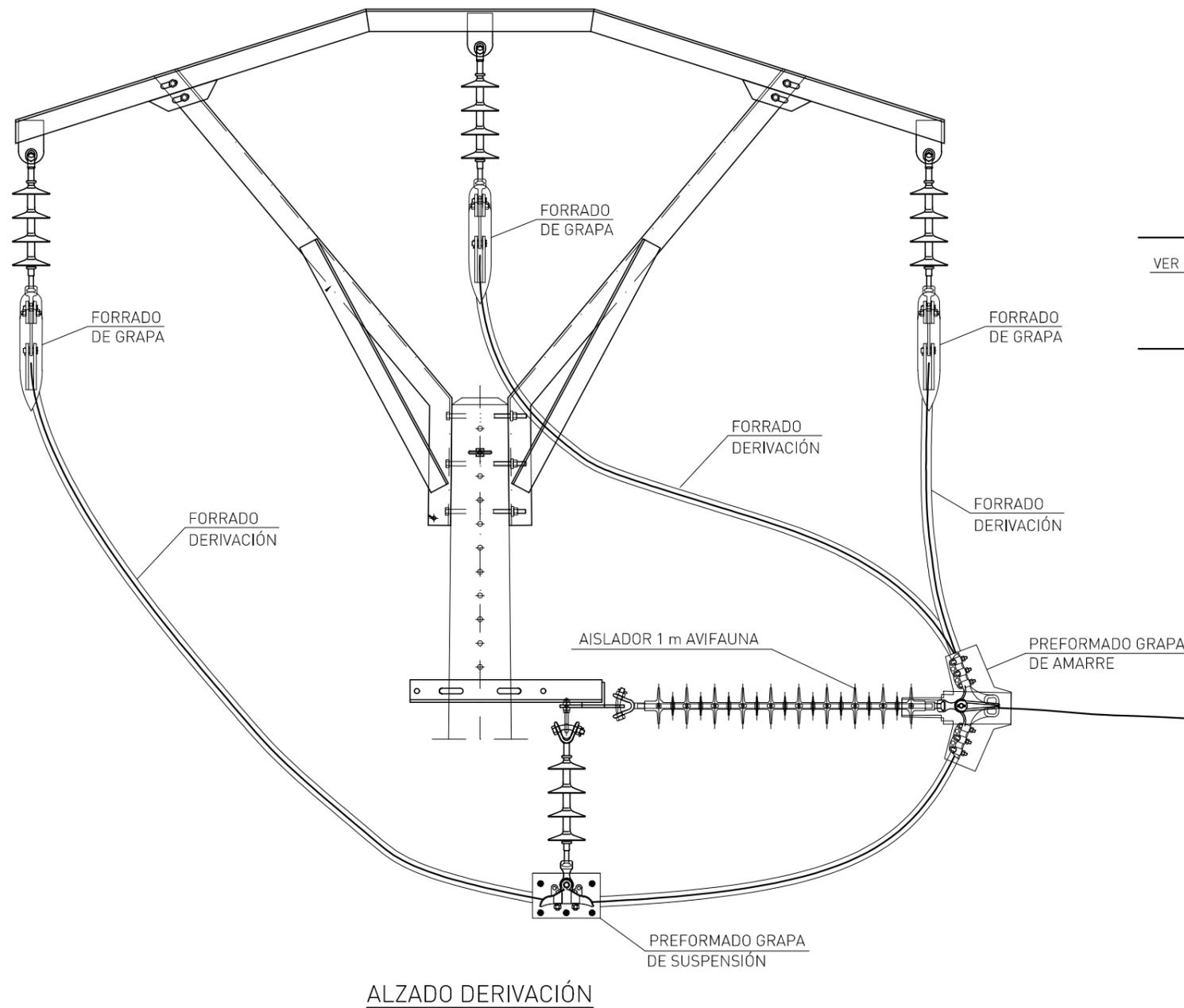
BÓVEDA B-1 Y BR-1 EN SUSPENSIÓN



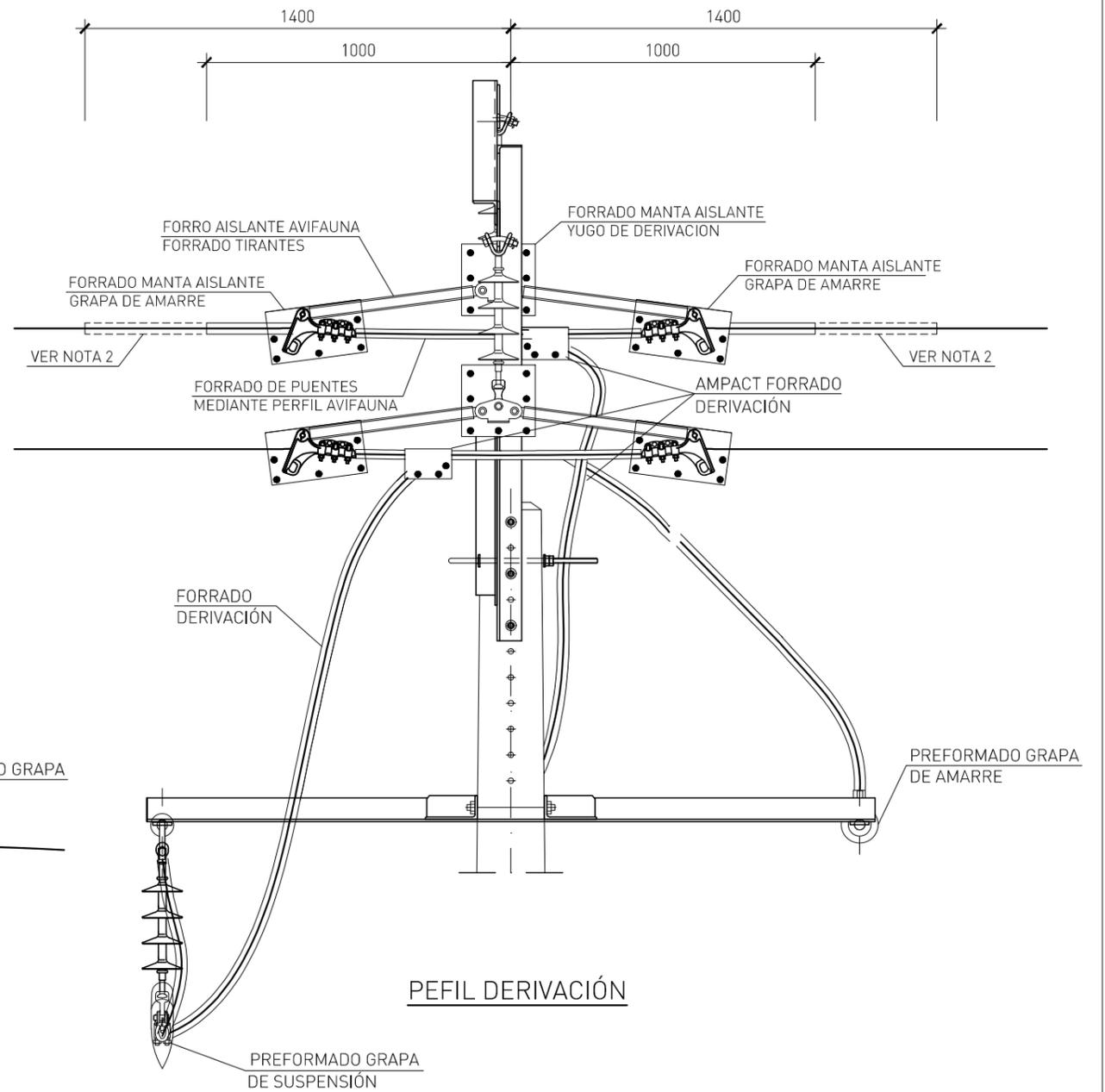
NOTA.-

- 1.- SE PROCEDERÁ AL FORRADO AISLANTE DE GRAPA Y 1m DE CONDUCTOR A CADA LADO DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN EN FASE CENTRAL POR INCUMPLIMIENTO DISTANCIA MÍNIMA DE AVIFAUNA
- 2.- EN LAS ZONAS DE CASTILLA LA MANCHA INDICADAS EN EL DECRETO 5/1999, SE FORRARÁ 1.4m DE CONDUCTOR.

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BÓVEDA B-1 Y BR-1 EN SUSPENSIÓN MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		GESTIÓN DEL ACTIVO
1:20	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 2 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-090000



ALZADO DERIVACIÓN

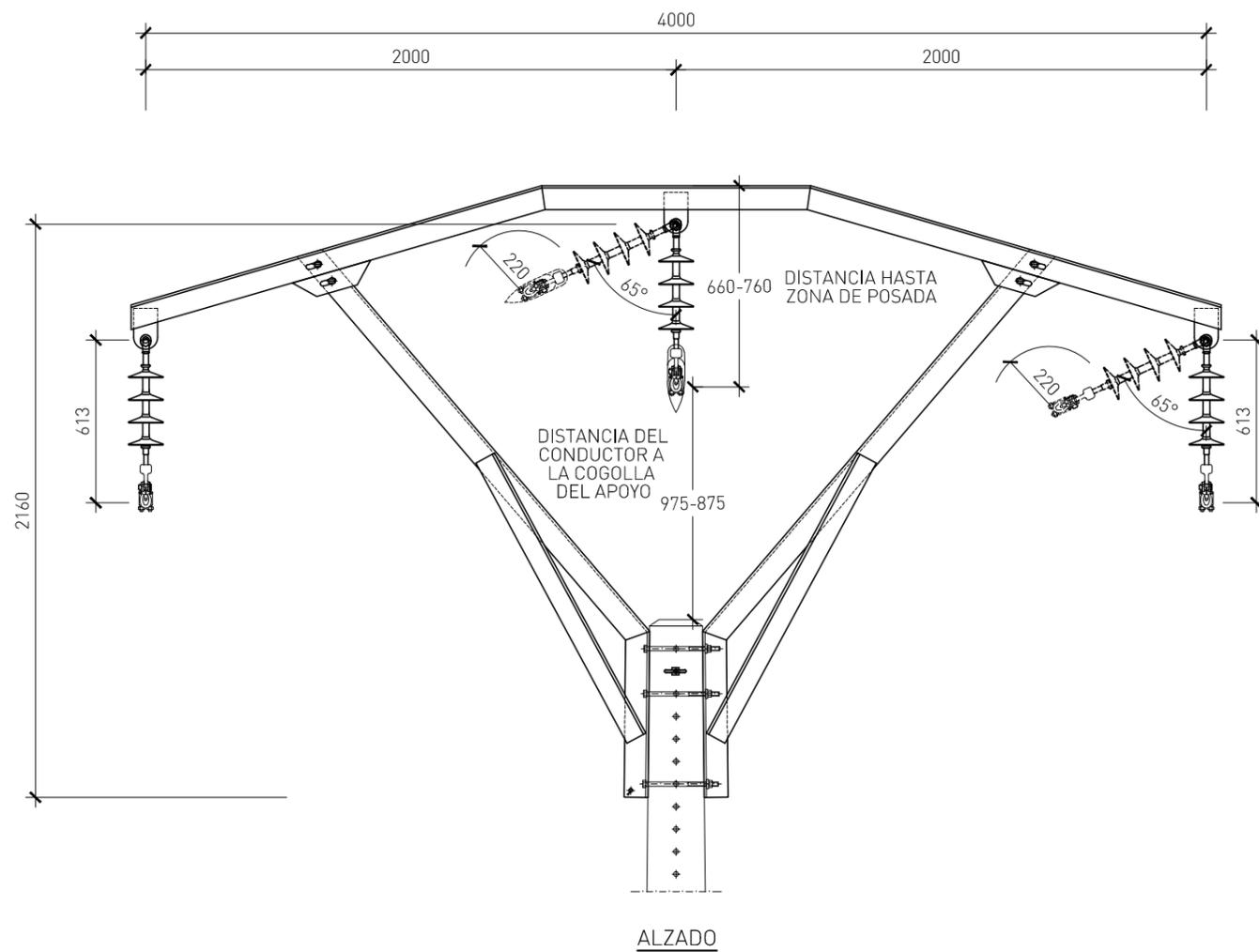


PEFIL DERIVACIÓN

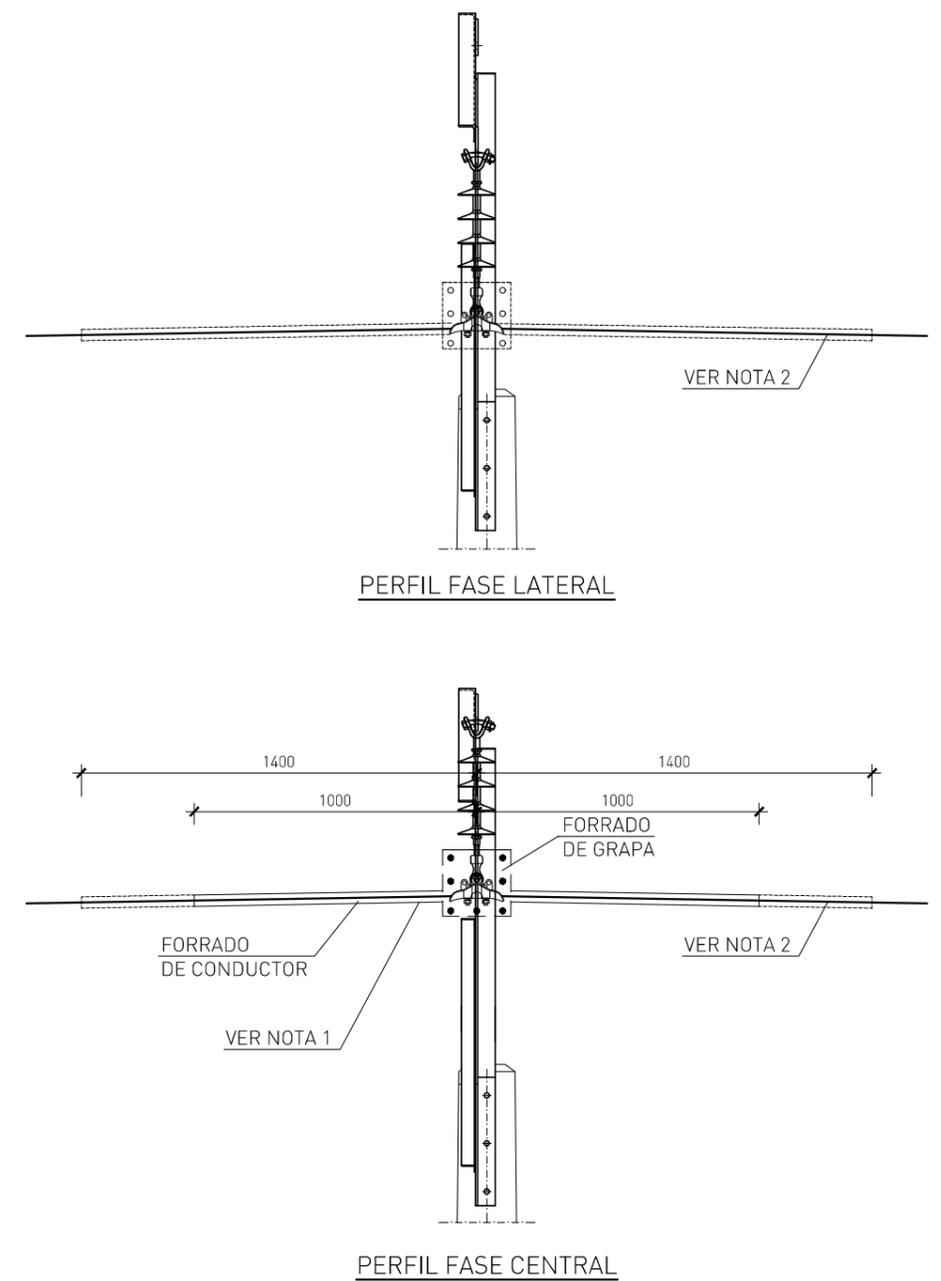
NOTAS.-

- 1.- EL MONTAJE SOBRE APOYOS METÁLICOS SE REALIZARÁ DE LA MISMA FORMA Y CON LOS MISMOS ELEMENTOS QUE SOBRE APOYOS DE HORMIGÓN
- 2.- EN LAS ZONAS DE CASTILLA LA MANCHA INDICADAS EN EL DECRETO 5/1999, SE FORRARÁ 1.4m DE CONDUCTOR

		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022 UFD	
		Proyectado	16/05/2022 UFD	
		Comprobado	16/05/2022 UFD	
ESCALAS:	SOLUCIONES DE AVIFAUNA EN DERIVACIÓN RÍGIDA, CON CADENAS DE SUSPENSIÓN DERIVACIÓN (CRUCETA BÓVEDA)		GESTIÓN DEL ACTIVO	
SIN ESCALA			REV. 1	HOJA 1
		Nº PLANO		
		LAMT-090050		
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		



BÓVEDA B-2 EN SUSPENSIÓN

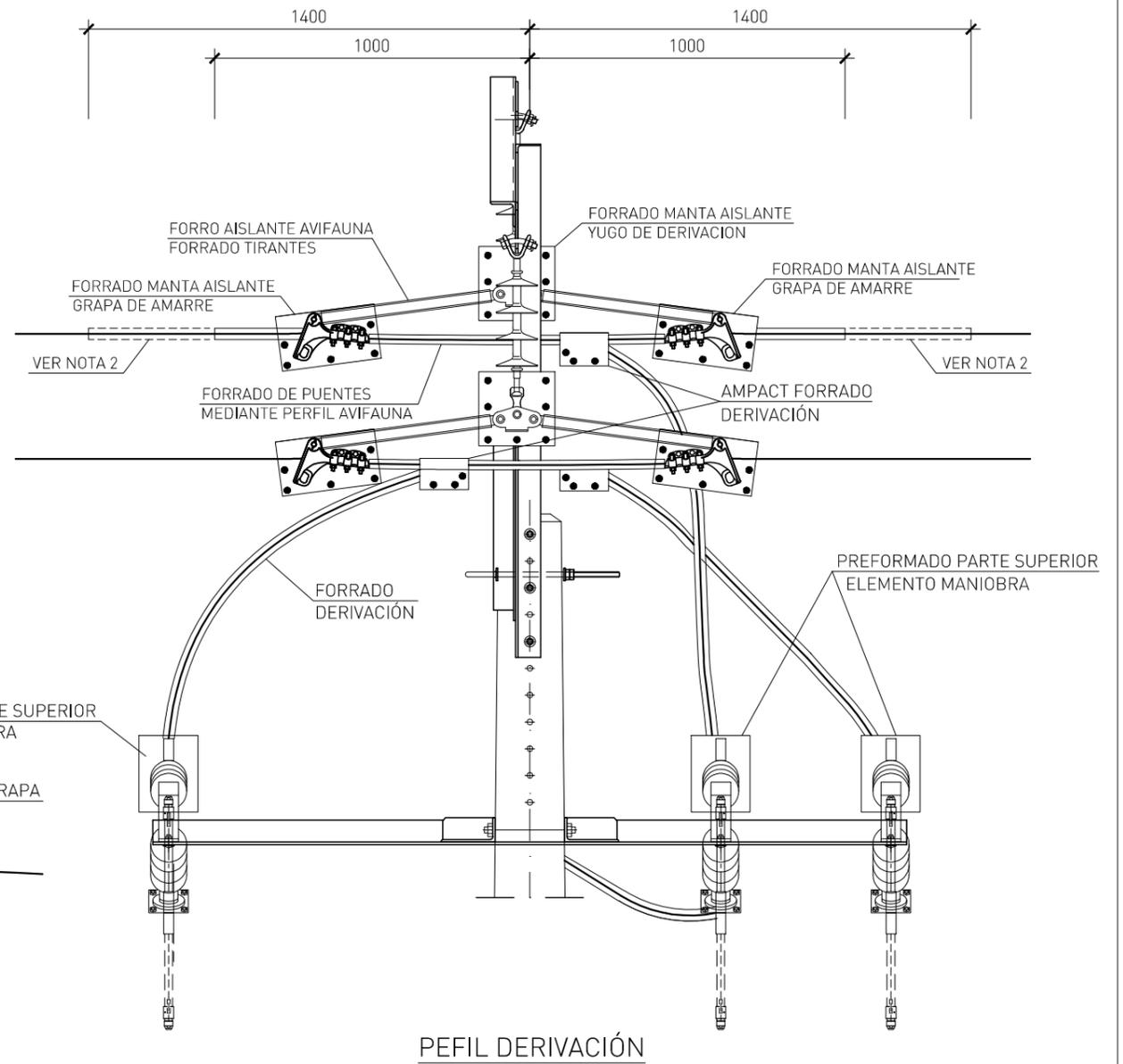
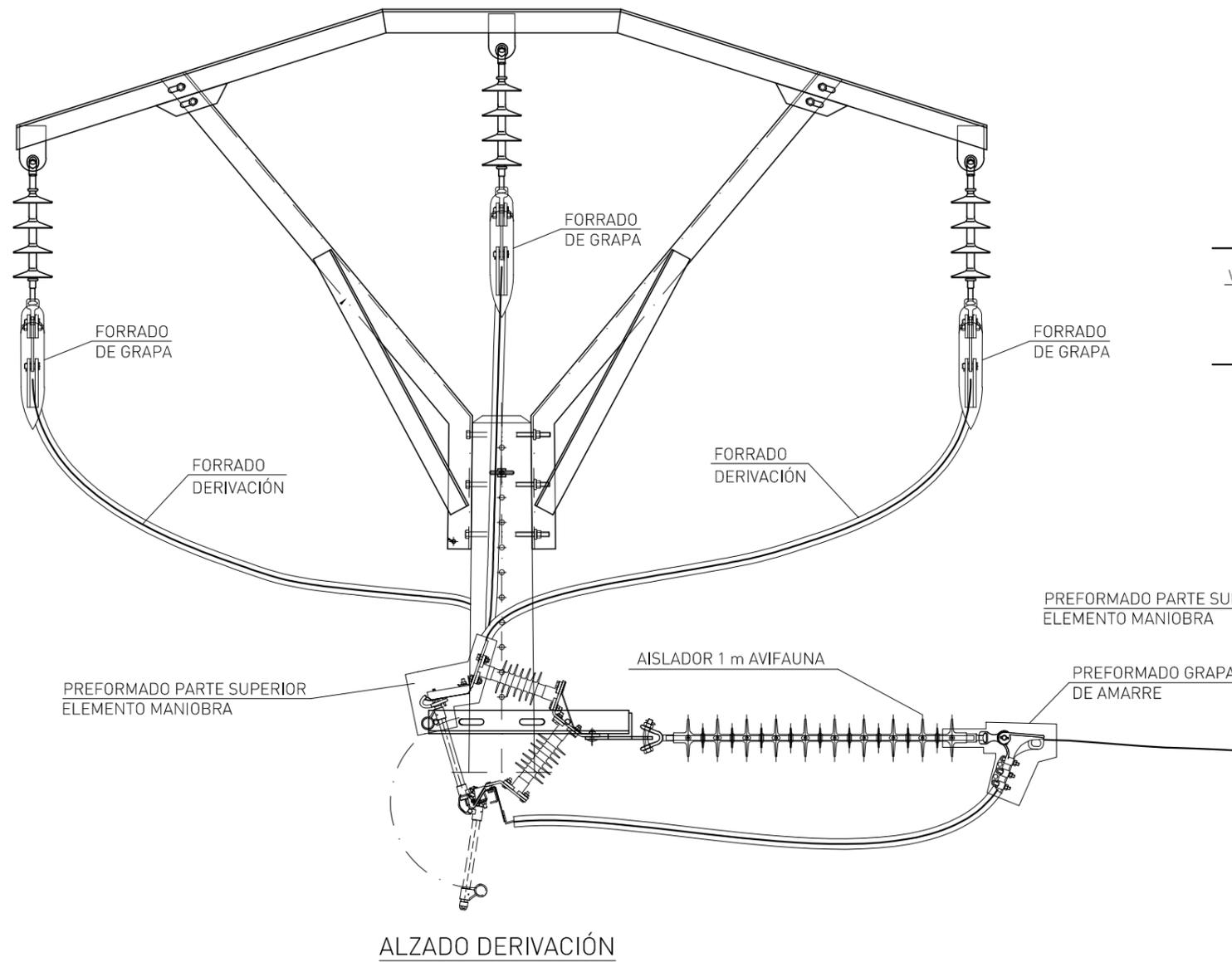


PERFIL FASE CENTRAL

NOTA.-

- 1.- LA LONGITUD DE LA CADENA DE AISLADORES ES VARIABLE EN FUNCIÓN DE LOS DISTINTOS SUMINISTRADORES DE CADA COMPONENTE, ESTANDO LA DISTANCIA ENTRE EL CONDUCTOR Y LA ZONA DE POSADA COMPRENDIDA ENTRE 660mm Y 760mm. SI LA DISTANCIA DE LA FASE CENTRAL A LA COGOLLA DEL APOYO ES INFERIOR A 0,88m, SE FORRARÁ 1M A CADA LADO DEL CONDUCTOR.
- 2.- EN LAS ZONAS DE CASTILLA LA MANCHA INDICADAS EN EL DECRETO 5/1999, SE FORRARÁ 1.4m DE CONDUCTOR.

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BÓVEDA B-2 EN SUSPENSIÓN MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		GESTIÓN DEL ACTIVO
1:25	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 2 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-090100



NOTAS.-

- 1.- EL MONTAJE SOBRE APOYOS METÁLICOS SE REALIZARÁ DE LA MISMA FORMA Y CON LOS MISMOS ELEMENTOS QUE SOBRE APOYOS DE HORMIGÓN
- 2.- EN LAS ZONAS DE CASTILLA LA MANCHA INDICADAS EN EL DECRETO 5/1999, SE FORRARÁ 1.4m DE CONDUCTOR

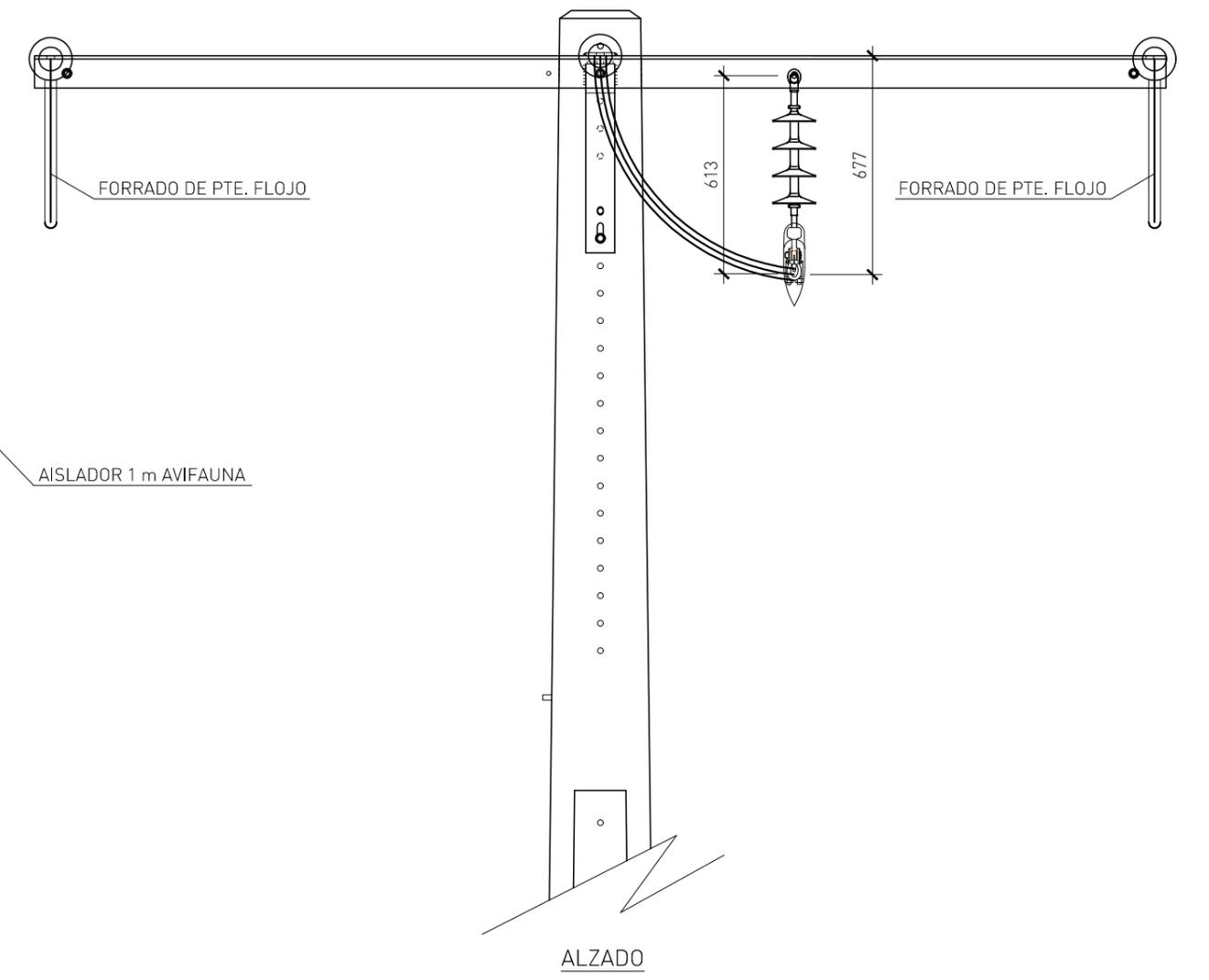
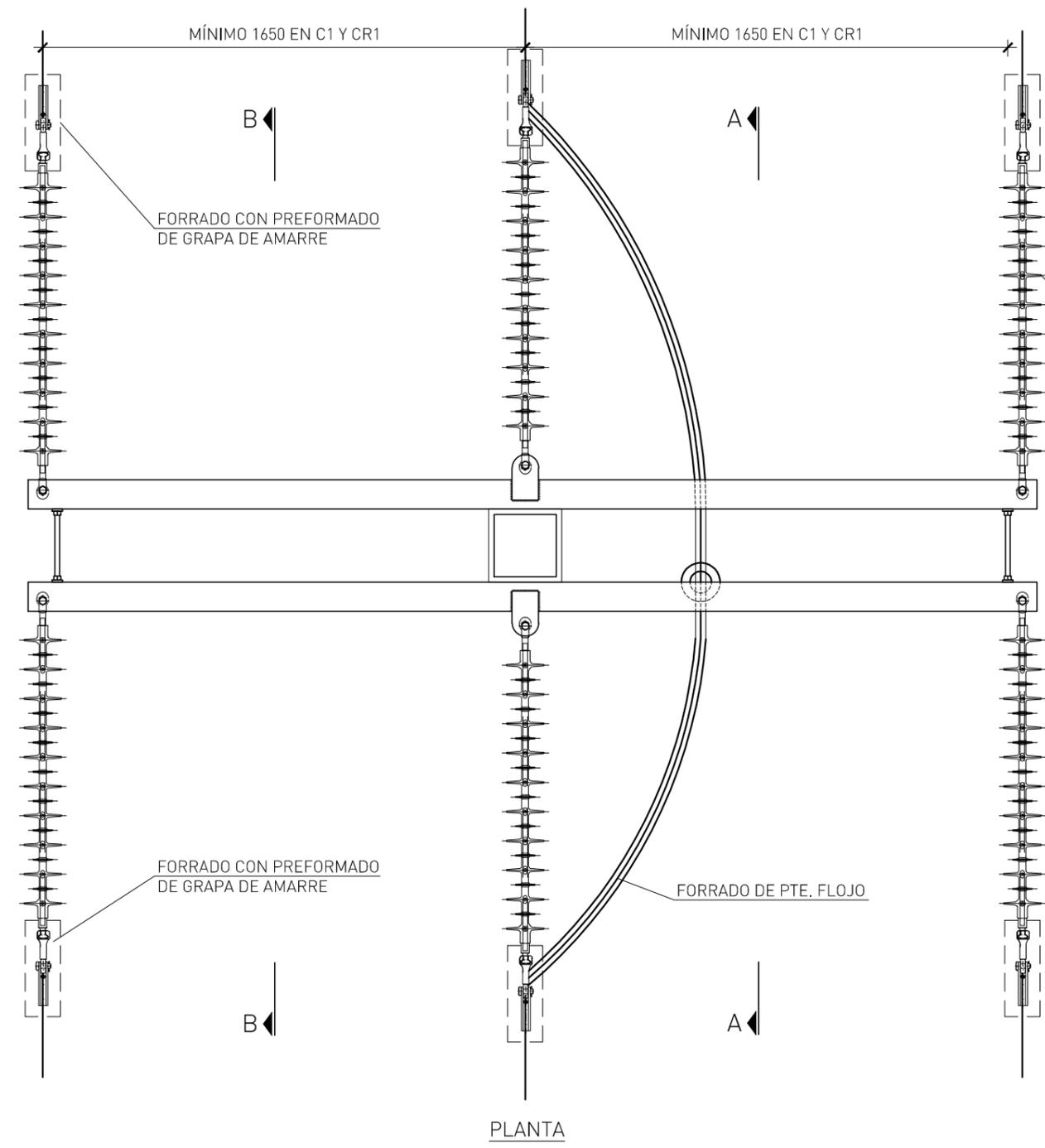
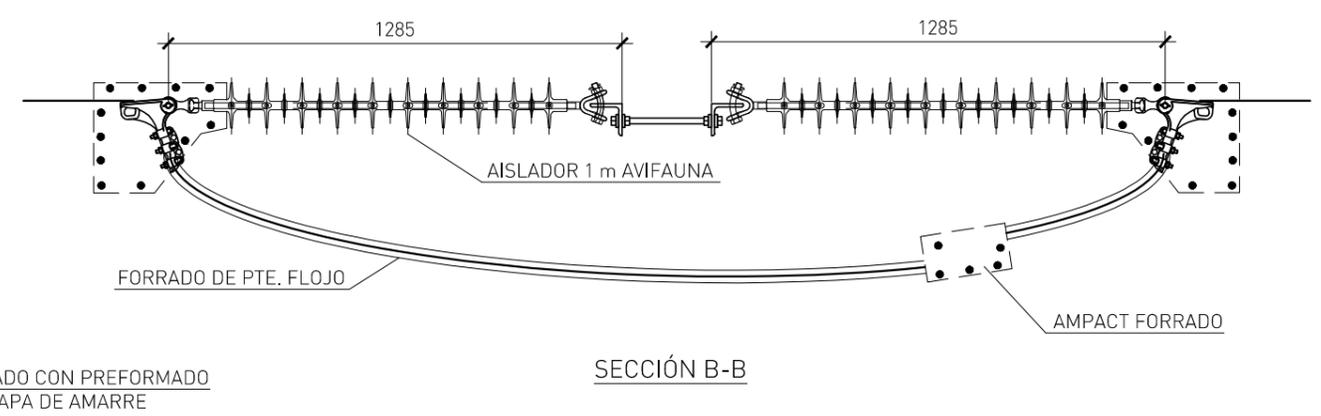
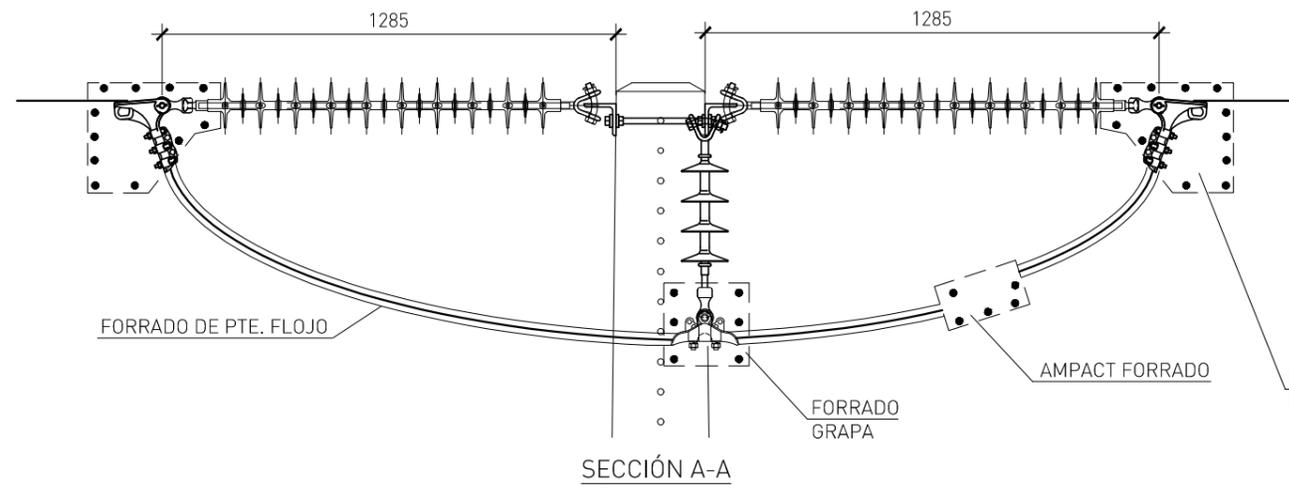
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Proyectado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	SOLUCIONES DE AVIFAUNA EN DERIVACIÓN CON MANIOBRA CON CADENAS DE SUSPENSIÓN DERIVACIÓN (CRUCETA BÓVEDA)	GESTIÓN DEL ACTIVO	
SIN ESCALA		REV. 1	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-090150	



ESCALAS:
SIN ESCALA

SOLUCIONES DE AVIFAUNA EN DERIVACIÓN CON MANIOBRA
CON CADENAS DE SUSPENSIÓN DERIVACIÓN (CRUCETA BÓVEDA)
PROYECTO TIPO
LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS
HASTA 20kV

FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022 UFD
Proyectado	16/05/2022 UFD
Comprobado	16/05/2022 UFD
GESTIÓN DEL ACTIVO	
REV. 1	HOJA 1 DE 1
Nº PLANO LAMT-090150	

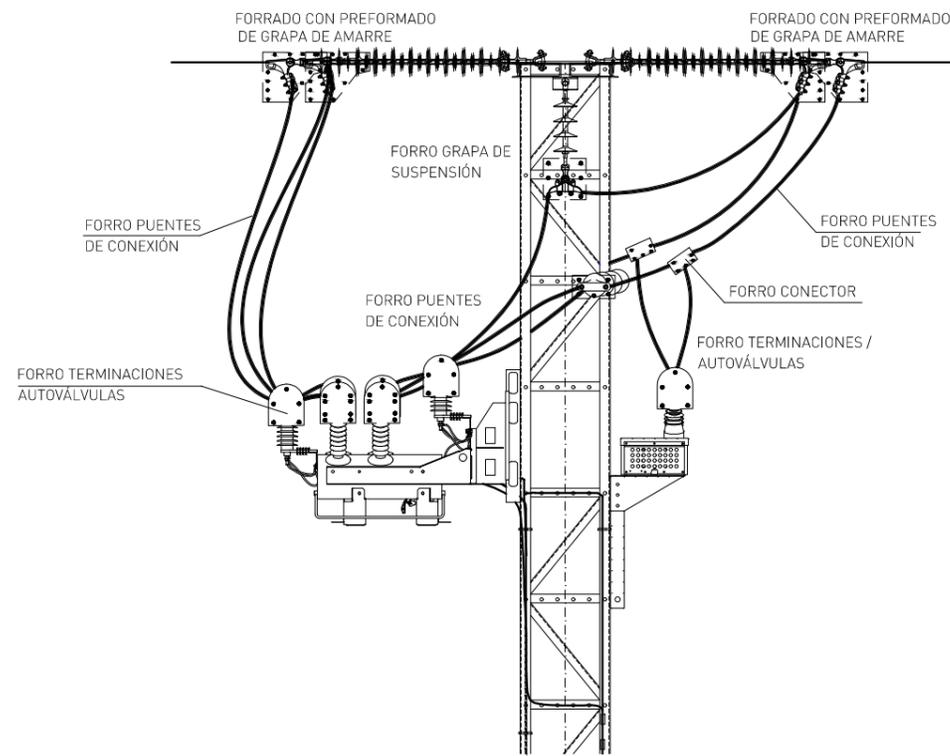


LAMT-090200

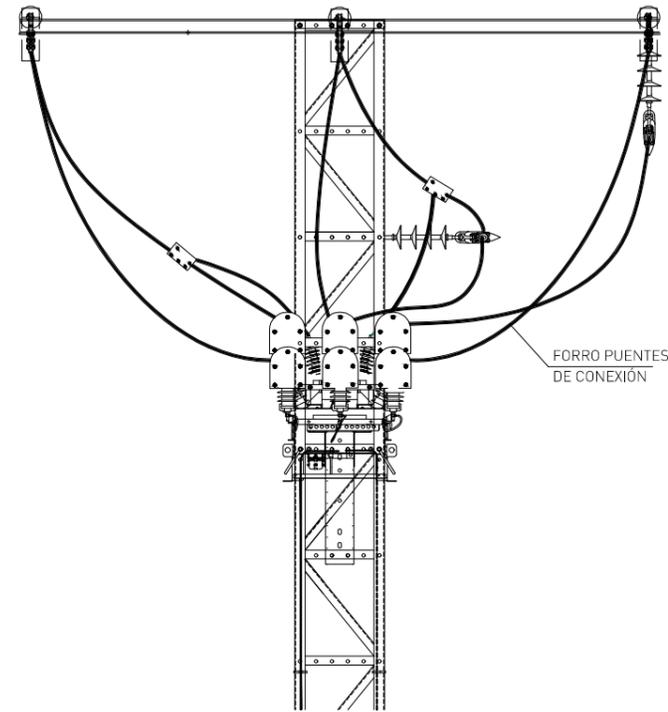
DIN-A3

Revisión LCOE
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

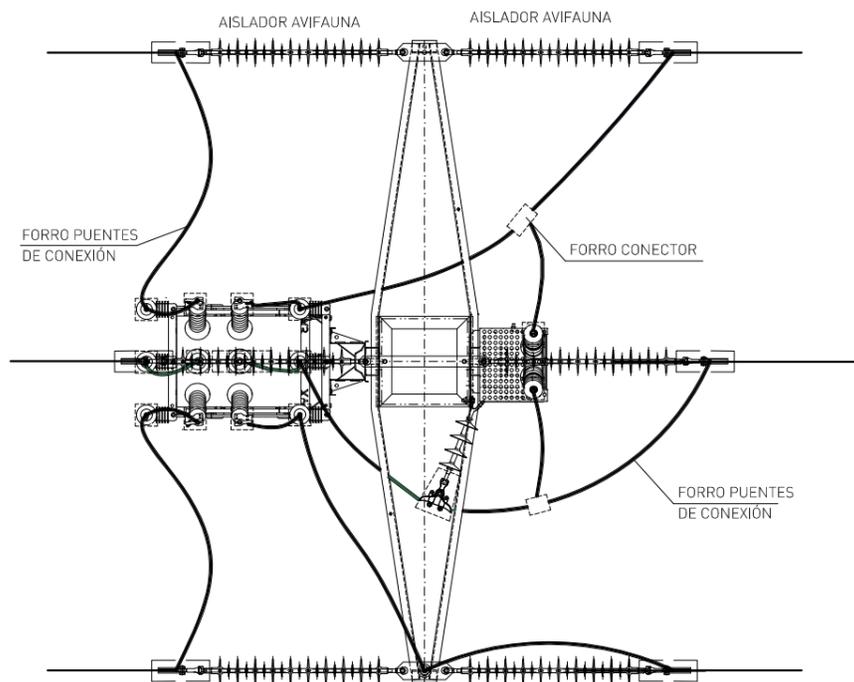
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO RECTO C-1, CR-1, C-2, H-35 EN AMARRE MONTAJE DE ELEMENTOS PARA LA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		GESTIÓN DEL ACTIVO
INDICADAS	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 1 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-090200



ALZADO



VISTA LATERAL

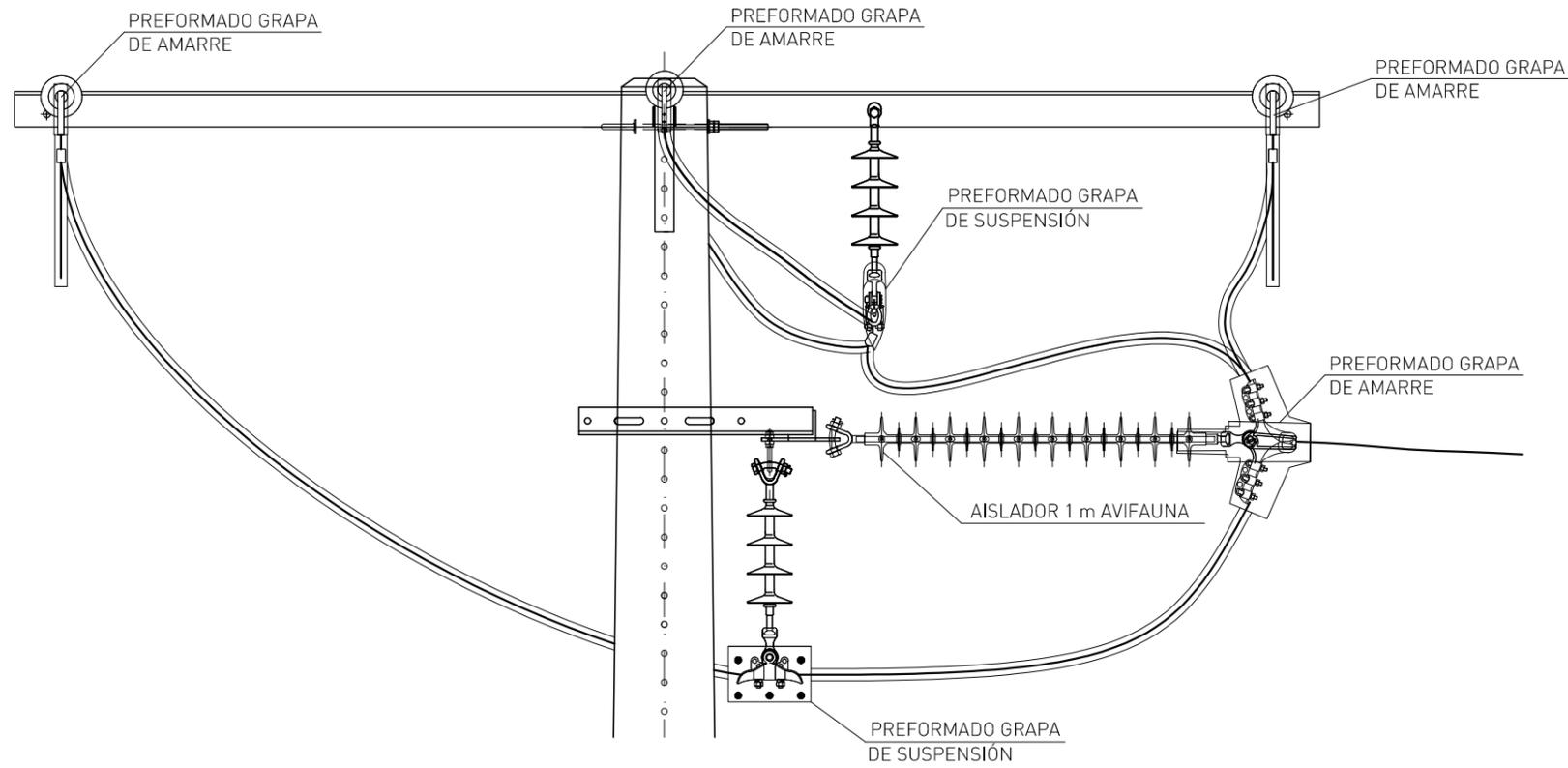


PLANTA

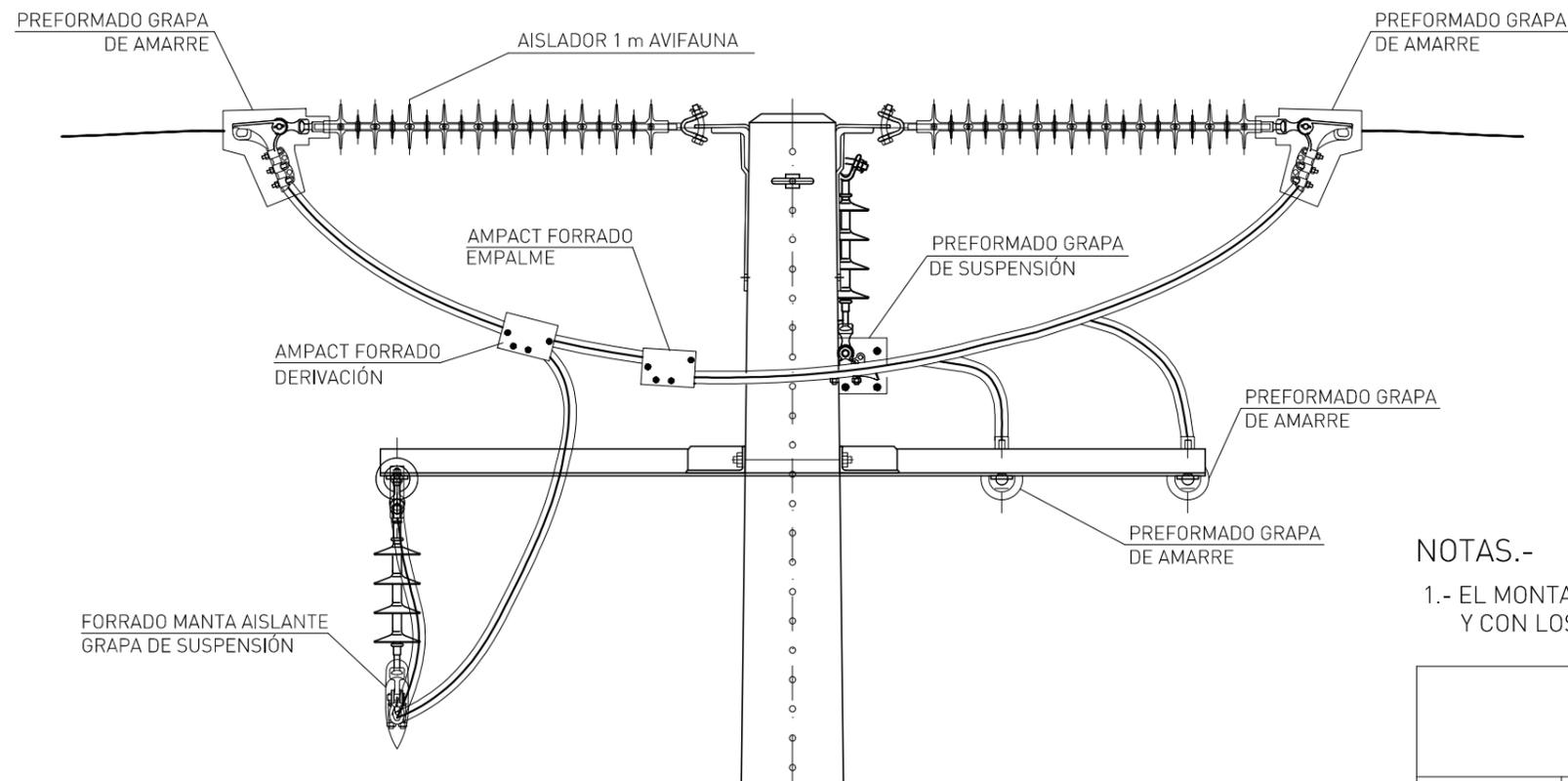
LAMT-090210

DIN-A3

		FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
ESCALAS: 1:40		Comprobado 16/05/2022	UFD
		Aprobado 16/05/2022	UFD
SOLUCIONES AVIFAUNA PARA APOYO CON INTERRUPTOR/ RECONECTOR EN LÍNEA TRONCAL		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 0	HOJA 1 DE 1
PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		Nº PLANO LAMT-090210	



ALZADO DERIVACIÓN



PEFIL DERIVACIÓN

NOTAS.-

- 1.- EL MONTAJE SOBRE APOYOS METÁLICOS SE REALIZARÁ DE LA MISMA FORMA Y CON LOS MISMOS ELEMENTOS QUE SOBRE APOYOS DE HORMIGÓN

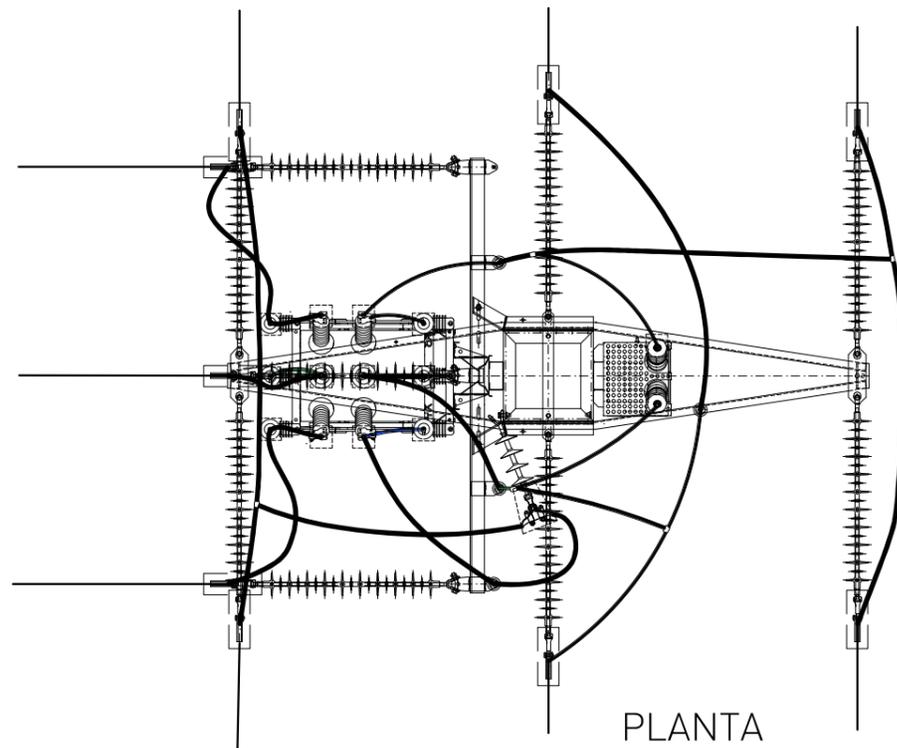
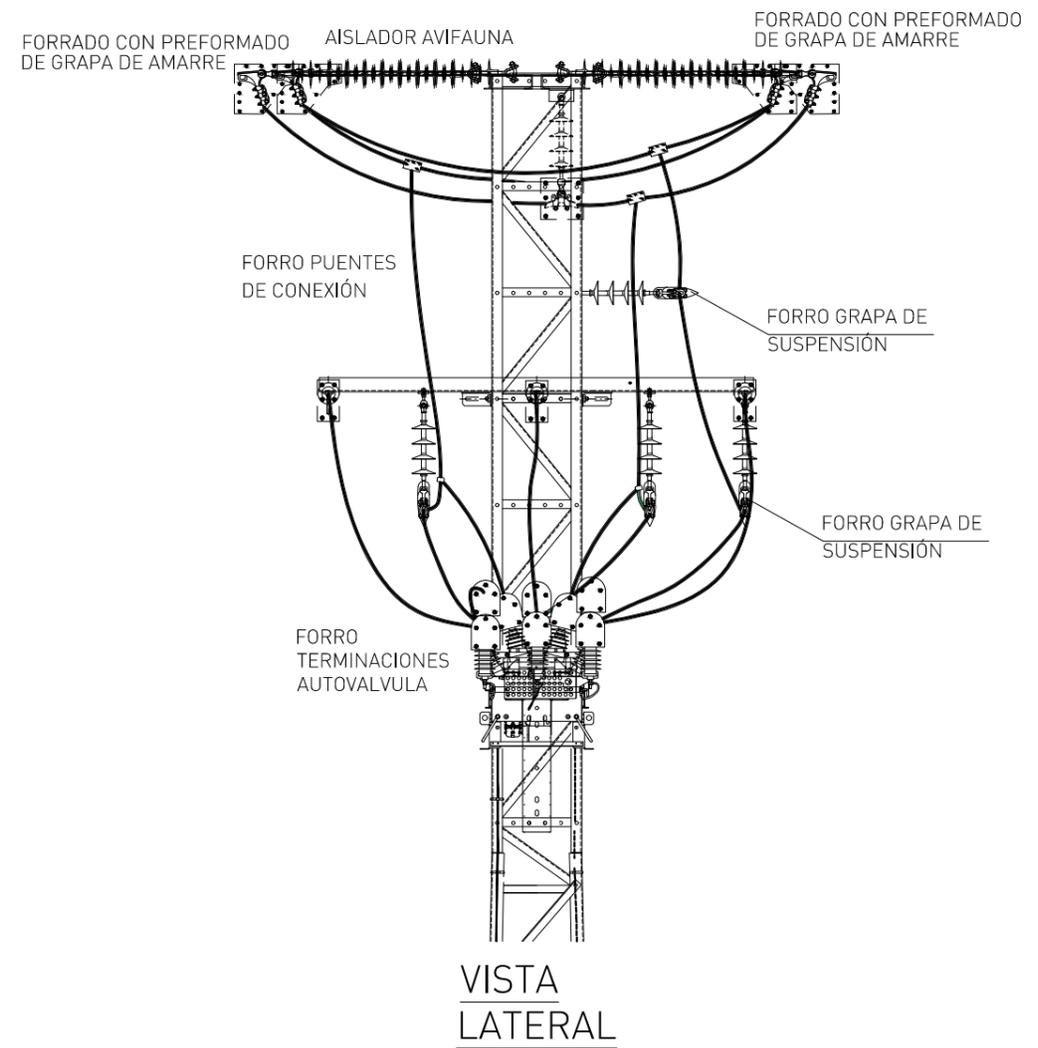
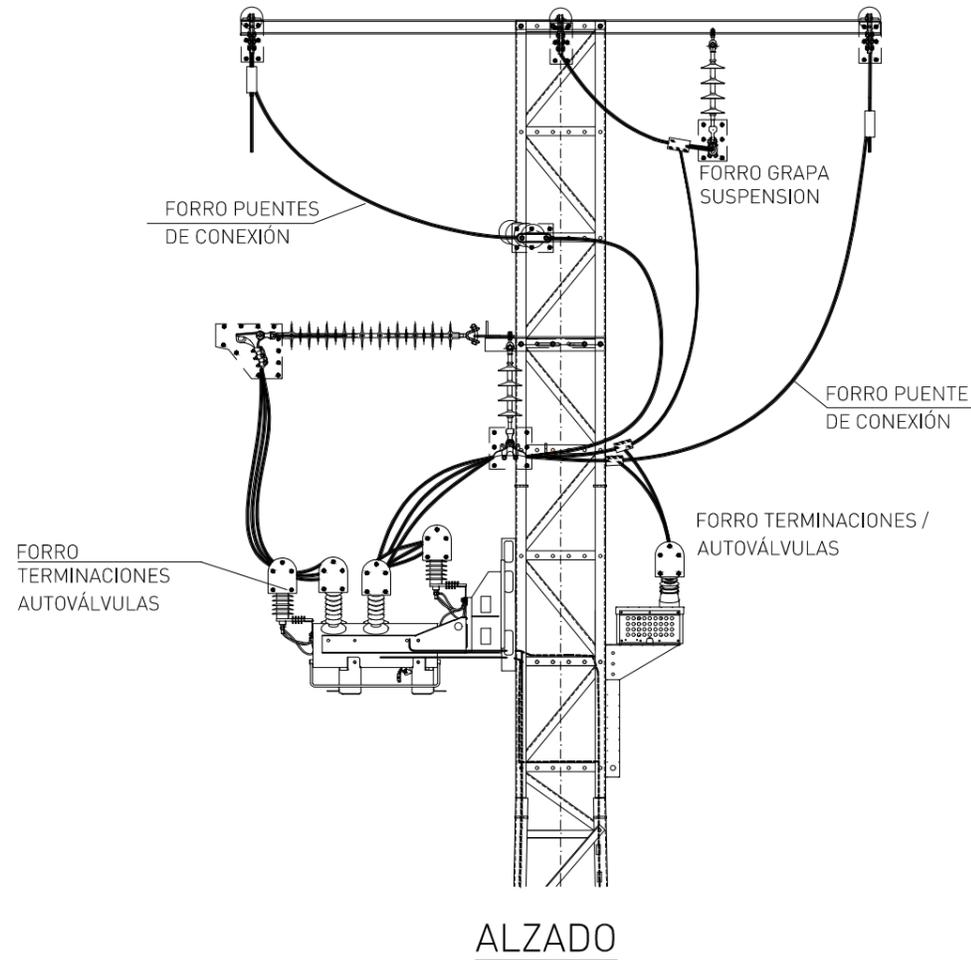


	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Proyectado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD

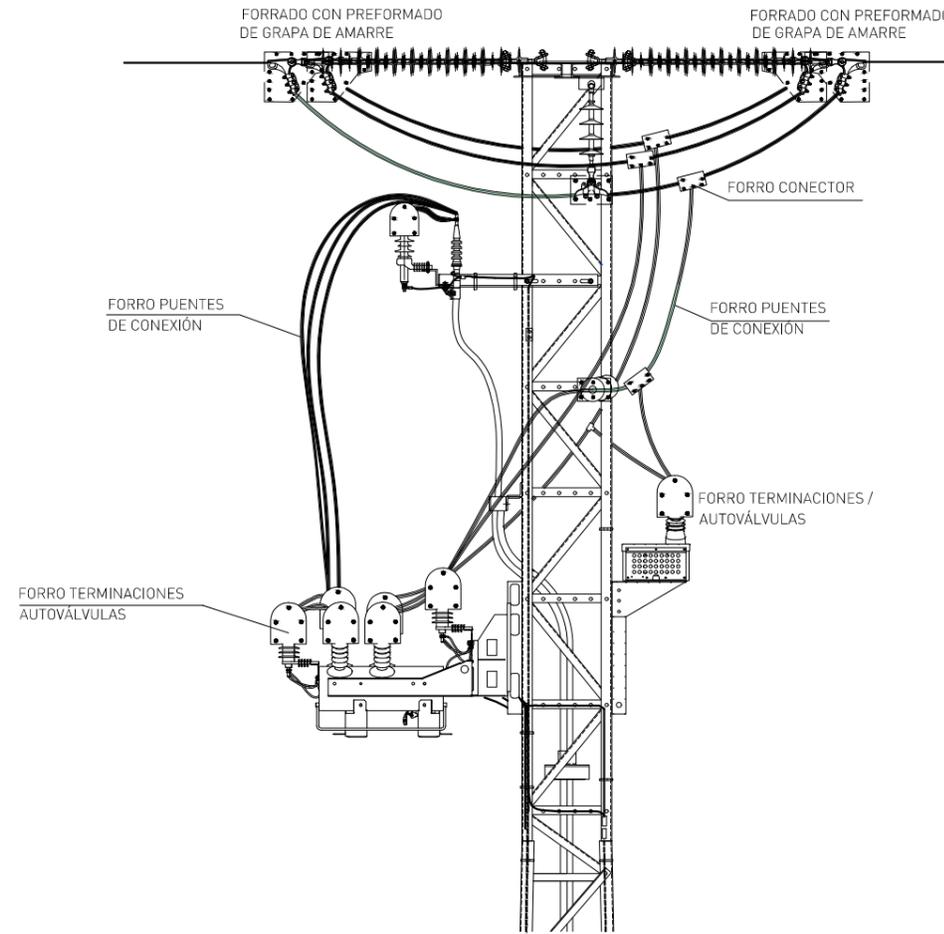
ESCALAS: SIN ESCALA	SOLUCIONES DE AVIFAUNA EN DERIVACIÓN RÍGIDA CON CADENAS DE AMARRE (CRUCETA RECTA)	GESTIÓN DEL ACTIVO		
		REV. 1	HOJA 1	DE 1
PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		Nº PLANO LAMT-090250		

LAMT-090250

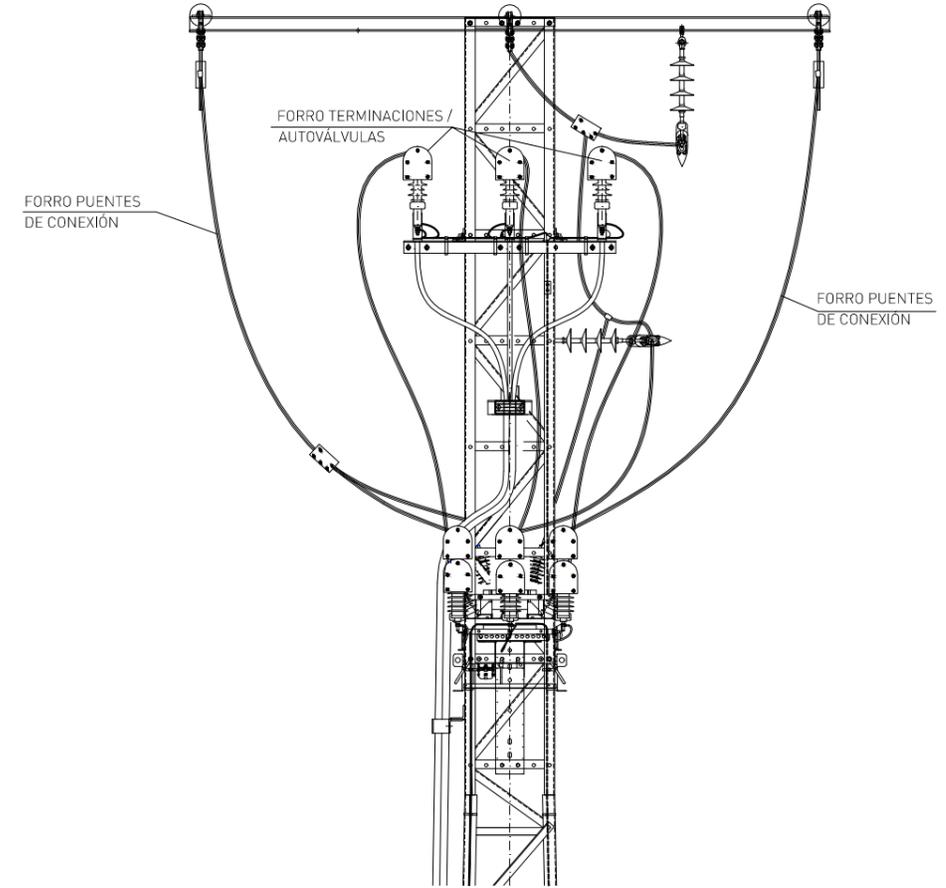
DIN-A3



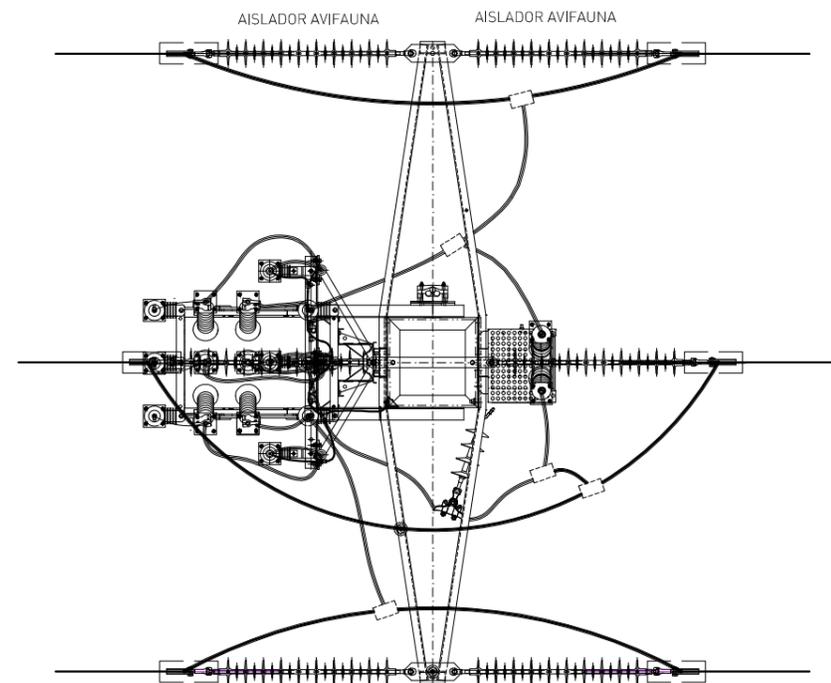
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado 16/05/2022	UFD
		Comprobado 16/05/2022	UFD
		Aprobado 16/05/2022	UFD
ESCALAS: 1:40		SOLUCIONES AVIFAUNA PARA APOYO CON INTERRUPTOR/ RECONECTOR EN DERIVACIÓN	
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	
		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 0	HOJA 1 DE 1
		N° PLANO LAMT-090260	



ALZADO

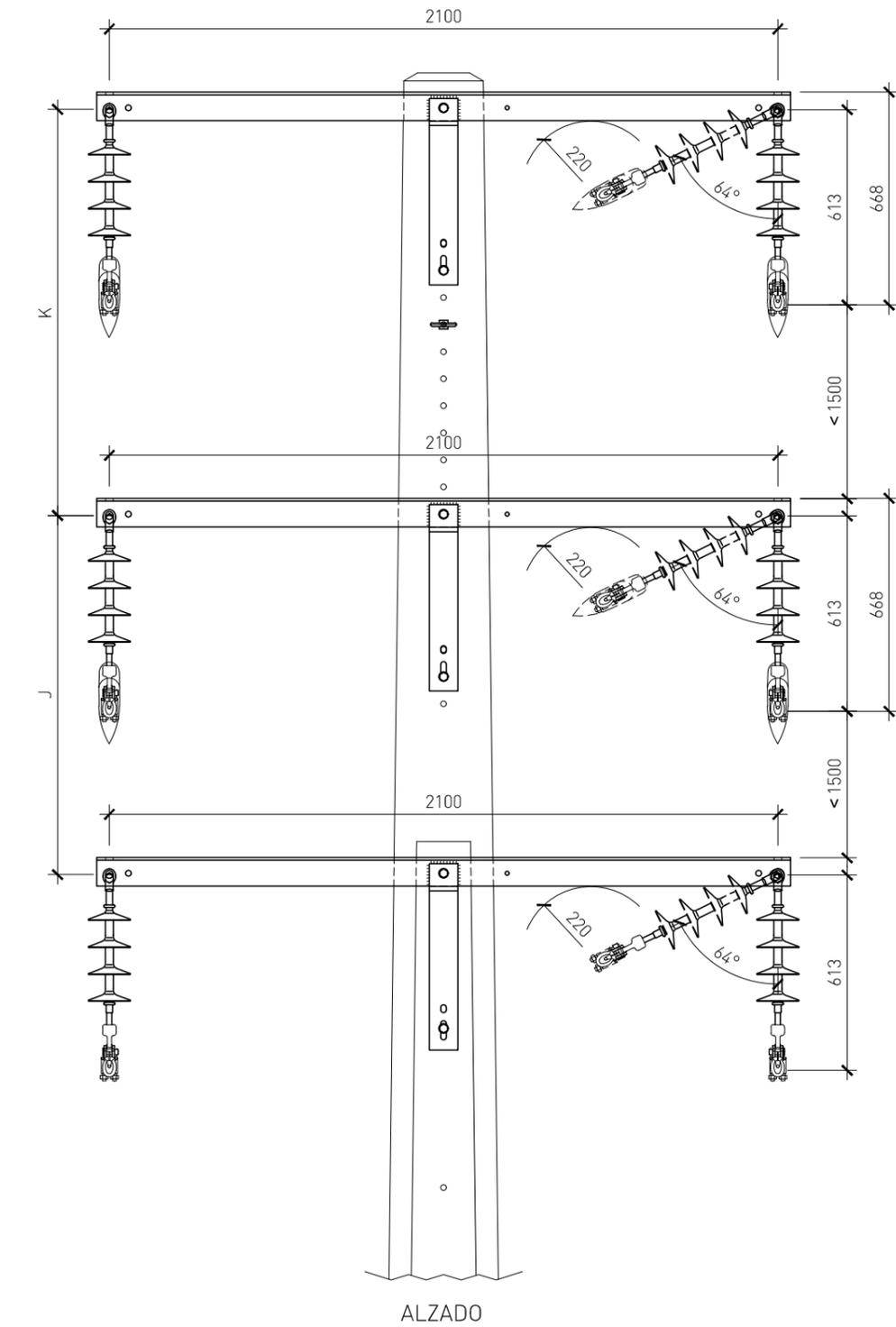


VISTA LATERAL

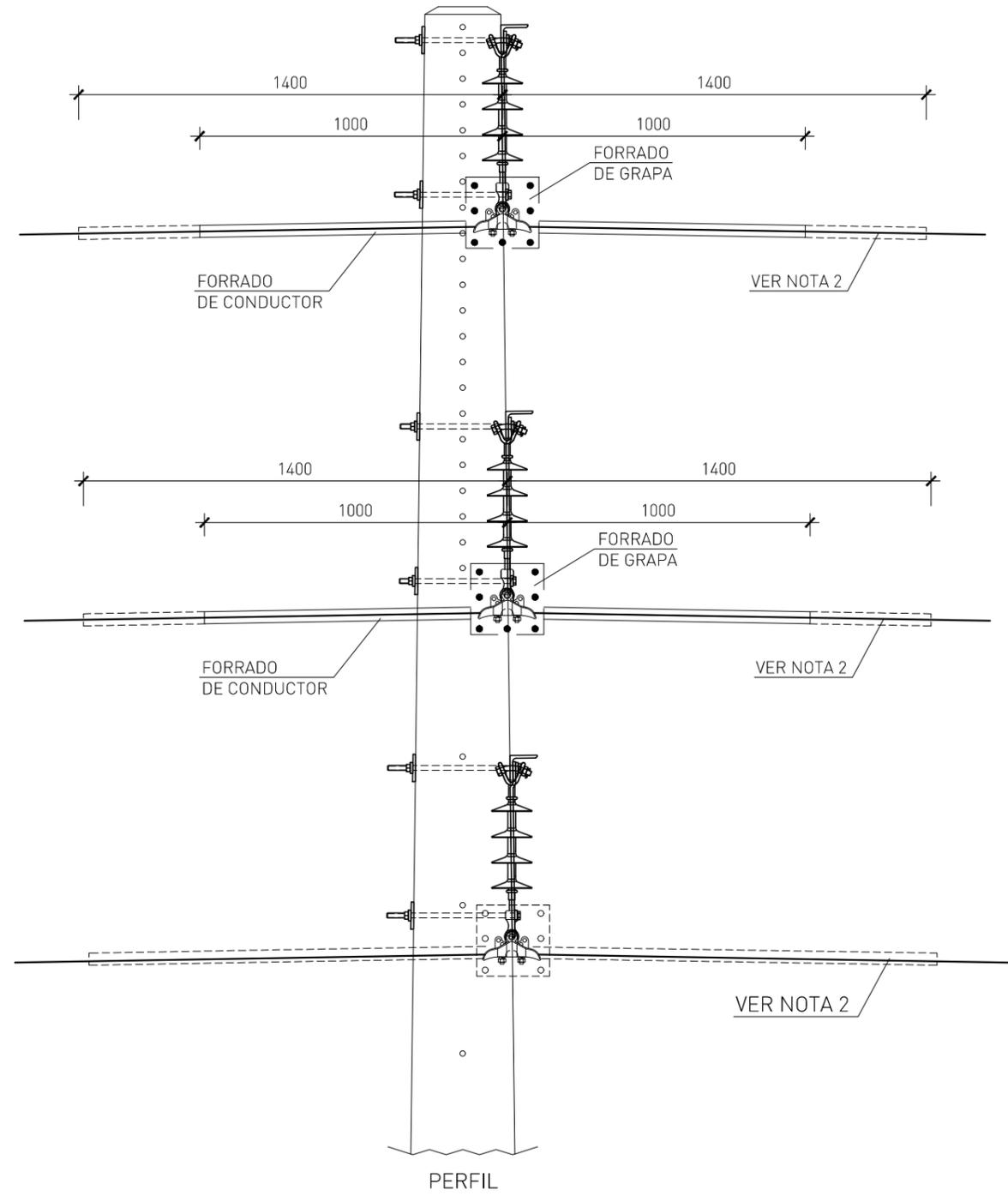


PLANTA

		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS: 1:40		SOLUCIONES AVIFAUNA PARA APOYO CON INTERRUPTOR/ RECONECTOR EN DERIVACIÓN SUBTERRANEA		
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		
		GESTIÓN DEL ACTIVO		
		REV. 0	HOJA 1 DE 1	
		N° PLANO LAMT-090270		



ALZADO



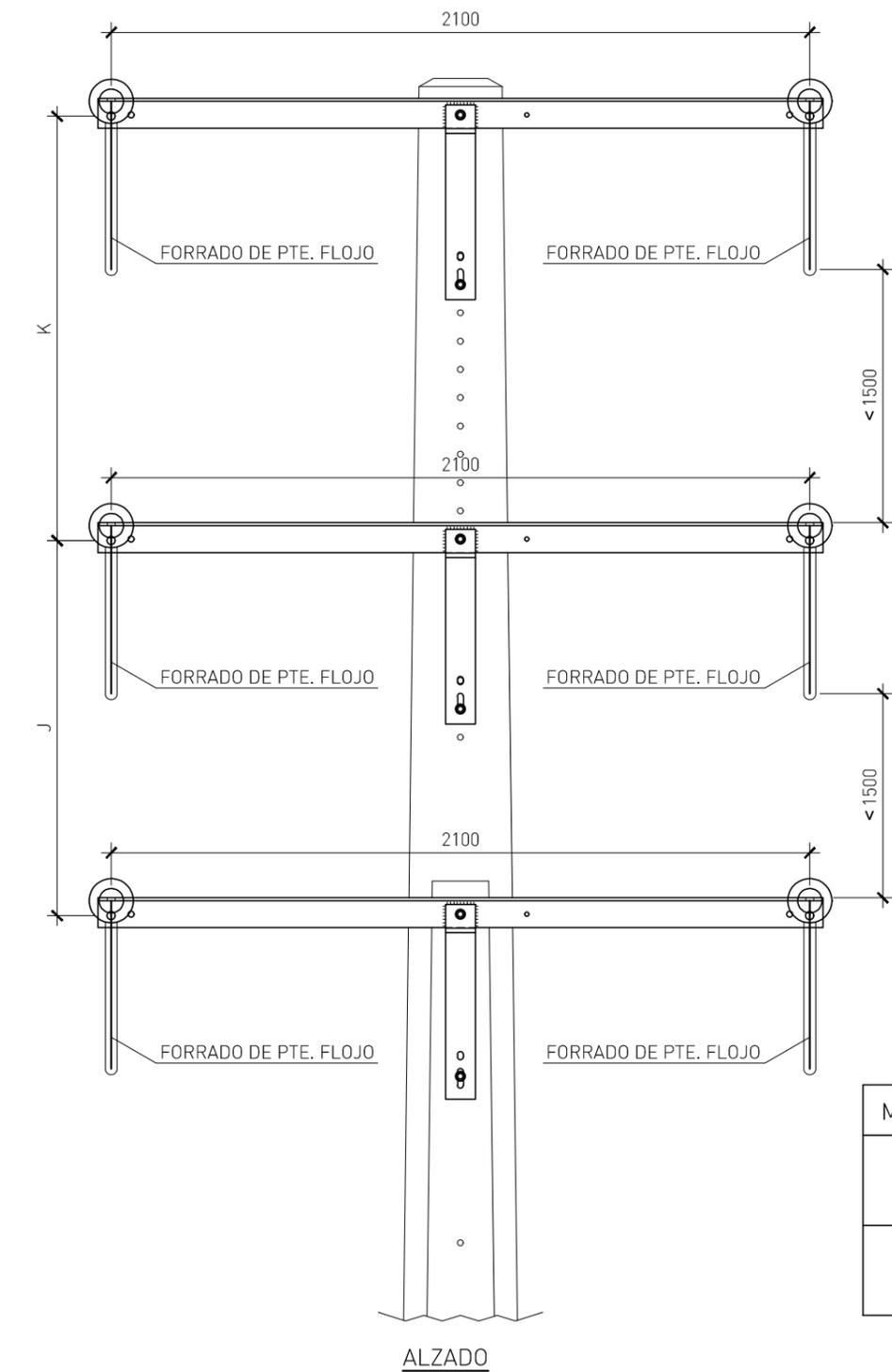
PERFIL

MONTAJE	K mm	J mm
HV	1275	1127
	1870	2019
CH	1275	1435
	2210	2000

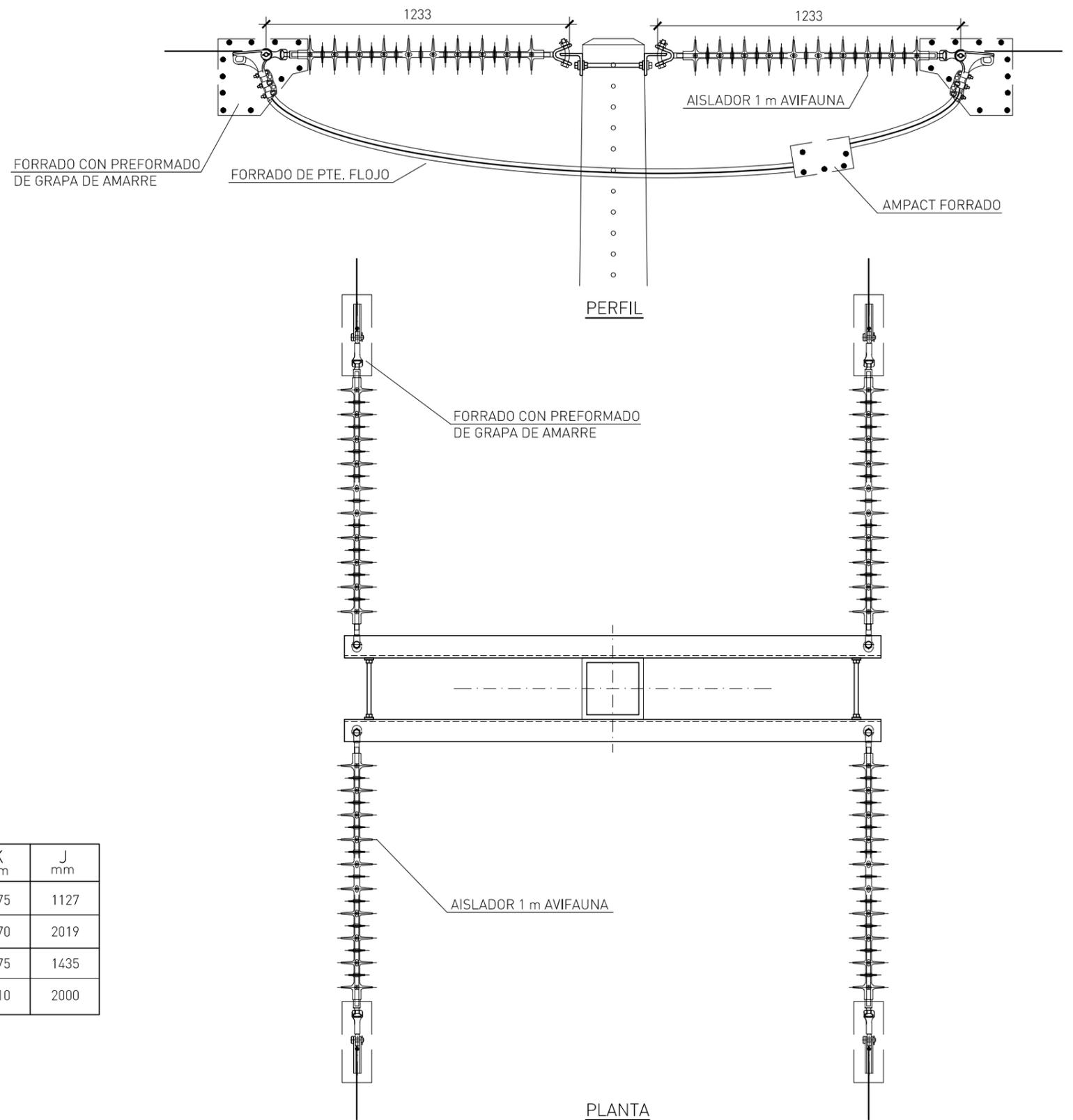
NOTA.-

- 1.- SE PROCEDERÁ AL FORRADO AISLANTE DE GRAPA Y 1m DE CONDUCTOR A CADA LADO DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN EN FASES SUPERIOR Y MEDIA SI SE INCUMPLE LA DISTANCIA MÍNIMA DE AVIFAUNA
- 2.- EN LAS ZONAS DE CASTILLA LA MANCHA INDICADAS EN EL DECRETO 5/1999, SE FORRARÁ 1.4m DE CONDUCTOR.

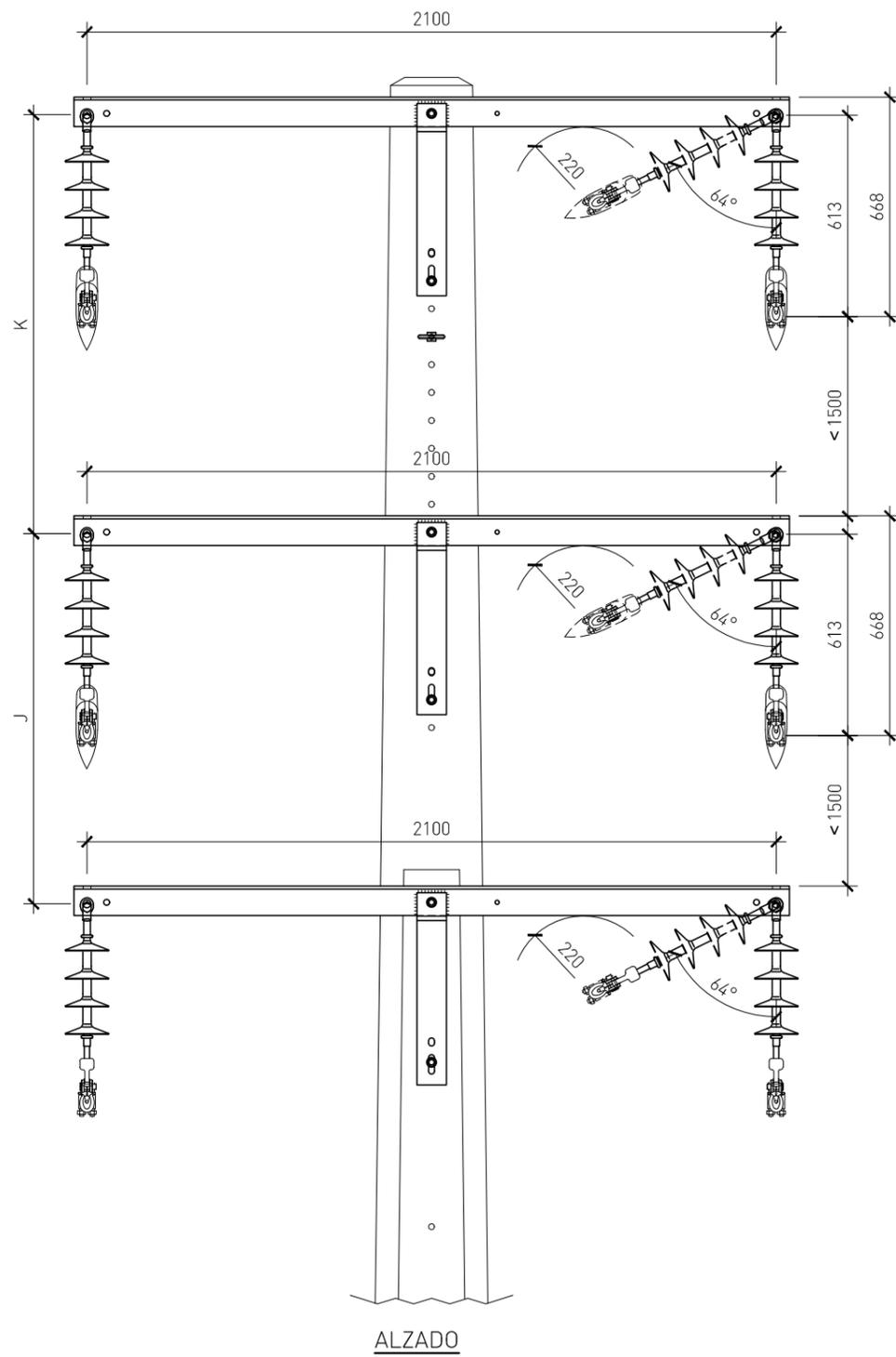
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS:	ARMADO DOBLE CIRCUITO DC-1 EN SUSPENSIÓN MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA	GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:20		REV. 2	HOJA 1 DE 1
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	
		Nº PLANO LAMT-090300	



MONTAJE	K mm	J mm
HV	1275	1127
	1870	2019
CH	1275	1435
	2210	2000

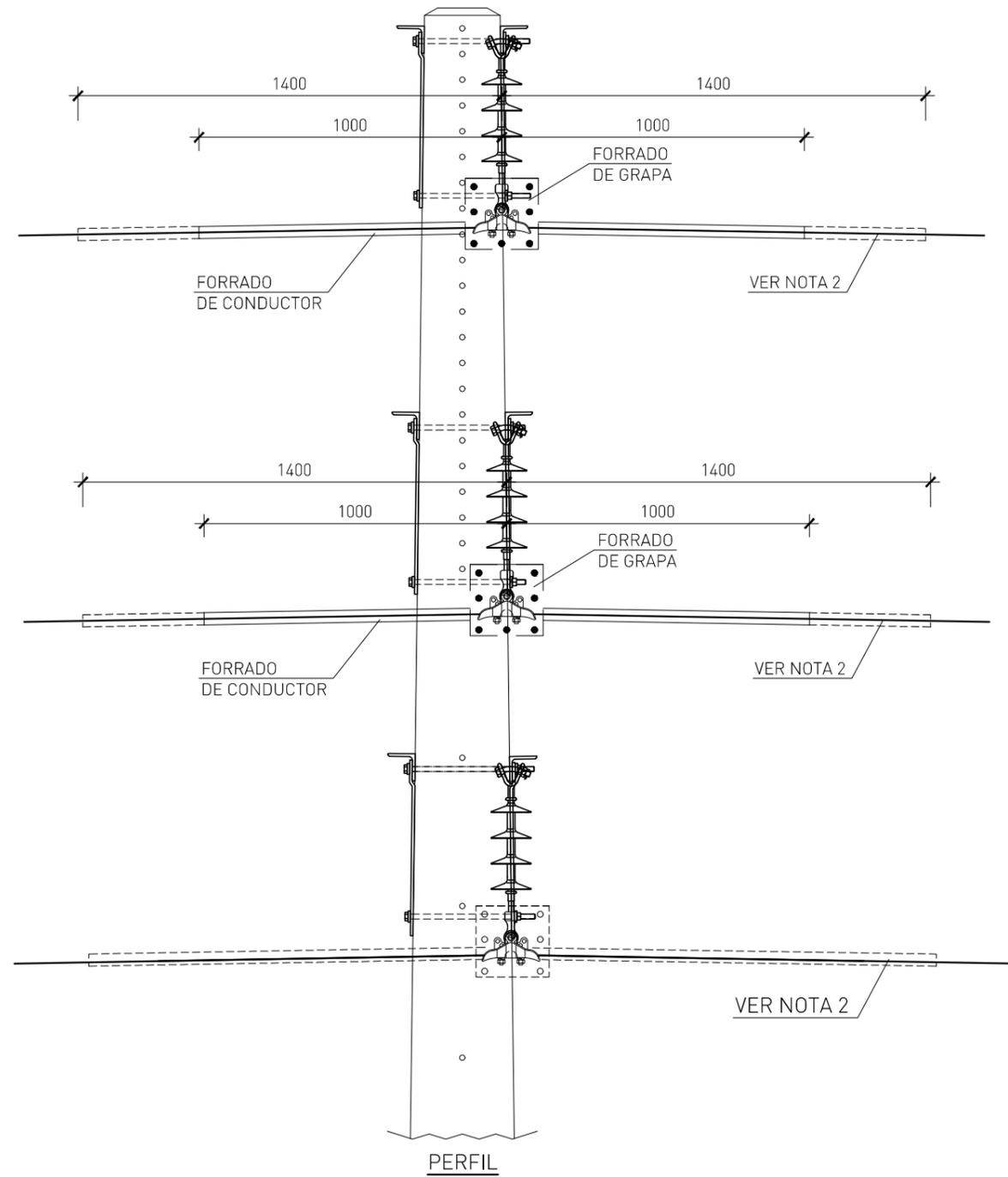


		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
ESCALAS: 1:20		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ARMADO DOBLE CIRCUITO DC-2 EN AMARRE MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		GESTIÓN DEL ACTIVO		
		REV. 1	HOJA 1	DE 1
PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		Nº PLANO LAMT-090400		



ALZADO

MONTAJE	K mm	J mm
HV	1275	1127
	1870	2019
CH	1275	1435
	2210	2000

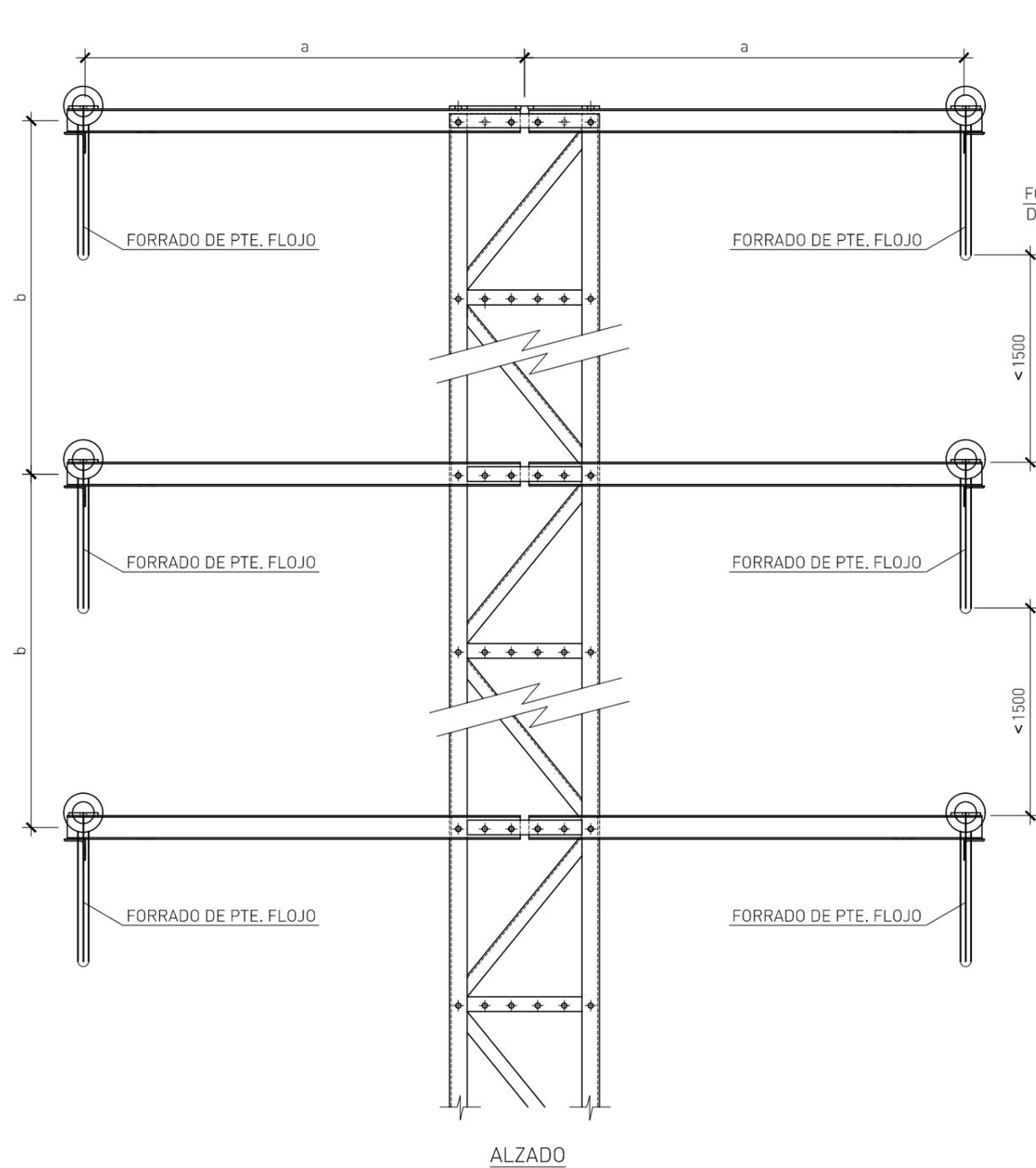


PERFIL

NOTA.-

- SE PROCEDERÁ AL FORRADO AISLANTE DE GRAPA Y 1m DE CONDUCTOR A CADA LADO DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN EN FASES SUPERIOR Y MEDIA SI SE INCUMPLE LA DISTANCIA MÍNIMA DE AVIFAUNA
- EN LAS ZONAS DE CASTILLA LA MANCHA INDICADAS EN EL DECRETO 5/1999, SE FORRARÁ 1.4m DE CONDUCTOR.

ESCALAS: 1:20	<p>ARMADO DOBLE CIRCUITO DC-2 EN SUSPENSIÓN MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA</p> <p>PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV</p>	FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
		GESTIÓN DEL ACTIVO		
		REV. 2	HOJA 1 DE 1	
		Nº PLANO LAMT-090450		

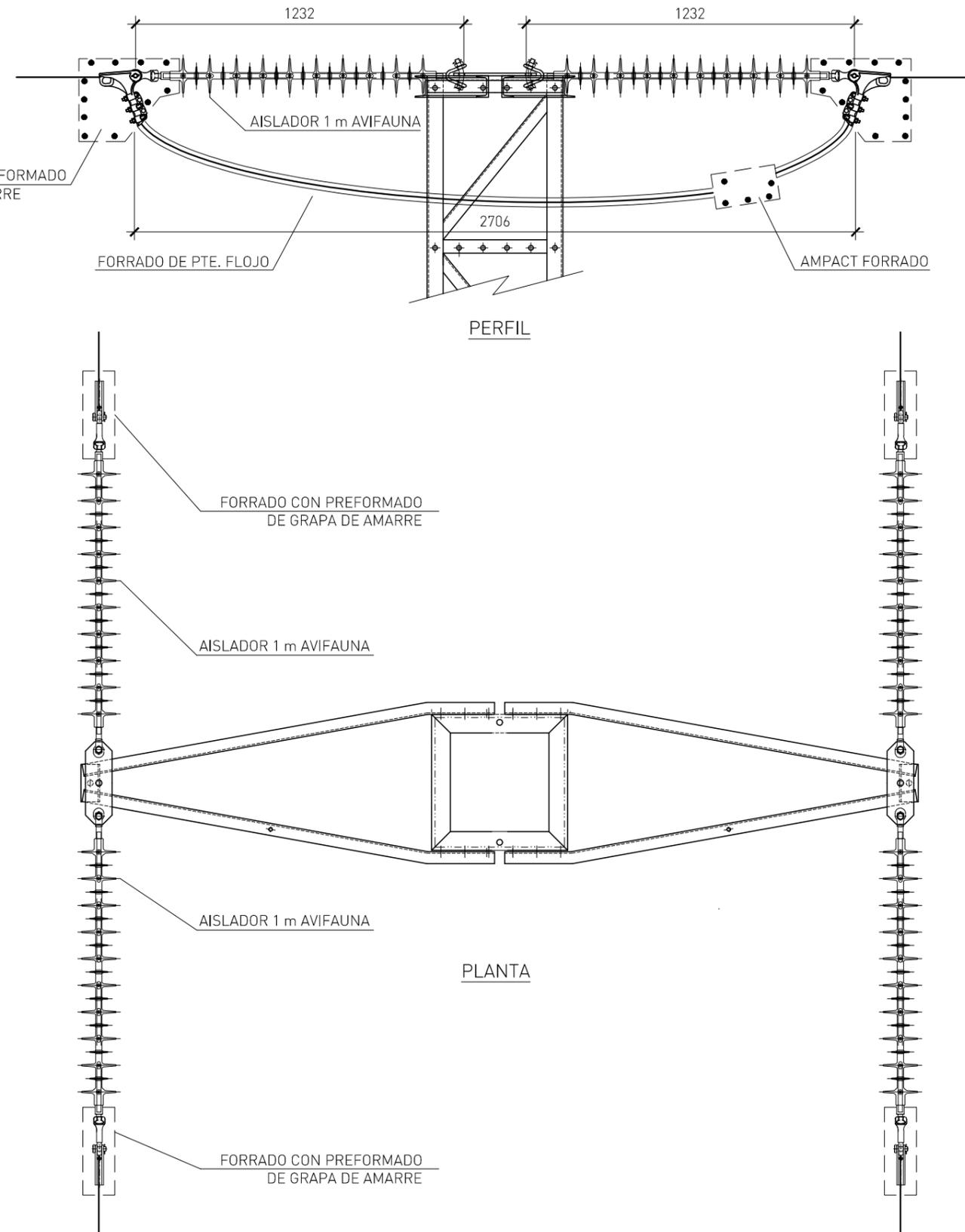


Disposiciones	a mm	b mm
Disposición 1	1500	1200
Disposición 2	1500	1800

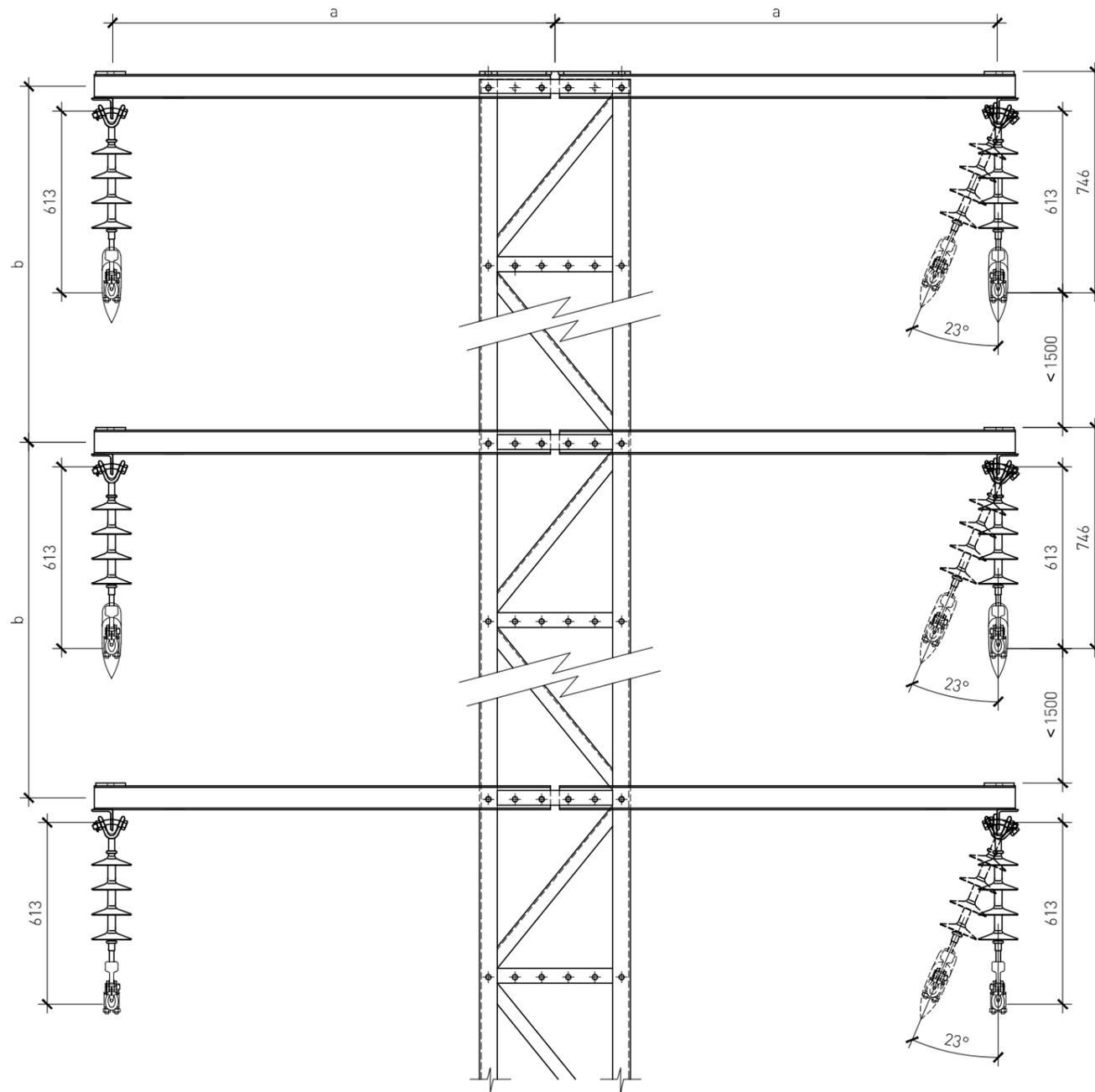
NOTA:

1.- SE PROCEDERÁ AL FORRADO AISLANTE DEL PUENTE FLOJO EN FASES SUPERIOR Y MEDIA SI SE INCUMPLE LA DISTANCIA MÍNIMA DE AVIFAUNA

Revisión LCOE
Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Noviembre 2023.

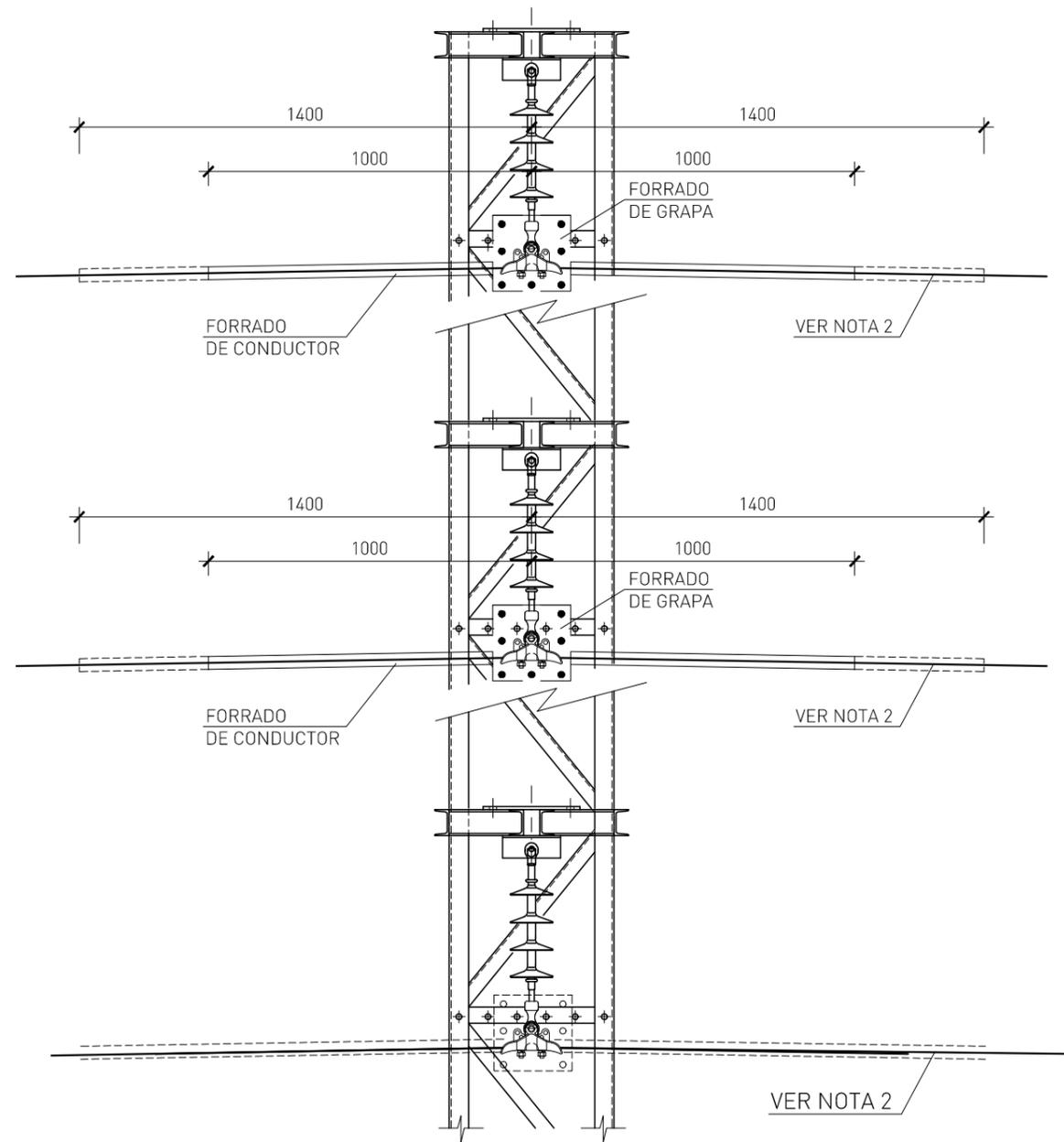


		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022
Comprobado	16/05/2022	UFD	
Aprobado	16/05/2022	UFD	
ESCALAS: 1:20		ARMADO DOBLE CIRCUITO E-30 EN AMARRE MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA	
		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	
		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 1	HOJA 1 DE 1
		Nº PLANO LAMT-090500	



ALZADO

Disposiciones	a mm	b mm
Disposición 1	1500	1200
Disposición 2	1500	1800

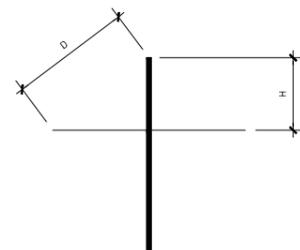
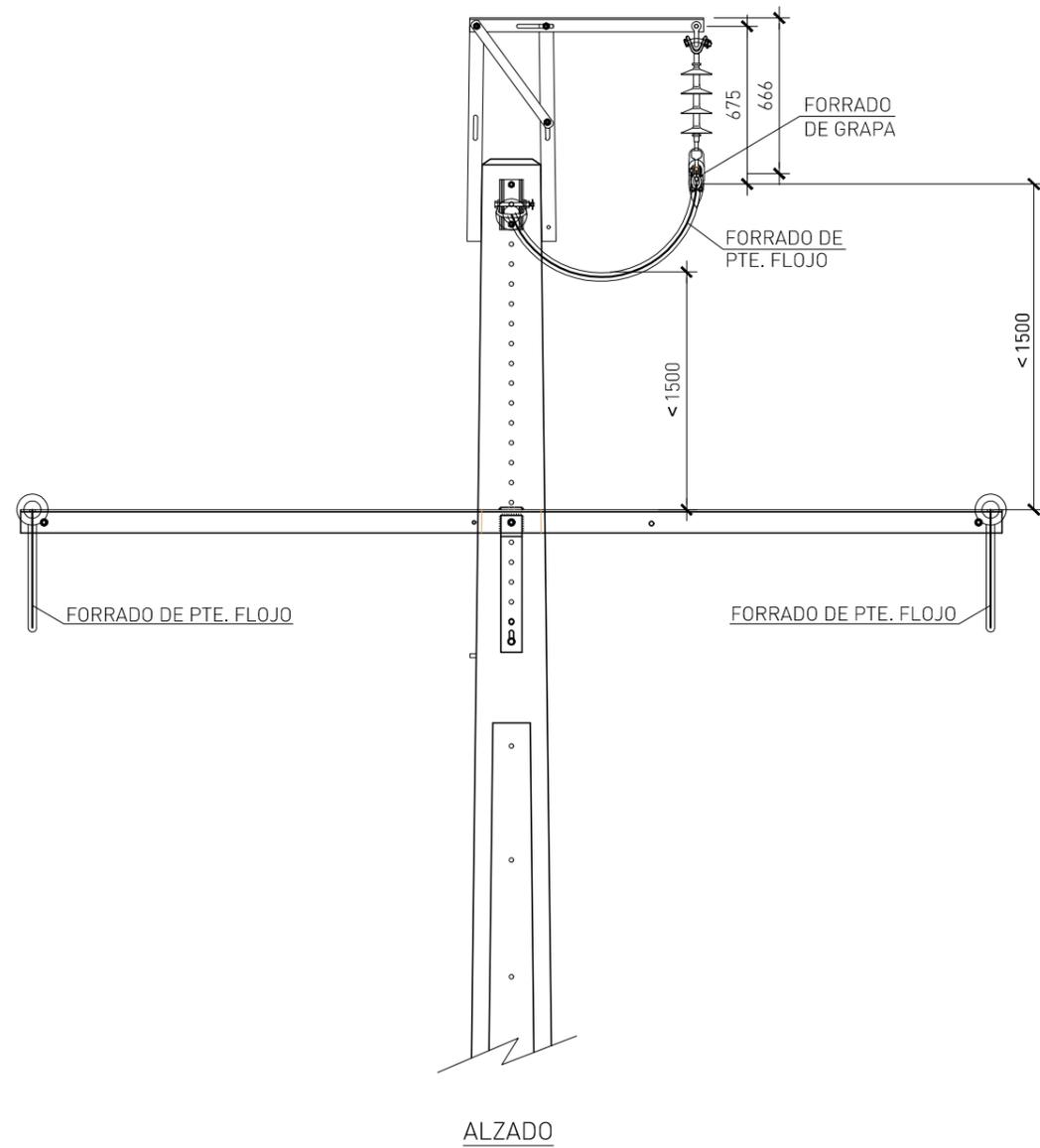


PERFIL

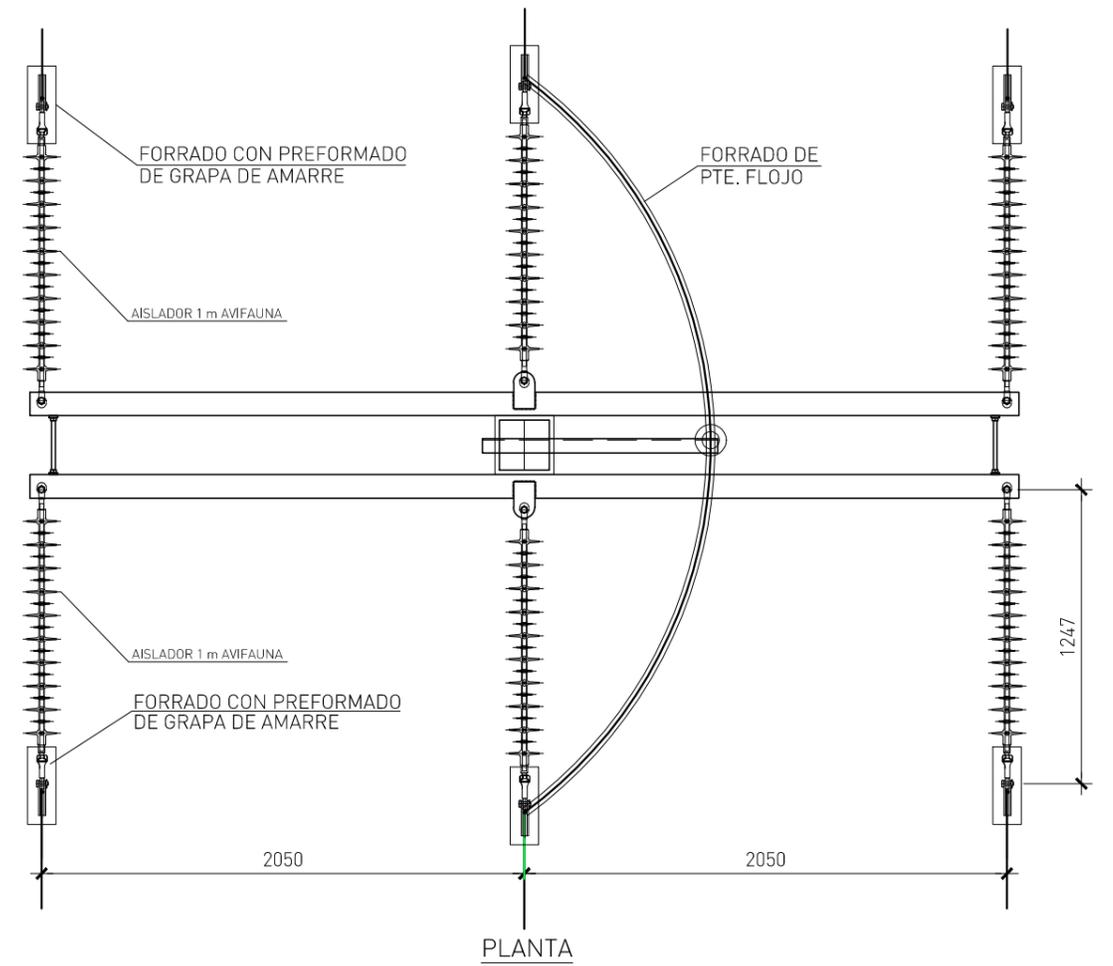
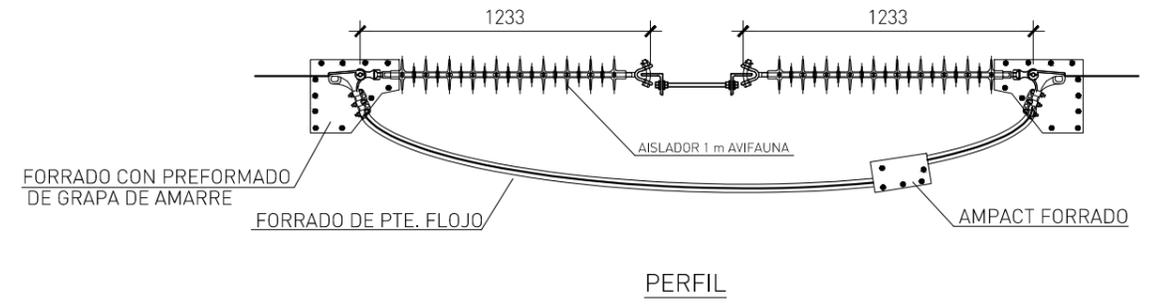
NOTA.-

- SE PROCEDERÁ AL FORRADO AISLANTE DE GRAPA Y 1m DE CONDUCTOR A CADA LADO DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN EN FASES SUPERIOR Y MEDIA SI SE INCUMPLE LA DISTANCIA MÍNIMA DE AVIFAUNA
- EN LAS ZONAS DE CASTILLA LA MANCHA INDICADAS EN EL DECRETO 5/1999, SE FORRARÁ 1.4m DE CONDUCTOR.

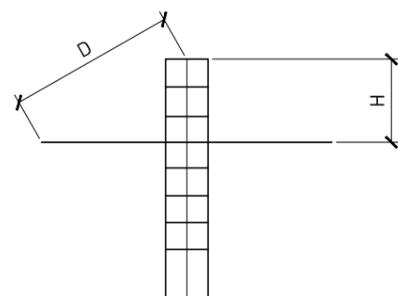
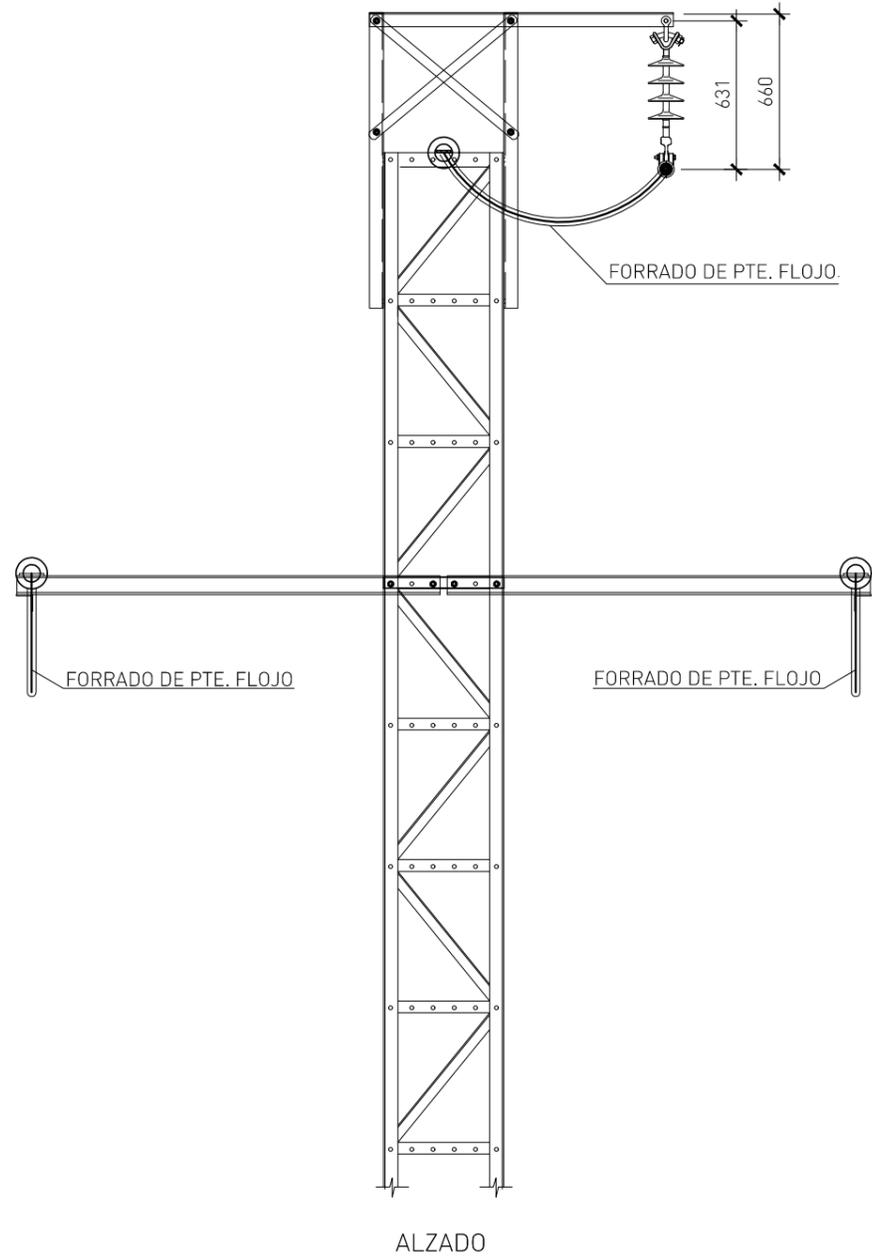
		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO DOBLE CIRCUITO E-30 EN SUSPENSIÓN MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:20	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 2 HOJA 1 DE 1	N° PLANO LAMT-090550



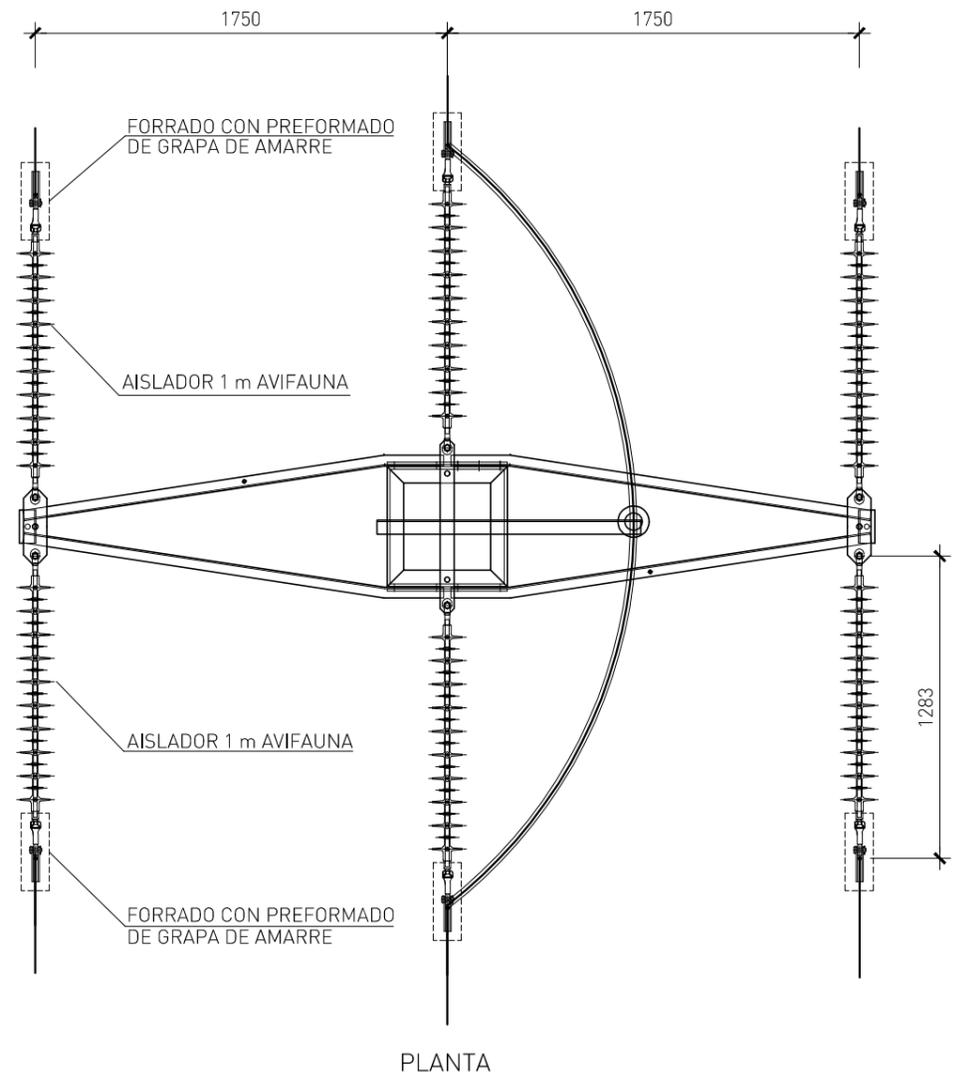
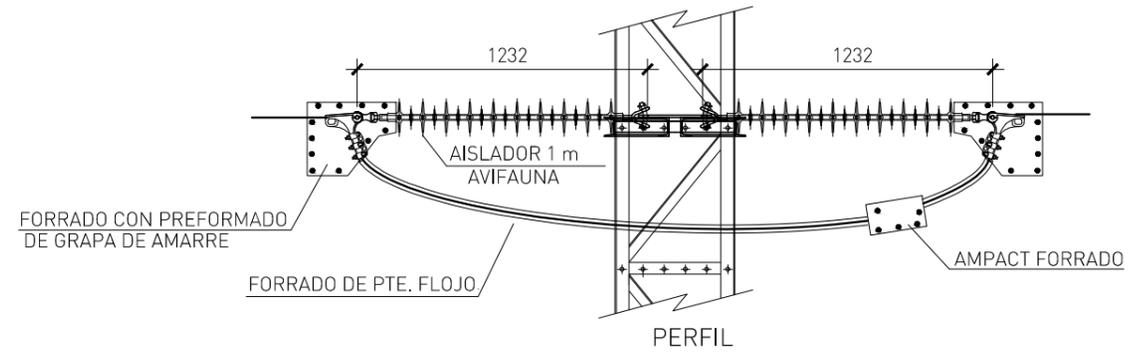
DISTANCIAS (mm)			
APOYOS	H	D	DMG
HV	1360	2460	2917
CH	1615	2610	3034



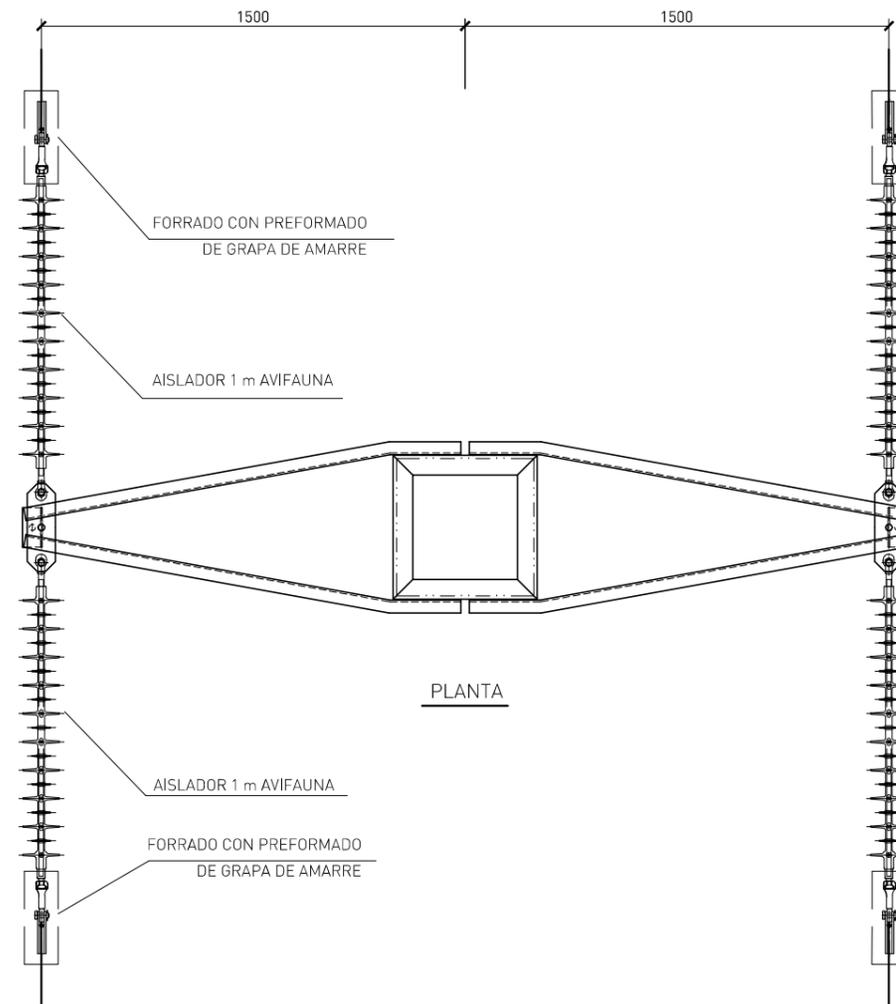
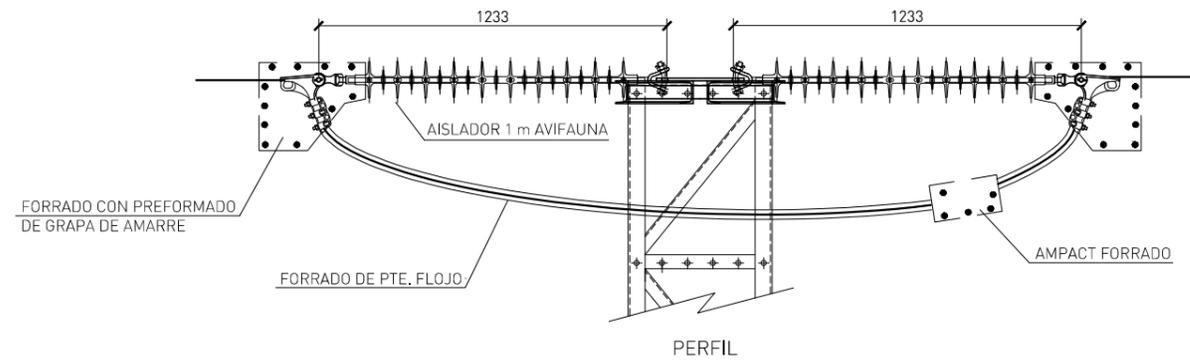
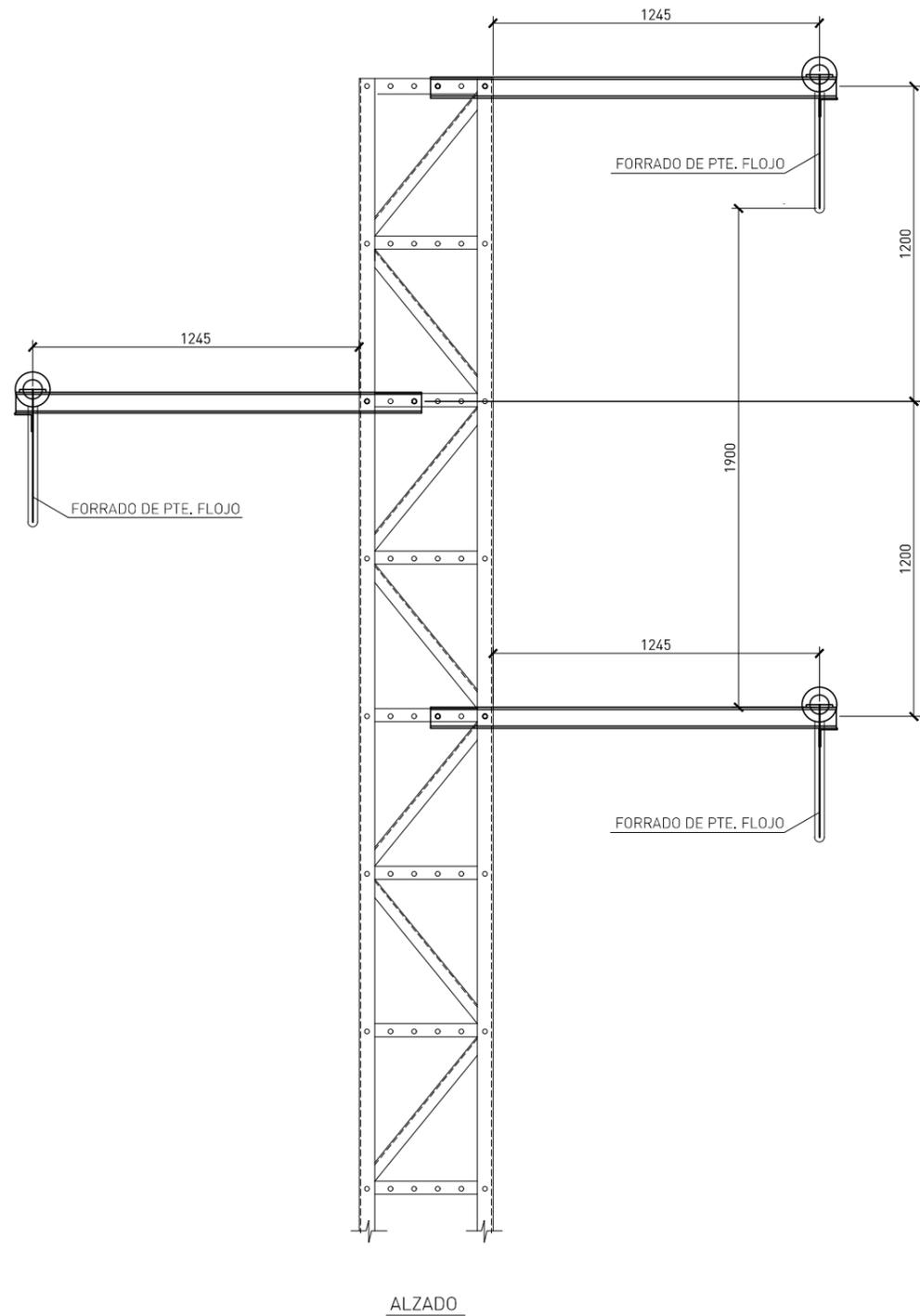
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS: 1:30		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 1 HOJA 1 DE 1 Nº PLANO LAMT-090600	
ARMADO TIPO TRIÁNGULO T-2 EN AMARRE MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	



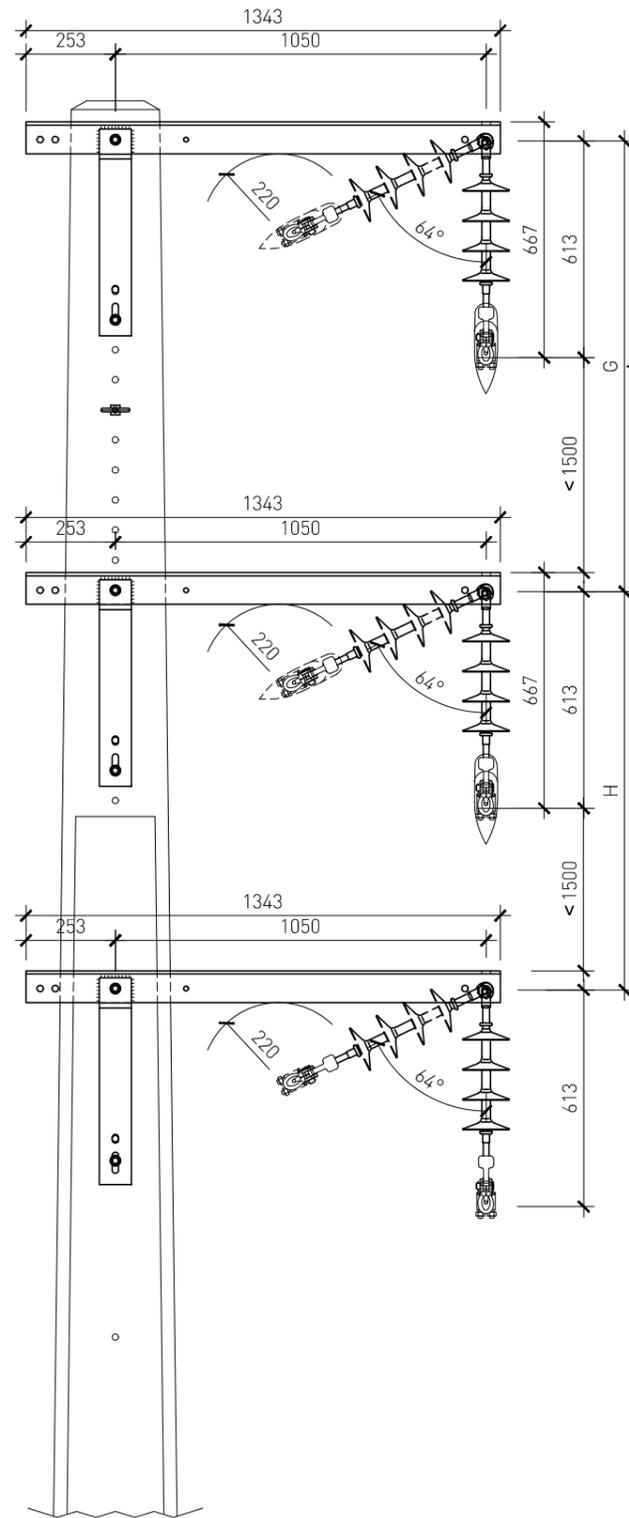
DISTANCIAS (mm)			
APOYOS	H	D	DMG
C	1800	2510	2805



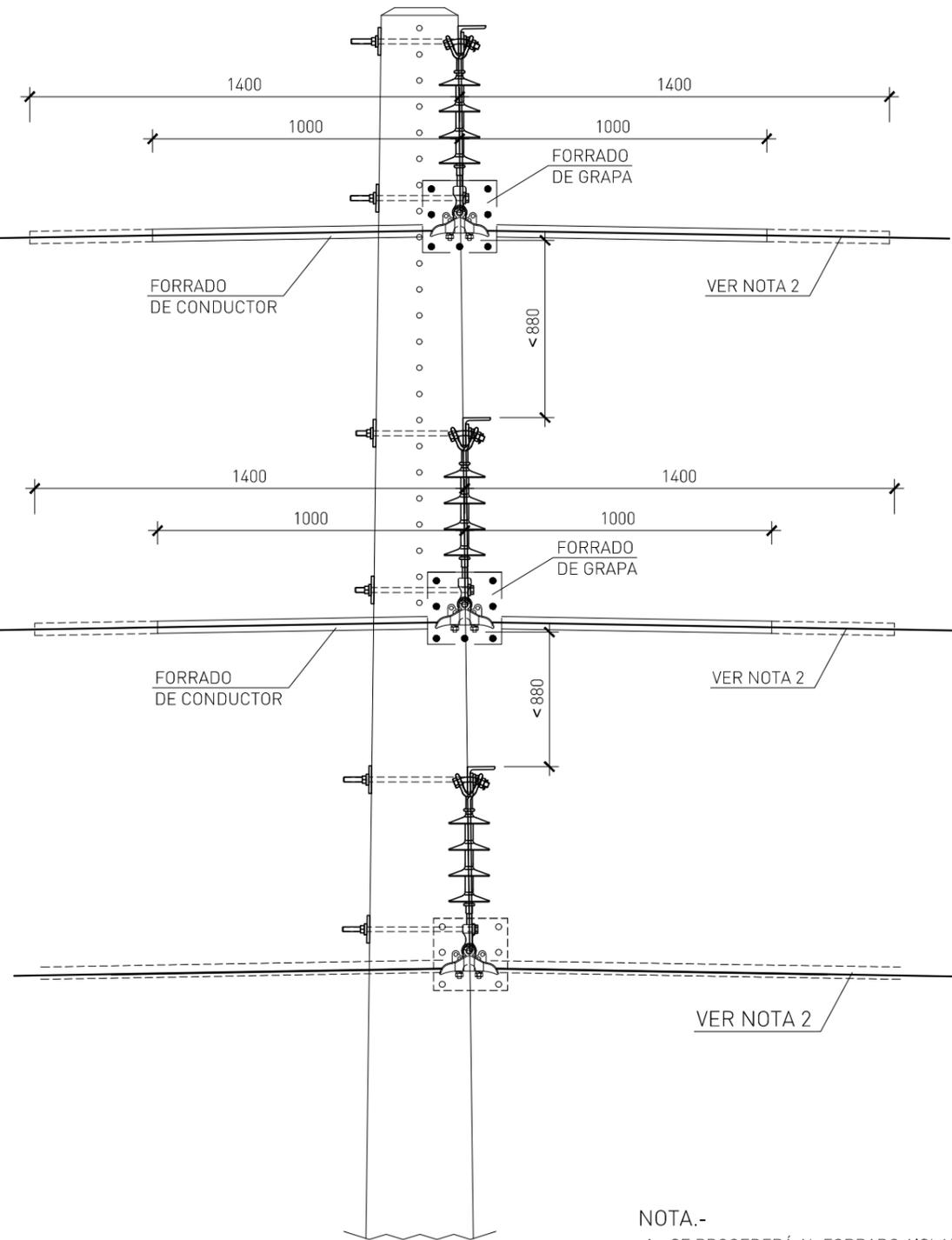
		FECHA	NOMBRE
		Dibujado	16/05/2022 UFD
		Comprobado	16/05/2022 UFD
		Aprobado	16/05/2022 UFD
ESCALAS: 1:30		GESTIÓN DEL ACTIVO	
		REV. 1 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-090700	
ARMADO TIPO TRIÁNGULO T-35 EN AMARRE MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV	



		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO TRESBOLILLO D-15 EN AMARRE MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		GESTIÓN DEL ACTIVO	
	1:25	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 1 HOJA 1 DE 1 N° PLANO LAMT-090800



ALZADO
ESCALA 1:20



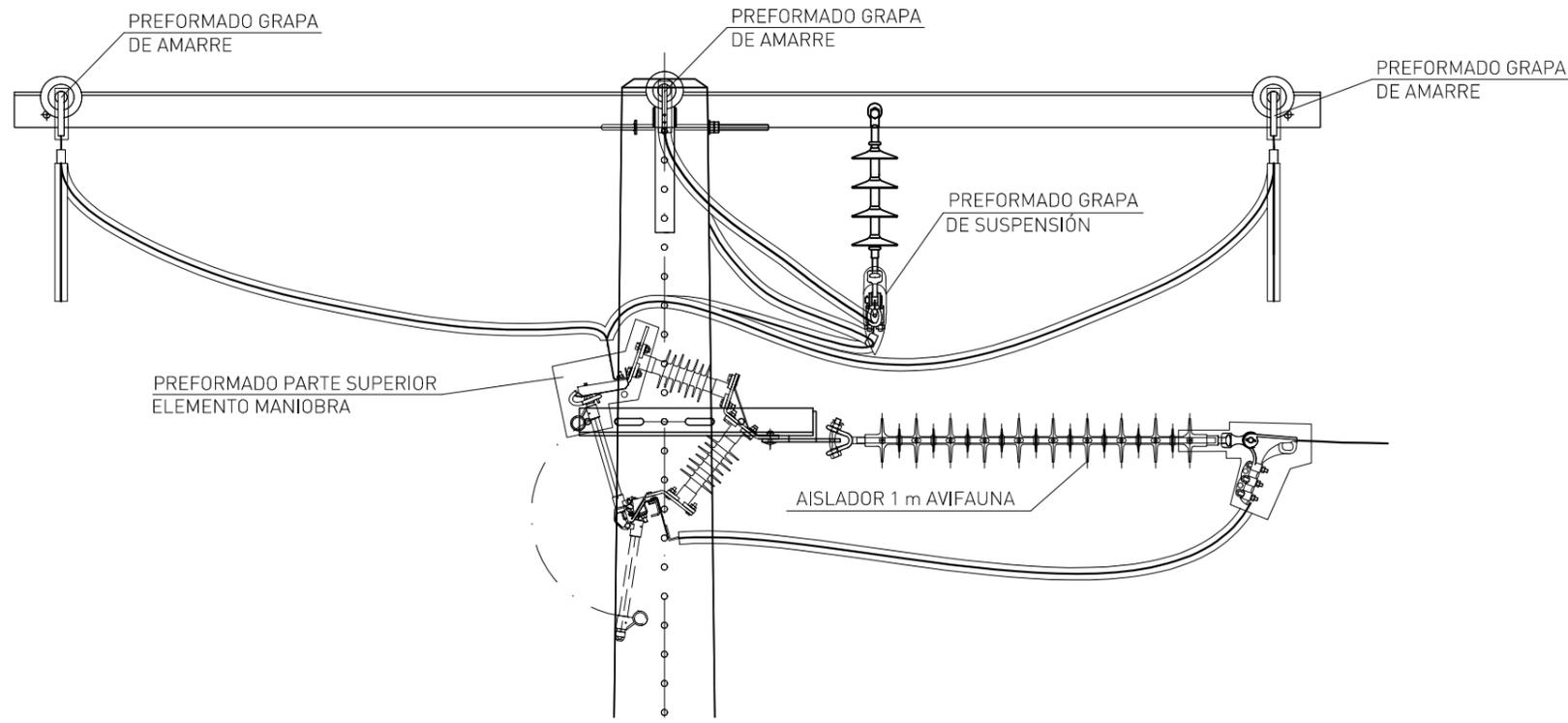
PERFIL
ESCALA 1:20

NOTA.-

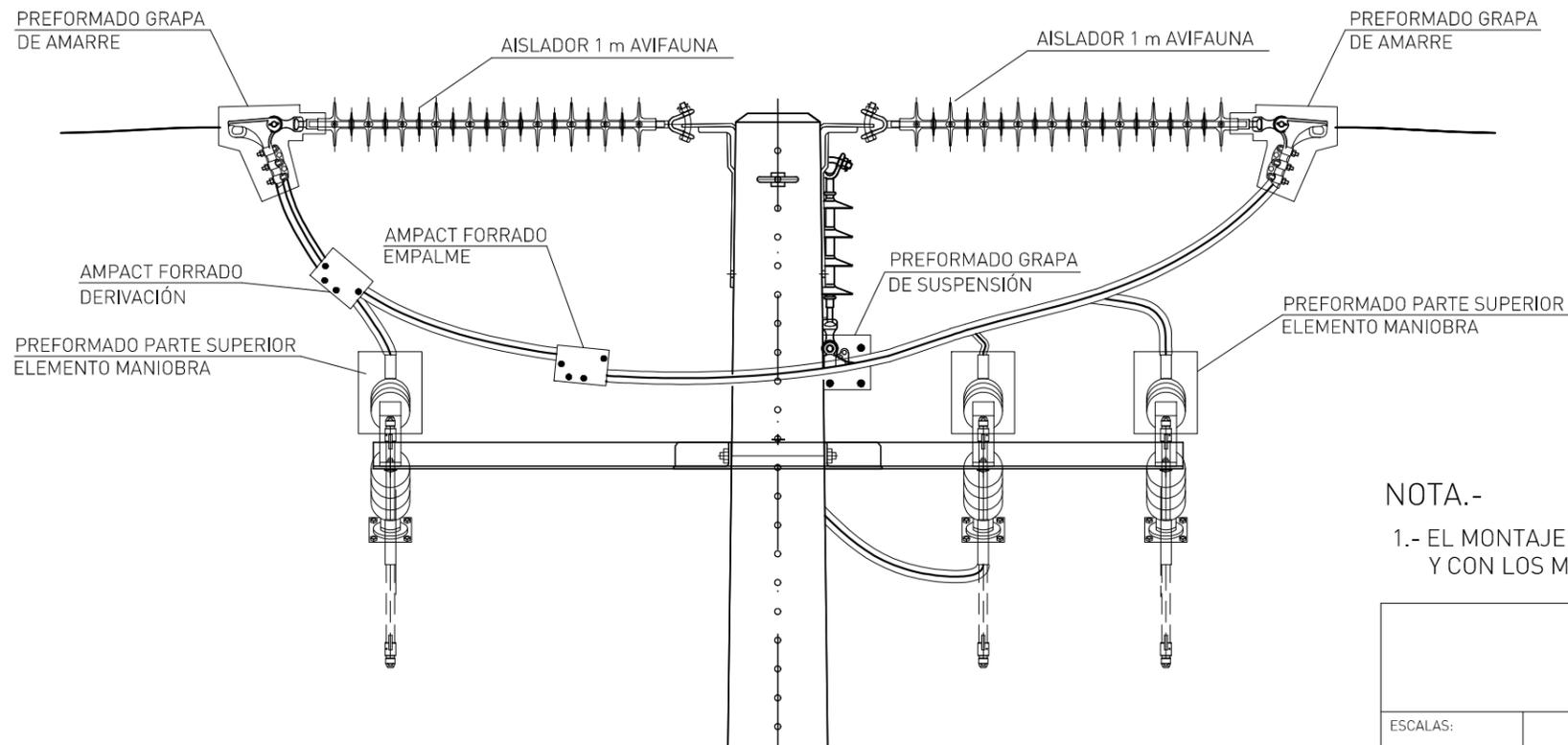
- SE PROCEDERÁ AL FORRADO AISLANTE DE GRAPA Y 1m DE CONDUCTOR A CADA LADO DE LA CADENA DE SUSPENSIÓN EN FASES SUPERIOR Y MEDIA SI SE INCUMPLE LA DISTANCIA MÍNIMA DE AVIFAUNA
- EN LAS ZONAS DE CASTILLA LA MANCHA INDICADAS EN EL DECRETO 5/1999, SE FORRARÁ 1.4m DE CONDUCTOR.

MONTAJE	G (mm)	H (mm)	DMG (mm)
CH	1275	1435	1705
	1700	1510	2020
HV	1190	1225	1521

		FECHA	NOMBRE	
		Dibujado	16/05/2022	UFD
		Comprobado	16/05/2022	UFD
		Aprobado	16/05/2022	UFD
ESCALAS:	ARMADO TIPO BANDERA BA-1 EN SUSPENSIÓN MONTAJE DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA		GESTIÓN DEL ACTIVO	
1:20	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20KV		REV. 2	HOJA 1 DE 1
			Nº PLANO	
			LAMT-090900	



ALZADO DERIVACIÓN



PEFIL DERIVACIÓN

NOTA.-

- 1.- EL MONTAJE SOBRE APOYOS METÁLICOS SE REALIZARÁ DE LA MISMA FORMA Y CON LOS MISMOS ELEMENTOS QUE SOBRE APOYOS DE HORMIGÓN



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	16/05/2022	UFD
Proyectado	16/05/2022	UFD
Comprobado	16/05/2022	UFD

ESCALAS: SIN ESCALA	SOLUCIONES DE AVIFAUNA EN DERIVACIÓN CON MANIOBRA		GESTIÓN DEL ACTIVO	
	PROYECTO TIPO LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS HASTA 20kV		REV. 1	HOJA 1 DE 1
			Nº PLANO LAMT-091000	

LAMT-091000

DIN-A3