PROYECTO TIPO
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (HASTA 36 KV)

1. MEMORIA 2
2. CÁLCULOS 81
3. PLIEGO DE CONDICIONES 210
4. PLANOS 225
5. PRESUPUESTO 273
6. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 276
7. PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES 303
8. PRESCRIPCIONES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS 313

Revisión	Fecha	Motivo y descripción
0	16/08/2023	Creación del documento

MEMORIA

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 6

2. REFERENCIAS 7

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES 8

3.1. CARACTERÍSTICAS PARA LÍNEAS DE HASTA 24 KV 10
3.2. CARACTERÍSTICAS PARA LÍNEAS DE 25 KV Y 30 KV 11

4. MATERIALES 12

4.1. CONDUCTORES 12
4.1.1. Conductores de Aluminio Duro con Alma de Acero Galvanizado 13
4.1.2. Conductores de Aleación de Aluminio con Alma de Acero Galvanizado 15
4.1.3. Conductores de Aluminio Duro con Alma de Acero Recubierto de Aluminio 16
4.2. FIBRA ÓPTICA 18
4.2.1. Cables de Fibra Óptica OPGW 19
4.2.2. Cables de Fibra Óptica ADSS 20
4.2.3. Cajas de Empalme de Cables de Fibra Óptica 21
4.3. APOYOS 21
4.3.1. Apoyos de Perfiles Metálicos de Celosía 22
4.3.2. Apoyos de Hormigón Vibrado 23
4.3.3. Apoyos Metálicos de Chapa Plegada 24
4.4. ARMADOS METÁLICOS 25
4.5. CIMENTACIONES 25
4.6. AISLADORES 26
4.6.1. Aislador Polimérico 26
4.6.2. Aislador de Vidrio 27
4.7. HERRAJES 28
4.7.1. Grillete 28
4.7.2. Anilla Bola 29
4.7.3. Horquilla Bola en V 29
4.7.4. Rótula con Pastilla 29
4.7.5. Grapa 30
4.8. ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN 32
4.8.1. Seccionadores Poliméricos 32
4.8.2. Cortacircuitos Fusibles (XS) Poliméricos 33
4.8.3. Pararrayos de Óxidos Metálicos 34
4.8.4. Otros Elementos de Maniobra 36
4.9. CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA 37
4.10. ACCESORIOS 38
4.10.1. Sistema Antiescalada 38
4.10.2. Señalización, Numeración y Avisos de Riesgo Eléctrico 38
4.10.3. Sistemas para Posicionamiento y Ascenso a Apoyos 39
4.11. PROTECCIÓN AVIFAUNA 39
4.11.1. Elementos de Protección contra la Electrocución 39
4.11.2. Sistemas Anticolisión 42

5. COORDINACIÓN DE AISLAMIENTO 44

5.1. NIVELES DE AISLAMIENTO PARA ZONAS DE NIVEL DE POLUCIÓN MEDIO (II) 46
5.1.1. Para Tensiones Nominales de hasta 24 kV 46
5.1.2. Para Tensiones Nominales a 25 kV y 30 kV 47
5.2. NIVELES DE AISLAMIENTO PARA ZONAS DE NIVEL DE POLUCIÓN MUY FUERTE (IV) 48
5.2.1. Para Tensiones Nominales de hasta 24 kV 48
5.2.2. Para Tensiones Nominales 25 kV y 30 kV 49

6. DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD, CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS 50

6.1. DISTANCIAS DE AISLAMIENTO ELÉCTRICO PARA EVITAR DESCARGAS 51
6.2. DISTANCIAS EN EL APOYO 52
6.2.1. Distancias entre Conductores 52
6.2.2. Distancias entre Conductores y a Partes Puestas a Tierra 53
6.3. DISTANCIAS AL TERRENO, CAMINOS, SENDAS Y A CURSOS DE AGUA NO NAVEGABLES 53
6.4. DISTANCIAS A OTRAS LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O LÍNEAS AÉREAS DE TELECOMUNICACIÓN 54
6.4.1. Cruzamientos 54
6.4.2. Paralelismos Entre Líneas Eléctricas Aéreas 55
6.4.3. Paralelismos Entre Líneas Eléctricas Aéreas y Líneas de Telecomunicación 55
6.5. DISTANCIA A CARRETERAS 56
6.5.1. Cruzamientos 56
6.6. DISTANCIAS A FERROCARRILES SIN ELECTRIFICAR 57
6.6.1. Cruzamientos 57
6.7. DISTANCIAS A FERROCARRILES ELECTRIFICADOS, TROLEBUSES Y TRANVÍAS 57
6.7.1. Cruzamientos 57
6.8. DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES 58
6.8.1. Cruzamientos 58
6.9. DISTANCIAS A RÍOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES 58
6.9.1. Cruzamientos 59
6.10. PASO POR ZONAS 59
6.10.1. Bosques, Árboles y Masas de Arbolado 59
6.10.2. Edificios, Construcciones y Zonas Urbanas 61
6.10.3. Proximidades a Aeropuertos 62
6.10.4. Proximidad en Parque Eólicos 62
6.10.5. Proximidad a Obras 62

7. SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 62

7.1. DIMENSIONAMIENTO DE LA PUESTA A TIERRA 66
7.1.1. Corriente de Falta y Duración de la Falta 66
7.1.2. Características del Suelo 66
7.2. DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA RESISTENCIA TÉRMICA 67
7.3. DIMENSIONAMIENTO CON RESPECTO A LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS 67
7.4. CLASIFICACIÓN DE LOS APOYOS SEGÚN SU UBICACIÓN 69
7.5. VERIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 70

8. CONDICIONES PARA LA PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA 70

8.1. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA ELECTROCUCIÓN 71
8.2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN CONTRA LA COLISIÓN. 72

9. CONTENIDOS DEL PROYECTO SIMPLIFICADO 74

9.1. MEMORIA 74
9.2. CÁLCULOS 75
9.2.1. Cálculos Eléctricos 75
9.2.2. Cálculos Mecánicos de los Conductores 75
9.2.3. Cálculos Mecánicos de los Apoyos 76
9.2.4. Anexo de Afecciones con la Relación de Bienes y Derechos Afectados por la Línea 76
9.3. PLANOS 77
9.4. PRESUPUESTO 77
9.5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 78
9.6. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 79

1. Objetivo y Ámbito de Aplicación

El presente documento constituye el **Proyecto Tipo Barras Eléctricas Galaico Asturianas S.A. (BEGASA),** en adelante **LA EMPRESA**, aplicable a **LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (LATA) HASTA 36 kV**.

Este Proyecto Tipo tiene por objeto, describir, establecer y justificar todos los datos constructivos que presenta la ejecución de cualquier obra que responda a las características indicadas anteriormente, aportando en cada proyecto concreto (en adelante Proyecto Simplificado) las particularidades específicas del mismo tales como situación, tensión proyectada, planos, cálculos, configuración del sistema de puesta a tierra, identificación y características de las redes de alimentación y presupuesto; además de la documentación en materia de seguridad y salud, de gestión de residuos y/o medioambiental que se requiera en cada caso.

Por otro lado, el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de la obra descrita, en cuanto a la Autorización Administrativa, Autorización de Ejecución, y para la concesión de declaración de Utilidad Pública en concreto, mediante la presentación en forma de Proyecto Simplificado, de las características particulares de la misma, haciendo constar que su diseño se ha realizado de acuerdo con el presente PROYECTO TIPO.

Los datos concretos de la instalación proyectada se recogerán en el referido Proyecto Simplificado, disponiendo del contenido mínimo que se refleja apartado final de la presente memoria.

El presente Proyecto Tipo se aplicará a Líneas Aéreas de Alta Tensión, que pasen a formar parte de la red de distribución de LA EMPRESA, en condiciones normales de instalación, de tensión nominal igual o inferior a 30 kV.

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por LA EMPRESA, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA.

El diseño de las nuevas instalaciones recogidas en el presente documento deberá tener en cuenta las mejores prácticas preventivas y medioambientales recogidas y disponibles en la documentación de referencia.

Previa autorización expresa por parte de LA EMPRESA, quedan fuera del ámbito de aplicación de este Proyecto Tipo todas aquellas instalaciones en las que concurran circunstancias singulares que aconsejen la redacción de un proyecto específico.

2. Referencias

En la redacción de este Proyecto Tipo se ha tenido en cuenta toda la reglamentación vigente de aplicación, y en concreto:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 al 09 y versiones y modificaciones posteriores.

- 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.

- Modificaciones posteriores al Real Decreto 1955/2000 (RD 2351/2004).

- Decreto 275/2001, de 4 de octubre, por el que se establecen determinadas condiciones técnicas específicas de diseño y mantenimiento a las que se deberán someter las instalaciones eléctricas de distribución.

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

Asimismo, se han aplicado las Normas Particulares de LA EMPRESA y normas UNE y EN de obligado cumplimiento.

Las Normas y Especificaciones de Materiales de LA EMPRESA tomadas como referencia informativa para este Proyecto Tipo son:

CATEGORÍA	CODIFICACIÓN NORMA
Cables desnudos AT	NT-CDES.01
Fibra óptica	NT-CCFO.01 NT-CAFO.01 NT-CEFO.01
Apoyos Metálicos de Celosía	NT-APRU.01
Apoyos de Hormigón Vibrado	NT-APHV.01
Apoyos Metálicos de Chapa Plegada	NT-APCH.01
Aisladores	NT-AVAT.01 NT-ACAT.01
Herrajes y Accesorios	NT-HAAT.01
Dispositivos antiescalada	NT-SAAM.01
Elementos de Maniobra y Protección	NT-SCCM.01 NT-XSCM.01 NT-PACM.01 NT-EMMT.01 NT-EMMT.02

Por otra parte, los Proyectos Simplificados redactados bajo el cumplimiento del presente Proyecto Tipo tendrán en cuenta y velarán por el cumplimiento de las Ordenanzas Municipales de los Ayuntamientos donde se ubique la instalación, así como de los condicionados impuestos por los Organismos Oficiales afectados. Sobre la base común que proporciona el presente Proyecto Tipo, cada Proyecto Simplificado deberá contemplar aquellas disposiciones legislativas de ámbito nacional, autonómico y local, que precisen de autorización en concreto, condicionen y/o determinen el diseño específico de la instalación, tal como puede ser: usos permitidos, autorizables, incompatibles o prohibidos en los tipos de suelo afectados por las instalaciones, distancias y/o retranqueos a caminos/carreteras autonómicas, dependientes de diputaciones o municipios, etc.

El presente Proyecto Tipo será sometido al cumplimiento de cualquier nueva reglamentación o modificación del actual marco normativo posterior a su aprobación, procediendo en su caso a la actualización del presente Proyecto Tipo con objeto de dar cumplimiento a la normativa vigente en cada momento.

3. Características Generales

Se definen a continuación las características generales de las líneas aéreas de alta tensión referidas en el presente Proyecto Tipo. Las líneas de alta tensión del presente Proyecto Tipo serán de tipo Aéreo, y estarán formadas por:

- Conductores desnudos de aluminio duro/aleación de aluminio con alma de acero galvanizado o conductores de aluminio duro con alma de acero recubierto de aluminio.

- Cables de fibra.
- Apoyos metálicos de celosía, hormigón vibrado y/o metálicos de chapa plegada.
- Armados metálicos.
- Cimentaciones.
- Aisladores poliméricos y/o de vidrio.
- Herrajes.
- Elementos de maniobra y protección (Seccionadores, Cortacircuitos Fusibles).
- Conversiones Aéreo-Subterráneas.
- Accesorios
- Instalación de Puesta a Tierra

Los aspectos de carácter general que deberán tenerse en consideración en el diseño e instalación de una línea aérea son los siguientes:

- Seguridad de las personas
- Ubicación
- Accesos
- Mantenimiento de la instalación
- Características eléctricas básicas

Adicionalmente a los aspectos de carácter general indicados anteriormente para el diseño e instalación de la línea aérea se considerarán requerimientos adicionales derivadas de ubicaciones sensibles definidas por las siguientes condiciones:

- Ubicaciones en áreas geográficas con elevado impacto de fenómenos meteorológicos adversos de viento (fuerza mayor).
- Ubicaciones en áreas geográficas con elevado impacto de fenómenos meteorológicos adversos por temperatura (riesgo de colapso por maguito de hielo: temperatura baja + humedad).
- Ubicaciones en áreas geográficas con elevado impacto de fenómenos meteorológicos adversos con elevada carga de nieve.

- Histórico de averías: zonas sensibles en donde LA EMPRESA haya identificado daños mecánicos de forma repetitiva en sus líneas aéreas.

Cuando LA EMPRESA justifique mediante registros meteorológicos o mediante histórico repetitivo de averías que se trata de una ubicación sensible, LA EMPRESA podrá requerir las condiciones adicionales de diseño indicadas en este Proyecto Tipo.

3.1.Características para Líneas de hasta 24 kV

Las Líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de hasta 24 kV, contempladas en el presente Proyecto Tipo, responderán a las siguientes características:

Tensión nominal de la red, U_N	20,22,24 kV
Tensión más elevada de la red, U_S	24 kV
Categoría de la línea	3ª
Altitud	Zona A: menos de 500 m
	Zona B: 500 m ≤ altitud ≤1000 m
	Zona C: más de 1000 m
Número de Circuitos Trifásicos	Simple circuito: 1 circuito
	Doble circuito: 2 circuitos
Sujeción	Red tensada entre apoyos
Número de conductores por fase	Uno
Apoyos	Metálicos Galvanizados de Celosía Hormigón Vibrado Metálicos de Chapa Plegada
Conductores desnudos de aluminio duro con alma de acero galvanizado	47-AL1/8-ST1A (LA 56) 94-AL1/22-ST1A (LA 110) 147-AL1/34-ST1A (LA 180) 242-AL1/39-ST1A (LA 280)
Conductores desnudos de aleación de aluminio con alma de acero galvanizado	47-AL3/8- ST1A (DA 56) 94-AL3/22- ST1A (DA 110)
Conductores desnudos de aluminio duro con alma de acero recubierto de aluminio	47-AL1/8-A20SA (LARL 56) 107-AL1/18-A20SA (LARL 125) 147-AL1/34-A20SA (LARL 180) 242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)
Cables de fibra óptica	ADSS 48 ADSS 96

Disposición de los conductores	Hexagonal
	Vertical
	Tresbolillo
	Triángulo
	Bóveda
	Capa
Aislamiento	Cadenas de aisladores poliméricos Cadenas de aisladores de vidrio U40BS Cadenas de aisladores de vidrio U70BS

3.2. Características para Líneas de 25 kV y 30 kV

Las Líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión de 25 kV y 30 kV contempladas en el presente Proyecto Tipo, responderán a las siguientes características:

Tensión nominal de la red, U_N	25,30 kV
Tensión más elevada de la red, U_S	36 kV
Categoría de la línea	3ª
Altitud	Zona A: menos de 500 m
	Zona B: 500 m ≤ altitud ≤1000 m
	Zona C: más de 1000 m
Número de Circuitos Trifásicos	Simple circuito: 1 circuito
	Doble circuito: 2 circuitos
Sujeción	Red tensada entre apoyos
Número de conductores por fase	Uno
Apoyos	Metálicos Galvanizados de Celosía
	Hormigón Vibrado (solo con LA 56)
Conductores desnudos de aluminio duro con alma de acero galvanizado	47-AL1/8-ST1A (LA 56) 94-AL1/22-ST1A (LA 110) 147-AL1/34-ST1A (LA 180) 242-AL1/39-ST1A (LA 280)
Conductores desnudos de aleación de aluminio con alma de acero galvanizado	47-AL3/8- ST1A (DA 56) 94-AL3/22- ST1A (DA 110)
Conductores desnudos de aluminio duro con alma de acero recubierto de aluminio	47-AL1/8-A20SA (LARL 56) 107-AL1/18-A20SA (LARL 125) 147-AL1/34-A20SA (LARL 180) 242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)

Cables de tierra de fibra óptica (solo para U_N = 30kV)	OPGW 48 (82/32)17 OPGW 96 (82/32)17
Cables de fibra óptica (solo para U_N = 25kV)	ADSS 48 ADSS 96
Disposición de los conductores	Hexagonal
	Vertical
	Tresbolillo
	Triángulo
	Bóveda
	Capa
Aislamiento	Cadenas de aisladores poliméricos
	Cadenas de aisladores de vidrio U100BS

4. Materiales

En este apartado se especifican los materiales que forman parte del presente Proyecto Tipo, y se dan los requisitos que deben cumplir.

4.1. Conductores

Los conductores que contempla este Proyecto Tipo son desnudos, pudiendo ser de aluminio duro con alma de acero galvanizado, de aleación de aluminio con alma de acero galvanizado o de aluminio duro con alma de acero recubierto de aluminio, todos según norma UNE-EN 50182.

Se corresponden con las siguientes designaciones:

- Aluminio duro con alma de acero galvanizado (LA)
    - 47-AL1/8-ST1A (LA 56)
    - 94-AL1/22-ST1A (LA 110)
    - 147-AL1/34-ST1A (LA 180)
    - 242-AL1/39-ST1A (LA 280)
      (solo para tensiones nominales de red de 22, 24 y 30 kV)

- Aleación de Aluminio con alma de acero galvanizado (DA)
    - 47-AL3/8- ST1A (DA 56)
    - 94-AL3/22- ST1A (DA 110)
- Aluminio duro con alma de acero recubierto de aluminio (LARL)
    - 47-AL1/8- A20SA (LARL 56)
    - 107-AL1/18-A20SA (LARL 125)
    - 147-AL1/34- A20SA (LARL 180)
    - 242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)
      (solo para tensiones nominales de red de 22, 24 y 30 kV)

Este Proyecto Tipo también contempla conductores de alambres de acero recubiertos de aluminio, como conductores de tierra, con características conformes a las normas ASTM B-416 y UNE-EN 61232. El uso y la designación específica de estos conductores estarán sujetos a supervisión por parte de LA EMPRESA.

4.1.1. Conductores de Aluminio Duro con Alma de Acero Galvanizado

Es el conductor compuesto de varios alambres de aluminio del mismo diámetro nominal y de uno o varios alambres de acero galvanizado. Los alambres van cableados en capas concéntricas; todos los alambres del alma son de acero y todas las capas exteriores son de alambre de aluminio.

De acuerdo con su grado de protección, será apto para su utilización en zonas definidas como de poca contaminación o de contaminación ligera.

Las características de estas series tomarán como referencia informativa la norma NT-CDES.01 de LA EMPRESA.

Estos conductores están fabricados con combinación de cualquiera de los siguientes elementos:

- Aluminio duro, de acuerdo con la norma UNE-EN 60889 designado AL1.
- Alambre de acero galvanizado de acuerdo con la norma UNE-EN 50189 con el grado y clase de recubrimiento designado ST1A.

Las especificaciones del material se dan en la norma UNE-EN 50182

Los conductores compuestos aluminio / acero galvanizado se designan ALx/STyz, donde ALx identifica los alambres externos de aluminio (envolvente), y STyz identifica el alma de acero.

En la designación de los alambres de acero galvanizado, 'y' representa el tipo de acero (grados 1 a 6) y 'z' representa la clase de galvanizado (A a E).

La temperatura máxima de servicio en los conductores, bajo carga normal en la línea, no sobrepasará los 85ºC.

La tracción máxima en el conductor viene indicada en las tablas de tendido que se incluyen dentro del presente Proyecto Tipo, y no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura de este.

La tracción en los conductores a 15º C y calma no sobrepasará el 15% de la carga de rotura de estos, en ningún caso.

Características:

CARACTERÍSTICAS UNE-EN 50182			**DENOMINACIÓN**			
			47-AL1/ 8-ST1A (LA 56)	**94-AL1/ 22-ST1A (LA 110)**	**147-AL1/ 34-ST1A (LA 180)**	**242-AL1/ 39-ST1A (LA 280)**
Sección(F) (mm^2)	Aluminio (AL1)		46,80	94,20	147,30	241,60
	Acero (ST1A)		7,79	22,00	34,40	39,50
	Total (AL1/ST1A)		54,60	116,20	181,60	281,10
Equivalente en cobre (mm^2)			30	60	97	157
Diámetro(D) (mm)	Alma		3,15	6,00	7,50	8,04
	Total		9,45	14,00	17,50	21,80
Composición	Alambres de aluminio	Nº	6	30	30	26
		Diámetro (d) (mm)	3,15	2,00	2,50	3,44
	Alambres de acero	Nº	1	7	7	7
		Diámetro (d) (mm)	3,15	2,00	2,50	2,68
Resistencia a la tracción asignada (kN)			16,29	43,17	64,94	84,89
Resistencia eléctrica en c.c. (Ω/Km)			0,6129	0,3067	0,1963	0,1195
Masa por unidad de longitud (kg/km)			189,10	432,50	675,80	976,20
Módulo de elasticidad (E) (kg/mm^2)			8.100	8.200	8.200	7.700

CARACTERÍSTICAS UNE-EN 50182	DENOMINACIÓN			
	47-AL1/ 8-ST1A (LA 56)	94-AL1/ 22-ST1A (LA 110)	147-AL1/ 34-ST1A (LA 180)	242-AL1/ 39-ST1A (LA 280)
Coeficiente de dilatación lineal (δ) (mm x 10^{-6})	19,10	17,80	17,80	18,90
Intensidad admisible reglamentaria (I) (A)	199,35	318,04	431,17	581,22

4.1.2. Conductores de Aleación de Aluminio con Alma de Acero Galvanizado

Es el conductor compuesto de varios alambres de aleación de aluminio del mismo diámetro nominal o no y de alambres de acero galvanizado. Los alambres van cableados en capas concéntricas; todos los alambres del alma son de acero y todas las capas exteriores son de alambres de aleación de aluminio.

Las características de estas series tomarán como referencia informativa la norma NT-CDES.01 de LA EMPRESA.

Estos conductores están fabricados con combinación de cualquiera de los siguientes elementos:

- Aleación de aluminio, de acuerdo con la norma UNE-EN 50183 designado AL3.
- Alambre de acero galvanizado de acuerdo con la norma UNE-EN 50189 con el grado y clase de recubrimiento designado ST1A.

Las especificaciones del material se dan en la norma UNE-EN 50182.

Los conductores compuestos aluminio / acero galvanizado se designan ALx/STyz, donde ALx identifica los alambres externos de aluminio (envolvente), y STyz identifica el alma de acero.

En la designación de los alambres de acero galvanizado, 'y' representa el tipo de acero (grados 1 a 6) y 'z' representa la clase de galvanizado (A a E).

La temperatura máxima de servicio en los conductores, bajo carga normal en la línea, no sobrepasará los 85 ºC.

La tracción máxima en el conductor viene indicada en las tablas de tendido que se incluyen dentro del presente Proyecto Tipo, y no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura de este.

La tracción en los conductores a 15º C y calma no sobrepasará el 15% de la carga de rotura de estos, en ningún caso.

Características:

CARACTERÍSTICAS UNE-EN 50182			DENOMINACIÓN 47-AL3/8-ST1A (DA 56)	DENOMINACIÓN 94-AL3/22-ST1A (DA 110)
Sección(F) (mm^2)	Aluminio (AL3)		46,80	94,2,30
	Acero (ST1A)		7,79	22,00
	Total (AL3/ST1A)		54,60	116,20
Equivalente en cobre (mm^2)			25	37
Diámetro(D) (mm)	Alma		3,15	6,00
	Total		9,45	14,00
Composición	Alambres de aluminio	Nº	6	30
		Diámetro (d) (mm)	3,15	2,00
	Alambres de acero	Nº	1	7
		Diámetro (d) (mm)	3,15	2,00
Resistencia a la tracción asignada (kN)			22,37	53,53
Resistencia eléctrica en c.c. (Ω/Km)			0,7054	0,3530
Masa por unidad de longitud (kg/km)			188,60	432,20
Módulo de elasticidad (E) (kg/mm^2)			8.100	8.200
Coeficiente de dilatación lineal (δ) (mm x 10^{-6})			19,10	17,80
Intensidad admisible reglamentaria (I) (A)			184,59	296,75

4.1.3. Conductores de Aluminio Duro con Alma de Acero Recubierto de Aluminio

Es el conductor compuesto de varios alambres de aluminio del mismo diámetro nominal y de uno o varios alambres de acero recubierto de aluminio cableados en capas concéntricas.

Por su configuración, dada la alta resistencia a la corrosión del aluminio, tiene una aplicación específica para zonas calificadas como de contaminación fuerte o muy fuerte (Niveles III y IV), como por ejemplo las zonas próximas a costa.

Las características de estas series tomarán como referencia informativa la norma NT-CDES.01 de LA EMPRESA.

Estos conductores están fabricados con combinación de cualquiera de los siguientes elementos:

- Aluminio duro, de acuerdo con la norma UNE-EN 60889 designado AL1.
- Alambre de acero recubierto de aluminio de acuerdo con la norma UNE-EN 61232 con el grado y clase de recubrimiento designado A20SA.

Las especificaciones del material se dan en la norma UNE 50182.

Los conductores compuestos de aluminio/acero recubierto de aluminio se designan ALx/yzSA, donde ALx identifica los alambres externos de aluminio (envolvente), e yzSA identifica el alma de acero.

En la designación de los alambres de acero recubierto de aluminio, 'y' representa el tipo de acero (grado A o B, aplicable únicamente a la clase 20SA), y 'z' representa la clase de revestimiento de aluminio (20, 27, 30 o 40).

La temperatura máxima de servicio en los conductores, bajo carga normal en la línea, no sobrepasará los 85 ºC.

La tracción máxima en el conductor viene indicada en las tablas de tendido, que se incluyen dentro del presente Proyecto Tipo, y no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura de este.

La tracción en los conductores a 15º C y calma no sobrepasará el 15% de la carga de rotura de estos, en ningún caso.

Características:

CARACTERÍSTICAS UNE-EN 50182			DENOMINACIÓN			
			47-AL1/ 8-A20SA (LARL 56)	107-AL1/ 18-A20SA (LARL 125)	147-AL1/ 34-A20SA (LARL 180)	242-AL1/ 39-A20SA (LARL 280 HAWK)
Sección(F) (mm^2)	Aluminio (AL1)		46,80	107,2	147,30	241,7
	Acero recubierto de aluminio (A20SA)		7,79	17,9	34,30	39,4
	Total (AL1/A20SA)		54,60	125,1	181,60	281,1
Equivalente en cobre (mm^2)			30	64	97	157
Diámetro(D) (mm)	Alma		3,15	4,77	7,50	8,04
	Total		9,45	14,31	17,50	21,80
Composición	Alambres de aluminio	Nº	6	6	30	26
		Diámetro (d) (mm)	3,15	4,77	2,50	3,44
	Alambres de acero	Nº	1	1	7	7
		Diámetro (d) (mm)	3,15	4,77	2,50	2,68
Resistencia a la tracción asignada (kN)			17,07	35,02	67,06	87,26
Resistencia eléctrica en c.c. (Ω/Km)			0,5802	0,2530	0,1819	0,1132
Masa por unidad de longitud (kg/km)			179,70	412,00	634,00	929,00
Módulo de elasticidad (E) (kg/mm^2)			7.600	7.500	7.600	7.300
Coeficiente de dilatación lineal (δ) (mm x 10^{-6})			19,30	19,3	18,00	19,1
Intensidad admisible reglamentaria (I) (A)			199,35	339,93	431,17	581,22

4.2. Fibra Óptica

En el presente Proyecto Tipo, en el caso de que la tensión nominal de la línea sea de 30 kV, podrá ser necesario tender, a parte de los conductores de energía eléctrica, un cable de tierra de fibra óptica, tipo OPGW. Para tensiones nominales inferiores, se podrá tender un cable de fibra óptica tipo ADSS.

4.2.1. Cables de Fibra Óptica OPGW

Este cable de tierra será del tipo OPGW 48 (82/32)17 o OPGW 96 (82/32)17, que se corresponde con las siguientes características constructivas:

- OPGW: denominación genérica del cable
- 48/96: número de fibras que tiene el cable
- 82: sección total de los alambres en mm^2
- 32: sección total del tubo de aluminio en mm^2
- 17: máxima corriente de cortocircuito permitida en kA

La disposición general de este conductor será en la parte más alta del armado, mediante una cruceta en forma de cúpula.

Las especificaciones del material cumplirán con la norma UNE-EN 60794-4 y sus características tomarán como referencia informativa la norma NT-CCFO.01 de LA EMPRESA.

Características orientativas:

CARACTERÍSTICAS UNE 60794-4	DENOMINACIÓN	
	OPGW 48 (82/32)17	OPGW 96 (82/32)17
Número de fibras	48	96
Número de fibras por tubo	12	24
Número de tubos	4	4
Diámetro interior del tubo (mm)	8	8
Diámetro exterior del tubo (mm)	10	10
Número de cables	15	15
Diámetro del alambre (mm)	3	3
Diámetro del cable (mm)	17	17
Peso del cable (daN/km)	828	866
Carga de Rotura (daN)	7.700	7.700
Módulo de Elasticidad (daN/mm^2)	12.000	12.000
Resistencia a 20°C (Ohm/Km)	0,2894	0,2894
Margen de temperatura	-30 ºC +70 ºC	-30 ºC +70 ºC

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

4.2.2. Cables de Fibra Óptica ADSS

Este cable de fibra óptica será del tipo ADSS 48 o ADSS 96 que se corresponde con las siguientes características constructivas:

- ADSS: indica el tipo de cable.
- 48/96: Número de fibras ópticas que contiene el cable.
- Siglas AB, como identidad de la protección antibalística, o término "reforzado".

La disposición general de este cable será en el fuste, anclado mediante los herrajes adecuados y autorizados previamente por LA EMPRESA.

Las especificaciones del material cumplirán con la norma UNE-EN 60794-4-20 y sus características tomarán como referencia informativa la norma NT-CAFO.01 de LA EMPRESA.

Características:

CARACTERÍSTICAS UNE 60794-4	DENOMINACIÓN	
	ADSS 48 AB	ADSS 96 AB
Número de fibras	48	96
Número de fibras por tubo	8	12
Número de tubos	6	8
Diámetro sobre cubierta interior (mm)	10,2	11,2
Diámetro elemento central resistente(mm)	2,6	2,6
Diámetro del tubo (mm)	2	2
Diámetro del cable (mm)	17	17
Peso del cable (daN/km)	209	244
Carga de Rotura (daN)	6.485	6.485
Límite de resistencia a la tracción (daN)	1.000	1.000
Coeficiente de dilatación lineal. mm/°C	$3{,}2\times10^{-6}$	$3{,}2\times10^{-6}$
Radio mínimo de curvatura (mm)	320	350
Margen de temperatura	-20 ºC +70 ºC	-20 ºC +70 ºC

4.2.3. Cajas de Empalme de Cables de Fibra Óptica

Los cables de fibra óptica se empalmarán en las cajas de empalme destinadas a este fin, que se instalarán ancladas al apoyo a una altura aproximada de 3 m. Las cajas de empalme de fibra óptica cumplirán los siguientes requisitos, tomando como referencia informativa la norma NT-CEFO.01 de LA EMPRESA:

- Serán de acero inoxidable u otro material de alta resistencia mecánica y resistente a la corrosión.
- Estancos frente al agua.
- Garantizará una buena conexión y continuidad de las fibras empalmadas.
- Facilitará la organización y conexión de las fibras.

4.3. Apoyos

En este apartado del presente Proyecto Tipo, se establecen las características y limitaciones que deben cumplir los apoyos de líneas aéreas de alta tensión hasta 30 kV, de acuerdo con la siguiente normativa UNE:

- Apoyos de perfiles metálicos de celosía: UNE 207017
- Apoyos de perfiles metálicos de celosía de esfuerzo superior
- Apoyos de hormigón vibrado: UNE 207016
- Apoyos metálicos de chapa plegada: UNE 207018

El presente Proyecto Tipo no ampara los casos de Líneas cuyo diseño se efectúe en zonas en las que sean previsibles bajas temperaturas e impactos sobre los mismos. En cuyo caso el Proyecto de Ejecución específico deberá especificar el tipo de acero a utilizar en los montantes de los apoyos, en función de las particularidades del trazado proyectado.

4.3.1. Apoyos de Perfiles Metálicos de Celosía

Este tipo de apoyos están constituidos por:

- Fuste: Parte inferior del apoyo, de forma troncopiramidal y base cuadrada. El fuste contendrá el anclaje, que es la parte comprendida entre la base y la línea teórica de tierra.
- Armados: parte superior del apoyo, que se compone de:
    - Cabeza: Parte superior del apoyo formada por perfiles angulares situada sobre el fuste, de forma prismática cuadrangular de caras idénticas y cuya estructura, dimensiones y orificios permanecen fijos para todos los apoyos de la misma serie.
    - Cruceta: Parte del apoyo formada por perfiles angulares situada en la cabeza del apoyo y perpendicular a esta. Esta parte del apoyo será el punto de sujeción del conductor al apoyo, por tanto, cada apoyo tendrá tres crucetas por cada circuito.
    - Cúpula: Parte superior del apoyo con forma piramidal formada por perfiles angulares, que será el punto de sujeción de la fibra óptica al apoyo (en el caso que exista).

La cimentación de este tipo de apoyos, puede ser monobloque (el anclaje va hormigonado en un mismo dado de hormigón) o tetrabloque (cuando el anclaje va hormigonado por separado, es decir, cada pata del apoyo en un dado de hormigón).

La elección de los apoyos metálicos responderá a los esfuerzos útiles obtenidos tras la aplicación de las acciones e hipótesis de cálculo expuestas en el presente Proyecto Tipo y los coeficientes de seguridad establecidos en 3.5.4 del REAL DECRETO 223/2008, además la altura será la óptima para que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias establecidas en este Proyecto Tipo.

Todos los materiales férricos descritos estarán protegidos contra la oxidación mediante galvanización en caliente según UNE-EN ISO 1461.

Los tornillos deberán cumplir con la norma UNE 17115 y deberán ser de calidad mínima 5.6 de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 898-1.

Las tuercas deberán cumplir con la norma UNE-EN ISO 4034.

Las arandelas deberán cumplir con la norma UNE-EN ISO 7091, deben ser de 8 mm de espesor nominal y deben impedir que la rosca del tornillo se introduzca en ella más del 50% de su espesor.

Los Apoyos de perfiles metálicos de celosía tomarán como referencia informativa la norma NT-APRU.01 de LA EMPRESA.

La designación, el diseño, dimensiones y características se representan en los planos adjuntos al presente Proyecto Tipo, así como en el catálogo del fabricante.

En el caso de necesitar un apoyo con esfuerzos superiores a los recogidos en la norma UNE 207017, se optará por la elección de un apoyo de acuerdo con los esfuerzos útiles recogidos en el catálogo del fabricante, con los esfuerzos obtenidos en el cálculo mecánico del apoyo, con todas las hipótesis tal y como se establece en la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión.

Dicha elección, será siempre mediante la supervisión y aceptación por parte de LA EMPRESA del apoyo elegido.

4.3.2. Apoyos de Hormigón Vibrado

Están constituidos por hormigón compactado con vibradores, que pueden ser internos, externos o de otro tipo de superficie.

Principalmente, están constituidos por:

- Base: extremo inferior de un poste (estructura vertical esbelta fijada de forma rígida en la base).
- Cogolla: parte superior de un poste.

Para las líneas objeto del presente Proyecto Tipo, existen una serie de restricciones en relación con la colocación de este, y son las siguientes:

- En líneas de hasta 24 kV se permite la utilización de apoyos de hormigón con conductor 47-AL1/8-ST1A (LA 56) y 94-AL1/22-ST1A (LA 110), y en líneas de 25 kV y 30 kV con conductores 47-AL1/8-ST1A (LA 56).
- La elección de los apoyos responderá a los esfuerzos útiles obtenidos tras la aplicación de las acciones e hipótesis de cálculo expuestas en el presente Proyecto Tipo (Documento Nº 2 Cálculos) y los coeficientes de seguridad establecidos en 3.5.4 del REAL DECRETO 223/2008, además la altura será la óptima para que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias establecidas en este Proyecto Tipo.

Para la designación, el diseño, dimensiones y características de los apoyos de hormigón vibrado se tomará como referencia informativa las Norma NT-APHV.01 de LA EMPRESA.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

En los planos adjuntos se representan este tipo de apoyos junto con sus principales características.

4.3.3. Apoyos Metálicos de Chapa Plegada

Principalmente están constituidos por:

- Apoyo: poste vertical sencillo de acero, implantado directamente en el suelo sobre placa base o mediante una cimentación.
- Cruceta: Elemento destinado a soportar los conductores y que puede formar parte de una cabeza del apoyo, tal y como se indica en la norma UNE 21302-466
- Cogolla: Extremo superior de un apoyo.

Dependiendo su forma de instalación, se pueden distinguir dos tipos de apoyos metálicos de chapa plegada:

- Apoyos empotrados, previstos para su fijación en el terreno a través de macizos de hormigón.
- Apoyos con placa base metálica, previstos para su fijación en el terreno por medio de pernos metálicos.

Para las líneas objeto del presente Proyecto Tipo, existen una serie de restricciones en relación con la colocación del mismo, y son las siguientes:

- Se instalarán apoyos metálicos de chapa plegada preferentemente en lugares de difícil acceso y complicado acopio de materiales.
- La elección de los apoyos responderá a los esfuerzos útiles obtenidos tras la aplicación de las acciones e hipótesis de cálculo expuestas en el presente Proyecto Tipo y los coeficientes de seguridad establecidos en 3.5.4 del REAL DECRETO 223/2008, además la altura será la óptima para que cumpla con las distancias mínimas reglamentarias establecidas en este Proyecto Tipo.

Para la designación, el diseño, dimensiones y características de los apoyos metálicos de chapa plegada se tomará como referencia informativa la norma NT-APCH.01 de LA EMPRESA

En los planos adjuntos se representan este tipo de apoyos junto con sus principales características.

4.4. Armados Metálicos

Los armados para los diferentes tipos de apoyos serán metálicos.

El armado debe estar formado por angulares de acero y tornillería de las mismas características y tratamiento protector a los indicados en la norma UNE-EN ISO 1461.

Los distintos tipos de armados a utilizar son los que se enumeran a continuación:

- Hexagonal
- Vertical
- Tresbolillo
- Triángulo
- Bóveda
- Capa

La designación, el diseño y dimensiones se representan en los planos adjuntos al presente Proyecto Tipo, así como, en el caso de apoyos de esfuerzos superiores, en el catálogo del fabricante.

Para la fijación de los distintos elementos de maniobra descritos en el presente Proyecto Tipo, se dispondrán de armados compatibles con la fijación normalizada de dichos elementos.

4.5. Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos incluidos en el presente Proyecto Tipo son preferentemente del tipo monobloque y/o tetrabloque de hormigón en masa, y han sido calculadas al vuelco.

En los catálogos del fabricante de los apoyos, se adjunta una tabla resumen con el volumen de excavación y hormigonado que se debe realizar para cada tipo de apoyo, dependiendo de:

- Tipo de terreno
- Esfuerzo del Apoyo
- Altura del Apoyo
- Posición y tipo de Armado

El hormigón a utilizar en éstos será HM-20/B/20 según tipificación EHE.

En las cimentaciones de hormigón se cuidará de su protección en el caso de suelos o aguas que sean agresivos para el mismo.

Las cimentaciones o partes enterradas de los apoyos deberán ser proyectadas y construidas para resistir las acciones y combinaciones de las mismas señaladas en el apartado de Cálculos Mecánicos del Apoyo, adjunto al presente Proyecto Tipo.

4.6. Aisladores

4.6.1. Aislador Polimérico

Los aisladores poliméricos se utilizarán en cualquier zona, y muy especialmente en zonas sometidas a roturas de aisladores por actos vandálicos, independientemente de su nivel de polución, así como un uso preferencial de estos aisladores frente a los de vidrio en ambientes sometidos a fuertes grados de contaminación: Nivel IV (muy fuerte), según Artículo 4.4 de la ITC-LAT 07.

Los aisladores poliméricos consisten en un núcleo aislante, que soporta la carga mecánica, protegidos por un revestimiento polimérico, siendo transmitida la carga al núcleo por los herrajes metálicos. A pesar de estos rasgos comunes, los materiales y los detalles constructivos utilizados por los diferentes fabricantes pueden ser muy diferentes.

Este tipo de aisladores está constituido de al menos dos partes aislantes, un núcleo y su revestimiento exterior equipado con herrajes metálicos.

Los extremos del aislador dispondrán de herrajes metálicos solidarios con el núcleo, cuyo conjunto, así formado, soportará las cargas mecánicas especificadas. Cumplirán con la norma UNE EN 61284 y estarán constituidos por Acero estampado o forjado, galvanizado en caliente y tornillería de acero de alta resistencia galvanizado en caliente.

Los aisladores poliméricos responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 62217, y sus elementos a lo establecido en la norma UNE-EN 61466-1 y 2.

Se utilizarán aisladores poliméricos para los niveles de tensión normalizados correspondientes a U_m=24kV y U_m=36kV y para las tensiones soportadas indicadas en la ITC-LAT 07, apartado 4.4. tabla 12, y de Nivel II y IV de Polución

Bajo autorización expresa de LA EMPRESA, en zonas de nivel de polución III, se permitirá el empleo de aisladores poliméricos de Nivel III de polución.

Para el diseño, dimensiones y características se tomará como referencia informativa la norma NT-ACAT.01 de LA EMPRESA.

4.6.2. Aislador de Vidrio

Este apartado se aplica a los elementos de las cadenas de aisladores destinados a líneas situadas en zonas no contaminadas y contaminadas.

Dependiendo de la tensión nominal de la línea, se utilizará un tipo de aislador, tal y como se especifica a continuación:

- Para tensiones nominales hasta 24 kV: U40BS / U70BS
- Para tensiones nominales de 25 kV y 30 kV: U100BS

No es objeto del presente Proyecto Tipo, aquellos casos en los que la Línea Aérea proyectada discurra por zonas muy contaminadas y/o otras condiciones ambientales particulares o extremas, tales como altitudes superiores a los 1.500 metros, en las que puede ser necesario modificar ciertas dimensiones o puede ser preferible que los aisladores tengan línea de fuga, paso o forma, diferentes (por ejemplo, perfil plano, semiesférico, etc.). En estos casos se desarrollará y justificará su uso en el Proyecto de Ejecución específico de la Línea Aérea en cuestión.

Tendrá el diseño, dimensiones y características que se representan en los planos adjuntos al presente Proyecto Tipo, tomando como referencia informativa la norma NT-AVAT.01 de LA EMPRESA.

4.7. Herrajes

Los conductores se sujetarán a los apoyos mediante cadenas de aislamiento poliméricas o de vidrio, de tipo:

- Amarre
- Suspensión

Los elementos que integran las cadenas tendrán como referencia informativa la norma NT-HAAT.01 de LA EMPRESA y son acordes con la formación de cadenas mediante aisladores del tipo caperuza y vástago y la norma UNE 61466-1 y 2 de elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Los diferentes herrajes, deberán cumplir lo especificado en las Normas UNE 207009 y UNE-EN 61284.

En los planos adjuntos al presente Proyecto Tipo, se muestran detalladamente cada una de las configuraciones disponibles que se describen a continuación, dependiendo del conductor, aislador, tipo de cadena, etc.

Todos los herrajes que forman las cadenas de aislamiento tendrán un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura, según lo dispuesto en el apartado 3.3 de la ITC-LAT 07.

La función de cada herraje, que aparecen en los planos de confección de cadenas de aislamiento, es la siguiente:

4.7.1. Grillete

Se utilizará como herraje de unión en las siguientes posiciones en función de la cadena:

- Cadenas de suspensión: se utilizará como herraje extremo de unión del apoyo con la anilla bola.
- Cadenas de amarre simplex: se utilizará como herraje extremo de unión del apoyo con la anilla bola, y de unión de rótula con la grapa de compresión.

Para el diseño, dimensiones y características se tomará como referencia informativa la norma NT-HAAT.01 de LA EMPRESA.

Se designará mediante las siglas GN, con bulón y pasador.

4.7.2. Anilla Bola

Se utilizará como herraje de unión entre el grillete que une la cadena de aisladores al apoyo, con el aislador de vidrio en las cadenas de suspensión y cadenas de amarre simplex.

Para los diseños, dimensiones y características se tomará como referencia informativa la norma NT-HAAT.01 de LA EMPRESA.

Se designará mediante las siglas AB seguidas, dejando un espacio, de las cifras 11 ó 16, según sea la unión normalizada.

4.7.3. Horquilla Bola en V

Es el elemento de enlace, utilizado en la cadena de aislamiento con el aislador por la parte superior de este, es decir, por su caperuza.

Para los diseños, dimensiones y características se tomará como referencia informativa la norma NT-HAAT.01 de LA EMPRESA.

Se designará mediante las siglas HBV seguidas, dejando espacio, de las cifras 11 ó 16, según sea la unión normalizada.

4.7.4. Rótula con Pastilla

En las cadenas de aislamiento de suspensión, el alojamiento de rótula con pastilla es el elemento de enlace entre la rótula de aislador, por la parte inferior de éste, y la grapa de suspensión.

En las cadenas de aislamiento de amarre, el alojamiento de la rótula con pastilla es el elemento de enlace entre la rótula de aislador, por la parte inferior de éste, y el grillete que se enlaza con la grapa de compresión.

Comúnmente, al elemento de alojamiento de rótula con pastilla se le conoce por el nombre simplificado de rótula. En el presente Proyecto Tipo para referirnos a este elemento utilizaremos la denominación simplificada.

Según sea su tamaño se distinguen dos tipos de rótula, corta y larga.

- Corta

  Se utilizará en las cadenas de suspensión y amarre de las líneas aéreas de distribución.

  Para el diseño, dimensiones y características se tomará como referencia informativa la norma NT-HAAT.01 de LA EMPRESA.

  Se designará con la sigla R seguida, dejando un espacio, de los números 11 ó 16, según sea la unión normalizada.

- Larga

  Se utilizará en las cadenas de suspensión y amarre de las líneas aéreas de distribución.

  Para el diseño, dimensiones y características se tomará como referencia informativa la norma NT-HAAT.01 de LA EMPRESA.

  Se designará con la sigla RL seguida, dejando espacio, de los números 11, 16, según sea la unión normalizada.

4.7.5. Grapa

Herraje utilizado para la fijación del conductor a los demás elementos de la cadena de aislamiento.

Como medida preventiva es obligatoria la utilización de una sola marca de fabricante, en tramos de una misma línea.

Para los diseños, dimensiones y características se tomará como referencia informativa la norma NT-HAAT.01 de LA EMPRESA.

4.7.5.1. Grapa de Amarre

Se denomina grapa de amarre al herraje que fija el conductor a la cadena de aislamiento y que está proyectado para soportar la tensión mecánica total del conductor.

Según sea el modo de apriete en la grapa se distinguen dos tipos de grapas de amarre, la normal (por tornillos) y la de compresión (por engastado).

- Grapa de amarre normal

  La grapa de amarre normal se atiene estrictamente a las características y criterios definidos para este tipo de herraje de fijación. Se permite su utilización en conductores de aluminio-acero hasta las secciones indicadas en los tipos normalizados de las siguientes gamas: 147-AL1/34-ST1A (LA-180); 94-AL3/22- ST1A (DA 110); 147-AL1/34- A20SA (LARL-180).

  Se designará con las siglas GA, seguida, dejando un espacio, de un número de orden.

- Grapa de amarre de comprensión

  La grapa de amarre de comprensión se atiene estrictamente a las características y criterios definidos para este tipo de herraje de fijación. Comparte con la grapa de amarre normal la utilización de los tipos de conductores 147-AL1/34-ST1A (LA 180) y 147-AL1/34- A20SA (LARL-180). Siendo su uso obligatorio para conductores 242-AL1/39-ST1A (LA 280) y 242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK).

  Se designará con las siglas GC, seguida, dejando un espacio, de un número de orden y la inicial de la forma de amarre, anilla (A) u horquilla (H).

4.7.5.2. Grapa de Suspensión

Se denomina así el elemento de fijación del conductor que no supone interrupción física de éste y en cuyas salidas las componentes horizontales, en condiciones normales, de las tensiones mecánicas son iguales.

Se distinguen dos tipos de grapas de suspensión, la normal y la armada.

- Grapa de suspensión normal

  La grapa de suspensión normal se atiene estrictamente a las características y criterios definidos para este tipo de herraje de fijación.

  El diseño escogido responde a uno de los tres tipos definidos en la norma UNE-EN 61284 en su apartado 4.2.2 y representada en la fig. 1ª.

  Se designará con las siglas GS, seguida, dejando un espacio, de un número de orden.

  El fabricante deberá especificar el par de apriete que debe aplicarse a los elementos roscados.

  Estas grapas se suministrarán con bulón y pasador.

- Grapa de suspensión armada

  La grapa armada de protección se utilizará para aquellos casos en los que se necesite la formación de cadenas llamadas de protección. Tales como cruzamientos con caminos vecinales, vías de comunicación, cursos de aguas navegables, pistas, etc.

  Además, por las propiedades de los elementos componentes, protege, en gran medida, al conductor de los esfuerzos estáticos y dinámicos producidos por la vibración eólica y de los efectos del arco eléctrico.

  Se designará con las siglas GSA, seguida, dejando un espacio, de un número de orden.

4.8. Elementos de Maniobra y Protección

Los elementos de maniobra garantizarán la adecuada explotación de la red y facilitarán el aislamiento de defectos.

Como criterio general de diseño, no existirán tramos de red sin ningún elemento de maniobra superiores a:

- 3000 m de longitud de línea (incluyendo la red existente).
- Derivaciones con más de 4 centros de transformación.
- Entronque con instalaciones particulares,

Cuando las instalaciones vayan a ser cedidas LA EMPRESA, ha de consultarse a LA EMPRESA qué tipo de elemento de maniobra se instalará, así como su ubicación, para su integración en la red de distribución de LA EMPRESA.

4.8.1. Seccionadores Poliméricos

Estos seccionadores, con doble columna de aislamiento, se utilizarán para maniobra en las redes aéreas de distribución hasta 30 kV tensión nominal. En caso de ser necesario, se empleará SECCIONADOR TRIPOLAR de EJE GIRATORIO (apertura horizontal).

Se procurará, que el acceso al elemento de maniobra sea directo a través de camino rodado y pueda realizarse en las debidas condiciones de seguridad.

Se aplicará la norma de referencia, para seccionadores en general, UNE-EN 62271-102.

Bajo autorización expresa de LA EMPRESA se permitirá el empleo de seccionadores de tipo cerámico.

Además, los requisitos eléctricos y mecánicos mínimos tomarán como referencia informativa los indicados en la norma NT-SCCM.01 de LA EMPRESA.

En los planos adjuntos, se puede ver su forma, conexiones y características.

4.8.2. Cortacircuitos Fusibles (XS) Poliméricos

En la zona de la línea donde sea necesaria la instalación de protector contra sobreintensidades (por ejemplo, inmediatamente aguas arriba de un transformador), se dispondrá de un dispositivo de seccionamiento y de protección contra cortocircuitos.

Se aplicará la norma de referencia para cortacircuitos fusibles, en general, UNE 21120-2.

Este elemento de maniobra debe cumplir:

- Que posibilite que el corte sea visible desde el pie del apoyo donde se ubica el transformador.
- Se procurará, que el acceso al elemento de maniobra sea directo a través de camino rodado y pueda realizarse en las debidas condiciones de seguridad.
- El apoyo donde finalmente se ubique dicho dispositivo de protección, irá con una puesta a tierra en anillo.

Dicho dispositivo se compondrá de un juego de seccionadores unipolares con cortacircuito fusible de expulsión, que dispondrán de características de seccionamiento cumpliendo las dos funciones de elemento protector contra cortocircuitos y de maniobra, permitiendo el descargo y mantenimiento de la instalación cuando proceda.

Los dispositivos de seccionamiento y protección contra cortocircuitos tomarán como referencia informativa la norma y NT-XSCM.01 de LA EMPRESA.

En los planos adjuntos, se puede ver su forma y características.

La intensidad nominal de los fusibles responderá a la siguiente tabla:

Tensión nominal de explotación de la Red (valor eficaz) U (kV)	Tensión más elevada asignada del elemento cortacircuito U_m (kV)	Potencia Asignada (kVA)	Intensidad asignada al fusible (A)
12 (1)	24	50	10
		100	16
		250	32
20	24	50	6
		100	8
		250	16
22	24	50	6
		100	8
		250	16
24	24	50	6
		100	8
		250	16
25	36	50	6
		100	8
		250	16

(1) Las instalaciones que se construyan para una tensión nominal de explotación igual o inferior a 24 kV deberán de estar diseñadas para una tensión más elevada de la red de 24 kV.

Los calibres de la tabla anterior son orientativos debido a las tolerancias de fabricación, para otras potencias deberán ajustarse los mismos en función de las características de la red.

4.8.3. Pararrayos de Óxidos Metálicos

Elemento a utilizar para la protección ante sobretensiones que se puedan formar en la red de distribución de LA EMPRESA.

Están compuestos por una envolvente de polimérica y cumplirán con la norma UNE-EN 60099-4.

Se ha de procurar que, tanto la distancia entre el pararrayos y la instalación a proteger esté dentro del rango de actuación del pararrayos, como la longitud del conductor de conexión entre la línea y el pararrayos, sean lo más cortas posibles.

La conexión a tierra del pararrayos se realizará de forma que su recorrido tenga la menor longitud posible y sin giros bruscos (evitando, en los cambios de dirección, las aristas vivas).

Entre los elementos a proteger mediante la instalación de pararrayos de óxidos metálicos, se encuentran:

- Transformadores
- Cables subterráneos aislados

Estos dispositivos de protección contra sobretensiones tomarán como referencia informativa lo indicado en la norma NT-PACM.01 de LA EMPRESA.

La elección de los pararrayos para las distintas tensiones (hasta 30 kV), depende de:

- El pararrayos deberá soportar una corriente de descarga nominal de 10 kA
- La tensión asignada del pararrayos deberá ser:

$$U_r \geq \frac{U_{max} \times K_e}{\sqrt{3} \times T_r}$$

Donde:

- U_r = Tensión asignada del pararrayos en kV.
- U_{max} = Tensión compuesta máxima de servicio prevista en el lugar de la instalación a proteger, expresada en kV.
- K_e = Coeficiente de falta a tierra de la red, usándose normalmente el valor de 1,4 para redes con neutro rígido a tierra y 1,7 para redes con neutro aislado o puesto a tierra a través de impedancias.
- T_c ó T_r: Factor de sobretensión temporal. Este factor adimensional es una característica del pararrayos, y es función del tiempo de duración de la sobretensión y de la energía que el pararrayos haya absorbido previamente. El fabricante ha de proporcionar los gráficos correspondientes de los valores de T_c ó T_r.

El producto de T_c por la tensión de servicio continuo U_c del pararrayos o bien de T_r por la tensión asignada U_r, determinará el valor de la tensión máxima admisible, durante el tiempo de duración de una falta monofásica a tierra, que puedan soportar los pararrayos de las fases no afectadas por dicha falta, sin que éstos se deterioren.

Como margen de seguridad se considerará que los pararrayos sometidos a la sobretensión temporal han sido energizados previamente con la máxima energía que sean capaces de disipar sin deterioro.

Nivel de Protección

Se tomará como NP el mayor de los siguientes valores:

a) Valor máximo de la tensión residual con onda de corriente 8/20 μs correspondiente a una corriente de descarga de 10 kA.

b) Valor máximo de la tensión residual con onda de corriente 1/T2 μs dividido por 1,15 para una corriente de descarga de 10 kA. El valor de T2 no será superior a 20 μs.

En los planos adjuntos, se puede ver su forma, conexiones y características.

4.8.4. Otros Elementos de Maniobra

Adicionalmente, a fin de garantizar la correcta explotación de la red y para cumplir los criterios de calidad, se podrán utilizar otros elementos como:

IA2T (Reconectadores automáticos)

Se trata de un interruptor automático aéreo telemandado, que es capaz de establecer, soportar e interrumpir corrientes normales del circuito, así como soportar durante un tiempo determinado corrientes de cortocircuito, y que, además, incorpora un automatismo capaz de desconectar cuando detecta el paso a través suyo de una corriente de defecto predeterminada, y reconectar posteriormente en unas condiciones y tiempos también prefijados.

La maniobra es trifásica simultánea en las tres fases.

Las características de estos equipos tomarán como referencia informativa la norma NT-EMMT.02 de LA EMPRESA.

IAT (Interruptores-Seccionadores)

Se trata de un interruptor-seccionador aéreo telemandado que cumple también las condiciones de seccionador, no siendo capaz de abrir el circuito con la corriente de cortocircuito prevista en el punto de la instalación, como pueden hacer los interruptores

automáticos, pero sí que es capaz de abrirlo con su intensidad nominal de funcionamiento, a diferencia de los seccionadores, que deben ser accionados en vacío.

En su posición de apertura cumplirá las condiciones de aislamiento especificadas para un seccionador en la norma UNE-EN 62271-102.

La maniobra es trifásica simultánea en las tres fases y en los aparatos en que el corte no sea visible, existirán dispositivos que garanticen y que indiquen que el corte es efectivo.

Las características de estos equipos tomarán como referencia informativa la norma NT-EMMT.01 de LA EMPRESA.

Seccionalizador

Seccionador de apertura en vacío, al que, además, se le ha asociado un automatismo capaz de desconectar siempre y cuando:

- Se detecte el paso de una corriente de defecto mínima predeterminada.
- Ausencia de tensión en la línea de llegada.
- El defecto se ha repetido un número definido de veces en un tiempo concreto.

Los seccionalizadores son dispositivos inteligentes diseñados para discriminar entre faltas transitorias y permanentes que se producen en las líneas aéreas de AT.

No son aparatos de interrupción de cortocircuito y, por tanto, no podrán utilizarse aisladamente, sino en coordinación con un interruptor automático de cabecera provisto de reconexión automática.

4.9. Conversión Aéreo-Subterránea

Las características que deben cumplir las conversiones de aéreo a subterráneo, así como los componentes necesarios para su instalación se describen en el Proyecto Tipo de líneas de alta tensión subterráneas (hasta 36 KV) PT-LMTS.00.

El detalle de la conversión aéreo-subterránea, con todos sus herrajes y accesorios que la componen, se puede observar en los planos adjuntos al presente Proyecto Tipo.

4.10. Accesorios

4.10.1. Sistema Antiescalada

Con el objeto de dificultar el acceso a elementos en tensión, en los apoyos que se enumeran a continuación, se utilizará un dispositivo antiescalada que cubra las cuatro caras del apoyo, y cuyas características tomarán como referencia informativa la norma NT-SAAM.01 de LA EMPRESA.

- Apoyos frecuentados
- Apoyos con aparamenta
- Apoyos con conversión aéreo-subterránea
- Apoyos con transformador de intemperie

Se garantizará la no escalada hasta una altura no inferior a 2,5 metros desde el nivel del suelo y estará 0,15 m. por encima de la parte superior de la peana. Asegurando que los componentes del sistema antiescalada no presenten aristas vivas o elementos de atrapamiento.

El dispositivo antiescalada deberá estar aislado eléctricamente del apoyo mediante los elementos aislantes adecuados conforme a las referidas normas. Sobre el dispositivo antiescalada se colocarán 4 placas de riesgo eléctrico, una por cada cara, instaladas mediante remaches y de acuerdo con las dimensiones y colores que establece la reglamentación vigente (AMYS RA 1.4-10).

4.10.2. Señalización, Numeración y Avisos de Riesgo Eléctrico

Cada apoyo se identificará individualmente mediante código, marca o número, y orientadas hacia los lugares de acceso más frecuente, de tal manera que la identificación sea legible desde el suelo.

Todos los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

Además, se colocará una placa de riesgo eléctrico, de acuerdo con las dimensiones y colores que establece la reglamentación vigente (AMYS RA 1.4-10).

Además, en aquellos apoyos singulares, se tendrá en cuenta la normativa, de referencia informativa, de señalización de LA EMPRESA.

4.10.3. Sistemas para Posicionamiento y Ascenso a Apoyos

Bajo requerimiento de LA EMPRESA se deberán colocar en apoyos con elementos de maniobra y protección los siguientes sistemas:

- sistema de posicionamiento: accesorios que permitan una correcta colocación del operario para maniobra a distancia adecuada.
- sistema de ascenso: accesorios ubicados sobre el propio apoyo y correctamente instalados para facilitar el ascenso.

4.11. Protección Avifauna

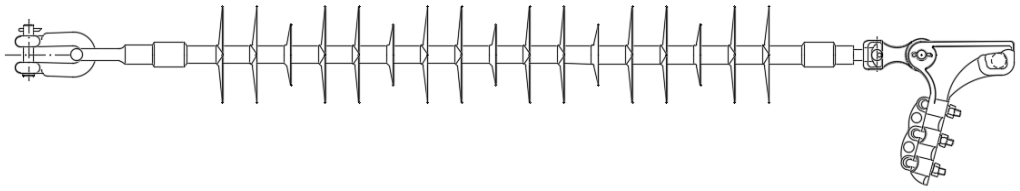
La utilización de los elementos a continuación descritos quedan sujetos a las prescripciones expuestas en el apartado 8 del presente proyecto tipo.

4.11.1. Elementos de Protección contra la Electrocución

4.11.1.1. Requisitos de los Aisladores para Protección de la avifauna

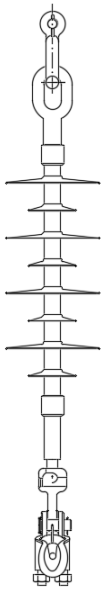
Los aisladores además de aislar y soportar los conductores de las líneas eléctricas en los apoyos también van a contribuir a la protección de la avifauna, evitando el contacto fase-tierra del ave. Esta protección se consigue con una distancia mínima de seguridad «d» que marca el R.D. 1432/2008.

Los aisladores que se utilizan para la protección de la avifauna serán poliméricos ya que son más ligeros y alcanzan distancias mayores con menos peso, cumpliendo con las distancias entre armados y elementos en tensión requeridas. Además, en el caso de que los aisladores estén en amarre, dispondrán de aletas disuasorias de posada (estas aletas serán también poliméricas al igual que el resto del aislador).

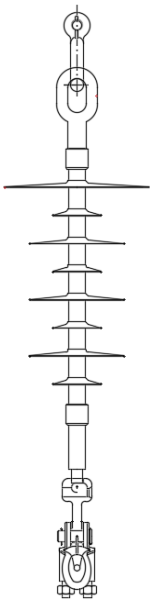


Ejemplo de aisladores de amarre con aletas disuasorias de posada

Los aisladores de suspensión serán también poliméricos y cumplirán las mismas características que los aisladores de amarre, pero no dispondrán de aletas disuasorias de posada. Cuando las condiciones del entorno lo aconsejen, se utilizarán aisladores de suspensión antideyecciones. Este tipo de aisladores tienen un diseño distinto ya que disponen de un primer plato de mayor tamaño.



Ejemplo de aisladores de suspensión sin sistema antideyección.



Ejemplo de aisladores de suspensión con sistema antideyección.

Para determinar el diseño, dimensiones y características de los aisladores poliméricos se tomarán como referencia las normas y especificaciones técnicas indicadas para los aisladores poliméricos en el presente documento.

4.11.1.2. Requisitos de los Forros para la Protección de la Avifauna

El objetivo de estos dispositivos es proteger a la avifauna frente a la electrocución, tanto por contacto fase-tierra, como por contacto fase-fase.

Los forros se ajustarán a lo indicado en la Especificación AENOR EA 0058 "Forros de protección antielectrocución de la avifauna en líneas eléctricas aéreas de distribución". Esta especificación define los requisitos y métodos de ensayo aplicables a los forros destinados a cubrir las partes constituyentes de las líneas eléctricas aéreas de distribución al objeto de evitar la electrocución principalmente de las aves, por contacto eléctrico.

En términos generales estos dispositivos de protección deben de ser hidrófugos, y a su vez disponer de un sistema de evacuación de aguas que evite la acumulación de humedad en su interior, deben de amoldarse lo máximo posible a las piezas a cubrir y resistir altos niveles de contaminación, además serán libres de halógenos, altamente resistentes a la intemperie, con rigidez dieléctrica superior a 18 kV/mm y resistentes al tracking. Los forros se ajustarán a lo indicado en los requisitos y ensayos descritos en la Especificación AENOR EA 0058.

Esta EA 0058 clasifica los forros, destinados a evitar el contacto eléctrico accidental de la avifauna con las partes en tensión de las líneas eléctricas, en función de:

- El elemento a cubrir.
- Su clase, según la tensión nominal de la red:

CLASE	TENSIÓN NOMINAL (kV)
0	> 1 y ≤ 30
1	> 30 y ≤ 66

a) Forros para conductores

Sus características principales serán las siguientes:

- Estarán constituidos por materiales flexibles de gran ductilidad, para poder cubrir puentes que tengan un trazado curvo con arcos de radios reducidos.
- Se ajustarán lo máximo posible al diámetro del conductor, buscando el diámetro interior que mejor se ajuste.
- Su instalación será de forma manual sin necesidad de herramientas especiales.
- El cierre será rápido, cómodo y duradero, sus extremos se fijarán mediante un sistema apropiado que evite el desplazamiento, además impedirá la apertura del forro por la acción del viento, por golpes accidentales o por la acción de animales.
- Se cortarán fácilmente pudiéndose hacer una adaptación rápida a la longitud requerida.

b) Forros para otros elementos a cubrir

Incluye todos los forros utilizados para la protección de la avifauna contra la electrocución a excepción del forro para los conductores y responderán a las características que a continuación se indican:

- Estarán formados por elementos premoldeados.
- Su instalación será sencilla con sistema de cierre preinstalado que permita un cierra eficaz sin necesidad de herramientas específicas o sistema análogo.
- Deben de estar adaptados a la forma del elemento a proteger.

4.11.2. Sistemas Anticolisión

Se utilizarán para evitar que las aves colisionen contra los cables de tierra, fibra o fases de las líneas y su distribución y condiciones de uso serán según las indicaciones del punto **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de la memoria del presente p royecto tipo, y en los planos adjuntos.

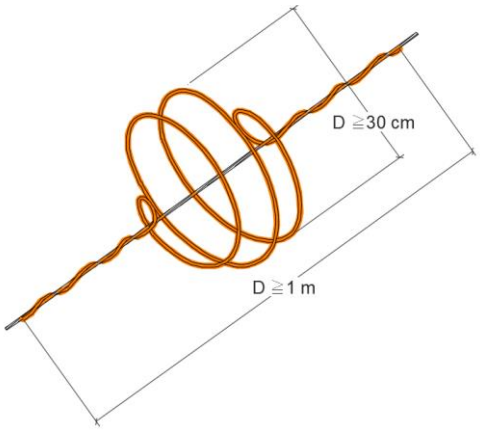
Se permitirá el uso de dos tipos de elementos anticolisión que a continuación se procede a describir:

- Espirales

  Este tipo de elemento consiste en una espiral que se enrolla al cable aumentando su visibilidad.

  Con respecto a este sistema, el RD 1432/2008, de 29 de agosto, determina las dimensiones mínimas de este método de señalización, siendo de 30 cm de diámetro por 1 m de longitud.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



Ejemplo de espiral para la protección frente a la colisión.

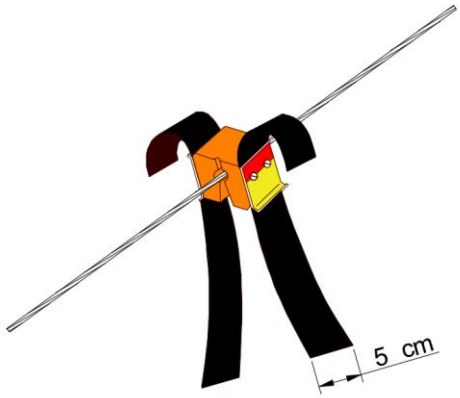
Estos elementos cumplirán:

- Que se fabriquen con materiales plásticos y ligeros.
- Que sean, resistentes a impactos y corrosión y que sean por lo tanto de alta durabilidad.

- Tiras en X

Este tipo de elemento se sujeta al cable a señalizar por medio de una mordaza. En teoría está diseñado para parecer un ave rapaz al vuelo y así minimizar el impacto visual.

Con respecto a este sistema, el RD 1432/2008, de 29 de agosto, determina las dimensiones mínimas de este elemento de señalización, siendo de un ancho de 5 cm por una longitud de 35 cm.



Ejemplo de tira en X para la protección frente a la colisión.

Estos elementos cumplirán:

- Que se muevan con la acción del viento para que facilite la visualización por parte de las aves.
- Que sean ligeros para que no afecten a las condiciones de la línea.
- Que dispongan de bandas centrales fotoluminiscentes para mejorar la visibilidad en el caso de crepúsculo o niebla.
- Que sean de alta durabilidad.
- Resistencia a condiciones extremas, contaminación industrial y salina.

Se utilizarán preferentemente los salvapájaros o señalizadores en espiral, pudiendo utilizarse las tiras en X o elementos de señalización alternativos que hayan demostrado su eficacia cuando exista una solicitud por parte de algún organismo con competencias en medioambiente.

5. Coordinación de Aislamiento

En este apartado se recoge y desarrolla la selección de la rigidez dieléctrica de los materiales, que garantice los niveles de aislamiento mínimo correspondientes a la tensión más elevada de la línea, en este caso de 24 kV para líneas de hasta 24 kV, y de 36 kV para líneas de 25 kV y 30 kV, teniendo en cuenta las condiciones ambientales, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores del presente Proyecto Tipo.

La rigidez dieléctrica de los materiales se considera aquí en el sentido de nivel de aislamiento normalizado.

En función de la tensión más elevada para el material, U_m (kV en valor eficaz), se dispone de un conjunto de tensiones soportadas normalizadas, que son recogidas en la tabla 12 de la ITC-LAT 07:

Tensión más elevada para el material, U_m kV (valor eficaz)	**Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial kV (valor eficaz)**	**Tensión soportada normalizada a los impulsos tipo rayo kV (valor de cresta)**
24	50	95
		125
		145
36	70	145
		170

Los principios y reglas de la coordinación de aislamiento son descritos en las normas UNE-EN 60071-1 y UNE-EN 60071-2. Del mismo modo para la selección de aisladores y su dimensionamiento se han tenido en consideración las normas UNE-IEC/TS 60815-1, -2 y -3.

La tensión permanente a frecuencia industrial y las sobretensiones temporales determinan la longitud mínima necesaria de la cadena de aisladores. La selección del tipo de aislador y la longitud de la cadena de aisladores debe realizarse teniendo en cuenta el nivel de contaminación de la zona que atraviesa la línea.

De los 4 niveles de contaminación que se proponen en el Apartado 4.4 de la ITC-LAT 07, a efectos del presente Proyecto Tipo, se consideran únicamente el Nivel II – Medio y el Nivel IV – Muy fuerte, en lo que afecta al entorno en que han de instalarse los aisladores.

NIVEL II - Medio (Línea de fuga específica nominal mínima: 20 mm/kV)

- Zonas con industrias que no produzcan humos especialmente contaminantes y/o con una densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- Zonas con elevada densidad de viviendas y/o de industrias, pero sujetas a vientos frecuentes y/o lluvias.
- Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa cercanas al mar, pero alejadas algunos kilómetros de la costa (al menos distantes bastantes kilómetros). (Las distancias desde la costa marina dependen de la topografía costera y de las extremas condiciones del viento).

Este nivel se aplicará tanto en zonas propias de nivel I como en zonas propias de nivel II.

NIVEL IV - Muy Fuerte (Línea de fuga específica nominal mínima: 31 mm/kV)

- Zonas generalmente de extensión moderada, sometidas a polvos conductores y a humo industrial que producen depósitos conductores particularmente espesos.
- Zonas generalmente de extensión moderada, muy próximas a la costa y expuestas a pulverización salina o a vientos las nieblas o a vientos muy fuertes y contaminantes provenientes del mar.
- Zonas desérticas caracterizadas por no tener lluvia durante largos periodos, expuestos a fuertes vientos que transportan arena y sal, y sometidas a una condensación regular.

Este nivel se aplicará tanto en zonas propias de nivel III como en zonas propias de nivel IV.

En el caso de que la Línea atraviese zonas de contaminación fuerte o muy fuerte (Niveles III y IV, respectivamente), los conductores a utilizar en estos casos serán los conductores desnudos de aluminio duro con alma de acero recubierto de aluminio, designados antiguamente como LARL.

En la Tabla siguiente, se describe el valor mínimo de las líneas de fuga, dependiendo de la tensión asignada de la red y el grado de polución:

GRADO DE POLUCIÓN	LÍNEA DE FUGA ESPECÍFICA (mm/kV entre fases)	TENSIÓN MÁS ELEVADA DE LA RED (kV)	
		24	36
NIVEL II	20	480 mm	720 mm
NIVEL IV	31	744 mm	1116 mm

5.1. Niveles de Aislamiento para Zonas de Nivel de Polución Medio (II)

5.1.1. Para Tensiones Nominales de hasta 24 kV

Se emplearán aisladores poliméricos o de vidrio tipo caperuza y vástago.

Los de tipo polimérico, tendrán unas características según catálogo de fabricante.

Las características de los aisladores de vidrio son:

	Aislador Vidrio U70BS	**Aislador Vidrio U40BS**
Material	Vidrio	Vidrio
Paso Nominal (mm)	127	100
Carga de Rotura Electromecánica (daN)	7.000	4.000
Diámetro máximo parte aislante (mm)	255	175
Línea de Fuga mínima (mm)	295	185
Diámetro del Vástago (mm)	16	11
Tensión soportada a frecuencia industrial en tiempo seco (kV)	70	70
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	40	30
Tensión soportada a impulso de choque seco (kV)	100	70

Características de las cadenas utilizadas en las líneas de alta tensión nominal hasta 24 kV, objeto del presente Proyecto Tipo:

	Aislamiento		
	Polimérico	**Vidrio**	
Tipo de Aislador	**Polimérico**	**U70BS**	**U40BS**
Nº de Aisladores mínimo	1	2	3
Carga de Rotura (daN)	Según Fabricante	7.000	4.000
Línea de fuga de cadena mínima (mm)		590	555
Línea de fuga especifica nominal mínima (mm/kV)		24,6	23,12

5.1.2. Para Tensiones Nominales a 25 kV y 30 kV

Se emplearán aisladores poliméricos o de vidrio tipo caperuza y vástago. Los de tipo polimérico, tendrán unas características según catálogo de fabricante.

Las características de los aisladores de vidrio son:

	Aislador Vidrio U100BS
Material	Vidrio
Paso Nominal (mm)	127
Carga de Rotura Electromecánica (daN)	10.000
Diámetro máximo parte aislante (mm)	255
Línea de Fuga mínima (mm)	315
Diámetro del Vástago (mm)	16
Tensión soportada a frecuencia industrial en tiempo seco (kV)	70
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	40
Tensión soportada a impulso de coche seco (kV)	100

Características de las cadenas utilizadas en las líneas de alta tensión nominal de 25 kV y 30 kV, objeto del presente Proyecto Tipo:

	Aislamiento	
	Polimérico	**Vidrio**
Tipo de Aislador	**Polimérico**	**U100BS**
Nº de Aisladores mínima	1	4
Carga de Rotura (daN)	Según Fabricante	10.000
Línea de fuga de cadena mínima (mm)		1.260
Línea de fuga especifica nominal mínima (mm/kV)		35,0

5.2. Niveles de Aislamiento para Zonas de Nivel de Polución Muy Fuerte (IV)

5.2.1. Para Tensiones Nominales de hasta 24 kV

Se emplearán aisladores poliméricos o de vidrio tipo caperuza y vástago. Los de tipo polimérico, tendrán unas características según catálogo de fabricante.

Las características de los aisladores de vidrio son:

	Aislador Vidrio U70BS
Material	Vidrio
Paso Nominal (mm)	127
Carga de Rotura Electromecánica (daN)	7.000
Diámetro máximo parte aislante (mm)	255
Línea de Fuga mínima (mm)	295
Diámetro del Vástago (mm)	16
Tensión soportada a frecuencia industrial en tiempo seco (kV)	70
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	40
Tensión soportada a impulso de coche seco (kV)	100

Características de las cadenas utilizadas en las líneas de alta tensión nominal hasta 24 kV, objeto del presente Proyecto Tipo:

	Aislamiento	
	Polimérico	**Vidrio**
Tipo de Aislador	**Polimérico**	**U70BS**
Nº de Aisladores mínima	1	3
Carga de Rotura (daN)	Según Fabricante	7.000
Línea de fuga de cadena mínima (mm)		885
Línea de fuga especifica nominal mínima (mm/kV)		36,9

5.2.2. Para Tensiones Nominales 25 kV y 30 kV

Se emplearán aisladores poliméricos o de vidrio tipo caperuza y vástago. Los de tipo polimérico, tendrán unas características según catálogo de fabricante.

Las características de los aisladores de vidrio son:

	Aislador Vidrio U100BS
Material	Vidrio
Paso Nominal (mm)	127
Carga de Rotura Electromecánica (daN)	10.000
Diámetro máximo parte aislante (mm)	255
Línea de Fuga mínima (mm)	315
Diámetro del Vástago (mm)	16
Tensión soportada a frecuencia industrial en tiempo seco (kV)	70
Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	40
Tensión soportada a impulso de coche seco (kV)	100

Características de las cadenas utilizadas en las líneas de alta tensión nominal de 25 kV y 30 kV, objeto del presente Proyecto Tipo:

	Aislamiento	
	Polimérico	**Vidrio**
Tipo de Aislador	**Polimérico**	**U100BS**
Nº de Aisladores mínima	1	4
Carga de Rotura (daN)	Según Fabricante	10.000
Línea de fuga de cadena mínima (mm)		1.260
Línea de fuga especifica nominal mínima (mm/kV)		35,0

6. Distancias Mínimas de Seguridad, Cruzamientos y Paralelismos

En las líneas eléctricas es necesario distinguir entre distancias internas y externas.

Las internas son dadas únicamente para diseñar una línea con una aceptable capacidad para resistir las sobretensiones.

Las distancias externas son utilizadas para determinar las distancias de seguridad entre los conductores en tensión y los objetos debajo o en las proximidades de la línea. Su objetivo es evitar el daño de las descargas eléctricas al público en general, a personas que trabajan en sus cercanías y al personal de mantenimiento de la misma línea.

El diseño de las instalaciones que se realicen al amparo de este Proyecto Tipo cumplirá lo dispuesto en la ITC-LAT 07 en cuanto a distancias de seguridad.

6.1. Distancias de Aislamiento Eléctrico para Evitar Descargas

Para evitar descargas, las distancias de aislamiento eléctrico se determinarán teniendo en cuenta todo lo dispuesto en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 07.

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

- D_{el}: distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una carga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Puede ser interna (distancias del conductor a la estructura de la torre) o externa (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. 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.

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 siguiente tabla:

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
24	0,22	0,25
36	0,35	0,40

En cruzamientos con otras líneas o con vías de comunicación, los coeficientes de seguridad de cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25% superior a los establecidos.

6.2. Distancias en el Apoyo

6.2.1. Distancias entre Conductores

Apartado 5.4.1 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Debe ser tal que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos.

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

Donde:

- D = Separación entre conductores de fase del mismo circuito o de circuitos distintos, en metros.
- K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores.

Valores de K	Flecha máxima de temperatura o hielo	Flecha máxima de viento
LA 56 / LARL 56 / DA 56	0,55	0,65
LA 110 / LARL 125 / DA 110	0,55	0,6
LA 180 / LARL 180	0,55	0,6
LA 280 / LARL 280	0,55	0,6

- K´= Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea.
  - 0,85 para líneas de categoría especial
  - 0,75 para el resto de líneas
- F = Flecha máxima, en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.
- L = Longitud en metros de la cadena de suspensión (cadena de amarre L=0).
- D_{pp} = Distancia mínima aérea especificada.

6.2.2. Distancias entre Conductores y a Partes Puestas a Tierra

Apartado 5.4.2 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el}:

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)
24	0,22
36	0,35

En el caso de cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de 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 ºC para zona A, de -10 ºC para zona B, y de -15 ºC para zona C.

6.3. Distancias al Terreno, Caminos, Sendas y a Cursos de Agua No Navegables

Apartado 5.5 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

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

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

Cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros.

En general, en fase de diseño se procurará obtener una altura libre de 7,5 metros en condiciones de máxima flecha vertical.

6.4. Distancias a Otras Líneas Eléctricas Aéreas o Líneas Aéreas de Telecomunicación

6.4.1. Cruzamientos

Apartado 5.6.1 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

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.

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 a:

$$D_{add} + D_{el} = 1{,}5 + D_{el}$$, con un mínimo de 2 metros

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

$$D_{add} + D_{pp}$$, en metros

Tensión nominal de la red (kV)	D_{add} (m)	
	Distancias del apoyo a la línea superior al punto de cruce ≤ 25 m	Distancias del apoyo a la línea superior al punto de cruce > 25 m
Hasta 24	1,8	2,5
25,30	1,8	2,5

La mínima distancia vertical entre los conductores de fase de la línea eléctrica superior y los cables de tierra convencionales o cables compuestos (OPGW) de la línea eléctrica inferior en el caso de que existan, no deberá ser inferior a:

$$D_{add} + D_{el} = 1{,}5 + D_{el}$$, en metros, con un mínimo de 2 metros.

Independientemente del cruce, se comprobará considerando:

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

- Los conductores de fase o cables de guarda de la línea eléctrica inferior sin sobrecarga alguna a la temperatura mínima según zona.

En general, cuando el punto de cruce de ambas líneas se encuentre en las proximidades del centro del vano de la línea inferior, se tendrá en cuenta la posible desviación de los conductores de fase por la acción del viento.

Las líneas de telecomunicación serán consideradas líneas de baja tensión, a efectos de cálculo.

6.4.2. Paralelismos Entre Líneas Eléctricas Aéreas

Apartado 5.6.2 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Siempre que sea posible, se evitará su construcción, a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto. Se exceptúan de la anterior recomendación las zonas de acceso a centrales generadoras y estaciones transformadoras.

En todo caso, entre los conductores contiguos de las líneas paralelas, no deberá existir una separación inferior a:

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

considerando los valores de K, K´, L, F y D_{pp} de la línea de mayor tensión.

6.4.3. Paralelismos Entre Líneas Eléctricas Aéreas y Líneas de Telecomunicación

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.

6.5. Distancia a Carreteras

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

- En la Red de Carreteras del Estado, se instalarán apoyos preferentemente detrás de la línea del límite de edificación y a una distancia a la arista exterior de la calzada superior a vez y media su altura (el límite de edificación está situado a 50 metros para autovías y autopistas, y a 25 metros para carreteras nacionales, de la arista exterior de la calzada).
- Para Carreteras no pertenecientes a la Red de Carreteras del Estado, la instalación deberá cumplir la normativa vigente de cada comunidad autónoma.
- En circunstancias topográficas excepcionales y previa justificación técnica y aprobación por parte de LA EMPRESA y del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores a las fijadas.

6.5.1. Cruzamientos

Apartado 5.7.1 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

La distancia mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de:

$$D_{add} + D_{el} \text{ en metros}$$

Con una distancia mínima de 7 metros, siendo D_{add}:

Categoría de la línea	**D_{add} (m)**
Categoría especial	7,5
Resto de líneas	6,3

6.6. Distancias a Ferrocarriles Sin Electrificar

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

- No se autorizará la instalación de apoyos dentro de la zona de edificación, que es la situada a 50 metros de la arista exterior de la explanación.
- 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 por parte de LA EMPRESA y del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores a las fijadas.

6.6.1. Cruzamientos

Apartado 5.8.1 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

La distancia mínima de los conductores de la línea eléctrica sobre las cabezas de los carriles será la misma que para los cruzamientos con carreteras.

6.7. Distancias a Ferrocarriles Electrificados, Trolebuses y Tranvías

Para la instalación de apoyos se seguirá lo indicado en el apartado de Ferrocarriles sin electrificar.

6.7.1. Cruzamientos

Apartado 5.9.1 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

La distancia mínima vertical entre los conductores de la línea eléctrica, con su máxima flecha vertical, sobre el conductor más alto de todas las líneas de energía eléctrica, telefónicas y telegráficas del ferrocarril será de:

$$D_{add} + D_{el} = 3{,}5 + D_{el} \text{ en metros}$$

Con una distancia mínima de 4 metros

6.8. Distancias a Teleféricos y Cables Transportadores

6.8.1. Cruzamientos

Apartado 5.10.1 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

El cruce de la línea deberá realizarse siempre superiormente salvo casos razonadamente justificados y previa autorización por parte de LA EMPRESA.

La mínima distancia vertical entre los conductores de la línea eléctrica con su máxima flecha vertical y la parte más elevada del teleférico será de:

$$D_{add} + D_{el} = 4{,}5 + D_{el} \text{ en metros}$$

Con una distancia mínima 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.
- El teleférico deberá estar puesto a tierra en dos puntos, uno a cada lado del cruce.

6.9. Distancias a Ríos y Canales, Navegables o Flotables

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 por parte de LA EMPRESA y del órgano competente de la Administración, podrá permitirse la colocación de apoyos a distancias inferiores a las fijadas.

6.9.1. Cruzamientos

Apartado 5.11.1 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

- Líneas de categoría especial:

  $G + D_{add} + D_{el} = G + 3,5 + D_{el}$, en metros, siendo G el gálibo.

- Resto de líneas:

  $G + D_{add} + D_{el} = G + 2,3 + D_{el}$, en metros, siendo G el gálibo.

En el caso de que el gálibo no está definido, se considerará éste como de 4,7 metros.

6.10. Paso por Zonas

Se define servidumbre de vuelo, como la franja de terreno definida por la proyección sobre el suelo de los conductores extremos, considerados éstos y sus cadenas de aisladores en las condiciones más desfavorables.

6.10.1. Bosques, Árboles y Masas de Arbolado

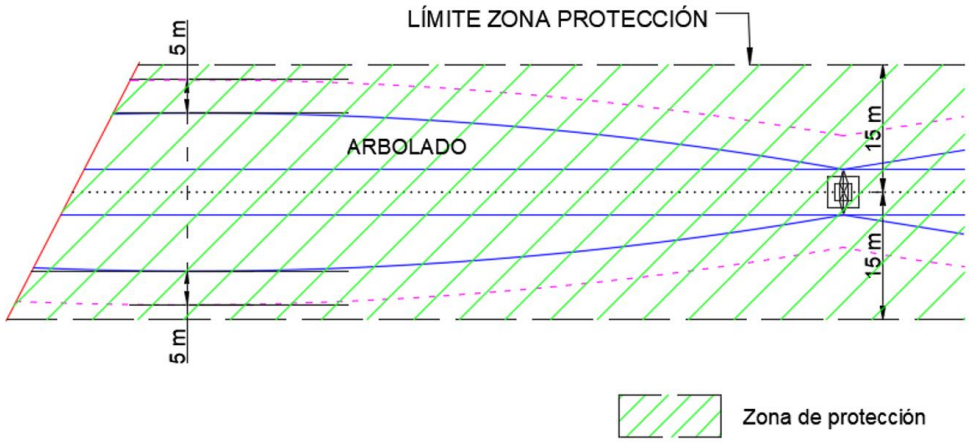
Para evitar incidencias en el correcto funcionamiento de la línea eléctrica, interrupciones del servicio y posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de la línea eléctrica aérea, deberá establecerse, mediante la indemnización correspondiente, una zona de protección de la línea.

Para la obtención de la zona de protección se tendrá en cuenta:

- La proyección sobre el suelo de los conductores extremos en condiciones de máxima desviación incrementada en 5 metros.
- Un ancho mínimo de 15 metros a ambos lados de la línea.

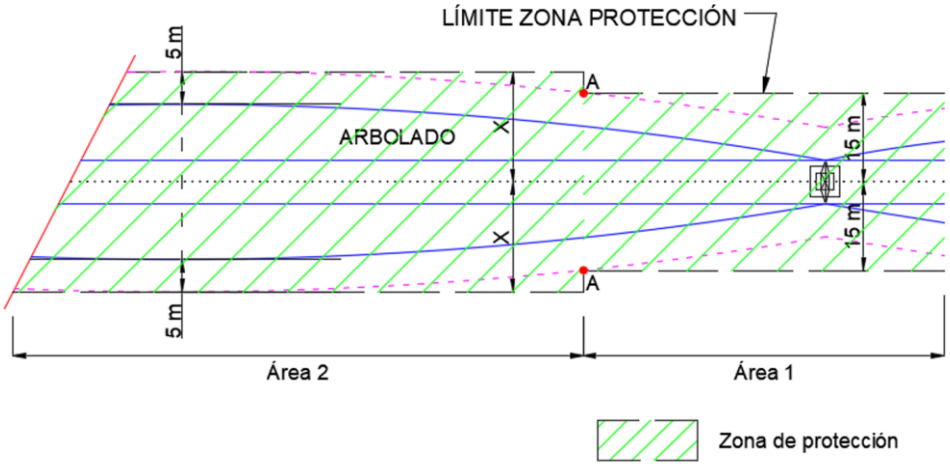
Teniendo en cuenta las condiciones anteriores, distinguiremos dos situaciones para la definición de la zona de protección.

- Caso 1: Que la proyección sobre el suelo de los conductores extremos en condiciones de máxima desviación incrementada en 5 metros sea inferior a 15 metros, entonces la zona quedará definida por el mínimo establecido de los 15 metros a cada lado del eje.



- Caso 2: Que la proyección sobre el suelo de los conductores extremos en condiciones de máxima desviación incrementada en 5 metros sea en algún punto superior a 15 metros, en este caso la zona de protección quedará definida por la combinación de dos áreas:

    - Área 1: Quedará definida cuando la proyección sobre el suelo de los conductores extremos en condiciones de máxima desviación incrementada en 5 metros sea inferior a 15 metros (punto A del croquis inferior). En este caso el ancho de la zona de protección quedará definida por el mínimo establecido de los 15 metros a ambos lados del eje de la línea.
    - Área 2: Quedará definida cuando la proyección sobre el suelo de los conductores extremos en condiciones de máxima desviación incrementada en 5 metros sea superior a 15 metros. En este caso el ancho de esta zona quedará definido por la tangente en el punto más desfavorable de la proyección de la línea más 5 metros, aplicable este ancho hasta el punto "A" mencionado anteriormente.



El responsable de la explotación de la línea deberá vigilar que la calle por donde discurre la línea se mantenga libre de todo residuo procedente de su limpieza al objeto de evitar la generación o propagación de incendios forestales.

6.10.2. Edificios, Construcciones y Zonas Urbanas

Apartado 5.12.2 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Se evitará el tendido de líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos en terrenos que estén clasificados como suelo urbano. No obstante, a petición del titular o cuando las circunstancias lo aconsejen, el órgano competente podrá autorizar dicho tendido.

No se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$D_{add} + D_{el} = 3{,}3 + D_{el,}\ \text{en metros}$$

Con un mínimo de 5 metros, de tal modo que la servidumbre de vuelo de la línea se verá incrementada en esta distancia medida desde la tangente al punto más exterior de la misma.

6.10.3. Proximidades a Aeropuertos

Apartado 5.12.3 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Las líneas eléctricas que se construyan en la proximidad de aeropuertos, aeródromos, helipuertos e instalaciones de ayuda a la navegación aérea, deberán ajustarse a la legislación vigente en la materia que corresponda.

6.10.4. Proximidad en Parque Eólicos

Apartado 5.12.4 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Por seguridad, no se permite la instalación de nuevos aerogeneradores en la franja del terreno definida por la zona de servidumbre de vuelo incrementada en la altura total del aerogenerador, incluida la pala, más 10 metros.

6.10.5. Proximidad a Obras

Apartado 5.12.5 de la ITC-LAT-07 del RLAT.

Cuando se realicen obras próximas a líneas eléctricas, se deberá señalizar mediante balizamiento, para así garantizar la protección de los trabajadores frente a los riesgos eléctricos.

7. Sistema de 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.

La línea de tierra que recorre el apoyo estará formada por un cable de cobre, acero aislado o aluminio, de 50 mm^2 , 100 mm^2 o 75 mm^2 de sección respectivamente, sujeta al mismo mediante elementos adecuados de sujeción y conexión. La línea de tierra se unirá a un punto de puesta a tierra del apoyo en la parte inferior del mismo (lo más próximo a su cimentación), desde el cual se unirá mediante una línea de enlace en conductor de cobre o acero desnudo de 50 mm^2 o 100 mm^2 de sección respectivamente, con el electrodo de tierra.

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

La disposición básica de las puestas a tierra será mediante:

- Electrodo de difusión
- Anillo cerrado (con o sin medidas correctoras)

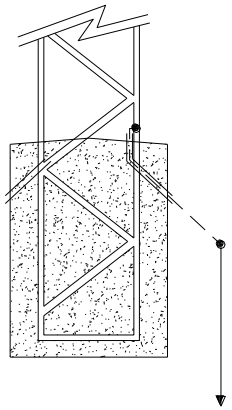


Figura 1. Puesta a Tierra en apoyo con electrodo de difusión

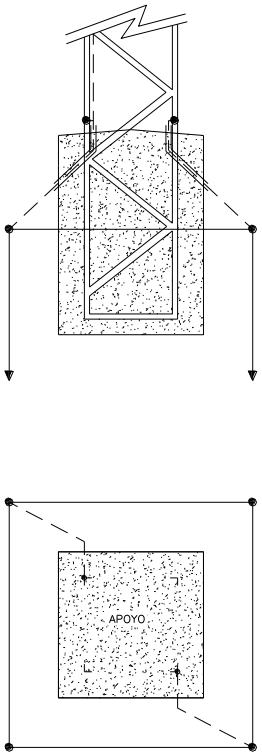


Figura 2. Puesta a Tierra en apoyo con anillo cerrado (puede ser simple o doble)

Las configuraciones anteriores de los sistemas de puesta a tierra serán utilizadas del siguiente modo:

Tipo de apoyo	No frecuentado	Frecuentado	Con pararrayos	Con cortacircuito fusible XS y otros elementos de maniobra
Material del apoyo	Metálicos y de hormigón	Metálicos y de hormigón	Metálicos y de hormigón	Metálicos y de hormigón
Disposición de puesta a tierra	Electrodo vertical	Anillo cerrado simple con cabeza enterrada (*)	Anillo cerrado doble con cabeza enterrada(**)	Anillo cerrado simple con cabeza enterrada (*)

(*) Según necesidad se añadirá antena o antenas de conductor desnudo con picas hacia el exterior del anillo, separadas entre si 4 metros.

(**) Como solución alternativa y bajo autorización de LA EMPRESA, se permitirá el uso del anillo cerrado simple con cabeza enterrada complementado con antena o antenas de conductor desnudo con picas hacia el exterior del anillo, separadas entre si 4 metros.

Todas las disposiciones, con sus acotaciones y características de diseño, se muestran en los planos adjuntos al presente Proyecto Tipo.

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:

1. El método de puesta a tierra del neutro según el tipo de red será el que se indica en la siguiente tabla:

Tensión nominal de explotación	<20kV	20kV	22kV	24kV	25kV	30kV
Neutro aislado	X	X				X
Neutro a tierra a través de impedancia limitadora		X	X	X	X	X

LA EMPRESA especificará las características de la red concreta en la que se encuentra la línea.

2. El tipo de apoyo en función de su ubicación:

- Apoyos frecuentados
- Apoyos no frecuentados.

3. El material del apoyo:

- Conductor
- No conductor

4. Los apoyos que estén destinados a albergar aparatos de maniobra, deberán cumplir los mismos requisitos que los apoyos frecuentados. Para el caso de apoyos que incluyan a la vez elementos de maniobra y pararrayos, se adoptará la disposición de puesta a correspondiente a pararrayos.

5. Los apoyos que soporten transformadores deberán cumplir el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, de acuerdo con el Proyecto Tipo de LA EMPRESA para Centros de Transformación de Intemperie.

7.1. 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.

7.1.1. Corriente de Falta y Duración de la Falta

A efectos de diseño del sistema de puesta a tierra y su dimensionamiento se tendrán en cuenta las características de la red de alimentación, cuyos datos serán facilitados por LA EMPRESA en cada caso concreto:

- Intensidad máxima de falta
- Método de puesta a tierra del neutro
- Duración máxima de la falta

Los valores anteriores serán contrastados por el proyectista del Proyecto Simplificado con LA EMPRESA para cada caso concreto.

No obstante, se aporta en el documento de cálculos del presente proyecto tipo un estudio que recoge una relación no exhaustiva de electrodos válidos para cada caso concreto en función de la resistividad del terreno.

7.1.2. 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 a continuación:

Naturaleza del terreno	Resistividad (Ω·m)
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2.000 a 3.000
Balasto o grava	3.000 a 5.000

7.2. 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.

7.3. Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas

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}, los 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.

Duración de la corriente de falta t_t (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.

De acuerdo a lo expuesto en el apartado 7.3.4. de la ITC-LAT-07, una vez definido el valor de la tensión de contacto aplicada admisible, se procede a determinar la máxima tensión de contacto admisible en la instalación, UC, mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{U_C} = \mathbf{U_{ca}} \cdot \left[1 + \frac{\frac{\mathbf{R_{a1}}}{2} + \mathbf{R_{a2}}}{\mathbf{Z_B}} \right] = \mathbf{U_{ca}} \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1{,}5\boldsymbol{\rho}_s}{1000} \right]$$

Dónde:

- U_{ca} = tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, valor mostrado en la tabla anterior en función de la duración de la falta (kV.).
- Z_B = Impedancia del cuerpo humano, se puede tomar como valor 1000 Ω.
- R_{a1} = resistencia del calzado, suponiendo un calzado aislante, se puede tomar como valor 2000 Ω.
- R_{a2} = resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se toma como valor 1,5 x ρ_s, dónde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

La máxima tensión de paso será:

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + R_{a2}}{Z_B}\right] = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{4000 + 6\rho_s}{1000}\right]$$

Dónde:

- U_p= Tensión de paso 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_{pa}= Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. (U_{pa}=10 U_{ca}).

- R_{a2} = resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno. Se toma como valor 6 x ρ_s, dónde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

7.4. Clasificación de los Apoyos Según su Ubicación

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, 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, según se define en el RLAT.

7.5. Verificación del Sistema de Puesta a Tierra

Una vez realizado el diseño básico de puesta a tierra, se procede a la verificación del diseño. La verificación será de acuerdo con el apartado 7.3.4.3. de la ITC-LAT-07, con el objeto de reducir los peligros motivados por una tensión de contacto excesiva.

En esta verificación se procede al cálculo del aumento del potencial de tierra, UE, provocada por la corriente de falta.

Si esta condición no es satisfecha, entonces deberán tomarse medidas para reducir la tensión de contacto aplicada, hasta que los requisitos sean cumplidos.

8. Condiciones para la Protección de la Avifauna

La actual legislación establece una serie de requisitos para la protección de la avifauna que debemos de contemplar para la elaboración del presente proyecto tipo.

El objetivo del presente apartado es el de establecer las normas de carácter técnico en las zonas de protección para la avifauna, definidas en el artículo 4 del REAL DECRETO 1432/2008, de 29 de agosto y concretadas dichas zonas por cada comunidad autónoma en su correspondiente diario oficial.

Las zonas de protección establecidas en el REAL DECRETO 1432/2008 son:

- Los territorios designados como Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), de acuerdo con los artículos 43 y 44 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Los ámbitos de aplicación de los planes de recuperación y conservación elaborados por las comunidades autónomas para las especies de aves incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas o en los catálogos autonómicos.
- Las áreas prioritarias de reproducción, alimentación, dispersión y concentración local de aquellas especies de aves incluidas en el Catálogo Español de Especies Amenazadas, o en los catálogos autonómicos, cuando dichas áreas no estén ya comprendidas en las correspondientes a los párrafos anteriores. Será el órgano competente de cada comunidad autónoma el encargado de acotar estas zonas.

Las medidas de protección para la avifauna establecidas en el REAL DECRETO 1432/2008 se aplicarán en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos ubicadas en zonas de protección, que sean de nueva construcción, o que no cuenten con

un proyecto de ejecución aprobado a la entrada en vigor de este real decreto, así como a las ampliaciones o modificaciones de líneas eléctricas aéreas de alta tensión ya existentes.

Por lo indicado hasta el momento, el presente proyecto tipo queda sujeto a lo establecido en el RD 1432/2008 a nivel estatal.

A la hora de determinar los sistemas de protección para la avifauna se establecerán dos grandes grupos:

- Medidas de prevención contra la electrocución.
- Medidas de prevención contra la colisión.

Estas medidas de prevención que se detallan a continuación, se ilustrarán en el documento Planos donde se plasmarán los criterios de implantación a ajustar según la tipología del apoyo y la configuración de la línea.

8.1. Medidas de prevención Contra la electrocución

Según lo indicado en el artículo del RD 1432/2008 este proyecto tipo adoptará las siguientes medidas para la protección contra la electrocución:

- No se podrán sobrepasar las crucetas o semicrucetas principales de los apoyos, por lo tanto, no se instalarán elementos en tensión por encima de éstas.
- Siempre se aislarán los puentes de unión entre los diferentes elementos en tensión, así como todos los elementos intermedios de empalme y soporte de dichos puentes.
- Los apoyos de las líneas se diseñarán de forma que sus armados cumplan siempre que la distancia vertical entre la cruceta o semicruceta inferior y el conductor superior (H) no sea inferior a 1,5 metros.
- Los apoyos con armado en bóveda cumplirán lo siguiente:
    - Se diseñarán de forma que cumplan siempre que la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central sea superior a 0,88 m. Los diseños atenderán a los siguientes modelos:

      Apoyos en suspensión: El conductor central en estos casos se aislará siempre un metro a cada lado del punto de enganche, en este aislamiento no se incluirá la grapa.

      Apoyos en amarre: No se aislará el conductor de la línea.

- En el caso excepcional de que se deban utilizar armados tipo bóveda en el que no se cumpla que la distancia entre la cabeza del fuste y el conductor central sea ≥ 0,88 y siempre con el consentimiento previo de LA EMPRESA se adoptarán las siguientes medidas:

  Apoyos en suspensión: En estos casos se aislará el conductor central un metro a cada lado del punto de enganche, y se aislará también la grapa.

  Apoyos en amarre: En estos casos se aislará el puente flojo de la línea central, pero no las grapas de amarre.

- Los diferentes armados han de cumplir unas distancias mínimas de seguridad «d», tal y como se establece en el cuadro que contiene en el Anexo del R.D. 1432/2008.

  Para poder alcanzar estas distancias se emplearán aisladores poliméricos de gran longitud cuyas características se definen en el punto **¡Error! No se encuentra el o rigen de la referencia.** del presente documento.

- En el caso de crucetas distintas a las especificadas en el cuadro de crucetas del apartado e) del RD 1432/2008, la distancia mínima de seguridad «d» aplicable será la que corresponda a la cruceta más aproximada a las presentadas en dicho cuadro.

8.2. Medidas de Prevención Contra la Colisión.

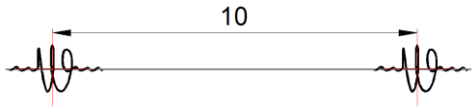
Con el fin de que las aves no colisionen con los conductores, los cables de tierra y los cables de tierra de fibra óptica se aplicarán las siguientes medidas preventivas:

- Los salvapájaros se instalarán en el cable de tierra o en el cable de tierra de fibra óptica siempre que estos existan y su diámetro sea inferior a 20 mm.

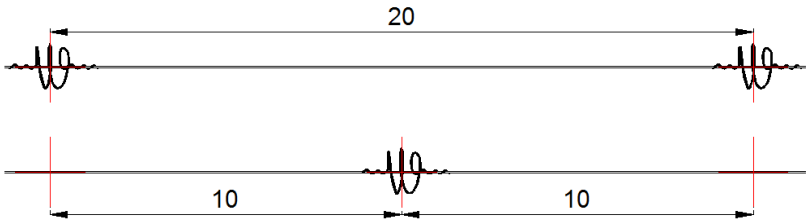
- Si no existen cables de tierra o cable de tierra de fibra óptica, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, se colocarán los salvapájaros directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm.

- Las características de los salvapájaros y su disposición serán las siguientes:

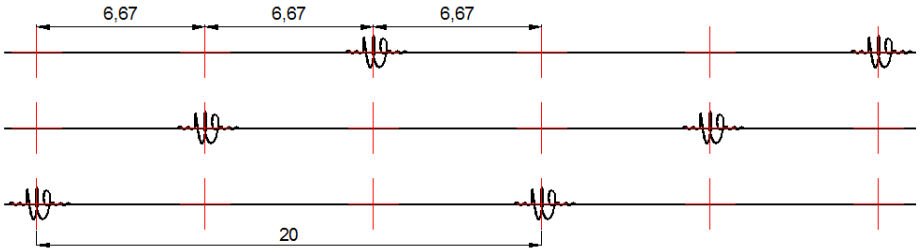
  - Estarán constituidos de materiales opacos.
  - Se dispondrán cada 10 m si el cable de tierra o cable de tierra de fibra óptica son únicos.



  - Se dispondrán cada 20 m de forma alterna si son dos cables de tierra o cable de tierra de fibra óptica en paralelo.



- En las líneas que no existan cable de tierra o cable de tierra de fibra óptica y que solo dispongan de un conductor por fase, se dispondrán de forma alterna entre las fases, de manera que se genere una señal visual como máximo cada 10 m y de forma que la distancia máxima en el mismo conductor sea de 20 m.



A modo resumen se presenta la siguiente tabla:

Casuística	Sistema de instalación
Línea con un cable de tierra o cable de tierra de fibra óptica	Cada 10 metros
Línea con dos cables de tierra o cable de tierra de fibra óptica	Alternadamente cada 20 metros, con un efecto visual de una señal cada 10 metros
Línea sin cables de tierra o cable de tierra de fibra óptica y conductores en 1 o 2 niveles (bóvedas, crucetas horizontales, triángulo)	Alternadamente cada 20 metros en cada conductor, con un efecto visual de una señal cada 6,67 metros aproximadamente
Línea sin cables de tierra o cable de tierra de fibra óptica y conductores en 3 niveles (tresbolillo)	Alternadamente cada 20 metros en cada conductor, con un efecto visual de una señal cada 6,67 metros aproximadamente

En aquellos tramos más peligrosos debido a la presencia de niebla o por visibilidad limitada, el órgano competente de la comunidad autónoma podrá reducir las anteriores distancias.

- Los elementos de señalización permitidos y cuyas características se describen en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de la memoria del p resente proyecto tipo son:

    - Espirales.
    - Tiras en X.

  Se podrán utilizar elementos de señalización alternativos que hayan demostrado su eficacia cuando exista una solicitud por parte de algún organismo con competencias en medioambiente.

9. Contenidos del Proyecto Simplificado

Cada Proyecto Simplificado, diseñado en base al presente Proyecto Tipo, deberá aportar los siguientes documentos, de cara a su legalización ante los distintos organismos sustantivos, mediante el que se solicitará la correspondiente Autorización Administrativa, aprobación de Proyecto, Declaración de Utilidad Pública si procede, y posteriormente la Puesta en Marcha de las instalaciones.

El contenido del Proyecto Simplificado debe ser conforme a la legislación vigente que sea de aplicación y a lo prescrito en el presente Proyecto Tipo, considerándose los relacionados a continuación, documentos mínimos de que debe constar el Proyecto Simplificado, sin perjuicio de que por características de la instalación, de su emplazamiento o de exigencias de organismos competentes o afectados puedan considerarse necesarios, tal es el caso de documentos relacionados con la protección del medio ambiente, de salvaguarda bienes de interés cultural o patrimonial, de la seguridad de los servicios públicos, etc.

9.1. Memoria

Justificará la finalidad de la instalación razonando su necesidad o conveniencia y el objetivo final.

Se describirá la instalación proyectada, identificando:

- Denominación de la instalación
- Referencia en el Objeto del Proyecto a la aprobación del Plan de Inversión aplicable, en los casos que proceda.
- Justificación de la necesidad de la línea

- Emplazamiento, ubicación y accesos.
- Organismos afectados por la instalación y medidas propuestas (separatas)
- Descripción del trazado de la línea, indicando las provincias y términos municipales afectados.
- Descripción de la línea a establecer, señalando sus características generales, así como las de los principales elementos que se prevea utilizar.
- Relación de cruzamientos, paralelismos y demás situaciones reguladas por el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, con los datos necesarios para su localización e identificación de los propietarios, entidad u órgano afectado, mediante la realización de una visita a campo y/o la utilización de información disponible en herramientas informáticas de referencia.

9.2. Cálculos

9.2.1. Cálculos Eléctricos

Se realizarán los cálculos eléctricos precisos aportando lo resultados siguientes:

- Parámetros eléctricos
- Intensidades máximas
- Caída de Tensión
- Pérdida de Potencia
- Efecto corona (únicamente para tensiones de 30 kV)

9.2.2. Cálculos Mecánicos de los Conductores

Se realizarán los cálculos mecánicos de los conductores, indicando:

- Tablas de Tendido
- Cálculo de flechas y tenses
- Plantillas de Replanteo

- Vanos de Regulación
- Fenómenos Vibratorios (EDS y CHS)

9.2.3. Cálculos Mecánicos de los Apoyos

Se realizarán los cálculos mecánicos de los apoyos, indicando:

- Esfuerzos de los distintos apoyos de la línea en relación a su función (alineación, anclaje, fin de línea, ángulo) y de acuerdo con cada una de las hipótesis que fija la reglamentación vigente.

9.2.4. Anexo de Afecciones con la Relación de Bienes y Derechos Afectados por la Línea

Se aportarán tablas con los siguientes datos para cada parcela afectada por la servidumbre establecida por la línea:

- Nº de parcela de proyecto.
- Referencia catastral, dónde se indicará el nº de polígono y nº de parcela catastral.
- Paraje de la parcela.
- Término municipal al que pertenece la parcela afectada.
- Tipo de cultivo de la parcela.
- Nº de apoyo a instalar en la parcela.
- Superficie ocupada por el apoyo y el sistema de puesta a tierra.
- Longitud de traza que afecta a la parcela.
- Superficie de servidumbre de vuelo (proyección vertical de los conductores con la parábola de viento más desfavorable) que afecta a la parcela.
- Superficie de servidumbre de seguridad.

De ser necesario, se procederá igualmente a incluir RBDA para los accesos a apoyos durante la construcción.

9.3. Planos

Cada Proyecto Simplificado contendrá al menos los siguientes planos:

- Planos de situación (plano general) y emplazamiento

  Podrán formar parte de un mismo plano con sus correspondientes escalas o bien presentarse en planos separados. En cualquier caso se indicará el Norte Geográfico y la escala a utilizar será no inferior a 1:50.000 000 (y no superior a 1/100.000) para el plano de situación, y no inferior a 1:5.000 para el de emplazamiento. En el plano se indicará la ubicación de la línea de tal modo que se refleje de forma inequívoca su localización y accesos. Formato A3 ó A4, según escala.

- Plano de planta y Perfil longitudinal

  Plano de planta y perfil longitudinal a escalas mínimas horizontal 1:2.000 y vertical 1:500, situándose en la planta todos los servicios que existen en una franja de 50 metros de anchura a cada lado del eje de la línea, tales como carreteras, ferrocarriles, cursos de agua, líneas eléctricas y de telecomunicación, etc., señalando explícita y numéricamente, para cada uno de ellos, el cumplimiento de las separaciones mínimas que se imponen. Se indicará la situación y numeración de los apoyos, su tipo y sistema de fijación de los conductores, la escala kilométrica, las longitudes de los vanos, ángulos de trazado, numeración de parcelas, límites de las servidumbres que genera la instalación, límites administrativos, la altitud de los principales puntos del perfil sobre el plano de comparación, y coordenadas UTM de los apoyos.

- Esquema unifilar

  Plano sin escala en el que se refleje, a modo de esquema, la línea descrita en el proyecto, su longitud, tipo/s de conductor/es utilizados, nombre de la línea, subestación de la que parte y centros de transformación próximos.

9.4. Presupuesto

Cada Proyecto Simplificado dispondrá de un presupuesto donde se desarrolle cada uno de los capítulos recogidos en el documento correspondiente de este Proyecto Tipo.

El documento Presupuesto que figura en el presente Proyecto Tipo contiene una capitulación orientativa de los apartados del presupuesto del Proyecto Simplificado, sin perjuicio de que el proyectista los extienda a cuantas partidas presupuestarias sean necesarias en cada caso.

9.5. 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".

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.

Sea Básico o no, el estudio de seguridad y salud tiene que ser coherentes con el proyecto, formando parte de este y partiendo de todos los elementos proyectados y de unas hipótesis de ejecución, debe contener las medidas de prevención y protección técnicas necesarias para la realización de la obra en condiciones de seguridad y salud.

En este sentido ambos tipos de estudios de seguridad y salud deberán contemplar la totalidad de las actividades que se prevea realizar en la obra, incluidas aquellas para las que administrativamente se exija un proyecto específico, una memoria valorada o cualquier otro documento de similares características.

Ambos tipos de estudios de seguridad y salud (elaborados junto con el proyecto) deberán ser realizados por un técnico competente designado por el promotor.

Principios generales aplicables al proyecto

De conformidad con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en su artículo 15 deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular:

a) Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.

b) Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases del trabajo.

Los principios generales de prevención en materia de seguridad y de salud previstos en el artículo 15 mencionado, de aplicación por el proyectista, serán:

a) Evitar los riesgos.

b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.

c) Combatir los riesgos en su origen.

d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.

f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.

g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

9.6. Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

De acuerdo con el RD 105/2008 por la que se regula la gestión de los residuos de construcción y demolición, será imprescindible la confección de un Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el art 4, de obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición.

Este estudio servirá de base para que la empresa que en un futuro sea la encargada de realizar la ejecución de las obras, redacte y presente al Promotor del Proyecto específico y a su vez de la Obra a ejecutar, un Plan de Gestión en el que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en cumplimiento del Artículo 5, de obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición, del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por LA EMPRESA, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

CÁLCULOS

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 84

2. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA LÍNEA 84

2.1. DATOS DE LA LÍNEA AÉREA DE ALTA TENSIÓN 84
2.2. DENSIDAD DE CORRIENTE 84
2.3. PARÁMETROS ELÉCTRICOS 85
2.3.1. Potencia Eléctrica a Transportar 85
2.3.2. Resistencia Eléctrica 86
2.3.3. Inductancia 87
2.3.4. Capacidad 89
2.3.5. Impedancia de la Línea 89
2.3.6. Resistencia de Aislamiento de la Línea. Perditancia 90
2.3.7. Admitancia de la Línea 90
2.4. ESTUDIO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN. 90
2.5. PÉRDIDA DE POTENCIA 91
2.6. INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO 91
2.7. EFECTO CORONA Y PERTURBACIONES RADIOELÉCTRICAS 92
2.7.1. Consecuencias del efecto corona 92
2.7.2. Tensión crítica disruptiva 92
2.7.3. Pérdidas por Efecto Corona 94

3. CÁLCULO MECÁNICO DE LOS CONDUCTORES 95

3.1. CARGAS PERMANENTES 95
3.2. FUERZAS DEL VIENTO SOBRE LOS CONDUCTORES 96
3.3. SOBRECARGAS MOTIVADAS POR EL HIELO 98
3.4. TRACCIÓN MÁXIMA ADMISIBLE DEL CABLE 98
3.5. COMPROBACIÓN DE FENÓMENOS VIBRATORIOS 101
3.5.1. Every Day Stress (EDS) 101
3.5.2. Cold Hour Stress (CHS) 102
3.6. DETERMINACIÓN DE LA TRACCIÓN DE LOS CONDUCTORES 102
3.7. DETERMINACIÓN DE LA FLECHA DE LOS CONDUCTORES 104
3.8. DETERMINACIÓN DE LA FLECHA MÁXIMA 106
3.9. LONGITUD DEL CONDUCTOR 107
3.10. VANO DE REGULACIÓN 108
3.11. TABLAS DE REGULACIÓN 108
3.12. PLANTILLAS DE REPLANTEO 109

4. CÁLCULO DE SOLICITACIONES SOBRE APOYOS 110

4.1. CLASIFICACIÓN DE APOYOS 110
4.2. CARGAS Y SOBRECARGAS A CONSIDERAR EN EL CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS 111
4.2.1. Cargas Permanentes 111
4.2.2. Fuerzas del Viento sobre los Componentes de las Líneas Aéreas (1ª Hipótesis) 111
4.2.3. Sobrecargas Motivadas por el Hielo (2ª Hipótesis) 113
4.2.4. Desequilibrios de Tracciones (3ª Hipótesis) 113
4.2.5. Esfuerzos Longitudinales por Rotura de Conductores (4ª Hipótesis). 115
4.2.6. Esfuerzos Resultantes de Ángulo. 117
4.3. HIPÓTESIS DE CÁLCULO DE LOS APOYOS. 117
4.3.1. Apoyos de Líneas situados en ZONA A 118
4.3.2. Apoyos de Líneas situados en ZONAS B y C 119

5. CÁLCULO DE CIMENTACIONES 120

5.1. COMPROBACIONES EN LAS CIMENTACIONES 121
5.1.1. Comprobación a vuelco 121
5.1.2. Comprobación al arranque 124
5.1.3. Comprobación a compresión 126
5.1.4. Comprobación de la adherencia entre anclaje y cimentación 127

6. CONEXIÓN A TIERRA DE LA INSTALACIÓN. 129

6.1. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 134
6.1.1. Datos de Partida 134
6.1.2. Intensidad de Defecto y Reactancia Capacitiva 135
6.1.3. Líneas de Tierra 136
6.1.4. Condiciones de Instalación de los Electrodos 137
6.1.5. Dimensionamiento con respecto a la resistencia térmica. 137
6.1.6. Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas. 137
6.1.7. Obtención de datos de Resistividad del Terreno 142
6.2. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE LOS ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA 144
6.3. TENSIONES DE PASO Y CONTACTO ADMISIBLES 145
6.4. VERIFICACIÓN DEL DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA. 146
6.4.1. Tensión de Paso Máxima 146
6.4.2. Tensión de Contacto Máxima 147
6.4.3. Tensión de Defecto 148
6.4.4. Líneas con conductor de tierra. 148
6.4.5. Consideraciones finales 150

7. ANEXO A: "CONDICIONES SOBRE TRACCIÓN Y FLECHA DE LOS CONDUCTORES" 151

8. ANEXO B: TABLAS DE TENDIDO Y CÁLCULO MECÁNICO 167

1. Objetivo y ámbito de aplicación

El presente documento tiene por objeto establecer los criterios de cálculo que han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar y dimensionar las instalaciones recogidas en el Proyecto Tipo al que hace referencia.

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por la distribuidora, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA.

2. Cálculos Eléctricos de la línea

2.1. Datos de la Línea Aérea de Alta Tensión

Característica	Valor
Tensión Nominal (kV)	20,22,24
	25,30
Circuitos	Simple
	Doble
Frecuencia de la red (Hz)	50
Factor de potencia	0,9

2.2. Densidad de Corriente

Las densidades máximas de corriente en los conductores no pueden sobrepasar los valores que fija el reglamento en la Tabla 11 de la ITC-LAT 07 del RLAT, que, para los distintos conductores del presente Proyecto Tipo, son:

Conductor tipo	Composición	Coeficiente Reducción	Densidad de corriente aplicando el coeficiente de reducción (A/mm²)
47-AL1/8-ST1A (LA 56)	6+1	0,937	3,651
47-AL1/8-A20SA (LARL 56)			
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	6+1	0,937	3,381
94-AL1/22-ST1A (LA 110)	30+7	0,916	2,737
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	30+7	0,916	2,554
107-AL1/18-A20SA (LARL 125)	6+1	0,937	2,717
147-AL1/34-ST1A (LA 180)	30+7	0,916	2,374
147-AL1/34-A20SA (LARL 180)			
242-AL1/39-ST1A (LA 280)	26+7	0,937	2,068
242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)			

2.3. Parámetros Eléctricos

2.3.1. Potencia Eléctrica a Transportar

La potencia máxima que puede transportar la línea está en función de la tensión nominal que finalmente se asigne.

$$P_{max} = \sqrt{3} \times U \times I \times cos\varphi$$

Donde:

- P_{max} = Potencia máxima a transportar, en kW
- U = Tensión nominal de la línea, en kV
- I = Intensidad máxima del conductor, en A

A continuación, se indican las potencias máximas de transporte (kW) para cada tipo de conductor en función de la tensión nominal de la línea, para un cosφ= 0,9:

Conductor tipo	Intensidad máxima admisible (A)	Tensión nominal (kV)				
		20	22	24	25	30
47-AL1/8-ST1A (LA 56)	199,35	6,22	6,84	7,46	7,77	9,32
47-AL1/8-A20SA (LARL 56)	199,35	6,22	6,84	7,46	7,77	9,32
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	184,59	5,75	6,33	6,91	7,19	8,63
94-AL1/22-ST1A (LA 110)	318,04	9,92	10,91	11,90	12,39	14,87
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	296,75	9,25	10,18	11,10	11,56	13,88
107-AL1/18-A20SA (LARL 125)	339,93	10,60	11,66	12,72	13,25	15,90
147-AL1/34-ST1A (LA 180)	431,17	13,44	14,79	16,13	16,80	20,16
147-AL1/34-A20SA (LARL 180)	431,17	13,44	14,79	16,13	16,80	20,16
242-AL1/39-ST1A (LA 280)	581,22	18,12	19,93	21,74	22,65	27,18
242-AL1/39-A20SA (LARL 280)	581,22	18,12	19,93	21,74	22,65	27,18

2.3.2. Resistencia Eléctrica

La resistencia total de la línea se determina conocida la resistencia por unidad de longitud R_L y de la longitud de la línea:

$$R = R_\theta \times L$$

Donde:

- R = Resistencia eléctrica de la línea, en Ω
- R_θ = Resistencia por unidad de longitud, en Ω/km
- L = Longitud de la línea, en km

La resistencia de un conductor eléctrico por unidad de longitud, en corriente alterna (C.A.) y a una temperatura θ se obtiene del siguiente modo:

$$R_\theta = R_{20} \cdot [1 + \alpha_{20} \cdot (\theta - 20)]$$

Donde:

- R_θ = Resistencia del conductor por unidad de longitud, en C.A. a la temperatura de θ ºC, en Ω/km
- R_{20} = Resistencia del conductor, en C.C. a la temperatura de 20 ºC, en Ω/km
- α_{20} = Coeficiente de variación de la resistividad a 20 ºC en función de la temperatura, en $ºC^{-1}$
- θ = Temperatura de trabajo, en ºC

Conductor tipo	Resistencia por unidad de longitud (Ω/km) a 20 ºC
47-AL1/8-ST1A (LA 56)	0,6129
47-AL1/8-A20SA (LARL 56)	0,5802
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	0,7054
94-AL1/22-ST1A (LA 110)	0,3067
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	0,3530
107-AL1/18-A20SA (LARL 125)	0,2530
147-AL1/34-ST1A (LA 180)	0,1963
147-AL1/34-A20SA (LARL 180)	0,1819
242-AL1/39-ST1A (LA 280)	0,1195
242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)	0,1132

2.3.3. Inductancia

La inductancia de la línea da origen a una reactancia inductiva en serie con R:

$$X_L = \omega \times L_L \times L = 2 \times \pi \times f \times L_L \times L$$

Donde:

- X_L = Reactancia inductiva de la línea, en Ω
- ω = 2Πf
- L_L = Inductancia por unidad de longitud, en H/km

$$L_L = 2 \times 10^{-4} \times Ln \frac{DMGe}{RMGe'}$$

- L = longitud de la línea, en km

con:

- DMGe = es la distancia media geométrica equivalente entre las fases

Tipo de Circuito	Separación media geométrica (mm)
Simple Circuito	$DMGe = DMG = \sqrt[3]{d_{12} \times d_{23} \times d_{31}}$
Doble Circuito	$DMGe = \sqrt[3]{DMG_{ab} \times DMG_{ac} \times DMG_{bc}}$ $DMG_{ab} = \sqrt[4]{d_{12} \times d_{12'} \times d_{1'2} \times d_{1'2'}}$ $DMG_{ac} = \sqrt[4]{d_{13} \times d_{13'} \times d_{1'3} \times d_{1'3'}}$ $DMG_{bc} = \sqrt[4]{d_{23} \times d_{23'} \times d_{2'3} \times d_{2'3'}}$

Siendo:

- d_{12}, d_{23}, d_{31} = Distancia entre los distintos conductores con la configuración de simple circuito, en mm.
- $d_{12'}$, $d_{2'3}$, $d_{3'1}$ = Distancia entre los distintos conductores con la configuración de doble circuito, en mm.
- RMG´ = Radio medio geométrico para la inductancia de una fase compuesta por un haz de "n" conductores separados por una distancia d, en mm

Tipo de Circuito	Separación media geométrica (mm)
Simple Circuito	$RMG' = e^{-\frac{1}{4}} \times r$
Doble Circuito	$RMG' = \sqrt[n]{e^{-\frac{1}{4}} \times r \times n \times \left(\frac{d}{2 \times sen\left(\frac{\pi}{n}\right)} \right)^{n-1}}$

Donde:

- r = radio del conductor, en mm
- n = número de conductores por fase
- d= distancia entre los conductores de una misma fase

2.3.4. Capacidad

La capacidad de la línea da origen a una susceptancia capacitiva en paralelo con R y X:

$$B = \omega \times C_L \times L$$

Donde:

- B = Susceptancia capacitiva de la línea, en Siemens (S)
- ω = 2Πf
- L = longitud de la línea, en km
- C_L = Capacidad por unidad de longitud, F/km

$$C_L = \frac{0,0556 \cdot 10^{-6}}{ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)}$$

Donde:

- DMG = es la distancia media geométrica entre las fases (ya calculada en el apartado anterior).
- RMG = radio medio geométrico para la capacidad de una fase compuesta por un haz de "n" conductores separados por una distancia d, en mm

Tipo de Circuito	Separación media geométrica (mm)
Simple Circuito	$RMG = r$
Doble Circuito	$RMG' = \sqrt[n]{r \times n \times \left(\frac{d}{2 \times sen\left(\frac{\pi}{n}\right)}\right)^{n-1}}$

2.3.5. Impedancia de la Línea

La impedancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de la resistencia y reactancia kilométrica, dada por la siguiente fórmula:

$$Z = R + jX_L$$

2.3.6. Resistencia de Aislamiento de la Línea. Perditancia

La resistencia de aislamiento de la línea se expresa por su inversa, que se denomina perditancia G.

La perditancia o conductancia kilométrica de la línea vendrá dada por los valores de las pérdidas por efecto corona y por las pérdidas en los aisladores, donde:

$$G = [P_A + P_{EC}] \times \frac{10^{-3}}{V^2} \approx 0$$

Debido a que tanto las pérdidas por efecto corona (PEC) como las pérdidas en los aisladores (PA), considerando la longitud de la línea, resultan prácticamente despreciables, se considera que el valor de la perditancia es **cero**.

2.3.7. Admitancia de la Línea

La admitancia de la línea viene dada por los valores de conductancia y susceptancia kilométrica, mediante la ecuación:

$$\bar{A} = G + jB$$

2.4. Estudio de la Caída de Tensión.

A partir de la determinación de los parámetros eléctricos de la línea y conocida la potencia demandada por la carga (potencia activa con su factor de potencia) podrán establecerse las ecuaciones en régimen permanente que relacionan la tensión y la corriente en cualquier punto de la línea.

Ya que las líneas a calcular en el presente Proyecto Tipo son mucho menores de 80 km, la ecuación que se muestra a continuación es simplificada:

$$\Delta U_{l(\%)} = \frac{\Delta U_l}{U_{2l}} \times 100 = \frac{P \times L \times (R_L + X_L \times \mathrm{tg}\phi)}{U_{2l}^2} \times 100$$

Donde:

- $\Delta U_{I(\%)}$ = caída de tensión en la línea expresada en %
- P = Potencia activa trifásica demandada por la carga (W)
- U_{2l} = Tensión de línea en el lado de la carga (V)
- L = Longitud de la línea (km)
- R_L = Resistencia óhmica por unidad de longitud (Ω/km)
- X_L = Reactancia inductiva por unidad de longitud (Ω/km)
- tgφ = tangente del ángulo de fase

que en voltios, será:

$$\Delta U_l = \Delta U_{l(\%)} \times U_{2l}$$

2.5. Pérdida de Potencia

Y la pérdida de potencia porcentual por la ecuación:

$$\Delta P_{(\%)} = \frac{3 \times I^2 \times R}{P} \times 100 = \frac{(R_L \times P \times L)}{U_{2l}^2 \times cos^2 \varphi} \times 100$$

2.6. Intensidades de Cortocircuito

La línea está diseñada para resistir sin dañarse los efectos mecánicos y térmicos, debidos a las intensidades de cortocircuito.

2.7. Efecto Corona y Perturbaciones Radioeléctricas

Será preceptiva la comprobación del comportamiento de los conductores al efecto corona únicamente en líneas con tensión nominal igual a 30 kV.

- Es una descarga, en ocasiones luminosa, debida a la ionización del aire que rodea a un conductor en el cual existe un gradiente de potencial superior a un determinado valor.
- Aparece a tensiones altas: aproximadamente 30 kV/cm en el aire.
- En las líneas aéreas, puede aparecer en los conductores, herrajes, amortiguadores, aisladores, y en general en cualquier punto donde se supere el gradiente de potencial mínimo.
- Puede resultar visible y audible.

2.7.1. Consecuencias del efecto corona

Efectos más importantes:

- Pérdidas de energía.
- Radiointerferencias.
- Deterioro del material.
- Producción de compuestos contaminantes.

2.7.2. Tensión crítica disruptiva

Es la tensión a la que el campo eléctrico en la superficie del conductor excede a la rigidez dieléctrica del aire y comienza el efecto corona.

Existe también una tensión crítica visual, superior a la tensión crítica disruptiva, a partir de la cual el efecto corona se hace visible.

Se calcula con la fórmula de Peek:

$$U_D = \sqrt{3} \times m_d \times m_t \times \delta \times \varepsilon_{ra} \times \frac{r}{\beta} \times In\frac{D}{r}$$

Donde:

- U_D = es la tensión crítica disruptiva (eficaz, tensión de línea) en kV
- m_d = es el coeficiente de rugosidad del conductor

Rugosidad del Conductor	Valor
Hilos de superficie lisa	1
Hilos Oxidados o rugosos	0,93 – 0,98
Conductores formados por hilos	0,83 – 0,87

- m_t – es el coeficiente meteorológico

Coeficiente meteorológico	Valor
Tiempo seco	1
Tiempo húmedo	0,8

- δ = es el factor de corrección de la densidad del aire (1 a 76 cm y 25 ºC)

$$\delta = \frac{3{,}921 \times h}{273 + \theta}$$

Donde:

h = es la presión barométrica, en cm de mercurio

$$h = 76 \times 10^{-\frac{Y}{18{,}4}}$$

Y = altura sobre el nivel del mar, en kilómetros

θ = es la temperatura del aire, en grados centígrados

$$\theta = 25 - 5 \times Y$$

- ε_{ra} = 21,1 kV/cm es la rigidez dieléctrica del aire
- r = es el radio del conductor, en cm
- β = es un factor que recoge el efecto de la disposición de los conductores en haces (dúplex, tríplex, etc.).

$$\beta = \frac{1 + (n-1) \times \frac{r}{R_h}}{n}$$

Donde:

n = es el número de haces de conductores de fase

$$R_h = \frac{S}{2 \times \operatorname{sen} \frac{\Pi}{n}}$$

S = separación entre conductores, en cm

- D = es la distancia media geométrica entre fases, en cm

Para que no haya pérdidas por efecto corona, se tiene que cumplir que:

$$U_D > U_n$$

2.7.3. Pérdidas por Efecto Corona

Las pérdidas por efecto corona, se calculan a través de la siguiente expresión:

$$p = \frac{241}{\delta} \times (f + 25) \times \sqrt{\frac{r}{D}} \times \left(\frac{U_s}{\sqrt{3}} - \frac{U_D}{\sqrt{3}}\right)^2 10^{-5}$$

Donde:

- p = es la pérdida de potencia por fase, en kW/km
- δ = es el factor de corrección de la densidad del aire
- f = es la frecuencia, en hercios
- U_s = es la tensión compuesta más elevada de la red, en kV.
- U_D = es la tensión compuesta crítica disruptiva, en kV

3. Cálculo Mecánico de los Conductores

En este punto se desarrollan los cálculos mecánicos relativos a los conductores cuyas características han quedado definidas en la Memoria del presente Proyecto Tipo.

Se da cumplimiento a lo prescrito en el Artículo 3.2 de la ITC-LAT 07, desarrollando el estudio de los conductores y determinando las tensiones mecánicas en las diferentes hipótesis reglamentarias y de regulado (tendido) por aplicación de la ecuación de cambio de condiciones (etc.), teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Condición 1: Que el coeficiente de seguridad a la rotura sea como mínimo igual a 3 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tracción de los conductores.

- Condición 2: Siempre que la ubicación no se haya identificado como zonas sensibles definidas por las condiciones indicadas en el apartado 3 (Características Generales) de la Memoria del presente documento, se podrá prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis, rotura de conductores, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre, siempre que se cumplan las condiciones del apartado 3.5.3. de la ITC-LAT 07.

- Condición 3: Que la tracción de trabajo de los conductores a 15 ºC sin ninguna sobrecarga, no exceda del 15% de la carga de rotura.

Se ha considerado la incidencia de posibles fenómenos vibratorios, ITC-LAT 07 apartado 3.2.2, al establecer la condición 3, por la que se tiene en cuenta el tense límite dinámico del conductor desde el punto de vista del fenómeno vibratorio eólico del mismo. EDS (tensión de cada día, Every Day Stress).

Las condiciones que se establecen en los apartados 3.2.1 y 3.2.3 de la ITC-LAT 07 sobre tracción y flecha máxima, aplicadas a cada tipo conductor y zona, se indican en las siguientes tablas que figuran en el anexo B del presente proyecto tipo.

3.1. Cargas Permanentes

Se consideran cargas verticales debidas al peso propio de los elementos, en este caso del conductor, el cable de tierra, cable de tierra de fibra óptica, o cable de fibra óptica.

Los pesos de los conductores y cables de tierra (OPGW) y comunicaciones de las líneas objeto del presente documento son:

Conductor tipo	Peso (kg/km)
47-AL1/8-ST1A (LA 56)	189,10
47-AL1/8-A20SA (LARL 56)	179,70
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	188,60
94-AL1/22-ST1A (LA 110)	432,50
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	432,20
107-AL1/18-A20SA (LARL 125)	412,00
147-AL1/34-ST1A (LA 180)	675,80
147-AL1/34-A20SA (LARL 180)	634,00
242-AL1/39-ST1A (LA 280)	976,20
242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)	929,00

Para los cables de tierra de fibra óptica:

Conductor tipo	Peso (kg/km)
OPGW 48 (82/32)17	844,89
OPGW 96 (82/32)17	883,67

Y para los cables de fibra óptica:

Conductor tipo	Peso (kg/km)
ADSS 48 AB	213,26
ADSS 96 AB	248,97

3.2. Fuerzas del Viento sobre los Conductores

Se considerará un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, y se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La presión del viento en los conductores, en función de su velocidad VV en km/h, causa fuerzas transversales a la dirección de la línea, al igual que aumenta las tensiones sobre los conductores.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Considerando los vanos adyacentes, la fuerza del viento que ejerce cada conductor sobre un apoyo en alineación es la resultante de la siguiente fórmula:

$$F_C = q \times d \times \frac{a_1 + a_2}{2} (\text{daN})$$

Donde:

- F_C = fuerza de los conductores con viento, en daN
- q = presión de viento, que para los cables de las líneas objeto del presente documento será:

  $= 60 \times \left(\frac{V_V}{120}\right)^2$, en daN/m², para conductores de diámetro ≤ 16 mm

  $= 50 \times \left(\frac{V_V}{120}\right)^2$, en daN/m², para conductores de diámetro > 16 mm

- d = diámetro del conductor, en m
- a_1, a_2= longitudes de los vanos adyacentes, en m

En casos climatológicos especiales, cuando el proyectista considere que la línea pueda encontrarse sometida a cargas combinadas de hielo y de viento, se deberá considerar el diámetro incluido el espesor del manguito de hielo, para lo cual consideraremos un peso volumétrico específico del hielo de valor 750 daN/m3. En estos casos el proyectista tendrá que elaborar sus propias tablas de tendido.

La fuerza total del viento sobre los conductores en haz estará definida como la suma de las fuerzas sobre cada uno de los conductores, sin tener en cuenta posibles efectos de pantalla entre conductores, ni aún en el caso de haces de conductores de fase.

En las fuerzas del viento sobre apoyos en ángulo, ha de tenerse en cuenta la influencia del cambio de la dirección de la línea, así como las longitudes de los vanos adyacentes.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

3.3. Sobrecargas Motivadas por el Hielo

A estos efectos, el país se clasifica en tres zonas:

- Zona A: la situada a menos de 500 m de altitud sobre el nivel del mar.
- Zona B: la situada a una altitud entre 500 y 1.000 metros sobre el nivel del mar.
- Zona C: la situada a una altitud superior a los 1.000 metros sobre el nivel del mar.

Las sobrecargas de hielo a considerar para el cálculo de conductores en función de la zona en que se proyecten serán las siguientes:

- Zona A: no se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.
- Zona B: se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra o cables de tierra de fibra óptica a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: 0,18 x $\sqrt{d}$ daN por metro lineal, siendo "d" el diámetro del conductor o cable de tierra o cable de tierra de fibra óptica en milímetros.
- Zona C: se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra o cables de tierra de fibra óptica a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: 0,36 × $\sqrt{d}$ daN por metro lineal, siendo "d" el diámetro del conductor o cable de tierra o cable de tierra de fibra óptica en milímetros. Para altitudes superiores a 1500 metros, el proyectista deberá establecer las sobrecargas de hielo mediante estudios pertinentes, no pudiéndose considerar sobrecarga de hielo inferior a la indicada anteriormente.

3.4. Tracción Máxima Admisible del Cable

La tracción máxima de los conductores, cables de tierra, cables de tierra de fibra óptica y cables de fibra óptica no resultará superior a su carga de rotura mínima dividida por 3 para conductores cableados, considerándoles sometidos a la hipótesis de sobrecarga en función de que la zona sea A, B o C.

ZONA A			
Hipótesis	**Temperatura ºC**	**Sobrecarga Viento**	**Sobrecarga Hielo**
Tracción máxima viento	-5	Según apartado 3.1.2.	No aplica
ZONA B			
Tracción máxima viento	-10	Según apartado 3.1.2.	No aplica
Tracción máxima hielo	-15	No aplica	Según apartado 3.1.3.
ZONA C			
Tracción máxima viento	-15	Según apartado 3.1.2.	No aplica
Tracción máxima hielo	-20	No aplica	Según apartado 3.1.3.

En caso de que en la zona atravesada por la línea sea de temer la aparición de velocidades de viento excepcionales, se considerarán los conductores, cables de tierra, cables de tierra de fibra óptica y cables de fibra óptica a la temperatura de -5ºC en zona A, -10ºC en zona B Y -15 ºC en zona C, sometidos a su propio peso y a una sobrecarga de viento correspondiente a una velocidad superior a 120 km/h. El valor de la velocidad de viento excepcional será fijado por el proyectista, en función de las velocidades registradas en las estaciones meteorológicas más próximas a la zona por donde transcurre la línea.

La tracción máxima, a la que se verán sometidos los conductores, cables de tierra de fibra óptica y cables de fibra óptica, será la indicada en la siguiente tabla:

Conductor tipo	**Carga de rotura (daN)**	**Tracción máxima (daN)**
47-AL1/8-ST1A (LA 56)	1629	543
47-AL1/8-A20SA (LARL 56)	1707	569
47-AL3/8-ST1A (DA 56)	2237	746
94-AL1/22-ST1A (LA 110)	4317	1439
94-AL3/22-ST1A (DA 110)	5353	1784
107-AL1/18-A20SA (LARL 125)	3502	1167
147-AL1/34-ST1A (LA 180)	6494	2165
147-AL1/34-A20SA (LARL 180)	6706	2235
242-AL1/39-ST1A (LA 280)	8489	2830
242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)	8726	2909
OPGW 48 (82/32)17	7.700	2.566
OPGW 96 (82/32)17		
ADSS 48 AB	6.485	1.000
ADSS 96 AB		

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Esta tracción máxima será fijada previamente para unas condiciones iniciales de diseño, en el punto más desfavorable del cantón

Para el caso de vanos desnivelados, se deberá verificar el cumplimiento de las expresiones que relacionan las tracciones representadas en la figura 1.

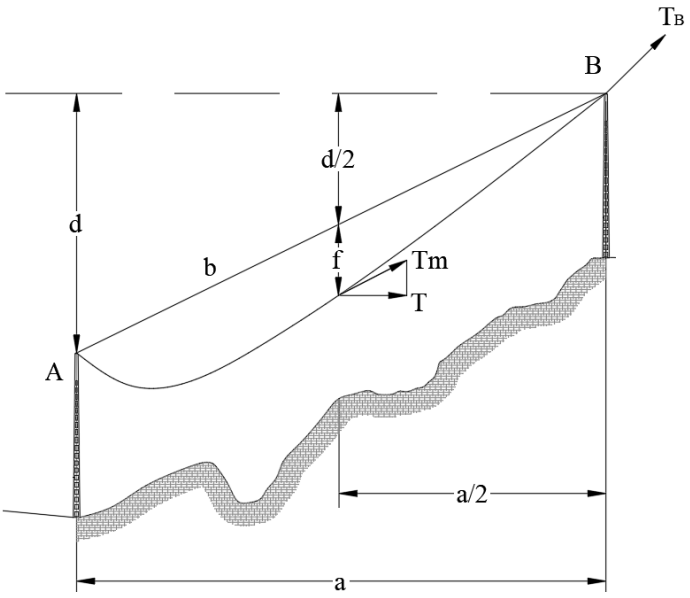


Figura 1. Tracciones en un vano desnivelado.

Siendo:

- T_B: Tracción máxima, en el punto más elevado del conductor (daN)
- T_m: tracción en el punto medio del vano (daN)
- T: componente horizontal de la tracción en el punto medio del vano (daN)
- a: distancia horizontal entre apoyos (m)
- b: distancia entre los puntos A, y B (m)
- d: desnivel del vano (m)
- f: flecha del conductor (m)

El tense máximo de diseño se corresponderá con la componente horizontal de la tracción en el punto medio del vano (T).

Se exigirá que el valor del tense de diseño cumpla con la siguiente condición:

$$T = \frac{a}{b} \cdot T_{m.}$$

Siendo:

$$T_m = T_B - p \cdot (f + \frac{d}{2})$$

Se empleará un único tense (T) para el diseño, fijado previamente para el cálculo de toda una línea aérea, con la posibilidad de adaptar el estudio de cantones peculiares a otros tenses de diseño específicos.

3.5. Comprobación de Fenómenos Vibratorios

3.5.1. Every Day Stress (EDS)

Factor vibratorio cuyo significado se refiere a la tensión que está sometido un cable la mayor parte del tiempo correspondiente a la temperatura media, o temperaturas próximas a ella, y considerando el cable sin sobrecarga.

En España, según la ITC-LAT 07, se considera como temperatura media, 15ºC.

$$EDS(\%) = \frac{T_{15^oC}}{T_{ROTURA}} \times 100$$

Donde:

- $T_{15ºC}$ = tense del conductor a 15ºC, en daN
- T_{ROTURA} = carga de rotura del conductor, en daN

Los límites fijados para el EDS son:

- Que la tracción sea NO superior al 22% de la carga de rotura del conductor a una temperatura de 15ºC si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos.
- Que la tracción sea NO superior al 15% de la carga de rotura del conductor a una temperatura de 15ºC si NO se instala ningún dispositivo de amortiguamiento.

3.5.2. Cold Hour Stress (CHS)

Tense dinámico a horas frías. Es el que tiene en cuenta el fenómeno vibratorio eólico del cable en condiciones de temperaturas mínimas frecuentes sin sobrecarga.

Aunque este coeficiente no está especificado en el Reglamento de Líneas de Alta tensión, la experiencia en la explotación de líneas aéreas ha demostrado que el conductor puede romperse como consecuencia de fenómenos vibratorios en condiciones de temperatura mínima, sin sobrecarga.

En España, se suele considerar, como temperatura media, -5ºC.

$$CHS(\%) = \frac{T_{-5ºC}}{T_{ROTURA}} \times 100$$

Donde:

- $T_{-5ºC}$ = tense del conductor a -5ºC, en daN
- T_{ROTURA} = carga de rotura del conductor, en daN

Los límites fijados para el CHS, son:

- Que la tracción sea NO superior al 20% de la carga de rotura del conductor a una temperatura de -5ºC.

3.6. Determinación de la Tracción de los Conductores

Para determinar la tracción de los conductores utilizamos la ecuación de cambio de condiciones la cual permite calcular la tensión a que estará sometido un conductor en unas determinadas condiciones de temperatura y sobrecarga, partiendo de una tensión fijada previamente para otras condiciones iniciales de temperatura y sobrecarga.

Estas condiciones de partida se seleccionan teniendo en cuenta conjuntamente los límites de tensión fijados en los apartados anteriores.

$$T^2 \cdot \left(T + \alpha \cdot (\sigma - \sigma_1) \cdot S \cdot E - T_1 + \frac{a^2}{24} \cdot \frac{P_m^2}{T_1^2} \cdot S \cdot E \right) = \frac{a^2 \cdot p^2}{24} \cdot S \cdot E$$

La fórmula anteriormente indicada se puede expresar de forma práctica:

$$T^2 \cdot [T + A] = B$$

Por lo que:

$$T^2 \cdot \left(\overbrace{T + \alpha \cdot (\sigma - \sigma_1) \cdot S \cdot E - T_1 + \frac{a^2}{24} \cdot \frac{P_m^2}{T_1^2} \cdot S \cdot E}^{\text{A}} \right) = \overbrace{\frac{a^2 \cdot p^2}{24} \cdot S \cdot E}^{\text{B}}$$

Para trabajar con la formula anterior se opera de la siguiente manera:

$$A = S \cdot E \cdot \left(\alpha \cdot (\sigma - \sigma_1) + \frac{a^2}{24} \cdot \frac{P_m^2}{T_1^2} \right) - T_1$$

$$B = \frac{a^2 \cdot p^2}{24} \cdot S \cdot E$$

$$T^2 \cdot [T + A] = B$$

Donde:

- T_1 = Tense máximo de diseño en el estado inicial (daN)
- T = Tense máximo de diseño en el estado final (daN)
- α = Coeficiente de la dilatación lineal del cable
- σ_1 = Temperatura en grados centígrados, correspondiente al máximo tense permisible
- σ = Temperatura en grados centígrados, correspondiente al tense "T" que se quiere determinar
- S = Sección total del conductor en [mm^2]
- E = Módulo de elasticidad en [daN/mm^2]
- a = Vano en metros

- P_m = Peso unitario del haz en las condiciones de las acciones más desfavorables [daN/m]
- p = Peso unitario del haz en las condiciones del tense "T" que se quiere determinar [daN/m]

Para el cálculo del peso aparente del cable, se tendrán en cuenta las cargas descritas en los apartados anteriores, del presente documento.

3.7. Determinación de la Flecha de los Conductores

El tense no es constante en el conductor, sino que varía a lo largo de la curva, desde un valor mínimo en el punto más bajo, hasta un valor máximo en el amarre.

Para los vanos utilizados corrientemente en este tipo de líneas, puede admitirse sin error importante el operar con un único tense.

El tense (T) y la fecha (f) vienen relacionadas por la fórmula:

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

Teniendo en cuenta que el valor del coseno hiperbólico:

$$\cosh(x) = \frac{e^{x} + e^{-x}}{2}$$

La flecha del conductor queda:

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

Siendo:

- f = flecha en metros
- T = Tense máximo de diseño (daN)
- a = Vano en metros
- e = base logaritmo neperiano
- p = Peso unitario del conductor (daN/m)
- m = Coeficientes de sobrecarga, Q_A, Q_B o Q_C. Su uso será en función de la zona en la que estemos trabajando y el tipo de sobrecargas que tengamos definidas. Siendo:

  En zona A → m = Q_A

  En zona B → m = Q_B

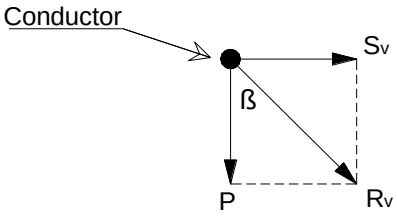
  En zona C → m = Q_C

  Los coeficientes Q_A, Q_B, Q_C, son las relaciones entre el peso aparente y el peso propio p_{ap}/p

  Siendo:

  - En caso de viento: $P_{ap} = R_V = \sqrt{P^2 + S_V{}^2}$ (daN/m)

    Donde $S_V = q \cdot \emptyset$ (daN/m), la sobrecarga de viento, donde q es la presión reglamentaria de viento que depende del diámetro, Ø, del conductor.

  - En caso de hielo: $P_{ap} = P + P_h$ (daN/m)

    Donde $P_h = 0{,}18 \cdot \sqrt{\emptyset}$ (daN/m) para zona B, y $P_h = 0{,}36 \cdot \sqrt{\emptyset}$ (daN/m) para zona C, estando Ø expresado en mm.

En la práctica para el cálculo de la flecha se puede utilizar la aproximación parabólica, que hasta vanos de 500 m comete un error despreciable. Las flechas resultantes de realizar el cálculo mediante la expresión de la parábola o de la catenaria, arroja unos resultados de flecha menores para el primer método que para el segundo.

La expresión utilizada para el cálculo de la flecha por el método de la parábola será:

$$f = \frac{p \cdot a^2}{8 \cdot T}$$

Donde:

- f = flecha en metros
- T = Tense máximo de diseño (daN)
- p = Peso unitario del haz en las condiciones del tense "T" que se quiere determinar (daN/m)
- a = Vano en metros

En el presente proyecto tipo los valores de las tablas de tenses y flechas de tendido se han realizado en base a la expresión de cálculo de la ecuación de la catenaria.

3.8. Determinación de la Flecha Máxima

Para la determinación de la flecha máxima de los conductores, cables de tierra, cables de tierra de fibra óptica y cables de fibra óptica, utilizamos la ecuación del apartado anterior considerando los conductores en las siguientes condiciones:

En zonas A, B y C, según apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07:

- Hipótesis de viento - Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según el apartado 3.2. del presente documento, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de +15 ºC.
- Hipótesis de temperatura - Sometidos a la acción de su peso propio, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Para las líneas objeto del presente documento, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 50 ºC.
- Hipótesis de hielo - Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según el apartado 3.3, a la temperatura de 0 ºC.

3.9. Longitud del conductor

La obtención de la longitud del cable se puede realizar para la forma de la catenaria mediante la expresión:

$$l = \sqrt{d^2 + 2 \cdot h^2 \cdot \left[\cosh\left(\frac{a}{h}\right) - 1\right]}$$

La expresión de la formula anterior en base "e" será:

$$l = \sqrt{d^2 + 2 \cdot h^2 \cdot \left[\left(\frac{e^{\frac{a}{h}} + e^{-\left(\frac{a}{h}\right)}}{2}\right) - 1\right]}$$

Donde:

- l = longitud del cable (m)
- d = Desnivel entre los puntos de sujeción del conductor (m)
- h = Parámetro de la catenaria T/p
- T = Tense máximo de diseño (daN)
- p = Peso unitario del cable (daN/m)
- a = Longitud del vano proyectado (m)
- e = base logaritmo neperiano

Como siempre podemos utilizar como aproximación la fórmula de la parábola para el cálculo de la longitud del cable, que sería:

$$l = a + \frac{a^3 \cdot p^2}{24 \cdot T^2}$$

3.10. Vano de Regulación

El comportamiento de la componente horizontal de la tracción mecánica de los conductores, cables de tierra, cables de tierra de fibra óptica y cables de fibra óptica, en una serie de vanos comprendidos entre apoyos de amarre se asimila al experimentado por el mismo conductor en un único vano "ficticio" denominado "vano ideal de regulación", determinándose para un cantón constituido por i vanos de a_i metros a través de la expresión:

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

Donde:

- a_r = Vano de regulación ideal, en metros
- a_i = Longitud de cada uno de los vanos de la alineación de que se trate, en metros.

3.11. Tablas de Regulación

A continuación, se calculan las flechas con las que debe ser instalado el conductor en función de la temperatura y sin actuar sobrecarga alguna.

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:

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

Donde:

- f = Flecha, en m
- H = parámetro de la catenaria (m). $\mathrm{H} = \frac{\mathrm{T_m}}{\mathrm{P}}$
- a = Longitud del vano proyectado en m
- d = Desnivel entre apoyos, en m

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

- X_S = Abscisa del apoyo superior, en m
- X_i = Abscisa del apoyo inferior, en m

Los valores de X_S y X_i vienen dados por las expresiones:

$$X_i = H \times \left(\operatorname{argsenh}\left(\frac{\frac{d}{H}}{\sqrt{\operatorname{senh}^2 \frac{a}{H} - \left(\cosh \frac{a}{H} - 1\right)^2}} \right) - \operatorname{argtangh}\left(\frac{\cosh \frac{a}{H} - 1}{\operatorname{senh} \frac{a}{H}} \right) \right)$$

$$X_S = a + X_i$$

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

$$f = \left(1 + \frac{d^2}{2 \times a^2}\right) \times \frac{a^2 \times p}{8 \times T_m}$$

Donde:

- p = Peso del cable, en daN/m
- T_m= Tracción en el punto medio del vano, en daN

3.12. Plantillas de Replanteo

Para el dibujo de la catenaria se empleará la expresión:

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

Donde:

- a = valor del semivano, en metros
- T =Tense máximo de diseño (daN)
- P = Peso aparente del cable, en daN/m.

Hasta vanos de 500 m de longitud y un desnivel menor del 10% se podrá utilizar la ecuación de la parábola en lugar de la de la catenaria.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

4. Cálculo de Solicitaciones sobre Apoyos

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores y los cables de tierra, cables de tierra de fibra óptica y cables de fibra óptica de modo directo a las estructuras de apoyo.

Los materiales empleados presentarán una resistencia elevada a la acción de los agentes atmosféricos.

4.1. Clasificación de Apoyos

- Atendiendo al tipo de Cadena de Aislamiento y a su función en la línea, los apoyos se clasifican en:

    - Apoyo de suspensión: apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión. Todos los apoyos de la línea cuya función sea de suspensión se identificarán en los planos de perfil del proyecto de la línea como "AL-SU" para apoyos en alineación, y "ANG-SU" para apoyos en ángulo.
    - Apoyo de amarre: apoyo con cadenas de aislamiento de amarre. Todos los apoyos de la línea cuya función sea de amarre se identificarán en los planos de perfil del proyecto de la línea como "AL-AM" para apoyos en alineación, y "ANG-AM" para apoyos en ángulo.
    - Apoyo de anclaje: apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea. Limitará, en ese punto, la propagación de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional. Todos los apoyos de la línea cuya función sea de anclaje se identificarán en los planos de perfil del proyecto de la línea como "AL-ANC" para apoyos en alineación, y "ANG-ANC" para apoyos en ángulo.
    - Apoyo de principio o fin de línea: son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre, destinados a soportar, en sentido longitudinal, las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido. Todos los apoyos de la línea cuya función sea de principio o fin de línea se identificarán en los planos de perfil del proyecto de la línea como "FL".
    - Apoyos especiales: son aquellos que tienen una función diferente a las definidas en la clasificación anterior. Todos los apoyos de la línea cuya función sea un apoyo especial se identificarán en los planos de perfil del proyecto de la línea como "ESP".

  Los apoyos de los tipos enumerados pueden aplicarse a diferentes fines de los indicados, siempre que cumplan las condiciones de resistencia y estabilidad necesarias al empleo a que se destinen.

- Atendiendo a su posición relativa respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasifican en:
    - Apoyos de alineación: apoyos de suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo rectilíneo de la línea.
    - Apoyo de ángulo: apoyo de suspensión, amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de una línea.

4.2. Cargas y Sobrecargas a considerar en el Cálculo Mecánico de Apoyos

4.2.1. Cargas Permanentes

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso propio de los distintos elementos: conductores, aisladores, herrajes, cables de fibra óptica, apoyos.

4.2.2. Fuerzas del Viento sobre los Componentes de las Líneas Aéreas (1ª Hipótesis).

Se considerará un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad. Se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

La acción del viento, en función de su velocidad V_v en km/h, da lugar a las fuerzas que a continuación se indican sobre los distintos elementos de la línea.

Fuerzas del viento sobre los conductores.

Ver apartado 3.2. Fuerzas del viento sobre los conductores.

Fuerzas del viento sobre las cadenas de aisladores.

La fuerza del viento sobre cada cadena de aisladores será:

$$F_C = q \times A_i$$

Donde:

- A_i= área de la cadena de aisladores proyectada horizontalmente en un plano vertical paralelo al eje de la cadena de aisladores, m^2
- $q = \text{presión de viento} = 70 \times \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \; daN/m^2$

Fuerza del viento sobre los apoyos de celosía.

La fuerza del viento sobre los apoyos de celosía será:

$$F_C = q \times A_t$$

Donde:

- A_t= área del apoyo expuesta al viento proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m^2.
- $q = \text{presión de viento} = 170 \times \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \; daN/m^2$

Fuerzas del viento sobre superficies planas.

Las fuerzas del viento sobre las superficies planas serán:

$$F_C = q \times A_p$$

Donde:

- A_p= área proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m^2.
- $q = \text{presión de viento} = 100 \times \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \; daN/m^2$

Fuerzas del viento sobre las superficies cilíndricas.

Las fuerzas del viento sobre las superficies cilíndricas serán:

$$F_C = q \times A_{pol}$$

Donde:

- A_{pol}= área proyectada en el plano normal a la dirección del viento, en m^2.
- $q = \text{presiónde viento} = 70 \times \left(\frac{V_V}{120}\right)^2 \ daN/m^2$

4.2.3. Sobrecargas Motivadas por el Hielo (2ª Hipótesis).

Ver apartado 3.3., Sobrecargas motivadas por el hielo.

4.2.4. Desequilibrios de Tracciones (3ª Hipótesis)

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

<u>Desequilibrio en apoyos de alineación con cadenas de aislamiento de suspensión.</u>

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.

- Para Zona A

$$E_{\mathrm{dt}} = n \times T_V \times \frac{8}{100}$$

- Para Zonas B y C

$$E_{\mathrm{dt}} = n \times T_H \times \frac{8}{100}$$

Donde:

- E_{dt} = Desequilibrio de tracciones sobre el apoyo
- n = número de conductores en el apoyo

- T_V= Tracción de los conductores con sobrecarga de viento, en daN

  -5º C, en Zona A

  -10º C, en Zona B

  -15º C, en zona C

- T_H= Tracción de los conductores con sobrecarga de hielo, en daN

  -15ºC, en Zona B

  -20ºC, en Zona C

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.

- Para Zona A

$$E_{\mathrm{dt}} = n \times T_V \times \frac{15}{100}$$

- Para Zonas B y C

$$E_{\mathrm{dt}} = n \times T_H \times \frac{15}{100}$$

Desequilibrio 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.

- Para Zona A

$$E_{\mathrm{dt}} = n \times T_V \times \frac{50}{100}$$

- Para Zonas B y C

$$E_{\mathrm{dt}} = n \times T_H \times \frac{50}{100}$$

Desequilibrio 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.

- Para Zona A

$$E_{\mathrm{dt}} = n \times T_V$$

- Para Zonas B y C

$$E_{\mathrm{dt}} = n \times T_H$$

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.

4.2.5. Esfuerzos Longitudinales por Rotura de Conductores (4ª Hipótesis).

Se considerará la rotura de uno de los conductores de una sola fase o cable de tierra por apoyo, independientemente del número de circuitos que estén instalados en él.

Este esfuerzo se considerará aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

De acuerdo con el apartado 3.5.3. de la ITC-LAT 07, y siempre que la ubicación no se haya identificado como zonas sensibles definidas por las condiciones indicadas en el apartado 3 (Características Generales) de la Memoria del presente documento, se puede prescindir de la consideración de esta hipótesis, para las líneas objeto del presente Proyecto Tipo, con conductor de carga de rotura inferior a 6600 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.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

En el caso de incumplimiento de alguna de estas condiciones, o en las zonas indicadas anteriormente, será de aplicación lo siguiente:

<u>En apoyos de alineación con cadenas en suspensión</u>

Se considerará los efectos que produce la rotura de un conductor, concretamente aquel que se encuentre a mayor distancia del eje del apoyo.

Esta circunstancia genera un momento torsor que deberán soportar los apoyos.

En los apoyos de ángulo se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

El valor del momento torsor, en m x daN, será:

- Para Zona A

$$M_t = \frac{T_V}{2} \times B_C$$

- Para Zonas B y C

$$M_t = \frac{T_H}{2} \times B_C$$

Donde:

- T_V= Tracción de los conductores con sobrecarga de viento, en daN

  -5º C, en Zona A

  -10º C, en Zona B

  -15º C, en zona C

- T_H= Tracción de los conductores con sobrecarga de hielo, en daN

  -15ºC, en Zona B

  -20ºC, en Zona C

- B_C = Brazo cruceta o distancia de las fases al eje del apoyo, en metros

<u>En apoyos de alineación con cadenas de amarre</u>

Se considerará los efectos que produce la rotura de un conductor, concretamente aquel que se encuentre a mayor distancia del eje del apoyo.

Esta circunstancia genera un momento torsor que deberán soportar los apoyos.

En los apoyos de ángulo se valorará el esfuerzo de ángulo creado por esta circunstancia.

El valor del momento torsor, en m x daN, será:

- Para Zona A

$$M_t = T_V \times B_C$$

- Para Zonas B y C

$$M_t = T_H \times B_C$$

<u>En apoyos de anclaje, final de línea y especiales</u>

El procedimiento de cálculo es el mismo que al descrito en el apartado anterior.

<u>En apoyos final de línea</u>

El procedimiento de cálculo es el mismo que al descrito en el apartado anterior.

<u>En apoyos especiales</u>

El procedimiento de cálculo es el mismo que al descrito en el apartado anterior.

4.2.6. Esfuerzos Resultantes de Ángulo.

En los apoyos situados en un punto en el que el trazado de la línea ofrezca un cambio de dirección se tendrá en cuenta, además, el esfuerzo resultante de ángulo de las tracciones de los conductores, cables de tierra, cables de tierra de fibra óptica y cables de fibra óptica.

4.3. Hipótesis de Cálculo de los Apoyos.

Las diferentes hipótesis que se tendrán en cuenta en el cálculo de los apoyos serán las que se especifican en las tablas a continuación, según el tipo de apoyo.

4.3.1. Apoyos de Líneas situados en ZONA A

Según tabla 5 y tabla 6 de la ITC-LAT 07:

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 ºC.				

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apartado 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea.	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	No aplica	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: – Conductores y cables de tierra. – Apoyo.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 ºC.				

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

La no aplicación de la 4ª Hipótesis se dejará a criterio de LA EMPRESA en las tablas mencionadas.

4.3.2. Apoyos de Líneas situados en ZONAS B y C

Según tabla 7 y tabla 8 de la ITC-LAT 07.

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS (Hielo)	2ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1.)
Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
1ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10ºC en zona B y –15ºC en zona C.
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS (Hielo)	2ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).	
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.).	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica.			Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea	V	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3).	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2)	No aplica.	Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2).
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.	No aplica.	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica.
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).			Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4.)

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
1ª Hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10ºC en zona B y –15ºC en zona C.
Resto hipótesis: Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2ª Hipótesis (Hielo+Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

La no aplicación de la 4ª Hipótesis se dejará a criterio de LA EMPRESA en las tablas mencionadas.

5. Cálculo de cimentaciones

Las cimentaciones de las líneas que se proyecten al amparo de este Proyecto Tipo serán de hormigón y estarán formadas por un solo macizo prismático recto por apoyo, en apoyos monobloque (tipo de cimentación preferente en este proyecto tipo), y apoyos tetrabloque que serán realizados preferentemente con cimentaciones prismáticas (un macizo prismático recto independiente para cada pata).

En los macizos se dejarán embutidos al menos 2 tubos de 30 mm de diámetro por anclaje para poder colocar los cables de tierra del apoyo.

En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, que es la relación entre el momento estabilizador mínimo (debido a los pesos propios, así como las reacciones y empujes pasivos del terreno), respecto a la arista más larga cargada de la cimentación y el momento volcador máximo motivado por las acciones externas. El coeficiente de seguridad al vuelco para las distintas hipótesis según el apartado 3.6.1 de la ITC-LAT 07 no será inferior a:

- Hipótesis normales: 1,5
- Hipótesis anormales: 1,2

En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno, no se admitirá un ángulo de giro de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno.

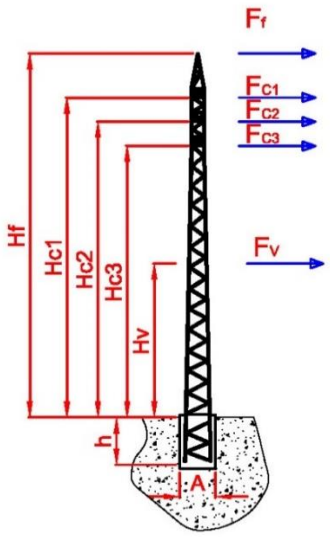
LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

5.1. Comprobaciones en las cimentaciones

5.1.1. Comprobación a vuelco

5.1.1.1. Cimentaciones monobloque

Para los apoyos con cimentación monobloque la comprobación a vuelco se realizará mediante el método de Sulzberger con coeficiente de seguridad de 1,5 para hipótesis normales y 1,2 para hipótesis anormales.



El momento de vuelco será:

$$M_V = F_f \cdot \left(H_f + \frac{2}{3}\cdot h\right) + F_{C1} \cdot \left(H_{C1} + \frac{2}{3}\cdot h\right) + F_{C2} \cdot \left(H_{C2} + \frac{2}{3}\cdot h\right) + F_{C3} \cdot \left(H_{C3} + \frac{2}{3}\cdot h\right) + F_V \cdot \left(H_V + \frac{2}{3}\cdot h\right)$$

Donde:

- F_f = Esfuerzo horizontal transmitido por el cable de fibra óptica (kg), en el caso de existir.
- H_f = altura de aplicación del esfuerzo F_f (m)
- F_{C1}, F_{C2}, F_{C3} = Esfuerzos horizontales transmitidos por los conductores en el punto de anclaje de los mismos (kg)
- H_{C1}, H_{C2}, H_{C3} = alturas de aplicación de los esfuerzos F_{C1}, F_{C2}, F_{C3} (m)
- F_V = esfuerzo de viento sobre la estructura (kg)
- H_V = altura de aplicación del esfuerzo de viento sobre la estructura (m)
- h = profundidad de la cimentación (m)

El momento resistente al vuelco (M_r) será:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Donde:

- M_1 = Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

$$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot h^4$$

- M_2 = Momento debido a las reacciones verticales del terreno.

$$M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot h \cdot 0{,}4 \cdot p \cdot a$$

Siendo:

- K = coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m. de profundidad (Kg/cm^2· cm)
- a = anchura de la cimentación (m)
- h = profundidad de la cimentación (m)
- p = peso de la torre y herrajes (kg)

Aunque la estabilidad de estas cimentaciones, está fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales, se exigirá un coeficiente de seguridad al vuelco de □□= 1,5 o 1,2 según corresponda. En aquellos casos en que se pueda advertir en fase de replanteo o excavación que el terreno es dificultoso, se procederá a la realización de un estudio geotécnico que defina las características del subsuelo, y se presentará la solución de la cimentación para la instalación de la torre en este terreno.

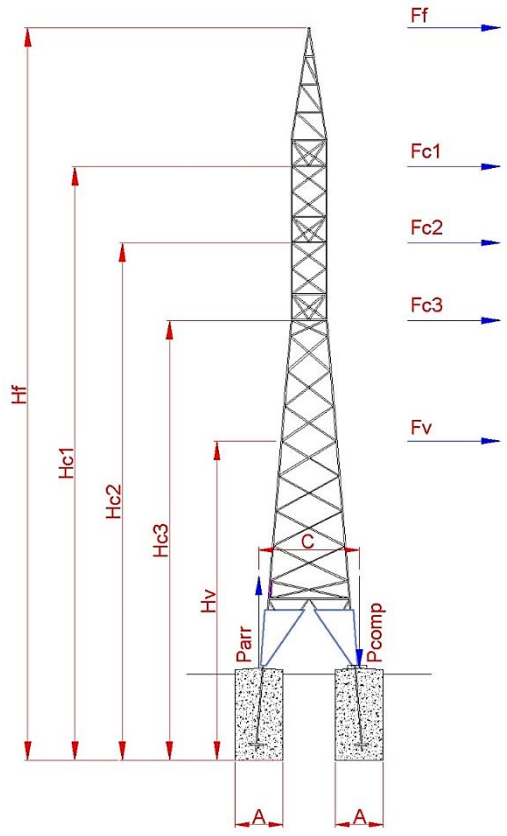
$$M_1 + M_2 \geq \gamma \cdot M_V$$

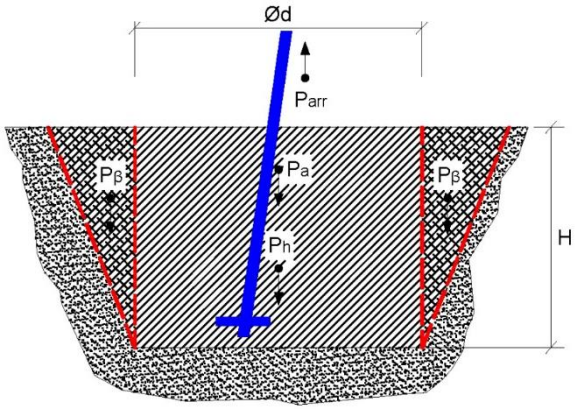
5.1.1.2. Cimentaciones tetrabloque

La estabilidad de estas cimentaciones está fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno. Cada uno de los bloques se calcula para resistir el esfuerzo de arrancamiento y distribuir el de compresión en el terreno, por lo que para resistir el momento de vuelco generado por las fuerzas a que está sometido el apoyo deberá resistir el esfuerzo al arranque y el de compresión, el tipo de cimentación utilizado en el presente proyecto tipo y que a continuación se expone, es la cimentación prismática.

Cimentaciones prismáticas

El cálculo de las cimentaciones tetrabloque se realizará teniendo en cuenta que la fuerza que se opone a la salida del macizo del terreno, es debida al peso del macizo, la cuarta parte del peso del apoyo, el peso de las tierras que gravitan sobre el hormigón (en caso de cimentación cuadrada prismática este término es nulo) y el peso de la tierra comprendida en un tronco de cono cuya superficie está limitada por una generatriz que partiendo de la arista inferior del macizo tiene una inclinación hacia el exterior definida por el ángulo de arranque β.





$$P_e = \frac{P_a}{4} + P_h + P_\beta$$

Donde:

- P_e = Esfuerzo estabilizador (daN)
- P_a = Peso del apoyo (daN)
- P_h = Peso del bloque de hormigón (daN)
- P_β = Peso de las tierras que serían arrancadas (daN)

Cuando no se disponga de datos del terreno, los cálculos de las cimentaciones de las líneas objeto del presente proyecto tipo se realizarán con los siguientes datos:

- $\beta = 25º$.
- Densidad del terreno (δ_T) de 1.715 (daN/ m^3).
- Densidad del hormigón (δ_H) de 2.156 (daN/ m^3).

Aquellas cimentaciones que tengan propiedades del terreno distintas a las anteriores deberán ser calculadas conforme a sus características particulares, que se determinarán en la etapa de la obra, a cargo de la dirección facultativa.

El esfuerzo estabilizador (P_e) se debe oponer al esfuerzo de arranque (P_{arr}) que se indica en el apartado siguiente.

5.1.2. Comprobación al arranque

Se considerarán todas las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo:

a) Peso del apoyo.

b) Peso propio de la cimentación.

c) Peso de las tierras que arrastraría el macizo de hormigón al ser arrancado.

d) Carga resistente de los pernos, en caso de realizarse cimentaciones mixtas o en roca.

Se comprobará que el coeficiente de estabilidad de la cimentación, definido como la relación entre las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo y la carga nominal de arranque, no sea inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

En el caso de no disponer de las características reales del terreno mediante ensayos realizados en el emplazamiento de la línea, se utilizará como ángulo de talud natural o de arranque de tierras: 30º para terreno normal y 20º para terreno flojo.

5.1.2.1. Apoyos monobloque.

En estos apoyos solo se produce esfuerzo de arranque cuando las cargas verticales a que está sometido el apoyo tienen dirección contraria a las cargas de peso.

Cuando el apoyo transmita un esfuerzo de tracción (P_{arr}) se opondrá a él el peso del propio macizo de hormigón (P_h) más el cono de tierras arrancadas (P_β) con unos valores de coeficientes mínimos de seguridad de 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales, superiores a los indicados en la ITC LAT 07.

$$P_h + P_\beta \geq \gamma \cdot P_{arr}$$

$$\frac{P_h + P_\beta}{P_{arr}} \geq \gamma$$

Dónde:

- γ = coeficiente de seguridad según corresponda; 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales
- P_{arr} = Esfuerzo al arranque (daN)

5.1.2.2. Apoyos tetrabloque.

La carga nominal de arranque de los apoyos tetrabloque se pueden determinar mediante la expresión:

$$P_{arr} = \frac{F \cdot H_t}{2 \cdot C} - \frac{F_V + P_a}{4}$$

Donde:

- P_{arr} = Esfuerzo al arranque (daN)
- F = Esfuerzo útil sobre el apoyo (daN)
- H_t = Altura del punto de aplicación del esfuerzo útil (m)
- F_V = Cargas verticales aplicadas sobre el apoyo (daN)
- P_a = Peso del apoyo (daN)
- C = Separación entre las patas (m)

Cuando la pata un apoyo tetrabloque transmita un esfuerzo de tracción (P_{arr}) se opondrá a él, el peso del propio macizo de hormigón (P_h) más el cono de tierras arrancadas (P_β), siempre teniendo en cuenta los valores de coeficientes mínimos de seguridad indicados anteriormente.

$$Pe \geq \gamma \cdot P_{arr}$$

$$\frac{Pe}{P_{arr}} \geq \gamma$$

Donde:

- P_e = Esfuerzo estabilizador (daN).
- γ = coeficiente de seguridad según corresponda; 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales
- P_{arr} = Esfuerzo al arranque (daN)

5.1.3. Comprobación a compresión

Se considerarán todas las cargas de compresión que la cimentación transmite al terreno:

a) Peso del apoyo.

b) Peso propio de la cimentación.

c) Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación.

d) Cargas verticales ejercidas sobre el apoyo (conductores, cadenas de aislamiento, herrajes, accesorios y cualquier otro elemento que gravite sobre el apoyo).

Se comprobará que todas las cargas de compresión anteriores, divididas por la superficie de la solera de la cimentación, no sobrepasan la carga admisible del terreno.

$$\frac{\sum F_V}{S} \cdot \gamma \leq \sigma$$

Donde:

- $\sum F_v$= Sumatorio de todos los esfuerzos verticales descritos anteriormente (daN)
- S = Superficie de la solera de la cimentación.
- γ = Coeficiente de seguridad, que para hipótesis normales será 1,5 y para hipótesis anormales 1,2.
- σ= tensión admisible del terreno (daN/cm^2)

Las cimentaciones proyectadas se presuponen para apoyos situados en terreno con una resistencia de 3 daN/cm^2 por no poder hacer las pruebas necesarias para calcular la resistencia del terreno hasta tener la ocupación del mismo. En caso de comprobarse en

el momento de la ejecución de la obra que la resistencia del terreno es inferior, se recalculará la cimentación y se tomarán las medidas necesarias para asegurar la estabilidad del apoyo, cumpliendo todos los coeficientes mínimos prefijados (1,5 en hipótesis normales y 1,2 en hipótesis anormales).

5.1.4. Comprobación de la adherencia entre anclaje y cimentación

De la carga mayor que el anclaje transmite a la cimentación, cuando el anclaje y la unión a la estructura estén embebidas en el hormigón, según el apartado 3.6.4 de la ITC-LAT 07, se considerará que la mitad de esta carga la absorbe la adherencia entre el anclaje y la cimentación, y la otra mitad los casquillos del anclaje por la cortadura de los tornillos de unión entre casquillos y anclaje. Los coeficientes de seguridad de ambas cargas opuestas a que el anclaje deslice de la cimentación, no deberán ser inferiores a 1,5.

5.1.4.1. Posibilidad de aplicación de otros valores del terreno

Cuando el desarrollo en la aplicación de las teorías de la mecánica del suelo lo consiente, el proyectista podrá proponer valores diferentes de los mencionados en los anteriores apartados, haciendo intervenir las características reales del terreno, pero limitando las deformaciones de los macizos de cimentación a valores admisibles para las estructuras sustentadas.

En el caso de no disponer de dichas características, se podrán utilizar los valores que se indican en el cuadro adjunto.

Naturaleza del terreno	Peso específico aparente Tn/m³	Ángulo de talud natural Grados sexag.	Carga admisible daN/cm²	Coeficiente de rozamiento entre cimiento y terreno al arranque. Grados sexag.	Coeficiente de compresibilidad a 2 m de profundidad daN/cm³ (**)
I. Rocas en buen estado:					
a) Isótropas			30-60		
b) Estratificadas (con algunas grietas)			10-20		
II. Terrenos no coherentes:					
a) Gravera arenosa (mínimo 1/3 de volumen de grava hasta 70 mm de tamaño)	1,8-1,9		4-8	20º-22º	
b) Arenoso grueso (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,6-1,8	30º	2-4	20º-25º	8-20
c) Arenoso fino (con diámetros de partículas entre 2 mm y 0,2 mm)	1,5-1,6		1,5-3		
III. Terrenos no coherentes sueltos:					
a) Gravera arenosa.	1,7-1,8		3-5		
b) Arenoso grueso	1,6-1,7	30º	2-3		
c) Arenoso fino.	1,4-1,5		1-1,5		8-12
IV. Terrenos coherentes (*):					
a) Arcilloso duro.	1,8		4	20º-25º	10
b) Arcilloso semiduro.	1,8	20º	2	22º	6-8
c) Arcilloso blando.	1,5-2,0		1	14º-16º	4-5
d) Arcilloso fluido.	1,6-1,7		-	0º	2-3
V. Fangos turbosos y terrenos pantanosos en general	0,6-1,1		(c)		(c)
VI. Terrenos de relleno sin consolidar.	1,4-1,6	30º-40º	(c)	14º-20º	(c)

(*) Duro: los terrenos con su humedad natural rompen difícilmente con la mano. Tonalidad en general clara.

Semiduro: los terrenos con su humedad natural se amasan difícilmente con la mano. Tonalidad en general oscura.

Blando: los terrenos con su humedad natural se amasan fácilmente, permitiendo obtener entre las manos cilindros de 3 mm de diámetro. Tonalidad oscura.

Fluido: los terrenos con su humedad natural presionados en la mano cerrada fluyen entre los dedos. Tonalidad en general oscura.

(**) Puede admitirse que sea proporcional a la profundidad en que se considere la acción

6. Conexión a tierra de la instalación.

Todos los apoyos irán conectados 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. En los planos LMTA-32 y LMTA-33, incluidos en apartado de planos del presente Proyecto Tipo, se detallan los elementos que componen los sistemas básicos de puesta a tierra, así como las acotaciones y características de diseño de cada sistema de puesta a tierra.

El procedimiento para el diseño del sistema de puesta a tierra seguirá lo indicado a continuación, que en la medida de lo posible sigue lo descrito en el apartado 2.1 de la ITC-RAT 13, cumpliendo además lo señalado en el apartado 7.1 de la ITC-LAT 07.

En redes con neutro aislado se proyectarán unos sistemas básicos de puesta a tierra en función de la ubicación de cada apoyo, que se describen posteriormente en este mismo apartado. Una vez instalado cada apoyo, teniendo especial cuidado de desconectar el cable de tierra, en caso de existir éste, se realizarán las mediciones en el terreno para determinar los valores de las tensiones de contacto aplicada, y en caso de que el diseño del sistema básico de puesta a tierra previsto para el apoyo no garantice una tensión de contacto dentro de los límites aceptables, se realizarán mejoras del sistema de puesta a tierra hasta alcanzar valores de tensión de contacto aplicada dentro de los límites aceptables. Estas mejoras a los diseños básicos podrán ser:

- El incremento del número de picas conectadas al sistema de puesta a tierra.
- Perforaciones profundas en número y profundidad necesaria hasta alcanzar los valores admisibles de tensión de contacto aplicada.

En redes con neutro a tierra a través de impedancia, y solo para el caso de apoyos frecuentados, el diseño del sistema de puesta a tierra podrá precisar de un estudio previo de la resistividad del terreno. Si la resistividad del terreno fuese elevada y no permitiese obtener el valor de resistencia de puesta a tierra deseado, será necesario modificar la configuración inicial de puesta a tierra, añadiendo antena o antenas de conductor desnudo con picas hacia el exterior del anillo, separadas entre sí 4 metros, hasta obtener el valor deseado.

En todo caso, con independencia del tipo de red, cuando por los valores de la resistividad del terreno, de la corriente de puesta a tierra o del tiempo de eliminación de la falta, no sea posible técnicamente, o resulte desproporcionado mantener los valores de las tensiones de contacto aplicadas dentro de los límites fijados en el apartado 7.3.4.1. de la ITC-LAT 07, deberá recurrirse al empleo de medidas adicionales de seguridad, a fin de reducir los riesgos a las personas y los bienes y que impidan el contacto con partes metálicas puestas a tierra o que hagan que la tensión de contacto sea nula (por ejemplo, sistemas antiescalo de fábrica de ladrillo, conexiones equipotenciales entre el suelo y el

apoyo), según ITC-LAT 05 e ITC-LAT 07. Estas medidas deberán quedar adecuadamente definidas y justificadas en el Proyecto simplificado de la instalación.

Como último recurso y en el caso de que las distintas soluciones estudiadas no resulten viables se recurrirá a medidas excepcionales, como por ejemplo impedir el acceso a los apoyos mediante una obra de fábrica de ladrillo alrededor del apoyo.

No se emplearán productos químicos para reducir la resistividad del terreno, ya que incrementa la corrosión de los electrodos de puesta a tierra, es una solución no muy duradera, y necesita de un mantenimiento periódico.

La adopción de estas medidas implica la necesidad de disponer en número suficiente de rótulos avisadores con instrucciones adecuadas en las zonas peligrosas, además de la obligación de garantizar el cumplimiento de las tensiones de paso aplicadas, debiéndose tomar como referencia lo establecido en la ITC-RAT 13 del Real Decreto 337/2014. Para la realización de este tipo de medidas, será necesario contar con todas las autorizaciones necesarias, (incluso ambientales).

Los sistemas básicos de puesta a tierra serán:

- Mediante electrodo de difusión.
- Mediante anillo cerrado con 4 picas.
- Mediante doble anillo con 8 picas.

En las siguientes figuras se representa esquemáticamente cada uno de los sistemas básicos de puesta a tierra:

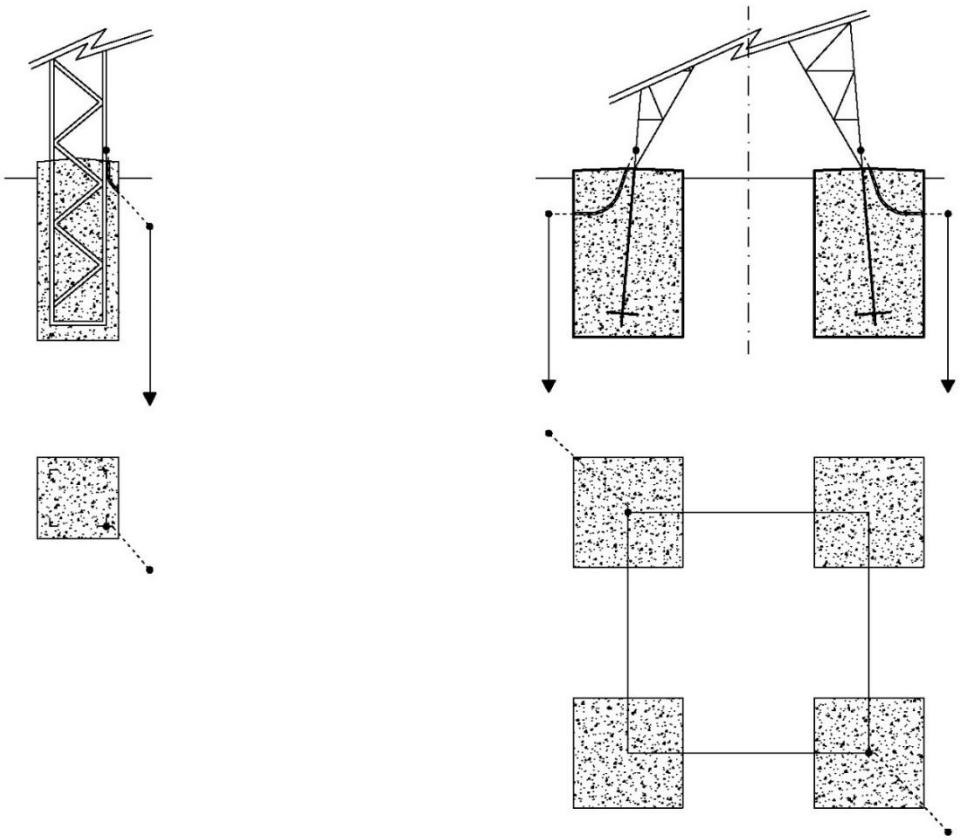


Figura 2. Puesta a tierra en apoyos mediante electrodo de difusión

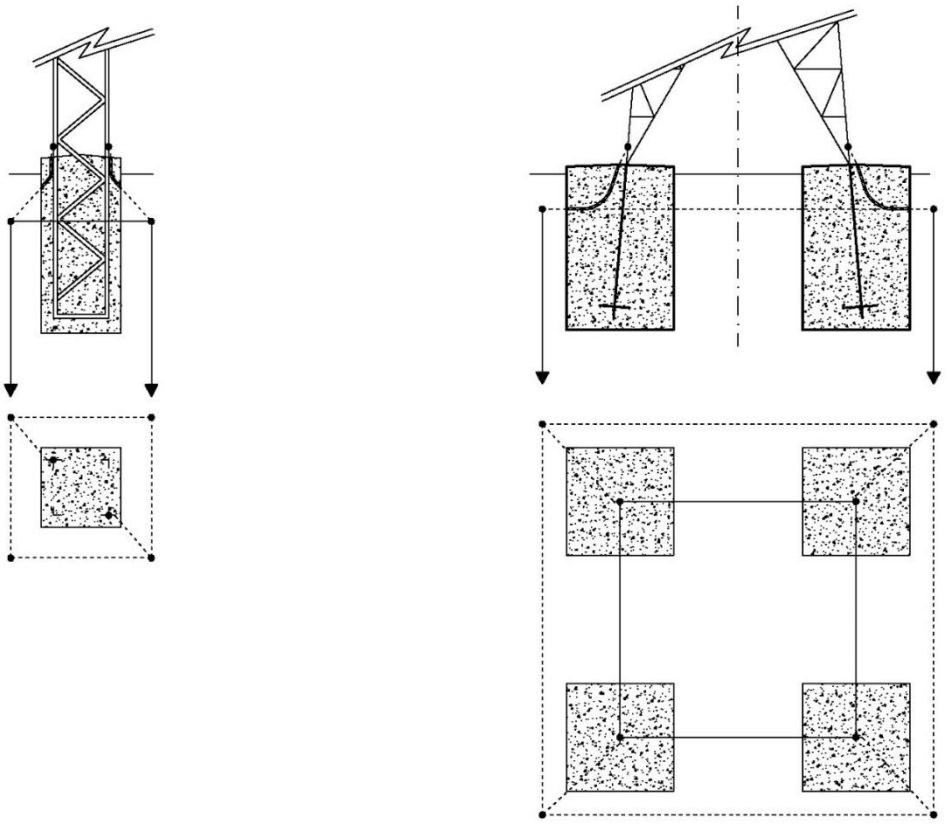


Figura 3. Puesta a tierra en apoyos mediante anillo y 4 picas

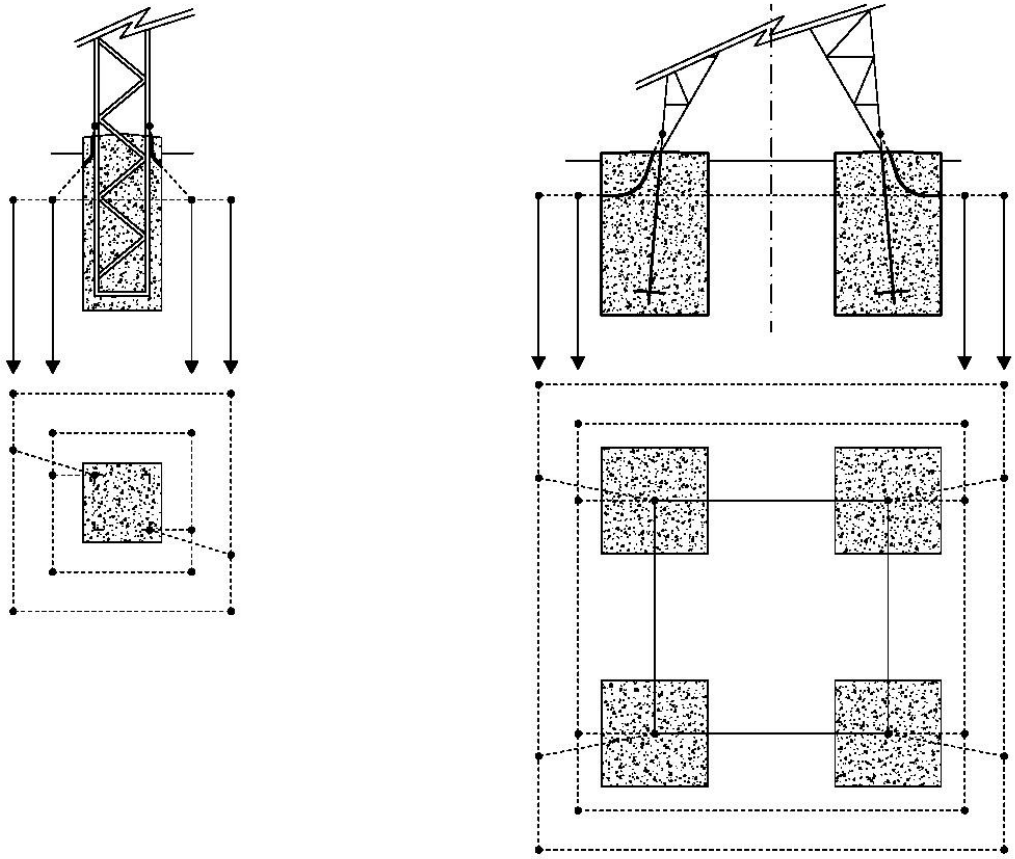


Figura 4. Puesta a tierra en apoyos mediante doble anillo y ocho picas.

Las configuraciones anteriores de los sistemas de puesta a tierra serán utilizadas del siguiente modo:

Tipo de apoyo	No frecuentado	Frecuentado	Con pararrayos	Con cortacircuito fusible XS y otros elementos de maniobra
Material del apoyo	Metálicos y de hormigón	Metálicos y de hormigón	Metálicos y de hormigón	Metálicos y de hormigón
Disposición de puesta a tierra	Electrodo vertical	Anillo cerrado simple con cabeza enterrada (*)	Anillo cerrado doble con cabeza enterrada (**)	Anillo cerrado simple con cabeza enterrada (*)

(*) Según necesidad se añadirá antena o antenas de conductor desnudo con picas hacia el exterior del anillo, separadas entre si 4 metros.

(**) Como solución alternativa y bajo autorización de LA EMPRESA, se permitirá el uso del anillo cerrado simple con cabeza enterrada complementado con antena o antenas de conductor desnudo con picas hacia el exterior del anillo, separadas entre si 4 metros.

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 método de puesta a tierra del neutro: neutro aislado, neutro puesto a tierra a través de impedancia limitadora.
- Tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados o no frecuentados.
- Material del apoyo: conductor o no conductor.

En el caso de que la línea contenga cables de tierra a lo largo de su longitud, el diseño de su sistema de puesta a tierra deberá considerar el efecto de estos cables de tierra. Las mediciones de las resistencias de cada apoyo se realizarán aislando el apoyo medido del resto de la línea con especial cuidado de desconectar el cable de tierra o mediante telurómetros especiales de alta frecuencia.

Los apoyos que estén diseñados para albergar las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo, deberán cumplir los mismos requisitos que el resto de los apoyos en función de su ubicación. Los apoyos que incorporen dispositivos de maniobra se tratarán como apoyos frecuentados a todos los efectos.

6.1. Dimensionamiento del sistema de puesta a tierra

El dimensionamiento del sistema de puesta a tierra se realizará según lo dispuesto en el apartado 7.3 de la ITC LAT-07.

6.1.1. Datos de Partida

Para el diseño y cálculo de la puesta a tierra son necesarios los siguientes datos de partida, que serán facilitados por LA EMPRESA, debiendo ser tenidos en cuenta en la confección del Proyecto Simplificado:

- Subestación de alimentación
- Tensión de servicio de AT
- Conexión del neutro de la subestación
- Tipo de protección de faltas a tierra
- Sensibilidad de la protección

- Tiempo de duración del defecto
- Número de reenganches
- Reenganches rápidos
- Resistividad del terreno (superficial y media según electrodo)
- Geometría del dispersor de tierra elegido
- Longitud de la red aérea y subterránea de AT

6.1.2. Intensidad de Defecto y Reactancia Capacitiva

Sin perjuicio de los datos concretos que para cada instalación facilitará LA EMPRESA al proyectista, se especifica a continuación el método de cálculo de la intensidad de defecto y de la reactancia capacitiva, de ser necesario.

Neutro aislado

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_T^2 + X_C^2}} \cdot C$$

Donde:

$$X_c = \frac{1}{3 \cdot \omega \cdot (L_a \cdot C_a + L_c \cdot C_c)}$$

Neutro a tierra

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_T)^2 + X_n^2}} \cdot C$$

Expresiones en las que:

- I_d = intensidad máxima de defecto, en A
- U = tensión compuesta de servicio de la red, en V
- R_T = resistencia de la tierra de protección, en Ω
- R_n = resistencia de puesta a tierra del neutro de la red de AT (<36kV) en subestación, en Ω

- X_n = reactancia de puesta a tierra del neutro de la red de AT (<36kV) en subestación, en Ω
- X_C =reactancia capacitiva, en Ω
- C =1,1, factor de sobretensión según UNE 60909
- L_a = longitud total de las líneas aéreas de alta tensión, subsidiarias de la misma transformación AT/AT de la subestación, en km
- L_c = longitud total de las líneas subterráneas de alta tensión, subsidiarias de la misma transformación AT/AT de la subestación, en km
- C_a = Capacidad homopolar de las líneas aéreas (~ 0,005 μF/km)
- C_c = Capacidad homopolar de los cables subterráneos (~ 0,282 μF/km)
- ω = 2πf = 314 pulsación de la corriente alterna

6.1.3. Líneas de Tierra

Estarán constituidas por conductores de cobre, aluminio o acero. Para corrientes de defecto que son interrumpidas en menos de 5 s, la sección del conductor de tierra o del electrodo de tierra debe calcularse a partir de la siguiente fórmula, de acuerdo a la norma UNE-EN 50522:

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

Donde:

- A = sección del conductor, en mm^2
- I = es la corriente (valor eficaz) en el conductor, en A
- t = tiempo de duración de la corriente de defecto, en s
- K = constante que depende del material del componente conductor de corriente, según la tabla siguiente, asumiendo una temperatura inicial de 20 ºC
- β = recíproco del coeficiente por temperatura de la resistencia del conductor a 0 ºC, según la tabla siguiente
- θ_i = es la temperatura inicial en grados centígrados, se adoptará 20 ºC como la temperatura ambiente a 1 m de profundidad
- θ_f = es la temperatura final en grados centígrados

Material	β en ºC	K en $A \cdot \sqrt{s}/mm^2$
Cobre	234,5	226
Acero	202	78
Aluminio	228	148

Una vez calculada la sección, se elegirá de las normalizadas, el valor igual o inmediatamente superior al calculado. En cualquier caso, esta sección nunca será menor de 50 mm^2 en el caso de cobre, de 75 mm^2 en el caso de aluminio (nunca enterrado) y de 100 mm^2 en el caso de acero.

6.1.4. Condiciones de Instalación de los Electrodos

La sección del electrodo se calculará igual que la de las líneas de tierra.

El valor mínimo de la superficie total del electrodo será tal que la densidad de corriente disipada (que es igual al cociente entre la intensidad de defecto y la superficie total del electrodo de puesta a tierra) sea inferior al valor dado por la expresión:

$$\delta = \frac{11600}{\sqrt{\rho \cdot t}}$$

Donde:

- δ = densidad de corriente disipada, en A/m^2
- ρ = resistividad media del terreno, en $\Omega \cdot m$
- t = tiempo de duración de la falta, en s

6.1.5. 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 el ITC-RAT 13.

6.1.6. Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas.

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}, los 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.

La norma UNE-IEC 60479-1 da indicaciones sobre los efectos de la corriente que pasa a través del cuerpo humano en función de su magnitud y duración, estableciendo una relación entre los valores admisibles de la corriente que puede circular a través del cuerpo humano y su duración.

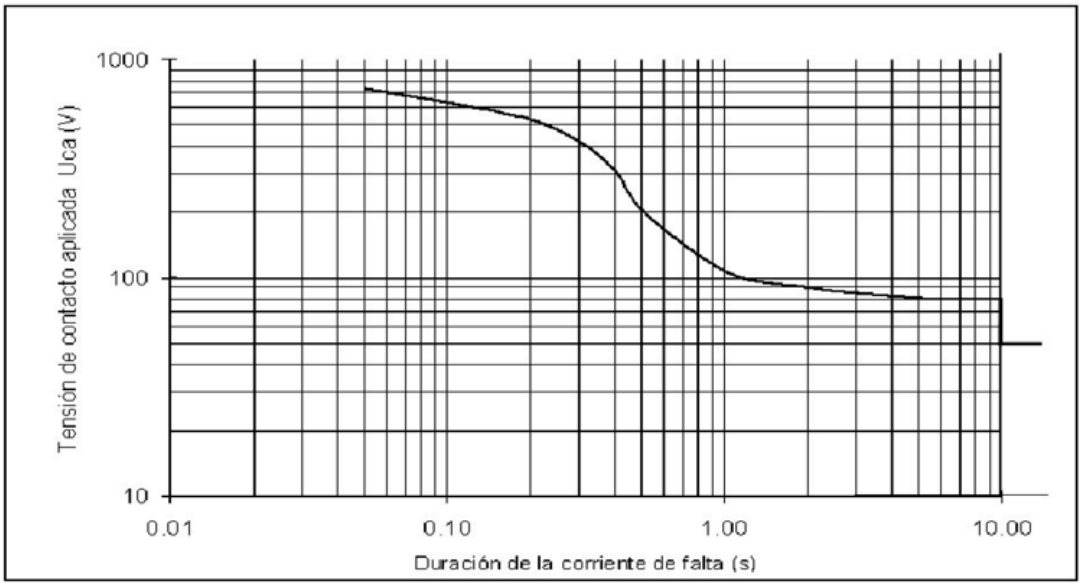


Figura 5. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta.

En la siguiente tabla se muestran algunos de los valores de la curva anterior:

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

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

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

A partir de los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, y siguiendo lo expuesto en el apartado 7.3.4. de la ITC-LAT 07, se deberá determinar las máximas tensiones de contacto admisibles en la instalación U_C, considerando todas las resistencias adicionales que intervienen en el circuito.

A modo de resumen se puede indicar que para determinar la tensión máxima admisible que se admite en la instalación (U_C) se tendrán en cuenta dos factores, el primero será U_{ca}, que es la tensión directa que puede soportar una persona sin ningún tipo de resistencia adicional como calzado etc. y la segunda será una serie de resistencias, como es la del calzado, o la del punto de contacto en el terreno. Se obtiene así que la tensión final a la que puede estar sometida una apersona (U_C) y que no se debiera sobrepasar será la que se indica en el ITC-LAT 07, en el punto 7.3.4.1.

$$U_C = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + R_{a2}}{Z_B}\right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1{,}5\rho_s}{1000}\right]$$

Donde:

- U_C = Tensión de contacto máxima admisible en la línea 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, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, valor mostrado en la tabla anterior en función de la duración de la falta (V).
- Z_B= Impedancia del cuerpo humano, se puede tomar como valor 1000 Ω
- R_{a1}= resistencia del calzado, suponiendo un calzado aislante, se puede tomar como valor 2000 Ω
- R_{a2}= resistencia a tierra de los puntos de contacto con el terreno
- R_{a2}= 1,5 ρ_s, dónde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie

Como se indica en la ITC-LAT 07, si un sistema de puesta a tierra satisface los requisitos numéricos establecidos para tensiones de contacto aplicadas, se puede suponer que, en la mayoría de los casos, no aparecerán tensiones de paso aplicadas peligrosas".

Resumiendo, se puede decir que si se cumplen las tensiones de contacto también se cumplirán las de paso. No obstante, habrá que introducir en el presente proyecto tipo el cálculo de las tensiones de paso admisibles ya que en el caso de apoyos frecuentados la ITC-LAT 07 permite el no cumplimiento de las tensiones de contacto en los siguientes casos:

1. Cuando se aíslen los apoyos de tal forma que todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, utilizando para ello vallas aislantes.

2. Cuando todas las partes metálicas del apoyo queden fuera del volumen de accesibilidad limitado por una distancia horizontal mínima de 1,25 m, debido a agentes externos (orografía del terreno, obstáculos naturales, etc.).

3. Cuando el apoyo esté recubierto por placas aislantes o protegido por obra de fábrica de ladrillo hasta una altura de 2,5 m, de forma que se impida la escalada al apoyo.

En estos tres casos indicados anteriormente, cuando no se cumplan las tensiones de contacto, habrá que garantizar que se cumplan las tensiones de paso.

La expresión que se utilizará para la tensión de paso (U_{pa}) ha sido extraída del "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", ITC-RAT 13, en donde

se indica que la tensión de paso admisible es 10 veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada, ($U_{pa} = 10\ U_{ca}$) y estableciendo que:

$$U_p = U_{pa}\left[1 + \frac{2R_{a1} + R_{a2}}{Z_B}\right] = 10U_{ca}\left[1 + \frac{4000 + 6\rho_s}{1000}\right]$$

Donde:

- U_p= Tensión de paso 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_{pa}= Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. (U_{pa}=10 U_{ca}).
- U_{ca}= tensión de contacto aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, valor mostrado en la tabla anterior del presente proyecto tipo y que relaciona la tensión admisible en función de la duración de la falta (V).
- Z_B= Impedancia del cuerpo humano, se puede tomar como valor 1000 Ω
- R_{a1}= resistencia del calzado, suponiendo un calzado aislante, se puede tomar como valor 2000 Ω
- R_{a2}= resistencia a tierra de los puntos de contacto con el terreno
- R_{a2}= 6 ρ_s, dónde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie

Para el diseño y dimensionamiento del sistema de puesta a tierra se determinará la clasificación del apoyo según su ubicación, según lo expuesto en el siguiente apartado.

6.1.6.1. Clasificación de los apoyos según su ubicación

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, se establecerá 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: dónde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día. 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. A su vez, este tipo de apoyos se clasifican en 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}. Por lo que:

$$U_C = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + R_{a2}}{Z_B}\right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1{,}5\rho_s}{1000}\right]$$

$$U_p = U_{pa} \cdot \left[1 + \frac{2R_{a1} + R_{a2}}{Z_B}\right] = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{4000 + 6\rho_s}{1000}\right]$$

- 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. Por lo que:

$$U_C = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + R_{a2}}{Z_B}\right] = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{1{,}5\rho_s}{1000}\right]$$

$$U_p = U_{pa}\left[1 + \frac{2R_{a1} + R_{a2}}{Z_B}\right] = 10U_{ca}\left[1 + \frac{6\rho_s}{1000}\right]$$

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

6.1.7. Obtención de datos de Resistividad del Terreno

Los datos de resistividad del terreno se podrán obtener por dos métodos:

- Los datos de resistividad del terreno se pueden obtener, in situ, mediante el Método Wenner de Prospección Geoeléctrica, empleando un telurómetro de 4 bornas, resultando:

$$\rho = 2 \cdot \pi \cdot a \cdot R$$

Donde:

- ρ = resistividad media del terreno a la profundidad 3/4·a, en Ω·m
- R = resistencia medida, en Ω
- a = distancia entre picas al realizar la medición, en m

Debiendo realizarse mediciones a distancias entre picas de 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 25 y 30 m y obteniendo el valor de la resistividad media.

Se deberán realizar las mediciones de la resistividad in situ para intensidades de cortocircuito a tierra superiores a 1500 A, o entre 1000 A y 1500 A cuando el proyectista utilice en sus cálculos resistividades del terreno inferiores a 200 Ω.m, de acuerdo con el apartado 4.1 de ITC-RAT 13.

- De acuerdo con el apartado 4.1 de ITC-RAT 13, en las instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad por medio de la tabla siguiente, en las que se dan unos valores orientativos:

NATURALEZA DEL TERRENO	RESISTIVIDAD (Ω·m)
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1.500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2.000 a 3.000
Balasto o grava	3.000 a 5.000

Nota: Esta tabla solo se puede aplicar con los requisitos que se especifican en la ITC-RAT 13 ya que depende del valor de la intensidad máxima de puesta a tierra. En caso de neutro aislado la intensidad máxima de defecto a tierra es inferior a 1500 A y por tanto si se pueden aplicar los valores de la tabla.

6.2. Cálculo de la Resistencia de los Electrodos de Puesta a Tierra

Pica vertical de acero-cobre

$$R = \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- R = resistencia de tierra del electrodo, en Ω
- ρ = resistividad del terreno, en Ω·m
- L = longitud de la pica, en m

Electrodo profundo (con la cabeza de la pica a ras del suelo)

$$\mathrm{R} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \ln \frac{L + a}{a}$$

Donde:

- R = resistencia de tierra del electrodo, en Ω
- ρ = resistividad del terreno, en Ω·m
- L = longitud del electrodo, en m
- a = radio del electrodo en m

Conductor enterrado horizontalmente

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

Donde:

- R = resistencia de tierra del electrodo, en Ω
- ρ = resistividad del terreno, en Ω·m
- L = longitud del conductor, en m

6.3. Tensiones de Paso y Contacto Admisibles

Una vez conocida la resistividad superficial del terreno y las características del neutro de la subestación se determinan las tensiones de paso y contacto admisibles, como se indicó anteriormente.

$$U_C = U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{1000 + 1{,}5\rho_s}{1000}\right]$$

$$U_p = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left[1 + \frac{4000 + 6\rho_s}{1000}\right]$$

Donde:

- U_C= Tensión de contacto máxima admisible en la línea 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, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies, valor mostrado en la tabla del apartado 5.1.6 del presente proyecto tipo y que relaciona la tensión admisible en función de la duración de la falta (V).
- U_p= Tensión de paso 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_{pa}= Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies. (U_{pa}=10 U_{ca}).
- R_{a1}= resistencia del calzado, suponiendo un calzado aislante, se puede tomar como valor 2000 Ω
- ρ_s = es la resistividad del suelo cerca de la superficie

6.4. Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra.

6.4.1. Tensión de Paso Máxima

Electrodos formados por conductor enterrado horizontalmente junto con picas de acero-cobre

Se calcula por la expresión:

$$V_p = k_p \cdot I_d \cdot \rho$$

Donde:

- V_p = tensión de paso, en V
- K_p = valor característico en función de la configuración del electrodo, en V/Ω·A·m
- I_d = intensidad máxima de defecto, en A (caso más desfavorable)

  Nota: Este sería el caso más desfavorable ya que la intensidad máxima de defecto no es la que recorre el electrodo de puesta a tierra, sino la corriente de puesta a tierra que es de valor inferior.
- ρ = resistividad del terreno, en Ω·m

Debiendo ser inferior a V_{Padm}.

Electrodo profundo (una única pica con la cabeza a ras del suelo)

Para obtener la tensión de paso se deberá obtener la diferencia de potencial entre dos puntos del terreno separados entre sí la distancia de 1 metro. Se considera el potencial entre dos puntos situados a 1 y 2 metros del electrodo situados en la dirección de gradiente máximo (caso más desfavorable). El potencial en cualquier punto del terreno separado una distancia A del electrodo se obtiene mediante la expresión:

$$V_p = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot ln \frac{A+L}{A}$$

Donde:

- ρ = resistividad del terreno, en Ω·m
- I_d = intensidad máxima de defecto, en A
- A = distancia entre los dos puntos del terreno (1 metro). Es la distancia en el terreno, entre el punto donde está enterrado el electrodo y el punto donde se determina el potencial.
- L = longitud del electrodo, en m

La diferencia de potencial entre dos puntos del terreno, (V_{p1}-V_{p2}), separados 1 m, debe ser inferior a V_{Padm}.

6.4.2. Tensión de Contacto Máxima

Electrodos formados por conductor enterrado horizontalmente junto con picas de acero-cobre

Se calcula por la expresión:

$$V_c = k_c \cdot I_d \cdot \rho$$

Donde:

- V_c = tensión de contacto, en V
- K_c = valor característico en función de la configuración del electrodo, en V/Ω·A·m
- I_d = intensidad máxima de defecto, en A
- ρ = resistividad del terreno, en Ω·m

Debiendo ser inferior a V_{Cadm}.

Electrodo profundo (una única pica con la cabeza a ras del suelo)

$$V_c = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot L} \ln \frac{A \cdot (L + a)}{a \cdot (L + A)}$$

Donde:

- ρ = resistividad del terreno, en Ω·m
- I_d = intensidad máxima de defecto, en A
- A = distancia entre los dos puntos del terreno (1 metro)
- a= diámetro del electrodo, en m
- L = Longitud del electrodo, en m

Debiendo ser inferior a V_{Cadm}.

6.4.3. Tensión de Defecto

Se calcula por la expresión:

$$V_d = R_T \cdot I_d$$

6.4.4. Líneas con conductor de tierra.

En los casos en que la línea esté provista de desconexión automática inmediata (en un tiempo inferior a 1 segundo) para su protección, el diseño del sistema de puesta a tierra de los apoyos no frecuentados no será obligatorio que garantice, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles, ya que se puede considerar despreciable la probabilidad de acceso y la coincidencia de un fallo simultáneo. Desde el punto de vista de las protecciones de la línea, el valor de la resistencia del sistema de puesta a tierra será tal que, en el apoyo anterior a una subestación eléctrica, la resistencia de puesta a tierra sea R≤5Ω, y los dos siguientes R≤10Ω, siempre que la red de tierra de los apoyos no comparta la red de tierra con la subestación.

Si la línea no tiene sistema de protección con desconexión automática, o el apoyo es frecuentado, será necesario determinar el aumento del potencial de tierra UE provocado por la corriente de falta.

Para las líneas objeto del presente Proyecto Tipo, que dispongan de conductor de tierra, el valor se determina según se indica a continuación:

$$U_E = I_E \cdot \frac{Z_E \cdot R_p}{Z_E + R_p}$$

Donde:

- I_E = intensidad de puesta a tierra (A)
- Z_E =impedancias en paralelo a ambos lados del apoyo (Ω)
- R_p = valor de resistencia de puesta a tierra del apoyo dónde se produce la falta (Ω)

$$I_E = r \cdot I_F$$

Donde:

r = factor de reducción por efecto inductivo debido a los cables de tierra.

I_F = corriente de falta de la línea (A). Dato que será facilitado por LA EMPRESA para cada instalación según lo indicado en el apartado 7.3.3.1 de la ITC-LAT 07.

$$r = 1 - \frac{Z_{ML-EW}}{Z_{EW-E}}$$

Siendo:

Z_{ML-EW} = impedancia mutua entre los conductores de fase y el cable de tierra (Ω).

Z_{EW-E} = impedancia propia del cable de tierra (Ω).

Para determinar la impedancia mutua entre conductores de fase y cable de tierra, y la impedancia propia del cable de tierra, se utilizarán las siguientes fórmulas de Carson:

$$Z_{ML-EW} = \frac{\omega \cdot \mu_0}{8} + j\frac{\omega \cdot \mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \ln\frac{\delta}{D_{mq}}$$

$$Z_{EW-E} = Z_s = R_q + \frac{\omega \cdot \mu_0}{8} + j\frac{\omega \cdot \mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \left(\ln\frac{\delta}{r_q} + \frac{\mu_q}{4}\right)$$

Y donde:

ω = 2·π·frecuencia en Hz.

$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$.

δ = profundidad de penetración de las corrientes de retorno a tierra por el terreno.

D_{mq} = distancia media geométrica entre el cable de tierra y los conductores de fase.

R_q = resistencia del conductor de tierra o hilo de guarda.

r_q = radio del cable de tierra.

μ_q = 25 para conductores de acero, y 1 para cobre o aluminio.

$$D_{mq} = \sqrt[3]{D_{aq} \cdot D_{bq} \cdot D_{cq}}$$

Donde:

D_{aq}, D_{bq} y D_{cq} son las distancias entre el cable de guarda y las diferentes fases de la línea.

$$\delta = \frac{1{,}85}{\sqrt{\frac{\mu_0 \cdot \omega}{\rho}}}$$

Donde:

ρ = resistividad del terreno.

$$Z_E = \frac{Z_A \cdot Z_B}{Z_A + Z_B}$$

$$Z_A = Z_B = \frac{1}{2} \cdot \left(Z_S + \sqrt{Z_S \cdot \left(4 \cdot R_t + Z_S\right)}\right)$$

Donde:

Z_S = impedancia media de los vanos de cable de tierra = $Z_{EW\text{-}E}$.

R_t = resistencia media de tierra de los apoyos colindantes.

Una vez determinado U_E, si este valor es inferior a dos veces UC, el diseño de la puesta a tierra del apoyo será correcto; en el caso contrario será necesario el estudio de las medidas a tomar para reducir la tensión de contacto aplicada, hasta que el sistema de puesta a tierra cumpla este requisito.

6.4.5. Consideraciones finales

En caso de existir en las inmediaciones del apoyo tuberías, raíles, vallas o cualquier otro elemento metálico sobre el que la instalación pueda transferir tensiones perjudiciales o peligrosas, será necesario el estudio de las medidas a tomar para la eliminación o reducción hasta niveles aceptables.

Dado que los sistemas de puesta a tierra no pueden definirse completamente en las fases de Proyecto Tipo y Proyecto Simplificado será necesario informar al Órgano competente en la autorización de dicho proyecto de las soluciones adoptadas para los sistemas de puesta a tierra, así como el cumplimiento de los valores de tensiones de paso y contacto.

7. Anexo A: "Condiciones sobre tracción y flecha de los conductores"

47-AL1/8-ST1A (LA 56)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1854	0,5966	-5
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1854	0,5966	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1854	0,1854	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1854	0,5966	-10
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1854	0,5966	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1854	0,1854	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,5533		0,1854	0,7388	-15
Flecha Máxima Hielo	0,5533		0,1854	0,7388	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1854	0,5966	-15
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1854	0,5966	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1854	0,1854	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,1067		0,1854	1,2921	-20
Flecha Máxima Hielo	1,1067		0,1854	1,2921	0

94-AL1/22-ST1A (LA 110)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,840	0,4241	0,9410	-5
Flecha Máxima Viento	60	0,840	0,4241	0,9410	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4241	0,4241	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,840	0,4241	0,9410	-10
Flecha Máxima Viento	60	0,840	0,4241	0,9410	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4241	0,4241	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,6735		0,4241	1,0976	-15
Flecha Máxima Hielo	0,6735		0,4241	1,0976	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,840	0,4241	0,9410	-15
Flecha Máxima Viento	60	0,840	0,4241	0,9410	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4241	0,4241	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,3470		0,4241	1,7711	-20
Flecha Máxima Hielo	1,3470		0,4241	1,7711	0

147-AL1/34-ST1A (LA 180)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	0,875	0,6627	1,0977	-5
Flecha Máxima Viento	50	0,875	0,6627	1,0977	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,6627	0,6627	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	0,875	0,6627	1,0977	-10
Flecha Máxima Viento	50	0,875	0,6627	1,0977	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,6627	0,6627	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,7530		0,6627	1,4157	-15
Flecha Máxima Hielo	0,7530		0,6627	1,4157	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	0,875	0,6627	1,0977	-15
Flecha Máxima Viento	50	0,875	0,6627	1,0977	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,6627	0,6627	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,5060		0,6627	2,1687	-20
Flecha Máxima Hielo	1,5060		0,6627	2,1687	0

242-AL1/39-ST1A (LA 280)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	1,090	0,9573	1,4507	-5
Flecha Máxima Viento	50	1,090	0,9573	1,4507	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,9573	0,9573	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	1,090	0,9573	1,4507	-10
Flecha Máxima Viento	50	1,090	0,9573	1,4507	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,9573	0,9573	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,8404		0,9573	1,7978	-15
Flecha Máxima Hielo	0,8404		0,9573	1,7978	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	1,090	0,9573	1,4507	-15
Flecha Máxima Viento	50	1,090	0,9573	1,4507	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,9573	0,9573	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,6809		0,9573	2,6382	-20
Flecha Máxima Hielo	1,6809		0,9573	2,6382	0

47-AL1/8-A20SA (LARL 56)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1762	0,5938	-5
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1762	0,5938	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1762	0,1762	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1762	0,5938	-10
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1762	0,5938	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1762	0,1762	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,5533		0,1762	0,7296	-15
Flecha Máxima Hielo	0,5533		0,1762	0,7296	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1762	0,5938	-15
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1762	0,5938	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1762	0,1762	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,1067		0,1762	1,2829	-20
Flecha Máxima Hielo	1,1067		0,1762	1,2829	0

107-AL1/18-A20SA (LARL 125)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,859	0,4038	0,9488	-5
Flecha Máxima Viento	60	0,859	0,4038	0,9488	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4038	0,4038	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,859	0,4038	0,9488	-10
Flecha Máxima Viento	60	0,859	0,4038	0,9488	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4038	0,4038	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,6810		0,4038	1,085	-15
Flecha Máxima Hielo	0,6810		0,4038	1,085	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,859	0,4038	0,9488	-15
Flecha Máxima Viento	60	0,859	0,4038	0,9488	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4038	0,4038	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,3620		0,4038	1,7660	-20
Flecha Máxima Hielo	1,3620		0,4038	1,7660	0

147-AL1/34-A20SA (LARL 180)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	0,875	0,6217	1,0734	-5
Flecha Máxima Viento	50	0,875	0,6217	1,0734	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,6217	0,6217	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	0,875	0,6217	1,0734	-10
Flecha Máxima Viento	50	0,875	0,6217	1,0734	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,6217	0,6217	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,7530		0,6217	1,3747	-15
Flecha Máxima Hielo	0,7530		0,6217	1,3747	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	0,875	0,6217	1,0734	-15
Flecha Máxima Viento	50	0,875	0,6217	1,0734	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,6217	0,6217	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,5060		0,6217	2,1277	-20
Flecha Máxima Hielo	1,5060		0,6217	2,1277	0

242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	1,090	0,9110	1,4206	-5
Flecha Máxima Viento	50	1,090	0,9110	1,4206	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,9110	0,9110	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	1,090	0,9110	1,4206	-10
Flecha Máxima Viento	50	1,090	0,9110	1,4206	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,9110	0,9110	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,8404		0,9110	1,7515	-15
Flecha Máxima Hielo	0,8404		0,9110	1,7515	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	50	1,090	0,9110	1,4206	-15
Flecha Máxima Viento	50	1,090	0,9110	1,4206	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,9110	0,9110	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,6809		0,9110	2,5919	-20
Flecha Máxima Hielo	1,6809		0,9110	2,5919	0

47-AL3/8-ST1A (DA 56)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1848	0,5964	-5
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1848	0,5964	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1848	0,1848	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1848	0,5964	-10
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1848	0,5964	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1848	0,1848	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,5533		0,1848	0,7382	-15
Flecha Máxima Hielo	0,5533		0,1848	0,7382	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,567	0,1848	0,5964	-15
Flecha Máxima Viento	60	0,567	0,1848	0,5964	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,1848	0,1848	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,1067		0,1848	1,2915	-20
Flecha Máxima Hielo	1,1067		0,1848	1,2915	0

94-AL3/22-ST1A (DA 110)

ZONA A					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-5ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,840	0,4236	0,9407	-5
Flecha Máxima Viento	60	0,840	0,4236	0,9407	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4236	0,4236	50

ZONA B					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-10ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,840	0,4236	0,9407	-10
Flecha Máxima Viento	60	0,840	0,4236	0,9407	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4236	0,4236	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-15ºC+Sobrecarga Hielo Zona B)**				
	Sobrecarga 0,180√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	0,6735		0,4236	1,0971	-15
Flecha Máxima Hielo	0,6735		0,4236	1,0971	0

ZONA C					
Hipótesis	**1ª – VIENTO (-15ºC+Viento 120km/h)**				
	Presión (daN/m^2)	Sobrecarga (daN/m)	Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	60	0,840	0,4236	0,9407	-15
Flecha Máxima Viento	60	0,840	0,4236	0,9407	15
Flecha Máxima Calma	--	--	0,4236	0,4236	50
Hipótesis	**2ª – HIELO (-20ºC+Sobrecarga Hielo Zona C)**				
	Sobrecarga 0,360√d (daN/m)		Peso (daN/m)	Peso+Sobrec. (daN/m)	Temperatura (ºC)
Tracción Máxima	1,3470		0,4236	1,7706	-20
Flecha Máxima Hielo	1,3470		0,4236	1,7706	0

8. Anexo B: Tablas de Tendido y Cálculo Mecánico

A continuación, se indican las tablas de tendido correspondientes a los tipos de conductor presentes en este proyecto tipo, en base a las siguientes consideraciones de diseño:

- Longitudes de vano desde 20 a 300 metros, con incrementos de longitud de vano de 10 metros.
- Vanos nivelados con apoyos ubicados a la misma cota.
- Temperaturas asignadas del conductor según la zona de altitud correspondiente.
- Valor de la tracción máxima admisible aplicada en el punto de amarre, y correspondiente a la carga de rotura del conductor dividido como mínimo por 3.
- Valor de la flecha del conductor correspondiente a cada tensión calculada.

Se acompañará del mismo modo cada tabla de tendido de conductor con la tabla de cálculos mecánicos y comprobación de fenómenos vibratorios correspondiente.

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-56
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.943
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000191
Carga de rotura, daN: 1.629

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 543
Peso del conductor, daN/m: 0,1854
Peso+Viento, daN/m: 0,5966
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																			
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	346	4,71	326	20,00	167	10,23	331	0,05	346	0,09	215	0,14	38	0,24	24	0,39	0,03	0,39	1757	127	285	0,03	245	0,04	205	0,05	167	0,06	131	0,07	100	0,09	76	0,12	60	0,15	50	0,19	43	0,22
30	365	4,46	326	20,00	173	10,65	337	0,11	365	0,19	250	0,27	54	0,38	35	0,60	0,06	0,60	1757	188	286	0,07	247	0,08	209	0,10	173	0,12	141	0,15	115	0,18	94	0,22	79	0,26	68	0,31	60	0,35
40	387	4,20	326	20,00	181	11,12	345	0,20	387	0,31	283	0,43	69	0,54	46	0,81	0,11	0,81	1757	247	287	0,13	250	0,15	214	0,17	181	0,20	152	0,24	128	0,29	109	0,34	95	0,39	84	0,44	76	0,49
50	410	3,97	326	20,00	189	11,60	354	0,30	410	0,46	314	0,60	83	0,70	56	1,03	0,18	1,03	1757	303	288	0,20	253	0,23	219	0,26	189	0,31	163	0,36	141	0,41	123	0,47	109	0,53	99	0,59	90	0,65
60	433	3,76	326	20,00	197	12,08	363	0,43	433	0,63	343	0,80	95	0,88	66	1,26	0,26	1,26	1757	358	290	0,29	256	0,33	225	0,37	197	0,42	173	0,48	152	0,55	136	0,61	122	0,68	112	0,75	103	0,81
70	455	3,58	326	20,00	204	12,54	372	0,56	455	0,82	370	1,01	107	1,06	76	1,49	0,35	1,49	1757	411	292	0,39	259	0,44	230	0,49	204	0,56	182	0,62	163	0,70	147	0,77	134	0,85	124	0,92	115	0,99
80	476	3,42	326	20,00	212	12,99	382	0,72	476	1,02	395	1,23	118	1,26	86	1,73	0,46	1,73	1757	462	293	0,51	263	0,56	236	0,63	212	0,70	191	0,78	173	0,86	158	0,94	145	1,02	135	1,10	126	1,18
90	497	3,28	326	20,00	218	13,40	391	0,89	497	1,24	419	1,47	128	1,46	95	1,98	0,58	1,98	1757	510	295	0,64	266	0,70	241	0,78	218	0,86	199	0,94	182	1,03	168	1,12	155	1,21	145	1,30	136	1,38
100	517	3,15	326	20,00	225	13,79	400	1,07	517	1,47	442	1,72	138	1,68	103	2,24	0,71	2,24	1757	557	297	0,78	270	0,86	246	0,94	225	1,03	206	1,12	190	1,22	177	1,31	165	1,41	155	1,50	146	1,59
110	536	3,04	326	20,00	231	14,16	409	1,27	536	1,71	464	1,98	147	1,91	112	2,51	0,86	2,51	1757	603	298	0,94	273	1,03	251	1,12	231	1,22	213	1,32	198	1,42	185	1,52	173	1,62	163	1,72	155	1,81
120	543	3,00	311	19,07	227	13,91	405	1,53	543	2,01	476	2,30	152	2,20	118	2,84	1,07	2,84	1675	635	286	1,17	264	1,27	244	1,37	227	1,47	211	1,58	198	1,69	186	1,79	176	1,90	167	2,00	159	2,10
130	543	3,00	288	17,68	218	13,36	394	1,84	543	2,36	481	2,67	153	2,56	122	3,21	1,36	3,21	1553	658	267	1,47	249	1,58	232	1,69	218	1,80	205	1,91	193	2,03	183	2,14	175	2,24	167	2,35	160	2,46
140	543	3,00	269	16,51	210	12,91	384	2,19	543	2,74	486	3,06	155	2,94	126	3,62	1,69	3,62	1450	678	252	1,81	236	1,92	222	2,04	210	2,16	199	2,28	190	2,39	181	2,51	174	2,62	167	2,73	160	2,84
150	543	3,00	253	15,54	204	12,54	375	2,57	543	3,15	491	3,48	156	3,35	129	4,05	2,06	4,05	1365	696	239	2,19	226	2,31	215	2,43	204	2,55	195	2,67	187	2,79	179	2,91	173	3,02	167	3,13	161	3,24
160	543	3,00	240	14,75	199	12,24	368	2,99	543	3,58	495	3,93	157	3,79	132	4,50	2,47	4,50	1296	712	228	2,60	218	2,73	208	2,85	199	2,98	192	3,10	184	3,22	178	3,34	172	3,45	166	3,57	161	3,68
170	543	3,00	230	14,12	195	11,99	362	3,43	543	4,04	499	4,40	158	4,25	135	4,98	2,89	4,98	1250	726	220	3,05	211	3,18	203	3,30	195	3,43	189	3,56	182	3,68	177	3,80	171	3,91	166	4,03	162	4,14
180	543	3,00	222	13,60	192	11,79	356	3,91	543	4,53	502	4,90	158	4,75	137	5,49	3,29	5,49	1231	739	213	3,53	205	3,66	198	3,79	192	3,91	186	4,04	181	4,16	175	4,28	171	4,40	166	4,52	162	4,63
190	543	3,00	215	13,18	189	11,61	351	4,41	543	5,05	505	5,43	159	5,27	139	6,02	3,72	6,02	1215	751	207	4,04	201	4,17	195	4,30	189	4,43	184	4,55	179	4,68	175	4,80	170	4,92	166	5,04	163	5,15
200	543	3,00	209	12,83	187	11,46	347	4,95	543	5,60	508	5,99	160	5,82	141	6,58	4,17	6,58	1200	761	203	4,58	197	4,71	192	4,84	187	4,97	182	5,10	178	5,22	174	5,34	170	5,46	166	5,58	163	5,70
210	543	3,00	204	12,54	185	11,34	343	5,52	543	6,17	510	6,57	160	6,39	143	7,16	4,64	7,16	1188	771	199	5,15	194	5,28	189	5,41	185	5,54	181	5,67	177	5,79	173	5,92	170	6,04	166	6,16	163	6,27
220	543	3,00	200	12,29	183	11,23	340	6,11	543	6,77	512	7,18	161	7,00	145	7,78	5,14	7,78	1177	779	196	5,74	191	5,88	187	6,01	183	6,14	179	6,27	176	6,39	172	6,52	169	6,64	166	6,76	163	6,88
230	543	3,00	197	12,08	181	11,14	338	6,73	543	7,40	514	7,82	161	7,63	146	8,42	5,67	8,42	1167	787	193	6,37	189	6,50	185	6,64	181	6,77	178	6,89	175	7,02	172	7,15	169	7,27	166	7,39	164	7,51
240	543	3,00	194	11,91	180	11,06	335	7,39	543	8,06	516	8,48	161	8,29	147	9,08	6,22	9,08	1159	794	190	7,03	187	7,16	183	7,29	180	7,42	177	7,55	174	7,68	171	7,80	169	7,93	166	8,05	164	8,17
250	543	3,00	191	11,75	179	10,98	333	8,07	543	8,75	518	9,17	162	8,98	148	9,78	6,79	9,78	1151	801	188	7,71	185	7,85	182	7,98	179	8,11	176	8,24	173	8,36	171	8,49	168	8,61	166	8,73	164	8,86
260	543	3,00	189	11,62	178	10,92	331	8,78	543	9,46	519	9,89	162	9,69	150	10,50	7,39	10,50	1145	806	186	8,43	183	8,56	181	8,69	178	8,82	175	8,95	173	9,08	171	9,20	168	9,33	166	9,45	164	9,57
270	543	3,00	187	11,50	177	10,87	329	9,52	543	10,21	521	10,64	162	10,44	151	11,25	8,01	11,25	1139	812	185	9,17	182	9,30	179	9,43	177	9,56	175	9,69	172	9,82	170	9,94	168	10,07	166	10,19	164	10,32
280	543	3,00	186	11,40	176	10,82	328	10,29	543	10,98	522	11,42	162	11,21	151	12,03	8,66	12,03	1133	817	183	9,94	181	10,07	178	10,20	176	10,33	174	10,46	172	10,59	170	10,72	168	10,84	166	10,96	164	11,09
290	543	3,00	184	11,31	175	10,77	326	11,08	543	11,78	523	12,22	163	12,01	152	12,84	9,33	12,84	1128	821	182	10,74	180	10,87	178	11,00	175	11,13	173	11,26	172	11,39	170	11,51	168	11,64	166	11,76	164	11,89
300	543	3,00	183	11,23	175	10,73	325	11,91	543	12,61	524	13,06	163	12,84	153	13,67	10,02	13,67	1124	825	181	11,56	179	11,70	177	11,83	175	11,96	173	12,09	171	12,22	169	12,34	168	12,47	166	12,59	164	12,72

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-110
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,00
Sección, mm²: 116,2
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 4.317

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.439
Peso del conductor, daN/m: 0,4241
Peso+Viento, daN/m: 0,941
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																			
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	878	4,92	863	20,00	537	12,43	867	0,03	878	0,05	571	0,08	125	0,17	63	0,34	0,02	0,34	2036	149	781	0,03	699	0,03	617	0,03	537	0,04	457	0,05	380	0,06	307	0,07	242	0,09	189	0,11	151	0,14
30	895	4,82	863	20,00	544	12,59	872	0,08	895	0,12	609	0,18	167	0,29	93	0,52	0,06	0,52	2036	218	782	0,06	701	0,07	622	0,08	544	0,09	468	0,10	396	0,12	331	0,14	274	0,17	228	0,21	193	0,25
40	916	4,71	863	20,00	552	12,80	878	0,14	916	0,21	650	0,29	204	0,42	121	0,70	0,10	0,70	2050	285	783	0,11	705	0,12	627	0,14	552	0,15	481	0,18	415	0,20	355	0,24	304	0,28	263	0,32	230	0,37
50	940	4,59	863	20,00	563	13,03	885	0,21	940	0,32	693	0,43	237	0,56	148	0,90	0,15	0,90	2067	348	785	0,17	708	0,19	634	0,21	563	0,24	495	0,27	434	0,31	379	0,35	333	0,40	294	0,45	262	0,51
60	967	4,47	863	20,00	574	13,29	893	0,30	967	0,44	734	0,59	267	0,71	173	1,10	0,22	1,10	2086	408	787	0,24	713	0,27	641	0,30	574	0,33	511	0,37	453	0,42	403	0,47	359	0,53	323	0,59	293	0,65
70	994	4,34	863	20,00	585	13,55	902	0,41	994	0,59	775	0,76	296	0,88	198	1,31	0,29	1,31	2107	466	789	0,33	718	0,36	649	0,40	585	0,44	526	0,49	472	0,55	425	0,61	384	0,68	350	0,74	320	0,81
80	1021	4,23	863	20,00	597	13,82	912	0,53	1021	0,75	814	0,94	322	1,06	221	1,53	0,38	1,53	2130	522	792	0,43	723	0,47	657	0,52	597	0,57	541	0,63	491	0,69	446	0,76	408	0,83	374	0,91	346	0,98
90	1049	4,12	863	20,00	608	14,09	922	0,66	1049	0,92	852	1,14	346	1,24	244	1,76	0,47	1,76	2153	575	794	0,54	728	0,59	666	0,65	608	0,71	555	0,77	508	0,85	466	0,92	430	1,00	398	1,08	370	1,16
100	1076	4,01	863	20,00	619	14,35	932	0,81	1076	1,11	888	1,35	369	1,44	266	2,00	0,57	2,00	2177	626	797	0,67	733	0,72	674	0,79	619	0,86	570	0,93	525	1,01	485	1,09	450	1,18	419	1,26	392	1,35
110	1103	3,91	863	20,00	630	14,60	942	0,97	1103	1,31	923	1,57	391	1,64	286	2,24	0,69	2,24	2201	675	799	0,80	739	0,87	682	0,94	630	1,02	583	1,10	541	1,19	503	1,28	469	1,37	440	1,46	414	1,55
120	1129	3,82	863	20,00	641	14,85	953	1,14	1129	1,52	956	1,80	411	1,86	306	2,49	0,81	2,49	2224	722	802	0,95	744	1,03	690	1,11	641	1,19	596	1,28	556	1,37	520	1,47	487	1,57	459	1,66	433	1,76
130	1151	3,75	859	19,89	648	15,00	958	1,33	1151	1,75	985	2,05	428	2,09	325	2,76	0,94	2,76	2238	765	800	1,12	745	1,20	694	1,29	648	1,38	605	1,48	567	1,58	533	1,68	502	1,78	475	1,89	450	1,99
140	1166	3,70	845	19,58	648	15,00	956	1,54	1166	2,01	1007	2,33	442	2,35	340	3,05	1,10	3,05	2233	803	790	1,32	738	1,41	691	1,50	648	1,61	608	1,71	573	1,82	541	1,92	512	2,03	486	2,14	463	2,25
150	1179	3,66	832	19,27	648	15,00	954	1,78	1179	2,28	1028	2,61	454	2,63	355	3,36	1,26	3,36	2228	838	780	1,53	732	1,63	688	1,73	648	1,84	611	1,95	578	2,07	548	2,18	521	2,29	496	2,41	474	2,52
160	1193	3,62	820	18,98	648	15,00	952	2,03	1193	2,56	1048	2,92	465	2,92	369	3,68	1,44	3,68	2223	871	771	1,76	726	1,87	685	1,98	648	2,10	613	2,21	582	2,33	554	2,45	529	2,57	506	2,69	485	2,80
170	1205	3,58	808	18,71	648	15,00	950	2,29	1205	2,87	1067	3,24	476	3,22	383	4,01	1,63	4,01	2219	902	762	2,01	721	2,13	683	2,25	648	2,37	616	2,49	587	2,61	560	2,74	536	2,86	514	2,98	494	3,10
180	1217	3,55	797	18,45	648	15,00	948	2,57	1217	3,18	1085	3,57	486	3,54	395	4,35	1,83	4,35	2215	932	754	2,28	716	2,40	680	2,53	648	2,65	618	2,78	591	2,91	566	3,04	543	3,16	522	3,29	503	3,41
190	1228	3,52	786	18,21	648	15,00	947	2,87	1228	3,51	1102	3,92	495	3,87	407	4,71	2,04	4,71	2211	960	747	2,56	711	2,69	678	2,82	648	2,96	620	3,09	594	3,22	571	3,35	549	3,48	530	3,61	512	3,74
200	1239	3,48	777	17,99	648	15,00	945	3,19	1239	3,86	1118	4,28	503	4,22	418	5,08	2,27	5,08	2207	986	740	2,87	707	3,00	676	3,14	648	3,28	622	3,41	598	3,55	576	3,69	555	3,82	537	3,95	519	4,09
210	1249	3,46	768	17,78	648	15,00	944	3,52	1249	4,22	1133	4,65	511	4,58	429	5,46	2,50	5,46	2204	1010	734	3,19	703	3,33	674	3,47	648	3,61	623	3,75	601	3,89	580	4,03	561	4,17	543	4,31	526	4,44
220	1258	3,43	759	17,59	648	15,00	942	3,87	1258	4,60	1147	5,04	518	4,95	438	5,86	2,75	5,86	2201	1034	728	3,53	699	3,67	672	3,82	648	3,96	625	4,11	604	4,25	584	4,40	566	4,54	549	4,68	533	4,82
230	1267	3,41	752	17,42	648	15,00	941	4,24	1267	4,99	1160	5,45	525	5,34	448	6,27	3,01	6,27	2198	1056	723	3,88	696	4,03	671	4,18	648	4,33	626	4,48	606	4,63	588	4,78	570	4,92	554	5,06	539	5,20
240	1276	3,38	745	17,26	648	15,00	940	4,62	1276	5,40	1173	5,87	531	5,75	457	6,70	3,28	6,70	2195	1076	718	4,26	693	4,41	669	4,57	648	4,72	627	4,87	609	5,02	591	5,17	575	5,32	559	5,46	545	5,61
250	1284	3,36	739	17,11	648	15,00	939	5,02	1284	5,82	1185	6,30	537	6,17	465	7,14	3,56	7,14	2193	1096	713	4,65	690	4,81	668	4,96	648	5,12	629	5,28	611	5,43	594	5,58	579	5,73	564	5,88	550	6,03
260	1292	3,34	733	16,97	648	15,00	938	5,43	1292	6,26	1197	6,75	543	6,61	473	7,59	3,86	7,59	2190	1115	709	5,06	687	5,22	667	5,38	648	5,54	630	5,70	613	5,85	597	6,01	582	6,16	568	6,31	555	6,46
270	1299	3,32	727	16,85	648	15,00	937	5,87	1299	6,71	1207	7,22	548	7,06	480	8,06	4,17	8,06	2188	1132	705	5,48	685	5,65	666	5,81	648	5,97	631	6,13	615	6,29	600	6,45	586	6,60	572	6,76	560	6,91
280	1306	3,31	723	16,74	648	15,00	936	6,31	1306	7,18	1218	7,70	553	7,53	487	8,54	4,48	8,54	2186	1149	702	5,92	683	6,09	665	6,26	648	6,42	632	6,59	616	6,75	602	6,91	589	7,06	576	7,22	564	7,37
290	1312	3,29	718	16,63	648	15,00	935	6,78	1312	7,66	1227	8,19	557	8,01	494	9,04	4,82	9,04	2184	1164	699	6,39	681	6,56	664	6,72	648	6,89	632	7,06	618	7,22	605	7,38	592	7,54	580	7,70	568	7,85
300	1318	3,27	714	16,54	648	15,00	934	7,26	1318	8,16	1237	8,70	561	8,51	500	9,55	5,16	9,55	2182	1179	696	6,86	679	7,03	663	7,21	648	7,37	633	7,54	620	7,71	607	7,87	595	8,03	583	8,19	572	8,35

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-180
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,50
Sección, mm²: 181,6
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 6.494

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.165
Peso del conductor, daN/m: 0,6627
Peso+Viento, daN/m: 1,0977
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																			
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1310	4,96	1299	20,00	790	12,16	1302	0,03	1310	0,04	818	0,07	183	0,18	97	0,34	0,02	0,34	2918	146	1170	0,03	1042	0,03	915	0,04	790	0,04	667	0,05	548	0,06	438	0,08	343	0,10	270	0,12	218	0,15
30	1323	4,91	1299	20,00	802	12,35	1305	0,07	1323	0,09	857	0,15	248	0,30	142	0,53	0,04	0,53	2926	214	1172	0,06	1047	0,07	923	0,08	802	0,09	686	0,11	577	0,13	479	0,16	397	0,19	332	0,22	284	0,26
40	1340	4,84	1299	20,00	818	12,59	1310	0,12	1340	0,17	901	0,25	305	0,44	185	0,72	0,07	0,72	2936	279	1174	0,11	1052	0,13	933	0,14	818	0,16	709	0,19	609	0,22	521	0,25	447	0,30	388	0,34	341	0,39
50	1361	4,77	1299	20,00	835	12,86	1315	0,19	1361	0,26	948	0,37	356	0,58	226	0,92	0,11	0,92	2949	341	1177	0,18	1059	0,20	944	0,22	835	0,25	734	0,28	642	0,32	561	0,37	494	0,42	438	0,47	393	0,53
60	1383	4,70	1299	20,00	854	13,15	1322	0,27	1383	0,36	995	0,50	403	0,74	266	1,12	0,15	1,12	2964	401	1181	0,25	1066	0,28	957	0,31	854	0,35	759	0,39	674	0,44	600	0,50	536	0,56	484	0,62	440	0,68
70	1407	4,62	1299	20,00	873	13,44	1329	0,37	1407	0,48	1041	0,65	447	0,91	303	1,34	0,21	1,34	2980	458	1185	0,34	1075	0,38	970	0,42	873	0,46	784	0,52	705	0,58	636	0,64	576	0,70	526	0,77	483	0,84
80	1432	4,54	1299	20,00	892	13,74	1337	0,48	1432	0,62	1086	0,82	487	1,09	340	1,56	0,27	1,56	2997	513	1189	0,45	1083	0,49	984	0,54	892	0,59	809	0,66	735	0,72	669	0,79	613	0,87	564	0,94	523	1,01
90	1457	4,46	1299	20,00	911	14,03	1344	0,60	1457	0,77	1128	1,00	525	1,28	375	1,79	0,34	1,79	3014	565	1193	0,56	1092	0,61	998	0,67	911	0,74	833	0,81	763	0,88	701	0,96	647	1,04	601	1,12	560	1,20
100	1482	4,38	1299	20,00	930	14,32	1353	0,74	1482	0,94	1170	1,19	561	1,48	408	2,03	0,41	2,03	3033	615	1197	0,69	1101	0,75	1012	0,82	930	0,89	856	0,97	789	1,05	731	1,13	679	1,22	634	1,31	595	1,39
110	1507	4,31	1299	20,00	947	14,59	1361	0,89	1507	1,12	1209	1,39	594	1,69	440	2,28	0,50	2,28	3051	664	1201	0,83	1110	0,90	1025	0,98	947	1,06	877	1,14	815	1,23	759	1,32	710	1,41	666	1,51	628	1,60
120	1532	4,24	1299	20,00	964	14,85	1369	1,05	1532	1,31	1247	1,60	625	1,91	470	2,54	0,59	2,54	3069	710	1206	0,99	1118	1,07	1038	1,15	964	1,24	898	1,33	838	1,42	785	1,52	738	1,62	696	1,71	658	1,81
130	1548	4,20	1290	19,86	974	15,00	1368	1,23	1548	1,52	1277	1,84	652	2,15	498	2,81	0,69	2,81	3068	752	1201	1,17	1119	1,25	1043	1,34	974	1,44	912	1,54	855	1,64	805	1,74	760	1,84	720	1,95	684	2,05
140	1553	4,18	1268	19,52	974	15,00	1356	1,44	1553	1,75	1297	2,10	672	2,42	522	3,11	0,81	3,11	3040	788	1185	1,37	1108	1,47	1038	1,56	974	1,67	916	1,77	864	1,88	817	1,99	775	2,10	737	2,20	703	2,31
150	1557	4,17	1247	19,20	974	15,00	1344	1,67	1557	2,01	1316	2,38	691	2,70	545	3,42	0,93	3,42	3013	822	1170	1,59	1099	1,70	1033	1,80	974	1,91	920	2,03	872	2,14	828	2,25	788	2,37	752	2,48	720	2,59
160	1562	4,16	1227	18,90	974	15,00	1333	1,92	1562	2,28	1334	2,67	708	3,00	566	3,75	1,07	3,75	2988	855	1155	1,84	1089	1,95	1029	2,06	974	2,18	924	2,30	879	2,41	838	2,53	801	2,65	767	2,77	736	2,88
170	1566	4,15	1209	18,61	974	15,00	1322	2,18	1566	2,56	1351	2,97	724	3,31	586	4,09	1,22	4,09	2964	885	1142	2,10	1081	2,22	1025	2,34	974	2,46	928	2,58	885	2,70	847	2,83	812	2,95	780	3,07	751	3,19
180	1570	4,14	1191	18,35	974	15,00	1312	2,47	1570	2,87	1366	3,30	739	3,64	605	4,44	1,38	4,44	2942	913	1130	2,38	1073	2,50	1021	2,63	974	2,76	931	2,88	891	3,01	855	3,14	822	3,27	792	3,39	764	3,51
190	1573	4,13	1175	18,10	974	15,00	1303	2,77	1573	3,19	1381	3,63	752	3,98	623	4,80	1,54	4,80	2921	940	1118	2,67	1066	2,81	1018	2,94	974	3,07	934	3,20	897	3,34	863	3,47	832	3,60	803	3,73	777	3,85
200	1577	4,12	1161	17,87	974	15,00	1294	3,09	1577	3,53	1394	3,99	765	4,33	640	5,18	1,72	5,18	2902	965	1108	2,99	1060	3,13	1015	3,27	974	3,40	936	3,54	902	3,68	870	3,81	841	3,94	813	4,08	788	4,21
210	1580	4,11	1147	17,67	974	15,00	1286	3,42	1580	3,88	1407	4,36	777	4,71	655	5,58	1,91	5,58	2884	989	1099	3,33	1054	3,47	1012	3,61	974	3,75	939	3,89	906	4,03	876	4,17	849	4,31	823	4,44	799	4,58
220	1583	4,10	1135	17,48	974	15,00	1279	3,78	1583	4,25	1418	4,74	787	5,10	670	5,99	2,11	5,99	2868	1011	1090	3,68	1048	3,83	1010	3,97	974	4,12	941	4,26	911	4,41	882	4,55	856	4,69	832	4,82	809	4,96
230	1585	4,10	1124	17,30	974	15,00	1273	4,15	1585	4,64	1429	5,14	797	5,50	684	6,41	2,32	6,41	2853	1032	1082	4,05	1043	4,20	1007	4,35	974	4,50	943	4,65	915	4,79	888	4,94	863	5,08	840	5,22	818	5,36
240	1588	4,09	1113	17,15	974	15,00	1266	4,54	1588	5,04	1440	5,56	807	5,92	697	6,85	2,54	6,85	2839	1052	1075	4,44	1039	4,60	1005	4,75	974	4,90	945	5,05	918	5,20	893	5,35	869	5,49	847	5,64	826	5,78
250	1590	4,08	1104	17,00	974	15,00	1261	4,95	1590	5,46	1449	5,99	816	6,35	710	7,30	2,76	7,30	2826	1071	1068	4,85	1034	5,01	1003	5,16	974	5,32	947	5,47	921	5,62	897	5,77	875	5,92	854	6,07	834	6,21
260	1593	4,08	1095	16,87	974	15,00	1255	5,38	1593	5,90	1458	6,44	824	6,81	721	7,77	3,00	7,77	2815	1089	1062	5,28	1031	5,44	1001	5,60	974	5,75	948	5,91	924	6,06	902	6,21	881	6,37	860	6,51	842	6,66
270	1595	4,07	1088	16,75	974	15,00	1251	5,82	1595	6,35	1467	6,91	831	7,27	732	8,26	3,25	8,26	2804	1105	1056	5,72	1027	5,88	1000	6,04	974	6,20	950	6,36	927	6,52	906	6,67	886	6,83	866	6,98	848	7,13
280	1597	4,07	1081	16,64	974	15,00	1246	6,29	1597	6,83	1475	7,39	838	7,76	743	8,75	3,51	8,75	2794	1121	1051	6,18	1024	6,35	998	6,51	974	6,67	951	6,83	930	6,99	909	7,15	890	7,30	872	7,46	855	7,61
290	1598	4,06	1074	16,54	974	15,00	1242	6,77	1598	7,31	1482	7,89	845	8,26	753	9,27	3,78	9,27	2785	1136	1047	6,66	1021	6,83	997	6,99	974	7,16	953	7,32	932	7,48	913	7,64	895	7,80	877	7,95	861	8,10
300	1600	4,06	1068	16,45	974	15,00	1238	7,26	1600	7,82	1489	8,40	851	8,77	762	9,80	4,05	9,80	2776	1150	1042	7,16	1018	7,33	996	7,49	974	7,66	954	7,82	934	7,99	916	8,15	899	8,31	882	8,46	866	8,62

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-280
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 21,80
Sección, mm²: 281,1
M. elástico, daN/mm²: 7.551
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000189
Carga de rotura, daN: 8.489

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.830
Peso del conductor, daN/m: 0,9573
Peso+Viento, daN/m: 1,4507
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																			
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1713	4,96	1698	20,00	922	10,86	1702	0,03	1713	0,04	966	0,08	211	0,23	126	0,38	0,02	0,38	3063	131	1500	0,03	1304	0,04	1111	0,04	922	0,05	742	0,06	580	0,08	446	0,11	349	0,14	284	0,17	241	0,20
30	1730	4,91	1698	20,00	951	11,20	1706	0,07	1730	0,10	1031	0,16	296	0,36	185	0,58	0,04	0,58	3071	194	1504	0,07	1314	0,08	1128	0,10	951	0,11	787	0,14	645	0,17	529	0,20	442	0,24	378	0,28	331	0,33
40	1752	4,85	1698	20,00	984	11,60	1712	0,13	1752	0,17	1101	0,27	374	0,51	243	0,79	0,06	0,79	3081	254	1509	0,13	1325	0,14	1149	0,17	984	0,19	836	0,23	708	0,27	604	0,32	523	0,37	460	0,42	412	0,47
50	1778	4,77	1698	20,00	1020	12,01	1719	0,20	1778	0,26	1172	0,39	445	0,67	298	1,00	0,10	1,00	3094	311	1515	0,20	1339	0,22	1173	0,26	1020	0,29	884	0,34	768	0,39	672	0,45	595	0,50	534	0,56	485	0,62
60	1806	4,70	1698	20,00	1056	12,44	1727	0,29	1806	0,37	1240	0,53	510	0,84	351	1,23	0,14	1,23	3109	367	1522	0,28	1354	0,32	1198	0,36	1056	0,41	931	0,46	823	0,52	734	0,59	661	0,65	600	0,72	551	0,78
70	1836	4,62	1698	20,00	1091	12,85	1736	0,39	1836	0,49	1305	0,69	571	1,03	402	1,46	0,20	1,46	3125	420	1529	0,38	1370	0,43	1224	0,48	1091	0,54	975	0,60	875	0,67	791	0,74	720	0,81	662	0,89	613	0,96
80	1867	4,55	1698	20,00	1125	13,25	1745	0,51	1867	0,63	1367	0,86	628	1,22	452	1,70	0,25	1,70	3142	472	1537	0,50	1387	0,55	1249	0,61	1125	0,68	1017	0,75	923	0,83	843	0,91	776	0,99	718	1,07	669	1,14
90	1898	4,47	1698	20,00	1158	13,64	1755	0,64	1898	0,78	1426	1,04	681	1,42	499	1,94	0,32	1,94	3159	521	1545	0,63	1403	0,69	1273	0,76	1158	0,84	1056	0,92	968	1,00	892	1,09	826	1,17	771	1,26	722	1,34
100	1928	4,40	1698	20,00	1188	14,00	1765	0,78	1928	0,95	1481	1,24	730	1,64	544	2,20	0,39	2,20	3176	568	1552	0,77	1418	0,84	1297	0,92	1188	1,01	1093	1,10	1009	1,19	937	1,28	874	1,37	819	1,46	772	1,55
110	1958	4,34	1698	20,00	1217	14,34	1774	0,94	1958	1,13	1534	1,45	777	1,86	588	2,47	0,47	2,47	3193	614	1560	0,93	1434	1,01	1319	1,10	1217	1,19	1127	1,29	1048	1,38	978	1,48	918	1,58	865	1,68	818	1,77
120	1987	4,27	1698	20,00	1244	14,66	1783	1,12	1987	1,33	1583	1,67	820	2,10	629	2,74	0,56	2,74	3210	657	1567	1,10	1448	1,19	1341	1,29	1244	1,39	1159	1,49	1084	1,59	1017	1,69	959	1,80	907	1,90	861	2,00
130	2015	4,21	1698	20,00	1270	14,96	1792	1,30	2015	1,54	1630	1,90	862	2,35	669	3,02	0,65	3,02	3226	699	1575	1,28	1462	1,38	1361	1,49	1270	1,59	1189	1,70	1117	1,81	1053	1,92	997	2,03	946	2,14	902	2,24
140	2015	4,21	1667	19,64	1273	15,00	1772	1,53	2015	1,78	1655	2,17	891	2,63	703	3,34	0,77	3,34	3190	734	1554	1,51	1450	1,62	1357	1,73	1273	1,84	1199	1,96	1132	2,07	1073	2,19	1020	2,30	972	2,41	929	2,52
150	2010	4,22	1634	19,25	1273	15,00	1748	1,78	2010	2,05	1675	2,46	916	2,94	733	3,68	0,89	3,68	3147	766	1530	1,76	1435	1,88	1350	1,99	1273	2,12	1205	2,24	1143	2,36	1088	2,48	1038	2,59	993	2,71	953	2,83
160	2006	4,23	1603	18,89	1273	15,00	1727	2,05	2006	2,34	1693	2,77	940	3,26	762	4,03	1,03	4,03	3108	796	1508	2,03	1422	2,16	1344	2,28	1273	2,41	1210	2,53	1153	2,66	1102	2,78	1055	2,90	1013	3,03	975	3,14
170	2002	4,24	1575	18,56	1273	15,00	1706	2,34	2002	2,65	1710	3,10	961	3,60	788	4,39	1,18	4,39	3071	824	1488	2,32	1409	2,45	1338	2,59	1273	2,72	1215	2,85	1162	2,98	1114	3,11	1070	3,23	1031	3,36	994	3,48
180	1999	4,25	1550	18,25	1273	15,00	1688	2,66	1999	2,97	1725	3,45	981	3,96	814	4,77	1,33	4,77	3038	850	1470	2,64	1398	2,77	1333	2,91	1273	3,05	1219	3,18	1170	3,31	1125	3,45	1084	3,58	1047	3,71	1012	3,83
190	1996	4,25	1527	17,98	1273	15,00	1671	2,99	1996	3,32	1739	3,81	999	4,33	837	5,17	1,50	5,17	3008	874	1454	2,97	1388	3,11	1328	3,25	1273	3,39	1223	3,53	1178	3,67	1136	3,81	1097	3,94	1062	4,07	1029	4,20
200	1993	4,26	1506	17,74	1273	15,00	1656	3,34	1993	3,68	1752	4,19	1015	4,72	859	5,58	1,68	5,58	2981	897	1440	3,33	1379	3,47	1324	3,62	1273	3,76	1227	3,90	1184	4,04	1145	4,18	1109	4,32	1075	4,45	1044	4,59
210	1990	4,27	1487	17,52	1273	15,00	1642	3,72	1990	4,06	1764	4,59	1031	5,12	880	6,01	1,86	6,01	2956	919	1427	3,70	1371	3,85	1320	4,00	1273	4,15	1230	4,29	1190	4,44	1154	4,58	1119	4,72	1088	4,86	1058	4,99
220	1987	4,27	1470	17,32	1273	15,00	1630	4,11	1987	4,47	1775	5,00	1045	5,55	899	6,45	2,06	6,45	2934	939	1415	4,10	1364	4,25	1317	4,40	1273	4,55	1233	4,70	1196	4,85	1161	4,99	1129	5,13	1099	5,27	1071	5,41
230	1985	4,28	1455	17,14	1273	15,00	1619	4,52	1985	4,89	1786	5,44	1058	5,99	917	6,91	2,27	6,91	2914	958	1404	4,51	1357	4,67	1314	4,82	1273	4,97	1236	5,13	1201	5,28	1168	5,42	1138	5,57	1109	5,71	1083	5,85
240	1983	4,28	1442	16,99	1273	15,00	1608	4,96	1983	5,33	1795	5,89	1070	6,45	934	7,39	2,49	7,39	2895	976	1395	4,94	1351	5,10	1311	5,26	1273	5,42	1238	5,57	1205	5,72	1175	5,87	1146	6,02	1119	6,16	1094	6,31
250	1981	4,29	1430	16,84	1273	15,00	1599	5,41	1981	5,79	1804	6,36	1081	6,93	950	7,88	2,71	7,88	2878	993	1386	5,40	1346	5,56	1308	5,72	1273	5,88	1240	6,03	1210	6,19	1181	6,34	1154	6,49	1128	6,64	1104	6,78
260	1979	4,29	1419	16,71	1273	15,00	1591	5,88	1979	6,27	1812	6,85	1091	7,42	965	8,39	2,95	8,39	2863	1008	1379	5,87	1341	6,04	1306	6,20	1273	6,36	1243	6,52	1214	6,67	1186	6,83	1160	6,98	1136	7,13	1113	7,28
270	1978	4,29	1409	16,60	1273	15,00	1583	6,38	1978	6,76	1819	7,35	1101	7,93	980	8,92	3,20	8,92	2849	1023	1372	6,36	1337	6,53	1304	6,69	1273	6,86	1244	7,02	1217	7,17	1191	7,33	1167	7,48	1144	7,64	1122	7,79
280	1976	4,30	1400	16,49	1273	15,00	1576	6,89	1976	7,28	1826	7,88	1110	8,46	993	9,46	3,46	9,46	2837	1037	1365	6,88	1333	7,05	1302	7,21	1273	7,37	1246	7,54	1220	7,70	1196	7,85	1173	8,01	1151	8,16	1130	8,31
290	1975	4,30	1392	16,39	1273	15,00	1570	7,42	1975	7,82	1833	8,42	1118	9,01	1005	10,03	3,72	10,03	2825	1050	1359	7,41	1329	7,58	1300	7,75	1273	7,91	1248	8,07	1223	8,24	1200	8,39	1178	8,55	1157	8,71	1137	8,86
300	1973	4,30	1384	16,31	1273	15,00	1564	7,97	1973	8,37	1839	8,98	1126	9,58	1017	10,61	4,00	10,61	2815	1062	1354	7,96	1326	8,13	1299	8,30	1273	8,47	1249	8,63	1226	8,79	1204	8,96	1183	9,11	1163	9,27	1144	9,43

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR DA-56
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.943
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000191
Carga de rotura, daN: 2.237

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 746
Peso del conductor, daN/m: 0,1850
Peso+Viento, daN/m: 0,5964
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	459	4,88	447	20,00	284	12,68	450	0,04	459	0,07	308	0,10	60	0,15	28	0,34	0,02	0,34	2419	149	406	0,02	365	0,03	324	0,03	284	0,03	243	0,04	204	0,05	165	0,06	130	0,07	99	0,09	75	0,12
30	472	4,74	447	20,00	286	12,77	454	0,09	472	0,14	333	0,21	79	0,26	40	0,52	0,05	0,52	2419	218	407	0,05	366	0,06	326	0,06	286	0,07	247	0,08	209	0,10	173	0,12	141	0,15	114	0,18	94	0,22
40	487	4,59	447	20,00	289	12,90	459	0,15	487	0,25	359	0,34	95	0,39	53	0,70	0,08	0,70	2419	285	407	0,09	367	0,10	327	0,11	289	0,13	251	0,15	215	0,17	182	0,20	153	0,24	129	0,29	110	0,34
50	505	4,43	447	20,00	292	13,06	464	0,23	505	0,38	386	0,49	111	0,52	65	0,90	0,13	0,90	2419	349	408	0,14	368	0,16	330	0,18	292	0,20	256	0,23	222	0,26	192	0,30	165	0,35	143	0,40	125	0,46
60	524	4,27	447	20,00	296	13,23	471	0,33	524	0,52	412	0,66	124	0,67	76	1,10	0,19	1,10	2419	411	408	0,20	370	0,23	332	0,25	296	0,28	262	0,32	230	0,36	201	0,41	176	0,47	156	0,54	138	0,60
70	543	4,12	447	20,00	300	13,42	478	0,44	543	0,68	437	0,85	137	0,83	87	1,30	0,25	1,30	2419	470	409	0,28	371	0,31	335	0,34	300	0,38	268	0,42	237	0,48	211	0,54	187	0,60	167	0,68	151	0,75
80	562	3,98	447	20,00	305	13,62	485	0,57	562	0,86	462	1,05	149	0,99	98	1,52	0,33	1,52	2419	528	410	0,36	373	0,40	338	0,44	305	0,49	273	0,54	245	0,60	220	0,67	198	0,75	179	0,83	163	0,91
90	582	3,85	447	20,00	309	13,82	493	0,70	582	1,06	485	1,27	161	1,17	108	1,74	0,42	1,74	2419	583	411	0,46	375	0,50	341	0,55	309	0,61	279	0,67	252	0,74	228	0,82	207	0,90	189	0,99	174	1,08
100	601	3,72	447	20,00	314	14,02	501	0,86	601	1,26	508	1,49	171	1,35	118	1,97	0,52	1,97	2419	636	412	0,56	377	0,61	344	0,67	314	0,74	285	0,81	260	0,89	237	0,98	217	1,07	199	1,16	184	1,25
110	620	3,61	447	20,00	318	14,23	509	1,02	620	1,48	530	1,73	181	1,54	127	2,20	0,63	2,20	2419	687	413	0,68	379	0,74	348	0,80	318	0,88	291	0,96	267	1,05	245	1,14	226	1,24	209	1,34	194	1,44
120	638	3,51	447	20,00	323	14,43	517	1,19	638	1,71	552	1,98	191	1,74	136	2,44	0,74	2,44	2419	737	414	0,81	381	0,87	351	0,95	323	1,03	297	1,12	273	1,22	253	1,32	234	1,42	218	1,53	204	1,64
130	656	3,41	447	20,00	327	14,62	525	1,38	656	1,95	573	2,24	200	1,95	145	2,69	0,87	2,69	2419	785	415	0,94	383	1,02	354	1,10	327	1,19	302	1,29	280	1,40	260	1,50	242	1,61	226	1,73	212	1,84
140	674	3,32	447	20,00	331	14,82	533	1,58	674	2,21	593	2,51	209	2,17	154	2,95	1,01	2,95	2419	831	416	1,09	386	1,18	357	1,27	331	1,37	308	1,47	286	1,58	267	1,70	250	1,81	234	1,93	221	2,05
150	691	3,24	447	19,99	336	15,00	541	1,78	691	2,47	612	2,79	217	2,40	162	3,21	1,16	3,21	2418	876	416	1,25	387	1,34	360	1,44	336	1,55	313	1,66	292	1,78	274	1,90	257	2,02	242	2,15	229	2,27
160	704	3,18	442	19,75	336	15,00	544	2,02	704	2,76	628	3,10	223	2,65	169	3,50	1,34	3,50	2389	914	412	1,44	385	1,54	359	1,65	336	1,76	314	1,88	295	2,01	277	2,14	261	2,27	247	2,40	234	2,53
170	717	3,12	436	19,51	336	15,00	548	2,26	717	3,06	643	3,41	229	2,92	176	3,81	1,53	3,81	2359	950	408	1,64	382	1,75	358	1,87	336	1,99	315	2,12	297	2,25	280	2,39	265	2,52	252	2,66	240	2,79
180	729	3,07	431	19,27	336	15,00	551	2,52	729	3,37	657	3,74	234	3,20	182	4,12	1,74	4,12	2331	984	404	1,85	380	1,97	357	2,10	336	2,23	316	2,37	299	2,51	283	2,65	269	2,79	256	2,93	244	3,07
190	741	3,02	426	19,04	336	15,00	554	2,80	741	3,70	671	4,08	239	3,50	188	4,44	1,96	4,44	2303	1017	401	2,08	377	2,21	355	2,35	336	2,49	317	2,63	301	2,77	286	2,92	272	3,06	260	3,21	249	3,35
200	746	3,00	412	18,43	329	14,72	549	3,13	746	4,07	679	4,47	240	3,85	192	4,82	2,24	4,82	2229	1038	389	2,38	367	2,52	347	2,66	329	2,81	313	2,96	298	3,11	284	3,26	271	3,41	260	3,56	250	3,71
210	746	3,00	394	17,60	319	14,28	540	3,51	746	4,49	682	4,91	239	4,27	194	5,25	2,59	5,25	2129	1051	373	2,74	353	2,89	336	3,04	319	3,19	305	3,35	291	3,50	279	3,66	267	3,81	257	3,97	248	4,12
220	746	3,00	377	16,85	311	13,89	531	3,91	746	4,93	686	5,36	238	4,70	196	5,70	2,97	5,70	2038	1062	358	3,12	341	3,28	325	3,44	311	3,60	297	3,76	285	3,92	274	4,08	264	4,24	255	4,40	246	4,55
230	746	3,00	362	16,18	303	13,55	523	4,34	746	5,39	689	5,83	237	5,16	198	6,17	3,38	6,17	1957	1072	345	3,54	330	3,71	316	3,87	303	4,04	291	4,20	280	4,37	270	4,53	261	4,69	253	4,85	245	5,00
240	746	3,00	349	15,59	296	13,24	516	4,79	746	5,86	692	6,32	237	5,63	200	6,66	3,82	6,66	1886	1082	334	3,99	320	4,16	308	4,33	296	4,50	286	4,66	276	4,83	267	5,00	258	5,16	251	5,32	243	5,48
250	746	3,00	337	15,08	290	12,98	510	5,26	746	6,36	694	6,83	236	6,13	202	7,17	4,29	7,17	1823	1091	324	4,46	312	4,63	301	4,81	290	4,98	281	5,15	272	5,32	264	5,48	256	5,65	249	5,81	242	5,97
260	746	3,00	327	14,62	285	12,74	504	5,76	746	6,88	697	7,37	235	6,65	203	7,70	4,78	7,70	1769	1099	315	4,96	304	5,14	294	5,31	285	5,49	276	5,66	268	5,83	261	6,00	254	6,16	247	6,33	241	6,49
270	746	3,00	318	14,22	280	12,54	498	6,28	746	7,42	699	7,92	235	7,18	205	8,25	5,29	8,25	1722	1106	308	5,48	298	5,66	289	5,84	280	6,01	273	6,19	265	6,36	258	6,53	252	6,70	246	6,86	240	7,02
280	746	3,00	310	13,87	276	12,35	493	6,82	746	7,98	702	8,49	234	7,74	206	8,82	5,75	8,82	1705	1113	301	6,03	292	6,21	284	6,39	276	6,56	269	6,74	262	6,91	256	7,08	250	7,25	245	7,42	239	7,58
290	746	3,00	303	13,57	273	12,19	489	7,39	746	8,57	704	9,08	234	8,32	207	9,41	6,23	9,41	1689	1119	295	6,60	287	6,78	280	6,96	273	7,14	266	7,31	260	7,49	254	7,66	249	7,83	243	7,99	239	8,16
300	746	3,00	297	13,30	269	12,04	484	7,98	746	9,17	706	9,69	233	8,92	208	10,02	6,72	10,02	1675	1125	290	7,19	283	7,37	276	7,55	269	7,73	263	7,91	258	8,08	252	8,25	247	8,42	242	8,59	238	8,76

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR DA-110
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,00
Sección, mm²: 116,2
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 5.353

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.784
Peso del conductor, daN/m: 0,4238
Peso+Viento, daN/m: 0,9407
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																			
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1080	4,95	1071	20,00	741	13,84	1073	0,03	1080	0,04	760	0,06	214	0,10	75	0,28	0,02	0,28	2526	176	988	0,02	905	0,02	823	0,03	741	0,03	659	0,03	578	0,04	497	0,04	419	0,05	343	0,06	274	0,08
30	1092	4,90	1071	20,00	744	13,90	1076	0,06	1092	0,10	784	0,14	251	0,19	108	0,44	0,04	0,44	2526	255	988	0,05	906	0,05	825	0,06	744	0,06	664	0,07	585	0,08	507	0,09	433	0,11	364	0,13	302	0,16
40	1107	4,83	1071	20,00	748	13,98	1080	0,11	1107	0,17	814	0,23	284	0,30	139	0,61	0,08	0,61	2526	329	989	0,09	908	0,09	828	0,10	748	0,11	670	0,13	594	0,14	520	0,16	451	0,19	387	0,22	331	0,26
50	1125	4,76	1071	20,00	753	14,08	1085	0,17	1125	0,27	847	0,35	316	0,42	169	0,78	0,12	0,78	2535	399	990	0,13	910	0,15	831	0,16	753	0,18	678	0,20	604	0,22	534	0,25	469	0,28	411	0,32	359	0,37
60	1146	4,67	1071	20,00	760	14,19	1091	0,25	1146	0,38	881	0,49	345	0,55	197	0,97	0,18	0,97	2549	466	991	0,19	913	0,21	835	0,23	760	0,25	686	0,28	616	0,31	550	0,35	489	0,39	434	0,44	386	0,49
70	1168	4,58	1071	20,00	766	14,32	1098	0,34	1168	0,50	916	0,64	373	0,70	224	1,16	0,24	1,16	2564	529	992	0,26	915	0,28	840	0,31	766	0,34	696	0,37	628	0,41	566	0,46	508	0,51	457	0,57	411	0,63
80	1192	4,49	1071	20,00	774	14,45	1106	0,44	1192	0,64	951	0,80	399	0,85	250	1,36	0,31	1,36	2582	590	994	0,34	918	0,37	845	0,40	774	0,44	706	0,48	641	0,53	582	0,58	527	0,64	479	0,71	436	0,78
90	1216	4,40	1071	20,00	781	14,60	1113	0,55	1216	0,80	985	0,98	423	1,01	275	1,56	0,39	1,56	2600	648	995	0,43	922	0,47	850	0,50	781	0,55	716	0,60	654	0,66	598	0,72	546	0,79	500	0,86	459	0,94
100	1241	4,32	1071	20,00	789	14,74	1122	0,67	1241	0,96	1019	1,17	446	1,19	298	1,78	0,48	1,78	2620	704	997	0,53	925	0,57	856	0,62	789	0,67	726	0,73	668	0,79	613	0,86	564	0,94	520	1,02	481	1,10
110	1265	4,23	1071	20,00	797	14,89	1131	0,81	1265	1,14	1052	1,37	468	1,37	321	2,00	0,57	2,00	2640	757	998	0,64	929	0,69	861	0,74	797	0,80	737	0,87	681	0,94	629	1,02	582	1,10	539	1,19	502	1,28
120	1288	4,16	1068	19,95	803	15,00	1137	0,95	1288	1,34	1083	1,59	488	1,56	342	2,23	0,68	2,23	2655	808	997	0,76	930	0,82	865	0,88	803	0,95	745	1,02	691	1,10	642	1,19	597	1,28	556	1,37	520	1,47
130	1305	4,10	1058	19,76	803	15,00	1137	1,12	1305	1,55	1108	1,82	504	1,78	361	2,48	0,80	2,48	2655	852	990	0,90	924	0,97	862	1,04	803	1,12	748	1,20	697	1,29	650	1,38	607	1,47	569	1,57	534	1,68
140	1322	4,05	1048	19,57	803	15,00	1137	1,30	1322	1,77	1133	2,07	518	2,00	379	2,74	0,92	2,74	2656	895	982	1,06	919	1,13	859	1,21	803	1,29	751	1,38	702	1,48	658	1,58	617	1,68	581	1,79	548	1,90
150	1338	4,00	1038	19,38	803	15,00	1137	1,49	1338	2,01	1157	2,32	532	2,24	396	3,01	1,06	3,01	2656	935	974	1,22	914	1,30	857	1,39	803	1,48	753	1,58	707	1,69	665	1,79	627	1,90	592	2,01	561	2,13
160	1354	3,95	1027	19,19	803	15,00	1137	1,70	1354	2,26	1179	2,59	545	2,49	413	3,29	1,20	3,29	2656	974	966	1,40	908	1,49	854	1,59	803	1,69	756	1,80	712	1,91	672	2,02	636	2,13	603	2,25	573	2,37
170	1370	3,91	1017	19,01	803	15,00	1138	1,91	1370	2,52	1201	2,87	558	2,75	428	3,58	1,36	3,58	2657	1010	959	1,60	903	1,70	851	1,80	803	1,91	758	2,02	717	2,14	679	2,26	644	2,38	612	2,50	584	2,62
180	1385	3,87	1007	18,82	803	15,00	1138	2,14	1385	2,80	1222	3,17	569	3,02	443	3,88	1,52	3,88	2657	1045	951	1,80	898	1,91	849	2,02	803	2,14	760	2,26	721	2,38	685	2,51	652	2,63	622	2,76	594	2,89
190	1399	3,83	998	18,64	803	15,00	1138	2,39	1399	3,08	1242	3,47	580	3,30	457	4,19	1,70	4,19	2657	1078	944	2,03	894	2,14	847	2,26	803	2,38	762	2,51	725	2,64	691	2,77	659	2,90	631	3,03	604	3,17
200	1413	3,79	988	18,46	803	15,00	1138	2,65	1413	3,38	1262	3,79	590	3,59	470	4,51	1,88	4,51	2658	1109	937	2,26	889	2,38	844	2,51	803	2,64	765	2,77	729	2,91	696	3,04	666	3,18	639	3,32	613	3,46
210	1427	3,75	979	18,29	803	15,00	1138	2,92	1427	3,69	1280	4,12	600	3,90	483	4,84	2,07	4,84	2658	1139	930	2,51	885	2,64	842	2,77	803	2,91	766	3,05	733	3,19	702	3,33	673	3,47	647	3,62	622	3,76
220	1440	3,72	970	18,12	803	15,00	1138	3,20	1440	4,02	1298	4,45	609	4,21	495	5,18	2,28	5,18	2658	1168	924	2,78	881	2,91	840	3,05	803	3,19	768	3,34	736	3,48	707	3,63	679	3,78	654	3,92	630	4,07
230	1453	3,68	962	17,97	803	15,00	1138	3,50	1453	4,35	1315	4,81	617	4,54	507	5,54	2,49	5,54	2659	1195	918	3,05	877	3,20	838	3,34	803	3,49	770	3,64	739	3,79	711	3,94	685	4,09	661	4,24	638	4,39
240	1465	3,65	954	17,82	803	15,00	1139	3,81	1465	4,70	1332	5,17	626	4,88	518	5,90	2,71	5,90	2659	1221	912	3,35	873	3,50	837	3,65	803	3,80	772	3,96	743	4,11	716	4,27	690	4,42	667	4,58	646	4,73
250	1477	3,63	946	17,67	803	15,00	1139	4,13	1477	5,06	1348	5,54	633	5,23	528	6,28	2,94	6,28	2659	1246	906	3,65	869	3,81	835	3,97	803	4,13	773	4,28	745	4,44	720	4,60	696	4,76	673	4,92	653	5,08
260	1488	3,60	939	17,54	803	15,00	1139	4,47	1488	5,43	1363	5,93	640	5,60	538	6,66	3,18	6,66	2659	1270	901	3,98	866	4,14	833	4,30	803	4,46	775	4,63	748	4,79	723	4,95	700	5,12	679	5,28	659	5,44
270	1499	3,57	932	17,41	803	15,00	1139	4,82	1499	5,81	1378	6,32	647	5,97	548	7,06	3,43	7,06	2660	1292	896	4,31	863	4,48	832	4,64	803	4,81	776	4,98	751	5,15	727	5,31	705	5,48	685	5,65	665	5,81
280	1509	3,55	925	17,29	803	15,00	1139	5,19	1509	6,21	1391	6,73	654	6,36	557	7,47	3,69	7,47	2660	1314	892	4,66	860	4,83	831	5,00	803	5,18	777	5,35	753	5,52	731	5,69	709	5,86	690	6,03	671	6,19
290	1519	3,52	919	17,17	803	15,00	1139	5,56	1519	6,62	1405	7,15	660	6,76	566	7,89	3,95	7,89	2660	1334	887	5,02	857	5,20	829	5,38	803	5,55	778	5,73	755	5,90	734	6,08	713	6,25	694	6,42	677	6,59
300	1528	3,50	914	17,07	803	15,00	1139	5,95	1528	7,04	1418	7,59	666	7,17	574	8,32	4,23	8,32	2660	1354	883	5,40	855	5,58	828	5,76	803	5,94	779	6,12	757	6,30	737	6,48	717	6,65	699	6,83	682	7,00

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-56
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.453
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000193
Carga de rotura, daN: 1.707

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 569
Peso del conductor, daN/m: 0,1762
Peso+Viento, daN/m: 0,5938
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	359	4,76	341	20,00	188	11,04	346	0,05	359	0,08	230	0,13	40	0,22	23	0,38	0,03	0,38	1937	132	303	0,03	264	0,03	226	0,04	188	0,05	152	0,06	119	0,07	90	0,10	69	0,13	55	0,16	46	0,19
30	377	4,53	341	20,00	193	11,31	351	0,11	377	0,18	262	0,26	56	0,35	34	0,58	0,06	0,58	1937	194	303	0,07	266	0,07	229	0,09	193	0,10	160	0,12	130	0,15	105	0,19	87	0,23	73	0,27	63	0,31
40	397	4,30	341	20,00	198	11,63	358	0,19	397	0,30	293	0,41	71	0,50	45	0,79	0,10	0,79	1937	255	304	0,12	267	0,13	232	0,15	198	0,18	168	0,21	141	0,25	119	0,30	102	0,35	88	0,40	78	0,45
50	418	4,08	341	20,00	205	11,98	366	0,29	418	0,45	322	0,59	84	0,65	55	1,00	0,16	1,00	1937	313	305	0,18	270	0,20	236	0,23	205	0,27	176	0,31	152	0,36	131	0,42	115	0,48	102	0,54	92	0,60
60	440	3,88	341	20,00	211	12,35	375	0,41	440	0,62	350	0,78	97	0,82	65	1,22	0,23	1,22	1937	370	306	0,26	272	0,29	240	0,33	211	0,38	184	0,43	162	0,49	143	0,55	128	0,62	115	0,69	105	0,76
70	462	3,70	341	20,00	217	12,71	384	0,54	462	0,80	376	0,98	108	1,00	75	1,45	0,32	1,45	1937	424	307	0,35	275	0,39	245	0,44	217	0,50	193	0,56	171	0,63	154	0,70	139	0,78	127	0,85	117	0,93
80	483	3,54	341	20,00	223	13,07	393	0,69	483	1,00	401	1,20	119	1,19	84	1,68	0,41	1,68	1937	476	309	0,46	278	0,51	249	0,57	223	0,63	200	0,70	180	0,78	164	0,86	149	0,94	137	1,03	127	1,11
90	503	3,39	341	20,00	229	13,42	402	0,85	503	1,22	425	1,44	129	1,38	93	1,92	0,52	1,92	1937	527	310	0,58	280	0,64	253	0,70	229	0,78	208	0,86	189	0,95	173	1,03	159	1,12	147	1,21	138	1,30
100	523	3,27	341	20,00	235	13,75	411	1,03	523	1,45	448	1,69	139	1,59	101	2,17	0,65	2,17	1937	575	311	0,71	283	0,78	258	0,85	235	0,94	214	1,03	197	1,12	181	1,21	168	1,31	157	1,40	147	1,50
110	542	3,15	341	20,00	240	14,07	420	1,22	542	1,69	469	1,95	148	1,81	110	2,43	0,78	2,43	1937	622	313	0,85	286	0,93	262	1,02	240	1,11	221	1,21	204	1,31	189	1,41	177	1,51	166	1,61	156	1,71
120	560	3,05	341	20,00	245	14,37	429	1,42	560	1,94	490	2,22	156	2,03	118	2,70	0,93	2,70	1937	667	314	1,01	289	1,10	266	1,19	245	1,29	227	1,40	211	1,50	197	1,61	185	1,72	174	1,83	164	1,93
130	569	3,00	328	19,24	241	14,14	426	1,68	569	2,24	503	2,54	160	2,32	123	3,02	1,13	3,02	1863	700	303	1,23	280	1,33	260	1,43	241	1,54	225	1,65	211	1,77	198	1,88	187	1,99	177	2,11	168	2,22
140	569	3,00	305	17,87	231	13,52	415	2,00	569	2,60	508	2,92	161	2,68	127	3,40	1,42	3,40	1731	721	283	1,52	264	1,64	246	1,75	231	1,87	217	1,99	205	2,11	194	2,23	184	2,34	176	2,46	168	2,57
150	569	3,00	285	16,69	222	13,01	405	2,35	569	2,99	512	3,32	161	3,07	130	3,81	1,74	3,81	1616	739	266	1,86	250	1,98	235	2,11	222	2,23	210	2,36	200	2,48	190	2,60	182	2,72	174	2,84	168	2,96
160	569	3,00	268	15,68	215	12,58	396	2,73	569	3,40	516	3,75	162	3,49	133	4,24	2,11	4,24	1519	755	252	2,24	238	2,37	226	2,50	215	2,63	205	2,76	196	2,88	188	3,01	180	3,13	174	3,25	167	3,37
170	569	3,00	253	14,84	209	12,23	388	3,15	569	3,84	520	4,20	162	3,93	136	4,70	2,51	4,70	1438	770	240	2,65	229	2,78	218	2,92	209	3,05	200	3,18	192	3,31	185	3,44	179	3,56	173	3,69	167	3,81
180	569	3,00	242	14,16	204	11,93	382	3,59	569	4,30	524	4,68	163	4,39	138	5,18	2,95	5,18	1371	783	231	3,09	221	3,23	212	3,37	204	3,51	196	3,64	189	3,77	183	3,90	177	4,03	172	4,15	167	4,27
190	569	3,00	232	13,59	199	11,68	376	4,07	569	4,80	527	5,18	163	4,89	140	5,68	3,43	5,68	1316	795	223	3,57	214	3,71	207	3,85	199	3,99	193	4,12	187	4,26	181	4,39	176	4,51	172	4,64	167	4,76
200	569	3,00	224	13,12	196	11,48	370	4,57	569	5,31	530	5,71	163	5,40	142	6,21	3,91	6,21	1281	806	216	4,08	209	4,22	202	4,36	196	4,50	190	4,64	185	4,77	180	4,90	175	5,03	171	5,16	167	5,28
210	569	3,00	217	12,73	193	11,30	366	5,10	569	5,86	532	6,27	163	5,95	144	6,77	4,36	6,77	1265	815	211	4,62	204	4,76	198	4,90	193	5,04	188	5,18	183	5,31	179	5,44	174	5,57	171	5,70	167	5,83
220	569	3,00	212	12,41	190	11,15	362	5,67	569	6,43	535	6,85	164	6,52	145	7,35	4,84	7,35	1251	824	206	5,18	200	5,33	195	5,47	190	5,61	186	5,74	182	5,88	178	6,01	174	6,14	170	6,27	167	6,40
230	569	3,00	207	12,13	188	11,02	358	6,25	569	7,03	537	7,45	164	7,12	147	7,96	5,34	7,96	1239	832	202	5,78	197	5,92	192	6,06	188	6,20	184	6,34	180	6,48	177	6,61	173	6,74	170	6,87	167	7,00
240	569	3,00	203	11,90	186	10,90	355	6,87	569	7,66	539	8,09	164	7,75	148	8,60	5,87	8,60	1228	839	198	6,40	194	6,54	190	6,69	186	6,82	182	6,96	179	7,10	176	7,23	173	7,36	170	7,49	167	7,62
250	569	3,00	200	11,70	184	10,80	352	7,52	569	8,31	541	8,75	164	8,40	149	9,26	6,42	9,26	1218	846	196	7,05	192	7,19	188	7,33	184	7,47	181	7,61	178	7,75	175	7,88	172	8,01	169	8,15	167	8,27
260	569	3,00	197	11,52	183	10,72	350	8,19	569	8,99	542	9,43	164	9,08	150	9,94	6,99	9,94	1209	852	193	7,73	189	7,87	186	8,01	183	8,15	180	8,29	177	8,42	174	8,56	172	8,69	169	8,82	167	8,95
270	569	3,00	194	11,37	182	10,64	348	8,89	569	9,69	544	10,14	164	9,79	151	10,65	7,59	10,65	1202	857	191	8,43	188	8,57	185	8,71	182	8,85	179	8,99	176	9,13	174	9,26	171	9,40	169	9,53	167	9,66
280	569	3,00	192	11,24	180	10,57	346	9,62	569	10,43	545	10,88	164	10,52	152	11,39	8,21	11,39	1195	862	189	9,16	186	9,30	183	9,45	180	9,58	178	9,72	175	9,86	173	10,00	171	10,13	169	10,26	166	10,39
290	569	3,00	190	11,12	179	10,51	344	10,37	569	11,19	547	11,65	165	11,28	153	12,16	8,86	12,16	1189	867	187	9,92	184	10,06	182	10,20	179	10,34	177	10,48	175	10,62	173	10,75	170	10,89	168	11,02	166	11,15
300	569	3,00	188	11,02	178	10,46	342	11,15	569	11,97	548	12,44	165	12,07	153	12,95	9,52	12,95	1183	871	186	10,70	183	10,85	181	10,99	178	11,13	176	11,27	174	11,40	172	11,54	170	11,67	168	11,81	166	11,94

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-125
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,31
Sección, mm²: 125,1
M. elástico, daN/mm²: 7.355
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000193
Carga de rotura, daN: 3.502

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.167
Peso del conductor, daN/m: 0,4040
Peso+Viento, daN/m: 0,9488
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																					
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	723	4,85	700	20,00	360	10,27	706	0,04	723	0,07	421	0,11	83	0,24	51	0,39	0,03	0,39	1734	127	613	0,03	527	0,04	442	0,05	360	0,06	283	0,07	216	0,09	165	0,12	131	0,15	109	0,19	94	0,22
30	746	4,69	700	20,00	374	10,68	713	0,09	746	0,15	476	0,23	118	0,39	76	0,60	0,06	0,60	1734	187	615	0,07	531	0,09	450	0,10	374	0,12	305	0,15	248	0,18	203	0,22	171	0,27	148	0,31	131	0,35
40	775	4,52	700	20,00	390	11,15	722	0,17	775	0,25	529	0,36	150	0,54	99	0,81	0,12	0,81	1734	246	617	0,13	537	0,15	461	0,18	390	0,21	329	0,25	277	0,29	237	0,34	206	0,39	182	0,44	164	0,49
50	806	4,35	700	20,00	408	11,64	732	0,25	806	0,37	579	0,52	179	0,70	122	1,04	0,18	1,04	1734	302	620	0,20	544	0,23	472	0,27	408	0,31	351	0,36	305	0,41	267	0,47	237	0,53	213	0,59	194	0,65
60	837	4,18	700	20,00	424	12,12	743	0,36	837	0,52	626	0,69	206	0,88	144	1,26	0,26	1,26	1734	356	624	0,29	551	0,33	484	0,38	424	0,43	373	0,49	329	0,55	294	0,62	265	0,69	242	0,75	222	0,82
70	869	4,03	700	20,00	441	12,58	755	0,48	869	0,68	671	0,88	232	1,07	165	1,50	0,35	1,50	1734	409	627	0,39	559	0,44	496	0,50	441	0,56	393	0,63	352	0,70	319	0,78	291	0,85	267	0,93	248	1,00
80	900	3,89	700	20,00	456	13,02	767	0,62	900	0,86	713	1,08	256	1,27	185	1,74	0,46	1,74	1752	459	631	0,51	566	0,57	508	0,64	456	0,71	411	0,79	373	0,87	341	0,95	314	1,03	291	1,11	272	1,19
90	930	3,76	700	20,00	471	13,44	779	0,77	930	1,05	752	1,30	278	1,47	205	2,00	0,57	2,00	1779	507	634	0,65	574	0,71	519	0,79	471	0,87	429	0,95	393	1,04	362	1,13	336	1,22	314	1,31	294	1,39
100	960	3,65	700	20,00	484	13,83	790	0,94	960	1,26	789	1,53	299	1,69	224	2,26	0,69	2,26	1806	554	638	0,79	581	0,87	530	0,95	484	1,04	445	1,14	411	1,23	381	1,32	356	1,42	334	1,51	315	1,60
110	988	3,55	700	20,00	497	14,20	802	1,12	988	1,48	825	1,77	318	1,92	242	2,53	0,83	2,53	1832	599	641	0,95	588	1,04	540	1,13	497	1,23	460	1,33	428	1,43	399	1,53	375	1,63	353	1,73	335	1,83
120	1015	3,45	700	20,00	509	14,54	813	1,32	1015	1,71	858	2,02	336	2,16	259	2,81	0,97	2,81	1857	642	645	1,13	594	1,22	549	1,32	509	1,43	474	1,53	443	1,64	416	1,75	392	1,85	371	1,96	353	2,06
130	1041	3,37	700	20,00	520	14,86	824	1,53	1041	1,96	890	2,29	354	2,41	276	3,10	1,12	3,10	1882	683	648	1,32	601	1,42	558	1,53	520	1,64	487	1,75	457	1,87	431	1,98	408	2,09	388	2,20	370	2,31
140	1059	3,31	692	19,76	525	15,00	826	1,77	1059	2,23	915	2,58	367	2,69	291	3,41	1,30	3,41	1888	719	643	1,54	600	1,65	560	1,77	525	1,88	494	2,00	467	2,12	442	2,24	420	2,36	401	2,47	383	2,58
150	1070	3,27	677	19,34	525	15,00	822	2,04	1070	2,53	934	2,90	378	3,01	303	3,75	1,50	3,75	1879	751	633	1,80	593	1,92	557	2,04	525	2,16	497	2,29	471	2,41	449	2,53	428	2,66	410	2,77	393	2,89
160	1081	3,24	664	18,95	525	15,00	819	2,33	1081	2,86	952	3,24	388	3,33	315	4,11	1,71	4,11	1871	780	623	2,07	587	2,20	555	2,33	525	2,46	499	2,59	476	2,72	454	2,85	435	2,97	418	3,10	402	3,22
170	1091	3,21	651	18,60	525	15,00	816	2,64	1091	3,19	968	3,60	397	3,68	326	4,48	1,94	4,48	1864	807	615	2,37	582	2,51	552	2,64	525	2,78	501	2,91	479	3,05	460	3,18	442	3,31	425	3,43	410	3,56
180	1100	3,18	640	18,28	525	15,00	813	2,97	1100	3,55	984	3,97	405	4,04	337	4,87	2,18	4,87	1857	833	607	2,70	577	2,84	550	2,98	525	3,12	503	3,25	483	3,39	464	3,53	448	3,66	432	3,79	418	3,92
190	1108	3,16	630	18,00	525	15,00	810	3,32	1108	3,93	998	4,36	413	4,42	346	5,27	2,44	5,27	1851	857	600	3,04	573	3,18	548	3,33	525	3,47	505	3,61	486	3,75	469	3,89	453	4,03	438	4,16	425	4,29
200	1116	3,14	621	17,75	525	15,00	808	3,69	1116	4,32	1011	4,77	419	4,82	356	5,69	2,71	5,69	1845	880	594	3,40	569	3,55	546	3,70	525	3,85	506	3,99	489	4,14	473	4,28	458	4,42	444	4,55	431	4,69
210	1124	3,12	614	17,52	525	15,00	805	4,08	1124	4,73	1024	5,19	426	5,23	364	6,12	3,00	6,12	1840	901	588	3,79	566	3,94	545	4,09	525	4,24	508	4,39	491	4,54	476	4,68	462	4,82	449	4,96	437	5,10
220	1131	3,10	606	17,32	525	15,00	803	4,49	1131	5,16	1036	5,64	432	5,67	372	6,58	3,30	6,58	1835	921	584	4,19	563	4,35	543	4,50	525	4,66	509	4,81	494	4,96	479	5,10	466	5,25	454	5,39	442	5,53
230	1137	3,08	600	17,14	525	15,00	801	4,92	1137	5,61	1046	6,10	437	6,12	380	7,05	3,61	7,05	1831	940	579	4,62	560	4,78	542	4,93	525	5,09	510	5,24	496	5,39	482	5,54	470	5,69	458	5,84	447	5,98
240	1143	3,06	594	16,97	525	15,00	800	5,37	1143	6,07	1057	6,57	442	6,59	387	7,53	3,94	7,53	1827	957	575	5,06	557	5,22	541	5,38	525	5,54	511	5,70	498	5,85	485	6,00	473	6,15	462	6,30	452	6,44
250	1149	3,05	589	16,83	525	15,00	798	5,84	1149	6,56	1066	7,07	447	7,07	393	8,04	4,29	8,04	1823	973	572	5,53	555	5,69	540	5,85	525	6,01	512	6,17	499	6,33	487	6,48	476	6,63	466	6,78	456	6,93
260	1154	3,03	585	16,70	525	15,00	796	6,32	1154	7,06	1075	7,58	451	7,58	400	8,56	4,65	8,56	1820	989	568	6,01	553	6,18	539	6,34	525	6,50	513	6,66	501	6,82	490	6,98	479	7,13	469	7,28	460	7,43
270	1159	3,02	581	16,58	525	15,00	795	6,83	1159	7,58	1084	8,12	455	8,10	405	9,10	5,02	9,10	1817	1003	565	6,52	551	6,69	538	6,85	525	7,02	513	7,18	502	7,34	492	7,49	482	7,65	472	7,80	463	7,95
280	1164	3,01	577	16,47	525	15,00	794	7,36	1164	8,13	1092	8,67	459	8,64	411	9,65	5,41	9,65	1814	1017	563	7,04	550	7,21	537	7,38	525	7,54	514	7,71	504	7,87	494	8,03	484	8,19	475	8,34	467	8,49
290	1167	3,00	573	16,36	525	14,98	792	7,91	1167	8,69	1098	9,24	462	9,21	416	10,23	5,81	10,23	1810	1029	560	7,60	547	7,77	536	7,94	525	8,10	514	8,27	504	8,43	495	8,59	486	8,75	478	8,91	469	9,06
300	1167	3,00	567	16,19	522	14,92	788	8,52	1167	9,30	1102	9,86	463	9,83	419	10,86	6,26	10,86	1799	1038	555	8,20	544	8,37	533	8,54	522	8,71	513	8,88	503	9,04	495	9,20	486	9,36	478	9,52	471	9,67

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-180
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,50
Sección, mm²: 181,6
M. elástico, daN/mm²: 7.453
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,000018
Carga de rotura, daN: 6.706

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.235
Peso del conductor, daN/m: 0,6217
Peso+Viento, daN/m: 1,0734
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1351	4,96	1341	20,00	861	12,84	1344	0,03	1351	0,04	883	0,06	205	0,15	96	0,32	0,02	0,32	3013	154	1220	0,03	1100	0,03	980	0,03	861	0,04	743	0,04	628	0,05	516	0,06	413	0,08	323	0,10	254	0,12
30	1363	4,92	1341	20,00	869	12,96	1347	0,06	1363	0,09	915	0,13	267	0,26	140	0,50	0,04	0,50	3019	225	1222	0,06	1103	0,06	985	0,07	869	0,08	756	0,09	646	0,11	544	0,13	452	0,15	374	0,19	313	0,22
40	1378	4,87	1341	20,00	880	13,12	1351	0,11	1378	0,16	952	0,23	321	0,39	182	0,68	0,07	0,68	3029	293	1223	0,10	1107	0,11	992	0,13	880	0,14	771	0,16	669	0,19	575	0,22	492	0,25	422	0,29	365	0,34
50	1396	4,80	1341	20,00	892	13,30	1356	0,18	1396	0,24	993	0,34	370	0,53	222	0,87	0,10	0,87	3040	357	1225	0,16	1111	0,17	1000	0,19	892	0,22	789	0,25	693	0,28	606	0,32	530	0,37	466	0,42	413	0,47
60	1417	4,73	1341	20,00	906	13,51	1362	0,25	1417	0,35	1035	0,47	414	0,68	261	1,07	0,15	1,07	3053	419	1228	0,23	1117	0,25	1009	0,28	906	0,31	809	0,35	719	0,39	638	0,44	567	0,49	507	0,55	456	0,61
70	1439	4,66	1341	20,00	921	13,73	1368	0,34	1439	0,46	1076	0,62	456	0,84	297	1,28	0,20	1,28	3068	478	1231	0,31	1123	0,34	1019	0,37	921	0,41	828	0,46	744	0,51	668	0,57	602	0,63	545	0,70	497	0,77
80	1463	4,58	1341	20,00	936	13,95	1375	0,45	1463	0,59	1118	0,78	494	1,01	333	1,50	0,26	1,50	3084	535	1234	0,40	1129	0,44	1030	0,48	936	0,53	848	0,59	769	0,65	698	0,71	635	0,78	581	0,86	534	0,93
90	1487	4,51	1341	20,00	951	14,18	1383	0,56	1487	0,74	1158	0,95	531	1,19	366	1,72	0,33	1,72	3101	589	1237	0,51	1136	0,55	1041	0,60	951	0,66	868	0,73	793	0,79	726	0,87	666	0,94	614	1,02	569	1,11
100	1512	4,44	1341	20,00	966	14,41	1391	0,69	1512	0,90	1198	1,14	564	1,38	399	1,95	0,40	1,95	3118	641	1240	0,63	1143	0,68	1052	0,74	966	0,80	888	0,88	816	0,95	752	1,03	696	1,12	646	1,20	602	1,29
110	1536	4,36	1341	20,00	981	14,63	1399	0,83	1536	1,07	1236	1,33	596	1,58	430	2,19	0,48	2,19	3136	691	1243	0,76	1150	0,82	1063	0,88	981	0,96	906	1,04	839	1,12	778	1,21	724	1,30	676	1,39	634	1,48
120	1561	4,30	1341	20,00	996	14,85	1407	0,98	1561	1,25	1272	1,54	627	1,79	460	2,44	0,57	2,44	3154	739	1247	0,90	1157	0,97	1074	1,04	996	1,12	925	1,21	860	1,30	802	1,40	750	1,49	704	1,59	663	1,69
130	1580	4,24	1336	19,92	1006	15,00	1410	1,15	1580	1,45	1304	1,76	653	2,01	487	2,70	0,67	2,70	3161	784	1245	1,06	1159	1,13	1080	1,22	1006	1,31	938	1,40	877	1,50	822	1,60	772	1,70	728	1,80	688	1,91
140	1589	4,22	1317	19,64	1006	15,00	1401	1,34	1589	1,68	1326	2,01	673	2,26	511	2,98	0,78	2,98	3140	823	1231	1,24	1150	1,32	1075	1,42	1006	1,51	943	1,62	885	1,72	833	1,83	787	1,94	745	2,05	707	2,15
150	1597	4,20	1299	19,37	1006	15,00	1392	1,55	1597	1,92	1347	2,27	692	2,53	534	3,28	0,90	3,28	3121	859	1217	1,44	1141	1,53	1071	1,63	1006	1,74	947	1,85	893	1,96	844	2,07	800	2,19	760	2,30	725	2,41
160	1605	4,18	1281	19,11	1006	15,00	1383	1,77	1605	2,17	1367	2,55	710	2,80	556	3,58	1,03	3,58	3101	894	1204	1,65	1133	1,76	1067	1,87	1006	1,98	950	2,09	900	2,21	854	2,33	812	2,45	775	2,57	741	2,69
170	1612	4,16	1265	18,86	1006	15,00	1375	2,01	1612	2,44	1386	2,83	726	3,10	576	3,90	1,17	3,90	3083	927	1192	1,88	1125	2,00	1063	2,11	1006	2,23	954	2,36	906	2,48	863	2,60	824	2,73	788	2,85	756	2,97
180	1619	4,14	1248	18,62	1006	15,00	1367	2,27	1619	2,72	1404	3,14	741	3,40	595	4,23	1,32	4,23	3066	958	1180	2,13	1117	2,25	1059	2,38	1006	2,50	957	2,63	912	2,76	872	2,89	835	3,02	801	3,15	770	3,27
190	1626	4,12	1233	18,39	1006	15,00	1360	2,54	1626	3,02	1421	3,46	755	3,72	614	4,58	1,48	4,58	3049	987	1169	2,40	1110	2,53	1056	2,66	1006	2,79	960	2,92	918	3,06	880	3,19	844	3,32	812	3,46	783	3,59
200	1632	4,11	1219	18,17	1006	15,00	1353	2,83	1632	3,33	1436	3,79	768	4,05	631	4,93	1,65	4,93	3033	1014	1159	2,68	1104	2,82	1053	2,95	1006	3,09	963	3,23	923	3,37	887	3,51	854	3,64	823	3,78	795	3,91
210	1638	4,09	1205	17,97	1006	15,00	1346	3,13	1638	3,66	1451	4,13	781	4,39	647	5,30	1,83	5,30	3019	1041	1149	2,98	1098	3,12	1050	3,27	1006	3,41	965	3,55	928	3,69	894	3,84	862	3,98	833	4,12	806	4,26
220	1644	4,08	1192	17,78	1006	15,00	1340	3,46	1644	4,00	1466	4,49	792	4,75	662	5,68	2,01	5,68	3005	1065	1140	3,30	1092	3,45	1047	3,59	1006	3,74	968	3,89	933	4,04	900	4,18	870	4,33	842	4,47	816	4,61
230	1650	4,07	1181	17,61	1006	15,00	1334	3,79	1650	4,36	1479	4,86	803	5,12	677	6,08	2,21	6,08	2992	1089	1132	3,63	1087	3,79	1045	3,94	1006	4,09	970	4,24	937	4,39	906	4,54	877	4,69	851	4,84	826	4,98
240	1655	4,05	1170	17,44	1006	15,00	1329	4,15	1655	4,73	1491	5,25	813	5,51	691	6,49	2,42	6,49	2980	1111	1124	3,98	1082	4,14	1042	4,30	1006	4,45	972	4,61	941	4,76	911	4,91	884	5,07	859	5,22	835	5,36
250	1660	4,04	1160	17,29	1006	15,00	1324	4,52	1660	5,12	1503	5,65	822	5,91	704	6,91	2,63	6,91	2968	1132	1117	4,35	1077	4,51	1040	4,67	1006	4,83	974	4,99	944	5,15	916	5,30	890	5,46	866	5,61	843	5,76
260	1664	4,03	1150	17,15	1006	15,00	1319	4,90	1664	5,52	1514	6,07	831	6,33	716	7,34	2,86	7,34	2958	1152	1110	4,73	1073	4,90	1038	5,06	1006	5,23	976	5,39	947	5,55	921	5,71	896	5,87	873	6,02	851	6,18
270	1668	4,02	1142	17,03	1006	15,00	1315	5,31	1668	5,94	1525	6,50	839	6,76	728	7,79	3,09	7,79	2948	1171	1104	5,13	1069	5,30	1036	5,47	1006	5,64	977	5,80	951	5,96	925	6,13	902	6,29	880	6,45	859	6,60
280	1673	4,01	1134	16,91	1006	15,00	1311	5,72	1673	6,38	1535	6,95	847	7,20	739	8,25	3,34	8,25	2939	1189	1099	5,55	1066	5,72	1035	5,89	1006	6,06	979	6,23	953	6,40	930	6,56	907	6,72	886	6,88	866	7,04
290	1676	4,00	1126	16,80	1006	15,00	1307	6,16	1676	6,82	1544	7,41	854	7,66	750	8,73	3,59	8,73	2930	1206	1093	5,98	1062	6,16	1033	6,33	1006	6,50	980	6,67	956	6,84	933	7,01	912	7,17	892	7,34	872	7,50
300	1680	3,99	1120	16,69	1006	15,00	1303	6,61	1680	7,29	1553	7,88	861	8,13	760	9,22	3,85	9,22	2922	1222	1088	6,43	1059	6,61	1032	6,78	1006	6,96	982	7,13	959	7,30	937	7,47	916	7,64	897	7,81	878	7,97

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-280
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 21,80
Sección, mm²: 281,1
M. elástico, daN/mm²: 7.159
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000191
Carga de rotura, daN: 8.726

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.909
Peso del conductor, daN/m: 0,9110
Peso+Viento, daN/m: 1,4206
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																					
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1758	4,96	1745	20,00	995	11,41	1749	0,03	1758	0,04	1032	0,07	216	0,21	123	0,37	0,02	0,37	3147	135	1555	0,03	1367	0,03	1180	0,04	995	0,05	817	0,06	649	0,07	502	0,09	386	0,12	305	0,15	252	0,18
30	1774	4,92	1745	20,00	1017	11,65	1753	0,07	1774	0,09	1088	0,15	301	0,34	181	0,57	0,04	0,57	3155	198	1558	0,07	1373	0,07	1192	0,09	1017	0,10	850	0,12	700	0,15	571	0,18	470	0,22	395	0,26	341	0,30
40	1795	4,86	1745	20,00	1042	11,95	1758	0,12	1795	0,16	1150	0,25	377	0,48	237	0,77	0,06	0,77	3164	260	1562	0,12	1383	0,13	1208	0,15	1042	0,17	889	0,21	752	0,24	637	0,29	545	0,33	474	0,38	420	0,43
50	1819	4,80	1745	20,00	1071	12,27	1765	0,19	1819	0,25	1213	0,37	447	0,64	291	0,98	0,10	0,98	3176	319	1567	0,18	1393	0,20	1227	0,23	1071	0,27	929	0,31	804	0,35	699	0,41	613	0,46	545	0,52	490	0,58
60	1846	4,73	1745	20,00	1101	12,62	1772	0,27	1846	0,35	1277	0,51	510	0,80	342	1,20	0,14	1,20	3190	376	1572	0,26	1405	0,29	1247	0,33	1101	0,37	969	0,42	854	0,48	756	0,54	675	0,61	609	0,67	555	0,74
70	1875	4,65	1745	20,00	1131	12,96	1781	0,37	1875	0,47	1338	0,66	570	0,98	392	1,42	0,19	1,42	3205	430	1578	0,35	1418	0,39	1269	0,44	1131	0,49	1008	0,55	901	0,62	809	0,69	732	0,76	668	0,84	615	0,91
80	1904	4,58	1745	20,00	1161	13,30	1790	0,48	1904	0,60	1398	0,82	625	1,17	440	1,66	0,25	1,66	3221	483	1584	0,46	1432	0,51	1290	0,56	1161	0,63	1046	0,70	945	0,77	858	0,85	785	0,93	723	1,01	670	1,09
90	1935	4,51	1745	20,00	1190	13,63	1799	0,60	1935	0,75	1454	1,00	677	1,36	486	1,90	0,31	1,90	3238	534	1591	0,58	1446	0,64	1311	0,70	1190	0,78	1081	0,85	986	0,94	904	1,02	834	1,11	773	1,19	721	1,28
100	1965	4,44	1745	20,00	1217	13,95	1809	0,74	1965	0,91	1509	1,19	725	1,57	530	2,15	0,38	2,15	3255	582	1597	0,71	1459	0,78	1332	0,85	1217	0,94	1115	1,02	1025	1,11	947	1,20	879	1,30	821	1,39	770	1,48
110	1995	4,37	1745	20,00	1244	14,26	1818	0,89	1995	1,09	1560	1,39	771	1,79	573	2,41	0,46	2,41	3273	629	1604	0,86	1473	0,94	1353	1,02	1244	1,11	1147	1,20	1062	1,30	987	1,40	922	1,49	865	1,59	815	1,69
120	2024	4,31	1745	20,00	1269	14,55	1828	1,05	2024	1,28	1610	1,61	814	2,02	614	2,67	0,55	2,67	3290	674	1610	1,02	1486	1,10	1372	1,20	1269	1,29	1178	1,39	1097	1,50	1025	1,60	962	1,71	906	1,81	857	1,91
130	2053	4,25	1745	20,00	1293	14,82	1837	1,23	2053	1,48	1656	1,83	855	2,25	654	2,95	0,64	2,95	3307	717	1617	1,19	1498	1,28	1391	1,38	1293	1,49	1206	1,60	1129	1,71	1060	1,82	999	1,93	945	2,04	897	2,15
140	2072	4,21	1735	19,88	1309	15,00	1836	1,42	2072	1,70	1694	2,08	890	2,51	690	3,24	0,74	3,24	3305	757	1613	1,38	1502	1,49	1400	1,59	1309	1,71	1227	1,82	1154	1,94	1088	2,05	1030	2,17	978	2,28	932	2,40
150	2071	4,21	1703	19,52	1309	15,00	1815	1,65	2071	1,95	1717	2,35	916	2,80	721	3,56	0,86	3,56	3268	791	1590	1,61	1487	1,72	1393	1,84	1309	1,96	1233	2,08	1165	2,20	1104	2,32	1049	2,44	1000	2,56	956	2,68
160	2071	4,21	1674	19,18	1309	15,00	1796	1,90	2071	2,22	1737	2,65	940	3,10	750	3,89	0,99	3,89	3232	823	1569	1,86	1474	1,98	1387	2,10	1309	2,23	1238	2,35	1175	2,48	1118	2,61	1067	2,73	1020	2,86	978	2,98
170	2071	4,21	1646	18,86	1309	15,00	1777	2,17	2071	2,51	1756	2,96	962	3,42	777	4,24	1,13	4,24	3199	853	1549	2,12	1461	2,25	1381	2,38	1309	2,52	1243	2,65	1184	2,78	1131	2,91	1083	3,04	1039	3,17	999	3,30
180	2070	4,22	1620	18,57	1309	15,00	1760	2,46	2070	2,81	1774	3,28	983	3,76	803	4,60	1,28	4,60	3168	881	1531	2,41	1450	2,55	1376	2,68	1309	2,82	1248	2,96	1193	3,09	1143	3,23	1097	3,36	1056	3,50	1018	3,63
190	2070	4,22	1597	18,30	1309	15,00	1744	2,76	2070	3,13	1791	3,62	1002	4,11	827	4,98	1,44	4,98	3139	908	1514	2,72	1439	2,86	1371	3,00	1309	3,14	1252	3,28	1201	3,43	1154	3,57	1111	3,70	1071	3,84	1035	3,97
200	2070	4,22	1575	18,05	1309	15,00	1730	3,09	2070	3,47	1806	3,98	1019	4,47	850	5,37	1,61	5,37	3113	933	1499	3,04	1430	3,19	1367	3,33	1309	3,48	1256	3,63	1208	3,77	1164	3,92	1123	4,06	1086	4,20	1051	4,34
210	2069	4,22	1555	17,82	1309	15,00	1716	3,43	2069	3,83	1821	4,35	1035	4,85	871	5,77	1,78	5,77	3089	956	1485	3,38	1421	3,53	1363	3,69	1309	3,84	1260	3,99	1214	4,14	1173	4,28	1134	4,43	1099	4,57	1066	4,71
220	2069	4,22	1537	17,62	1309	15,00	1704	3,79	2069	4,20	1834	4,74	1050	5,25	891	6,19	1,97	6,19	3066	978	1473	3,74	1413	3,90	1359	4,06	1309	4,21	1263	4,37	1220	4,52	1181	4,67	1145	4,82	1111	4,96	1080	5,11
230	2069	4,22	1521	17,43	1309	15,00	1692	4,17	2069	4,60	1846	5,15	1064	5,66	910	6,62	2,17	6,62	3046	999	1461	4,12	1406	4,29	1356	4,45	1309	4,60	1266	4,76	1226	4,92	1189	5,07	1154	5,22	1122	5,37	1092	5,52
240	2068	4,22	1506	17,26	1309	15,00	1682	4,57	2068	5,00	1858	5,57	1077	6,09	928	7,07	2,38	7,07	3027	1019	1451	4,52	1400	4,69	1353	4,85	1309	5,01	1268	5,17	1231	5,33	1196	5,49	1163	5,64	1133	5,80	1104	5,95
250	2068	4,22	1492	17,10	1309	15,00	1672	4,99	2068	5,43	1869	6,01	1089	6,54	945	7,54	2,60	7,54	3010	1038	1441	4,94	1394	5,11	1350	5,28	1309	5,44	1271	5,60	1235	5,77	1202	5,92	1171	6,08	1142	6,24	1115	6,39
260	2068	4,22	1480	16,96	1309	15,00	1664	5,42	2068	5,88	1879	6,47	1101	7,00	961	8,02	2,82	8,02	2994	1055	1432	5,38	1388	5,55	1347	5,72	1309	5,89	1273	6,05	1240	6,21	1208	6,38	1179	6,54	1151	6,69	1125	6,85
270	2068	4,22	1469	16,83	1309	15,00	1656	5,88	2068	6,34	1888	6,94	1111	7,48	977	8,51	3,06	8,51	2980	1072	1424	5,83	1383	6,01	1345	6,18	1309	6,35	1275	6,52	1244	6,68	1214	6,84	1186	7,01	1160	7,17	1135	7,32
280	2068	4,22	1458	16,71	1309	15,00	1648	6,35	2068	6,82	1897	7,43	1121	7,97	991	9,02	3,30	9,02	2967	1088	1417	6,30	1379	6,48	1343	6,65	1309	6,83	1277	7,00	1247	7,16	1219	7,33	1192	7,49	1167	7,66	1144	7,82
290	2067	4,22	1449	16,61	1309	15,00	1641	6,84	2067	7,31	1905	7,94	1130	8,48	1004	9,55	3,56	9,55	2954	1102	1411	6,79	1375	6,97	1341	7,15	1309	7,32	1279	7,50	1251	7,67	1224	7,83	1199	8,00	1175	8,16	1152	8,32
300	2067	4,22	1440	16,51	1309	15,00	1635	7,35	2067	7,83	1913	8,46	1139	9,01	1017	10,09	3,82	10,09	2943	1116	1405	7,30	1371	7,48	1339	7,66	1309	7,84	1281	8,01	1254	8,18	1228	8,35	1204	8,52	1181	8,69	1159	8,85

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR OPGW 48
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 82
M. elástico, daN/mm²: 12.000
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000140
Carga de rotura, daN: 7.700

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.567
Peso del conductor, daN/m: 0,8280
Peso+Viento, daN/m: 1,1866
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																			
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1434	5,37	1428	18,54	1155	15,00	1429	0,03	1434	0,04	1164	0,05	688	0,06	304	0,14	0,02	0,14	3297	367	1359	0,03	1291	0,03	1223	0,03	1155	0,04	1087	0,04	1020	0,04	952	0,04	885	0,05	819	0,05	753	0,05
30	1437	5,36	1424	18,49	1155	15,00	1427	0,07	1437	0,09	1174	0,11	705	0,13	363	0,26	0,03	0,26	3293	439	1356	0,07	1289	0,07	1222	0,08	1155	0,08	1089	0,09	1022	0,09	957	0,10	892	0,10	829	0,11	766	0,12
40	1442	5,34	1419	18,43	1155	15,00	1425	0,13	1442	0,17	1188	0,20	725	0,23	416	0,40	0,06	0,40	3287	503	1353	0,12	1286	0,13	1220	0,14	1155	0,14	1090	0,15	1026	0,16	963	0,17	901	0,18	841	0,20	782	0,21
50	1448	5,32	1413	18,35	1155	15,00	1422	0,21	1448	0,26	1204	0,31	746	0,35	464	0,56	0,10	0,56	3281	561	1348	0,19	1283	0,20	1219	0,21	1155	0,22	1092	0,24	1031	0,25	970	0,27	911	0,28	854	0,30	799	0,32
60	1455	5,29	1406	18,26	1155	15,00	1419	0,30	1455	0,37	1221	0,44	768	0,48	508	0,73	0,14	0,73	3273	613	1342	0,28	1279	0,29	1216	0,31	1155	0,32	1095	0,34	1036	0,36	978	0,38	923	0,40	869	0,43	817	0,46
70	1462	5,27	1398	18,15	1155	15,00	1415	0,40	1462	0,50	1240	0,59	790	0,64	547	0,93	0,19	0,93	3264	661	1336	0,38	1274	0,40	1214	0,42	1155	0,44	1097	0,46	1041	0,49	987	0,51	934	0,54	884	0,57	836	0,61
80	1470	5,24	1389	18,04	1155	15,00	1411	0,53	1470	0,65	1258	0,76	811	0,82	584	1,14	0,25	1,14	3255	705	1329	0,50	1270	0,52	1212	0,55	1155	0,57	1100	0,60	1047	0,63	995	0,67	946	0,70	899	0,74	854	0,78
90	1478	5,21	1379	17,92	1155	15,00	1406	0,67	1478	0,82	1277	0,95	831	1,01	617	1,36	0,31	1,36	3245	746	1321	0,63	1264	0,66	1209	0,69	1155	0,73	1103	0,76	1052	0,80	1004	0,84	957	0,88	913	0,92	871	0,96
100	1486	5,18	1370	17,79	1155	15,00	1402	0,83	1486	1,01	1295	1,16	851	1,22	648	1,60	0,39	1,60	3234	783	1314	0,79	1259	0,82	1206	0,86	1155	0,90	1105	0,94	1058	0,98	1012	1,02	968	1,07	927	1,12	888	1,17
110	1495	5,15	1360	17,66	1155	15,00	1397	1,01	1495	1,21	1313	1,38	869	1,44	677	1,85	0,47	1,85	3224	818	1306	0,96	1254	1,00	1204	1,04	1155	1,08	1108	1,13	1063	1,18	1020	1,23	979	1,28	940	1,33	903	1,39
120	1503	5,12	1349	17,52	1155	15,00	1393	1,21	1503	1,44	1331	1,62	886	1,68	704	2,12	0,56	2,12	3213	850	1298	1,15	1249	1,19	1201	1,24	1155	1,29	1111	1,34	1068	1,40	1028	1,45	989	1,51	953	1,56	918	1,62
130	1511	5,10	1339	17,39	1155	15,00	1388	1,42	1511	1,68	1347	1,88	901	1,94	729	2,40	0,66	2,40	3203	880	1291	1,36	1244	1,41	1199	1,46	1155	1,51	1113	1,57	1073	1,63	1035	1,69	999	1,75	965	1,81	932	1,88
140	1518	5,07	1329	17,26	1155	15,00	1384	1,65	1518	1,93	1363	2,15	916	2,21	752	2,70	0,77	2,70	3193	908	1283	1,58	1239	1,64	1196	1,70	1155	1,76	1116	1,82	1078	1,88	1042	1,95	1008	2,01	976	2,08	945	2,15
150	1526	5,05	1320	17,14	1155	15,00	1380	1,91	1526	2,21	1378	2,45	930	2,50	774	3,01	0,88	3,01	3183	934	1276	1,83	1234	1,89	1194	1,95	1155	2,02	1118	2,08	1083	2,15	1049	2,22	1017	2,29	986	2,36	957	2,43
160	1533	5,02	1310	17,02	1155	15,00	1376	2,17	1533	2,50	1393	2,75	943	2,81	794	3,34	1,01	3,34	3173	959	1269	2,09	1229	2,16	1191	2,22	1155	2,29	1120	2,37	1087	2,44	1055	2,51	1025	2,59	996	2,66	969	2,74
170	1540	5,00	1301	16,90	1155	15,00	1372	2,46	1540	2,81	1406	3,08	955	3,13	812	3,68	1,14	3,68	3164	981	1262	2,37	1225	2,44	1189	2,52	1155	2,59	1122	2,67	1091	2,74	1061	2,82	1033	2,90	1005	2,98	979	3,06
180	1546	4,98	1293	16,79	1155	15,00	1368	2,77	1546	3,14	1419	3,42	966	3,47	830	4,04	1,28	4,04	3156	1002	1256	2,67	1221	2,75	1187	2,83	1155	2,90	1124	2,98	1095	3,06	1066	3,15	1040	3,23	1014	3,31	989	3,39
190	1552	4,96	1285	16,68	1155	15,00	1364	3,09	1552	3,49	1432	3,78	976	3,83	846	4,42	1,43	4,42	3147	1022	1250	2,99	1217	3,07	1185	3,15	1155	3,24	1126	3,32	1098	3,40	1072	3,49	1046	3,57	1022	3,66	999	3,74
200	1558	4,94	1277	16,59	1155	15,00	1361	3,43	1558	3,85	1443	4,15	986	4,20	862	4,81	1,59	4,81	3140	1041	1245	3,33	1213	3,41	1184	3,50	1155	3,59	1128	3,67	1101	3,76	1076	3,85	1052	3,94	1029	4,02	1007	4,11
210	1564	4,92	1270	16,49	1155	15,00	1358	3,80	1564	4,23	1454	4,55	995	4,59	876	5,21	1,76	5,21	3132	1058	1239	3,68	1210	3,77	1182	3,86	1155	3,95	1129	4,04	1104	4,14	1081	4,23	1058	4,32	1036	4,41	1015	4,50
220	1569	4,91	1263	16,41	1155	15,00	1355	4,18	1569	4,62	1464	4,95	1004	4,99	890	5,64	1,94	5,64	3125	1074	1235	4,06	1207	4,15	1180	4,25	1155	4,34	1131	4,43	1107	4,53	1085	4,62	1063	4,71	1043	4,81	1023	4,90
230	1574	4,89	1257	16,32	1155	15,00	1352	4,57	1574	5,04	1474	5,38	1012	5,42	902	6,07	2,12	6,07	3119	1090	1230	4,45	1204	4,55	1179	4,65	1155	4,74	1132	4,84	1110	4,94	1089	5,03	1068	5,13	1049	5,23	1030	5,32
240	1578	4,88	1251	16,25	1155	15,00	1349	4,99	1578	5,47	1483	5,82	1019	5,86	914	6,53	2,31	6,53	3113	1104	1226	4,87	1201	4,97	1178	5,07	1155	5,16	1133	5,26	1112	5,36	1092	5,46	1073	5,56	1054	5,66	1036	5,76
250	1583	4,86	1246	16,18	1155	15,00	1347	5,42	1583	5,92	1492	6,28	1026	6,31	925	7,00	2,51	7,00	3107	1118	1222	5,30	1199	5,40	1176	5,50	1155	5,60	1134	5,71	1115	5,81	1095	5,91	1077	6,01	1059	6,11	1042	6,21
260	1587	4,85	1241	16,11	1155	15,00	1345	5,88	1587	6,39	1500	6,76	1032	6,78	936	7,48	2,72	7,48	3102	1130	1218	5,75	1196	5,85	1175	5,96	1155	6,06	1135	6,17	1117	6,27	1099	6,37	1081	6,48	1064	6,58	1048	6,68
270	1591	4,84	1236	16,05	1155	15,00	1343	6,35	1591	6,87	1508	7,25	1038	7,28	946	7,99	2,94	7,99	3097	1142	1215	6,22	1194	6,32	1174	6,43	1155	6,54	1137	6,64	1119	6,75	1101	6,86	1085	6,96	1069	7,07	1053	7,17
280	1595	4,83	1232	15,99	1155	15,00	1341	6,84	1595	7,37	1515	7,76	1044	7,78	955	8,51	3,17	8,51	3093	1153	1211	6,70	1192	6,81	1173	6,92	1155	7,03	1137	7,14	1121	7,25	1104	7,36	1088	7,46	1073	7,57	1058	7,68
290	1598	4,82	1227	15,94	1155	15,00	1339	7,34	1598	7,89	1522	8,29	1049	8,31	964	9,04	3,40	9,04	3088	1164	1208	7,21	1190	7,32	1172	7,43	1155	7,54	1138	7,65	1122	7,76	1107	7,87	1092	7,98	1077	8,09	1063	8,20
300	1601	4,81	1224	15,89	1155	15,00	1337	7,87	1601	8,43	1528	8,83	1054	8,85	972	9,60	3,65	9,60	3084	1174	1206	7,73	1188	7,85	1171	7,96	1155	8,07	1139	8,19	1124	8,30	1109	8,41	1095	8,52	1081	8,63	1067	8,74

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR OPGW 96
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 82
M. elástico, daN/mm²: 12.000
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000140
Carga de rotura, daN: 7.700

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.567
Peso del conductor, daN/m: 0,8660
Peso+Viento, daN/m: 1,2134
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1433	5,37	1427	18,54	1155	15,00	1429	0,03	1433	0,04	1164	0,05	689	0,06	310	0,14	0,02	0,14	3296	358	1359	0,03	1291	0,03	1223	0,04	1155	0,04	1087	0,04	1020	0,04	953	0,05	886	0,05	820	0,05	754	0,06
30	1437	5,36	1423	18,49	1155	15,00	1427	0,08	1437	0,10	1174	0,12	707	0,14	371	0,26	0,03	0,26	3291	428	1356	0,07	1289	0,08	1222	0,08	1155	0,08	1089	0,09	1023	0,10	958	0,10	893	0,11	830	0,12	768	0,13
40	1441	5,34	1418	18,42	1155	15,00	1424	0,14	1441	0,17	1188	0,21	729	0,24	426	0,41	0,06	0,41	3285	491	1352	0,13	1286	0,13	1220	0,14	1155	0,15	1091	0,16	1027	0,17	964	0,18	903	0,19	843	0,21	785	0,22
50	1446	5,32	1411	18,33	1155	15,00	1421	0,21	1446	0,26	1204	0,32	751	0,36	474	0,57	0,10	0,57	3277	548	1346	0,20	1282	0,21	1218	0,22	1155	0,23	1093	0,25	1032	0,26	972	0,28	914	0,30	858	0,32	803	0,34
60	1453	5,30	1404	18,23	1155	15,00	1417	0,31	1453	0,38	1221	0,45	774	0,50	519	0,75	0,14	0,75	3268	599	1340	0,29	1278	0,31	1216	0,32	1155	0,34	1095	0,36	1037	0,38	981	0,40	926	0,42	873	0,45	822	0,47
70	1459	5,28	1395	18,12	1155	15,00	1412	0,42	1459	0,51	1239	0,61	797	0,67	559	0,95	0,19	0,95	3257	646	1333	0,40	1273	0,42	1213	0,44	1155	0,46	1098	0,48	1043	0,51	989	0,54	938	0,57	889	0,60	842	0,63
80	1466	5,25	1386	17,99	1155	15,00	1407	0,55	1466	0,67	1257	0,78	819	0,85	596	1,16	0,25	1,16	3246	689	1326	0,52	1268	0,55	1211	0,57	1155	0,60	1101	0,63	1049	0,66	998	0,69	950	0,73	904	0,77	860	0,81
90	1473	5,23	1375	17,86	1155	15,00	1402	0,70	1473	0,84	1275	0,97	840	1,04	631	1,39	0,31	1,39	3235	728	1318	0,67	1262	0,69	1208	0,73	1155	0,76	1104	0,79	1055	0,83	1007	0,87	962	0,91	919	0,95	878	1,00
100	1481	5,20	1365	17,73	1155	15,00	1397	0,87	1481	1,03	1293	1,18	859	1,26	662	1,64	0,39	1,64	3223	764	1310	0,83	1257	0,86	1205	0,90	1155	0,94	1107	0,98	1060	1,02	1016	1,07	973	1,11	933	1,16	895	1,21
110	1488	5,18	1354	17,59	1155	15,00	1392	1,05	1488	1,25	1310	1,41	877	1,49	691	1,90	0,47	1,90	3211	798	1302	1,01	1251	1,05	1202	1,09	1155	1,13	1109	1,18	1066	1,23	1024	1,28	984	1,33	947	1,38	911	1,44
120	1495	5,15	1344	17,45	1155	15,00	1387	1,26	1495	1,48	1327	1,66	894	1,74	718	2,17	0,56	2,17	3199	829	1294	1,20	1246	1,25	1200	1,30	1155	1,35	1112	1,40	1071	1,46	1032	1,51	995	1,57	960	1,62	926	1,68
130	1502	5,13	1333	17,32	1155	15,00	1381	1,48	1502	1,72	1342	1,93	910	2,01	743	2,46	0,66	2,46	3187	858	1286	1,42	1241	1,47	1197	1,53	1155	1,58	1115	1,64	1076	1,70	1040	1,76	1005	1,82	972	1,88	940	1,95
140	1509	5,10	1323	17,18	1155	15,00	1376	1,72	1509	1,99	1358	2,21	925	2,29	766	2,77	0,77	2,77	3175	885	1279	1,66	1236	1,72	1194	1,78	1155	1,84	1117	1,90	1081	1,96	1047	2,03	1014	2,09	983	2,16	953	2,23
150	1515	5,08	1313	17,05	1155	15,00	1372	1,99	1515	2,27	1372	2,51	939	2,60	788	3,09	0,89	3,09	3164	909	1271	1,92	1231	1,98	1192	2,04	1155	2,11	1120	2,18	1086	2,24	1053	2,31	1023	2,38	993	2,45	965	2,52
160	1521	5,06	1304	16,93	1155	15,00	1367	2,27	1521	2,58	1386	2,83	952	2,91	808	3,43	1,01	3,43	3154	933	1264	2,19	1226	2,26	1190	2,33	1155	2,40	1122	2,47	1090	2,54	1060	2,62	1031	2,69	1003	2,76	977	2,84
170	1527	5,04	1295	16,81	1155	15,00	1363	2,57	1527	2,90	1398	3,17	964	3,25	826	3,79	1,15	3,79	3144	954	1257	2,49	1222	2,56	1188	2,63	1155	2,71	1124	2,78	1094	2,86	1065	2,94	1038	3,02	1012	3,09	987	3,17
180	1533	5,02	1286	16,70	1155	15,00	1359	2,89	1533	3,24	1410	3,52	975	3,60	844	4,16	1,29	4,16	3134	974	1251	2,80	1218	2,88	1186	2,96	1155	3,04	1126	3,12	1098	3,20	1071	3,28	1045	3,36	1020	3,44	997	3,52
190	1538	5,01	1278	16,60	1155	15,00	1355	3,23	1538	3,60	1422	3,89	985	3,97	860	4,55	1,44	4,55	3125	993	1245	3,14	1214	3,22	1184	3,30	1155	3,38	1127	3,47	1101	3,55	1076	3,63	1051	3,72	1028	3,80	1006	3,89
200	1543	4,99	1271	16,50	1155	15,00	1351	3,59	1543	3,97	1432	4,28	994	4,36	875	4,95	1,60	4,95	3117	1010	1240	3,49	1210	3,58	1182	3,66	1155	3,75	1129	3,84	1104	3,92	1080	4,01	1057	4,10	1036	4,18	1015	4,27
210	1547	4,98	1263	16,41	1155	15,00	1348	3,96	1547	4,37	1443	4,68	1003	4,76	889	5,37	1,77	5,37	3109	1027	1235	3,87	1207	3,96	1180	4,05	1155	4,14	1131	4,22	1107	4,31	1085	4,40	1063	4,49	1042	4,58	1022	4,67
220	1552	4,96	1257	16,32	1155	15,00	1344	4,36	1552	4,78	1452	5,11	1012	5,18	902	5,81	1,95	5,81	3101	1042	1230	4,26	1204	4,35	1179	4,45	1155	4,54	1132	4,63	1110	4,72	1089	4,82	1068	4,91	1049	5,00	1030	5,09
230	1556	4,95	1251	16,24	1155	15,00	1341	4,78	1556	5,21	1461	5,55	1019	5,62	915	6,27	2,14	6,27	3094	1056	1225	4,68	1201	4,77	1178	4,87	1155	4,96	1133	5,06	1112	5,15	1092	5,25	1073	5,34	1054	5,44	1036	5,53
240	1560	4,94	1245	16,17	1155	15,00	1339	5,21	1560	5,66	1469	6,01	1026	6,08	926	6,74	2,33	6,74	3088	1070	1221	5,11	1198	5,21	1176	5,30	1155	5,40	1135	5,50	1115	5,60	1096	5,69	1077	5,79	1060	5,89	1043	5,98
250	1563	4,93	1240	16,10	1155	15,00	1336	5,67	1563	6,13	1477	6,49	1033	6,56	937	7,23	2,54	7,23	3082	1082	1218	5,56	1196	5,66	1175	5,76	1155	5,86	1136	5,96	1117	6,06	1099	6,16	1082	6,26	1065	6,36	1049	6,46
260	1567	4,91	1235	16,04	1155	15,00	1334	6,14	1567	6,61	1484	6,98	1039	7,05	948	7,73	2,75	7,73	3076	1094	1214	6,03	1194	6,14	1174	6,24	1155	6,34	1137	6,44	1119	6,54	1102	6,65	1085	6,75	1070	6,85	1054	6,95
270	1570	4,90	1231	15,98	1155	15,00	1331	6,63	1570	7,12	1491	7,49	1045	7,56	957	8,25	2,97	8,25	3071	1105	1211	6,52	1191	6,63	1173	6,73	1155	6,84	1138	6,94	1121	7,05	1105	7,15	1089	7,25	1074	7,36	1059	7,46
280	1573	4,90	1226	15,93	1155	15,00	1329	7,15	1573	7,64	1498	8,02	1050	8,09	966	8,80	3,20	8,80	3066	1116	1208	7,03	1189	7,14	1172	7,25	1155	7,35	1139	7,46	1123	7,57	1107	7,67	1092	7,78	1078	7,88	1064	7,98
290	1576	4,89	1222	15,88	1155	15,00	1327	7,68	1576	8,18	1504	8,57	1056	8,64	975	9,35	3,43	9,35	3062	1125	1205	7,56	1188	7,67	1171	7,78	1155	7,89	1139	8,00	1124	8,11	1110	8,21	1096	8,32	1082	8,42	1068	8,53
300	1579	4,88	1219	15,83	1155	15,00	1325	8,23	1579	8,74	1510	9,14	1060	9,20	983	9,93	3,68	9,93	3058	1135	1202	8,11	1186	8,22	1170	8,33	1155	8,44	1140	8,55	1126	8,66	1112	8,77	1098	8,88	1085	8,99	1073	9,09

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR ADSS 48
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 35
M. elástico, daN/mm²: 8.983
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000320
Carga de rotura, daN: 3.000

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.000
Peso del conductor, daN/m: 0,2090
Peso+Viento, daN/m: 0,8753
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																					
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	611	4,91	600	20,00	400	13,32	603	0,04	611	0,07	422	0,11	81	0,13	26	0,40	0,02	0,40	2871	126	550	0,02	500	0,02	450	0,02	400	0,03	350	0,03	300	0,03	251	0,04	203	0,05	156	0,07	114	0,09
30	623	4,82	600	20,00	401	13,35	606	0,09	623	0,16	445	0,23	98	0,24	39	0,61	0,04	0,61	2871	185	550	0,04	500	0,05	450	0,05	401	0,06	351	0,07	302	0,08	254	0,09	208	0,11	165	0,14	127	0,18
40	638	4,70	600	20,00	402	13,40	610	0,16	638	0,28	471	0,38	114	0,37	51	0,83	0,07	0,83	2871	242	550	0,08	501	0,08	451	0,09	402	0,10	353	0,12	305	0,14	259	0,16	215	0,19	175	0,24	141	0,30
50	656	4,57	600	20,00	404	13,45	616	0,24	656	0,42	499	0,56	129	0,51	62	1,05	0,11	1,05	2871	297	550	0,12	501	0,13	452	0,14	404	0,16	356	0,18	309	0,21	264	0,25	222	0,29	185	0,35	154	0,43
60	676	4,44	600	20,00	406	13,52	622	0,35	676	0,59	528	0,76	142	0,66	73	1,29	0,16	1,29	2871	350	551	0,17	502	0,19	453	0,21	406	0,23	359	0,26	313	0,30	270	0,35	231	0,41	195	0,48	166	0,57
70	697	4,30	600	20,00	408	13,60	630	0,47	697	0,78	556	0,98	155	0,82	84	1,52	0,21	1,52	2871	402	551	0,23	503	0,25	455	0,28	408	0,31	362	0,35	318	0,40	277	0,46	239	0,54	206	0,62	178	0,72
80	719	4,17	600	20,00	410	13,68	638	0,60	719	0,99	584	1,22	167	1,00	94	1,77	0,28	1,77	2871	452	552	0,30	504	0,33	456	0,37	410	0,41	366	0,46	323	0,52	283	0,59	247	0,68	216	0,78	189	0,88
90	741	4,05	600	20,00	413	13,77	646	0,75	741	1,22	611	1,48	179	1,18	105	2,02	0,35	2,02	2871	501	552	0,38	505	0,42	458	0,46	413	0,51	370	0,57	328	0,64	290	0,73	256	0,83	226	0,94	200	1,06
100	763	3,93	600	20,00	416	13,87	655	0,92	763	1,46	638	1,75	190	1,38	115	2,28	0,44	2,28	2871	548	553	0,47	506	0,52	460	0,57	416	0,63	374	0,70	334	0,78	297	0,88	264	0,99	235	1,11	210	1,24
110	785	3,82	600	20,00	419	13,97	664	1,10	785	1,72	665	2,03	200	1,58	124	2,55	0,53	2,55	2871	594	553	0,57	507	0,62	462	0,68	419	0,75	378	0,84	339	0,93	304	1,04	272	1,16	244	1,29	220	1,43
120	807	3,72	600	20,00	422	14,07	673	1,29	807	1,99	690	2,33	210	1,79	134	2,82	0,63	2,82	2871	639	554	0,68	508	0,74	464	0,81	422	0,89	382	0,98	345	1,09	310	1,21	280	1,34	253	1,49	230	1,64
130	829	3,62	600	20,00	425	14,18	683	1,49	829	2,27	715	2,63	220	2,01	143	3,10	0,74	3,10	2871	683	554	0,80	510	0,87	467	0,95	425	1,04	386	1,14	350	1,26	317	1,39	288	1,54	262	1,69	239	1,85
140	851	3,53	600	20,00	429	14,29	693	1,70	851	2,57	740	2,95	229	2,24	152	3,38	0,85	3,38	2871	725	555	0,92	511	1,00	469	1,09	429	1,19	391	1,31	356	1,44	324	1,58	295	1,74	270	1,90	248	2,06
150	872	3,44	600	20,00	432	14,40	702	1,93	872	2,88	764	3,28	238	2,47	160	3,67	0,98	3,67	2871	767	556	1,06	513	1,15	471	1,25	432	1,36	395	1,49	361	1,63	330	1,78	303	1,94	278	2,11	257	2,29
160	893	3,36	600	20,00	435	14,51	712	2,16	893	3,19	788	3,62	247	2,71	169	3,97	1,11	3,97	2871	807	556	1,20	514	1,30	474	1,41	435	1,54	400	1,67	367	1,83	337	1,99	310	2,16	286	2,34	265	2,53
170	914	3,28	600	20,00	439	14,63	722	2,41	914	3,52	811	3,98	255	2,96	177	4,27	1,26	4,27	2871	847	557	1,36	516	1,46	476	1,59	439	1,72	404	1,87	372	2,03	343	2,20	317	2,39	293	2,57	273	2,77
180	935	3,21	600	20,00	442	14,74	732	2,66	935	3,86	833	4,34	263	3,22	185	4,58	1,41	4,58	2871	885	558	1,52	517	1,64	479	1,77	442	1,91	408	2,07	377	2,25	349	2,43	323	2,62	301	2,82	281	3,02
190	955	3,14	600	20,00	445	14,85	742	2,93	955	4,22	855	4,71	271	3,48	193	4,90	1,57	4,90	2871	923	559	1,69	519	1,82	481	1,96	445	2,12	413	2,29	382	2,47	355	2,66	330	2,86	308	3,06	288	3,27
200	975	3,08	600	20,00	449	14,96	751	3,20	975	4,58	877	5,09	278	3,76	200	5,22	1,74	5,22	2871	959	559	1,87	520	2,01	483	2,16	449	2,33	417	2,51	387	2,70	360	2,90	336	3,11	315	3,32	296	3,54
210	993	3,02	597	19,91	450	15,00	759	3,50	993	4,95	896	5,49	285	4,05	207	5,56	1,93	5,56	2858	993	557	2,07	519	2,22	484	2,38	450	2,56	419	2,75	390	2,95	364	3,16	341	3,38	320	3,60	301	3,82
220	1000	3,00	579	19,30	439	14,63	754	3,86	1000	5,40	907	5,95	285	4,44	211	5,99	2,18	5,99	2770	1011	541	2,34	504	2,51	470	2,69	439	2,88	410	3,09	383	3,30	359	3,52	337	3,75	318	3,98	300	4,21
230	1000	3,00	550	18,32	420	14,00	741	4,29	1000	5,90	911	6,47	281	4,93	213	6,50	2,51	6,50	2630	1018	514	2,69	480	2,88	449	3,08	420	3,29	393	3,51	369	3,74	348	3,98	328	4,21	311	4,45	295	4,69
240	1000	3,00	522	17,39	403	13,42	729	4,75	1000	6,42	915	7,02	277	5,44	214	7,04	2,89	7,04	2496	1024	488	3,08	457	3,29	429	3,51	403	3,74	379	3,97	357	4,22	338	4,46	320	4,70	304	4,95	290	5,20
250	1000	3,00	495	16,51	387	12,90	718	5,24	1000	6,97	919	7,59	274	5,97	215	7,59	3,30	7,59	2370	1030	465	3,51	437	3,74	411	3,98	387	4,22	366	4,47	346	4,72	329	4,97	313	5,22	298	5,48	285	5,72
260	1000	3,00	471	15,70	373	12,44	707	5,76	1000	7,54	922	8,18	271	6,53	216	8,17	3,75	8,18	2253	1035	443	3,99	418	4,23	394	4,48	373	4,74	354	4,99	336	5,25	321	5,51	306	5,77	293	6,03	282	6,28
270	1000	3,00	449	14,95	361	12,02	697	6,30	1000	8,13	926	8,79	268	7,11	218	8,77	4,25	8,79	2146	1038	424	4,50	401	4,76	380	5,02	361	5,28	343	5,55	328	5,81	314	6,08	301	6,34	289	6,60	278	6,86
280	1000	3,00	428	14,28	350	11,66	687	6,86	1000	8,75	929	9,42	266	7,71	218	9,39	4,78	9,42	2050	1042	406	5,05	385	5,32	367	5,59	350	5,86	334	6,13	320	6,40	307	6,67	295	6,94	285	7,20	275	7,46
290	1000	3,00	410	13,68	340	11,33	678	7,46	1000	9,38	932	10,07	264	8,34	219	10,03	5,36	10,07	1964	1045	390	5,63	372	5,91	355	6,19	340	6,47	326	6,74	313	7,02	302	7,29	291	7,56	281	7,82	272	8,09
300	1000	3,00	394	13,15	331	11,04	670	8,08	1000	10,04	935	10,75	262	8,99	220	10,70	5,96	10,75	1887	1049	376	6,25	360	6,53	345	6,82	331	7,10	319	7,38	307	7,66	297	7,93	287	8,21	278	8,47	269	8,73

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR ADSS 96
ZONA A

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 35
M. elástico, daN/mm²: 8.983
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000320
Carga de rotura, daN: 3.000

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.000
Peso del conductor, daN/m: 0,2440
Peso+Viento, daN/m: 0,8843
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO		HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS						FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																					
							-5ºC+1/2V		-5ºC+V		15º+V		50ºC		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	611	4,91	600	20,00	400	13,33	603	0,04	611	0,07	422	0,11	87	0,14	30	0,40	0,02	0,40	2459	125	550	0,02	500	0,02	450	0,03	400	0,03	350	0,03	301	0,04	252	0,05	204	0,06	159	0,08	118	0,10
30	623	4,82	600	20,00	401	13,37	606	0,09	623	0,16	445	0,23	107	0,26	45	0,62	0,05	0,62	2459	183	550	0,05	500	0,05	451	0,06	401	0,07	352	0,08	304	0,09	257	0,11	211	0,13	170	0,16	134	0,20
40	638	4,70	600	20,00	403	13,43	610	0,16	638	0,28	472	0,38	124	0,39	58	0,84	0,08	0,84	2459	239	550	0,09	501	0,10	452	0,11	403	0,12	355	0,14	308	0,16	263	0,19	220	0,22	182	0,27	149	0,33
50	656	4,57	600	20,00	405	13,51	616	0,25	656	0,43	500	0,56	140	0,54	71	1,07	0,13	1,07	2459	293	551	0,14	502	0,15	453	0,17	405	0,19	358	0,21	313	0,24	269	0,28	229	0,33	194	0,39	164	0,46
60	676	4,44	600	20,00	408	13,60	622	0,36	676	0,60	528	0,77	155	0,71	84	1,31	0,18	1,31	2459	345	551	0,20	503	0,22	455	0,24	408	0,27	362	0,30	318	0,35	277	0,40	239	0,46	206	0,53	178	0,62
70	697	4,31	600	20,00	411	13,69	629	0,48	697	0,79	556	0,99	169	0,88	96	1,55	0,25	1,55	2459	395	552	0,27	504	0,30	457	0,33	411	0,36	366	0,41	324	0,46	284	0,53	249	0,60	217	0,69	191	0,78
80	718	4,18	600	20,00	414	13,80	637	0,62	718	1,00	584	1,23	183	1,07	108	1,81	0,33	1,81	2459	443	552	0,35	505	0,39	459	0,43	414	0,47	371	0,53	330	0,59	292	0,67	258	0,76	229	0,85	204	0,96
90	740	4,06	600	20,00	417	13,92	645	0,78	740	1,23	611	1,49	195	1,27	119	2,07	0,41	2,07	2459	490	553	0,45	506	0,49	461	0,54	417	0,59	376	0,66	336	0,73	300	0,82	268	0,92	240	1,03	215	1,15
100	761	3,94	600	20,00	421	14,04	654	0,95	761	1,48	638	1,76	207	1,47	131	2,34	0,51	2,34	2459	535	553	0,55	508	0,60	464	0,66	421	0,72	381	0,80	343	0,89	308	0,99	277	1,10	250	1,22	227	1,34
110	783	3,83	600	20,00	425	14,16	663	1,13	783	1,74	664	2,05	218	1,69	141	2,61	0,62	2,61	2459	579	554	0,67	510	0,72	466	0,79	425	0,87	386	0,96	349	1,06	316	1,17	286	1,29	260	1,42	238	1,55
120	805	3,73	600	20,00	429	14,29	672	1,33	805	2,01	689	2,35	229	1,92	152	2,90	0,73	2,90	2459	622	555	0,79	511	0,86	469	0,94	429	1,02	391	1,12	356	1,23	324	1,36	295	1,49	270	1,63	248	1,77
130	826	3,63	600	20,00	433	14,42	681	1,54	826	2,30	714	2,66	240	2,15	162	3,19	0,86	3,19	2459	663	556	0,93	513	1,01	472	1,09	433	1,19	396	1,30	362	1,42	331	1,56	304	1,70	279	1,85	258	2,00
140	847	3,54	600	20,00	437	14,55	691	1,76	847	2,60	738	2,99	250	2,40	172	3,49	1,00	3,49	2459	703	557	1,07	515	1,16	475	1,26	437	1,37	401	1,49	368	1,62	339	1,77	312	1,92	288	2,07	268	2,23
150	868	3,46	600	20,00	440	14,68	700	2,00	868	2,92	762	3,33	259	2,65	181	3,79	1,14	3,79	2459	742	557	1,23	516	1,33	477	1,44	440	1,56	406	1,69	375	1,83	346	1,98	320	2,14	297	2,31	277	2,48
160	889	3,38	600	20,00	444	14,81	709	2,24	889	3,24	785	3,67	268	2,91	190	4,11	1,30	4,11	2459	780	558	1,40	518	1,51	480	1,63	444	1,76	411	1,90	381	2,05	353	2,21	328	2,38	306	2,56	286	2,73
170	909	3,30	600	20,00	448	14,94	719	2,50	909	3,58	807	4,03	277	3,18	199	4,43	1,47	4,43	2459	817	559	1,58	520	1,69	483	1,82	448	1,97	416	2,12	386	2,28	360	2,45	335	2,63	314	2,81	294	3,00
180	927	3,24	597	19,91	450	15,00	726	2,78	927	3,94	827	4,41	285	3,47	208	4,77	1,65	4,77	2448	851	557	1,77	519	1,90	484	2,04	450	2,20	419	2,36	390	2,53	364	2,71	341	2,90	320	3,09	301	3,28
190	943	3,18	592	19,75	450	15,00	731	3,07	943	4,31	846	4,80	291	3,78	215	5,12	1,86	5,12	2428	882	554	1,99	517	2,13	482	2,28	450	2,45	420	2,62	393	2,80	368	2,99	346	3,19	325	3,39	307	3,58
200	959	3,13	588	19,58	450	15,00	736	3,38	959	4,70	864	5,21	297	4,11	222	5,49	2,08	5,49	2408	911	550	2,22	514	2,37	481	2,54	450	2,71	421	2,90	395	3,09	371	3,29	350	3,49	330	3,69	313	3,90
210	974	3,08	583	19,42	450	15,00	741	3,70	974	5,10	882	5,63	303	4,44	229	5,87	2,31	5,87	2388	940	546	2,46	512	2,63	480	2,80	450	2,99	423	3,18	397	3,39	374	3,59	354	3,80	335	4,02	318	4,23
220	990	3,03	578	19,26	450	15,00	746	4,03	990	5,51	899	6,06	308	4,79	236	6,26	2,56	6,26	2368	968	543	2,72	510	2,90	479	3,08	450	3,28	424	3,49	400	3,70	378	3,91	358	4,13	340	4,35	323	4,57
230	1000	3,00	567	18,90	445	14,84	746	4,41	1000	5,96	912	6,53	311	5,19	241	6,69	2,85	6,69	2323	989	533	3,03	502	3,22	472	3,42	445	3,62	420	3,84	398	4,06	377	4,28	358	4,51	341	4,74	325	4,96
240	1000	3,00	542	18,06	430	14,34	734	4,88	1000	6,49	916	7,08	308	5,70	243	7,23	3,24	7,23	2220	996	511	3,44	482	3,65	455	3,86	430	4,09	408	4,31	387	4,54	368	4,78	351	5,01	335	5,24	321	5,47
250	1000	3,00	518	17,27	416	13,88	723	5,37	1000	7,04	920	7,66	306	6,24	245	7,80	3,68	7,80	2124	1003	490	3,89	463	4,12	439	4,35	416	4,58	396	4,82	377	5,06	360	5,30	345	5,54	330	5,77	317	6,01
260	1000	3,00	496	16,55	404	13,47	713	5,90	1000	7,62	923	8,25	303	6,81	246	8,38	4,15	8,38	2034	1009	470	4,38	446	4,62	424	4,86	404	5,10	386	5,35	369	5,60	353	5,84	339	6,09	326	6,33	314	6,57
270	1000	3,00	477	15,88	393	13,10	703	6,45	1000	8,21	926	8,87	301	7,40	248	8,99	4,67	8,99	1953	1015	453	4,91	431	5,16	411	5,41	393	5,66	376	5,91	361	6,17	347	6,42	334	6,67	322	6,91	311	7,16
280	1000	3,00	459	15,29	383	12,77	694	7,02	1000	8,83	930	9,50	299	8,01	249	9,62	5,22	9,62	1879	1020	437	5,47	418	5,73	400	5,99	383	6,25	368	6,50	354	6,76	341	7,02	329	7,27	318	7,52	308	7,77
290	1000	3,00	442	14,75	374	12,48	686	7,63	1000	9,48	933	10,16	297	8,64	250	10,27	5,80	10,27	1813	1025	423	6,06	406	6,33	389	6,59	374	6,86	360	7,12	348	7,38	336	7,64	325	7,90	315	8,15	306	8,40
300	1000	3,00	428	14,26	366	12,21	678	8,26	1000	10,14	935	10,85	295	9,30	251	10,95	6,42	10,95	1754	1030	411	6,69	395	6,96	380	7,23	366	7,50	354	7,77	342	8,03	331	8,29	321	8,55	312	8,80	304	9,05

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-56
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.943
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,000019
Carga de rotura, daN: 1.629

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 543
Peso del conductor, daN/m: 0,1854
Peso+Viento, daN/m: 0,5966
Peso+Hielo, daN/m: 0,7388
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	428	3,81	326	20,00	167	10,23	371	0,04	383	0,08	428	0,09	215	0,14	38	0,24	320	0,12	24	0,39	0,02	0,39	2199	127	285	0,03	245	0,04	205	0,05	167	0,04	131	0,07	100	0,09	76	0,12	60	0,15	50	0,19	43	0,22
30	448	3,64	326	20,00	173	10,65	376	0,09	399	0,17	448	0,19	250	0,27	54	0,38	351	0,24	35	0,60	0,05	0,60	2193	188	286	0,07	247	0,08	209	0,10	173	0,08	141	0,15	115	0,18	94	0,22	79	0,26	68	0,31	60	0,35
40	471	3,46	326	20,00	181	11,12	381	0,15	419	0,29	471	0,31	283	0,43	69	0,54	383	0,39	46	0,81	0,09	0,81	2186	247	287	0,13	250	0,15	214	0,17	181	0,15	152	0,24	128	0,29	109	0,34	95	0,39	84	0,44	76	0,49
50	495	3,29	326	20,00	189	11,60	388	0,23	439	0,43	495	0,47	314	0,60	83	0,70	414	0,56	56	1,03	0,14	1,03	2176	303	288	0,20	253	0,23	219	0,26	189	0,23	163	0,36	141	0,41	123	0,47	109	0,53	99	0,59	90	0,65
60	519	3,14	326	20,00	197	12,08	395	0,33	460	0,59	519	0,64	343	0,80	95	0,88	444	0,75	66	1,26	0,21	1,26	2165	358	290	0,29	256	0,33	225	0,37	197	0,33	173	0,48	152	0,55	136	0,61	122	0,68	112	0,75	103	0,81
70	543	3,00	325	19,96	204	12,51	402	0,44	480	0,78	543	0,83	370	1,01	107	1,06	472	0,96	76	1,49	0,29	1,49	2148	411	291	0,39	259	0,44	230	0,49	204	0,44	182	0,63	163	0,70	147	0,77	134	0,85	123	0,92	114	0,99
80	543	3,00	293	17,96	190	11,68	381	0,61	476	1,02	543	1,09	378	1,28	111	1,33	479	1,23	83	1,80	0,41	1,80	1939	446	262	0,57	235	0,63	211	0,70	190	0,63	173	0,86	158	0,94	145	1,02	135	1,10	126	1,18	118	1,26
90	543	3,00	262	16,10	180	11,02	362	0,81	472	1,30	543	1,38	386	1,59	115	1,63	486	1,54	88	2,13	0,59	2,13	1731	476	237	0,79	215	0,87	196	0,96	180	0,87	166	1,13	154	1,22	144	1,31	135	1,39	127	1,48	121	1,56
100	543	3,00	237	14,53	171	10,52	346	1,05	469	1,62	543	1,70	392	1,93	118	1,97	492	1,88	93	2,49	0,81	2,49	1537	503	217	1,07	199	1,16	184	1,26	171	1,16	160	1,45	151	1,54	142	1,63	135	1,72	129	1,80	123	1,89
110	543	3,00	216	13,27	165	10,14	331	1,32	467	1,97	543	2,06	398	2,31	120	2,33	497	2,25	98	2,87	1,10	2,87	1372	527	201	1,40	187	1,50	175	1,60	165	1,50	156	1,80	148	1,89	141	1,98	135	2,08	130	2,16	125	2,25
120	543	3,00	201	12,32	160	9,85	320	1,63	464	2,35	543	2,45	403	2,71	122	2,73	502	2,65	102	3,29	1,45	3,29	1241	547	189	1,77	178	1,88	169	1,98	160	1,88	153	2,18	147	2,28	141	2,37	135	2,47	131	2,56	126	2,65
130	543	3,00	189	11,60	157	9,62	310	1,97	462	2,77	543	2,88	407	3,15	124	3,17	506	3,09	105	3,74	1,85	3,74	1142	565	179	2,18	171	2,29	163	2,40	157	2,29	151	2,60	145	2,70	140	2,80	136	2,89	131	2,99	127	3,08
140	543	3,00	180	11,06	154	9,44	302	2,34	461	3,23	543	3,34	411	3,62	125	3,63	509	3,56	108	4,22	2,30	4,22	1068	581	172	2,64	166	2,74	159	2,85	154	2,74	149	3,06	144	3,16	140	3,26	136	3,35	132	3,45	128	3,54
150	543	3,00	173	10,64	151	9,30	296	2,75	459	3,72	543	3,83	414	4,12	126	4,13	512	4,06	110	4,73	2,75	4,73	1024	595	167	3,12	161	3,23	156	3,34	151	3,23	147	3,55	143	3,65	139	3,75	136	3,85	132	3,94	129	4,04
160	543	3,00	168	10,31	150	9,18	291	3,18	458	4,25	543	4,36	417	4,66	127	4,66	515	4,60	113	5,28	3,19	5,28	1005	607	163	3,65	158	3,76	154	3,87	150	3,76	146	4,08	142	4,18	139	4,28	136	4,38	133	4,47	130	4,57
170	543	3,00	164	10,05	148	9,08	286	3,65	457	4,81	543	4,92	420	5,23	128	5,23	517	5,17	115	5,85	3,65	5,85	990	618	159	4,21	155	4,32	152	4,43	148	4,32	145	4,64	142	4,74	139	4,84	136	4,94	133	5,04	131	5,13
180	543	3,00	160	9,84	147	9,00	283	4,15	456	5,40	543	5,52	422	5,83	129	5,83	519	5,77	116	6,46	4,15	6,46	977	628	157	4,80	153	4,91	150	5,02	147	4,91	144	5,23	141	5,33	138	5,44	136	5,54	133	5,63	131	5,73
190	543	3,00	157	9,67	146	8,94	279	4,67	455	6,03	543	6,15	424	6,47	130	6,46	521	6,40	118	7,10	4,67	7,10	966	636	154	5,43	151	5,54	148	5,65	146	5,54	143	5,86	141	5,96	138	6,07	136	6,17	134	6,27	132	6,36
200	543	3,00	155	9,52	145	8,88	277	5,23	454	6,69	543	6,81	426	7,14	130	7,13	523	7,07	119	7,78	5,23	7,78	957	644	152	6,10	150	6,20	147	6,31	145	6,20	142	6,52	140	6,63	138	6,73	136	6,83	134	6,93	132	7,03
210	543	3,00	153	9,40	144	8,83	274	5,81	454	7,39	543	7,51	427	7,84	131	7,83	525	7,78	121	8,49	5,82	8,49	949	651	151	6,79	148	6,90	146	7,01	144	6,90	142	7,22	140	7,33	138	7,43	136	7,53	134	7,63	132	7,73
220	543	3,00	152	9,30	143	8,79	272	6,43	453	8,12	543	8,25	429	8,58	131	8,56	526	8,52	122	9,23	6,43	9,23	942	657	149	7,53	147	7,64	145	7,74	143	7,64	141	7,96	139	8,06	138	8,16	136	8,27	134	8,37	133	8,47
230	543	3,00	150	9,21	143	8,75	271	7,07	452	8,89	543	9,02	430	9,36	132	9,33	527	9,29	123	10,01	7,07	10,01	936	663	148	8,29	146	8,40	144	8,51	143	8,40	141	8,72	139	8,83	138	8,93	136	9,03	135	9,13	133	9,24
240	543	3,00	149	9,14	142	8,72	269	7,74	452	9,69	543	9,82	431	10,16	132	10,14	528	10,09	124	10,82	7,75	10,82	931	668	147	9,10	145	9,21	144	9,31	142	9,21	140	9,53	139	9,63	137	9,73	136	9,84	135	9,94	133	10,04
250	543	3,00	148	9,07	142	8,69	268	8,44	452	10,53	543	10,65	432	11,00	132	10,98	529	10,93	125	11,66	8,45	11,66	926	672	146	9,93	145	10,04	143	10,15	142	10,04	140	10,36	139	10,47	137	10,57	136	10,67	135	10,78	134	10,88
260	543	3,00	147	9,01	141	8,67	267	9,18	451	11,40	543	11,53	433	11,88	133	11,85	530	11,81	125	12,54	9,18	12,54	922	676	145	10,80	144	10,91	143	11,02	141	10,91	140	11,23	139	11,34	137	11,44	136	11,55	135	11,65	134	11,75
270	543	3,00	146	8,96	141	8,64	266	9,94	451	12,30	543	12,43	434	12,79	133	12,76	531	12,72	126	13,45	9,94	13,45	918	680	145	11,71	143	11,82	142	11,93	141	11,82	140	12,14	138	12,24	137	12,35	136	12,45	135	12,55	134	12,66
280	543	3,00	145	8,92	140	8,62	265	10,72	451	13,24	543	13,37	435	13,73	133	13,70	532	13,66	127	14,39	10,73	14,39	915	683	144	12,65	143	12,76	142	12,87	140	12,76	139	13,08	138	13,18	137	13,29	136	13,39	135	13,50	134	13,60
290	543	3,00	145	8,88	140	8,61	264	11,54	450	14,22	543	14,35	435	14,71	133	14,68	532	14,64	127	15,37	11,55	15,37	912	686	144	13,62	142	13,73	141	13,84	140	13,73	139	14,05	138	14,16	137	14,26	136	14,37	135	14,47	134	14,57
300	543	3,00	144	8,84	140	8,59	263	12,39	450	15,23	543	15,36	436	15,72	133	15,69	533	15,65	128	16,39	12,40	16,39	909	689	143	14,63	142	14,74	141	14,85	140	14,74	139	15,06	138	15,17	137	15,27	136	15,38	135	15,48	134	15,58

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-110
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,00
Sección, mm²: 116,2
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 4.317

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.439
Peso del conductor, daN/m: 0,4241
Peso+Viento, daN/m: 0,9410
Peso+Hielo, daN/m: 1,0976
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1043	4,14	863	20,00	537	12,43	949	0,02	958	0,05	1043	0,05	571	0,08	125	0,17	805	0,07	63	0,34	0,02	0,34	2425	149	781	0,03	699	0,03	617	0,03	537	0,03	457	0,05	380	0,06	307	0,07	242	0,09	189	0,11	151	0,14
30	1059	4,08	863	20,00	544	12,59	952	0,05	972	0,11	1059	0,12	609	0,18	167	0,29	833	0,15	93	0,52	0,05	0,52	2422	218	782	0,06	701	0,07	622	0,08	544	0,07	468	0,10	396	0,12	331	0,14	274	0,17	228	0,21	193	0,25
40	1079	4,00	863	20,00	552	12,80	956	0,09	990	0,19	1079	0,20	650	0,29	204	0,42	865	0,25	121	0,70	0,08	0,70	2417	285	783	0,11	705	0,12	627	0,14	552	0,12	481	0,18	415	0,20	355	0,24	304	0,28	263	0,32	230	0,37
50	1103	3,91	863	20,00	563	13,03	961	0,14	1010	0,30	1103	0,31	693	0,43	237	0,56	901	0,38	148	0,90	0,13	0,90	2412	348	785	0,17	708	0,19	634	0,21	563	0,19	495	0,27	434	0,31	379	0,35	333	0,40	294	0,45	262	0,51
60	1129	3,83	863	20,00	574	13,29	967	0,20	1033	0,42	1129	0,44	734	0,59	267	0,71	938	0,53	173	1,10	0,19	1,10	2405	408	787	0,24	713	0,27	641	0,30	574	0,27	511	0,37	453	0,42	403	0,47	359	0,53	323	0,59	293	0,65
70	1156	3,74	863	20,00	585	13,55	974	0,27	1057	0,55	1156	0,58	775	0,76	296	0,88	976	0,69	198	1,31	0,26	1,31	2398	466	789	0,33	718	0,36	649	0,40	585	0,36	526	0,49	472	0,55	425	0,61	384	0,68	350	0,74	320	0,81
80	1184	3,65	863	20,00	597	13,82	981	0,35	1081	0,71	1184	0,74	814	0,94	322	1,06	1013	0,87	221	1,53	0,33	1,53	2389	522	792	0,43	723	0,47	657	0,52	597	0,47	541	0,63	491	0,69	446	0,76	408	0,83	374	0,91	346	0,98
90	1212	3,56	863	20,00	608	14,09	988	0,44	1106	0,87	1212	0,92	852	1,14	346	1,24	1049	1,06	244	1,76	0,43	1,76	2380	575	794	0,54	728	0,59	666	0,65	608	0,59	555	0,77	508	0,85	466	0,92	430	1,00	398	1,08	370	1,16
100	1241	3,48	863	20,00	619	14,35	995	0,54	1131	1,06	1241	1,11	888	1,35	369	1,44	1085	1,26	266	2,00	0,53	2,00	2370	626	797	0,67	733	0,72	674	0,79	619	0,72	570	0,93	525	1,01	485	1,09	450	1,18	419	1,26	392	1,35
110	1269	3,40	863	20,00	630	14,60	1003	0,65	1155	1,25	1269	1,31	923	1,57	391	1,64	1119	1,48	286	2,24	0,64	2,24	2359	675	799	0,80	739	0,87	682	0,94	630	0,87	583	1,10	541	1,19	503	1,28	469	1,37	440	1,46	414	1,55
120	1296	3,33	863	20,00	641	14,85	1011	0,76	1179	1,46	1296	1,52	956	1,80	411	1,86	1153	1,71	306	2,49	0,76	2,49	2360	722	802	0,95	744	1,03	690	1,11	641	1,03	596	1,28	556	1,37	520	1,47	487	1,57	459	1,66	433	1,76
130	1320	3,27	859	19,89	648	15,00	1014	0,89	1199	1,68	1320	1,76	985	2,05	428	2,09	1182	1,96	325	2,76	0,89	2,76	2367	765	800	1,12	745	1,20	694	1,29	648	1,20	605	1,48	567	1,58	533	1,68	502	1,78	475	1,89	450	1,99
140	1335	3,23	845	19,58	648	15,00	1008	1,04	1211	1,93	1335	2,01	1007	2,33	442	2,35	1204	2,23	340	3,05	1,04	3,05	2355	803	790	1,32	738	1,41	691	1,50	648	1,41	608	1,71	573	1,82	541	1,92	512	2,03	486	2,14	463	2,25
150	1350	3,20	832	19,27	648	15,00	1003	1,20	1223	2,20	1350	2,29	1028	2,61	454	2,63	1225	2,52	355	3,36	1,20	3,36	2343	838	780	1,53	732	1,63	688	1,73	648	1,63	611	1,95	578	2,07	548	2,18	521	2,29	496	2,41	474	2,52
160	1364	3,16	820	18,98	648	15,00	999	1,37	1234	2,48	1364	2,58	1048	2,92	465	2,92	1245	2,82	369	3,68	1,37	3,68	2332	871	771	1,76	726	1,87	685	1,98	648	1,87	613	2,21	582	2,33	554	2,45	529	2,57	506	2,69	485	2,80
170	1378	3,13	808	18,71	648	15,00	994	1,56	1244	2,78	1378	2,88	1067	3,24	476	3,22	1263	3,14	383	4,01	1,56	4,01	2322	902	762	2,01	721	2,13	683	2,25	648	2,13	616	2,49	587	2,61	560	2,74	536	2,86	514	2,98	494	3,10
180	1391	3,10	797	18,45	648	15,00	990	1,75	1254	3,09	1391	3,20	1085	3,57	486	3,54	1281	3,47	395	4,35	1,75	4,35	2312	932	754	2,28	716	2,40	680	2,53	648	2,40	618	2,78	591	2,91	566	3,04	543	3,16	522	3,29	503	3,41
190	1403	3,08	786	18,21	648	15,00	986	1,96	1264	3,41	1403	3,53	1102	3,92	495	3,87	1298	3,82	407	4,71	1,96	4,71	2302	960	747	2,56	711	2,69	678	2,82	648	2,69	620	3,09	594	3,22	571	3,35	549	3,48	530	3,61	512	3,74
200	1415	3,05	777	17,99	648	15,00	982	2,18	1273	3,76	1415	3,88	1118	4,28	503	4,22	1315	4,18	418	5,08	2,18	5,08	2293	986	740	2,87	707	3,00	676	3,14	648	3,00	622	3,41	598	3,55	576	3,69	555	3,82	537	3,95	519	4,09
210	1427	3,03	768	17,78	648	15,00	978	2,41	1281	4,11	1427	4,24	1133	4,65	511	4,58	1330	4,55	429	5,46	2,41	5,46	2285	1010	734	3,19	703	3,33	674	3,47	648	3,33	623	3,75	601	3,89	580	4,03	561	4,17	543	4,31	526	4,44
220	1437	3,00	759	17,59	648	15,00	975	2,66	1290	4,49	1437	4,62	1147	5,04	518	4,95	1345	4,94	438	5,86	2,66	5,86	2277	1034	728	3,53	699	3,67	672	3,82	648	3,67	625	4,11	604	4,25	584	4,40	566	4,54	549	4,68	533	4,82
230	1439	3,00	744	17,23	642	14,86	963	2,94	1289	4,90	1439	5,05	1154	5,48	522	5,38	1351	5,38	445	6,30	2,94	6,30	2250	1050	715	3,92	689	4,07	664	4,22	642	4,07	621	4,52	601	4,67	583	4,81	566	4,96	550	5,10	535	5,24
240	1439	3,00	728	16,87	635	14,71	951	3,24	1287	5,35	1439	5,50	1159	5,94	524	5,84	1355	5,84	451	6,77	3,24	6,77	2221	1064	702	4,35	678	4,50	656	4,66	635	4,50	616	4,96	598	5,11	581	5,26	565	5,41	551	5,55	537	5,69
250	1439	3,00	714	16,55	629	14,58	940	3,56	1285	5,81	1439	5,96	1164	6,42	526	6,31	1360	6,31	457	7,26	3,56	7,26	2195	1077	691	4,80	669	4,96	648	5,11	629	4,96	612	5,42	595	5,57	579	5,72	565	5,87	551	6,02	538	6,16
260	1439	3,00	702	16,26	624	14,46	930	3,89	1283	6,30	1439	6,45	1169	6,92	528	6,80	1364	6,81	462	7,77	3,89	7,77	2172	1089	681	5,27	660	5,43	642	5,59	624	5,43	608	5,90	592	6,06	578	6,21	564	6,36	551	6,51	539	6,65
270	1439	3,00	691	16,00	619	14,35	921	4,24	1282	6,80	1439	6,96	1173	7,43	529	7,31	1367	7,32	467	8,29	4,24	8,29	2150	1101	671	5,76	653	5,92	636	6,08	619	5,92	604	6,40	590	6,56	576	6,71	564	6,86	552	7,01	540	7,16
280	1439	3,00	681	15,77	615	14,25	912	4,60	1280	7,32	1439	7,48	1177	7,97	531	7,84	1371	7,86	471	8,83	4,60	8,83	2130	1111	663	6,27	646	6,44	630	6,60	615	6,44	601	6,92	588	7,08	575	7,23	563	7,39	552	7,54	541	7,69
290	1439	3,00	672	15,57	611	14,16	904	4,98	1279	7,86	1439	8,03	1180	8,52	532	8,39	1374	8,41	476	9,39	4,98	9,39	2112	1121	655	6,81	640	6,97	625	7,14	611	6,97	598	7,46	586	7,62	574	7,78	563	7,93	552	8,09	542	8,24
300	1439	3,00	664	15,38	608	14,08	897	5,37	1278	8,42	1439	8,59	1184	9,09	534	8,95	1377	8,98	479	9,97	5,37	9,97	2096	1130	649	7,36	634	7,53	621	7,69	608	7,53	596	8,02	584	8,18	573	8,34	562	8,49	552	8,65	543	8,80

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-180
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,50
Sección, mm²: 181,6
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 6.494

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.165
Peso del conductor, daN/m: 0,6627
Peso+Viento, daN/m: 1,0977
Peso+Hielo, daN/m: 1,4157
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1572	4,13	1299	20,00	790	12,16	1430	0,02	1437	0,04	1572	0,05	818	0,07	183	0,18	1197	0,06	97	0,34	0,02	0,34	3206	146	1170	0,03	1042	0,03	915	0,04	790	0,03	667	0,05	548	0,06	438	0,08	343	0,10	270	0,12	218	0,15
30	1588	4,09	1299	20,00	802	12,35	1432	0,04	1447	0,09	1588	0,10	857	0,15	248	0,30	1227	0,13	142	0,53	0,04	0,53	3210	214	1172	0,06	1047	0,07	923	0,08	802	0,07	686	0,11	577	0,13	479	0,16	397	0,19	332	0,22	284	0,26
40	1609	4,04	1299	20,00	818	12,59	1434	0,06	1460	0,15	1609	0,18	901	0,25	305	0,44	1265	0,22	185	0,72	0,06	0,72	3214	279	1174	0,11	1052	0,13	933	0,14	818	0,13	709	0,19	609	0,22	521	0,25	447	0,30	388	0,34	341	0,39
50	1633	3,98	1299	20,00	835	12,86	1436	0,10	1475	0,24	1633	0,27	948	0,37	356	0,58	1308	0,34	226	0,92	0,10	0,92	3220	341	1177	0,18	1059	0,20	944	0,22	835	0,20	734	0,28	642	0,32	561	0,37	494	0,42	438	0,47	393	0,53
60	1661	3,91	1299	20,00	854	13,15	1439	0,14	1493	0,33	1661	0,38	995	0,50	403	0,74	1352	0,47	266	1,12	0,14	1,12	3227	401	1181	0,25	1066	0,28	957	0,31	854	0,28	759	0,39	674	0,44	600	0,50	536	0,56	484	0,62	440	0,68
70	1690	3,84	1299	20,00	873	13,44	1443	0,19	1512	0,45	1690	0,51	1041	0,65	447	0,91	1397	0,62	303	1,34	0,19	1,34	3234	458	1185	0,34	1075	0,38	970	0,42	873	0,38	784	0,52	705	0,58	636	0,64	576	0,70	526	0,77	483	0,84
80	1721	3,77	1299	20,00	892	13,74	1446	0,25	1532	0,58	1721	0,66	1086	0,82	487	1,09	1443	0,79	340	1,56	0,25	1,56	3242	513	1189	0,45	1083	0,49	984	0,54	892	0,49	809	0,66	735	0,72	669	0,79	613	0,87	564	0,94	523	1,01
90	1752	3,71	1299	20,00	911	14,03	1450	0,31	1553	0,72	1752	0,82	1128	1,00	525	1,28	1487	0,96	375	1,79	0,31	1,79	3251	565	1193	0,56	1092	0,61	998	0,67	911	0,61	833	0,81	763	0,88	701	0,96	647	1,04	601	1,12	560	1,20
100	1784	3,64	1299	20,00	930	14,32	1454	0,38	1574	0,88	1784	0,99	1170	1,19	561	1,48	1531	1,16	408	2,03	0,38	2,03	3260	615	1197	0,69	1101	0,75	1012	0,82	930	0,75	856	0,97	789	1,05	731	1,13	679	1,22	634	1,31	595	1,39
110	1815	3,58	1299	20,00	947	14,59	1458	0,46	1595	1,05	1815	1,18	1209	1,39	594	1,69	1573	1,36	440	2,28	0,46	2,28	3269	664	1201	0,83	1110	0,90	1025	0,98	947	0,90	877	1,14	815	1,23	759	1,32	710	1,41	666	1,51	628	1,60
120	1846	3,52	1299	20,00	964	14,85	1462	0,55	1615	1,24	1846	1,38	1247	1,60	625	1,91	1614	1,58	470	2,54	0,55	2,54	3278	710	1206	0,99	1118	1,07	1038	1,15	964	1,07	898	1,33	838	1,42	785	1,52	738	1,62	696	1,71	658	1,81
130	1868	3,48	1290	19,86	974	15,00	1457	0,65	1627	1,44	1868	1,60	1277	1,84	652	2,15	1647	1,82	498	2,81	0,65	2,81	3267	752	1201	1,17	1119	1,25	1043	1,34	974	1,25	912	1,54	855	1,64	805	1,74	760	1,84	720	1,95	684	2,05
140	1879	3,46	1268	19,52	974	15,00	1439	0,76	1628	1,67	1879	1,85	1297	2,10	672	2,42	1670	2,08	522	3,11	0,76	3,11	3227	788	1185	1,37	1108	1,47	1038	1,56	974	1,47	916	1,77	864	1,88	817	1,99	775	2,10	737	2,20	703	2,31
150	1889	3,44	1247	19,20	974	15,00	1422	0,88	1628	1,92	1889	2,11	1316	2,38	691	2,70	1690	2,36	545	3,42	0,88	3,42	3189	822	1170	1,59	1099	1,70	1033	1,80	974	1,70	920	2,03	872	2,14	828	2,25	788	2,37	752	2,48	720	2,59
160	1899	3,42	1227	18,90	974	15,00	1406	1,02	1628	2,18	1899	2,39	1334	2,67	708	3,00	1710	2,65	566	3,75	1,02	3,75	3152	855	1155	1,84	1089	1,95	1029	2,06	974	1,95	924	2,30	879	2,41	838	2,53	801	2,65	767	2,77	736	2,88
170	1908	3,40	1209	18,61	974	15,00	1390	1,16	1629	2,47	1908	2,68	1351	2,97	724	3,31	1729	2,96	586	4,09	1,16	4,09	3117	885	1142	2,10	1081	2,22	1025	2,34	974	2,22	928	2,58	885	2,70	847	2,83	812	2,95	780	3,07	751	3,19
180	1917	3,39	1191	18,35	974	15,00	1376	1,31	1629	2,76	1917	2,99	1366	3,30	739	3,64	1747	3,28	605	4,44	1,31	4,44	3085	913	1130	2,38	1073	2,50	1021	2,63	974	2,50	931	2,88	891	3,01	855	3,14	822	3,27	792	3,39	764	3,51
190	1925	3,37	1175	18,10	974	15,00	1362	1,48	1629	3,08	1925	3,32	1381	3,63	752	3,98	1763	3,62	623	4,80	1,48	4,80	3055	940	1118	2,67	1066	2,81	1018	2,94	974	2,81	934	3,20	897	3,34	863	3,47	832	3,60	803	3,73	777	3,85
200	1933	3,36	1161	17,87	974	15,00	1350	1,65	1629	3,41	1933	3,66	1394	3,99	765	4,33	1779	3,98	640	5,18	1,65	5,18	3026	965	1108	2,99	1060	3,13	1015	3,27	974	3,13	936	3,54	902	3,68	870	3,81	841	3,94	813	4,08	788	4,21
210	1940	3,35	1147	17,67	974	15,00	1338	1,84	1630	3,76	1940	4,02	1407	4,36	777	4,71	1794	4,35	655	5,58	1,84	5,58	3000	989	1099	3,33	1054	3,47	1012	3,61	974	3,47	939	3,89	906	4,03	876	4,17	849	4,31	823	4,44	799	4,58
220	1947	3,33	1135	17,48	974	15,00	1327	2,03	1630	4,13	1947	4,40	1418	4,74	787	5,10	1808	4,74	670	5,99	2,03	5,99	2976	1011	1090	3,68	1048	3,83	1010	3,97	974	3,83	941	4,26	911	4,41	882	4,55	856	4,69	832	4,82	809	4,96
230	1954	3,32	1124	17,30	974	15,00	1317	2,24	1630	4,51	1954	4,79	1429	5,14	797	5,50	1821	5,15	684	6,41	2,24	6,41	2954	1032	1082	4,05	1043	4,20	1007	4,35	974	4,20	943	4,65	915	4,79	888	4,94	863	5,08	840	5,22	818	5,36
240	1960	3,31	1113	17,15	974	15,00	1308	2,45	1630	4,91	1960	5,20	1440	5,56	807	5,92	1833	5,57	697	6,85	2,45	6,85	2933	1052	1075	4,44	1039	4,60	1005	4,75	974	4,60	945	5,05	918	5,20	893	5,35	869	5,49	847	5,64	826	5,78
250	1966	3,30	1104	17,00	974	15,00	1300	2,68	1630	5,33	1966	5,63	1449	5,99	816	6,35	1844	6,00	710	7,30	2,68	7,30	2914	1071	1068	4,85	1034	5,01	1003	5,16	974	5,01	947	5,47	921	5,62	897	5,77	875	5,92	854	6,07	834	6,21
260	1971	3,29	1095	16,87	974	15,00	1292	2,92	1630	5,76	1971	6,07	1458	6,44	824	6,81	1855	6,45	721	7,77	2,92	7,77	2897	1089	1062	5,28	1031	5,44	1001	5,60	974	5,44	948	5,91	924	6,06	902	6,21	881	6,37	860	6,51	842	6,66
270	1977	3,29	1088	16,75	974	15,00	1285	3,16	1631	6,21	1977	6,53	1467	6,91	831	7,27	1865	6,92	732	8,26	3,16	8,26	2881	1105	1056	5,72	1027	5,88	1000	6,04	974	5,88	950	6,36	927	6,52	906	6,67	886	6,83	866	6,98	848	7,13
280	1981	3,28	1081	16,64	974	15,00	1278	3,42	1631	6,68	1981	7,01	1475	7,39	838	7,76	1875	7,41	743	8,75	3,42	8,75	2866	1121	1051	6,18	1024	6,35	998	6,51	974	6,35	951	6,83	930	6,99	909	7,15	890	7,30	872	7,46	855	7,61
290	1986	3,27	1074	16,54	974	15,00	1272	3,69	1631	7,17	1986	7,50	1482	7,89	845	8,26	1884	7,91	753	9,27	3,69	9,27	2853	1136	1047	6,66	1021	6,83	997	6,99	974	6,83	953	7,32	932	7,48	913	7,64	895	7,80	877	7,95	861	8,10
300	1990	3,26	1068	16,45	974	15,00	1267	3,96	1631	7,67	1990	8,01	1489	8,40	851	8,77	1893	8,42	762	9,80	3,96	9,80	2840	1150	1042	7,16	1018	7,33	996	7,49	974	7,33	954	7,82	934	7,99	916	8,15	899	8,31	882	8,46	866	8,62

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-280
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 21,80
Sección, mm²: 281,1
M. elástico, daN/mm²: 7.551
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000189
Carga de rotura, daN: 8.489

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.830
Peso del conductor, daN/m: 0,9573
Peso+Viento, daN/m: 1,4507
Peso+Hielo, daN/m: 1,7978
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	2113	4,02	1698	20,00	922	10,86	1899	0,01	1908	0,04	2113	0,04	966	0,08	211	0,23	1535	0,06	126	0,38	0,01	0,38	3418	131	1500	0,03	1304	0,04	1111	0,04	922	0,04	742	0,06	580	0,08	446	0,11	349	0,14	284	0,17	241	0,20
30	2130	3,98	1698	20,00	951	11,20	1900	0,03	1920	0,09	2130	0,09	1031	0,16	296	0,36	1576	0,13	185	0,58	0,03	0,58	3420	194	1504	0,07	1314	0,08	1128	0,10	951	0,08	787	0,14	645	0,17	529	0,20	442	0,24	378	0,28	331	0,33
40	2153	3,94	1698	20,00	984	11,60	1901	0,06	1935	0,15	2153	0,17	1101	0,27	374	0,51	1625	0,22	243	0,79	0,06	0,79	3422	254	1509	0,13	1325	0,14	1149	0,17	984	0,14	836	0,23	708	0,27	604	0,32	523	0,37	460	0,42	412	0,47
50	2179	3,90	1698	20,00	1020	12,01	1903	0,09	1953	0,23	2179	0,26	1172	0,39	445	0,67	1680	0,33	298	1,00	0,09	1,00	3425	311	1515	0,20	1339	0,22	1173	0,26	1020	0,22	884	0,34	768	0,39	672	0,45	595	0,50	534	0,56	485	0,62
60	2209	3,84	1698	20,00	1056	12,44	1905	0,13	1973	0,33	2209	0,37	1240	0,53	510	0,84	1737	0,47	351	1,23	0,13	1,23	3428	367	1522	0,28	1354	0,32	1198	0,36	1056	0,32	931	0,46	823	0,52	734	0,59	661	0,65	600	0,72	551	0,78
70	2240	3,79	1698	20,00	1091	12,85	1907	0,18	1995	0,45	2240	0,49	1305	0,69	571	1,03	1794	0,61	402	1,46	0,18	1,46	3432	420	1529	0,38	1370	0,43	1224	0,48	1091	0,43	975	0,60	875	0,67	791	0,74	720	0,81	662	0,89	613	0,96
80	2273	3,73	1698	20,00	1125	13,25	1909	0,23	2018	0,58	2273	0,63	1367	0,86	628	1,22	1851	0,78	452	1,70	0,23	1,70	3436	472	1537	0,50	1387	0,55	1249	0,61	1125	0,55	1017	0,75	923	0,83	843	0,91	776	0,99	718	1,07	669	1,14
90	2306	3,68	1698	20,00	1158	13,64	1911	0,29	2041	0,73	2306	0,79	1426	1,04	681	1,42	1906	0,95	499	1,94	0,29	1,94	3440	521	1545	0,63	1403	0,69	1273	0,76	1158	0,69	1056	0,92	968	1,00	892	1,09	826	1,17	771	1,26	722	1,34
100	2340	3,63	1698	20,00	1188	14,00	1913	0,36	2064	0,89	2340	0,96	1481	1,24	730	1,64	1960	1,15	544	2,20	0,36	2,20	3444	568	1552	0,77	1418	0,84	1297	0,92	1188	0,84	1093	1,10	1009	1,19	937	1,28	874	1,37	819	1,46	772	1,55
110	2373	3,58	1698	20,00	1217	14,34	1915	0,44	2087	1,06	2373	1,15	1534	1,45	777	1,86	2012	1,35	588	2,47	0,44	2,47	3448	614	1560	0,93	1434	1,01	1319	1,10	1217	1,01	1127	1,29	1048	1,38	978	1,48	918	1,58	865	1,68	818	1,77
120	2405	3,53	1698	20,00	1244	14,66	1918	0,52	2109	1,25	2405	1,35	1583	1,67	820	2,10	2061	1,57	629	2,74	0,52	2,74	3452	657	1567	1,10	1448	1,19	1341	1,29	1244	1,19	1159	1,49	1084	1,59	1017	1,69	959	1,80	907	1,90	861	2,00
130	2437	3,48	1698	20,00	1270	14,96	1920	0,61	2131	1,45	2437	1,56	1630	1,90	862	2,35	2109	1,80	669	3,02	0,61	3,02	3456	699	1575	1,28	1462	1,38	1361	1,49	1270	1,38	1189	1,70	1117	1,81	1053	1,92	997	2,03	946	2,14	902	2,24
140	2439	3,48	1667	19,64	1273	15,00	1891	0,72	2123	1,69	2439	1,81	1655	2,17	891	2,63	2130	2,07	703	3,34	0,72	3,34	3403	734	1554	1,51	1450	1,62	1357	1,73	1273	1,62	1199	1,96	1132	2,07	1073	2,19	1020	2,30	972	2,41	929	2,52
150	2436	3,48	1634	19,25	1273	15,00	1858	0,84	2112	1,95	2436	2,08	1675	2,46	916	2,94	2146	2,36	733	3,68	0,84	3,68	3344	766	1530	1,76	1435	1,88	1350	1,99	1273	1,88	1205	2,24	1143	2,36	1088	2,48	1038	2,59	993	2,71	953	2,83
160	2433	3,49	1603	18,89	1273	15,00	1827	0,97	2100	2,23	2433	2,37	1693	2,77	940	3,26	2162	2,66	762	4,03	0,97	4,03	3289	796	1508	2,03	1422	2,16	1344	2,28	1273	2,16	1210	2,53	1153	2,66	1102	2,78	1055	2,90	1013	3,03	975	3,14
170	2431	3,49	1575	18,56	1273	15,00	1799	1,12	2090	2,54	2431	2,67	1710	3,10	961	3,60	2176	2,99	788	4,39	1,12	4,39	3238	824	1488	2,32	1409	2,45	1338	2,59	1273	2,45	1215	2,85	1162	2,98	1114	3,11	1070	3,23	1031	3,36	994	3,48
180	2428	3,50	1550	18,25	1273	15,00	1773	1,27	2081	2,86	2428	3,00	1725	3,45	981	3,96	2189	3,33	814	4,77	1,27	4,77	3192	850	1470	2,64	1398	2,77	1333	2,91	1273	2,77	1219	3,18	1170	3,31	1125	3,45	1084	3,58	1047	3,71	1012	3,83
190	2426	3,50	1527	17,98	1273	15,00	1750	1,43	2072	3,20	2426	3,35	1739	3,81	999	4,33	2201	3,69	837	5,17	1,43	5,17	3149	874	1454	2,97	1388	3,11	1328	3,25	1273	3,11	1223	3,53	1178	3,67	1136	3,81	1097	3,94	1062	4,07	1029	4,20
200	2424	3,50	1506	17,74	1273	15,00	1728	1,61	2064	3,56	2424	3,71	1752	4,19	1015	4,72	2212	4,07	859	5,58	1,61	5,58	3110	897	1440	3,33	1379	3,47	1324	3,62	1273	3,47	1227	3,90	1184	4,04	1145	4,18	1109	4,32	1075	4,45	1044	4,59
210	2422	3,51	1487	17,52	1273	15,00	1709	1,79	2056	3,93	2422	4,09	1764	4,59	1031	5,12	2223	4,46	880	6,01	1,79	6,01	3075	919	1427	3,70	1371	3,85	1320	4,00	1273	3,85	1230	4,29	1190	4,44	1154	4,58	1119	4,72	1088	4,86	1058	4,99
220	2420	3,51	1470	17,32	1273	15,00	1691	1,99	2049	4,33	2420	4,50	1775	5,00	1045	5,55	2232	4,88	899	6,45	1,99	6,45	3044	939	1415	4,10	1364	4,25	1317	4,40	1273	4,25	1233	4,70	1196	4,85	1161	4,99	1129	5,13	1099	5,27	1071	5,41
230	2418	3,51	1455	17,14	1273	15,00	1675	2,19	2043	4,75	2418	4,92	1786	5,44	1058	5,99	2241	5,31	917	6,91	2,19	6,91	3015	958	1404	4,51	1357	4,67	1314	4,82	1273	4,67	1236	5,13	1201	5,28	1168	5,42	1138	5,57	1109	5,71	1083	5,85
240	2417	3,51	1442	16,99	1273	15,00	1660	2,41	2037	5,19	2417	5,36	1795	5,89	1070	6,45	2249	5,76	934	7,39	2,41	7,39	2989	976	1395	4,94	1351	5,10	1311	5,26	1273	5,10	1238	5,57	1205	5,72	1175	5,87	1146	6,02	1119	6,16	1094	6,31
250	2415	3,51	1430	16,84	1273	15,00	1647	2,64	2032	5,64	2415	5,82	1804	6,36	1081	6,93	2257	6,23	950	7,88	2,64	7,88	2965	993	1386	5,40	1346	5,56	1308	5,72	1273	5,56	1240	6,03	1210	6,19	1181	6,34	1154	6,49	1128	6,64	1104	6,78
260	2414	3,52	1419	16,71	1273	15,00	1635	2,87	2027	6,12	2414	6,30	1812	6,85	1091	7,42	2264	6,71	965	8,39	2,87	8,39	2944	1008	1379	5,87	1341	6,04	1306	6,20	1273	6,04	1243	6,52	1214	6,67	1186	6,83	1160	6,98	1136	7,13	1113	7,28
270	2413	3,52	1409	16,60	1273	15,00	1625	3,12	2023	6,61	2413	6,80	1819	7,35	1101	7,93	2271	7,22	980	8,92	3,12	8,92	2924	1023	1372	6,36	1337	6,53	1304	6,69	1273	6,53	1244	7,02	1217	7,17	1191	7,33	1167	7,48	1144	7,64	1122	7,79
280	2411	3,52	1400	16,49	1273	15,00	1615	3,37	2018	7,13	2411	7,31	1826	7,88	1110	8,46	2277	7,74	993	9,46	3,37	9,46	2907	1037	1365	6,88	1333	7,05	1302	7,21	1273	7,05	1246	7,54	1220	7,70	1196	7,85	1173	8,01	1151	8,16	1130	8,31
290	2410	3,52	1392	16,39	1273	15,00	1606	3,64	2015	7,66	2410	7,85	1833	8,42	1118	9,01	2283	8,29	1005	10,03	3,64	10,03	2890	1050	1359	7,41	1329	7,58	1300	7,75	1273	7,58	1248	8,07	1223	8,24	1200	8,39	1178	8,55	1157	8,71	1137	8,86
300	2409	3,52	1384	16,31	1273	15,00	1598	3,91	2011	8,21	2409	8,40	1839	8,98	1126	9,58	2288	8,85	1017	10,61	3,91	10,61	2876	1062	1354	7,96	1326	8,13	1299	8,30	1273	8,13	1249	8,63	1226	8,79	1204	8,96	1183	9,11	1163	9,27	1144	9,43

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR DA-56
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.943
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000191
Carga de rotura, daN: 2.237

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 746
Peso del conductor, daN/m: 0,1850
Peso+Viento, daN/m: 0,5964
Peso+Hielo, daN/m: 0,7382
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	542	4,12	447	20,00	284	12,68	491	0,03	498	0,06	542	0,07	308	0,10	60	0,15	426	0,09	28	0,34	0,02	0,34	2865	149	406	0,02	365	0,03	324	0,03	284	0,03	243	0,04	204	0,05	165	0,06	130	0,07	99	0,09	75	0,12
30	556	4,02	447	20,00	286	12,77	494	0,07	509	0,13	556	0,15	333	0,21	79	0,26	447	0,19	40	0,52	0,04	0,52	2863	218	407	0,05	366	0,06	326	0,06	286	0,06	247	0,08	209	0,10	173	0,12	141	0,15	114	0,18	94	0,22
40	573	3,90	447	20,00	289	12,90	498	0,12	523	0,23	573	0,26	359	0,34	95	0,39	472	0,31	53	0,70	0,07	0,70	2859	285	407	0,09	367	0,10	327	0,11	289	0,10	251	0,15	215	0,17	182	0,20	153	0,24	129	0,29	110	0,34
50	593	3,77	447	20,00	292	13,06	502	0,18	538	0,35	593	0,39	386	0,49	111	0,52	498	0,46	65	0,90	0,11	0,90	2855	349	408	0,14	368	0,16	330	0,18	292	0,16	256	0,23	222	0,26	192	0,30	165	0,35	143	0,40	125	0,46
60	613	3,65	447	20,00	296	13,23	507	0,26	555	0,49	613	0,54	412	0,66	124	0,67	524	0,63	76	1,10	0,16	1,10	2850	411	408	0,20	370	0,23	332	0,25	296	0,23	262	0,32	230	0,36	201	0,41	176	0,47	156	0,54	138	0,60
70	635	3,52	447	20,00	300	13,42	513	0,34	573	0,65	635	0,71	437	0,85	137	0,83	550	0,82	87	1,30	0,22	1,30	2844	470	409	0,28	371	0,31	335	0,34	300	0,31	268	0,42	237	0,48	211	0,54	187	0,60	167	0,68	151	0,75
80	657	3,41	447	20,00	305	13,62	520	0,45	591	0,82	657	0,90	462	1,05	149	0,99	576	1,03	98	1,52	0,28	1,52	2838	528	410	0,36	373	0,40	338	0,44	305	0,40	273	0,54	245	0,60	220	0,67	198	0,75	179	0,83	163	0,91
90	679	3,30	447	20,00	309	13,82	526	0,56	609	1,01	679	1,10	485	1,27	161	1,17	601	1,24	108	1,74	0,36	1,74	2830	583	411	0,46	375	0,50	341	0,55	309	0,50	279	0,67	252	0,74	228	0,82	207	0,90	189	0,99	174	1,08
100	700	3,19	447	20,00	314	14,02	533	0,68	627	1,21	700	1,32	508	1,49	171	1,35	626	1,47	118	1,97	0,44	1,97	2823	636	412	0,56	377	0,61	344	0,67	314	0,61	285	0,81	260	0,89	237	0,98	217	1,07	199	1,16	184	1,25
110	722	3,10	447	20,00	318	14,23	540	0,81	645	1,42	722	1,55	530	1,73	181	1,54	650	1,72	127	2,20	0,54	2,20	2814	687	413	0,68	379	0,74	348	0,80	318	0,74	291	0,96	267	1,05	245	1,14	226	1,24	209	1,34	194	1,44
120	743	3,01	447	20,00	323	14,43	547	0,95	663	1,65	743	1,79	552	1,98	191	1,74	674	1,97	136	2,44	0,64	2,44	2805	737	414	0,81	381	0,87	351	0,95	323	0,87	297	1,12	273	1,22	253	1,32	234	1,42	218	1,53	204	1,64
130	746	3,00	422	18,87	308	13,77	532	1,15	662	1,94	746	2,09	558	2,30	192	2,04	681	2,29	141	2,77	0,80	2,77	2648	764	391	1,00	361	1,08	333	1,17	308	1,08	285	1,37	264	1,48	246	1,59	230	1,70	216	1,81	203	1,93
140	746	3,00	394	17,60	292	13,05	515	1,38	658	2,26	746	2,43	562	2,65	191	2,37	685	2,64	145	3,12	0,99	3,12	2469	785	365	1,24	339	1,34	314	1,44	292	1,34	272	1,67	254	1,78	239	1,90	225	2,02	212	2,14	201	2,25
150	746	3,00	367	16,42	278	12,44	498	1,63	655	2,61	746	2,79	566	3,02	191	2,73	689	3,01	149	3,50	1,23	3,50	2294	803	342	1,52	319	1,63	297	1,75	278	1,63	261	1,99	246	2,12	232	2,24	220	2,36	209	2,49	200	2,61
160	746	3,00	343	15,35	266	11,91	484	1,91	652	2,98	746	3,17	569	3,41	190	3,11	693	3,41	152	3,91	1,50	3,91	2131	820	321	1,84	301	1,97	283	2,09	266	1,97	252	2,35	239	2,48	227	2,61	216	2,74	207	2,86	198	2,99
170	746	3,00	323	14,42	257	11,47	470	2,22	649	3,38	746	3,58	572	3,83	190	3,52	696	3,83	154	4,33	1,82	4,33	1982	835	303	2,20	286	2,34	271	2,47	257	2,34	244	2,74	233	2,87	222	3,01	213	3,14	205	3,27	197	3,39
180	746	3,00	305	13,62	248	11,10	458	2,55	646	3,80	746	4,01	575	4,28	190	3,95	700	4,28	157	4,78	2,19	4,78	1852	848	288	2,60	274	2,74	260	2,88	248	2,74	237	3,16	227	3,29	218	3,43	210	3,56	203	3,69	196	3,82
190	746	3,00	290	12,94	241	10,78	448	2,91	644	4,26	746	4,47	578	4,74	189	4,41	702	4,75	159	5,25	2,59	5,25	1740	860	276	3,03	263	3,17	252	3,32	241	3,17	232	3,60	223	3,74	215	3,88	208	4,02	201	4,15	195	4,28
200	746	3,00	277	12,38	235	10,52	438	3,30	642	4,73	746	4,95	580	5,24	189	4,89	705	5,24	161	5,75	3,04	5,75	1645	871	265	3,49	254	3,64	244	3,79	235	3,64	227	4,08	219	4,22	212	4,36	206	4,49	200	4,63	194	4,76
210	746	3,00	266	11,90	230	10,29	430	3,71	640	5,23	746	5,46	582	5,75	189	5,40	708	5,76	163	6,26	3,52	6,26	1566	881	256	3,98	247	4,14	238	4,28	230	4,14	223	4,58	216	4,72	210	4,86	204	5,00	199	5,13	194	5,27
220	746	3,00	257	11,50	226	10,10	423	4,14	638	5,76	746	6,00	584	6,29	189	5,93	710	6,30	165	6,81	4,04	6,81	1499	890	248	4,51	240	4,66	233	4,81	226	4,66	219	5,10	213	5,25	208	5,39	203	5,53	198	5,66	193	5,80
230	746	3,00	250	11,17	222	9,93	416	4,59	636	6,31	746	6,55	586	6,86	189	6,49	712	6,86	166	7,38	4,58	7,38	1444	898	242	5,05	235	5,21	228	5,36	222	5,21	216	5,65	211	5,80	206	5,94	201	6,08	197	6,22	193	6,35
240	746	3,00	243	10,88	219	9,79	411	5,07	635	6,89	746	7,14	587	7,45	189	7,07	714	7,45	167	7,97	5,07	7,97	1420	905	237	5,63	230	5,78	225	5,94	219	5,78	214	6,23	209	6,38	204	6,52	200	6,66	196	6,80	192	6,94
250	746	3,00	238	10,64	216	9,67	406	5,57	633	7,49	746	7,75	589	8,06	188	7,68	716	8,07	169	8,58	5,58	8,58	1402	912	232	6,23	226	6,39	221	6,54	216	6,39	212	6,84	207	6,98	203	7,12	199	7,27	195	7,41	192	7,54
260	746	3,00	233	10,43	214	9,56	401	6,09	632	8,12	746	8,38	590	8,70	188	8,31	717	8,71	170	9,22	6,10	9,22	1387	918	228	6,86	223	7,02	218	7,17	214	7,02	210	7,47	206	7,61	202	7,75	198	7,90	195	8,04	191	8,17
270	746	3,00	229	10,25	212	9,46	397	6,64	631	8,78	746	9,04	592	9,36	188	8,97	719	9,37	171	9,89	6,64	9,89	1373	923	224	7,52	220	7,67	216	7,82	212	7,67	208	8,12	204	8,27	201	8,41	197	8,55	194	8,69	191	8,83
280	746	3,00	226	10,09	210	9,38	393	7,21	630	9,45	746	9,72	593	10,05	188	9,65	720	10,06	172	10,57	7,21	10,57	1360	929	221	8,20	217	8,35	213	8,50	210	8,35	206	8,80	203	8,95	200	9,09	197	9,23	194	9,37	191	9,51
290	746	3,00	223	9,95	208	9,30	390	7,80	629	10,16	746	10,43	594	10,76	188	10,36	722	10,77	173	11,29	7,80	11,29	1349	933	219	8,90	215	9,06	211	9,21	208	9,06	205	9,51	202	9,65	199	9,80	196	9,94	193	10,08	191	10,22
300	746	3,00	220	9,83	207	9,23	387	8,41	628	10,89	746	11,16	595	11,50	188	11,09	723	11,51	173	12,03	8,41	12,03	1339	937	216	9,63	213	9,79	210	9,94	207	9,79	204	10,24	201	10,38	198	10,53	195	10,67	193	10,81	190	10,95

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR DA-110
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,00
Sección, mm²: 116,2
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 5.353

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.784
Peso del conductor, daN/m: 0,4238
Peso+Viento, daN/m: 0,9407
Peso+Hielo, daN/m: 1,0971
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1247	4,29	1071	20,00	741	13,84	1156	0,02	1162	0,04	1247	0,04	760	0,06	214	0,10	1004	0,05	75	0,28	0,02	0,28	2917	176	988	0,02	905	0,02	823	0,03	741	0,02	659	0,03	578	0,04	497	0,04	419	0,05	343	0,06	274	0,08
30	1258	4,25	1071	20,00	744	13,90	1158	0,04	1172	0,09	1258	0,10	784	0,14	251	0,19	1022	0,12	108	0,44	0,04	0,44	2915	255	988	0,05	906	0,05	825	0,06	744	0,05	664	0,07	585	0,08	507	0,09	433	0,11	364	0,13	302	0,16
40	1273	4,20	1071	20,00	748	13,98	1161	0,07	1185	0,16	1273	0,17	814	0,23	284	0,30	1046	0,21	139	0,61	0,07	0,61	2913	329	989	0,09	908	0,09	828	0,10	748	0,09	670	0,13	594	0,14	520	0,16	451	0,19	387	0,22	331	0,26
50	1292	4,14	1071	20,00	753	14,08	1165	0,11	1200	0,25	1292	0,27	847	0,35	316	0,42	1074	0,32	169	0,78	0,11	0,78	2909	399	990	0,13	910	0,15	831	0,16	753	0,15	678	0,20	604	0,22	534	0,25	469	0,28	411	0,32	359	0,37
60	1313	4,08	1071	20,00	760	14,19	1169	0,16	1218	0,35	1313	0,38	881	0,49	345	0,55	1104	0,45	197	0,97	0,15	0,97	2906	466	991	0,19	913	0,21	835	0,23	760	0,21	686	0,28	616	0,31	550	0,35	489	0,39	434	0,44	386	0,49
70	1336	4,01	1071	20,00	766	14,32	1174	0,22	1238	0,47	1336	0,50	916	0,64	373	0,70	1136	0,59	224	1,16	0,21	1,16	2901	529	992	0,26	915	0,28	840	0,31	766	0,28	696	0,37	628	0,41	566	0,46	508	0,51	457	0,57	411	0,63
80	1360	3,94	1071	20,00	774	14,45	1180	0,29	1258	0,61	1360	0,65	951	0,80	399	0,85	1168	0,75	250	1,36	0,28	1,36	2896	590	994	0,34	918	0,37	845	0,40	774	0,37	706	0,48	641	0,53	582	0,58	527	0,64	479	0,71	436	0,78
90	1385	3,86	1071	20,00	781	14,60	1186	0,37	1280	0,76	1385	0,80	985	0,98	423	1,01	1201	0,93	275	1,56	0,35	1,56	2891	648	995	0,43	922	0,47	850	0,50	781	0,47	716	0,60	654	0,66	598	0,72	546	0,79	500	0,86	459	0,94
100	1411	3,79	1071	20,00	789	14,74	1192	0,45	1302	0,92	1411	0,97	1019	1,17	446	1,19	1234	1,11	298	1,78	0,43	1,78	2885	704	997	0,53	925	0,57	856	0,62	789	0,57	726	0,73	668	0,79	613	0,86	564	0,94	520	1,02	481	1,10
110	1438	3,72	1071	20,00	797	14,89	1199	0,54	1325	1,09	1438	1,15	1052	1,37	468	1,37	1267	1,31	321	2,00	0,53	2,00	2878	757	998	0,64	929	0,69	861	0,74	797	0,69	737	0,87	681	0,94	629	1,02	582	1,10	539	1,19	502	1,28
120	1462	3,66	1068	19,95	803	15,00	1203	0,64	1345	1,28	1462	1,35	1083	1,59	488	1,56	1297	1,52	342	2,23	0,63	2,23	2864	808	997	0,76	930	0,82	865	0,88	803	0,82	745	1,02	691	1,10	642	1,19	597	1,28	556	1,37	520	1,47
130	1480	3,62	1058	19,76	803	15,00	1201	0,75	1360	1,48	1480	1,57	1108	1,82	504	1,78	1322	1,75	361	2,48	0,75	2,48	2833	852	990	0,90	924	0,97	862	1,04	803	0,97	748	1,20	697	1,29	650	1,38	607	1,47	569	1,57	534	1,68
140	1499	3,57	1048	19,57	803	15,00	1199	0,88	1375	1,70	1499	1,79	1133	2,07	518	2,00	1347	2,00	379	2,74	0,88	2,74	2800	895	982	1,06	919	1,13	859	1,21	803	1,13	751	1,38	702	1,48	658	1,58	617	1,68	581	1,79	548	1,90
150	1517	3,53	1038	19,38	803	15,00	1197	1,01	1389	1,93	1517	2,04	1157	2,32	532	2,24	1370	2,25	396	3,01	1,01	3,01	2795	935	974	1,22	914	1,30	857	1,39	803	1,30	753	1,58	707	1,69	665	1,79	627	1,90	592	2,01	561	2,13
160	1534	3,49	1027	19,19	803	15,00	1195	1,15	1403	2,18	1534	2,29	1179	2,59	545	2,49	1393	2,52	413	3,29	1,15	3,29	2790	974	966	1,40	908	1,49	854	1,59	803	1,49	756	1,80	712	1,91	672	2,02	636	2,13	603	2,25	573	2,37
170	1551	3,45	1017	19,01	803	15,00	1192	1,30	1417	2,44	1551	2,56	1201	2,87	558	2,75	1415	2,80	428	3,58	1,30	3,58	2785	1010	959	1,60	903	1,70	851	1,80	803	1,70	758	2,02	717	2,14	679	2,26	644	2,38	612	2,50	584	2,62
180	1568	3,41	1007	18,82	803	15,00	1190	1,46	1430	2,71	1568	2,83	1222	3,17	569	3,02	1437	3,09	443	3,88	1,46	3,88	2780	1045	951	1,80	898	1,91	849	2,02	803	1,91	760	2,26	721	2,38	685	2,51	652	2,63	622	2,76	594	2,89
190	1584	3,38	998	18,64	803	15,00	1188	1,63	1443	2,99	1584	3,13	1242	3,47	580	3,30	1458	3,40	457	4,19	1,63	4,19	2775	1078	944	2,03	894	2,14	847	2,26	803	2,14	762	2,51	725	2,64	691	2,77	659	2,90	631	3,03	604	3,17
200	1600	3,35	988	18,46	803	15,00	1186	1,80	1456	3,28	1600	3,43	1262	3,79	590	3,59	1478	3,72	470	4,51	1,80	4,51	2771	1109	937	2,26	889	2,38	844	2,51	803	2,38	765	2,77	729	2,91	696	3,04	666	3,18	639	3,32	613	3,46
210	1616	3,31	979	18,29	803	15,00	1185	1,99	1468	3,59	1616	3,75	1280	4,12	600	3,90	1497	4,04	483	4,84	1,99	4,84	2766	1139	930	2,51	885	2,64	842	2,77	803	2,64	766	3,05	733	3,19	702	3,33	673	3,47	647	3,62	622	3,76
220	1630	3,28	970	18,12	803	15,00	1183	2,19	1480	3,91	1630	4,07	1298	4,45	609	4,21	1515	4,38	495	5,18	2,19	5,18	2762	1168	924	2,78	881	2,91	840	3,05	803	2,91	768	3,34	736	3,48	707	3,63	679	3,78	654	3,92	630	4,07
230	1645	3,25	962	17,97	803	15,00	1181	2,40	1491	4,24	1645	4,41	1315	4,81	617	4,54	1533	4,73	507	5,54	2,40	5,54	2758	1195	918	3,05	877	3,20	838	3,34	803	3,20	770	3,64	739	3,79	711	3,94	685	4,09	661	4,24	638	4,39
240	1659	3,23	954	17,82	803	15,00	1179	2,61	1502	4,58	1659	4,77	1332	5,17	626	4,88	1551	5,10	518	5,90	2,61	5,90	2754	1221	912	3,35	873	3,50	837	3,65	803	3,50	772	3,96	743	4,11	716	4,27	690	4,42	667	4,58	646	4,73
250	1672	3,20	946	17,67	803	15,00	1178	2,84	1512	4,94	1672	5,13	1348	5,54	633	5,23	1567	5,47	528	6,28	2,84	6,28	2750	1246	906	3,65	869	3,81	835	3,97	803	3,81	773	4,28	745	4,44	720	4,60	696	4,76	673	4,92	653	5,08
260	1685	3,18	939	17,54	803	15,00	1176	3,08	1522	5,31	1685	5,51	1363	5,93	640	5,60	1583	5,86	538	6,66	3,08	6,66	2746	1270	901	3,98	866	4,14	833	4,30	803	4,14	775	4,63	748	4,79	723	4,95	700	5,12	679	5,28	659	5,44
270	1697	3,15	932	17,41	803	15,00	1175	3,32	1532	5,69	1697	5,89	1378	6,32	647	5,97	1599	6,26	548	7,06	3,32	7,06	2743	1292	896	4,31	863	4,48	832	4,64	803	4,48	776	4,98	751	5,15	727	5,31	705	5,48	685	5,65	665	5,81
280	1709	3,13	925	17,29	803	15,00	1173	3,58	1541	6,08	1709	6,30	1391	6,73	654	6,36	1614	6,67	557	7,47	3,58	7,47	2740	1314	892	4,66	860	4,83	831	5,00	803	4,83	777	5,35	753	5,52	731	5,69	709	5,86	690	6,03	671	6,19
290	1721	3,11	919	17,17	803	15,00	1172	3,84	1550	6,48	1721	6,71	1405	7,15	660	6,76	1628	7,09	566	7,89	3,84	7,89	2737	1334	887	5,02	857	5,20	829	5,38	803	5,20	778	5,73	755	5,90	734	6,08	713	6,25	694	6,42	677	6,59
300	1732	3,09	914	17,07	803	15,00	1171	4,12	1559	6,90	1732	7,13	1418	7,59	666	7,17	1642	7,53	574	8,32	4,12	8,32	2734	1354	883	5,40	855	5,58	828	5,76	803	5,58	779	6,12	757	6,30	737	6,48	717	6,65	699	6,83	682	7,00

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-56
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.453
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000193
Carga de rotura, daN: 1.707

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 569
Peso del conductor, daN/m: 0,1762
Peso+Viento, daN/m: 0,5938
Peso+Hielo, daN/m: 0,7296
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	437	3,91	341	20,00	188	11,04	384	0,04	395	0,08	437	0,08	230	0,13	40	0,22	333	0,11	23	0,38	0,02	0,38	2380	132	303	0,03	264	0,03	226	0,04	188	0,03	152	0,06	119	0,07	90	0,10	69	0,13	55	0,16	46	0,19
30	455	3,75	341	20,00	193	11,31	388	0,08	410	0,17	455	0,18	262	0,26	56	0,35	361	0,23	34	0,58	0,05	0,58	2375	194	303	0,07	266	0,07	229	0,09	193	0,07	160	0,12	130	0,15	105	0,19	87	0,23	73	0,27	63	0,31
40	476	3,58	341	20,00	198	11,63	394	0,15	428	0,28	476	0,31	293	0,41	71	0,50	390	0,37	45	0,79	0,08	0,79	2369	255	304	0,12	267	0,13	232	0,15	198	0,13	168	0,21	141	0,25	119	0,30	102	0,35	88	0,40	78	0,45
50	499	3,42	341	20,00	205	11,98	400	0,23	447	0,42	499	0,46	322	0,59	84	0,65	419	0,54	55	1,00	0,13	1,00	2362	313	305	0,18	270	0,20	236	0,23	205	0,20	176	0,31	152	0,36	131	0,42	115	0,48	102	0,54	92	0,60
60	523	3,27	341	20,00	211	12,35	407	0,32	467	0,58	523	0,63	350	0,78	97	0,82	448	0,73	65	1,22	0,19	1,22	2353	370	306	0,26	272	0,29	240	0,33	211	0,29	184	0,43	162	0,49	143	0,55	128	0,62	115	0,69	105	0,76
70	546	3,13	341	20,00	217	12,71	414	0,43	487	0,76	546	0,82	376	0,98	108	1,00	476	0,94	75	1,45	0,26	1,45	2343	424	307	0,35	275	0,39	245	0,44	217	0,39	193	0,56	171	0,63	154	0,70	139	0,78	127	0,85	117	0,93
80	569	3,00	341	19,98	223	13,05	421	0,55	506	0,96	569	1,03	401	1,21	119	1,19	502	1,16	84	1,68	0,34	1,68	2330	476	308	0,46	277	0,51	249	0,57	223	0,51	200	0,71	180	0,78	163	0,86	149	0,94	137	1,03	127	1,11
90	569	3,00	309	18,12	207	12,13	402	0,73	503	1,22	569	1,30	408	1,50	122	1,47	508	1,45	90	1,99	0,48	1,99	2121	508	280	0,64	253	0,71	229	0,78	207	0,71	188	0,95	172	1,03	159	1,12	147	1,21	137	1,30	129	1,39
100	569	3,00	279	16,36	194	11,38	383	0,94	499	1,51	569	1,60	415	1,82	124	1,78	514	1,77	95	2,33	0,65	2,33	1911	536	254	0,87	231	0,95	212	1,04	194	0,95	179	1,23	166	1,32	155	1,42	146	1,51	137	1,60	130	1,69
110	569	3,00	253	14,81	184	10,78	367	1,19	496	1,84	569	1,94	420	2,18	126	2,12	519	2,13	99	2,70	0,88	2,70	1712	561	232	1,15	214	1,25	198	1,35	184	1,25	172	1,55	162	1,65	152	1,75	144	1,85	137	1,94	131	2,03
120	569	3,00	231	13,54	176	10,32	353	1,47	494	2,20	569	2,31	425	2,56	127	2,50	524	2,51	103	3,09	1,17	3,09	1537	582	215	1,48	200	1,59	187	1,69	176	1,59	166	1,91	158	2,01	150	2,11	143	2,21	137	2,31	132	2,41
130	569	3,00	214	12,53	170	9,96	341	1,79	492	2,60	569	2,71	429	2,97	128	2,90	528	2,92	106	3,52	1,52	3,52	1393	601	201	1,85	189	1,97	179	2,08	170	1,97	162	2,30	155	2,41	148	2,51	143	2,61	137	2,71	133	2,81
140	569	3,00	201	11,75	165	9,68	331	2,14	490	3,03	569	3,14	433	3,42	129	3,34	531	3,37	109	3,97	1,91	3,97	1280	618	190	2,27	181	2,39	173	2,50	165	2,39	159	2,73	152	2,83	147	2,94	142	3,04	137	3,14	133	3,24
150	569	3,00	190	11,15	161	9,45	323	2,52	488	3,49	569	3,61	437	3,90	130	3,81	535	3,84	111	4,45	2,36	4,45	1192	632	182	2,73	174	2,84	168	2,96	161	2,84	156	3,19	151	3,29	146	3,40	141	3,51	137	3,61	134	3,71
160	569	3,00	182	10,68	158	9,27	316	2,93	486	3,98	569	4,11	440	4,40	131	4,31	537	4,35	114	4,97	2,85	4,97	1125	645	175	3,22	169	3,33	163	3,45	158	3,33	153	3,68	149	3,79	145	3,90	141	4,00	137	4,11	134	4,21
170	569	3,00	176	10,31	156	9,12	310	3,37	485	4,51	569	4,64	442	4,94	132	4,84	540	4,89	116	5,51	3,37	5,51	1073	656	170	3,74	165	3,86	160	3,98	156	3,86	152	4,21	148	4,32	144	4,43	141	4,53	137	4,64	134	4,74
180	569	3,00	171	10,02	154	9,00	305	3,84	484	5,06	569	5,20	445	5,51	132	5,41	542	5,46	117	6,09	3,85	6,09	1053	666	166	4,30	162	4,42	157	4,54	154	4,42	150	4,76	147	4,88	143	4,99	140	5,09	137	5,20	135	5,30
190	569	3,00	167	9,78	152	8,89	300	4,34	483	5,66	569	5,79	447	6,11	133	6,00	544	6,06	119	6,69	4,35	6,69	1039	675	163	4,89	159	5,01	155	5,13	152	5,01	149	5,36	146	5,47	143	5,58	140	5,69	137	5,79	135	5,90
200	569	3,00	163	9,58	150	8,81	297	4,87	482	6,28	569	6,42	449	6,74	133	6,63	546	6,69	120	7,33	4,88	7,33	1026	683	160	5,52	157	5,63	153	5,75	150	5,63	147	5,98	145	6,09	142	6,20	140	6,31	137	6,42	135	6,53
210	569	3,00	161	9,41	149	8,73	294	5,43	481	6,94	569	7,08	450	7,41	133	7,29	548	7,35	122	8,00	5,43	8,00	1016	691	158	6,17	155	6,29	152	6,41	149	6,29	147	6,64	144	6,75	142	6,86	140	6,97	137	7,08	135	7,19
220	569	3,00	158	9,27	148	8,67	291	6,01	480	7,63	569	7,77	452	8,11	134	7,98	549	8,05	123	8,70	6,02	8,70	1006	697	156	6,86	153	6,98	150	7,10	148	6,98	146	7,33	143	7,44	141	7,55	139	7,66	137	7,77	136	7,88
230	569	3,00	156	9,16	147	8,61	289	6,63	480	8,35	569	8,49	453	8,83	134	8,71	551	8,78	124	9,43	6,63	9,43	998	703	154	7,59	151	7,70	149	7,82	147	7,70	145	8,05	143	8,16	141	8,28	139	8,39	137	8,49	136	8,60
240	569	3,00	155	9,05	146	8,57	287	7,27	479	9,10	569	9,25	454	9,59	134	9,47	552	9,54	125	10,19	7,27	10,19	991	708	152	8,34	150	8,46	148	8,58	146	8,46	144	8,81	143	8,92	141	9,03	139	9,14	137	9,25	136	9,36
250	569	3,00	153	8,97	146	8,52	285	7,94	478	9,89	569	10,04	456	10,39	135	10,26	553	10,33	126	10,98	7,94	10,98	985	713	151	9,13	149	9,25	147	9,36	146	9,25	144	9,59	142	9,71	141	9,82	139	9,93	137	10,04	136	10,15
260	569	3,00	152	8,89	145	8,49	283	8,64	478	10,71	569	10,86	457	11,21	135	11,08	554	11,15	126	11,81	8,64	11,81	979	717	150	9,95	148	10,07	147	10,18	145	10,07	143	10,41	142	10,53	140	10,64	139	10,75	137	10,86	136	10,97
270	569	3,00	151	8,82	144	8,45	282	9,36	477	11,56	569	11,71	458	12,07	135	11,93	555	12,01	127	12,67	9,37	12,67	974	721	149	10,80	147	10,92	146	11,04	144	10,92	143	11,27	141	11,38	140	11,49	139	11,60	137	11,71	136	11,82
280	569	3,00	150	8,76	144	8,43	280	10,12	477	12,45	569	12,60	458	12,96	135	12,82	556	12,90	128	13,56	10,12	13,56	970	725	148	11,69	147	11,81	145	11,92	144	11,81	142	12,15	141	12,27	140	12,38	139	12,49	137	12,60	136	12,71
290	569	3,00	149	8,71	143	8,40	279	10,90	477	13,36	569	13,52	459	13,88	135	13,74	557	13,82	128	14,48	10,90	14,48	966	728	147	12,61	146	12,72	145	12,84	143	12,72	142	13,07	141	13,18	140	13,30	139	13,41	137	13,52	136	13,63
300	569	3,00	148	8,66	143	8,38	278	11,71	476	14,31	569	14,47	460	14,83	135	14,69	557	14,77	129	15,44	11,71	15,44	962	731	147	13,56	145	13,67	144	13,79	143	13,67	142	14,02	141	14,13	140	14,25	138	14,36	137	14,47	136	14,58

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-125
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,31
Sección, mm²: 125,1
M. elástico, daN/mm²: 7.355
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000193
Carga de rotura, daN: 3.502

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.167
Peso del conductor, daN/m: 0,4040
Peso+Viento, daN/m: 0,9488
Peso+Hielo, daN/m: 1,0850
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	895	3,91	700	20,00	360	10,27	793	0,03	806	0,06	895	0,06	421	0,11	83	0,24	649	0,08	51	0,39	0,02	0,39	2168	127	613	0,03	527	0,04	442	0,05	360	0,04	283	0,07	216	0,09	165	0,12	131	0,15	109	0,19	94	0,22
30	915	3,83	700	20,00	374	10,68	797	0,06	825	0,13	915	0,13	476	0,23	118	0,39	686	0,18	76	0,60	0,05	0,60	2163	187	615	0,07	531	0,09	450	0,10	374	0,09	305	0,15	248	0,18	203	0,22	171	0,27	148	0,31	131	0,35
40	939	3,73	700	20,00	390	11,15	803	0,11	848	0,23	939	0,23	529	0,36	150	0,54	728	0,30	99	0,81	0,09	0,81	2155	246	617	0,13	537	0,15	461	0,18	390	0,15	329	0,25	277	0,29	237	0,34	206	0,39	182	0,44	164	0,49
50	967	3,62	700	20,00	408	11,64	809	0,17	874	0,34	967	0,35	579	0,52	179	0,70	770	0,44	122	1,04	0,15	1,04	2146	302	620	0,20	544	0,23	472	0,27	408	0,23	351	0,36	305	0,41	267	0,47	237	0,53	213	0,59	194	0,65
60	996	3,52	700	20,00	424	12,12	817	0,24	901	0,48	996	0,49	626	0,69	206	0,88	812	0,60	144	1,26	0,21	1,26	2134	356	624	0,29	551	0,33	484	0,38	424	0,33	373	0,49	329	0,55	294	0,62	265	0,69	242	0,75	222	0,82
70	1026	3,41	700	20,00	441	12,58	825	0,33	929	0,64	1026	0,65	671	0,88	232	1,07	853	0,78	165	1,50	0,29	1,50	2122	409	627	0,39	559	0,44	496	0,50	441	0,44	393	0,63	352	0,70	319	0,78	291	0,85	267	0,93	248	1,00
80	1056	3,32	700	20,00	456	13,02	833	0,42	957	0,81	1056	0,82	713	1,08	256	1,27	893	0,97	185	1,74	0,38	1,74	2108	459	631	0,51	566	0,57	508	0,64	456	0,57	411	0,79	373	0,87	341	0,95	314	1,03	291	1,11	272	1,19
90	1085	3,23	700	20,00	471	13,44	841	0,53	984	0,99	1085	1,01	752	1,30	278	1,47	930	1,18	205	2,00	0,48	2,00	2093	507	634	0,65	574	0,71	519	0,79	471	0,71	429	0,95	393	1,04	362	1,13	336	1,22	314	1,31	294	1,39
100	1114	3,14	700	20,00	484	13,83	850	0,64	1011	1,19	1114	1,22	789	1,53	299	1,69	967	1,40	224	2,26	0,60	2,26	2077	554	638	0,79	581	0,87	530	0,95	484	0,87	445	1,14	411	1,23	381	1,32	356	1,42	334	1,51	315	1,60
110	1142	3,07	700	20,00	497	14,20	858	0,77	1036	1,41	1142	1,44	825	1,77	318	1,92	1002	1,64	242	2,53	0,73	2,53	2061	599	641	0,95	588	1,04	540	1,13	497	1,04	460	1,33	428	1,43	399	1,53	375	1,63	353	1,73	335	1,83
120	1167	3,00	698	19,92	507	14,49	864	0,91	1059	1,64	1167	1,67	856	2,03	336	2,17	1033	1,89	259	2,81	0,88	2,81	2037	641	642	1,13	592	1,23	547	1,33	507	1,23	472	1,54	442	1,65	415	1,75	391	1,86	370	1,96	352	2,07
130	1167	3,00	667	19,05	499	14,25	842	1,10	1057	1,93	1167	1,96	870	2,34	344	2,48	1042	2,20	271	3,15	1,09	3,15	1932	671	618	1,38	573	1,49	534	1,60	499	1,49	468	1,82	441	1,94	417	2,05	395	2,16	376	2,27	360	2,37
140	1167	3,00	640	18,27	492	14,04	823	1,30	1056	2,24	1167	2,28	882	2,68	352	2,81	1051	2,53	282	3,51	1,30	3,51	1880	698	596	1,66	557	1,78	523	1,89	492	1,78	465	2,13	440	2,25	419	2,37	399	2,48	382	2,59	366	2,70
150	1167	3,00	616	17,58	486	13,87	805	1,53	1054	2,57	1167	2,62	893	3,04	359	3,17	1060	2,88	292	3,89	1,53	3,89	1839	724	577	1,97	543	2,09	513	2,22	486	2,09	461	2,46	440	2,59	420	2,71	403	2,82	387	2,94	372	3,05
160	1167	3,00	594	16,98	480	13,72	789	1,78	1053	2,93	1167	2,98	903	3,42	365	3,54	1067	3,26	302	4,29	1,78	4,29	1803	747	561	2,30	531	2,43	504	2,56	480	2,43	459	2,82	439	2,95	421	3,07	405	3,19	391	3,31	377	3,43
170	1167	3,00	576	16,46	476	13,58	775	2,04	1052	3,31	1167	3,36	913	3,82	371	3,94	1074	3,65	310	4,71	2,04	4,71	1771	768	547	2,67	521	2,80	497	2,94	476	2,80	456	3,20	439	3,33	423	3,46	408	3,58	395	3,70	382	3,82
180	1167	3,00	561	16,01	472	13,47	763	2,32	1051	3,72	1167	3,77	921	4,24	376	4,36	1080	4,07	318	5,15	2,33	5,15	1742	788	535	3,06	512	3,20	491	3,33	472	3,20	454	3,60	438	3,74	424	3,86	410	3,99	398	4,12	386	4,24
190	1167	3,00	547	15,63	468	13,37	751	2,63	1050	4,15	1167	4,20	929	4,69	380	4,80	1086	4,51	326	5,61	2,63	5,61	1717	806	525	3,48	504	3,62	485	3,76	468	3,62	453	4,03	438	4,17	425	4,30	412	4,43	401	4,55	390	4,68
200	1167	3,00	536	15,30	465	13,29	742	2,95	1049	4,60	1167	4,65	936	5,15	384	5,26	1091	4,98	332	6,09	2,95	6,09	1695	823	516	3,92	498	4,06	481	4,20	465	4,06	451	4,48	438	4,62	425	4,75	414	4,88	403	5,01	393	5,14
210	1167	3,00	526	15,02	463	13,21	733	3,29	1048	5,08	1167	5,13	942	5,64	388	5,75	1096	5,46	339	6,59	3,29	6,59	1675	838	508	4,39	492	4,53	477	4,68	463	4,53	450	4,96	437	5,10	426	5,23	416	5,36	406	5,49	396	5,62
220	1167	3,00	517	14,77	460	13,14	725	3,65	1047	5,57	1167	5,63	948	6,16	391	6,26	1100	5,97	344	7,11	3,65	7,11	1657	852	501	4,88	487	5,03	473	5,17	460	5,03	448	5,46	437	5,60	427	5,73	417	5,87	408	6,00	399	6,13
230	1167	3,00	510	14,56	458	13,08	719	4,03	1046	6,10	1167	6,15	954	6,69	394	6,79	1105	6,50	349	7,66	4,03	7,66	1642	865	496	5,39	482	5,54	470	5,69	458	5,54	447	5,98	437	6,12	427	6,26	418	6,39	410	6,53	402	6,66
240	1167	3,00	503	14,37	456	13,03	713	4,42	1046	6,64	1167	6,70	959	7,25	397	7,35	1108	7,06	354	8,22	4,42	8,22	1628	877	490	5,94	478	6,09	467	6,23	456	6,09	446	6,52	437	6,67	428	6,81	419	6,94	411	7,08	404	7,21
250	1167	3,00	498	14,21	455	12,99	707	4,84	1045	7,21	1167	7,27	963	7,83	399	7,92	1112	7,63	359	8,81	4,84	8,81	1616	888	486	6,50	475	6,65	465	6,80	455	6,65	445	7,09	437	7,24	428	7,38	420	7,52	413	7,65	406	7,79
260	1167	3,00	493	14,07	453	12,94	702	5,27	1045	7,81	1167	7,87	967	8,43	401	8,52	1115	8,23	363	9,42	5,27	9,42	1605	898	482	7,09	472	7,24	462	7,39	453	7,24	445	7,69	437	7,83	429	7,97	421	8,11	414	8,25	408	8,39
270	1167	3,00	488	13,94	452	12,91	698	5,72	1044	8,42	1167	8,48	971	9,06	403	9,14	1118	8,86	367	10,06	5,72	10,06	1595	908	478	7,70	469	7,86	460	8,01	452	7,86	444	8,30	436	8,45	429	8,59	422	8,73	416	8,87	409	9,01
280	1167	3,00	484	13,83	451	12,87	694	6,18	1044	9,06	1167	9,12	975	9,71	405	9,79	1121	9,50	370	10,71	6,18	10,71	1586	917	475	8,34	467	8,49	459	8,65	451	8,49	443	8,94	436	9,09	430	9,23	423	9,37	417	9,51	411	9,65
290	1167	3,00	481	13,73	450	12,84	690	6,67	1043	9,73	1167	9,79	978	10,38	407	10,46	1123	10,17	374	11,39	6,67	11,39	1578	925	472	9,00	465	9,16	457	9,31	450	9,16	443	9,61	436	9,75	430	9,90	424	10,04	418	10,18	412	10,32
300	1167	3,00	478	13,64	449	12,81	687	7,17	1043	10,41	1167	10,48	981	11,07	408	11,15	1125	10,86	377	12,09	7,17	12,09	1570	933	470	9,69	463	9,84	456	9,99	449	9,84	442	10,29	436	10,44	430	10,59	424	10,73	419	10,87	413	11,01

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-180
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,50
Sección, mm²: 181,6
M. elástico, daN/mm²: 7.453
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,000018
Carga de rotura, daN: 6.706

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.235
Peso del conductor, daN/m: 0,6217
Peso+Viento, daN/m: 1,0734
Peso+Hielo, daN/m: 1,3747
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1597	4,20	1341	20,00	861	12,84	1464	0,02	1470	0,04	1597	0,04	883	0,06	205	0,15	1242	0,06	96	0,32	0,02	0,32	3283	154	1220	0,03	1100	0,03	980	0,03	861	0,03	743	0,04	628	0,05	516	0,06	413	0,08	323	0,10	254	0,12
30	1611	4,16	1341	20,00	869	12,96	1466	0,03	1480	0,08	1611	0,10	915	0,13	267	0,26	1268	0,12	140	0,50	0,03	0,50	3287	225	1222	0,06	1103	0,06	985	0,07	869	0,06	756	0,09	646	0,11	544	0,13	452	0,15	374	0,19	313	0,22
40	1630	4,12	1341	20,00	880	13,12	1468	0,06	1492	0,15	1630	0,17	952	0,23	321	0,39	1301	0,21	182	0,68	0,06	0,68	3292	293	1223	0,10	1107	0,11	992	0,13	880	0,11	771	0,16	669	0,19	575	0,22	492	0,25	422	0,29	365	0,34
50	1652	4,06	1341	20,00	892	13,30	1471	0,09	1506	0,23	1652	0,26	993	0,34	370	0,53	1338	0,32	222	0,87	0,09	0,87	3298	357	1225	0,16	1111	0,17	1000	0,19	892	0,17	789	0,25	693	0,28	606	0,32	530	0,37	466	0,42	413	0,47
60	1678	4,00	1341	20,00	906	13,51	1474	0,14	1523	0,32	1678	0,37	1035	0,47	414	0,68	1378	0,45	261	1,07	0,14	1,07	3305	419	1228	0,23	1117	0,25	1009	0,28	906	0,25	809	0,35	719	0,39	638	0,44	567	0,49	507	0,55	456	0,61
70	1705	3,93	1341	20,00	921	13,73	1478	0,18	1541	0,43	1705	0,49	1076	0,62	456	0,84	1419	0,59	297	1,28	0,18	1,28	3313	478	1231	0,31	1123	0,34	1019	0,37	921	0,34	828	0,46	744	0,51	668	0,57	602	0,63	545	0,70	497	0,77
80	1734	3,87	1341	20,00	936	13,95	1482	0,24	1561	0,56	1734	0,63	1118	0,78	494	1,01	1461	0,75	333	1,50	0,24	1,50	3322	535	1234	0,40	1129	0,44	1030	0,48	936	0,44	848	0,59	769	0,65	698	0,71	635	0,78	581	0,86	534	0,93
90	1764	3,80	1341	20,00	951	14,18	1486	0,30	1581	0,70	1764	0,79	1158	0,95	531	1,19	1503	0,93	366	1,72	0,30	1,72	3332	589	1237	0,51	1136	0,55	1041	0,60	951	0,55	868	0,73	793	0,79	726	0,87	666	0,94	614	1,02	569	1,11
100	1795	3,74	1341	20,00	966	14,41	1490	0,37	1602	0,85	1795	0,96	1198	1,14	564	1,38	1545	1,11	399	1,95	0,37	1,95	3342	641	1240	0,63	1143	0,68	1052	0,74	966	0,68	888	0,88	816	0,95	752	1,03	696	1,12	646	1,20	602	1,29
110	1825	3,67	1341	20,00	981	14,63	1495	0,45	1623	1,01	1825	1,14	1236	1,33	596	1,58	1586	1,31	430	2,19	0,45	2,19	3352	691	1243	0,76	1150	0,82	1063	0,88	981	0,82	906	1,04	839	1,12	778	1,21	724	1,30	676	1,39	634	1,48
120	1856	3,61	1341	20,00	996	14,85	1500	0,54	1644	1,19	1856	1,33	1272	1,54	627	1,79	1626	1,52	460	2,44	0,54	2,44	3363	739	1247	0,90	1157	0,97	1074	1,04	996	0,97	925	1,21	860	1,30	802	1,40	750	1,49	704	1,59	663	1,69
130	1881	3,56	1336	19,92	1006	15,00	1499	0,63	1660	1,38	1881	1,54	1304	1,76	653	2,01	1660	1,75	487	2,70	0,63	2,70	3361	784	1245	1,06	1159	1,13	1080	1,22	1006	1,13	938	1,40	877	1,50	822	1,60	772	1,70	728	1,80	688	1,91
140	1896	3,54	1317	19,64	1006	15,00	1486	0,74	1664	1,60	1896	1,78	1326	2,01	673	2,26	1685	2,00	511	2,98	0,74	2,98	3331	823	1231	1,24	1150	1,32	1075	1,42	1006	1,32	943	1,62	885	1,72	833	1,83	787	1,94	745	2,05	707	2,15
150	1910	3,51	1299	19,37	1006	15,00	1473	0,85	1669	1,83	1910	2,03	1347	2,27	692	2,53	1708	2,26	534	3,28	0,85	3,28	3302	859	1217	1,44	1141	1,53	1071	1,63	1006	1,53	947	1,85	893	1,96	844	2,07	800	2,19	760	2,30	725	2,41
160	1923	3,49	1281	19,11	1006	15,00	1460	0,98	1673	2,08	1923	2,29	1367	2,55	710	2,80	1731	2,54	556	3,58	0,98	3,58	3273	894	1204	1,65	1133	1,76	1067	1,87	1006	1,76	950	2,09	900	2,21	854	2,33	812	2,45	775	2,57	741	2,69
170	1936	3,46	1265	18,86	1006	15,00	1448	1,11	1677	2,34	1936	2,57	1386	2,83	726	3,10	1752	2,84	576	3,90	1,11	3,90	3246	927	1192	1,88	1125	2,00	1063	2,11	1006	2,00	954	2,36	906	2,48	863	2,60	824	2,73	788	2,85	756	2,97
180	1948	3,44	1248	18,62	1006	15,00	1436	1,26	1681	2,62	1948	2,86	1404	3,14	741	3,40	1772	3,14	595	4,23	1,26	4,23	3219	958	1180	2,13	1117	2,25	1059	2,38	1006	2,25	957	2,63	912	2,76	872	2,89	835	3,02	801	3,15	770	3,27
190	1960	3,42	1233	18,39	1006	15,00	1425	1,41	1685	2,91	1960	3,17	1421	3,46	755	3,72	1792	3,46	614	4,58	1,41	4,58	3194	987	1169	2,40	1110	2,53	1056	2,66	1006	2,53	960	2,92	918	3,06	880	3,19	844	3,32	812	3,46	783	3,59
200	1972	3,40	1219	18,17	1006	15,00	1414	1,58	1688	3,22	1972	3,49	1436	3,79	768	4,05	1810	3,80	631	4,93	1,58	4,93	3170	1014	1159	2,68	1104	2,82	1053	2,95	1006	2,82	963	3,23	923	3,37	887	3,51	854	3,64	823	3,78	795	3,91
210	1983	3,38	1205	17,97	1006	15,00	1404	1,75	1692	3,54	1983	3,82	1451	4,13	781	4,39	1828	4,15	647	5,30	1,75	5,30	3147	1041	1149	2,98	1098	3,12	1050	3,27	1006	3,12	965	3,55	928	3,69	894	3,84	862	3,98	833	4,12	806	4,26
220	1993	3,37	1192	17,78	1006	15,00	1394	1,94	1695	3,88	1993	4,18	1466	4,49	792	4,75	1845	4,51	662	5,68	1,94	5,68	3126	1065	1140	3,30	1092	3,45	1047	3,59	1006	3,45	968	3,89	933	4,04	900	4,18	870	4,33	842	4,47	816	4,61
230	2003	3,35	1181	17,61	1006	15,00	1385	2,13	1698	4,24	2003	4,54	1479	4,86	803	5,12	1860	4,89	677	6,08	2,13	6,08	3106	1089	1132	3,63	1087	3,79	1045	3,94	1006	3,79	970	4,24	937	4,39	906	4,54	877	4,69	851	4,84	826	4,98
240	2012	3,33	1170	17,44	1006	15,00	1377	2,33	1701	4,60	2012	4,92	1491	5,25	813	5,51	1876	5,28	691	6,49	2,33	6,49	3087	1111	1124	3,98	1082	4,14	1042	4,30	1006	4,14	972	4,61	941	4,76	911	4,91	884	5,07	859	5,22	835	5,36
250	2021	3,32	1160	17,29	1006	15,00	1369	2,55	1704	4,99	2021	5,32	1503	5,65	822	5,91	1890	5,69	704	6,91	2,55	6,91	3070	1132	1117	4,35	1077	4,51	1040	4,67	1006	4,51	974	4,99	944	5,15	916	5,30	890	5,46	866	5,61	843	5,76
260	2030	3,30	1150	17,15	1006	15,00	1362	2,77	1706	5,39	2030	5,73	1514	6,07	831	6,33	1903	6,11	716	7,34	2,77	7,34	3053	1152	1110	4,73	1073	4,90	1038	5,06	1006	4,90	976	5,39	947	5,55	921	5,71	896	5,87	873	6,02	851	6,18
270	2038	3,29	1142	17,03	1006	15,00	1355	3,00	1709	5,80	2038	6,15	1525	6,50	839	6,76	1916	6,54	728	7,79	3,00	7,79	3038	1171	1104	5,13	1069	5,30	1036	5,47	1006	5,30	977	5,80	951	5,96	925	6,13	902	6,29	880	6,45	859	6,60
280	2045	3,28	1134	16,91	1006	15,00	1349	3,24	1711	6,23	2045	6,59	1535	6,95	847	7,20	1929	6,99	739	8,25	3,24	8,25	3024	1189	1099	5,55	1066	5,72	1035	5,89	1006	5,72	979	6,23	953	6,40	930	6,56	907	6,72	886	6,88	866	7,04
290	2053	3,27	1126	16,80	1006	15,00	1343	3,49	1713	6,68	2053	7,05	1544	7,41	854	7,66	1940	7,45	750	8,73	3,49	8,73	3011	1206	1093	5,98	1062	6,16	1033	6,33	1006	6,16	980	6,67	956	6,84	933	7,01	912	7,17	892	7,34	872	7,50
300	2059	3,26	1120	16,69	1006	15,00	1337	3,75	1715	7,14	2059	7,52	1553	7,88	861	8,13	1951	7,93	760	9,22	3,75	9,22	2998	1222	1088	6,43	1059	6,61	1032	6,78	1006	6,61	982	7,13	959	7,30	937	7,47	916	7,64	897	7,81	878	7,97

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-280
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 21,80
Sección, mm²: 281,1
M. elástico, daN/mm²: 7.159
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000191
Carga de rotura, daN: 8.726

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.909
Peso del conductor, daN/m: 0,9110
Peso+Viento, daN/m: 1,4206
Peso+Hielo, daN/m: 1,7515
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	2143	4,07	1745	20,00	995	11,41	1938	0,01	1947	0,04	2143	0,04	1032	0,07	216	0,21	1585	0,06	123	0,37	0,01	0,37	3489	135	1555	0,03	1367	0,03	1180	0,04	995	0,03	817	0,06	649	0,07	502	0,09	386	0,12	305	0,15	252	0,18
30	2159	4,04	1745	20,00	1017	11,65	1940	0,03	1957	0,08	2159	0,09	1088	0,15	301	0,34	1621	0,12	181	0,57	0,03	0,57	3491	198	1558	0,07	1373	0,07	1192	0,09	1017	0,07	850	0,12	700	0,15	571	0,18	470	0,22	395	0,26	341	0,30
40	2180	4,00	1745	20,00	1042	11,95	1941	0,06	1972	0,15	2180	0,16	1150	0,25	377	0,48	1665	0,21	237	0,77	0,06	0,77	3494	260	1562	0,12	1383	0,13	1208	0,15	1042	0,13	889	0,21	752	0,24	637	0,29	545	0,33	474	0,38	420	0,43
50	2205	3,96	1745	20,00	1071	12,27	1943	0,09	1990	0,23	2205	0,25	1213	0,37	447	0,64	1715	0,32	291	0,98	0,09	0,98	3498	319	1567	0,18	1393	0,20	1227	0,23	1071	0,20	929	0,31	804	0,35	699	0,41	613	0,46	545	0,52	490	0,58
60	2233	3,91	1745	20,00	1101	12,62	1946	0,13	2009	0,32	2233	0,35	1277	0,51	510	0,80	1767	0,45	342	1,20	0,13	1,20	3502	376	1572	0,26	1405	0,29	1247	0,33	1101	0,29	969	0,42	854	0,48	756	0,54	675	0,61	609	0,67	555	0,74
70	2264	3,85	1745	20,00	1131	12,96	1949	0,17	2031	0,43	2264	0,47	1338	0,66	570	0,98	1821	0,59	392	1,42	0,17	1,42	3507	430	1578	0,35	1418	0,39	1269	0,44	1131	0,39	1008	0,55	901	0,62	809	0,69	732	0,76	668	0,84	615	0,91
80	2296	3,80	1745	20,00	1161	13,30	1952	0,23	2054	0,56	2296	0,61	1398	0,82	625	1,17	1875	0,75	440	1,66	0,23	1,66	3513	483	1584	0,46	1432	0,51	1290	0,56	1161	0,51	1046	0,70	945	0,77	858	0,85	785	0,93	723	1,01	670	1,09
90	2329	3,75	1745	20,00	1190	13,63	1955	0,29	2077	0,70	2329	0,76	1454	1,00	677	1,36	1928	0,92	486	1,90	0,29	1,90	3518	534	1591	0,58	1446	0,64	1311	0,70	1190	0,64	1081	0,85	986	0,94	904	1,02	834	1,11	773	1,19	721	1,28
100	2362	3,69	1745	20,00	1217	13,95	1958	0,35	2101	0,85	2362	0,93	1509	1,19	725	1,57	1980	1,11	530	2,15	0,35	2,15	3524	582	1597	0,71	1459	0,78	1332	0,85	1217	0,78	1115	1,02	1025	1,11	947	1,20	879	1,30	821	1,39	770	1,48
110	2395	3,64	1745	20,00	1244	14,26	1961	0,43	2125	1,02	2395	1,11	1560	1,39	771	1,79	2031	1,30	573	2,41	0,43	2,41	3530	629	1604	0,86	1473	0,94	1353	1,02	1244	0,94	1147	1,20	1062	1,30	987	1,40	922	1,49	865	1,59	815	1,69
120	2429	3,59	1745	20,00	1269	14,55	1965	0,51	2148	1,20	2429	1,30	1610	1,61	814	2,02	2080	1,52	614	2,67	0,51	2,67	3536	674	1610	1,02	1486	1,10	1372	1,20	1269	1,10	1178	1,39	1097	1,50	1025	1,60	962	1,71	906	1,81	857	1,91
130	2461	3,55	1745	20,00	1293	14,82	1968	0,60	2172	1,40	2461	1,50	1656	1,83	855	2,25	2127	1,74	654	2,95	0,60	2,95	3542	717	1617	1,19	1498	1,28	1391	1,38	1293	1,28	1206	1,60	1129	1,71	1060	1,82	999	1,93	945	2,04	897	2,15
140	2483	3,51	1735	19,88	1309	15,00	1960	0,69	2185	1,61	2483	1,73	1694	2,08	890	2,51	2165	1,98	690	3,24	0,69	3,24	3529	757	1613	1,38	1502	1,49	1400	1,59	1309	1,49	1227	1,82	1154	1,94	1088	2,05	1030	2,17	978	2,28	932	2,40
150	2485	3,51	1703	19,52	1309	15,00	1932	0,81	2177	1,86	2485	1,98	1717	2,35	916	2,80	2184	2,26	721	3,56	0,81	3,56	3477	791	1590	1,61	1487	1,72	1393	1,84	1309	1,72	1233	2,08	1165	2,20	1104	2,32	1049	2,44	1000	2,56	956	2,68
160	2487	3,51	1674	19,18	1309	15,00	1904	0,93	2171	2,12	2487	2,25	1737	2,65	940	3,10	2203	2,55	750	3,89	0,93	3,89	3427	823	1569	1,86	1474	1,98	1387	2,10	1309	1,98	1238	2,35	1175	2,48	1118	2,61	1067	2,73	1020	2,86	978	2,98
170	2488	3,51	1646	18,86	1309	15,00	1878	1,07	2164	2,40	2488	2,54	1756	2,96	962	3,42	2220	2,85	777	4,24	1,07	4,24	3380	853	1549	2,12	1461	2,25	1381	2,38	1309	2,25	1243	2,65	1184	2,78	1131	2,91	1083	3,04	1039	3,17	999	3,30
180	2490	3,50	1620	18,57	1309	15,00	1854	1,21	2158	2,70	2490	2,85	1774	3,28	983	3,76	2236	3,17	803	4,60	1,21	4,60	3337	881	1531	2,41	1450	2,55	1376	2,68	1309	2,55	1248	2,96	1193	3,09	1143	3,23	1097	3,36	1056	3,50	1018	3,63
190	2491	3,50	1597	18,30	1309	15,00	1831	1,37	2152	3,01	2491	3,17	1791	3,62	1002	4,11	2251	3,51	827	4,98	1,37	4,98	3296	908	1514	2,72	1439	2,86	1371	3,00	1309	2,86	1252	3,28	1201	3,43	1154	3,57	1111	3,70	1071	3,84	1035	3,97
200	2493	3,50	1575	18,05	1309	15,00	1810	1,53	2147	3,35	2493	3,51	1806	3,98	1019	4,47	2265	3,87	850	5,37	1,53	5,37	3258	933	1499	3,04	1430	3,19	1367	3,33	1309	3,19	1256	3,63	1208	3,77	1164	3,92	1123	4,06	1086	4,20	1051	4,34
210	2494	3,50	1555	17,82	1309	15,00	1791	1,71	2142	3,70	2494	3,87	1821	4,35	1035	4,85	2279	4,24	871	5,77	1,71	5,77	3224	956	1485	3,38	1421	3,53	1363	3,69	1309	3,53	1260	3,99	1214	4,14	1173	4,28	1134	4,43	1099	4,57	1066	4,71
220	2495	3,50	1537	17,62	1309	15,00	1773	1,90	2138	4,07	2495	4,25	1834	4,74	1050	5,25	2291	4,63	891	6,19	1,90	6,19	3192	978	1473	3,74	1413	3,90	1359	4,06	1309	3,90	1263	4,37	1220	4,52	1181	4,67	1145	4,82	1111	4,96	1080	5,11
230	2496	3,50	1521	17,43	1309	15,00	1757	2,09	2133	4,46	2496	4,64	1846	5,15	1064	5,66	2303	5,03	910	6,62	2,09	6,62	3162	999	1461	4,12	1406	4,29	1356	4,45	1309	4,29	1266	4,76	1226	4,92	1189	5,07	1154	5,22	1122	5,37	1092	5,52
240	2497	3,49	1506	17,26	1309	15,00	1742	2,30	2129	4,86	2497	5,05	1858	5,57	1077	6,09	2314	5,45	928	7,07	2,30	7,07	3136	1019	1451	4,52	1400	4,69	1353	4,85	1309	4,69	1268	5,17	1231	5,33	1196	5,49	1163	5,64	1133	5,80	1104	5,95
250	2498	3,49	1492	17,10	1309	15,00	1728	2,51	2126	5,28	2498	5,48	1869	6,01	1089	6,54	2324	5,89	945	7,54	2,51	7,54	3111	1038	1441	4,94	1394	5,11	1350	5,28	1309	5,11	1271	5,60	1235	5,77	1202	5,92	1171	6,08	1142	6,24	1115	6,39
260	2499	3,49	1480	16,96	1309	15,00	1716	2,74	2122	5,72	2499	5,93	1879	6,47	1101	7,00	2333	6,35	961	8,02	2,74	8,02	3088	1055	1432	5,38	1388	5,55	1347	5,72	1309	5,55	1273	6,05	1240	6,21	1208	6,38	1179	6,54	1151	6,69	1125	6,85
270	2500	3,49	1469	16,83	1309	15,00	1704	2,97	2119	6,18	2500	6,39	1888	6,94	1111	7,48	2342	6,82	977	8,51	2,97	8,51	3068	1072	1424	5,83	1383	6,01	1345	6,18	1309	6,01	1275	6,52	1244	6,68	1214	6,84	1186	7,01	1160	7,17	1135	7,32
280	2501	3,49	1458	16,71	1309	15,00	1694	3,21	2116	6,66	2501	6,87	1897	7,43	1121	7,97	2351	7,31	991	9,02	3,21	9,02	3049	1088	1417	6,30	1379	6,48	1343	6,65	1309	6,48	1277	7,00	1247	7,16	1219	7,33	1192	7,49	1167	7,66	1144	7,82
290	2502	3,49	1449	16,61	1309	15,00	1684	3,47	2113	7,15	2502	7,37	1905	7,94	1130	8,48	2358	7,81	1004	9,55	3,47	9,55	3031	1102	1411	6,79	1375	6,97	1341	7,15	1309	6,97	1279	7,50	1251	7,67	1224	7,83	1199	8,00	1175	8,16	1152	8,32
300	2503	3,49	1440	16,51	1309	15,00	1675	3,73	2111	7,66	2503	7,88	1913	8,46	1139	9,01	2366	8,34	1017	10,09	3,73	10,09	3015	1116	1405	7,30	1371	7,48	1339	7,66	1309	7,48	1281	8,01	1254	8,18	1228	8,35	1204	8,52	1181	8,69	1159	8,85

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR OPGW 48
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 82
M. elástico, daN/mm²: 12.000
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000140
Carga de rotura, daN: 7.700

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.567
Peso del conductor, daN/m: 0,8280
Peso+Viento, daN/m: 1,1866
Peso+Hielo, daN/m: 1,5702
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1576	4,89	1428	18,54	1155	15,00	1497	0,01	1501	0,04	1576	0,05	1164	0,05	688	0,06	1375	0,06	304	0,14	0,01	0,14	3454	367	1359	0,03	1291	0,03	1223	0,03	1155	0,03	1087	0,04	1020	0,04	952	0,04	885	0,05	819	0,05	753	0,05
30	1586	4,86	1424	18,49	1155	15,00	1495	0,03	1504	0,09	1586	0,11	1174	0,11	705	0,13	1390	0,13	363	0,26	0,03	0,26	3449	439	1356	0,07	1289	0,07	1222	0,08	1155	0,07	1089	0,09	1022	0,09	957	0,10	892	0,10	829	0,11	766	0,12
40	1598	4,82	1419	18,43	1155	15,00	1491	0,06	1507	0,16	1598	0,20	1188	0,20	725	0,23	1409	0,22	416	0,40	0,06	0,40	3441	503	1353	0,12	1286	0,13	1220	0,14	1155	0,13	1090	0,15	1026	0,16	963	0,17	901	0,18	841	0,20	782	0,21
50	1613	4,77	1413	18,35	1155	15,00	1487	0,09	1511	0,25	1613	0,30	1204	0,31	746	0,35	1432	0,34	464	0,56	0,09	0,56	3431	561	1348	0,19	1283	0,20	1219	0,21	1155	0,20	1092	0,24	1031	0,25	970	0,27	911	0,28	854	0,30	799	0,32
60	1629	4,73	1406	18,26	1155	15,00	1482	0,13	1516	0,36	1629	0,43	1221	0,44	768	0,48	1457	0,48	508	0,73	0,13	0,73	3419	613	1342	0,28	1279	0,29	1216	0,31	1155	0,29	1095	0,34	1036	0,36	978	0,38	923	0,40	869	0,43	817	0,46
70	1648	4,67	1398	18,15	1155	15,00	1477	0,18	1521	0,48	1648	0,58	1240	0,59	790	0,64	1483	0,65	547	0,93	0,18	0,93	3406	661	1336	0,38	1274	0,40	1214	0,42	1155	0,40	1097	0,46	1041	0,49	987	0,51	934	0,54	884	0,57	836	0,61
80	1666	4,62	1389	18,04	1155	15,00	1471	0,24	1526	0,63	1666	0,75	1258	0,76	811	0,82	1510	0,83	584	1,14	0,24	1,14	3392	705	1329	0,50	1270	0,52	1212	0,55	1155	0,52	1100	0,60	1047	0,63	995	0,67	946	0,70	899	0,74	854	0,78
90	1686	4,57	1379	17,92	1155	15,00	1464	0,30	1532	0,79	1686	0,94	1277	0,95	831	1,01	1537	1,03	617	1,36	0,30	1,36	3377	746	1321	0,63	1264	0,66	1209	0,69	1155	0,66	1103	0,76	1052	0,80	1004	0,84	957	0,88	913	0,92	871	0,96
100	1705	4,52	1370	17,79	1155	15,00	1457	0,37	1538	0,97	1705	1,15	1295	1,16	851	1,22	1564	1,26	648	1,60	0,37	1,60	3362	783	1314	0,79	1259	0,82	1206	0,86	1155	0,82	1105	0,94	1058	0,98	1012	1,02	968	1,07	927	1,12	888	1,17
110	1725	4,46	1360	17,66	1155	15,00	1450	0,45	1544	1,17	1725	1,38	1313	1,38	869	1,44	1590	1,49	677	1,85	0,45	1,85	3346	818	1306	0,96	1254	1,00	1204	1,04	1155	1,00	1108	1,13	1063	1,18	1020	1,23	979	1,28	940	1,33	903	1,39
120	1744	4,42	1349	17,52	1155	15,00	1443	0,54	1549	1,39	1744	1,62	1331	1,62	886	1,68	1616	1,75	704	2,12	0,54	2,12	3330	850	1298	1,15	1249	1,19	1201	1,24	1155	1,19	1111	1,34	1068	1,40	1028	1,45	989	1,51	953	1,56	918	1,62
130	1762	4,37	1339	17,39	1155	15,00	1437	0,64	1555	1,63	1762	1,88	1347	1,88	901	1,94	1640	2,02	729	2,40	0,64	2,40	3314	880	1291	1,36	1244	1,41	1199	1,46	1155	1,41	1113	1,57	1073	1,63	1035	1,69	999	1,75	965	1,81	932	1,88
140	1780	4,32	1329	17,26	1155	15,00	1430	0,74	1560	1,88	1780	2,16	1363	2,15	916	2,21	1664	2,31	752	2,70	0,74	2,70	3298	908	1283	1,58	1239	1,64	1196	1,70	1155	1,64	1116	1,82	1078	1,88	1042	1,95	1008	2,01	976	2,08	945	2,15
150	1798	4,28	1320	17,14	1155	15,00	1423	0,86	1566	2,15	1798	2,46	1378	2,45	930	2,50	1687	2,62	774	3,01	0,86	3,01	3283	934	1276	1,83	1234	1,89	1194	1,95	1155	1,89	1118	2,08	1083	2,15	1049	2,22	1017	2,29	986	2,36	957	2,43
160	1815	4,24	1310	17,02	1155	15,00	1417	0,98	1571	2,44	1815	2,77	1393	2,75	943	2,81	1709	2,94	794	3,34	0,98	3,34	3268	959	1269	2,09	1229	2,16	1191	2,22	1155	2,16	1120	2,37	1087	2,44	1055	2,51	1025	2,59	996	2,66	969	2,74
170	1831	4,21	1301	16,90	1155	15,00	1411	1,11	1576	2,75	1831	3,10	1406	3,08	955	3,13	1729	3,28	812	3,68	1,11	3,68	3254	981	1262	2,37	1225	2,44	1189	2,52	1155	2,44	1122	2,67	1091	2,74	1061	2,82	1033	2,90	1005	2,98	979	3,06
180	1846	4,17	1293	16,79	1155	15,00	1405	1,25	1581	3,07	1846	3,45	1419	3,42	966	3,47	1749	3,64	830	4,04	1,25	4,04	3240	1002	1256	2,67	1221	2,75	1187	2,83	1155	2,75	1124	2,98	1095	3,06	1066	3,15	1040	3,23	1014	3,31	989	3,39
190	1861	4,14	1285	16,68	1155	15,00	1399	1,40	1585	3,41	1861	3,81	1432	3,78	976	3,83	1768	4,01	846	4,42	1,40	4,42	3228	1022	1250	2,99	1217	3,07	1185	3,15	1155	3,07	1126	3,32	1098	3,40	1072	3,49	1046	3,57	1022	3,66	999	3,74
200	1875	4,11	1277	16,59	1155	15,00	1394	1,55	1589	3,77	1875	4,19	1443	4,15	986	4,20	1786	4,40	862	4,81	1,56	4,81	3215	1041	1245	3,33	1213	3,41	1184	3,50	1155	3,41	1128	3,67	1101	3,76	1076	3,85	1052	3,94	1029	4,02	1007	4,11
210	1889	4,08	1270	16,49	1155	15,00	1389	1,72	1593	4,15	1889	4,59	1454	4,55	995	4,59	1803	4,80	876	5,21	1,72	5,21	3204	1058	1239	3,68	1210	3,77	1182	3,86	1155	3,77	1129	4,04	1104	4,14	1081	4,23	1058	4,32	1036	4,41	1015	4,50
220	1902	4,05	1263	16,41	1155	15,00	1384	1,89	1597	4,54	1902	5,00	1464	4,95	1004	4,99	1820	5,22	890	5,64	1,89	5,64	3193	1074	1235	4,06	1207	4,15	1180	4,25	1155	4,15	1131	4,43	1107	4,53	1085	4,62	1063	4,71	1043	4,81	1023	4,90
230	1914	4,02	1257	16,32	1155	15,00	1380	2,08	1601	4,95	1914	5,43	1474	5,38	1012	5,42	1835	5,66	902	6,07	2,08	6,07	3183	1090	1230	4,45	1204	4,55	1179	4,65	1155	4,55	1132	4,84	1110	4,94	1089	5,03	1068	5,13	1049	5,23	1030	5,32
240	1925	4,00	1251	16,25	1155	15,00	1376	2,27	1604	5,38	1925	5,88	1483	5,82	1019	5,86	1850	6,12	914	6,53	2,27	6,53	3173	1104	1226	4,87	1201	4,97	1178	5,07	1155	4,97	1133	5,26	1112	5,36	1092	5,46	1073	5,56	1054	5,66	1036	5,76
250	1936	3,98	1246	16,18	1155	15,00	1372	2,47	1607	5,83	1936	6,34	1492	6,28	1026	6,31	1864	6,59	925	7,00	2,47	7,00	3164	1118	1222	5,30	1199	5,40	1176	5,50	1155	5,40	1134	5,71	1115	5,81	1095	5,91	1077	6,01	1059	6,11	1042	6,21
260	1947	3,96	1241	16,11	1155	15,00	1368	2,68	1610	6,29	1947	6,82	1500	6,76	1032	6,78	1877	7,08	936	7,48	2,68	7,48	3156	1130	1218	5,75	1196	5,85	1175	5,96	1155	5,85	1135	6,17	1117	6,27	1099	6,37	1081	6,48	1064	6,58	1048	6,68
270	1957	3,94	1236	16,05	1155	15,00	1365	2,89	1613	6,78	1957	7,32	1508	7,25	1038	7,28	1890	7,58	946	7,99	2,89	7,99	3148	1142	1215	6,22	1194	6,32	1174	6,43	1155	6,32	1137	6,64	1119	6,75	1101	6,86	1085	6,96	1069	7,07	1053	7,17
280	1966	3,92	1232	15,99	1155	15,00	1362	3,12	1616	7,28	1966	7,83	1515	7,76	1044	7,78	1901	8,10	955	8,51	3,12	8,51	3141	1153	1211	6,70	1192	6,81	1173	6,92	1155	6,81	1137	7,14	1121	7,25	1104	7,36	1088	7,46	1073	7,57	1058	7,68
290	1975	3,90	1227	15,94	1155	15,00	1359	3,35	1618	7,79	1975	8,37	1522	8,29	1049	8,31	1913	8,64	964	9,04	3,35	9,04	3134	1164	1208	7,21	1190	7,32	1172	7,43	1155	7,32	1138	7,65	1122	7,76	1107	7,87	1092	7,98	1077	8,09	1063	8,20
300	1984	3,88	1224	15,89	1155	15,00	1356	3,60	1621	8,33	1984	8,92	1528	8,83	1054	8,85	1924	9,19	972	9,60	3,60	9,60	3128	1174	1206	7,73	1188	7,85	1171	7,96	1155	7,85	1139	8,19	1124	8,30	1109	8,41	1095	8,52	1081	8,63	1067	8,74

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR OPGW 96
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 82
M. elástico, daN/mm²: 12.000
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000140
Carga de rotura, daN: 7.700

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.567
Peso del conductor, daN/m: 0,8660
Peso+Viento, daN/m: 1,2134
Peso+Hielo, daN/m: 1,6082
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1576	4,89	1427	18,54	1155	15,00	1497	0,01	1501	0,04	1576	0,05	1164	0,05	689	0,06	1375	0,06	310	0,14	0,01	0,14	3453	358	1359	0,03	1291	0,03	1223	0,04	1155	0,03	1087	0,04	1020	0,04	953	0,05	886	0,05	820	0,05	754	0,06
30	1585	4,86	1423	18,49	1155	15,00	1494	0,03	1503	0,09	1585	0,11	1174	0,12	707	0,14	1390	0,13	371	0,26	0,03	0,26	3447	428	1356	0,07	1289	0,08	1222	0,08	1155	0,08	1089	0,09	1023	0,10	958	0,10	893	0,11	830	0,12	768	0,13
40	1598	4,82	1418	18,42	1155	15,00	1490	0,06	1506	0,16	1598	0,20	1188	0,21	729	0,24	1410	0,23	426	0,41	0,06	0,41	3438	491	1352	0,13	1286	0,13	1220	0,14	1155	0,13	1091	0,16	1027	0,17	964	0,18	903	0,19	843	0,21	785	0,22
50	1613	4,77	1411	18,33	1155	15,00	1485	0,09	1509	0,25	1613	0,31	1204	0,32	751	0,36	1433	0,35	474	0,57	0,09	0,57	3426	548	1346	0,20	1282	0,21	1218	0,22	1155	0,21	1093	0,25	1032	0,26	972	0,28	914	0,30	858	0,32	803	0,34
60	1629	4,73	1404	18,23	1155	15,00	1480	0,13	1513	0,36	1629	0,44	1221	0,45	774	0,50	1458	0,50	519	0,75	0,13	0,75	3413	599	1340	0,29	1278	0,31	1216	0,32	1155	0,31	1095	0,36	1037	0,38	981	0,40	926	0,42	873	0,45	822	0,47
70	1647	4,68	1395	18,12	1155	15,00	1473	0,18	1517	0,49	1647	0,60	1239	0,61	797	0,67	1484	0,66	559	0,95	0,18	0,95	3399	646	1333	0,40	1273	0,42	1213	0,44	1155	0,42	1098	0,48	1043	0,51	989	0,54	938	0,57	889	0,60	842	0,63
80	1665	4,62	1386	17,99	1155	15,00	1466	0,24	1522	0,64	1665	0,77	1257	0,78	819	0,85	1511	0,85	596	1,16	0,24	1,16	3383	689	1326	0,52	1268	0,55	1211	0,57	1155	0,55	1101	0,63	1049	0,66	998	0,69	950	0,73	904	0,77	860	0,81
90	1684	4,57	1375	17,86	1155	15,00	1459	0,30	1527	0,81	1684	0,97	1275	0,97	840	1,04	1538	1,06	631	1,39	0,30	1,39	3366	728	1318	0,67	1262	0,69	1208	0,73	1155	0,69	1104	0,79	1055	0,83	1007	0,87	962	0,91	919	0,95	878	1,00
100	1703	4,52	1365	17,73	1155	15,00	1451	0,37	1531	1,00	1703	1,18	1293	1,18	859	1,26	1564	1,29	662	1,64	0,37	1,64	3348	764	1310	0,83	1257	0,86	1205	0,90	1155	0,86	1107	0,98	1060	1,02	1016	1,07	973	1,11	933	1,16	895	1,21
110	1722	4,47	1354	17,59	1155	15,00	1444	0,45	1536	1,21	1722	1,41	1310	1,41	877	1,49	1590	1,53	691	1,90	0,45	1,90	3330	798	1302	1,01	1251	1,05	1202	1,09	1155	1,05	1109	1,18	1066	1,23	1024	1,28	984	1,33	947	1,38	911	1,44
120	1740	4,42	1344	17,45	1155	15,00	1436	0,54	1541	1,43	1740	1,66	1327	1,66	894	1,74	1615	1,79	718	2,17	0,54	2,17	3313	829	1294	1,20	1246	1,25	1200	1,30	1155	1,25	1112	1,40	1071	1,46	1032	1,51	995	1,57	960	1,62	926	1,68
130	1758	4,38	1333	17,32	1155	15,00	1428	0,64	1545	1,68	1758	1,93	1342	1,93	910	2,01	1639	2,07	743	2,46	0,64	2,46	3295	858	1286	1,42	1241	1,47	1197	1,53	1155	1,47	1115	1,64	1076	1,70	1040	1,76	1005	1,82	972	1,88	940	1,95
140	1776	4,34	1323	17,18	1155	15,00	1421	0,75	1550	1,94	1776	2,22	1358	2,21	925	2,29	1662	2,37	766	2,77	0,75	2,77	3278	885	1279	1,66	1236	1,72	1194	1,78	1155	1,72	1117	1,90	1081	1,96	1047	2,03	1014	2,09	983	2,16	953	2,23
150	1792	4,30	1313	17,05	1155	15,00	1414	0,86	1554	2,22	1792	2,52	1372	2,51	939	2,60	1684	2,69	788	3,09	0,86	3,09	3261	909	1271	1,92	1231	1,98	1192	2,04	1155	1,98	1120	2,18	1086	2,24	1053	2,31	1023	2,38	993	2,45	965	2,52
160	1808	4,26	1304	16,93	1155	15,00	1407	0,99	1558	2,52	1808	2,85	1386	2,83	952	2,91	1705	3,02	808	3,43	0,99	3,43	3245	933	1264	2,19	1226	2,26	1190	2,33	1155	2,26	1122	2,47	1090	2,54	1060	2,62	1031	2,69	1003	2,76	977	2,84
170	1824	4,22	1295	16,81	1155	15,00	1400	1,12	1562	2,83	1824	3,19	1398	3,17	964	3,25	1725	3,37	826	3,79	1,12	3,79	3230	954	1257	2,49	1222	2,56	1188	2,63	1155	2,56	1124	2,78	1094	2,86	1065	2,94	1038	3,02	1012	3,09	987	3,17
180	1838	4,19	1286	16,70	1155	15,00	1394	1,26	1566	3,17	1838	3,54	1410	3,52	975	3,60	1744	3,74	844	4,16	1,26	4,16	3215	974	1251	2,80	1218	2,88	1186	2,96	1155	2,88	1126	3,12	1098	3,20	1071	3,28	1045	3,36	1020	3,44	997	3,52
190	1852	4,16	1278	16,60	1155	15,00	1388	1,41	1569	3,52	1852	3,92	1422	3,89	985	3,97	1762	4,12	860	4,55	1,41	4,55	3202	993	1245	3,14	1214	3,22	1184	3,30	1155	3,22	1127	3,47	1101	3,55	1076	3,63	1051	3,72	1028	3,80	1006	3,89
200	1865	4,13	1271	16,50	1155	15,00	1382	1,57	1573	3,90	1865	4,31	1432	4,28	994	4,36	1779	4,52	875	4,95	1,57	4,95	3189	1010	1240	3,49	1210	3,58	1182	3,66	1155	3,58	1129	3,84	1104	3,92	1080	4,01	1057	4,10	1036	4,18	1015	4,27
210	1878	4,10	1263	16,41	1155	15,00	1377	1,73	1576	4,29	1878	4,72	1443	4,68	1003	4,76	1796	4,94	889	5,37	1,74	5,37	3177	1027	1235	3,87	1207	3,96	1180	4,05	1155	3,96	1131	4,22	1107	4,31	1085	4,40	1063	4,49	1042	4,58	1022	4,67
220	1890	4,07	1257	16,32	1155	15,00	1372	1,91	1579	4,70	1890	5,15	1452	5,11	1012	5,18	1811	5,38	902	5,81	1,91	5,81	3165	1042	1230	4,26	1204	4,35	1179	4,45	1155	4,35	1132	4,63	1110	4,72	1089	4,82	1068	4,91	1049	5,00	1030	5,09
230	1901	4,05	1251	16,24	1155	15,00	1368	2,10	1581	5,13	1901	5,60	1461	5,55	1019	5,62	1826	5,83	915	6,27	2,10	6,27	3155	1056	1225	4,68	1201	4,77	1178	4,87	1155	4,77	1133	5,06	1112	5,15	1092	5,25	1073	5,34	1054	5,44	1036	5,53
240	1912	4,03	1245	16,17	1155	15,00	1363	2,29	1584	5,57	1912	6,06	1469	6,01	1026	6,08	1839	6,30	926	6,74	2,29	6,74	3145	1070	1221	5,11	1198	5,21	1176	5,30	1155	5,21	1135	5,50	1115	5,60	1096	5,69	1077	5,79	1060	5,89	1043	5,98
250	1922	4,01	1240	16,10	1155	15,00	1359	2,49	1587	6,04	1922	6,54	1477	6,49	1033	6,56	1852	6,79	937	7,23	2,49	7,23	3136	1082	1218	5,56	1196	5,66	1175	5,76	1155	5,66	1136	5,96	1117	6,06	1099	6,16	1082	6,26	1065	6,36	1049	6,46
260	1931	3,99	1235	16,04	1155	15,00	1356	2,70	1589	6,52	1931	7,04	1484	6,98	1039	7,05	1865	7,29	948	7,73	2,70	7,73	3127	1094	1214	6,03	1194	6,14	1174	6,24	1155	6,14	1137	6,44	1119	6,54	1102	6,65	1085	6,75	1070	6,85	1054	6,95
270	1941	3,97	1231	15,98	1155	15,00	1352	2,92	1591	7,02	1941	7,56	1491	7,49	1045	7,56	1877	7,82	957	8,25	2,92	8,25	3119	1105	1211	6,52	1191	6,63	1173	6,73	1155	6,63	1138	6,94	1121	7,05	1105	7,15	1089	7,25	1074	7,36	1059	7,46
280	1949	3,95	1226	15,93	1155	15,00	1349	3,15	1593	7,54	1949	8,09	1498	8,02	1050	8,09	1888	8,36	966	8,80	3,15	8,80	3112	1116	1208	7,03	1189	7,14	1172	7,25	1155	7,14	1139	7,46	1123	7,57	1107	7,67	1092	7,78	1078	7,88	1064	7,98
290	1957	3,93	1222	15,88	1155	15,00	1346	3,39	1595	8,08	1957	8,65	1504	8,57	1056	8,64	1898	8,92	975	9,35	3,39	9,35	3105	1125	1205	7,56	1188	7,67	1171	7,78	1155	7,67	1139	8,00	1124	8,11	1110	8,21	1096	8,32	1082	8,42	1068	8,53
300	1965	3,92	1219	15,83	1155	15,00	1343	3,63	1597	8,64	1965	9,22	1510	9,14	1060	9,20	1908	9,49	983	9,93	3,63	9,93	3098	1135	1202	8,11	1186	8,22	1170	8,33	1155	8,22	1140	8,55	1126	8,66	1112	8,77	1098	8,88	1085	8,99	1073	9,09

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR ADSS 48
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 35
M. elástico, daN/mm²: 8.983
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000320
Carga de rotura, daN: 3.000

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.000
Peso del conductor, daN/m: 0,2090
Peso+Viento, daN/m: 0,8753
Peso+Hielo, daN/m: 0,9512
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	709	4,23	600	20,00	400	13,32	653	0,03	659	0,07	709	0,07	422	0,11	81	0,13	564	0,08	26	0,40	0,01	0,40	3351	126	550	0,02	500	0,02	450	0,02	400	0,02	350	0,03	300	0,03	251	0,04	203	0,05	156	0,07	114	0,09
30	720	4,17	600	20,00	401	13,35	655	0,07	670	0,15	720	0,15	445	0,23	98	0,24	580	0,18	39	0,61	0,03	0,61	3350	185	550	0,04	500	0,05	450	0,05	401	0,05	351	0,07	302	0,08	254	0,09	208	0,11	165	0,14	127	0,18
40	733	4,09	600	20,00	402	13,40	659	0,13	683	0,26	733	0,26	471	0,38	114	0,37	600	0,32	51	0,83	0,06	0,83	3349	242	550	0,08	501	0,08	451	0,09	402	0,08	353	0,12	305	0,14	259	0,16	215	0,19	175	0,24	141	0,30
50	749	4,00	600	20,00	404	13,45	664	0,20	700	0,40	749	0,40	499	0,56	129	0,51	622	0,48	62	1,05	0,09	1,05	3347	297	550	0,12	501	0,13	452	0,14	404	0,13	356	0,18	309	0,21	264	0,25	222	0,29	185	0,35	154	0,43
60	767	3,91	600	20,00	406	13,52	669	0,29	717	0,56	767	0,56	528	0,76	142	0,66	646	0,66	73	1,29	0,13	1,29	3345	350	551	0,17	502	0,19	453	0,21	406	0,19	359	0,26	313	0,30	270	0,35	231	0,41	195	0,48	166	0,57
70	787	3,81	600	20,00	408	13,60	675	0,39	737	0,74	787	0,74	556	0,98	155	0,82	671	0,87	84	1,52	0,18	1,52	3342	402	551	0,23	503	0,25	455	0,28	408	0,25	362	0,35	318	0,40	277	0,46	239	0,54	206	0,62	178	0,72
80	807	3,72	600	20,00	410	13,68	682	0,51	757	0,94	807	0,94	584	1,22	167	1,00	696	1,09	94	1,77	0,24	1,77	3339	452	552	0,30	504	0,33	456	0,37	410	0,33	366	0,46	323	0,52	283	0,59	247	0,68	216	0,78	189	0,88
90	828	3,62	600	20,00	413	13,77	689	0,64	777	1,16	828	1,16	611	1,48	179	1,18	721	1,34	105	2,02	0,30	2,02	3336	501	552	0,38	505	0,42	458	0,46	413	0,42	370	0,57	328	0,64	290	0,73	256	0,83	226	0,94	200	1,06
100	849	3,53	600	20,00	416	13,87	697	0,78	798	1,40	849	1,40	638	1,75	190	1,38	746	1,59	115	2,28	0,38	2,28	3333	548	553	0,47	506	0,52	460	0,57	416	0,52	374	0,70	334	0,78	297	0,88	264	0,99	235	1,11	210	1,24
110	871	3,45	600	20,00	419	13,97	705	0,93	819	1,65	871	1,65	665	2,03	200	1,58	771	1,87	124	2,55	0,45	2,55	3329	594	553	0,57	507	0,62	462	0,68	419	0,62	378	0,84	339	0,93	304	1,04	272	1,16	244	1,29	220	1,43
120	892	3,36	600	20,00	422	14,07	713	1,09	840	1,91	892	1,92	690	2,33	210	1,79	796	2,15	134	2,82	0,54	2,82	3324	639	554	0,68	508	0,74	464	0,81	422	0,74	382	0,98	345	1,09	310	1,21	280	1,34	253	1,49	230	1,64
130	914	3,28	600	20,00	425	14,18	722	1,27	861	2,19	914	2,20	715	2,63	220	2,01	820	2,45	143	3,10	0,64	3,10	3320	683	554	0,80	510	0,87	467	0,95	425	0,87	386	1,14	350	1,26	317	1,39	288	1,54	262	1,69	239	1,85
140	935	3,21	600	20,00	429	14,29	730	1,45	882	2,48	935	2,49	740	2,95	229	2,24	844	2,76	152	3,38	0,74	3,38	3315	725	555	0,92	511	1,00	469	1,09	429	1,00	391	1,31	356	1,44	324	1,58	295	1,74	270	1,90	248	2,06
150	956	3,14	600	20,00	432	14,40	739	1,65	902	2,78	956	2,80	764	3,28	238	2,47	868	3,08	160	3,67	0,85	3,67	3310	767	556	1,06	513	1,15	471	1,25	432	1,15	395	1,49	361	1,63	330	1,78	303	1,94	278	2,11	257	2,29
160	977	3,07	600	20,00	435	14,51	748	1,85	923	3,09	977	3,12	788	3,62	247	2,71	891	3,42	169	3,97	0,97	3,97	3304	807	556	1,20	514	1,30	474	1,41	435	1,30	400	1,67	367	1,83	337	1,99	310	2,16	286	2,34	265	2,53
170	998	3,01	600	20,00	439	14,63	757	2,07	943	3,42	998	3,44	811	3,98	255	2,96	914	3,76	177	4,27	1,10	4,27	3299	847	557	1,36	516	1,46	476	1,59	439	1,46	404	1,87	372	2,03	343	2,20	317	2,39	293	2,57	273	2,77
180	1000	3,00	572	19,07	420	13,98	743	2,36	944	3,83	1000	3,85	818	4,42	253	3,35	919	4,19	180	4,70	1,29	4,70	3152	863	531	1,59	492	1,72	454	1,86	420	1,72	387	2,19	358	2,36	332	2,55	308	2,75	287	2,95	269	3,15
190	1000	3,00	542	18,06	400	13,32	728	2,69	944	4,26	1000	4,30	824	4,89	250	3,78	923	4,65	183	5,16	1,51	5,16	2991	876	503	1,88	466	2,02	432	2,19	400	2,02	371	2,55	344	2,74	321	2,94	299	3,15	281	3,36	264	3,57
200	1000	3,00	512	17,08	381	12,71	714	3,04	943	4,73	1000	4,76	829	5,38	247	4,23	927	5,14	185	5,64	1,77	5,64	2830	887	476	2,20	442	2,37	410	2,55	381	2,37	355	2,94	332	3,15	311	3,37	292	3,58	275	3,80	260	4,02
210	1000	3,00	484	16,14	365	12,17	700	3,41	943	5,21	1000	5,25	835	5,89	245	4,71	930	5,64	188	6,15	2,06	6,15	2671	898	451	2,56	420	2,75	391	2,95	365	2,75	342	3,37	321	3,60	302	3,82	285	4,04	270	4,27	257	4,49
220	1000	3,00	458	15,26	350	11,68	687	3,82	943	5,72	1000	5,76	839	6,43	243	5,21	934	6,17	190	6,67	2,40	6,67	2518	908	427	2,96	399	3,17	373	3,39	350	3,17	329	3,84	311	4,07	294	4,30	279	4,53	266	4,76	254	4,99
230	1000	3,00	434	14,45	337	11,24	675	4,25	943	6,26	1000	6,30	844	6,99	241	5,74	937	6,72	192	7,22	2,79	7,22	2373	917	406	3,41	381	3,63	358	3,86	337	3,63	319	4,34	302	4,58	287	4,81	274	5,05	262	5,28	251	5,52
240	1000	3,00	411	13,71	326	10,86	664	4,70	942	6,82	1000	6,86	848	7,57	239	6,30	940	7,30	193	7,80	3,22	7,80	2239	925	387	3,89	364	4,13	344	4,37	326	4,13	309	4,87	295	5,11	281	5,35	269	5,59	258	5,83	248	6,07
250	1000	3,00	392	13,06	316	10,53	653	5,19	942	7,40	1000	7,44	852	8,18	238	6,87	942	7,90	195	8,39	3,69	8,39	2116	932	370	4,42	350	4,67	332	4,92	316	4,67	301	5,42	288	5,67	276	5,92	265	6,16	255	6,40	246	6,64
260	1000	3,00	374	12,48	307	10,24	643	5,69	942	8,01	1000	8,05	856	8,81	236	7,48	945	8,52	196	9,01	4,22	9,01	2005	939	355	4,98	337	5,24	322	5,50	307	5,24	294	6,01	282	6,26	271	6,51	261	6,76	252	7,00	244	7,24
270	1000	3,00	359	11,97	299	9,98	635	6,23	942	8,64	1000	8,68	860	9,46	235	8,10	947	9,16	198	9,65	4,78	9,65	1907	946	342	5,57	326	5,84	312	6,10	299	5,84	288	6,62	277	6,88	267	7,13	258	7,38	250	7,63	242	7,87
280	1000	3,00	346	11,52	293	9,76	626	6,78	941	9,29	1000	9,34	863	10,13	234	8,75	950	9,83	199	10,32	5,38	10,32	1821	952	331	6,20	317	6,47	304	6,74	293	6,47	282	7,27	273	7,52	264	7,78	255	8,03	248	8,27	241	8,52
290	1000	3,00	334	11,13	287	9,56	619	7,37	941	9,97	1000	10,01	867	10,83	233	9,43	952	10,52	200	11,01	6,03	11,01	1746	957	321	6,86	308	7,13	297	7,40	287	7,13	277	7,93	268	8,19	260	8,45	253	8,70	246	8,95	239	9,19
300	1000	3,00	324	10,79	281	9,38	612	7,97	941	10,67	1000	10,72	870	11,55	232	10,13	954	11,24	201	11,72	6,70	11,72	1680	962	312	7,55	301	7,82	291	8,09	281	7,82	273	8,63	265	8,89	257	9,14	251	9,40	244	9,64	238	9,89

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR ADSS 96
ZONA B

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 35
M. elástico, daN/mm²: 8.983
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000320
Carga de rotura, daN: 3.000

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.000
Peso del conductor, daN/m: 0,2440
Peso+Viento, daN/m: 0,8843
Peso+Hielo, daN/m: 0,9862
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-10ºC+1/2V		-10ºC+V		-15ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	710	4,23	600	20,00	400	13,33	652	0,03	659	0,07	710	0,07	422	0,11	87	0,14	565	0,09	30	0,40	0,02	0,40	2870	125	550	0,02	500	0,02	450	0,03	400	0,02	350	0,03	301	0,04	252	0,05	204	0,06	159	0,08	118	0,10
30	721	4,16	600	20,00	401	13,37	655	0,07	670	0,15	721	0,15	445	0,23	107	0,26	582	0,19	45	0,62	0,04	0,62	2869	183	550	0,05	500	0,05	451	0,06	401	0,05	352	0,08	304	0,09	257	0,11	211	0,13	170	0,16	134	0,20
40	735	4,08	600	20,00	403	13,43	659	0,13	683	0,26	735	0,27	472	0,38	124	0,39	602	0,33	58	0,84	0,07	0,84	2868	239	550	0,09	501	0,10	452	0,11	403	0,10	355	0,14	308	0,16	263	0,19	220	0,22	182	0,27	149	0,33
50	752	3,99	600	20,00	405	13,51	663	0,20	699	0,40	752	0,41	500	0,56	140	0,54	626	0,49	71	1,07	0,11	1,07	2865	293	551	0,14	502	0,15	453	0,17	405	0,15	358	0,21	313	0,24	269	0,28	229	0,33	194	0,39	164	0,46
60	770	3,90	600	20,00	408	13,60	669	0,29	717	0,57	770	0,58	528	0,77	155	0,71	650	0,68	84	1,31	0,16	1,31	2863	345	551	0,20	503	0,22	455	0,24	408	0,22	362	0,30	318	0,35	277	0,40	239	0,46	206	0,53	178	0,62
70	790	3,80	600	20,00	411	13,69	675	0,39	736	0,75	790	0,76	556	0,99	169	0,88	676	0,89	96	1,55	0,21	1,55	2860	395	552	0,27	504	0,30	457	0,33	411	0,30	366	0,41	324	0,46	284	0,53	249	0,60	217	0,69	191	0,78
80	811	3,70	600	20,00	414	13,80	681	0,51	755	0,95	811	0,97	584	1,23	183	1,07	702	1,12	108	1,81	0,28	1,81	2857	443	552	0,35	505	0,39	459	0,43	414	0,39	371	0,53	330	0,59	292	0,67	258	0,76	229	0,85	204	0,96
90	832	3,61	600	20,00	417	13,92	688	0,64	776	1,18	832	1,20	611	1,49	195	1,27	727	1,37	119	2,07	0,35	2,07	2853	490	553	0,45	506	0,49	461	0,54	417	0,49	376	0,66	336	0,73	300	0,82	268	0,92	240	1,03	215	1,15
100	854	3,51	600	20,00	421	14,04	696	0,78	796	1,41	854	1,44	638	1,76	207	1,47	753	1,64	131	2,34	0,44	2,34	2849	535	553	0,55	508	0,60	464	0,66	421	0,60	381	0,80	343	0,89	308	0,99	277	1,10	250	1,22	227	1,34
110	876	3,43	600	20,00	425	14,16	703	0,93	817	1,67	876	1,70	664	2,05	218	1,69	778	1,92	141	2,61	0,53	2,61	2844	579	554	0,67	510	0,72	466	0,79	425	0,72	386	0,96	349	1,06	316	1,17	286	1,29	260	1,42	238	1,55
120	897	3,34	600	20,00	429	14,29	711	1,10	837	1,94	897	1,98	689	2,35	229	1,92	803	2,21	152	2,90	0,63	2,90	2839	622	555	0,79	511	0,86	469	0,94	429	0,86	391	1,12	356	1,23	324	1,36	295	1,49	270	1,63	248	1,77
130	919	3,26	600	20,00	433	14,42	719	1,27	858	2,22	919	2,27	714	2,66	240	2,15	828	2,52	162	3,19	0,75	3,19	2834	663	556	0,93	513	1,01	472	1,09	433	1,01	396	1,30	362	1,42	331	1,56	304	1,70	279	1,85	258	2,00
140	940	3,19	600	20,00	437	14,55	728	1,46	878	2,51	940	2,57	738	2,99	250	2,40	852	2,84	172	3,49	0,87	3,49	2829	703	557	1,07	515	1,16	475	1,26	437	1,16	401	1,49	368	1,62	339	1,77	312	1,92	288	2,07	268	2,23
150	962	3,12	600	20,00	440	14,68	736	1,66	898	2,82	962	2,89	762	3,33	259	2,65	875	3,17	181	3,79	1,00	3,79	2823	742	557	1,23	516	1,33	477	1,44	440	1,33	406	1,69	375	1,83	346	1,98	320	2,14	297	2,31	277	2,48
160	983	3,05	600	20,00	444	14,81	744	1,86	918	3,14	983	3,21	785	3,67	268	2,91	898	3,52	190	4,11	1,14	4,11	2817	780	558	1,40	518	1,51	480	1,63	444	1,51	411	1,90	381	2,05	353	2,21	328	2,38	306	2,56	286	2,73
170	1000	3,00	595	19,83	444	14,81	749	2,09	934	3,49	1000	3,56	804	4,05	275	3,20	918	3,88	198	4,45	1,30	4,45	2789	813	554	1,59	515	1,71	479	1,84	444	1,71	412	2,14	383	2,30	356	2,47	333	2,65	311	2,83	292	3,02
180	1000	3,00	566	18,85	425	14,17	732	2,40	932	3,91	1000	4,00	810	4,51	273	3,62	922	4,34	202	4,90	1,53	4,90	2654	827	527	1,87	491	2,01	457	2,16	425	2,01	396	2,50	370	2,67	346	2,86	324	3,05	305	3,24	288	3,43
190	1000	3,00	537	17,90	408	13,59	717	2,73	931	4,36	1000	4,45	815	4,99	271	4,07	926	4,81	205	5,38	1,79	5,38	2519	840	501	2,20	468	2,36	436	2,52	408	2,36	381	2,89	358	3,08	336	3,28	317	3,47	300	3,67	284	3,87
200	1000	3,00	510	16,99	392	13,06	703	3,08	930	4,84	1000	4,93	820	5,49	269	4,54	929	5,31	208	5,88	2,10	5,88	2387	851	477	2,56	446	2,74	418	2,92	392	2,74	368	3,31	347	3,52	328	3,72	311	3,93	295	4,14	281	4,34
210	1000	3,00	484	16,14	378	12,59	689	3,47	930	5,34	1000	5,44	825	6,02	267	5,04	933	5,83	210	6,41	2,44	6,41	2260	862	454	2,96	426	3,16	401	3,36	378	3,16	357	3,77	338	3,99	320	4,20	305	4,41	291	4,63	278	4,84
220	1000	3,00	461	15,36	365	12,17	676	3,88	929	5,87	1000	5,97	829	6,58	265	5,57	936	6,38	213	6,95	2,83	6,95	2139	871	433	3,41	408	3,62	386	3,83	365	3,62	346	4,27	329	4,49	314	4,71	300	4,92	287	5,14	276	5,36
230	1000	3,00	439	14,64	354	11,79	664	4,32	928	6,42	1000	6,53	833	7,15	264	6,12	939	6,95	215	7,52	3,26	7,52	2027	880	415	3,89	393	4,11	372	4,34	354	4,11	337	4,79	322	5,02	308	5,24	296	5,46	284	5,68	274	5,90
240	1000	3,00	420	14,00	344	11,47	653	4,78	927	7,00	1000	7,11	837	7,75	263	6,69	942	7,55	217	8,12	3,74	8,12	1925	888	398	4,41	379	4,64	360	4,88	344	4,64	329	5,34	315	5,57	303	5,80	292	6,03	281	6,25	272	6,47
250	1000	3,00	403	13,44	335	11,18	643	5,27	926	7,60	1000	7,71	841	8,38	262	7,29	945	8,17	219	8,74	4,26	8,74	1833	896	384	4,97	366	5,21	350	5,45	335	5,21	322	5,93	310	6,16	298	6,39	288	6,62	279	6,85	270	7,07
260	1000	3,00	388	12,94	328	10,93	634	5,78	926	8,23	1000	8,34	844	9,03	261	7,92	947	8,81	220	9,38	4,83	9,38	1752	902	371	5,56	355	5,81	341	6,05	328	5,81	316	6,54	305	6,78	294	7,01	285	7,24	276	7,47	268	7,70
270	1000	3,00	375	12,50	321	10,70	625	6,32	925	8,88	1000	9,00	847	9,70	260	8,57	950	9,48	222	10,05	5,43	10,05	1680	909	360	6,19	346	6,44	333	6,69	321	6,44	310	7,18	300	7,42	291	7,65	282	7,89	274	8,12	267	8,35
280	1000	3,00	363	12,12	315	10,50	617	6,88	925	9,56	1000	9,68	850	10,39	259	9,25	952	10,17	223	10,74	6,07	10,74	1616	915	350	6,84	337	7,09	326	7,35	315	7,09	305	7,84	296	8,08	288	8,32	280	8,56	272	8,79	265	9,02
290	1000	3,00	353	11,78	310	10,33	610	7,47	924	10,26	1000	10,38	853	11,11	258	9,95	954	10,88	224	11,45	6,74	11,45	1561	920	341	7,53	330	7,78	320	8,04	310	7,78	301	8,53	293	8,78	285	9,02	277	9,26	271	9,49	264	9,72
300	1000	3,00	344	11,48	305	10,17	603	8,09	923	10,99	1000	11,11	856	11,86	258	10,68	956	11,62	226	12,19	7,45	12,19	1512	925	334	8,24	323	8,50	314	8,75	305	8,50	297	9,25	289	9,50	282	9,74	275	9,98	269	10,22	263	10,45

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-56
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.943
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,000019
Carga de rotura, daN: 1.629

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 543
Peso del conductor, daN/m: 0,1854
Peso+Viento, daN/m: 0,5966
Peso+Hielo, daN/m: 1,2921
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	497	3,28	326	20,00	167	10,23	545	0,03	421	0,07	497	0,13	215	0,14	38	0,24	370	0,17	24	0,39	0,02	0,39	2421	127	285	0,03	245	0,04	205	0,05	167	0,06	131	0,07	100	0,09	76	0,12	60	0,15	50	0,19	43	0,22
30	538	3,03	326	20,00	173	10,65	548	0,06	435	0,16	538	0,27	250	0,27	54	0,38	428	0,34	35	0,60	0,05	0,60	2414	188	286	0,07	247	0,08	209	0,10	173	0,12	141	0,15	115	0,18	94	0,22	79	0,26	68	0,31	60	0,35
40	543	3,00	269	16,50	140	8,60	401	0,14	403	0,30	543	0,48	254	0,48	62	0,60	451	0,57	43	0,86	0,10	0,86	2081	233	232	0,16	198	0,19	167	0,22	140	0,26	119	0,31	102	0,36	89	0,41	80	0,46	72	0,51	66	0,56
50	543	3,00	201	12,36	115	7,05	335	0,27	368	0,51	543	0,74	254	0,75	66	0,88	467	0,86	50	1,17	0,19	1,17	1639	267	173	0,33	150	0,39	130	0,44	115	0,50	103	0,56	93	0,62	86	0,68	79	0,73	74	0,78	70	0,83
60	543	3,00	150	9,20	102	6,23	276	0,47	340	0,80	543	1,07	255	1,07	69	1,22	480	1,21	55	1,53	0,38	1,53	1190	295	134	0,62	121	0,69	110	0,76	102	0,82	94	0,88	88	0,94	83	1,00	79	1,06	75	1,11	72	1,16
70	543	3,00	122	7,49	94	5,79	233	0,76	320	1,16	543	1,46	255	1,46	71	1,61	490	1,61	59	1,94	0,71	1,94	864	316	113	1,00	106	1,07	100	1,14	94	1,21	90	1,27	85	1,33	82	1,39	79	1,45	76	1,50	73	1,55
80	543	3,00	108	6,60	90	5,52	207	1,12	305	1,59	543	1,91	255	1,91	72	2,06	499	2,07	62	2,41	1,12	2,41	715	333	102	1,45	98	1,52	94	1,59	90	1,65	87	1,71	84	1,77	81	1,83	78	1,89	76	1,95	74	2,00
90	543	3,00	99	6,10	87	5,35	190	1,54	295	2,09	543	2,41	255	2,41	73	2,57	505	2,59	64	2,93	1,54	2,93	658	346	96	1,96	93	2,03	90	2,09	87	2,16	85	2,22	82	2,28	80	2,34	78	2,40	77	2,46	75	2,51
100	543	3,00	94	5,79	85	5,23	180	2,01	287	2,65	543	2,98	255	2,98	74	3,14	511	3,17	66	3,51	2,01	3,51	621	357	92	2,53	89	2,59	87	2,66	85	2,72	83	2,78	82	2,85	80	2,91	78	2,96	77	3,02	75	3,08
110	543	3,00	91	5,58	84	5,15	172	2,54	281	3,27	543	3,60	255	3,61	75	3,76	515	3,80	68	4,14	2,54	4,14	596	366	89	3,16	87	3,22	85	3,29	84	3,35	82	3,41	81	3,47	80	3,53	78	3,59	77	3,65	76	3,71
120	543	3,00	88	5,43	83	5,09	167	3,11	277	3,95	543	4,29	255	4,29	75	4,45	519	4,49	69	4,83	3,12	4,83	578	373	87	3,84	86	3,91	84	3,97	83	4,03	82	4,10	80	4,16	79	4,22	78	4,28	77	4,34	76	4,39
130	543	3,00	87	5,32	82	5,04	163	3,74	274	4,69	543	5,04	255	5,04	76	5,20	522	5,24	70	5,59	3,74	5,59	565	379	85	4,59	84	4,65	83	4,72	82	4,78	81	4,84	80	4,90	79	4,96	78	5,02	77	5,08	76	5,14
140	543	3,00	85	5,24	81	5,00	160	4,42	271	5,50	543	5,84	255	5,85	76	6,01	524	6,05	71	6,40	4,42	6,40	555	384	84	5,40	83	5,46	82	5,52	81	5,59	81	5,65	80	5,71	79	5,77	78	5,83	77	5,89	77	5,95
150	543	3,00	84	5,17	81	4,97	158	5,15	269	6,36	543	6,71	255	6,71	76	6,87	526	6,93	72	7,27	5,15	7,27	547	388	83	6,27	83	6,33	82	6,39	81	6,45	80	6,52	80	6,58	79	6,64	78	6,70	77	6,76	77	6,82
160	543	3,00	83	5,12	81	4,95	156	5,93	267	7,29	543	7,64	255	7,64	76	7,80	528	7,86	73	8,20	5,93	8,20	540	391	83	7,19	82	7,26	81	7,32	81	7,38	80	7,44	79	7,50	79	7,56	78	7,62	77	7,68	77	7,74
170	543	3,00	83	5,08	80	4,93	155	6,76	266	8,27	543	8,63	255	8,63	76	8,79	530	8,85	73	9,19	6,76	9,19	535	394	82	8,18	82	8,24	81	8,31	80	8,37	80	8,43	79	8,49	79	8,55	78	8,61	78	8,67	77	8,73
180	543	3,00	82	5,05	80	4,91	154	7,64	265	9,32	543	9,67	255	9,68	77	9,84	531	9,90	74	10,25	7,64	10,25	531	397	82	9,23	81	9,29	81	9,35	80	9,42	80	9,48	79	9,54	79	9,60	78	9,66	78	9,72	77	9,78
190	543	3,00	82	5,02	80	4,90	153	8,57	264	10,43	543	10,78	255	10,79	77	10,95	532	11,01	74	11,36	8,58	11,36	528	399	81	10,34	81	10,40	80	10,46	80	10,53	79	10,59	79	10,65	78	10,71	78	10,77	78	10,83	77	10,89
200	543	3,00	81	4,99	80	4,89	152	9,55	263	11,60	543	11,95	255	11,96	77	12,12	533	12,18	74	12,53	9,56	12,53	525	401	81	11,51	80	11,57	80	11,63	80	11,70	79	11,76	79	11,82	78	11,88	78	11,94	78	12,00	77	12,06
210	543	3,00	81	4,97	79	4,88	151	10,59	262	12,83	543	13,19	255	13,19	77	13,35	534	13,41	75	13,77	10,59	13,77	522	403	81	12,74	80	12,80	80	12,87	79	12,93	79	12,99	79	13,05	78	13,11	78	13,17	78	13,23	77	13,29
220	543	3,00	81	4,96	79	4,87	150	11,67	262	14,12	543	14,48	255	14,48	77	14,65	535	14,71	75	15,06	11,68	15,06	520	404	80	14,03	80	14,10	80	14,16	79	14,22	79	14,28	79	14,34	78	14,40	78	14,46	78	14,53	77	14,59
230	543	3,00	80	4,94	79	4,86	150	12,81	261	15,47	543	15,83	255	15,84	77	16,00	535	16,07	75	16,42	12,81	16,42	518	405	80	15,39	80	15,45	80	15,51	79	15,57	79	15,64	79	15,70	78	15,76	78	15,82	78	15,88	77	15,94
240	543	3,00	80	4,93	79	4,86	149	13,99	260	16,89	543	17,25	255	17,25	77	17,42	536	17,48	75	17,84	14,00	17,84	516	407	80	16,80	80	16,87	79	16,93	79	16,99	79	17,05	79	17,11	78	17,17	78	17,24	78	17,30	77	17,36
250	543	3,00	80	4,92	79	4,85	149	15,23	260	18,37	543	18,73	255	18,73	77	18,90	536	18,96	76	19,32	15,24	19,32	515	408	80	18,28	80	18,34	79	18,41	79	18,47	79	18,53	78	18,59	78	18,65	78	18,71	78	18,78	77	18,84
260	543	3,00	80	4,91	79	4,85	149	16,52	260	19,91	543	20,27	255	20,27	77	20,44	537	20,50	76	20,86	16,53	20,86	514	409	80	19,82	79	19,88	79	19,95	79	20,01	79	20,07	78	20,13	78	20,19	78	20,25	78	20,32	78	20,38
270	543	3,00	80	4,90	79	4,84	148	17,86	259	21,51	543	21,87	255	21,87	77	22,04	537	22,11	76	22,46	17,88	22,46	513	409	80	21,42	79	21,49	79	21,55	79	21,61	79	21,67	78	21,73	78	21,80	78	21,86	78	21,92	78	21,98
280	543	3,00	80	4,89	79	4,84	148	19,26	259	23,17	543	23,54	255	23,54	77	23,71	538	23,77	76	24,13	19,27	24,13	512	410	79	23,09	79	23,15	79	23,21	79	23,27	79	23,34	78	23,40	78	23,46	78	23,52	78	23,58	78	23,65
290	543	3,00	80	4,88	79	4,83	148	20,70	259	24,90	543	25,26	255	25,27	77	25,44	538	25,50	76	25,86	20,72	25,86	511	411	79	24,81	79	24,88	79	24,94	79	25,00	79	25,06	78	25,13	78	25,19	78	25,25	78	25,31	78	25,37
300	543	3,00	79	4,87	79	4,83	148	22,20	259	26,69	543	27,06	255	27,06	77	27,23	538	27,30	76	27,65	22,22	27,65	510	411	79	26,61	79	26,67	79	26,73	79	26,79	79	26,86	78	26,92	78	26,98	78	27,04	78	27,10	78	27,17

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-110
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,00
Sección, mm²: 116,2
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 4.317

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.439
Peso del conductor, daN/m: 0,4241
Peso+Viento, daN/m: 0,9410
Peso+Hielo, daN/m: 1,7711
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1146	3,77	863	20,00	537	12,43	1440	0,01	1039	0,05	1146	0,08	571	0,08	125	0,17	845	0,10	63	0,34	0,01	0,34	3364	149	781	0,03	699	0,03	617	0,03	537	0,04	457	0,05	380	0,06	307	0,07	242	0,09	189	0,11	151	0,14
30	1183	3,65	863	20,00	544	12,59	1442	0,03	1050	0,10	1183	0,17	609	0,18	167	0,29	906	0,22	93	0,52	0,03	0,52	3368	218	782	0,06	701	0,07	622	0,08	544	0,09	468	0,10	396	0,12	331	0,14	274	0,17	228	0,21	193	0,25
40	1228	3,52	863	20,00	552	12,80	1444	0,06	1065	0,18	1228	0,29	650	0,29	204	0,42	972	0,36	121	0,70	0,06	0,70	3373	285	783	0,11	705	0,12	627	0,14	552	0,15	481	0,18	415	0,20	355	0,24	304	0,28	263	0,32	230	0,37
50	1277	3,38	863	20,00	563	13,03	1447	0,09	1082	0,28	1277	0,43	693	0,43	237	0,56	1039	0,53	148	0,90	0,09	0,90	3380	348	785	0,17	708	0,19	634	0,21	563	0,24	495	0,27	434	0,31	379	0,35	333	0,40	294	0,45	262	0,51
60	1328	3,25	863	20,00	574	13,29	1451	0,13	1101	0,39	1328	0,60	734	0,59	267	0,71	1106	0,72	173	1,10	0,13	1,10	3389	408	787	0,24	713	0,27	641	0,30	574	0,33	511	0,37	453	0,42	403	0,47	359	0,53	323	0,59	293	0,65
70	1381	3,13	863	20,00	585	13,55	1455	0,18	1122	0,52	1381	0,79	775	0,76	296	0,88	1171	0,93	198	1,31	0,18	1,31	3398	466	789	0,33	718	0,36	649	0,40	585	0,44	526	0,49	472	0,55	425	0,61	384	0,68	350	0,74	320	0,81
80	1433	3,01	863	20,00	597	13,82	1460	0,23	1144	0,67	1433	0,99	814	0,94	322	1,06	1234	1,15	221	1,53	0,23	1,53	3409	522	792	0,43	723	0,47	657	0,52	597	0,57	541	0,63	491	0,69	446	0,76	408	0,83	374	0,91	346	0,98
90	1439	3,00	800	18,54	560	12,97	1063	0,41	1111	0,87	1439	1,25	814	1,19	327	1,31	1256	1,43	236	1,82	0,41	1,82	2482	556	734	0,59	671	0,64	613	0,70	560	0,77	512	0,84	470	0,91	433	0,99	400	1,07	372	1,15	348	1,23
100	1439	3,00	731	16,93	523	12,12	993	0,54	1074	1,11	1439	1,54	810	1,48	330	1,61	1272	1,74	247	2,14	0,54	2,14	2318	583	672	0,79	617	0,86	568	0,93	523	1,01	483	1,10	449	1,18	418	1,27	391	1,35	368	1,44	348	1,53
110	1439	3,00	667	15,44	493	11,41	925	0,70	1040	1,39	1439	1,86	806	1,79	332	1,94	1286	2,08	257	2,49	0,70	2,49	2161	607	616	1,04	570	1,13	529	1,21	493	1,30	460	1,39	432	1,49	407	1,58	384	1,67	365	1,76	347	1,85
120	1439	3,00	611	14,15	468	10,84	863	0,89	1009	1,70	1439	2,22	802	2,14	333	2,29	1299	2,46	266	2,87	0,89	2,87	2015	628	569	1,34	531	1,44	498	1,53	468	1,63	442	1,73	418	1,83	397	1,92	379	2,02	362	2,11	347	2,20
130	1439	3,00	564	13,07	449	10,39	808	1,12	982	2,06	1439	2,60	800	2,53	335	2,68	1311	2,86	274	3,27	1,12	3,27	1887	646	530	1,69	500	1,79	473	1,90	449	2,00	427	2,10	407	2,20	390	2,30	374	2,40	360	2,49	347	2,59
140	1439	3,00	527	12,21	433	10,03	761	1,38	958	2,44	1439	3,02	797	2,94	336	3,10	1321	3,29	281	3,71	1,38	3,71	1778	661	500	2,08	475	2,19	453	2,29	433	2,40	415	2,51	399	2,61	384	2,71	370	2,81	358	2,91	346	3,00
150	1439	3,00	498	11,53	421	9,74	722	1,67	938	2,87	1439	3,46	795	3,38	337	3,54	1331	3,75	286	4,17	1,67	4,17	1686	675	476	2,51	456	2,62	437	2,73	421	2,84	405	2,94	392	3,05	379	3,15	367	3,25	356	3,35	346	3,45
160	1439	3,00	475	11,00	411	9,51	690	1,99	920	3,32	1439	3,94	793	3,86	338	4,02	1339	4,24	292	4,66	1,99	4,66	1611	687	457	2,97	440	3,09	425	3,20	411	3,31	398	3,42	386	3,52	375	3,62	364	3,73	355	3,83	346	3,93
170	1439	3,00	456	10,57	402	9,32	663	2,33	905	3,82	1439	4,45	792	4,36	338	4,53	1347	4,75	296	5,18	2,33	5,18	1549	698	441	3,47	427	3,59	414	3,70	402	3,81	391	3,92	381	4,03	371	4,13	362	4,23	354	4,33	346	4,43
180	1439	3,00	442	10,23	396	9,16	641	2,70	892	4,34	1439	4,99	790	4,90	339	5,07	1354	5,30	300	5,73	2,70	5,73	1498	708	429	4,01	417	4,12	406	4,23	396	4,35	386	4,45	377	4,56	368	4,67	360	4,77	353	4,87	346	4,97
190	1439	3,00	430	9,95	390	9,03	623	3,10	881	4,90	1439	5,56	789	5,47	339	5,64	1360	5,88	304	6,31	3,10	6,31	1456	716	419	4,57	409	4,69	399	4,80	390	4,91	382	5,02	374	5,13	366	5,23	359	5,34	352	5,44	346	5,54
200	1439	3,00	420	9,72	385	8,92	608	3,52	871	5,49	1439	6,16	788	6,07	340	6,25	1366	6,49	307	6,92	3,52	6,92	1421	724	410	5,17	402	5,29	393	5,40	385	5,51	378	5,62	371	5,73	364	5,83	357	5,94	351	6,04	346	6,15
210	1439	3,00	412	9,53	381	8,83	596	3,96	862	6,11	1439	6,79	787	6,70	340	6,88	1371	7,13	310	7,56	3,96	7,56	1391	730	403	5,80	396	5,92	388	6,03	381	6,14	375	6,25	368	6,36	362	6,47	356	6,57	351	6,67	345	6,78
220	1439	3,00	405	9,37	378	8,75	585	4,43	855	6,77	1439	7,46	786	7,36	341	7,54	1376	7,80	312	8,23	4,43	8,23	1366	736	397	6,46	391	6,58	384	6,69	378	6,80	372	6,91	366	7,02	361	7,13	355	7,23	350	7,34	345	7,44
230	1439	3,00	399	9,24	375	8,68	576	4,92	848	7,46	1439	8,15	785	8,06	341	8,24	1380	8,50	315	8,93	4,92	8,93	1344	742	392	7,16	386	7,27	380	7,38	375	7,49	369	7,60	364	7,71	359	7,82	354	7,93	350	8,03	345	8,14
240	1439	3,00	394	9,12	372	8,62	568	5,43	843	8,18	1439	8,88	785	8,78	341	8,96	1384	9,23	317	9,66	5,43	9,66	1326	747	388	7,88	383	7,99	377	8,11	372	8,22	367	8,33	363	8,44	358	8,54	354	8,65	349	8,76	345	8,86
250	1439	3,00	389	9,02	370	8,57	561	5,97	837	8,93	1439	9,63	784	9,54	342	9,72	1387	10,00	319	10,42	5,97	10,42	1310	751	384	8,64	379	8,75	375	8,86	370	8,97	365	9,08	361	9,19	357	9,30	353	9,41	349	9,51	345	9,62
260	1439	3,00	386	8,93	368	8,52	555	6,52	833	9,71	1439	10,42	784	10,33	342	10,51	1390	10,79	320	11,22	6,52	11,22	1296	755	381	9,42	376	9,54	372	9,65	368	9,76	364	9,87	360	9,98	356	10,09	352	10,19	349	10,30	345	10,41
270	1439	3,00	382	8,86	366	8,48	550	7,10	829	10,53	1439	11,24	783	11,14	342	11,33	1393	11,61	322	12,04	7,10	12,04	1284	759	378	10,24	374	10,35	370	10,47	366	10,58	362	10,69	359	10,80	355	10,91	352	11,01	348	11,12	345	11,22
280	1439	3,00	379	8,79	365	8,44	545	7,70	825	11,37	1439	12,09	783	11,99	342	12,18	1396	12,47	323	12,89	7,71	12,89	1273	762	376	11,09	372	11,20	368	11,32	365	11,43	361	11,54	358	11,65	354	11,75	351	11,86	348	11,97	345	12,07
290	1439	3,00	377	8,73	363	8,41	541	8,33	822	12,25	1439	12,97	782	12,87	342	13,06	1398	13,35	325	13,78	8,33	13,78	1264	765	373	11,97	370	12,08	366	12,20	363	12,31	360	12,42	357	12,53	354	12,64	351	12,74	348	12,85	345	12,96
300	1439	3,00	375	8,68	362	8,38	537	8,97	819	13,16	1439	13,89	782	13,79	342	13,97	1401	14,27	326	14,70	8,97	14,70	1255	768	371	12,88	368	13,00	365	13,11	362	13,22	359	13,33	356	13,44	353	13,55	350	13,66	348	13,76	345	13,87

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-180
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,50
Sección, mm²: 181,6
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 6.494

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.165
Peso del conductor, daN/m: 0,6627
Peso+Viento, daN/m: 1,0977
Peso+Hielo, daN/m: 2,1687
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1721	3,77	1299	20,00	790	12,16	2166	0,01	1565	0,04	1721	0,06	818	0,07	183	0,18	1237	0,09	97	0,34	0,01	0,34	4856	146	1170	0,03	1042	0,03	915	0,04	790	0,04	667	0,05	548	0,06	438	0,08	343	0,10	270	0,12	218	0,15
30	1758	3,69	1299	20,00	802	12,35	2167	0,02	1572	0,08	1758	0,14	857	0,15	248	0,30	1306	0,19	142	0,53	0,02	0,53	4859	214	1172	0,06	1047	0,07	923	0,08	802	0,09	686	0,11	577	0,13	479	0,16	397	0,19	332	0,22	284	0,26
40	1804	3,60	1299	20,00	818	12,59	2169	0,04	1581	0,14	1804	0,24	901	0,25	305	0,44	1383	0,31	185	0,72	0,04	0,72	4862	279	1174	0,11	1052	0,13	933	0,14	818	0,16	709	0,19	609	0,22	521	0,25	447	0,30	388	0,34	341	0,39
50	1857	3,50	1299	20,00	835	12,86	2171	0,06	1593	0,22	1857	0,37	948	0,37	356	0,58	1463	0,46	226	0,92	0,06	0,92	4868	341	1177	0,18	1059	0,20	944	0,22	835	0,25	734	0,28	642	0,32	561	0,37	494	0,42	438	0,47	393	0,53
60	1913	3,39	1299	20,00	854	13,15	2174	0,09	1607	0,31	1913	0,51	995	0,50	403	0,74	1544	0,63	266	1,12	0,09	1,12	4874	401	1181	0,25	1066	0,28	957	0,31	854	0,35	759	0,39	674	0,44	600	0,50	536	0,56	484	0,62	440	0,68
70	1972	3,29	1299	20,00	873	13,44	2177	0,13	1621	0,42	1972	0,67	1041	0,65	447	0,91	1623	0,82	303	1,34	0,13	1,34	4881	458	1185	0,34	1075	0,38	970	0,42	873	0,46	784	0,52	705	0,58	636	0,64	576	0,70	526	0,77	483	0,84
80	2031	3,20	1299	20,00	892	13,74	2180	0,16	1637	0,54	2031	0,85	1086	0,82	487	1,09	1701	1,02	340	1,56	0,16	1,56	4889	513	1189	0,45	1083	0,49	984	0,54	892	0,59	809	0,66	735	0,72	669	0,79	613	0,87	564	0,94	523	1,01
90	2091	3,11	1299	20,00	911	14,03	2184	0,21	1653	0,68	2091	1,05	1128	1,00	525	1,28	1776	1,24	375	1,79	0,21	1,79	4898	565	1193	0,56	1092	0,61	998	0,67	911	0,74	833	0,81	763	0,88	701	0,96	647	1,04	601	1,12	560	1,20
100	2150	3,02	1299	20,00	930	14,32	2189	0,25	1670	0,83	2150	1,26	1170	1,19	561	1,48	1848	1,47	408	2,03	0,25	2,03	4907	615	1197	0,69	1101	0,75	1012	0,82	930	0,89	856	0,97	789	1,05	731	1,13	679	1,22	634	1,31	595	1,39
110	2165	3,00	1245	19,16	908	13,98	1607	0,42	1636	1,03	2165	1,52	1175	1,43	577	1,74	1883	1,74	432	2,32	0,42	2,32	3604	651	1150	0,87	1062	0,94	982	1,02	908	1,10	842	1,19	783	1,28	731	1,37	685	1,46	645	1,56	609	1,65
120	2165	3,00	1174	18,08	876	13,50	1525	0,53	1586	1,26	2165	1,80	1168	1,71	586	2,04	1903	2,05	451	2,65	0,53	2,65	3420	680	1090	1,10	1011	1,18	940	1,27	876	1,36	819	1,46	768	1,55	723	1,65	682	1,75	646	1,85	615	1,94
130	2165	3,00	1109	17,08	849	13,08	1446	0,65	1539	1,53	2165	2,12	1162	2,02	594	2,36	1922	2,38	468	3,00	0,65	3,00	3243	706	1035	1,35	966	1,45	905	1,55	849	1,65	799	1,75	755	1,85	715	1,96	680	2,06	648	2,16	620	2,26
140	2165	3,00	1051	16,19	826	12,72	1372	0,80	1496	1,82	2165	2,46	1157	2,35	601	2,71	1939	2,74	483	3,36	0,80	3,36	3076	729	986	1,65	927	1,75	874	1,86	826	1,97	783	2,07	744	2,18	709	2,29	678	2,40	650	2,50	624	2,60
150	2165	3,00	1001	15,41	806	12,41	1304	0,96	1457	2,15	2165	2,82	1153	2,71	606	3,08	1955	3,12	497	3,75	0,96	3,75	2924	750	945	1,97	894	2,09	848	2,20	806	2,31	769	2,43	735	2,54	704	2,65	676	2,76	651	2,87	628	2,97
160	2165	3,00	957	14,74	789	12,16	1244	1,15	1422	2,50	2165	3,21	1149	3,10	611	3,47	1970	3,53	509	4,17	1,15	4,17	2789	768	909	2,33	865	2,45	825	2,57	789	2,69	757	2,80	727	2,92	700	3,03	675	3,15	652	3,26	631	3,36
170	2165	3,00	921	14,18	775	11,94	1191	1,35	1391	2,89	2165	3,62	1145	3,51	616	3,89	1983	3,95	521	4,60	1,35	4,60	2670	785	879	2,72	841	2,85	807	2,97	775	3,09	746	3,21	720	3,33	696	3,44	673	3,56	653	3,67	634	3,78
180	2165	3,00	890	13,70	763	11,75	1145	1,58	1364	3,30	2165	4,06	1142	3,94	620	4,33	1995	4,41	531	5,06	1,58	5,06	2568	801	854	3,14	821	3,27	791	3,40	763	3,52	738	3,64	714	3,76	692	3,88	672	4,00	654	4,11	636	4,22
190	2165	3,00	864	13,30	753	11,59	1106	1,82	1340	3,74	2165	4,52	1139	4,40	623	4,80	2006	4,88	540	5,55	1,82	5,55	2480	815	832	3,59	804	3,72	777	3,85	753	3,98	730	4,10	709	4,22	690	4,34	671	4,46	654	4,57	638	4,69
200	2165	3,00	841	12,96	744	11,45	1072	2,08	1319	4,21	2165	5,01	1137	4,89	626	5,29	2017	5,38	548	6,05	2,08	6,05	2404	827	814	4,07	789	4,20	766	4,33	744	4,46	724	4,58	705	4,71	687	4,83	670	4,95	655	5,06	640	5,18
210	2165	3,00	823	12,67	736	11,34	1044	2,36	1300	4,71	2165	5,53	1135	5,40	629	5,81	2026	5,91	556	6,58	2,36	6,58	2340	839	799	4,58	776	4,71	756	4,84	736	4,97	718	5,09	701	5,22	685	5,34	670	5,46	655	5,58	642	5,70
220	2165	3,00	807	12,42	729	11,23	1019	2,65	1284	5,24	2165	6,07	1133	5,94	632	6,36	2035	6,46	563	7,13	2,65	7,13	2284	849	785	5,11	766	5,24	747	5,37	729	5,50	713	5,63	698	5,75	683	5,88	669	6,00	656	6,12	643	6,24
230	2165	3,00	793	12,21	724	11,14	998	2,96	1270	5,79	2165	6,63	1131	6,50	634	6,92	2043	7,03	569	7,71	2,96	7,71	2237	859	774	5,67	756	5,80	739	5,93	724	6,06	709	6,19	695	6,32	681	6,44	668	6,56	656	6,68	645	6,80
240	2165	3,00	781	12,03	719	11,06	979	3,28	1257	6,37	2165	7,22	1129	7,09	636	7,52	2050	7,63	575	8,31	3,28	8,31	2195	867	764	6,25	748	6,39	733	6,52	719	6,65	705	6,78	692	6,90	680	7,03	668	7,15	657	7,28	646	7,40
250	2165	3,00	771	11,87	714	10,99	963	3,62	1245	6,98	2165	7,84	1128	7,71	638	8,13	2057	8,25	580	8,94	3,62	8,94	2160	875	755	6,86	741	7,00	727	7,13	714	7,26	702	7,39	690	7,52	678	7,64	667	7,77	657	7,89	647	8,01
260	2165	3,00	762	11,73	710	10,93	949	3,97	1235	7,61	2165	8,48	1127	8,34	639	8,78	2063	8,90	585	9,59	3,97	9,59	2128	883	748	7,50	735	7,63	722	7,77	710	7,90	699	8,03	688	8,16	677	8,28	667	8,41	657	8,53	648	8,65
270	2165	3,00	754	11,60	706	10,88	937	4,34	1226	8,27	2165	9,14	1126	9,01	641	9,44	2068	9,57	589	10,26	4,34	10,26	2101	889	741	8,16	729	8,30	717	8,43	706	8,56	696	8,69	686	8,82	676	8,95	667	9,07	658	9,20	649	9,32
280	2165	3,00	746	11,50	703	10,83	926	4,72	1218	8,95	2165	9,83	1125	9,70	642	10,14	2074	10,27	594	10,96	4,72	10,96	2076	896	735	8,85	724	8,98	713	9,12	703	9,25	693	9,38	684	9,51	675	9,64	666	9,76	658	9,89	650	10,01
290	2165	3,00	740	11,40	700	10,79	916	5,12	1210	9,66	2165	10,55	1124	10,41	643	10,85	2079	10,99	597	11,69	5,12	11,69	2055	901	730	9,56	720	9,70	710	9,83	700	9,96	691	10,09	683	10,22	674	10,35	666	10,48	658	10,61	650	10,73
300	2165	3,00	735	11,31	698	10,75	908	5,53	1204	10,40	2165	11,29	1123	11,16	644	11,60	2083	11,74	601	12,44	5,53	12,44	2035	907	725	10,30	716	10,44	707	10,57	698	10,70	689	10,83	681	10,96	673	11,09	666	11,22	658	11,35	651	11,47

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LA-280
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 21,80
Sección, mm²: 281,1
M. elástico, daN/mm²: 7.551
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000189
Carga de rotura, daN: 8.489

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.830
Peso del conductor, daN/m: 0,9573
Peso+Viento, daN/m: 1,4507
Peso+Hielo, daN/m: 2,6382
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	2334	3,64	1698	20,00	922	10,86	2831	0,01	2105	0,03	2334	0,06	966	0,08	211	0,23	1584	0,08	126	0,38	0,01	0,38	5096	131	1500	0,03	1304	0,04	1111	0,04	922	0,05	742	0,06	580	0,08	446	0,11	349	0,14	284	0,17	241	0,20
30	2373	3,58	1698	20,00	951	11,20	2833	0,02	2112	0,08	2373	0,13	1031	0,16	296	0,36	1670	0,18	185	0,58	0,02	0,58	5099	194	1504	0,07	1314	0,08	1128	0,10	951	0,11	787	0,14	645	0,17	529	0,20	442	0,24	378	0,28	331	0,33
40	2422	3,50	1698	20,00	984	11,60	2835	0,04	2122	0,14	2422	0,22	1101	0,27	374	0,51	1767	0,30	243	0,79	0,04	0,79	5103	254	1509	0,13	1325	0,14	1149	0,17	984	0,19	836	0,23	708	0,27	604	0,32	523	0,37	460	0,42	412	0,47
50	2480	3,42	1698	20,00	1020	12,01	2838	0,06	2133	0,21	2480	0,33	1172	0,39	445	0,67	1868	0,44	298	1,00	0,06	1,00	5108	311	1515	0,20	1339	0,22	1173	0,26	1020	0,29	884	0,34	768	0,39	672	0,45	595	0,50	534	0,56	485	0,62
60	2541	3,34	1698	20,00	1056	12,44	2842	0,09	2146	0,31	2541	0,47	1240	0,53	510	0,84	1968	0,60	351	1,23	0,09	1,23	5115	367	1522	0,28	1354	0,32	1198	0,36	1056	0,41	931	0,46	823	0,52	734	0,59	661	0,65	600	0,72	551	0,78
70	2606	3,26	1698	20,00	1091	12,85	2846	0,12	2161	0,42	2606	0,62	1305	0,69	571	1,03	2066	0,78	402	1,46	0,12	1,46	5122	420	1529	0,38	1370	0,43	1224	0,48	1091	0,54	975	0,60	875	0,67	791	0,74	720	0,81	662	0,89	613	0,96
80	2672	3,18	1698	20,00	1125	13,25	2850	0,16	2176	0,54	2672	0,79	1367	0,86	628	1,22	2161	0,98	452	1,70	0,16	1,70	5130	472	1537	0,50	1387	0,55	1249	0,61	1125	0,68	1017	0,75	923	0,83	843	0,91	776	0,99	718	1,07	669	1,14
90	2737	3,10	1698	20,00	1158	13,64	2855	0,20	2192	0,68	2737	0,98	1426	1,04	681	1,42	2252	1,19	499	1,94	0,20	1,94	5139	521	1545	0,63	1403	0,69	1273	0,76	1158	0,84	1056	0,92	968	1,00	892	1,09	826	1,17	771	1,26	722	1,34
100	2802	3,03	1698	20,00	1188	14,00	2861	0,24	2208	0,83	2802	1,18	1481	1,24	730	1,64	2340	1,41	544	2,20	0,24	2,20	5149	568	1552	0,77	1418	0,84	1297	0,92	1188	1,01	1093	1,10	1009	1,19	937	1,28	874	1,37	819	1,46	772	1,55
110	2830	3,00	1656	19,50	1189	14,01	2176	0,39	2182	1,02	2830	1,41	1508	1,47	765	1,89	2395	1,67	582	2,49	0,39	2,49	3917	608	1521	0,95	1398	1,04	1288	1,12	1189	1,22	1102	1,31	1026	1,41	959	1,51	901	1,61	850	1,70	805	1,80
120	2830	3,00	1585	18,67	1170	13,79	2082	0,48	2127	1,24	2830	1,68	1514	1,74	789	2,18	2426	1,96	613	2,81	0,48	2,81	3748	641	1464	1,18	1355	1,27	1257	1,37	1170	1,47	1094	1,58	1026	1,68	966	1,78	914	1,89	867	1,99	826	2,09
130	2830	3,00	1521	17,92	1154	13,60	1992	0,59	2076	1,49	2830	1,97	1519	2,04	810	2,50	2455	2,27	642	3,15	0,59	3,15	3585	671	1414	1,43	1317	1,54	1231	1,64	1154	1,75	1086	1,86	1026	1,97	973	2,08	925	2,19	882	2,29	844	2,40
140	2830	3,00	1463	17,24	1140	13,43	1907	0,71	2028	1,77	2830	2,29	1524	2,36	829	2,83	2481	2,61	668	3,51	0,71	3,51	3432	698	1369	1,71	1284	1,83	1208	1,94	1140	2,06	1080	2,17	1026	2,29	978	2,40	935	2,51	896	2,62	861	2,73
150	2830	3,00	1412	16,64	1128	13,29	1829	0,85	1985	2,08	2830	2,62	1528	2,70	845	3,19	2505	2,96	692	3,89	0,85	3,89	3292	723	1329	2,03	1255	2,15	1188	2,27	1128	2,39	1075	2,51	1026	2,62	983	2,74	943	2,86	907	2,97	875	3,08
160	2830	3,00	1368	16,12	1118	13,17	1759	1,01	1946	2,41	2830	2,98	1532	3,06	860	3,57	2527	3,34	714	4,29	1,01	4,29	3165	746	1296	2,37	1230	2,49	1171	2,62	1118	2,74	1070	2,86	1026	2,99	987	3,11	951	3,22	918	3,34	888	3,45
170	2830	3,00	1330	15,67	1109	13,06	1696	1,18	1912	2,77	2830	3,37	1536	3,45	873	3,96	2547	3,74	735	4,71	1,18	4,71	3053	767	1266	2,73	1209	2,86	1156	2,99	1109	3,12	1066	3,25	1026	3,37	990	3,49	957	3,61	927	3,73	899	3,85
180	2830	3,00	1297	15,28	1101	12,97	1642	1,37	1881	3,16	2830	3,78	1539	3,86	885	4,39	2566	4,17	753	5,15	1,37	5,15	2955	787	1241	3,13	1190	3,26	1144	3,39	1101	3,52	1062	3,65	1026	3,78	994	3,90	963	4,03	935	4,15	909	4,27
190	2830	3,00	1269	14,95	1094	12,89	1594	1,57	1853	3,57	2830	4,21	1541	4,30	895	4,83	2583	4,61	771	5,61	1,57	5,61	2869	805	1220	3,54	1174	3,68	1132	3,82	1094	3,95	1059	4,08	1026	4,21	996	4,34	968	4,46	942	4,59	918	4,71
200	2830	3,00	1245	14,66	1088	12,82	1553	1,79	1829	4,01	2830	4,67	1544	4,75	905	5,29	2599	5,08	786	6,10	1,79	6,10	2795	821	1201	3,99	1160	4,13	1123	4,27	1088	4,40	1056	4,54	1026	4,67	999	4,80	973	4,92	949	5,05	926	5,17
210	2830	3,00	1224	14,42	1083	12,76	1517	2,02	1807	4,48	2830	5,14	1546	5,23	914	5,78	2613	5,57	801	6,60	2,02	6,60	2730	837	1185	4,46	1148	4,60	1114	4,74	1083	4,88	1054	5,01	1026	5,15	1001	5,28	977	5,41	955	5,53	934	5,66
220	2830	3,00	1206	14,20	1078	12,70	1485	2,26	1788	4,97	2830	5,65	1548	5,74	921	6,29	2626	6,08	814	7,12	2,26	7,12	2674	851	1170	4,95	1138	5,10	1107	5,24	1078	5,38	1052	5,51	1027	5,65	1003	5,78	981	5,91	960	6,04	940	6,17
230	2830	3,00	1190	14,02	1074	12,65	1458	2,52	1771	5,48	2830	6,17	1550	6,26	928	6,83	2638	6,62	827	7,67	2,52	7,67	2625	863	1158	5,47	1128	5,62	1100	5,76	1074	5,90	1050	6,04	1027	6,17	1005	6,31	984	6,44	965	6,57	946	6,70
240	2830	3,00	1176	13,85	1071	12,61	1434	2,79	1756	6,02	2830	6,72	1551	6,81	935	7,38	2650	7,18	838	8,24	2,79	8,24	2582	875	1147	6,01	1120	6,16	1095	6,30	1071	6,44	1048	6,58	1027	6,72	1006	6,86	987	6,99	969	7,12	951	7,25
250	2830	3,00	1164	13,71	1067	12,57	1414	3,07	1742	6,58	2830	7,29	1553	7,39	941	7,96	2660	7,76	849	8,83	3,07	8,83	2544	886	1138	6,58	1113	6,73	1089	6,87	1067	7,01	1046	7,15	1027	7,29	1008	7,43	990	7,57	973	7,70	956	7,83
260	2830	3,00	1153	13,58	1064	12,54	1395	3,37	1730	7,17	2830	7,89	1554	7,98	946	8,56	2670	8,36	858	9,44	3,37	9,44	2511	897	1129	7,17	1106	7,32	1085	7,46	1064	7,61	1045	7,75	1027	7,89	1009	8,03	992	8,16	976	8,30	961	8,43
270	2830	3,00	1143	13,47	1062	12,51	1379	3,67	1719	7,78	2830	8,51	1555	8,61	951	9,19	2678	8,99	867	10,08	3,67	10,08	2482	906	1121	7,79	1101	7,94	1081	8,08	1062	8,23	1044	8,37	1027	8,51	1010	8,65	994	8,79	979	8,92	965	9,05
280	2830	3,00	1135	13,37	1059	12,48	1365	3,99	1709	8,42	2830	9,15	1556	9,25	955	9,84	2687	9,64	876	10,73	3,99	10,73	2456	915	1115	8,43	1095	8,58	1077	8,72	1059	8,87	1043	9,01	1027	9,15	1011	9,29	996	9,43	982	9,57	969	9,70
290	2830	3,00	1127	13,28	1057	12,46	1352	4,32	1700	9,08	2830	9,82	1557	9,92	960	10,51	2694	10,31	884	11,41	4,32	11,41	2433	923	1109	9,09	1091	9,24	1074	9,39	1057	9,53	1042	9,68	1027	9,82	1012	9,96	998	10,10	985	10,24	972	10,37
300	2830	3,00	1120	13,20	1055	12,43	1340	4,67	1692	9,77	2830	10,51	1558	10,61	963	11,20	2701	11,01	891	12,12	4,67	12,12	2412	931	1103	9,78	1087	9,93	1071	10,07	1055	10,22	1041	10,36	1027	10,51	1013	10,65	1000	10,79	987	10,93	975	11,06

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR DA-56
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.943
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000191
Carga de rotura, daN: 2.237

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 746
Peso del conductor, daN/m: 0,1850
Peso+Viento, daN/m: 0,5964
Peso+Hielo, daN/m: 1,2915
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																			
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	604	3,71	447	20,00	284	12,68	747	0,02	538	0,06	604	0,11	308	0,10	60	0,15	461	0,14	28	0,34	0,02	0,34	3088	149	406	0,02	365	0,03	324	0,03	284	0,03	243	0,04	204	0,05	165	0,06	130	0,07	99	0,09	75	0,12
30	636	3,52	447	20,00	286	12,77	748	0,04	547	0,12	636	0,23	333	0,21	79	0,26	508	0,29	40	0,52	0,04	0,52	3085	218	407	0,05	366	0,06	326	0,06	286	0,07	247	0,08	209	0,10	173	0,12	141	0,15	114	0,18	94	0,22
40	673	3,32	447	20,00	289	12,90	750	0,08	559	0,22	673	0,38	359	0,34	95	0,39	557	0,46	53	0,70	0,06	0,70	3081	285	407	0,09	367	0,10	327	0,11	289	0,13	251	0,15	215	0,17	182	0,20	153	0,24	129	0,29	110	0,34
50	712	3,14	447	20,00	292	13,06	752	0,12	573	0,33	712	0,57	386	0,49	111	0,52	605	0,67	65	0,90	0,10	0,90	3075	349	408	0,14	368	0,16	330	0,18	292	0,20	256	0,23	222	0,26	192	0,30	165	0,35	143	0,40	125	0,46
60	746	3,00	438	19,57	287	12,85	574	0,23	580	0,47	746	0,78	406	0,67	121	0,69	645	0,90	75	1,11	0,15	1,11	3015	406	399	0,21	361	0,23	323	0,26	287	0,29	254	0,33	223	0,37	195	0,43	171	0,49	151	0,55	135	0,62
70	746	3,00	377	16,85	242	10,81	519	0,34	547	0,68	746	1,06	397	0,94	118	0,96	657	1,21	80	1,41	0,23	1,41	2663	434	340	0,33	305	0,37	272	0,42	242	0,47	214	0,53	191	0,59	170	0,67	153	0,74	139	0,81	128	0,89
80	746	3,00	314	14,06	204	9,11	462	0,50	517	0,94	746	1,39	389	1,25	115	1,28	667	1,55	84	1,75	0,35	1,75	2276	456	283	0,52	253	0,58	227	0,65	204	0,73	184	0,80	167	0,88	153	0,97	141	1,05	131	1,13	123	1,21
90	746	3,00	258	11,52	177	7,90	409	0,71	490	1,25	746	1,75	383	1,60	114	1,65	676	1,94	88	2,14	0,54	2,14	1881	474	233	0,80	211	0,89	193	0,97	177	1,06	163	1,15	152	1,24	142	1,32	133	1,41	126	1,49	119	1,57
100	746	3,00	214	9,57	159	7,10	364	0,99	467	1,62	746	2,17	378	2,01	112	2,06	683	2,36	90	2,56	0,82	2,56	1522	489	197	1,17	182	1,27	170	1,36	159	1,46	149	1,55	141	1,64	134	1,73	128	1,81	122	1,90	117	1,98
110	746	3,00	185	8,26	147	6,56	328	1,33	448	2,05	746	2,62	374	2,45	111	2,51	690	2,83	93	3,02	1,21	3,02	1246	501	173	1,62	163	1,71	154	1,81	147	1,91	140	2,00	134	2,09	128	2,18	124	2,26	119	2,35	115	2,43
120	746	3,00	166	7,40	139	6,19	302	1,73	433	2,52	746	3,12	371	2,95	111	3,01	696	3,34	94	3,53	1,70	3,53	1061	510	158	2,11	151	2,21	144	2,31	139	2,40	133	2,50	129	2,59	125	2,67	121	2,76	117	2,85	114	2,93
130	746	3,00	153	6,83	133	5,93	282	2,17	421	3,04	746	3,66	368	3,48	110	3,55	701	3,90	96	4,08	2,17	4,08	975	518	147	2,66	142	2,76	137	2,85	133	2,95	129	3,04	125	3,13	122	3,22	118	3,30	115	3,39	113	3,47
140	746	3,00	144	6,43	128	5,74	267	2,65	412	3,62	746	4,25	366	4,07	110	4,14	705	4,49	97	4,67	2,65	4,67	924	525	140	3,25	136	3,35	132	3,44	128	3,53	125	3,62	122	3,71	119	3,80	117	3,89	114	3,97	112	4,05
150	746	3,00	137	6,15	125	5,59	256	3,18	404	4,23	746	4,88	364	4,69	109	4,76	709	5,13	98	5,31	3,18	5,31	885	531	134	3,88	131	3,98	128	4,07	125	4,16	122	4,25	120	4,34	118	4,43	115	4,51	113	4,60	111	4,68
160	746	3,00	133	5,93	122	5,48	247	3,74	397	4,90	746	5,55	363	5,36	109	5,44	712	5,81	99	5,98	3,74	5,98	855	536	130	4,56	127	4,66	125	4,75	122	4,84	120	4,93	118	5,02	116	5,10	114	5,19	112	5,27	111	5,35
170	746	3,00	129	5,76	120	5,38	241	4,34	392	5,61	746	6,27	361	6,08	109	6,15	715	6,54	100	6,70	4,35	6,70	832	540	127	5,28	124	5,37	122	5,47	120	5,56	119	5,64	117	5,73	115	5,82	113	5,90	112	5,99	110	6,07
180	746	3,00	126	5,63	119	5,31	235	4,98	387	6,36	746	7,03	360	6,84	109	6,91	718	7,30	101	7,47	4,99	7,47	813	544	124	6,05	122	6,14	120	6,23	119	6,32	117	6,41	116	6,49	114	6,58	113	6,66	111	6,75	110	6,83
190	746	3,00	124	5,53	117	5,25	231	5,66	383	7,16	746	7,83	359	7,64	108	7,72	720	8,11	101	8,27	5,66	8,27	798	547	122	6,85	120	6,94	119	7,03	117	7,12	116	7,21	115	7,30	113	7,38	112	7,47	111	7,55	110	7,64
200	746	3,00	122	5,44	116	5,20	227	6,37	380	8,00	746	8,68	358	8,48	108	8,57	722	8,96	102	9,13	6,38	9,13	785	549	120	7,70	119	7,79	118	7,88	116	7,97	115	8,06	114	8,14	113	8,23	111	8,32	110	8,40	109	8,48
210	746	3,00	120	5,37	115	5,15	224	7,12	377	8,89	746	9,57	358	9,38	108	9,46	724	9,86	102	10,02	7,13	10,02	775	552	119	8,60	118	8,69	116	8,78	115	8,86	114	8,95	113	9,04	112	9,12	111	9,21	110	9,29	109	9,38
220	746	3,00	119	5,31	114	5,12	221	7,91	375	9,83	746	10,51	357	10,31	108	10,39	726	10,80	102	10,96	7,92	10,96	766	554	118	9,54	117	9,62	116	9,71	114	9,80	113	9,89	113	9,97	112	10,06	111	10,14	110	10,23	109	10,31
230	746	3,00	118	5,26	114	5,09	219	8,73	373	10,80	746	11,49	357	11,29	108	11,37	727	11,79	103	11,94	8,74	11,94	758	556	117	10,52	116	10,61	115	10,69	114	10,78	113	10,87	112	10,95	111	11,04	110	11,12	109	11,21	109	11,29
240	746	3,00	117	5,21	113	5,06	217	9,60	371	11,82	746	12,52	356	12,31	108	12,40	729	12,81	103	12,97	9,60	12,97	751	557	116	11,54	115	11,63	114	11,72	113	11,81	112	11,89	112	11,98	111	12,06	110	12,15	109	12,23	109	12,32
250	746	3,00	116	5,17	113	5,03	216	10,49	369	12,89	746	13,59	356	13,38	108	13,47	730	13,88	103	14,04	10,50	14,04	746	559	115	12,61	114	12,70	113	12,79	113	12,87	112	12,96	111	13,05	110	13,13	110	13,22	109	13,30	108	13,38
260	746	3,00	115	5,14	112	5,01	214	11,43	368	14,00	746	14,70	355	14,49	108	14,58	731	15,00	104	15,15	11,44	15,15	741	560	114	13,73	114	13,81	113	13,90	112	13,99	111	14,07	111	14,16	110	14,24	110	14,33	109	14,41	108	14,50
270	746	3,00	114	5,11	112	5,00	213	12,40	366	15,16	746	15,86	355	15,65	108	15,74	732	16,16	104	16,31	12,41	16,31	736	561	114	14,88	113	14,97	112	15,06	112	15,14	111	15,23	111	15,32	110	15,40	109	15,49	109	15,57	108	15,65
280	746	3,00	114	5,09	111	4,98	212	13,41	365	16,36	746	17,06	355	16,85	108	16,94	733	17,37	104	17,52	13,42	17,52	732	562	113	16,09	113	16,17	112	16,26	111	16,35	111	16,43	110	16,52	110	16,60	109	16,69	109	16,77	108	16,86
290	746	3,00	113	5,06	111	4,96	211	14,46	364	17,60	746	18,31	354	18,10	107	18,19	733	18,61	104	18,76	14,47	18,76	729	563	113	17,33	112	17,42	112	17,51	111	17,59	111	17,68	110	17,76	109	17,85	109	17,93	108	18,02	108	18,10
300	746	3,00	113	5,04	111	4,95	210	15,54	363	18,89	746	19,60	354	19,39	107	19,48	734	19,91	104	20,06	15,55	20,06	726	564	112	18,62	112	18,71	111	18,80	111	18,88	110	18,97	110	19,06	109	19,14	109	19,23	108	19,31	108	19,39

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR DA-110
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,00
Sección, mm²: 116,2
M. elástico, daN/mm²: 8.041
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000178
Carga de rotura, daN: 5.353

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.784
Peso del conductor, daN/m: 0,4238
Peso+Viento, daN/m: 0,9407
Peso+Hielo, daN/m: 1,7706
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1345	3,98	1071	20,00	741	13,84	1785	0,01	1244	0,04	1345	0,07	760	0,06	214	0,10	1031	0,09	75	0,28	0,01	0,28	4168	176	988	0,02	905	0,02	823	0,03	741	0,03	659	0,03	578	0,04	497	0,04	419	0,05	343	0,06	274	0,08
30	1373	3,90	1071	20,00	744	13,90	1786	0,03	1252	0,09	1373	0,15	784	0,14	251	0,19	1077	0,19	108	0,44	0,03	0,44	4171	255	988	0,05	906	0,05	825	0,06	744	0,06	664	0,07	585	0,08	507	0,09	433	0,11	364	0,13	302	0,16
40	1409	3,80	1071	20,00	748	13,98	1788	0,05	1263	0,15	1409	0,25	814	0,23	284	0,30	1131	0,31	139	0,61	0,05	0,61	4174	329	989	0,09	908	0,09	828	0,10	748	0,11	670	0,13	594	0,14	520	0,16	451	0,19	387	0,22	331	0,26
50	1450	3,69	1071	20,00	753	14,08	1790	0,07	1276	0,23	1450	0,38	847	0,35	316	0,42	1188	0,47	169	0,78	0,07	0,78	4179	399	990	0,13	910	0,15	831	0,16	753	0,18	678	0,20	604	0,22	534	0,25	469	0,28	411	0,32	359	0,37
60	1495	3,58	1071	20,00	760	14,19	1792	0,11	1292	0,33	1495	0,53	881	0,49	345	0,55	1248	0,64	197	0,97	0,11	0,97	4185	466	991	0,19	913	0,21	835	0,23	760	0,25	686	0,28	616	0,31	550	0,35	489	0,39	434	0,44	386	0,49
70	1542	3,47	1071	20,00	766	14,32	1795	0,15	1309	0,45	1542	0,70	916	0,64	373	0,70	1307	0,83	224	1,16	0,15	1,16	4191	529	992	0,26	915	0,28	840	0,31	766	0,34	696	0,37	628	0,41	566	0,46	508	0,51	457	0,57	411	0,63
80	1590	3,37	1071	20,00	774	14,45	1798	0,19	1327	0,58	1590	0,89	951	0,80	399	0,85	1367	1,04	250	1,36	0,19	1,36	4199	590	994	0,34	918	0,37	845	0,40	774	0,44	706	0,48	641	0,53	582	0,58	527	0,64	479	0,71	436	0,78
90	1639	3,27	1071	20,00	781	14,60	1801	0,24	1346	0,72	1639	1,09	985	0,98	423	1,01	1425	1,26	275	1,56	0,24	1,56	4207	648	995	0,43	922	0,47	850	0,50	781	0,55	716	0,60	654	0,66	598	0,72	546	0,79	500	0,86	459	0,94
100	1688	3,17	1071	20,00	789	14,74	1805	0,30	1366	0,87	1688	1,31	1019	1,17	446	1,19	1482	1,49	298	1,78	0,30	1,78	4216	704	997	0,53	925	0,57	856	0,62	789	0,67	726	0,73	668	0,79	613	0,86	564	0,94	520	1,02	481	1,10
110	1736	3,08	1071	20,00	797	14,89	1810	0,36	1387	1,04	1736	1,54	1052	1,37	468	1,37	1538	1,74	321	2,00	0,36	2,00	4226	757	998	0,64	929	0,69	861	0,74	797	0,80	737	0,87	681	0,94	629	1,02	582	1,10	539	1,19	502	1,28
120	1782	3,00	1068	19,95	803	15,00	1272	0,61	1405	1,22	1782	1,79	1083	1,59	488	1,56	1591	2,00	342	2,23	0,59	2,23	3042	808	997	0,76	930	0,82	865	0,88	803	0,95	745	1,02	691	1,10	642	1,19	597	1,28	556	1,37	520	1,47
130	1784	3,00	1004	18,75	759	14,18	1281	0,71	1372	1,47	1784	2,10	1074	1,88	481	1,86	1605	2,33	351	2,55	0,71	2,55	2992	827	938	0,96	874	1,02	815	1,10	759	1,18	707	1,27	659	1,36	616	1,45	577	1,55	541	1,65	510	1,76
140	1784	3,00	938	17,53	717	13,39	1219	0,86	1338	1,75	1784	2,43	1065	2,20	475	2,19	1616	2,69	358	2,91	0,86	2,91	2846	844	877	1,18	820	1,27	766	1,35	717	1,45	671	1,55	630	1,65	592	1,75	558	1,86	527	1,97	500	2,08
150	1784	3,00	876	16,37	680	12,69	1158	1,04	1306	2,06	1784	2,79	1056	2,55	470	2,54	1627	3,06	364	3,28	1,04	3,28	2704	858	821	1,45	770	1,55	723	1,65	680	1,75	640	1,86	604	1,97	571	2,09	542	2,20	515	2,31	491	2,43
160	1784	3,00	819	15,30	647	12,09	1101	1,24	1277	2,40	1784	3,18	1048	2,92	465	2,92	1636	3,46	369	3,68	1,25	3,68	2570	871	771	1,76	726	1,87	685	1,98	647	2,10	613	2,21	582	2,33	554	2,45	528	2,57	505	2,69	484	2,80
170	1784	3,00	768	14,35	620	11,58	1048	1,48	1250	2,76	1784	3,59	1041	3,32	461	3,32	1646	3,89	374	4,10	1,48	4,10	2446	882	726	2,11	687	2,23	652	2,35	620	2,47	590	2,59	563	2,72	539	2,84	517	2,96	497	3,08	478	3,20
180	1784	3,00	724	13,52	596	11,14	999	1,74	1225	3,16	1784	4,02	1035	3,74	458	3,75	1654	4,34	378	4,54	1,74	4,54	2334	893	688	2,50	654	2,62	624	2,75	596	2,88	571	3,01	548	3,13	527	3,26	507	3,39	489	3,51	473	3,63
190	1784	3,00	686	12,82	577	10,77	957	2,02	1203	3,59	1784	4,48	1029	4,19	455	4,21	1662	4,81	382	5,01	2,02	5,01	2234	902	655	2,92	627	3,05	600	3,19	577	3,32	555	3,45	534	3,58	516	3,71	499	3,84	483	3,96	468	4,09
200	1784	3,00	654	12,22	560	10,46	919	2,33	1183	4,04	1784	4,97	1024	4,67	452	4,69	1669	5,31	386	5,50	2,33	5,50	2146	910	627	3,38	603	3,52	581	3,65	560	3,79	541	3,92	523	4,05	507	4,18	492	4,31	478	4,44	465	4,56
210	1784	3,00	627	11,72	546	10,20	886	2,66	1165	4,53	1784	5,48	1019	5,17	450	5,19	1676	5,83	389	6,02	2,66	6,02	2069	917	604	3,87	583	4,01	564	4,15	546	4,28	529	4,42	514	4,55	499	4,68	486	4,81	473	4,94	461	5,07
220	1784	3,00	604	11,29	534	9,97	857	3,02	1148	5,04	1784	6,01	1015	5,70	448	5,73	1682	6,38	391	6,56	3,02	6,56	2002	923	585	4,39	566	4,53	549	4,67	534	4,81	519	4,94	505	5,08	492	5,21	480	5,34	469	5,47	458	5,60
230	1784	3,00	585	10,93	523	9,78	833	3,40	1134	5,58	1784	6,57	1011	6,25	446	6,28	1688	6,94	394	7,13	3,40	7,13	1945	929	568	4,94	552	5,08	537	5,22	523	5,36	510	5,50	498	5,63	486	5,77	476	5,90	465	6,03	456	6,16
240	1784	3,00	569	10,63	514	9,61	811	3,80	1121	6,14	1784	7,16	1008	6,83	445	6,87	1694	7,54	396	7,72	3,80	7,72	1894	934	554	5,51	540	5,66	527	5,80	514	5,94	503	6,07	492	6,21	481	6,35	472	6,48	462	6,61	453	6,74
250	1784	3,00	555	10,37	507	9,47	793	4,22	1109	6,74	1784	7,76	1005	7,44	444	7,47	1699	8,16	398	8,33	4,22	8,33	1851	939	542	6,11	530	6,26	518	6,40	507	6,54	496	6,68	486	6,82	477	6,95	468	7,08	459	7,22	451	7,35
260	1784	3,00	543	10,15	500	9,34	776	4,66	1099	7,36	1784	8,40	1002	8,07	442	8,11	1703	8,80	400	8,97	4,66	8,97	1813	944	532	6,74	520	6,89	510	7,03	500	7,17	491	7,31	482	7,45	473	7,58	465	7,71	457	7,85	450	7,98
270	1784	3,00	533	9,96	494	9,23	762	5,12	1089	8,00	1784	9,06	999	8,72	441	8,76	1708	9,47	402	9,63	5,12	9,63	1779	948	522	7,40	513	7,54	503	7,69	494	7,83	485	7,96	477	8,10	469	8,24	462	8,37	455	8,50	448	8,63
280	1784	3,00	524	9,79	489	9,13	749	5,60	1080	8,68	1784	9,74	997	9,40	440	9,45	1712	10,16	403	10,32	5,60	10,32	1750	951	515	8,08	506	8,22	497	8,37	489	8,51	481	8,65	474	8,78	466	8,92	459	9,05	453	9,19	446	9,32
290	1784	3,00	516	9,64	484	9,05	738	6,10	1073	9,38	1784	10,45	995	10,11	439	10,16	1715	10,87	405	11,03	6,10	11,03	1724	955	508	8,79	500	8,93	492	9,07	484	9,21	477	9,35	470	9,49	464	9,63	457	9,76	451	9,89	445	10,03
300	1784	3,00	509	9,51	480	8,97	728	6,62	1066	10,10	1784	11,19	993	10,84	439	10,89	1719	11,61	406	11,77	6,62	11,77	1701	958	502	9,52	494	9,66	487	9,81	480	9,95	474	10,08	467	10,22	461	10,36	455	10,49	449	10,63	444	10,76

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-56
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 9,45
Sección, mm²: 54,6
M. elástico, daN/mm²: 7.453
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000193
Carga de rotura, daN: 1.707

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 569
Peso del conductor, daN/m: 0,1762
Peso+Viento, daN/m: 0,5938
Peso+Hielo, daN/m: 1,2829
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	502	3,40	341	20,00	188	11,04	571	0,03	431	0,07	502	0,13	230	0,13	40	0,22	378	0,17	23	0,38	0,02	0,38	2601	132	303	0,03	264	0,03	226	0,04	188	0,05	152	0,06	119	0,07	90	0,10	69	0,13	55	0,16	46	0,19
30	541	3,16	341	20,00	193	11,31	573	0,06	444	0,15	541	0,27	262	0,26	56	0,35	432	0,33	34	0,58	0,04	0,58	2596	194	303	0,07	266	0,07	229	0,09	193	0,10	160	0,12	130	0,15	105	0,19	87	0,23	73	0,27	63	0,31
40	569	3,00	321	18,83	182	10,65	447	0,13	442	0,27	569	0,45	281	0,43	67	0,52	473	0,54	44	0,80	0,08	0,80	2471	249	284	0,12	248	0,14	214	0,16	182	0,19	153	0,23	129	0,27	109	0,32	94	0,37	83	0,43	74	0,48
50	569	3,00	256	14,99	143	8,38	386	0,23	407	0,46	569	0,70	278	0,68	70	0,78	489	0,82	50	1,10	0,15	1,10	2063	285	223	0,25	193	0,29	166	0,33	143	0,39	124	0,44	110	0,50	98	0,56	89	0,62	81	0,68	75	0,73
60	569	3,00	192	11,26	119	6,95	325	0,40	377	0,72	569	1,01	276	0,99	72	1,10	501	1,15	55	1,44	0,28	1,44	1603	313	168	0,47	148	0,53	132	0,60	119	0,67	108	0,74	99	0,80	92	0,87	86	0,93	80	0,99	76	1,04
70	569	3,00	147	8,64	105	6,16	274	0,65	352	1,05	569	1,38	274	1,35	74	1,47	512	1,54	59	1,83	0,52	1,83	1174	336	134	0,81	122	0,88	113	0,96	105	1,03	98	1,10	93	1,16	88	1,23	84	1,29	80	1,35	77	1,41
80	569	3,00	123	7,20	97	5,71	238	0,97	334	1,45	569	1,80	273	1,77	75	1,89	520	1,97	62	2,27	0,90	2,27	885	353	115	1,23	108	1,30	103	1,38	97	1,45	93	1,52	89	1,58	86	1,65	82	1,71	79	1,77	77	1,83
90	569	3,00	109	6,41	93	5,43	214	1,37	320	1,91	569	2,28	272	2,25	75	2,37	527	2,47	65	2,76	1,37	2,76	740	367	104	1,71	100	1,78	96	1,86	93	1,93	89	2,00	87	2,06	84	2,13	81	2,19	79	2,25	77	2,32
100	569	3,00	101	5,94	90	5,24	199	1,82	310	2,44	569	2,82	272	2,78	76	2,91	533	3,01	67	3,31	1,82	3,31	687	378	98	2,25	95	2,32	92	2,39	90	2,46	87	2,53	85	2,60	83	2,66	81	2,73	79	2,79	77	2,85
110	569	3,00	96	5,64	87	5,11	188	2,32	303	3,02	569	3,41	271	3,38	76	3,51	538	3,61	68	3,91	2,32	3,91	651	387	94	2,85	91	2,92	89	2,99	87	3,06	85	3,12	84	3,19	82	3,26	80	3,32	79	3,38	77	3,45
120	569	3,00	93	5,43	86	5,02	181	2,88	297	3,66	569	4,06	271	4,03	76	4,16	541	4,27	70	4,57	2,88	4,57	626	395	91	3,50	89	3,57	87	3,64	86	3,71	84	3,77	83	3,84	81	3,91	80	3,97	79	4,03	78	4,10
130	569	3,00	90	5,28	84	4,95	176	3,48	293	4,37	569	4,77	270	4,73	77	4,86	545	4,98	71	5,28	3,48	5,28	608	401	89	4,21	87	4,28	86	4,35	84	4,41	83	4,48	82	4,55	81	4,61	80	4,68	79	4,74	78	4,80
140	569	3,00	88	5,17	84	4,89	172	4,13	289	5,12	569	5,54	270	5,50	77	5,63	547	5,75	72	6,05	4,13	6,05	594	406	87	4,97	86	5,04	85	5,11	84	5,18	82	5,24	81	5,31	80	5,38	80	5,44	79	5,50	78	5,57
150	569	3,00	87	5,08	83	4,85	169	4,83	287	5,94	569	6,36	270	6,32	77	6,45	550	6,58	72	6,88	4,83	6,88	583	410	86	5,79	85	5,86	84	5,93	83	6,00	82	6,06	81	6,13	80	6,20	79	6,26	79	6,32	78	6,39
160	569	3,00	86	5,01	82	4,82	166	5,58	284	6,82	569	7,23	270	7,19	77	7,33	552	7,46	73	7,76	5,58	7,76	574	414	85	6,67	84	6,74	83	6,81	82	6,88	81	6,94	81	7,01	80	7,07	79	7,14	79	7,20	78	7,27
170	569	3,00	85	4,96	82	4,79	164	6,38	282	7,75	569	8,17	269	8,13	77	8,27	553	8,40	73	8,70	6,38	8,70	567	417	84	7,61	83	7,68	82	7,75	82	7,81	81	7,88	80	7,94	80	8,01	79	8,07	78	8,14	78	8,20
180	569	3,00	84	4,91	81	4,76	162	7,22	281	8,74	569	9,16	269	9,12	77	9,26	555	9,40	74	9,69	7,23	9,69	562	419	83	8,60	83	8,67	82	8,74	81	8,80	81	8,87	80	8,94	80	9,00	79	9,07	78	9,13	78	9,19
190	569	3,00	83	4,88	81	4,74	161	8,12	279	9,79	569	10,21	269	10,17	77	10,31	556	10,45	74	10,75	8,12	10,75	557	422	83	9,65	82	9,72	82	9,79	81	9,85	80	9,92	80	9,99	79	10,05	79	10,12	78	10,18	78	10,25
200	569	3,00	83	4,85	81	4,73	160	9,06	278	10,90	569	11,32	269	11,28	78	11,42	557	11,56	75	11,86	9,07	11,86	553	424	82	10,76	82	10,83	81	10,90	81	10,96	80	11,03	80	11,09	79	11,16	79	11,22	78	11,29	78	11,35
210	569	3,00	82	4,82	80	4,71	159	10,05	277	12,06	569	12,49	269	12,45	78	12,58	558	12,73	75	13,02	10,06	13,02	550	425	82	11,93	81	11,99	81	12,06	80	12,13	80	12,19	80	12,26	79	12,32	79	12,39	78	12,45	78	12,52
220	569	3,00	82	4,80	80	4,70	158	11,10	277	13,28	569	13,71	269	13,67	78	13,81	559	13,95	75	14,25	11,10	14,25	547	427	81	13,15	81	13,22	81	13,28	80	13,35	80	13,42	79	13,48	79	13,55	79	13,61	78	13,68	78	13,74
230	569	3,00	82	4,78	80	4,69	157	12,19	276	14,56	569	14,99	269	14,95	78	15,09	560	15,24	75	15,53	12,19	15,53	544	428	81	14,43	81	14,50	80	14,57	80	14,63	80	14,70	79	14,76	79	14,83	79	14,90	78	14,96	78	15,02
240	569	3,00	81	4,76	80	4,68	157	13,33	275	15,90	569	16,33	269	16,29	78	16,43	561	16,58	76	16,88	13,34	16,88	542	429	81	15,77	81	15,84	80	15,91	80	15,97	80	16,04	79	16,10	79	16,17	79	16,24	78	16,30	78	16,37
250	569	3,00	81	4,74	80	4,67	156	14,52	275	17,30	569	17,73	269	17,69	78	17,83	561	17,98	76	18,28	14,53	18,28	540	430	81	17,17	80	17,24	80	17,30	80	17,37	79	17,44	79	17,50	79	17,57	79	17,63	78	17,70	78	17,76
260	569	3,00	81	4,73	80	4,67	156	15,76	274	18,76	569	19,19	269	19,15	78	19,29	562	19,44	76	19,74	15,77	19,74	539	431	80	18,63	80	18,69	80	18,76	80	18,83	79	18,89	79	18,96	79	19,03	79	19,09	78	19,16	78	19,22
270	569	3,00	81	4,72	80	4,66	155	17,04	274	20,27	569	20,70	269	20,66	78	20,80	562	20,95	76	21,25	17,06	21,25	537	432	80	20,14	80	20,21	80	20,28	80	20,34	79	20,41	79	20,47	79	20,54	79	20,61	78	20,67	78	20,74
280	569	3,00	80	4,71	79	4,65	155	18,38	273	21,85	569	22,28	269	22,24	78	22,38	563	22,53	76	22,83	18,40	22,83	536	433	80	21,72	80	21,78	80	21,85	79	21,92	79	21,98	79	22,05	79	22,12	79	22,18	78	22,25	78	22,31
290	569	3,00	80	4,70	79	4,65	155	19,77	273	23,48	569	23,91	268	23,87	78	24,01	563	24,17	76	24,47	19,78	24,47	535	434	80	23,35	80	23,42	80	23,48	79	23,55	79	23,62	79	23,68	79	23,75	78	23,82	78	23,88	78	23,95
300	569	3,00	80	4,69	79	4,64	154	21,21	273	25,17	569	25,61	268	25,56	78	25,71	564	25,86	77	26,16	21,22	26,16	534	434	80	25,04	80	25,11	79	25,18	79	25,24	79	25,31	79	25,38	79	25,44	78	25,51	78	25,57	78	25,64

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-125
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 14,31
Sección, mm²: 125,1
M. elástico, daN/mm²: 7.355
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000193
Carga de rotura, daN: 3.502

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.167
Peso del conductor, daN/m: 0,4040
Peso+Viento, daN/m: 0,9488
Peso+Hielo, daN/m: 1,7660
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1009	3,47	700	20,00	360	10,27	1169	0,02	891	0,05	1009	0,09	421	0,11	83	0,24	703	0,13	51	0,39	0,02	0,39	2671	127	613	0,03	527	0,04	442	0,05	360	0,06	283	0,07	216	0,09	165	0,12	131	0,15	109	0,19	94	0,22
30	1052	3,33	700	20,00	374	10,68	1172	0,04	906	0,12	1052	0,19	476	0,23	118	0,39	778	0,26	76	0,60	0,04	0,60	2677	187	615	0,07	531	0,09	450	0,10	374	0,12	305	0,15	248	0,18	203	0,22	171	0,27	148	0,31	131	0,35
40	1103	3,17	700	20,00	390	11,15	1175	0,07	924	0,21	1103	0,32	529	0,36	150	0,54	854	0,41	99	0,81	0,07	0,81	2686	246	617	0,13	537	0,15	461	0,18	390	0,21	329	0,25	277	0,29	237	0,34	206	0,39	182	0,44	164	0,49
50	1158	3,02	700	20,00	408	11,64	1180	0,12	946	0,32	1158	0,48	579	0,52	179	0,70	927	0,60	122	1,04	0,12	1,04	2696	302	620	0,20	544	0,23	472	0,27	408	0,31	351	0,36	305	0,41	267	0,47	237	0,53	213	0,59	194	0,65
60	1167	3,00	640	18,27	383	10,94	910	0,22	915	0,47	1167	0,68	594	0,73	196	0,93	961	0,83	140	1,30	0,21	1,30	2178	346	566	0,32	498	0,37	436	0,42	383	0,47	338	0,54	301	0,60	271	0,67	246	0,74	226	0,80	210	0,87
70	1167	3,00	566	16,17	357	10,18	833	0,32	876	0,67	1167	0,93	600	0,98	207	1,19	985	1,10	155	1,60	0,31	1,60	1947	383	503	0,49	447	0,55	398	0,62	357	0,69	322	0,77	294	0,84	270	0,92	250	0,99	234	1,06	219	1,13
80	1167	3,00	499	14,26	337	9,62	757	0,46	840	0,92	1167	1,21	606	1,27	217	1,49	1006	1,40	168	1,93	0,46	1,93	1730	415	449	0,72	405	0,80	368	0,88	337	0,96	310	1,04	288	1,12	269	1,20	253	1,28	239	1,35	227	1,42
90	1167	3,00	445	12,71	322	9,20	688	0,64	809	1,21	1167	1,53	610	1,60	224	1,83	1024	1,75	179	2,29	0,64	2,29	1573	442	407	1,01	374	1,09	346	1,18	322	1,27	302	1,36	284	1,44	269	1,52	256	1,60	244	1,68	233	1,75
100	1167	3,00	405	11,56	312	8,90	631	0,87	782	1,54	1167	1,89	614	1,96	230	2,20	1040	2,12	188	2,68	0,87	2,68	1441	466	376	1,34	352	1,44	330	1,53	312	1,62	296	1,71	281	1,80	269	1,88	257	1,96	247	2,04	238	2,12
110	1167	3,00	376	10,72	304	8,68	585	1,13	761	1,92	1167	2,29	617	2,37	235	2,60	1053	2,54	197	3,11	1,13	3,11	1337	487	354	1,73	335	1,82	319	1,92	304	2,01	291	2,10	279	2,19	268	2,28	259	2,36	250	2,45	242	2,53
120	1167	3,00	354	10,12	298	8,50	550	1,43	743	2,34	1167	2,73	619	2,80	239	3,05	1065	2,99	204	3,57	1,43	3,57	1257	505	338	2,15	323	2,25	310	2,35	298	2,44	287	2,54	277	2,63	268	2,71	260	2,80	252	2,88	245	2,97
130	1167	3,00	339	9,67	293	8,37	523	1,77	729	2,80	1167	3,20	621	3,28	242	3,53	1075	3,47	210	4,06	1,77	4,06	1195	521	326	2,62	314	2,72	303	2,82	293	2,91	284	3,01	276	3,10	268	3,19	261	3,27	254	3,36	248	3,44
140	1167	3,00	327	9,34	289	8,26	502	2,13	717	3,30	1167	3,71	623	3,79	245	4,04	1084	3,99	216	4,59	2,13	4,59	1148	534	316	3,13	307	3,23	298	3,33	289	3,42	282	3,52	275	3,61	268	3,70	262	3,79	256	3,87	250	3,96
150	1167	3,00	318	9,08	286	8,18	486	2,53	707	3,84	1167	4,26	625	4,35	248	4,60	1092	4,55	221	5,16	2,53	5,16	1111	546	309	3,68	301	3,78	294	3,87	286	3,97	280	4,06	274	4,16	268	4,25	262	4,34	257	4,43	252	4,51
160	1167	3,00	311	8,88	284	8,11	473	2,96	699	4,42	1167	4,85	626	4,93	250	5,19	1099	5,15	225	5,76	2,96	5,76	1082	556	304	4,26	297	4,36	290	4,46	284	4,56	278	4,65	273	4,74	268	4,84	263	4,93	258	5,01	254	5,10
170	1167	3,00	305	8,72	282	8,05	463	3,42	692	5,04	1167	5,47	627	5,56	251	5,82	1105	5,78	229	6,40	3,42	6,40	1058	566	299	4,89	293	4,99	287	5,08	282	5,18	277	5,28	272	5,37	268	5,46	263	5,55	259	5,64	255	5,73
180	1167	3,00	301	8,58	280	8,01	455	3,90	686	5,70	1167	6,14	628	6,23	253	6,48	1110	6,45	232	7,07	3,90	7,07	1039	574	295	5,55	290	5,65	285	5,75	280	5,84	276	5,94	272	6,03	268	6,13	264	6,22	260	6,31	256	6,40
190	1167	3,00	297	8,47	279	7,97	448	4,41	681	6,40	1167	6,84	629	6,93	254	7,19	1115	7,16	235	7,79	4,41	7,79	1023	581	292	6,25	288	6,35	283	6,45	279	6,55	275	6,64	271	6,73	268	6,83	264	6,92	261	7,01	257	7,10
200	1167	3,00	294	8,38	278	7,93	442	4,96	677	7,13	1167	7,58	630	7,67	255	7,93	1119	7,91	237	8,53	4,96	8,53	1010	587	289	6,99	285	7,09	282	7,19	278	7,28	274	7,38	271	7,47	267	7,57	264	7,66	261	7,75	258	7,84
210	1167	3,00	291	8,31	277	7,90	437	5,53	673	7,91	1167	8,36	630	8,45	256	8,71	1123	8,69	240	9,32	5,53	9,32	998	593	287	7,77	284	7,87	280	7,97	277	8,06	274	8,16	270	8,25	267	8,35	264	8,44	262	8,53	259	8,62
220	1167	3,00	289	8,24	276	7,88	433	6,12	670	8,72	1167	9,18	631	9,27	257	9,53	1126	9,51	242	10,14	6,12	10,14	989	598	285	8,59	282	8,68	279	8,78	276	8,88	273	8,97	270	9,07	267	9,16	265	9,26	262	9,35	260	9,44
230	1167	3,00	287	8,18	275	7,86	429	6,75	667	9,57	1167	10,03	631	10,12	258	10,39	1129	10,37	243	11,01	6,75	11,01	981	603	284	9,44	281	9,54	278	9,64	275	9,73	272	9,83	270	9,92	267	10,02	265	10,11	263	10,20	260	10,30
240	1167	3,00	285	8,14	274	7,84	426	7,40	665	10,47	1167	10,92	632	11,02	259	11,28	1132	11,27	245	11,91	7,41	11,91	973	607	282	10,33	280	10,43	277	10,53	274	10,63	272	10,72	270	10,82	267	10,91	265	11,01	263	11,10	261	11,19
250	1167	3,00	283	8,09	274	7,82	423	8,09	663	11,40	1167	11,86	632	11,95	259	12,22	1134	12,20	247	12,84	8,09	12,84	967	610	281	11,27	279	11,36	276	11,46	274	11,56	272	11,65	269	11,75	267	11,84	265	11,94	263	12,03	261	12,12
260	1167	3,00	282	8,06	273	7,81	421	8,80	661	12,37	1167	12,83	632	12,92	260	13,19	1136	13,18	248	13,82	8,80	13,82	962	614	280	12,24	278	12,33	275	12,43	273	12,53	271	12,62	269	12,72	267	12,81	265	12,91	263	13,00	262	13,10
270	1167	3,00	281	8,02	273	7,79	419	9,54	659	13,37	1167	13,84	633	13,93	260	14,20	1138	14,19	249	14,83	9,54	14,83	957	617	279	13,24	277	13,34	275	13,44	273	13,54	271	13,63	269	13,73	267	13,82	265	13,92	264	14,01	262	14,11
280	1167	3,00	280	7,99	272	7,78	417	10,30	657	14,42	1167	14,88	633	14,98	261	15,25	1140	15,24	250	15,88	10,30	15,88	953	620	278	14,29	276	14,39	274	14,49	272	14,58	271	14,68	269	14,78	267	14,87	266	14,97	264	15,06	262	15,15
290	1167	3,00	279	7,97	272	7,77	415	11,10	656	15,50	1167	15,97	633	16,07	261	16,33	1142	16,33	251	16,98	11,10	16,98	949	622	277	15,38	275	15,48	274	15,57	272	15,67	270	15,77	269	15,86	267	15,96	266	16,05	264	16,15	263	16,24
300	1167	3,00	278	7,94	272	7,76	414	11,92	655	16,63	1167	17,10	634	17,19	261	17,46	1143	17,45	252	18,10	11,92	18,10	946	624	277	16,50	275	16,60	273	16,70	272	16,80	270	16,89	269	16,99	267	17,08	266	17,18	264	17,27	263	17,37

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-180
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,50
Sección, mm²: 181,6
M. elástico, daN/mm²: 7.453
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,000018
Carga de rotura, daN: 6.706

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.235
Peso del conductor, daN/m: 0,6217
Peso+Viento, daN/m: 1,0734
Peso+Hielo, daN/m: 2,1277
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1736	3,86	1341	20,00	861	12,84	2236	0,01	1591	0,03	1736	0,06	883	0,06	205	0,15	1277	0,08	96	0,32	0,01	0,32	5013	154	1220	0,03	1100	0,03	980	0,03	861	0,04	743	0,04	628	0,05	516	0,06	413	0,08	323	0,10	254	0,12
30	1769	3,79	1341	20,00	869	12,96	2237	0,02	1597	0,08	1769	0,14	915	0,13	267	0,26	1337	0,18	140	0,50	0,02	0,50	5016	225	1222	0,06	1103	0,06	985	0,07	869	0,08	756	0,09	646	0,11	544	0,13	452	0,15	374	0,19	313	0,22
40	1812	3,70	1341	20,00	880	13,12	2239	0,04	1607	0,14	1812	0,23	952	0,23	321	0,39	1406	0,30	182	0,68	0,04	0,68	5019	293	1223	0,10	1107	0,11	992	0,13	880	0,14	771	0,16	669	0,19	575	0,22	492	0,25	422	0,29	365	0,34
50	1861	3,60	1341	20,00	892	13,30	2241	0,06	1618	0,21	1861	0,36	993	0,34	370	0,53	1480	0,45	222	0,87	0,06	0,87	5023	357	1225	0,16	1111	0,17	1000	0,19	892	0,22	789	0,25	693	0,28	606	0,32	530	0,37	466	0,42	413	0,47
60	1914	3,50	1341	20,00	906	13,51	2243	0,09	1631	0,30	1914	0,50	1035	0,47	414	0,68	1556	0,62	261	1,07	0,09	1,07	5029	419	1228	0,23	1117	0,25	1009	0,28	906	0,31	809	0,35	719	0,39	638	0,44	567	0,49	507	0,55	456	0,61
70	1970	3,40	1341	20,00	921	13,73	2246	0,12	1646	0,40	1970	0,66	1076	0,62	456	0,84	1631	0,80	297	1,28	0,12	1,28	5035	478	1231	0,31	1123	0,34	1019	0,37	921	0,41	828	0,46	744	0,51	668	0,57	602	0,63	545	0,70	497	0,77
80	2027	3,31	1341	20,00	936	13,95	2249	0,16	1662	0,52	2027	0,84	1118	0,78	494	1,01	1704	1,00	333	1,50	0,16	1,50	5042	535	1234	0,40	1129	0,44	1030	0,48	936	0,53	848	0,59	769	0,65	698	0,71	635	0,78	581	0,86	534	0,93
90	2084	3,22	1341	20,00	951	14,18	2252	0,20	1678	0,66	2084	1,03	1158	0,95	531	1,19	1777	1,21	366	1,72	0,20	1,72	5050	589	1237	0,51	1136	0,55	1041	0,60	951	0,66	868	0,73	793	0,79	726	0,87	666	0,94	614	1,02	569	1,11
100	2142	3,13	1341	20,00	966	14,41	2256	0,25	1696	0,80	2142	1,24	1198	1,14	564	1,38	1847	1,44	399	1,95	0,25	1,95	5059	641	1240	0,63	1143	0,68	1052	0,74	966	0,80	888	0,88	816	0,95	752	1,03	696	1,12	646	1,20	602	1,29
110	2199	3,05	1341	20,00	981	14,63	2260	0,30	1713	0,96	2199	1,46	1236	1,33	596	1,58	1915	1,68	430	2,19	0,30	2,19	5068	691	1243	0,76	1150	0,82	1063	0,88	981	0,96	906	1,04	839	1,12	778	1,21	724	1,30	676	1,39	634	1,48
120	2235	3,00	1315	19,61	976	14,55	1670	0,48	1707	1,15	2235	1,71	1255	1,56	617	1,81	1964	1,95	455	2,46	0,48	2,46	3743	732	1222	0,92	1134	0,99	1052	1,06	976	1,15	907	1,23	844	1,33	787	1,42	737	1,52	692	1,62	653	1,72
130	2235	3,00	1244	18,55	938	13,98	1592	0,59	1659	1,38	2235	2,01	1245	1,85	621	2,12	1982	2,27	471	2,79	0,59	2,79	3568	758	1158	1,13	1079	1,22	1005	1,31	938	1,40	876	1,50	821	1,60	772	1,70	727	1,81	688	1,91	653	2,01
140	2235	3,00	1176	17,54	904	13,48	1515	0,72	1613	1,65	2235	2,33	1236	2,16	624	2,44	1999	2,61	486	3,14	0,72	3,14	3397	781	1099	1,39	1028	1,48	963	1,58	904	1,69	850	1,79	802	1,90	758	2,01	719	2,12	684	2,23	653	2,33
150	2235	3,00	1114	16,62	874	13,04	1442	0,87	1571	1,95	2235	2,68	1228	2,49	627	2,79	2014	2,97	499	3,51	0,87	3,51	3233	802	1046	1,67	983	1,78	926	1,89	874	2,00	827	2,11	785	2,23	747	2,34	712	2,46	681	2,57	653	2,68
160	2235	3,00	1059	15,79	849	12,66	1374	1,04	1532	2,27	2235	3,05	1220	2,85	630	3,16	2028	3,36	510	3,90	1,04	3,90	3081	821	999	1,99	944	2,11	894	2,23	849	2,34	808	2,46	770	2,58	737	2,70	706	2,82	678	2,93	653	3,05
170	2235	3,00	1010	15,06	827	12,33	1312	1,23	1496	2,63	2235	3,44	1214	3,24	632	3,56	2041	3,77	521	4,31	1,23	4,31	2942	838	958	2,35	910	2,47	866	2,59	827	2,72	791	2,84	758	2,96	728	3,09	701	3,21	676	3,33	653	3,44
180	2235	3,00	968	14,43	808	12,05	1257	1,44	1464	3,01	2235	3,86	1208	3,65	634	3,98	2053	4,20	531	4,75	1,44	4,75	2817	853	922	2,73	881	2,86	843	2,99	808	3,12	776	3,24	747	3,37	721	3,50	696	3,62	674	3,74	653	3,86
190	2235	3,00	931	13,89	792	11,81	1207	1,67	1436	3,42	2235	4,30	1202	4,08	635	4,42	2065	4,65	539	5,21	1,67	5,21	2707	867	892	3,15	856	3,28	822	3,41	792	3,54	764	3,67	738	3,80	714	3,93	692	4,06	672	4,18	653	4,30
200	2235	3,00	900	13,43	778	11,60	1164	1,92	1410	3,86	2235	4,76	1197	4,54	637	4,89	2075	5,13	547	5,69	1,92	5,69	2611	880	866	3,59	834	3,73	805	3,86	778	4,00	753	4,13	730	4,26	709	4,39	689	4,52	670	4,64	653	4,77
210	2235	3,00	874	13,03	766	11,42	1127	2,18	1387	4,32	2235	5,25	1193	5,03	638	5,38	2085	5,63	554	6,19	2,18	6,19	2527	891	844	4,06	816	4,20	790	4,34	766	4,48	744	4,61	723	4,74	704	4,87	686	5,00	669	5,13	653	5,25
220	2235	3,00	851	12,70	756	11,27	1095	2,47	1367	4,82	2235	5,76	1189	5,54	639	5,89	2093	6,16	561	6,72	2,47	6,72	2454	902	825	4,56	800	4,70	777	4,84	756	4,98	736	5,12	717	5,25	699	5,38	683	5,51	668	5,64	653	5,77
230	2235	3,00	832	12,41	747	11,14	1067	2,77	1349	5,34	2235	6,30	1186	6,07	640	6,43	2102	6,70	567	7,27	2,77	7,27	2391	911	808	5,09	786	5,23	766	5,37	747	5,51	729	5,65	712	5,78	696	5,91	681	6,05	666	6,18	653	6,30
240	2235	3,00	815	12,16	739	11,02	1042	3,08	1332	5,88	2235	6,86	1183	6,62	641	6,99	2109	7,27	572	7,84	3,08	7,84	2337	920	794	5,64	775	5,78	756	5,92	739	6,06	722	6,20	707	6,34	692	6,47	679	6,60	665	6,73	653	6,86
250	2235	3,00	801	11,94	732	10,91	1021	3,41	1318	6,45	2235	7,45	1180	7,21	642	7,58	2116	7,87	577	8,43	3,41	8,43	2289	928	782	6,22	764	6,36	748	6,50	732	6,64	717	6,78	703	6,92	689	7,05	677	7,19	664	7,32	653	7,45
260	2235	3,00	788	11,75	726	10,82	1002	3,76	1305	7,05	2235	8,05	1178	7,81	643	8,19	2123	8,48	581	9,05	3,76	9,05	2247	935	771	6,82	755	6,96	740	7,11	726	7,25	712	7,39	699	7,52	687	7,66	675	7,79	664	7,93	653	8,06
270	2235	3,00	777	11,58	720	10,74	986	4,12	1293	7,67	2235	8,69	1175	8,44	643	8,82	2129	9,12	586	9,69	4,12	9,69	2210	942	762	7,45	747	7,59	733	7,73	720	7,88	708	8,02	696	8,15	684	8,29	673	8,42	663	8,56	653	8,69
280	2235	3,00	767	11,44	715	10,67	971	4,50	1283	8,32	2235	9,34	1173	9,10	644	9,48	2134	9,79	589	10,36	4,50	10,36	2178	948	753	8,10	740	8,24	727	8,39	715	8,53	704	8,67	693	8,81	682	8,94	672	9,08	662	9,21	653	9,35
290	2235	3,00	758	11,31	711	10,60	959	4,89	1273	8,99	2235	10,02	1171	9,77	645	10,16	2140	10,47	593	11,04	4,89	11,04	2149	954	746	8,77	734	8,92	722	9,06	711	9,21	700	9,35	690	9,48	680	9,62	671	9,76	662	9,89	653	10,03
300	2235	3,00	751	11,19	707	10,54	947	5,30	1265	9,69	2235	10,73	1169	10,48	645	10,86	2144	11,18	596	11,76	5,30	11,76	2124	959	739	9,48	728	9,62	717	9,76	707	9,91	697	10,05	688	10,19	679	10,32	670	10,46	661	10,60	653	10,73

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR LARL-280
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 21,80
Sección, mm²: 281,1
M. elástico, daN/mm²: 7.159
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000191
Carga de rotura, daN: 8.726

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.909
Peso del conductor, daN/m: 0,9110
Peso+Viento, daN/m: 1,4206
Peso+Hielo, daN/m: 2,5919
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	2353	3,71	1745	20,00	995	11,41	2910	0,01	2136	0,03	2353	0,06	1032	0,07	216	0,21	1629	0,08	123	0,37	0,01	0,37	5238	135	1555	0,03	1367	0,03	1180	0,04	995	0,05	817	0,06	649	0,07	502	0,09	386	0,12	305	0,15	252	0,18
30	2390	3,65	1745	20,00	1017	11,65	2911	0,02	2143	0,08	2390	0,12	1088	0,15	301	0,34	1707	0,17	181	0,57	0,02	0,57	5240	198	1558	0,07	1373	0,07	1192	0,09	1017	0,10	850	0,12	700	0,15	571	0,18	470	0,22	395	0,26	341	0,30
40	2437	3,58	1745	20,00	1042	11,95	2914	0,04	2153	0,13	2437	0,21	1150	0,25	377	0,48	1796	0,29	237	0,77	0,04	0,77	5244	260	1562	0,12	1383	0,13	1208	0,15	1042	0,17	889	0,21	752	0,24	637	0,29	545	0,33	474	0,38	420	0,43
50	2491	3,50	1745	20,00	1071	12,27	2916	0,06	2165	0,21	2491	0,33	1213	0,37	447	0,64	1890	0,43	291	0,98	0,06	0,98	5249	319	1567	0,18	1393	0,20	1227	0,23	1071	0,27	929	0,31	804	0,35	699	0,41	613	0,46	545	0,52	490	0,58
60	2551	3,42	1745	20,00	1101	12,62	2919	0,09	2179	0,30	2551	0,46	1277	0,51	510	0,80	1985	0,59	342	1,20	0,09	1,20	5255	376	1572	0,26	1405	0,29	1247	0,33	1101	0,37	969	0,42	854	0,48	756	0,54	675	0,61	609	0,67	555	0,74
70	2614	3,34	1745	20,00	1131	12,96	2923	0,12	2194	0,40	2614	0,61	1338	0,66	570	0,98	2079	0,76	392	1,42	0,12	1,42	5261	430	1578	0,35	1418	0,39	1269	0,44	1131	0,49	1008	0,55	901	0,62	809	0,69	732	0,76	668	0,84	615	0,91
80	2678	3,26	1745	20,00	1161	13,30	2927	0,15	2210	0,52	2678	0,77	1398	0,82	625	1,17	2171	0,96	440	1,66	0,15	1,66	5269	483	1584	0,46	1432	0,51	1290	0,56	1161	0,63	1046	0,70	945	0,77	858	0,85	785	0,93	723	1,01	670	1,09
90	2743	3,18	1745	20,00	1190	13,63	2932	0,19	2227	0,65	2743	0,96	1454	1,00	677	1,36	2261	1,16	486	1,90	0,19	1,90	5277	534	1591	0,58	1446	0,64	1311	0,70	1190	0,78	1081	0,85	986	0,94	904	1,02	834	1,11	773	1,19	721	1,28
100	2808	3,11	1745	20,00	1217	13,95	2937	0,24	2245	0,80	2808	1,15	1509	1,19	725	1,57	2347	1,38	530	2,15	0,24	2,15	5287	582	1597	0,71	1459	0,78	1332	0,85	1217	0,94	1115	1,02	1025	1,11	947	1,20	879	1,30	821	1,39	770	1,48
110	2872	3,04	1745	20,00	1244	14,26	2943	0,29	2262	0,96	2872	1,37	1560	1,39	771	1,79	2430	1,61	573	2,41	0,29	2,41	5296	629	1604	0,86	1473	0,94	1353	1,02	1244	1,11	1147	1,20	1062	1,30	987	1,40	922	1,49	865	1,59	815	1,69
120	2909	3,00	1714	19,65	1248	14,30	2227	0,45	2250	1,15	2909	1,60	1590	1,63	805	2,04	2490	1,87	610	2,69	0,45	2,69	4009	669	1582	1,04	1459	1,12	1348	1,22	1248	1,31	1159	1,42	1080	1,52	1010	1,62	949	1,73	895	1,83	847	1,94
130	2909	3,00	1643	18,83	1224	14,02	2137	0,55	2197	1,38	2909	1,88	1592	1,91	824	2,34	2517	2,18	638	3,02	0,55	3,02	3846	700	1522	1,26	1412	1,36	1313	1,47	1224	1,57	1144	1,68	1074	1,79	1011	1,90	956	2,01	907	2,12	863	2,23
140	2909	3,00	1576	18,06	1202	13,78	2049	0,66	2147	1,64	2909	2,18	1594	2,21	841	2,65	2543	2,50	664	3,37	0,66	3,37	3689	729	1468	1,52	1370	1,63	1281	1,74	1202	1,86	1132	1,97	1069	2,09	1012	2,21	962	2,32	918	2,43	877	2,55
150	2909	3,00	1516	17,37	1183	13,56	1966	0,79	2101	1,92	2909	2,51	1595	2,53	856	2,99	2566	2,84	688	3,73	0,79	3,73	3539	755	1419	1,81	1332	1,92	1254	2,04	1183	2,17	1120	2,29	1064	2,41	1013	2,53	968	2,65	927	2,77	890	2,88
160	2909	3,00	1462	16,75	1167	13,37	1889	0,94	2058	2,23	2909	2,85	1597	2,88	870	3,35	2588	3,21	709	4,11	0,94	4,11	3400	779	1376	2,12	1299	2,24	1230	2,37	1167	2,50	1111	2,63	1060	2,75	1014	2,88	973	3,00	935	3,12	901	3,24
170	2909	3,00	1414	16,20	1153	13,21	1819	1,10	2019	2,57	2909	3,22	1598	3,25	882	3,74	2608	3,59	729	4,52	1,10	4,52	3274	801	1338	2,46	1270	2,59	1209	2,72	1153	2,86	1102	2,99	1057	3,12	1015	3,24	977	3,37	942	3,49	911	3,62
180	2909	3,00	1372	15,73	1140	13,07	1755	1,28	1984	2,93	2909	3,61	1599	3,64	892	4,14	2627	4,00	748	4,94	1,28	4,94	3160	821	1306	2,83	1245	2,96	1190	3,10	1140	3,24	1095	3,37	1053	3,50	1016	3,63	981	3,76	949	3,89	920	4,02
190	2909	3,00	1336	15,31	1129	12,94	1699	1,48	1952	3,32	2909	4,02	1600	4,05	902	4,56	2644	4,43	765	5,38	1,48	5,38	3058	839	1277	3,22	1223	3,36	1174	3,50	1129	3,64	1088	3,78	1051	3,91	1016	4,05	984	4,18	955	4,31	927	4,44
200	2909	3,00	1305	14,95	1120	12,83	1649	1,68	1924	3,74	2909	4,46	1601	4,49	911	5,01	2660	4,88	780	5,84	1,68	5,84	2969	857	1252	3,64	1204	3,78	1160	3,93	1120	4,07	1083	4,21	1048	4,35	1017	4,48	987	4,62	960	4,75	935	4,88
210	2909	3,00	1277	14,64	1111	12,74	1606	1,91	1898	4,17	2909	4,92	1602	4,95	919	5,47	2675	5,35	795	6,33	1,91	6,33	2890	872	1231	4,08	1188	4,23	1148	4,38	1111	4,52	1078	4,66	1046	4,80	1017	4,94	990	5,08	965	5,21	941	5,34
220	2909	3,00	1253	14,36	1104	12,65	1567	2,14	1876	4,64	2909	5,40	1603	5,43	926	5,96	2689	5,84	808	6,83	2,14	6,83	2821	887	1212	4,55	1173	4,70	1137	4,85	1104	5,00	1073	5,14	1044	5,28	1018	5,42	992	5,56	969	5,69	947	5,83
230	2909	3,00	1233	14,13	1098	12,58	1534	2,40	1855	5,12	2909	5,90	1603	5,93	932	6,47	2701	6,35	820	7,35	2,40	7,35	2761	901	1195	5,04	1160	5,20	1128	5,35	1098	5,49	1069	5,64	1043	5,78	1018	5,92	995	6,06	973	6,20	952	6,34
240	2909	3,00	1215	13,92	1092	12,51	1504	2,66	1837	5,64	2909	6,42	1604	6,46	938	7,00	2713	6,89	832	7,90	2,66	7,90	2707	913	1181	5,56	1149	5,71	1119	5,86	1092	6,01	1066	6,16	1041	6,31	1018	6,45	996	6,59	976	6,73	957	6,87
250	2909	3,00	1199	13,74	1087	12,45	1478	2,94	1820	6,17	2909	6,97	1605	7,00	943	7,55	2724	7,44	842	8,46	2,94	8,46	2661	925	1168	6,10	1139	6,25	1112	6,41	1087	6,56	1063	6,70	1040	6,85	1019	7,00	998	7,14	979	7,28	961	7,42
260	2909	3,00	1184	13,57	1082	12,40	1455	3,23	1806	6,73	2909	7,54	1605	7,57	948	8,13	2734	8,02	852	9,05	3,23	9,05	2619	935	1157	6,66	1130	6,82	1105	6,97	1082	7,12	1060	7,27	1039	7,42	1019	7,56	1000	7,71	982	7,85	965	7,99
270	2909	3,00	1172	13,43	1078	12,35	1435	3,53	1792	7,31	2909	8,13	1606	8,17	953	8,73	2743	8,62	861	9,66	3,53	9,66	2583	945	1146	7,25	1122	7,40	1099	7,56	1078	7,71	1057	7,86	1038	8,01	1019	8,16	1001	8,30	984	8,44	968	8,59
280	2909	3,00	1161	13,30	1074	12,31	1417	3,84	1780	7,92	2909	8,74	1606	8,78	957	9,34	2752	9,24	870	10,29	3,84	10,29	2550	954	1137	7,86	1115	8,01	1094	8,17	1074	8,32	1055	8,47	1037	8,62	1019	8,77	1003	8,92	987	9,06	971	9,20
290	2909	3,00	1151	13,19	1071	12,27	1401	4,17	1769	8,55	2909	9,38	1606	9,42	961	9,99	2760	9,89	877	10,94	4,17	10,94	2521	963	1129	8,49	1109	8,65	1089	8,80	1071	8,96	1053	9,11	1036	9,26	1019	9,41	1004	9,55	989	9,70	974	9,84
300	2909	3,00	1142	13,09	1068	12,23	1386	4,51	1759	9,20	2909	10,04	1607	10,08	964	10,65	2767	10,55	885	11,61	4,51	11,61	2496	971	1122	9,15	1103	9,30	1085	9,46	1068	9,61	1051	9,77	1035	9,92	1020	10,07	1005	10,21	991	10,36	977	10,51

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 82
M. elástico, daN/mm²: 12.000
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000140
Carga de rotura, daN: 7.700

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR OPGW 48
ZONA C

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.567
Peso del conductor, daN/m: 0,8280
Peso+Viento, daN/m: 1,1866
Peso+Hielo, daN/m: 2,3123
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1661	4,64	1428	18,54	1155	15,00	1566	0,01	1569	0,04	1661	0,07	1164	0,05	688	0,06	1398	0,08	304	0,14	0,01	0,14	3612	367	1359	0,03	1291	0,03	1223	0,03	1155	0,04	1087	0,04	1020	0,04	952	0,04	885	0,05	819	0,05	753	0,05
30	1687	4,56	1424	18,49	1155	15,00	1563	0,03	1571	0,09	1687	0,15	1174	0,11	705	0,13	1438	0,18	363	0,26	0,03	0,26	3605	439	1356	0,07	1289	0,07	1222	0,08	1155	0,08	1089	0,09	1022	0,09	957	0,10	892	0,10	829	0,11	766	0,12
40	1722	4,47	1419	18,43	1155	15,00	1558	0,06	1573	0,15	1722	0,27	1188	0,20	725	0,23	1487	0,31	416	0,40	0,06	0,40	3595	503	1353	0,12	1286	0,13	1220	0,14	1155	0,14	1090	0,15	1026	0,16	963	0,17	901	0,18	841	0,20	782	0,21
50	1761	4,37	1413	18,35	1155	15,00	1553	0,09	1575	0,24	1761	0,41	1204	0,31	746	0,35	1540	0,47	464	0,56	0,09	0,56	3582	561	1348	0,19	1283	0,20	1219	0,21	1155	0,22	1092	0,24	1031	0,25	970	0,27	911	0,28	854	0,30	799	0,32
60	1804	4,27	1406	18,26	1155	15,00	1546	0,13	1578	0,34	1804	0,58	1221	0,44	768	0,48	1596	0,65	508	0,73	0,13	0,73	3567	613	1342	0,28	1279	0,29	1216	0,31	1155	0,32	1095	0,34	1036	0,36	978	0,38	923	0,40	869	0,43	817	0,46
70	1848	4,17	1398	18,15	1155	15,00	1539	0,17	1581	0,46	1848	0,77	1240	0,59	790	0,64	1652	0,86	547	0,93	0,17	0,93	3551	661	1336	0,38	1274	0,40	1214	0,42	1155	0,44	1097	0,46	1041	0,49	987	0,51	934	0,54	884	0,57	836	0,61
80	1894	4,07	1389	18,04	1155	15,00	1531	0,23	1584	0,61	1894	0,98	1258	0,76	811	0,82	1708	1,08	584	1,14	0,23	1,14	3532	705	1329	0,50	1270	0,52	1212	0,55	1155	0,57	1100	0,60	1047	0,63	995	0,67	946	0,70	899	0,74	854	0,78
90	1939	3,97	1379	17,92	1155	15,00	1523	0,29	1587	0,76	1939	1,21	1277	0,95	831	1,01	1763	1,33	617	1,36	0,29	1,36	3513	746	1321	0,63	1264	0,66	1209	0,69	1155	0,73	1103	0,76	1052	0,80	1004	0,84	957	0,88	913	0,92	871	0,96
100	1984	3,88	1370	17,79	1155	15,00	1514	0,36	1590	0,94	1984	1,46	1295	1,16	851	1,22	1816	1,59	648	1,60	0,36	1,60	3492	783	1314	0,79	1259	0,82	1206	0,86	1155	0,90	1105	0,94	1058	0,98	1012	1,02	968	1,07	927	1,12	888	1,17
110	2027	3,80	1360	17,66	1155	15,00	1505	0,44	1594	1,14	2027	1,73	1313	1,38	869	1,44	1867	1,87	677	1,85	0,44	1,87	3471	808	1306	0,96	1254	1,00	1204	1,04	1155	1,08	1108	1,13	1063	1,18	1020	1,23	979	1,28	940	1,33	903	1,39
120	2070	3,72	1349	17,52	1155	15,00	1495	0,52	1597	1,35	2070	2,01	1331	1,62	886	1,68	1917	2,17	704	2,12	0,52	2,17	3450	829	1298	1,15	1249	1,19	1201	1,24	1155	1,29	1111	1,34	1068	1,40	1028	1,45	989	1,51	953	1,56	918	1,62
130	2112	3,65	1339	17,39	1155	15,00	1486	0,62	1601	1,58	2112	2,31	1347	1,88	901	1,94	1965	2,49	729	2,40	0,62	2,49	3428	850	1291	1,36	1244	1,41	1199	1,46	1155	1,51	1113	1,57	1073	1,63	1035	1,69	999	1,75	965	1,81	932	1,88
140	2152	3,58	1329	17,26	1155	15,00	1477	0,72	1604	1,83	2152	2,63	1363	2,15	916	2,21	2011	2,82	752	2,70	0,72	2,82	3407	870	1283	1,58	1239	1,64	1196	1,70	1155	1,76	1116	1,82	1078	1,88	1042	1,95	1008	2,01	976	2,08	945	2,15
150	2191	3,51	1320	17,14	1155	15,00	1468	0,83	1607	2,10	2191	2,97	1378	2,45	930	2,50	2055	3,17	774	3,01	0,83	3,17	3387	889	1276	1,83	1234	1,89	1194	1,95	1155	2,02	1118	2,08	1083	2,15	1049	2,22	1017	2,29	986	2,36	957	2,43
160	2228	3,46	1310	17,02	1155	15,00	1459	0,95	1610	2,38	2228	3,32	1393	2,75	943	2,81	2098	3,53	794	3,34	0,95	3,53	3366	907	1269	2,09	1229	2,16	1191	2,22	1155	2,29	1120	2,37	1087	2,44	1055	2,51	1025	2,59	996	2,66	969	2,74
170	2264	3,40	1301	16,90	1155	15,00	1451	1,08	1613	2,68	2264	3,69	1406	3,08	955	3,13	2138	3,91	812	3,68	1,08	3,91	3347	925	1262	2,37	1225	2,44	1189	2,52	1155	2,59	1122	2,67	1091	2,74	1061	2,82	1033	2,90	1005	2,98	979	3,06
180	2299	3,35	1293	16,79	1155	15,00	1443	1,22	1616	3,00	2299	4,08	1419	3,42	966	3,47	2177	4,30	830	4,04	1,22	4,30	3329	942	1256	2,67	1221	2,75	1187	2,83	1155	2,90	1124	2,98	1095	3,06	1066	3,15	1040	3,23	1014	3,31	989	3,39
190	2332	3,30	1285	16,68	1155	15,00	1435	1,36	1619	3,34	2332	4,48	1432	3,78	976	3,83	2215	4,72	846	4,42	1,36	4,72	3311	958	1250	2,99	1217	3,07	1185	3,15	1155	3,24	1126	3,32	1098	3,40	1072	3,49	1046	3,57	1022	3,66	999	3,74
200	2364	3,26	1277	16,59	1155	15,00	1428	1,52	1621	3,70	2364	4,90	1443	4,15	986	4,20	2250	5,14	862	4,81	1,52	5,14	3294	973	1245	3,33	1213	3,41	1184	3,50	1155	3,59	1128	3,67	1101	3,76	1076	3,85	1052	3,94	1029	4,02	1007	4,11
210	2394	3,22	1270	16,49	1155	15,00	1421	1,68	1624	4,07	2394	5,33	1454	4,55	995	4,59	2285	5,58	876	5,21	1,68	5,58	3278	988	1239	3,68	1210	3,77	1182	3,86	1155	3,95	1129	4,04	1104	4,14	1081	4,23	1058	4,32	1036	4,41	1015	4,50
220	2424	3,18	1263	16,41	1155	15,00	1415	1,85	1626	4,46	2424	5,78	1464	4,95	1004	4,99	2317	6,04	890	5,64	1,85	6,04	3263	1002	1235	4,06	1207	4,15	1180	4,25	1155	4,34	1131	4,43	1107	4,53	1085	4,62	1063	4,71	1043	4,81	1023	4,90
230	2452	3,14	1257	16,32	1155	15,00	1408	2,03	1628	4,87	2452	6,24	1474	5,38	1012	5,42	2349	6,52	902	6,07	2,04	6,52	3249	1016	1230	4,45	1204	4,55	1179	4,65	1155	4,74	1132	4,84	1110	4,94	1089	5,03	1068	5,13	1049	5,23	1030	5,32
240	2479	3,11	1251	16,25	1155	15,00	1403	2,22	1631	5,30	2479	6,72	1483	5,82	1019	5,86	2379	7,01	914	6,53	2,23	7,01	3236	1029	1226	4,87	1201	4,97	1178	5,07	1155	5,16	1133	5,26	1112	5,36	1092	5,46	1073	5,56	1054	5,66	1036	5,76
250	2505	3,07	1246	16,18	1155	15,00	1397	2,42	1632	5,74	2505	7,22	1492	6,28	1026	6,31	2408	7,51	925	7,00	2,42	7,51	3224	1041	1222	5,30	1199	5,40	1176	5,50	1155	5,60	1134	5,71	1115	5,81	1095	5,91	1077	6,01	1059	6,11	1042	6,21
260	2529	3,04	1241	16,11	1155	15,00	1392	2,63	1634	6,20	2529	7,73	1500	6,76	1032	6,78	2436	8,03	936	7,48	2,63	8,03	3212	1053	1218	5,75	1196	5,85	1175	5,96	1155	6,06	1135	6,17	1117	6,27	1099	6,37	1081	6,48	1064	6,58	1048	6,68
270	2553	3,02	1236	16,05	1155	15,00	1388	2,85	1636	6,68	2553	8,26	1508	7,25	1038	7,28	2462	8,57	946	7,99	2,85	8,57	3201	1065	1215	6,22	1194	6,32	1174	6,43	1155	6,54	1137	6,64	1119	6,75	1101	6,86	1085	6,96	1069	7,07	1053	7,17
280	2567	3,00	1223	15,89	1148	14,91	1397	3,04	1629	7,22	2567	8,84	1507	7,80	1038	7,82	2479	9,15	951	8,55	3,04	9,15	3222	1072	1204	6,75	1184	6,86	1166	6,97	1148	7,07	1131	7,18	1114	7,29	1098	7,40	1082	7,51	1067	7,61	1052	7,72
290	2567	3,00	1201	15,60	1132	14,70	1371	3,32	1610	7,83	2567	9,48	1497	8,43	1030	8,46	2483	9,80	949	9,19	3,33	9,80	3162	1074	1183	7,37	1165	7,48	1148	7,59	1132	7,70	1116	7,81	1100	7,92	1086	8,03	1071	8,14	1057	8,24	1044	8,35
300	2567	3,00	1180	15,33	1117	14,51	1347	3,62	1593	8,48	2567	10,15	1487	9,08	1023	9,11	2487	10,48	947	9,85	3,62	10,48	3108	1075	1164	8,01	1148	8,12	1132	8,24	1117	8,35	1102	8,46	1088	8,57	1074	8,68	1061	8,79	1048	8,90	1036	9,01

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR OPGW 96
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 82
M. elástico, daN/mm²: 12.000
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000140
Carga de rotura, daN: 7.700

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 2.567
Peso del conductor, daN/m: 0,8660
Peso+Viento, daN/m: 1,2134
Peso+Hielo, daN/m: 2,3503
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	1661	4,64	1427	18,54	1155	15,00	1565	0,01	1569	0,04	1661	0,07	1164	0,05	689	0,06	1399	0,08	310	0,14	0,01	0,14	3611	358	1359	0,03	1291	0,03	1223	0,04	1155	0,04	1087	0,04	1020	0,04	953	0,05	886	0,05	820	0,05	754	0,06
30	1688	4,56	1423	18,49	1155	15,00	1562	0,03	1570	0,09	1688	0,16	1174	0,12	707	0,14	1439	0,18	371	0,26	0,03	0,26	3603	428	1356	0,07	1289	0,08	1222	0,08	1155	0,08	1089	0,09	1023	0,10	958	0,10	893	0,11	830	0,12	768	0,13
40	1722	4,47	1418	18,42	1155	15,00	1557	0,06	1571	0,16	1722	0,27	1188	0,21	729	0,24	1488	0,32	426	0,41	0,06	0,41	3591	491	1352	0,13	1286	0,13	1220	0,14	1155	0,15	1091	0,16	1027	0,17	964	0,18	903	0,19	843	0,21	785	0,22
50	1762	4,37	1411	18,33	1155	15,00	1551	0,09	1573	0,24	1762	0,42	1204	0,32	751	0,36	1542	0,48	474	0,57	0,09	0,57	3577	548	1346	0,20	1282	0,21	1218	0,22	1155	0,23	1093	0,25	1032	0,26	972	0,28	914	0,30	858	0,32	803	0,34
60	1805	4,27	1404	18,23	1155	15,00	1543	0,13	1575	0,35	1805	0,59	1221	0,45	774	0,50	1598	0,66	519	0,75	0,13	0,75	3560	599	1340	0,29	1278	0,31	1216	0,32	1155	0,34	1095	0,36	1037	0,38	981	0,40	926	0,42	873	0,45	822	0,47
70	1849	4,16	1395	18,12	1155	15,00	1535	0,17	1577	0,48	1849	0,78	1239	0,61	797	0,67	1654	0,87	559	0,95	0,17	0,95	3542	646	1333	0,40	1273	0,42	1213	0,44	1155	0,46	1098	0,48	1043	0,51	989	0,54	938	0,57	889	0,60	842	0,63
80	1894	4,07	1386	17,99	1155	15,00	1526	0,23	1579	0,62	1894	0,99	1257	0,78	819	0,85	1710	1,10	596	1,16	0,23	1,16	3521	689	1326	0,52	1268	0,55	1211	0,57	1155	0,60	1101	0,63	1049	0,66	998	0,69	950	0,73	904	0,77	860	0,81
90	1939	3,97	1375	17,86	1155	15,00	1517	0,29	1581	0,78	1939	1,23	1275	0,97	840	1,04	1764	1,35	631	1,39	0,29	1,39	3499	728	1318	0,67	1262	0,69	1208	0,73	1155	0,76	1104	0,79	1055	0,83	1007	0,87	962	0,91	919	0,95	878	1,00
100	1983	3,88	1365	17,73	1155	15,00	1507	0,36	1583	0,97	1983	1,48	1293	1,18	859	1,26	1817	1,62	662	1,64	0,36	1,64	3477	764	1310	0,83	1257	0,86	1205	0,90	1155	0,94	1107	0,98	1060	1,02	1016	1,07	973	1,11	933	1,16	895	1,21
110	2026	3,80	1354	17,59	1155	15,00	1497	0,44	1586	1,17	2026	1,76	1310	1,41	877	1,49	1868	1,90	691	1,90	0,44	1,90	3453	795	1302	1,01	1251	1,05	1202	1,09	1155	1,13	1109	1,18	1066	1,23	1024	1,28	984	1,33	947	1,38	911	1,44
120	2068	3,72	1344	17,45	1155	15,00	1487	0,52	1588	1,39	2068	2,05	1327	1,66	894	1,74	1917	2,21	718	2,17	0,52	2,21	3430	816	1294	1,20	1246	1,25	1200	1,30	1155	1,35	1112	1,40	1071	1,46	1032	1,51	995	1,57	960	1,62	926	1,68
130	2109	3,65	1333	17,32	1155	15,00	1477	0,62	1590	1,63	2109	2,36	1342	1,93	910	2,01	1964	2,53	743	2,46	0,62	2,53	3407	836	1286	1,42	1241	1,47	1197	1,53	1155	1,58	1115	1,64	1076	1,70	1040	1,76	1005	1,82	972	1,88	940	1,95
140	2148	3,59	1323	17,18	1155	15,00	1467	0,72	1592	1,89	2148	2,68	1358	2,21	925	2,29	2009	2,87	766	2,77	0,72	2,87	3384	855	1279	1,66	1236	1,72	1194	1,78	1155	1,84	1117	1,90	1081	1,96	1047	2,03	1014	2,09	983	2,16	953	2,23
150	2185	3,52	1313	17,05	1155	15,00	1457	0,84	1594	2,16	2185	3,03	1372	2,51	939	2,60	2053	3,22	788	3,09	0,84	3,22	3361	873	1271	1,92	1231	1,98	1192	2,04	1155	2,11	1120	2,18	1086	2,24	1053	2,31	1023	2,38	993	2,45	965	2,52
160	2222	3,47	1304	16,93	1155	15,00	1448	0,96	1596	2,46	2222	3,39	1386	2,83	952	2,91	2094	3,59	808	3,43	0,96	3,59	3340	891	1264	2,19	1226	2,26	1190	2,33	1155	2,40	1122	2,47	1090	2,54	1060	2,62	1031	2,69	1003	2,76	977	2,84
170	2257	3,41	1295	16,81	1155	15,00	1439	1,09	1598	2,77	2257	3,77	1398	3,17	964	3,25	2133	3,98	826	3,79	1,09	3,98	3319	908	1257	2,49	1222	2,56	1188	2,63	1155	2,71	1124	2,78	1094	2,86	1065	2,94	1038	3,02	1012	3,09	987	3,17
180	2290	3,36	1286	16,70	1155	15,00	1430	1,23	1600	3,10	2290	4,16	1410	3,52	975	3,60	2171	4,39	844	4,16	1,23	4,39	3300	924	1251	2,80	1218	2,88	1186	2,96	1155	3,04	1126	3,12	1098	3,20	1071	3,28	1045	3,36	1020	3,44	997	3,52
190	2322	3,32	1278	16,60	1155	15,00	1422	1,38	1602	3,45	2322	4,57	1422	3,89	985	3,97	2207	4,81	860	4,55	1,38	4,81	3281	939	1245	3,14	1214	3,22	1184	3,30	1155	3,38	1127	3,47	1101	3,55	1076	3,63	1051	3,72	1028	3,80	1006	3,89
200	2352	3,27	1271	16,50	1155	15,00	1415	1,53	1604	3,82	2352	5,00	1432	4,28	994	4,36	2242	5,25	875	4,95	1,53	5,25	3263	954	1240	3,49	1210	3,58	1182	3,66	1155	3,75	1129	3,84	1104	3,92	1080	4,01	1057	4,10	1036	4,18	1015	4,27
210	2382	3,23	1263	16,41	1155	15,00	1408	1,70	1605	4,21	2382	5,44	1443	4,68	1003	4,76	2275	5,70	889	5,37	1,70	5,70	3247	968	1235	3,87	1207	3,96	1180	4,05	1155	4,14	1131	4,22	1107	4,31	1085	4,40	1063	4,49	1042	4,58	1022	4,67
220	2410	3,20	1257	16,32	1155	15,00	1401	1,87	1607	4,62	2410	5,91	1452	5,11	1012	5,18	2307	6,17	902	5,81	1,87	6,17	3232	981	1230	4,26	1204	4,35	1179	4,45	1155	4,54	1132	4,63	1110	4,72	1089	4,82	1068	4,91	1049	5,00	1030	5,09
230	2436	3,16	1251	16,24	1155	15,00	1395	2,05	1608	5,04	2436	6,39	1461	5,55	1019	5,62	2337	6,66	915	6,27	2,06	6,66	3217	994	1225	4,68	1201	4,77	1178	4,87	1155	4,96	1133	5,06	1112	5,15	1092	5,25	1073	5,34	1054	5,44	1036	5,53
240	2462	3,13	1245	16,17	1155	15,00	1389	2,25	1609	5,48	2462	6,88	1469	6,01	1026	6,08	2365	7,16	926	6,74	2,25	7,16	3204	1006	1221	5,11	1198	5,21	1176	5,30	1155	5,40	1135	5,50	1115	5,60	1096	5,69	1077	5,79	1060	5,89	1043	5,98
250	2486	3,10	1240	16,10	1155	15,00	1383	2,45	1610	5,95	2486	7,39	1477	6,49	1033	6,56	2393	7,68	937	7,23	2,45	7,68	3191	1018	1218	5,56	1196	5,66	1175	5,76	1155	5,86	1136	5,96	1117	6,06	1099	6,16	1082	6,26	1065	6,36	1049	6,46
260	2510	3,07	1235	16,04	1155	15,00	1378	2,66	1612	6,43	2510	7,92	1484	6,98	1039	7,05	2419	8,22	948	7,73	2,66	8,22	3179	1029	1214	6,03	1194	6,14	1174	6,24	1155	6,34	1137	6,44	1119	6,54	1102	6,65	1085	6,75	1070	6,85	1054	6,95
270	2532	3,04	1231	15,98	1155	15,00	1374	2,88	1613	6,93	2532	8,47	1491	7,49	1045	7,56	2444	8,77	957	8,25	2,88	8,77	3169	1040	1211	6,52	1191	6,63	1173	6,73	1155	6,84	1138	6,94	1121	7,05	1105	7,15	1089	7,25	1074	7,36	1059	7,46
280	2553	3,02	1226	15,93	1155	15,00	1369	3,10	1614	7,45	2553	9,03	1498	8,02	1050	8,09	2469	9,34	966	8,80	3,10	9,34	3158	1050	1208	7,03	1189	7,14	1172	7,25	1155	7,35	1139	7,46	1123	7,57	1107	7,67	1092	7,78	1078	7,88	1064	7,98
290	2567	3,00	1216	15,80	1150	14,93	1378	3,31	1608	8,02	2567	9,64	1498	8,61	1051	8,67	2485	9,96	971	9,39	3,31	9,96	3179	1057	1199	7,60	1182	7,71	1166	7,82	1150	7,93	1134	8,03	1119	8,14	1105	8,25	1091	8,35	1077	8,46	1064	8,57
300	2567	3,00	1197	15,55	1136	14,75	1356	3,60	1591	8,67	2567	10,32	1489	9,27	1045	9,34	2489	10,64	970	10,06	3,60	10,64	3127	1059	1181	8,26	1165	8,37	1150	8,48	1136	8,59	1122	8,70	1108	8,80	1094	8,91	1081	9,02	1069	9,13	1056	9,23

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR ADSS 48
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 35
M. elástico, daN/mm²: 8.983
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000320
Carga de rotura, daN: 3.000

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.000
Peso del conductor, daN/m: 0,2090
Peso+Viento, daN/m: 0,8753
Peso+Hielo, daN/m: 1,6933
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	775	3,87	600	20,00	400	13,32	1001	0,02	708	0,06	775	0,11	422	0,11	81	0,13	592	0,14	26	0,40	0,01	0,40	3592	126	550	0,02	500	0,02	450	0,02	400	0,03	350	0,03	300	0,03	251	0,04	203	0,05	156	0,07	114	0,09
30	802	3,74	600	20,00	401	13,35	1002	0,05	717	0,14	802	0,24	445	0,23	98	0,24	633	0,30	39	0,61	0,03	0,61	3590	185	550	0,04	500	0,05	450	0,05	401	0,06	351	0,07	302	0,08	254	0,09	208	0,11	165	0,14	127	0,18
40	835	3,59	600	20,00	402	13,40	1004	0,09	729	0,24	835	0,41	471	0,38	114	0,37	678	0,50	51	0,83	0,06	0,83	3589	242	550	0,08	501	0,08	451	0,09	402	0,10	353	0,12	305	0,14	259	0,16	215	0,19	175	0,24	141	0,30
50	871	3,45	600	20,00	404	13,45	1006	0,13	744	0,37	871	0,61	499	0,56	129	0,51	725	0,73	62	1,05	0,09	1,05	3586	297	550	0,12	501	0,13	452	0,14	404	0,16	356	0,18	309	0,21	264	0,25	222	0,29	185	0,35	154	0,43
60	909	3,30	600	20,00	406	13,52	1009	0,19	760	0,53	909	0,84	528	0,76	142	0,66	771	0,99	73	1,29	0,13	1,29	3583	350	551	0,17	502	0,19	453	0,21	406	0,23	359	0,26	313	0,30	270	0,35	231	0,41	195	0,48	166	0,57
70	948	3,16	600	20,00	408	13,60	1012	0,26	777	0,70	948	1,09	556	0,98	155	0,82	817	1,27	84	1,52	0,17	1,52	3580	402	551	0,23	503	0,25	455	0,28	408	0,31	362	0,35	318	0,40	277	0,46	239	0,54	206	0,62	178	0,72
80	987	3,04	600	20,00	410	13,68	1015	0,34	796	0,90	987	1,37	584	1,22	167	1,00	863	1,57	94	1,77	0,22	1,77	3576	452	552	0,30	504	0,33	456	0,37	410	0,41	366	0,46	323	0,52	283	0,59	247	0,68	216	0,78	189	0,88
90	1000	3,00	560	18,65	376	12,54	741	0,59	783	1,15	1000	1,72	588	1,54	164	1,29	884	1,94	100	2,11	0,30	2,11	3374	480	512	0,41	466	0,45	420	0,50	376	0,56	335	0,63	296	0,72	261	0,81	230	0,92	204	1,04	182	1,16
100	1000	3,00	497	16,56	326	10,87	688	0,79	756	1,47	1000	2,12	581	1,92	156	1,68	894	2,37	103	2,53	0,41	2,53	3055	495	451	0,58	407	0,64	365	0,72	326	0,80	290	0,90	258	1,01	230	1,14	206	1,27	186	1,40	170	1,54
110	1000	3,00	432	14,39	281	9,37	636	1,03	731	1,85	1000	2,56	575	2,35	150	2,11	902	2,84	106	2,99	0,56	2,99	2713	507	390	0,81	350	0,90	314	1,01	281	1,12	252	1,25	227	1,39	206	1,54	188	1,68	173	1,83	160	1,97
120	1000	3,00	369	12,29	245	8,15	586	1,33	708	2,27	1000	3,05	569	2,82	145	2,59	910	3,35	108	3,48	0,76	3,48	2359	517	332	1,13	299	1,26	270	1,39	245	1,54	223	1,69	204	1,84	188	2,00	175	2,15	164	2,30	154	2,45
130	1000	3,00	313	10,43	217	7,25	541	1,69	687	2,74	1000	3,58	565	3,34	142	3,12	918	3,90	110	4,02	1,05	4,02	2010	526	284	1,56	258	1,71	236	1,87	217	2,03	201	2,19	188	2,36	176	2,52	165	2,67	156	2,82	149	2,97
140	1000	3,00	268	8,95	198	6,60	501	2,12	669	3,27	1000	4,15	561	3,90	139	3,68	924	4,49	111	4,60	1,45	4,60	1692	533	247	2,08	228	2,25	212	2,42	198	2,59	186	2,76	175	2,92	166	3,08	158	3,24	151	3,39	145	3,54
150	1000	3,00	236	7,86	184	6,13	467	2,61	653	3,84	1000	4,77	557	4,50	137	4,30	930	5,13	113	5,23	1,97	5,23	1430	539	220	2,67	206	2,85	194	3,03	184	3,20	175	3,37	167	3,53	159	3,69	153	3,85	147	4,00	142	4,15
160	1000	3,00	212	7,08	173	5,78	440	3,15	640	4,46	1000	5,43	554	5,15	135	4,95	936	5,80	114	5,89	2,59	5,89	1235	544	201	3,33	191	3,51	181	3,69	173	3,86	166	4,03	160	4,19	154	4,35	149	4,51	144	4,66	139	4,81
170	1000	3,00	196	6,52	166	5,52	417	3,75	628	5,14	1000	6,13	551	5,85	134	5,65	940	6,52	115	6,59	3,30	6,59	1097	549	187	4,04	179	4,22	172	4,39	166	4,56	160	4,73	155	4,89	150	5,05	145	5,21	141	5,36	137	5,51
180	1000	3,00	183	6,11	160	5,32	399	4,40	617	5,86	1000	6,87	549	6,59	133	6,39	945	7,27	116	7,34	4,06	7,34	999	553	177	4,80	170	4,97	165	5,15	160	5,31	155	5,48	150	5,64	146	5,79	143	5,95	139	6,10	136	6,25
190	1000	3,00	174	5,81	155	5,16	384	5,09	608	6,62	1000	7,66	547	7,37	132	7,18	949	8,07	116	8,13	4,87	8,13	927	556	169	5,60	164	5,77	159	5,94	155	6,10	151	6,27	147	6,42	144	6,58	140	6,73	137	6,88	134	7,03
200	1000	3,00	167	5,57	151	5,03	372	5,83	601	7,43	1000	8,49	545	8,19	131	8,01	952	8,91	117	8,97	5,72	8,97	874	559	163	6,44	158	6,61	155	6,77	151	6,94	147	7,10	144	7,26	141	7,41	138	7,56	136	7,71	133	7,86
210	1000	3,00	161	5,38	148	4,92	362	6,60	594	8,29	1000	9,36	544	9,06	130	8,88	956	9,79	117	9,84	6,61	9,84	835	562	158	7,32	154	7,49	151	7,65	148	7,81	145	7,97	142	8,13	139	8,28	137	8,43	135	8,58	132	8,73
220	1000	3,00	157	5,23	145	4,84	354	7,42	588	9,19	1000	10,27	542	9,97	129	9,79	959	10,72	118	10,76	7,43	10,76	815	564	154	8,24	151	8,41	148	8,57	145	8,73	143	8,89	140	9,05	138	9,20	136	9,35	133	9,50	131	9,65
230	1000	3,00	153	5,10	143	4,76	347	8,28	583	10,14	1000	11,23	541	10,92	129	10,75	961	11,69	118	11,72	8,29	11,72	799	566	150	9,21	148	9,37	145	9,53	143	9,69	141	9,85	138	10,00	136	10,16	134	10,31	133	10,46	131	10,60
240	1000	3,00	150	5,00	141	4,70	341	9,17	578	11,13	1000	12,23	540	11,92	128	11,75	964	12,70	119	12,72	9,19	12,72	785	568	148	10,22	145	10,38	143	10,54	141	10,70	139	10,85	137	11,01	135	11,16	133	11,31	132	11,46	130	11,60
250	1000	3,00	147	4,91	139	4,65	335	10,11	574	12,16	1000	13,28	539	12,96	128	12,79	966	13,75	119	13,77	10,13	13,77	773	570	145	11,27	143	11,43	141	11,59	139	11,74	138	11,90	136	12,05	134	12,20	133	12,35	131	12,50	130	12,65
260	1000	3,00	145	4,84	138	4,60	331	11,09	571	13,24	1000	14,37	538	14,05	128	13,88	968	14,84	119	14,86	11,11	14,86	763	571	143	12,36	141	12,52	140	12,68	138	12,83	136	12,99	135	13,14	133	13,29	132	13,44	130	13,59	129	13,73
270	1000	3,00	143	4,78	137	4,56	327	12,10	567	14,37	1000	15,50	537	15,18	127	15,01	970	15,98	120	15,99	12,12	15,99	754	572	142	13,50	140	13,65	138	13,81	137	13,97	135	14,12	134	14,27	133	14,42	131	14,57	130	14,72	129	14,86
280	1000	3,00	142	4,72	136	4,53	324	13,16	565	15,53	1000	16,67	537	16,35	127	16,18	972	17,16	120	17,17	13,18	17,17	746	574	140	14,67	139	14,83	137	14,99	136	15,14	134	15,29	133	15,45	132	15,60	131	15,74	129	15,89	128	16,04
290	1000	3,00	140	4,67	135	4,50	321	14,25	562	16,75	1000	17,89	536	17,57	127	17,40	973	18,38	120	18,39	14,27	18,39	739	575	139	15,90	137	16,05	136	16,21	135	16,36	134	16,51	132	16,66	131	16,81	130	16,96	129	17,11	128	17,26
300	1000	3,00	139	4,63	134	4,47	318	15,38	560	18,00	1000	19,15	535	18,83	127	18,66	975	19,65	120	19,65	15,41	19,65	733	576	138	17,16	136	17,32	135	17,47	134	17,62	133	17,77	132	17,93	131	18,07	130	18,22	129	18,37	128	18,52

TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO
CONDUCTOR ADSS 96
ZONA C

V. Viento, Km/h: 120
Diámetro, mm: 17,00
Sección, mm²: 35
M. elástico, daN/mm²: 8.983
Coef. Dilatación mm/ ºC: 0,0000320
Carga de rotura, daN: 3.000

Coef. Seg. Mínimo: 3
T.máx admisible daN:, daN/m: 1.000
Peso del conductor, daN/m: 0,2440
Peso+Viento, daN/m: 0,8843
Peso+Hielo, daN/m: 1,7283
Máximo CHS (-5ºc): 20%
Máximo EDS (15ºc): 15%

VANO (m)	TENSE MÁXIMO		CHS -5ºC		EDS 15ºC		DESVIACIÓN CADENAS		HIPÓTESIS TENSE MÁXIMO				HIPÓTESIS FLECHAS MÁXIMAS								FLECHAS		PARÁMETRO CATENARIA		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO																	
							-15ºC+1/2V		-15ºC+V		-20ºC+H		15º+V		50ºC		0º+H		85ºC						0ºC		5ºC		10ºC		15ºC		20ºC		25ºC		30ºC		35ºC		40ºC		45ºC	
	T (daN)	CS	T (daN)	%	T (daN)	%	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	f Mín (m)	f Máx (m)	f Mín	f Máx	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)	T (daN)	f (m)
20	776	3,87	600	20,00	400	13,33	1001	0,02	708	0,06	776	0,11	422	0,11	87	0,14	593	0,15	30	0,40	0,02	0,40	3076	125	550	0,02	500	0,02	450	0,03	400	0,03	350	0,03	301	0,04	252	0,05	204	0,06	159	0,08	118	0,10
30	804	3,73	600	20,00	401	13,37	1002	0,05	717	0,14	804	0,24	445	0,23	107	0,26	635	0,31	45	0,62	0,04	0,62	3075	183	550	0,05	500	0,05	451	0,06	401	0,07	352	0,08	304	0,09	257	0,11	211	0,13	170	0,16	134	0,20
40	837	3,58	600	20,00	403	13,43	1004	0,09	729	0,25	837	0,41	472	0,38	124	0,39	681	0,51	58	0,84	0,07	0,84	3072	239	550	0,09	501	0,10	452	0,11	403	0,12	355	0,14	308	0,16	263	0,19	220	0,22	182	0,27	149	0,33
50	874	3,43	600	20,00	405	13,51	1006	0,13	743	0,38	874	0,62	500	0,56	140	0,54	729	0,74	71	1,07	0,10	1,07	3070	293	551	0,14	502	0,15	453	0,17	405	0,19	358	0,21	313	0,24	269	0,28	229	0,33	194	0,39	164	0,46
60	912	3,29	600	20,00	408	13,60	1009	0,19	759	0,53	912	0,85	528	0,77	155	0,71	776	1,00	84	1,31	0,15	1,31	3066	345	551	0,20	503	0,22	455	0,24	408	0,27	362	0,30	318	0,35	277	0,40	239	0,46	206	0,53	178	0,62
70	952	3,15	600	20,00	411	13,69	1012	0,26	776	0,71	952	1,11	556	0,99	169	0,88	823	1,29	96	1,55	0,20	1,55	3062	395	552	0,27	504	0,30	457	0,33	411	0,36	366	0,41	324	0,46	284	0,53	249	0,60	217	0,69	191	0,78
80	992	3,03	600	20,00	414	13,80	1015	0,34	794	0,91	992	1,39	584	1,23	183	1,07	868	1,59	108	1,81	0,26	1,81	3057	443	552	0,35	505	0,39	459	0,43	414	0,47	371	0,53	330	0,59	292	0,67	258	0,76	229	0,85	204	0,96
90	1000	3,00	553	18,43	376	12,52	732	0,60	776	1,18	1000	1,75	583	1,56	178	1,39	886	1,98	114	2,17	0,35	2,17	2853	467	506	0,49	461	0,54	417	0,59	376	0,66	336	0,73	300	0,82	268	0,92	240	1,03	215	1,15	195	1,27
100	1000	3,00	490	16,34	329	10,96	679	0,80	748	1,50	1000	2,16	576	1,95	171	1,78	895	2,41	117	2,60	0,49	2,60	2576	481	447	0,68	405	0,75	365	0,83	329	0,93	296	1,03	266	1,15	240	1,27	219	1,40	200	1,53	184	1,66
110	1000	3,00	427	14,24	288	9,60	626	1,05	722	1,89	1000	2,62	570	2,39	166	2,23	904	2,89	120	3,07	0,66	3,07	2283	494	388	0,95	351	1,05	318	1,16	288	1,28	262	1,41	239	1,54	219	1,68	203	1,82	188	1,96	176	2,09
120	1000	3,00	368	12,28	256	8,53	577	1,35	699	2,32	1000	3,11	564	2,87	162	2,72	912	3,41	123	3,58	0,91	3,58	1985	504	335	1,31	305	1,44	279	1,57	256	1,72	236	1,86	219	2,01	204	2,16	191	2,30	180	2,44	170	2,58
130	1000	3,00	318	10,60	232	7,73	532	1,72	678	2,81	1000	3,65	560	3,40	159	3,25	920	3,98	125	4,13	1,24	4,13	1701	513	292	1,77	269	1,92	249	2,07	232	2,22	217	2,38	204	2,53	192	2,68	182	2,83	173	2,97	166	3,12
140	1000	3,00	279	9,29	214	7,14	494	2,15	660	3,34	1000	4,24	555	3,98	156	3,83	926	4,58	127	4,72	1,69	4,72	1453	520	259	2,31	242	2,47	227	2,63	214	2,79	203	2,95	193	3,11	184	3,26	176	3,41	168	3,55	162	3,69
150	1000	3,00	250	8,33	201	6,70	462	2,64	644	3,93	1000	4,87	552	4,59	154	4,46	932	5,22	128	5,36	2,24	5,36	1256	526	235	2,92	222	3,09	211	3,25	201	3,41	192	3,57	184	3,73	177	3,88	170	4,03	164	4,18	159	4,32
160	1000	3,00	229	7,63	191	6,38	435	3,19	631	4,57	1000	5,54	549	5,26	153	5,13	937	5,91	130	6,03	2,89	6,03	1109	531	218	3,59	208	3,76	199	3,92	191	4,08	184	4,24	178	4,40	172	4,55	166	4,70	161	4,84	157	4,99
170	1000	3,00	213	7,11	184	6,13	414	3,78	619	5,26	1000	6,25	546	5,97	151	5,84	942	6,64	131	6,75	3,60	6,75	1004	536	205	4,31	197	4,47	190	4,64	184	4,80	178	4,96	173	5,11	168	5,26	163	5,41	159	5,56	155	5,70
180	1000	3,00	202	6,73	178	5,93	397	4,42	609	5,99	1000	7,01	544	6,72	150	6,60	946	7,41	132	7,52	4,37	7,52	927	540	195	5,07	189	5,24	183	5,40	178	5,56	173	5,72	169	5,87	164	6,02	160	6,17	157	6,31	153	6,46
190	1000	3,00	193	6,43	173	5,78	383	5,11	600	6,78	1000	7,82	542	7,52	149	7,40	950	8,23	133	8,33	5,11	8,33	883	543	187	5,88	182	6,05	178	6,21	173	6,36	169	6,52	165	6,67	162	6,82	158	6,97	155	7,11	152	7,26
200	1000	3,00	186	6,20	169	5,65	372	5,83	593	7,61	1000	8,66	540	8,36	148	8,24	954	9,08	133	9,18	5,84	9,18	857	546	181	6,73	177	6,90	173	7,06	169	7,21	166	7,37	163	7,52	159	7,67	156	7,82	154	7,96	151	8,10
210	1000	3,00	180	6,01	166	5,54	362	6,60	586	8,48	1000	9,55	538	9,24	148	9,13	957	9,98	134	10,07	6,61	10,07	835	549	177	7,63	173	7,79	170	7,95	166	8,11	163	8,26	160	8,41	158	8,56	155	8,70	152	8,85	150	8,99
220	1000	3,00	176	5,86	164	5,45	354	7,41	580	9,40	1000	10,49	537	10,17	147	10,07	960	10,93	135	11,01	7,42	11,01	817	551	173	8,57	169	8,73	166	8,89	164	9,04	161	9,19	158	9,34	156	9,49	154	9,64	151	9,78	149	9,92
230	1000	3,00	172	5,74	161	5,38	348	8,26	575	10,37	1000	11,47	536	11,15	147	11,04	963	11,91	135	11,99	8,27	11,99	801	554	169	9,56	167	9,71	164	9,87	161	10,02	159	10,17	157	10,32	155	10,47	152	10,62	150	10,76	148	10,90
240	1000	3,00	169	5,63	160	5,32	342	9,14	571	11,38	1000	12,49	534	12,17	146	12,06	965	12,94	136	13,01	9,16	13,01	788	555	166	10,58	164	10,74	162	10,89	160	11,04	157	11,20	155	11,34	153	11,49	151	11,64	150	11,78	148	11,92
250	1000	3,00	166	5,54	158	5,26	337	10,07	567	12,44	1000	13,56	533	13,23	146	13,13	967	14,02	136	14,08	10,08	14,08	776	557	164	11,65	162	11,81	160	11,96	158	12,11	156	12,26	154	12,41	152	12,56	151	12,70	149	12,85	147	12,99
260	1000	3,00	164	5,47	156	5,22	333	11,03	564	13,54	1000	14,67	533	14,34	145	14,24	969	15,14	136	15,20	11,05	15,20	767	559	162	12,77	160	12,92	158	13,07	156	13,22	155	13,37	153	13,52	151	13,67	150	13,81	148	13,96	147	14,10
270	1000	3,00	162	5,40	155	5,17	329	12,03	560	14,69	1000	15,82	532	15,49	145	15,39	971	16,30	137	16,35	12,05	16,35	758	560	160	13,92	159	14,08	157	14,23	155	14,38	154	14,53	152	14,68	151	14,82	149	14,97	148	15,11	146	15,25
280	1000	3,00	160	5,34	154	5,14	326	13,07	558	15,89	1000	17,02	531	16,69	145	16,59	973	17,50	137	17,55	13,10	17,55	750	561	159	15,13	157	15,28	156	15,43	154	15,58	153	15,73	151	15,87	150	16,02	149	16,16	147	16,31	146	16,45
290	1000	3,00	159	5,29	153	5,11	323	14,15	555	17,12	1000	18,26	530	17,93	145	17,84	974	18,75	137	18,80	14,18	18,80	744	562	157	16,37	156	16,52	155	16,67	153	16,82	152	16,97	151	17,12	149	17,26	148	17,41	147	17,55	146	17,69
300	1000	3,00	157	5,25	152	5,08	320	15,27	553	18,41	1000	19,55	530	19,22	144	19,12	976	20,04	137	20,09	15,30	20,09	738	563	156	17,66	155	17,81	154	17,96	152	18,11	151	18,26	150	18,40	149	18,55	148	18,70	146	18,84	145	18,98

PLIEGO DE CONDICIONES

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 212

2. CONDICIONES DE ÍNDOLE FACULTATIVO 213

2.1. Dirección Facultativa 213
2.2. Empresa Instaladora o Contratista 213

3. CONDICIONES DE ÍNDOLE ADMINISTRATIVO 214

3.1. Antes del Inicio de las Obras 214
3.2. Proyecto de la Instalación 214
3.3. Documentación Final 215

4. CONSIDERACIONES GENERALES 215

4.1. Inspección 216
4.2. Consideraciones Previas 216
4.3. Orden de los Trabajos 217
4.4. Replanteo 217
4.5. Marcha de la Obras 218

5. CONDICIONES DE EJECUCIÓN Y MONTAJE 218

5.1. Recepción y Acopio 218
5.2. Cimentación de los Apoyos 218
5.3. Armado e Izado de los Apoyos 220
5.4. Instalación de Conductores 221
5.5. Puesta a Tierra 222
5.6. Instalación de Seccionadores e Interruptores 222
5.7. Instalación de Bases Portafusibles y Fusibles 223
5.8. Conversiones Aéreo-Subterráneas 223

6. RECONOCIMIENTOS, PRUEBAS Y ENSAYOS 223

6.1. Reconocimiento de la Obras 223
6.2. Pruebas y ensayos. 224

1. Objetivo y ámbito de aplicación

Objeto:

Este Pliego tiene por objeto establecer los criterios que han de cumplirse en la ejecución de Líneas de Alta Tensión Aéreas, así como los requisitos de los materiales que pasen a formar parte de la red de distribución de LA EMPRESA, en condiciones normales de instalación, de tensión nominal igual o inferior a 36 kV. (LMTA)

Ámbito de Aplicación:

Será de obligado cumplimiento en todas las nuevas instalaciones, ampliaciones y modificaciones de instalaciones existentes, tanto para las obras promovidas por la distribuidora, como para aquellas realizadas en colaboración con Organismos Oficiales, o por personas físicas o jurídicas, y que vayan a ser cedidas a LA EMPRESA.

Las condiciones técnicas y operaciones a realizar que se indican en cada apartado no tienen carácter limitativo. La empresa que ejecute el trabajo recogerá en su procedimiento, además de las aquí indicadas, todas las necesarias para la ejecución correcta del trabajo.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares forma parte de la documentación del Proyecto Tipo de referencia y determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras.

Las dudas que se planteasen en su aplicación o interpretación serán dilucidadas por la Dirección Facultativa y siempre previa aceptación expresa de LA EMPRESA. Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que la empresa instaladora y las subcontratistas conocen y admiten el presente Pliego de Condiciones.

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en la construcción de Líneas de Alta Tensión Aéreas, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

A tal efecto, todos los materiales deberán de disponer de una marca de calidad o certificación de conformidad, por parte del fabricante, que garantice la producción de los mismos bajo la normativa aplicable.

2. Condiciones de Índole Facultativo

2.1. Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra.

En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

La Dirección Facultativa velará porque los productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación dispongan de la documentación que acredite las características de los mismos, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista, así como las garantías que ostente.

2.2. Empresa Instaladora o Contratista

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por la Dirección Facultativa.

El contratista se obliga a mantener contacto con LA EMPRESA o a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

El Contratista estará obligado al cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación de Seguridad y Salud en el Trabajo y cuantas disposiciones legales de carácter social estén en vigor y le afecten.

El Contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, público, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

El Contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

Asimismo, el Contratista deberá incluir en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas

El Contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

3. Condiciones de Índole Administrativo

3.1. Antes del Inicio de las Obras

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra.

3.2. Proyecto de la Instalación

El proyecto constará de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contemplará la documentación descriptiva que se recoge en el correspondiente apartado del Proyecto Tipo considerada necesaria para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

El desarrollo de los apartados que componen el Proyecto Tipo presupone dar contenido al Proyecto Simplificado hasta el nivel de detalle que considere el proyectista, sin perjuicio de las omisiones, fallos o incumplimientos que pudieran existir en dicho documento y que en cualquier caso son responsabilidad del autor del mismo.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado a LA EMPRESA antes del comienzo de las obras.

3.3. Documentación Final

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, ésta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de LA EMPRESA, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

a) Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.

b) Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados. Se deberá incluir, además, tanto el esquema unifilar, como la documentación gráfica necesaria.

c) Certificado de Dirección de Obra: Es el documento emitido por el Técnico Facultativo competente, en el que certifica que ha dirigido eficazmente los trabajos de la instalación proyectada, asistiendo con la frecuencia que su deber de vigilancia del desarrollo de los trabajos ha estimado necesario, comprobando finalmente que la obra está completamente terminada y que se ha realizado de acuerdo con las especificaciones contenidas en el proyecto de ejecución presentado, con las modificaciones de escasa importancia que se indiquen, cumpliendo, así mismo, con la legislación vigente relativa a los Reglamentos de Seguridad que le sean de aplicación.

d) Certificado de Instalación: Es el documento emitido por la empresa instaladora y firmado por el profesional habilitado adscrito a la misma que ha ejecutado la correspondiente instalación eléctrica, en el que se certifica que la misma está terminada y ha sido realizada de conformidad con la reglamentación vigente y con el documento técnico de diseño correspondiente, habiendo sido verificada satisfactoriamente en los términos que establece dicha normativa específica, y utilizando materiales y equipos que son conformes a las normas y especificaciones técnicas declaradas de obligado cumplimiento.

e) Acta de puesta en marcha: Se entregará toda la documentación que requiera la administración en cada caso y/o zona.

4. Consideraciones Generales

Se prohíbe toda variación sobre el contenido del proyecto y sobre las prescripciones de este documento, salvo que la Dirección Facultativa lo autorice expresamente por escrito, y cuente con la aprobación previa y expresa de LA EMPRESA.

La construcción de Líneas de Alta Tensión Aéreas requiere el conocimiento de toda la normativa vigente de aplicación, así como de las Normas y Especificaciones de LA EMPRESA referidas a materiales, Proyectos Tipo, y otros documentos normativos de criterios de ejecución, tales como las normas UNE-EN o UNE.

4.1. Inspección

En el proceso de ejecución de todas aquellas obras que pretendan ser cedidas a LA EMPRESA, el promotor estará obligado a comunicar el inicio de los trabajos a fin de que LA EMPRESA pueda realizar las labores de inspección precisas.

4.2. Consideraciones Previas

Las instalaciones serán ejecutadas por empresas instaladoras legalmente constituidas, para el ejercicio de esta actividad, y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación sólo podrá realizarse previa autorización por escrito de la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos reglamentarios, obligándose la empresa instaladora o Contratista a sustituirlas.

Antes de la instalación, el Contratista presentará a la Dirección Facultativa y Gestor de obra de LA EMPRESA los catálogos, muestras, etc., que se precisen para la recepción de los distintos materiales.

A estos efectos, el Gestor de obra, será la persona designada por LA EMPRESA que realizará labores de interlocución con la Dirección Facultativa, asesorando en la supervisión y coordinación de los trabajos en los que intervengan tanto el personal propio como de las contratas participantes, para asegurar el cumplimiento de la normativa aplicable, pudiendo actuar en su caso por delegación de la Dirección Facultativa.

No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Facultativa.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección Facultativa, aunque no estén indicadas en este Pliego.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Facultativa aún después de colocado, si no cumpliese con las condiciones exigidas en este Proyecto Tipo, debiendo ser reemplazados por el Contratista por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirán en presencia de la Dirección Facultativa y Gestor de LA EMPRESA. Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

4.3. Orden de los Trabajos

La Dirección Facultativa y/o Gestor de LA EMPRESA fijará el orden que deben llevar los trabajos y el Contratista estará obligado a cumplir exactamente cuánto se disponga sobre el particular.

4.4. Replanteo

Para estos trabajos, la Dirección facultativa deberá actuar en coordinación con el Gestor de obra de LA EMPRESA.

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Facultativa con el contratista, quien será el encargado de la vigilancia y dar cumplimiento a lo estipulado.

Antes de comenzar los trabajos se procederá a la identificación de los servicios que puedan resultar afectados o que puedan condicionar y limitar la ejecución de la instalación de acuerdo con el proyecto, se marcará por el Instalador y en presencia de la Dirección Facultativa, el lugar donde se realizarán las excavaciones necesarias para los apoyos, en caso de la instalación de conductores tensados, y se protegerán éstas debidamente mediante vallas, señalizaciones, etc., siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones que se precisen.

4.5. Marcha de la Obras

Una vez iniciadas las obras deberán continuarse sin interrupción y en plazo estipulado.

5. Condiciones de Ejecución y Montaje

5.1. Recepción y Acopio

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los materiales sin que éstos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

Las operaciones de acopio y transporte (incluida la carga y descarga) se efectuarán de modo que los materiales dispongan en todo momento de los embalajes de protección para evitar golpes que puedan alterar su integridad.

El material se descargará en el lugar más adecuado para facilitar los trabajos y no se efectuará en terrenos inadecuados que puedan deteriorar el material. Todo material quedará debidamente señalizado y delimitado.

La carga y descarga de las bobinas de cables se efectuará mediante una barra que pase por el orificio central de la bobina, y los cables o cadenas que lo abracen no apoyarán sobre el exterior del cable enrollado. No se podrá dejar caer la bobina al suelo, desde la plataforma del camión, aunque este esté cubierto de arena.

El acopio de materiales se hará de forma que éstos no sufran alteración durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

Será obligación del Contratista la ejecución de los trabajos necesarios para la correcta finalización de la recogida del material.

5.2. Cimentación de los Apoyos

Se seguirán especificaciones de proyecto y del catálogo del proveedor. Las peanas han de ser horizontales y cónicas. Las excavaciones han de tener las paredes laterales verticales no abocadas.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección facultativa y/o Gestor de LA EMPRESA. Cuando sea necesario variar el volumen de la excavación se hará de acuerdo con sus instrucciones.

El Contratista tomará las disposiciones oportunas para dejar las excavaciones abiertas, el menor tiempo posible, con objeto de evitar accidentes y molestias. Las excavaciones se protegerán debidamente mediante vallas, señalizaciones, etc., siendo responsable el Contratista de los accidentes o desperfectos que se pudieran derivar del incumplimiento de lo señalado.

Las excavaciones se realizarán con los útiles apropiados según el tipo de terreno. En terrenos rocosos será imprescindible el uso de martillo compresor. En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar riesgos de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

La dosificación de hormigón será HM-20/B/20, salvo especificación técnica del fabricante de los apoyos a instalar. En este caso se comprobará por el albarán expedido por la central hormigonera.

El amasado del hormigón se hará en plantas especiales y transportado hasta los puntos de trabajo en camiones-cuba, en hormigonera o sobre chapas en el mismo punto de trabajo, procurando que la mezcla sea lo más homogénea y exenta de materia orgánica.

Tanto el cemento como los áridos serán medidos con el elemento apropiado.

La arena empleada será preferible la que tenga superficie áspera y de origen cuarzoso. Estará libre de materiales nocivos, tales como materias carbonosas, cloruros (0,01 gr/1) y sulfatos (1,2%) y no contendrá materia orgánica, ni arcilla (7%).

En cuanto a los materiales pétreos, siempre se suministrarán limpios. Sus dimensiones máximas serán las indicadas por la designación del hormigón, rechazándose las piedras que al golpearlas no den fragmentos de aristas vivas.

Se prohíbe el empleo de revoltón, o sea piedra y arena unidas sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

Deberán ser inalterables al agua y a la intemperie no heladiza ni friable y resistente al fuego. Se utilizarán cualquiera de los cementos de fraguado lento. En el caso de terreno yesoso se empleará cemento puzolánico.

El agua será de manantial, estando prohibido el empleo de la que proceda de charcas, ciénagas, etc.

Se hormigonará previamente una solera de 10 cm para descansar el apoyo de hormigón y de 20 cm para los apoyos de celosía. La peana ha de sobresalir de 20 a 30 cm y contar con vierteaguas dejando el tubo de tierra embebido. Se dispondrá parte de la instalación de tierras bajo tubo curvable aislante, según UNE-EN 61386-24, el cual se instalará incluso por fuera de la peana de cimentación hasta cubrir por completo el terminal de puesta a tierra, según se indica en planos LMTA-32 y LMTA-33.

Antes de hormigonar la cimentación del apoyo de hormigón o el primer tramo del apoyo de celosía, ha de estar aplomado, alineado, arriostrado con vientos si procede. La estructura del apoyo no ha de estar en contacto directo con el terreno.

El vertido de hormigón se efectuará teniendo limpia la excavación y a ras de ella, no pudiéndose efectuar a distancia (salvo autorización expresa). Se procederá también al vibrado del hormigón.

Los apoyos no serán arrastrados ni golpeados.

Los apoyos de hormigón se transportarán en góndolas por carretera hasta el almacén de obra y desde este punto con elementos apropiados hasta el pie del hoyo.

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado deberán ser tratados según se indica en el Estudio de Gestión de Residuos.

5.3. Armado e Izado de los Apoyos

En aquellos casos de accesibilidad adecuada, los apoyos se izarán mediante grúa y suspendiéndolos por encima de su centro de gravedad. En caso de inaccesibilidad para una grúa el armado e izado de apoyos se realizará manualmente con los medios adecuados.

En general, se montarán con el apoyo ya izado aquellos elementos y aparamenta que presenten algún riesgo de rotura.

Las crucetas y cadenas se montarán estando el apoyo en el suelo, tomando la precaución de proteger las cadenas para evitar que puedan deteriorarse o ensuciarse de polvo y barro, y sujetarlas de forma adecuada para evitar su balanceo cuando se ice el apoyo.

La disposición y composición de las cadenas de suspensión, y amarre, corresponderán a las indicadas en los planos del proyecto.

Todos los tornillos han de ser graneteados y nunca sobre el terreno, si no después del apriete definitivo del apoyo. La composición y disposición geométrica de los apoyos corresponderá a la indicada en los planos del proyecto y a lo especificado por el fabricante. Como norma general no perforar los montantes de la torre, salvo piezas de reviro o en casos de conversión.

Los apoyos estarán consolidados por fundaciones adecuadas o bien directamente empotrados en el terreno, asegurando su estabilidad frente a las solicitaciones actuantes y a la naturaleza del suelo. En su instalación deberá observarse:

- Los postes de hormigón se colocarán en cimentaciones monolíticas de hormigón.
- Los apoyos metálicos serán cimentados en macizos de hormigón o mediante otros procedimientos avalados por la técnica (pernos, etc.). La cimentación deberá construirse de forma tal que facilite el deslizamiento del agua, y cubra, cuando existan, las cabezas de los pernos.

La operación de izado de los apoyos debe realizarse de tal forma que ningún elemento sea solicitado excesivamente. En cualquier caso, los esfuerzos deben ser inferiores al límite elástico del material. Se recomienda que sean izados con pluma o grúa evitando que el aparejo dañe las aristas del poste.

Se comprobará la existencia de placas de peligro, fijadas de forma adecuada. Al mismo tiempo se comprobará la numeración de los apoyos correlativamente, según proyecto y reglamentación vigente.

5.4. Instalación de Conductores

La bobina del cable estará elevada y sujetada por barras y gatos adecuados al peso de la misma y con dispositivo de frenado. El sentido de giro será el que viene indicado en la misma y la salida del cable será por la parte superior.

El tendido se efectuará con medios auxiliares (poleas y cuerdas) evitando la formación de cocas y fundamentalmente el arrastre del cable por el suelo y su rozamiento con el arbolado u otros accidentes. Debido a la sensibilidad del tendido, se ha de usar un cable piloto como guía del tendido, evitando así el contacto del cable con el terreno.

El tensado se efectuará entre apoyos de amarre de acuerdo con el vano de regulación y se ajustarán las flechas correspondientes a las tablas de tense, especificadas en el proyecto (se comunicará por parte del Contratista al Gestor de LA EMPRESA los trabajos de tendido). El tensado se efectuará con útiles adecuados.

Se vigilará el número y situación de los empalmes. No se realizarán empalmes en el vano, sino en el puente flojo del amarre.

Se respetarán en todo momento las distancias establecidas en la reglamentación vigente.

5.5. Puesta a Tierra

Se verificarán los siguientes aspectos:

- En apoyos de hormigón y chapa no frecuentados, se comprobará que las crucetas se conectan de forma adecuada a la tierra del apoyo y la base de éste a la pica de puesta a tierra, mediante conductores adecuados. Se comprobará la correcta ejecución de conexiones y empalmes de la red de tierras.
- En apoyos metálicos de celosía no frecuentados, se comprobará que el montante del apoyo se conecta a la pica de puesta a tierra mediante conductor adecuado. Se comprobará la correcta ejecución de conexiones y empalmes de la red de tierras.
- En el caso de apoyos frecuentados y apoyos que dispongan de elementos de maniobra, se realizará la puesta a tierra en anillo, y su conexión a apoyo. Se comprobará la resistencia de puesta a tierra, y la correcta ejecución de conexiones y empalmes de la red de tierras.
- En el caso de apoyos que dispongan de pararrayos, se realizará la puesta a tierra en anillo doble o solución alternativa bajo autorización de LA EMPRESA, y su conexión a apoyo. Se comprobará la resistencia de puesta a tierra, y la correcta ejecución de conexiones y empalmes de la red de tierras.

La resistencia de la puesta a tierra, así como la forma y disposición de los electrodos en cada situación, según el apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión, basa su cumplimiento en las tensiones de contacto.

5.6. Instalación de Seccionadores e Interruptores

Las operaciones de montaje de los seccionadores y mandos se han de efectuar de acuerdo con el apartado 6 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión y, con las instrucciones de los fabricantes que vienen indicadas en el proyecto o en las correspondientes Especificaciones Técnicas de Materiales.

En todo caso, se comprobará que la instalación ha sido realizada según la especificación del fabricante y se efectuarán pruebas funcionales.

5.7. Instalación de Bases Portafusibles y Fusibles

Su instalación se ha de efectuar de acuerdo con el apartado 6 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión y con las indicaciones de diseño del proyecto, y ser material aceptado según de las Especificaciones Técnicas de Materiales.

5.8. Conversiones Aéreo-Subterráneas

Las pantallas de los cables subterráneos, los puntos de conexión a tierra del apoyo y sus herrajes se conectarán mediante conductor adecuado a la instalación de puesta a tierra del apoyo. En el caso de que haya seccionador su mando se conectará a la puesta a tierra.

Los pararrayos irán conectados mediante una bajada independiente con conductor adecuado, a la instalación de puesta a tierra del apoyo.

Todas las conversiones aéreo – subterráneas se realizarán mediante tubo de grado de protección contra impacto IK 08, protegiendo el cable hasta una altura mínima de 2,5 metros sobre la rasante del terreno y sellándolo por la parte superior con capuchón termorretráctil o espuma de poliuretano o con otros sistemas de eficacia probada que permita el correcto sellado del tubo de forma eficaz y duradera, y siempre previa autorización de LA EMPRESA.

6. Reconocimientos, Pruebas y Ensayos

Para la recepción provisional de las obras una vez terminadas, la Dirección Facultativa procederá, en presencia de los representantes del Contratista o empresa instaladora eléctrica, a efectuar los reconocimientos y ensayos precisos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al proyecto y cumplen las condiciones técnicas exigidas.

No se recibirá ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión normal y demostrado su correcto funcionamiento.

6.1. Reconocimiento de la Obras

Antes del reconocimiento de las obras el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas totalmente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de las excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se comprobará que los materiales coinciden con los admitidos por la Dirección Facultativa en el control previo, se corresponden con las muestras que tenga en su poder, si las hubiere, y no sufran deterioro en su aspecto o funcionamiento.

Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas ha sido ejecutada de modo correcto y terminado y rematado completamente.

En particular, se prestará especial atención a la verificación de los siguientes puntos:

- Secciones, tipos de conductores y cables utilizados.
- Formas de ejecución de los terminales, empalmes y conexiones en general.
- Condiciones de cruzamientos, de paralelismo y proximidad y comprobación de distancias mínimas.
- Operaciones de desenrollo de cables en bobinas.

Después de efectuado este reconocimiento y de acuerdo con las conclusiones obtenidas, se procederá a realizar los ensayos pertinentes.

6.2. Pruebas y ensayos.

Una vez realizado el diseño básico de puesta a tierra, se procede a la verificación del mismo. La verificación será de acuerdo con el apartado 7.3.4.3. de la ITC-LAT-07, con el objeto de reducir los peligros motivados por una tensión de contacto excesiva.

Se aplicarán los criterios incluidos en la ITC LAT-05 en lo referente a las verificaciones o inspecciones a realizar en las líneas eléctricas aéreas.

PLANOS

Índice

LMTA-01 Apoyos Metálicos de Celosía Tipo UNE 207017

LMTA-02 Armados para Apoyos Metálicos de Celosía_1 Tipo UNE 207017

LMTA-03 Armados para Apoyos Metálicos de Celosía_2 Tipo UNE 207017

LMTA-04 Apoyos de Chapa Metálica Empotrados

LMTA-05 Apoyos de Chapa Metálica con Placa Base y Pernos

LMTA-06 Apoyos de Hormigón HV

LMTA-07 Cruceta Bóveda Tipo B-1 para Apoyos de Chapa y Hormigón

LMTA-08 Cruceta Bóveda Tipo B-2 para Apoyos de Chapa y Hormigón

LMTA-09 Armado Tipo Bandera BA-1 para Apoyos de Chapa y Hormigón

LMTA-10 Cruceta Bóveda Tipo BR-1 para Apoyos de Chapa y Hormigón

LMTA-11 Cruceta Recta Tipo C-2 para Apoyos de Chapa y Hormigón

LMTA-12 Cruceta Recta Tipo CR-1 para Apoyos de Chapa y Hormigón

LMTA-13 Cruceta Recta Tipo CR-2 para Apoyos de Chapa y Hormigón

LMTA-14 Aislador de Vidrio U40 - U70 - U100 UNE 60305

LMTA-15 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_1

LMTA-16 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_2

LMTA-17 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_3

LMTA-18 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_4

LMTA-19 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_5

LMTA-20 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_6

LMTA-21 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_7

LMTA-22 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_8

LMTA-23 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_9

LMTA-24 Conjunto de Herrajes Cadenas de Aisladores_10

LMTA-25 Conjunto de Herrajes Cadena para Fibra Óptica_1

LMTA-26 Conjunto de Herrajes Cadena para Fibra Óptica_2

LMTA-27 Seccionadores Poliméricos Unipolares y Tripolares

LMTA-28 Bases Cortacircuitos Fusibles de Simple Expulsión UNE 21020

LMTA-29 Pararrayos de Óxidos Metálicos UNE 60099

LMTA-30 Detalle Conversión Aéreo – Subterránea

LMTA-31 Detalle Conversión Aéreo – Subterránea con seccionamiento

LMTA-32 Sistemas básicos de PAT en apoyos Monobloque y Tetrabloque_1

LMTA-33 Sistemas básicos de PAT en apoyos Monobloque y Tetrabloque_2

LMTA-34 Armados en Bóveda curva para Apoyos Metálicos de Celosía con Cadenas en Suspensión. Protección Avifauna

LMTA-35 Armados en Tresbolillo y Doble Circuito para Apoyos Metálicos de Celosía con Cadenas en Suspensión. Protección Avifauna

LMTA-36 Armados en Bóveda Curva para Apoyos Metálicos de Celosía con Cadenas en Amarre. Protección Avifauna

LMTA-37 Armados en Tresbolillo y Doble Circuito para Apoyos Metálicos de Celosía con Cadenas en Amarre. Protección Avifauna

LMTA-38 Detalle Conversión Aéreo-Subterránea para Apoyos Metálicos de Celosía. Protección Avifauna

LMTA-39 Detalle Conversión Aéreo-Subterránea con Seccionadores de cuchilla para Apoyos Metálicos de Celosía. Protección Avifauna

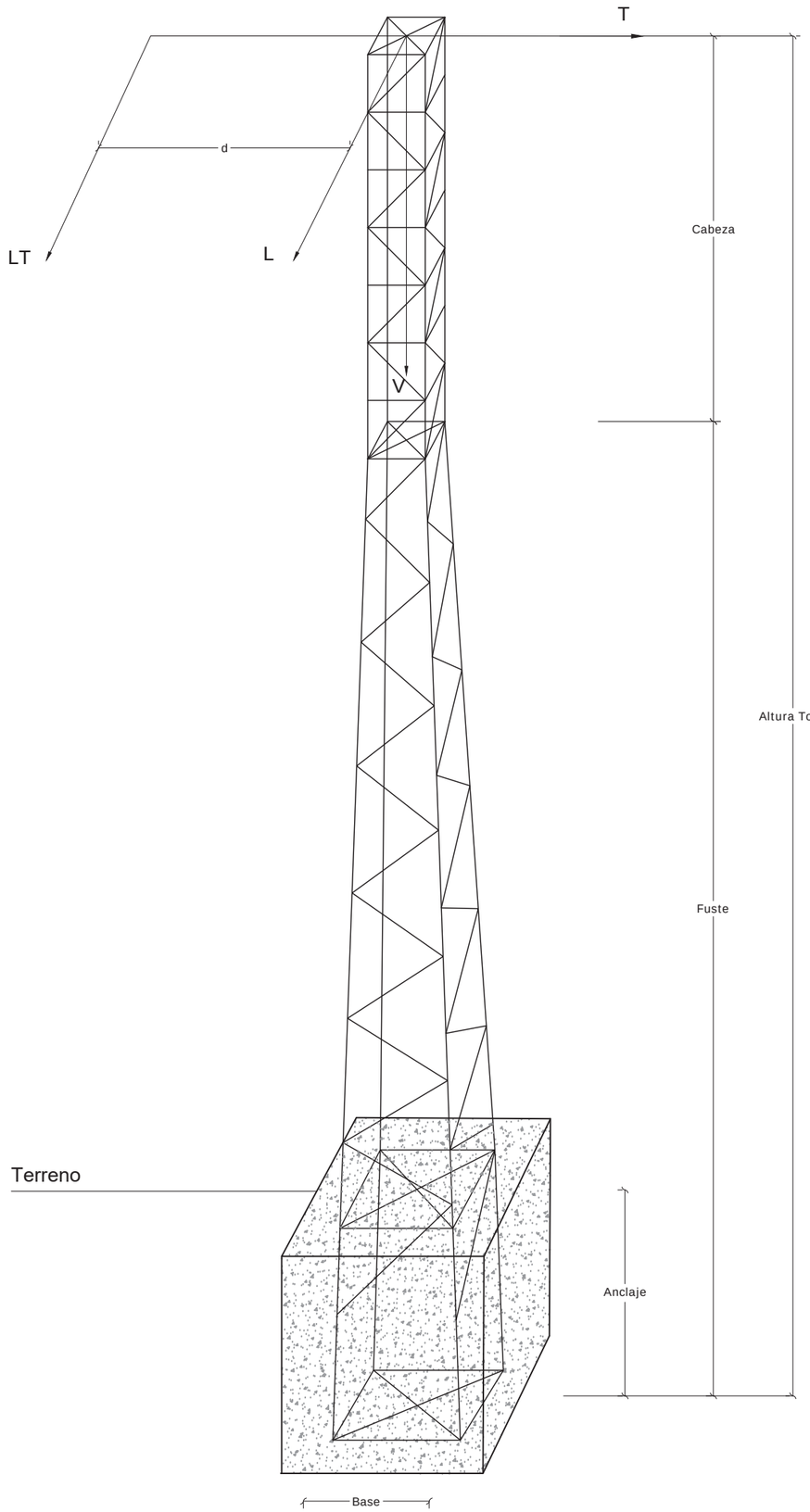
LMTA-40 Armados tipo Bóveda B-1 y BR-1 para Apoyos de Chapa y Hormigón. Protección Avifauna

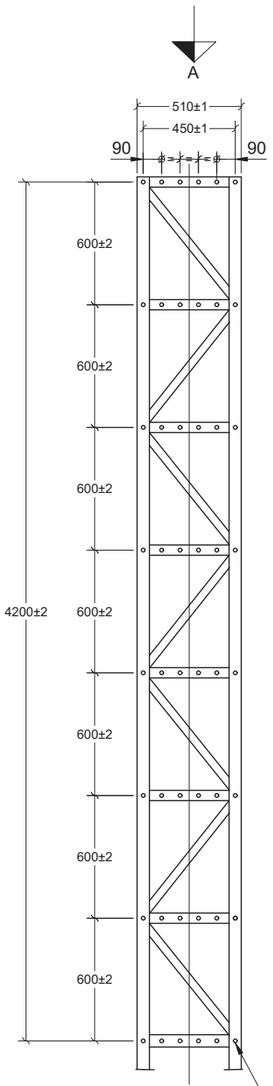
LMTA-41 Armado tipo Bóveda B-2 para Apoyos de Chapa y Hormigón. Protección Avifauna

LMTA-42 Armado Crucetas tipo Bandera BA-1 para Apoyos de Chapa y Hormigón. Protección Avifauna

LMTA-43 Armados Crucetas Rectas tipo CR-1 – CR-2 – C-2 para Apoyos de Chapa y Hormigón. Protección Avifauna

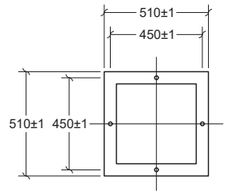
LMTA-44 Elementos Anticolisión para Protección Avifauna





TODOS LOS TALADROS Ø17,5

ALZADO



VISTA POR A
ESCALA 1:30

Carga Nominal daN	Carga de Trabajo mas Sobrecarga daN			Cota m	Coeficiente de Seguridad
	V	L o T	LT	d	
2000	600	2000	1400	1,50	1.50
	600				1.20
3000	800	3000	1400	1,50	1.50
	800				1.20
4500	800	4500	1400	1,50	1.50
	800				1.20
7000	1200	7000	2500	1,50	1.50
	1200				1.20
9000	1200	9000	2500	1,50	1.50
	1200				1.20

NOTAS:

1. La Carga Vertical V se aplica en el eje del apoyo, en el extremo superior de la cabeza.
2. Las cargas L o T se aplican horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza.
3. La Carga LT se aplica horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza y a una distancia "d" del eje del apoyo.

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AEREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
A3

Escala:
S/E

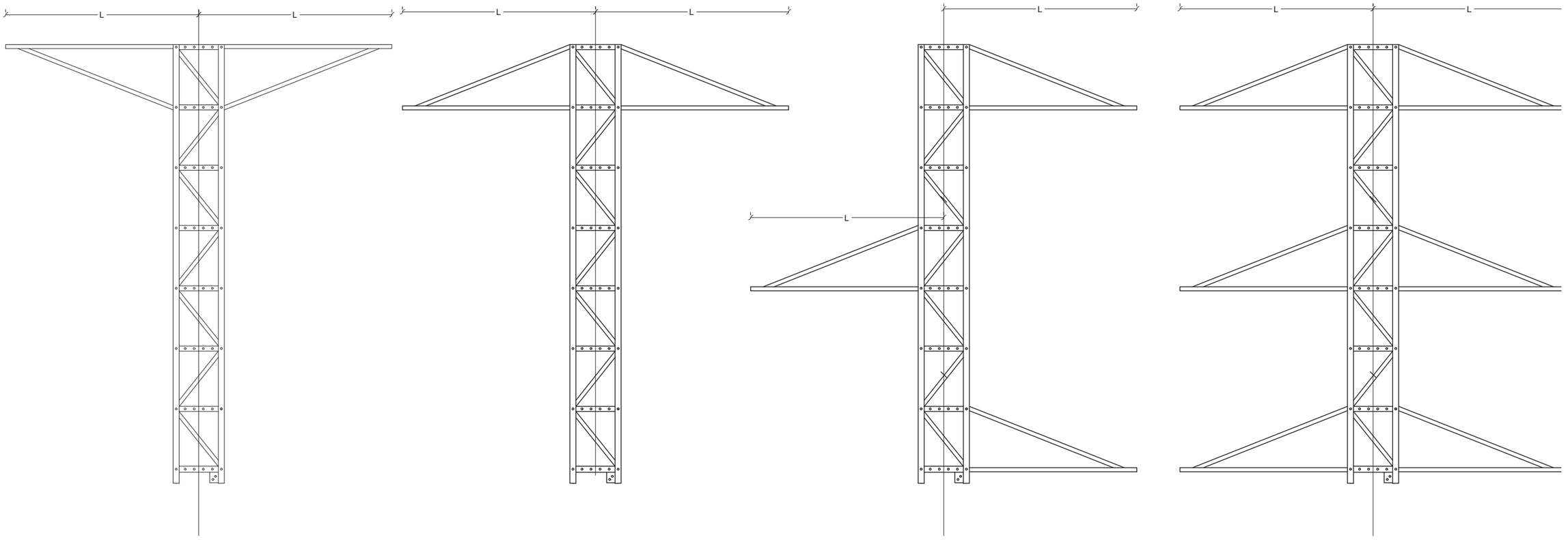
APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA TIPO UNE 207017

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-01

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



Tipo de Apoyo	Longitud de la semicruceta (L) en metros								
	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00
F<= 4500	X	X	X	X	X	--	--	--	--
F> 4500	--	X	X	X	X	X	X	X	X

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
A3

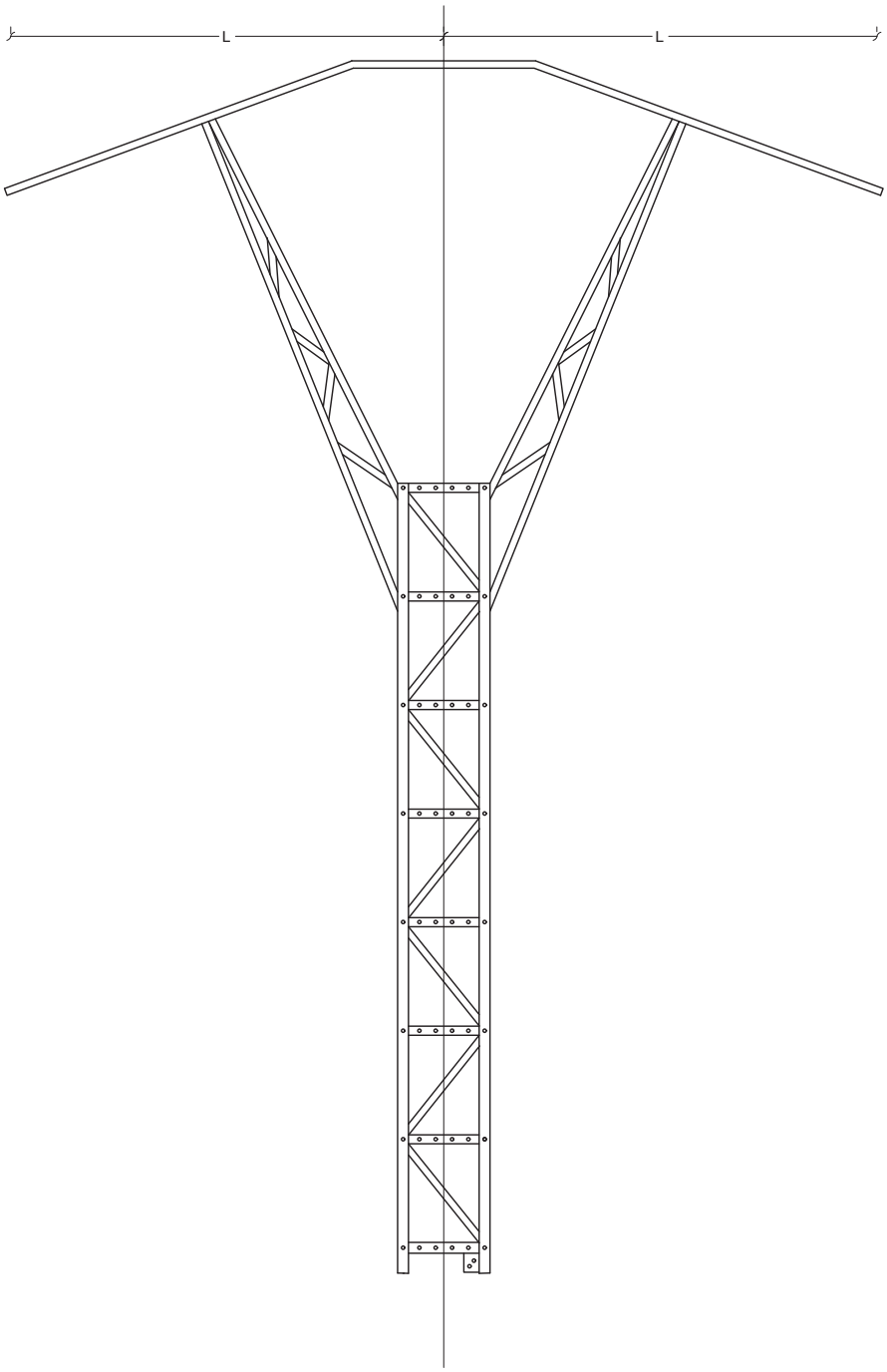
Escala:
S/E

ARMADOS PARA APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA_1 TIPO UNE 207017

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-02

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0



Longitud de la semicruceta (L) en metros			
1,50	2,00	2,50	3,00

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
A4

Escala:
S/E

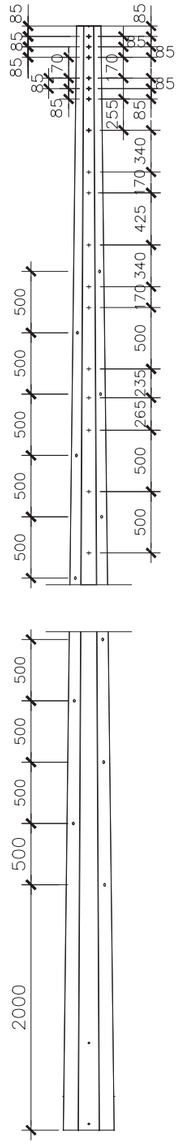
ARMADOS PARA APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA_2 TIPO UNE 207017

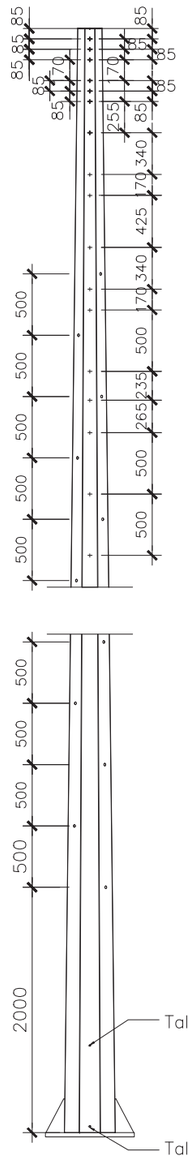
EL AUTOR DEL PROYECTO:

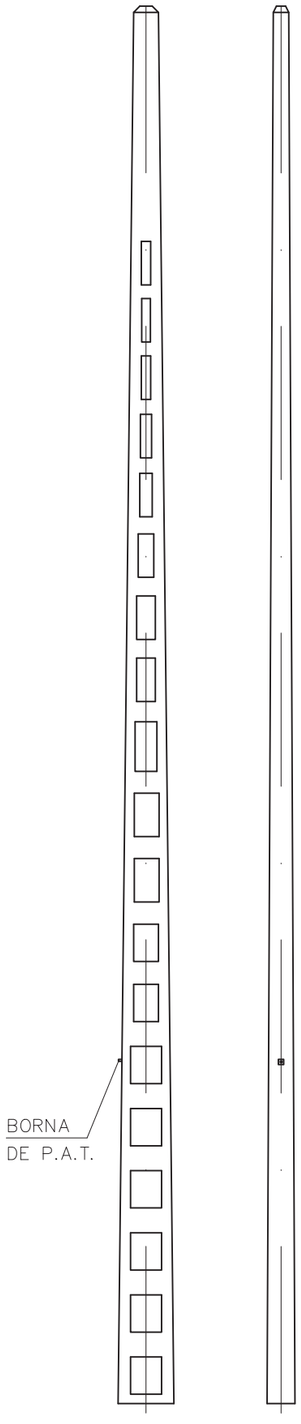
Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-03

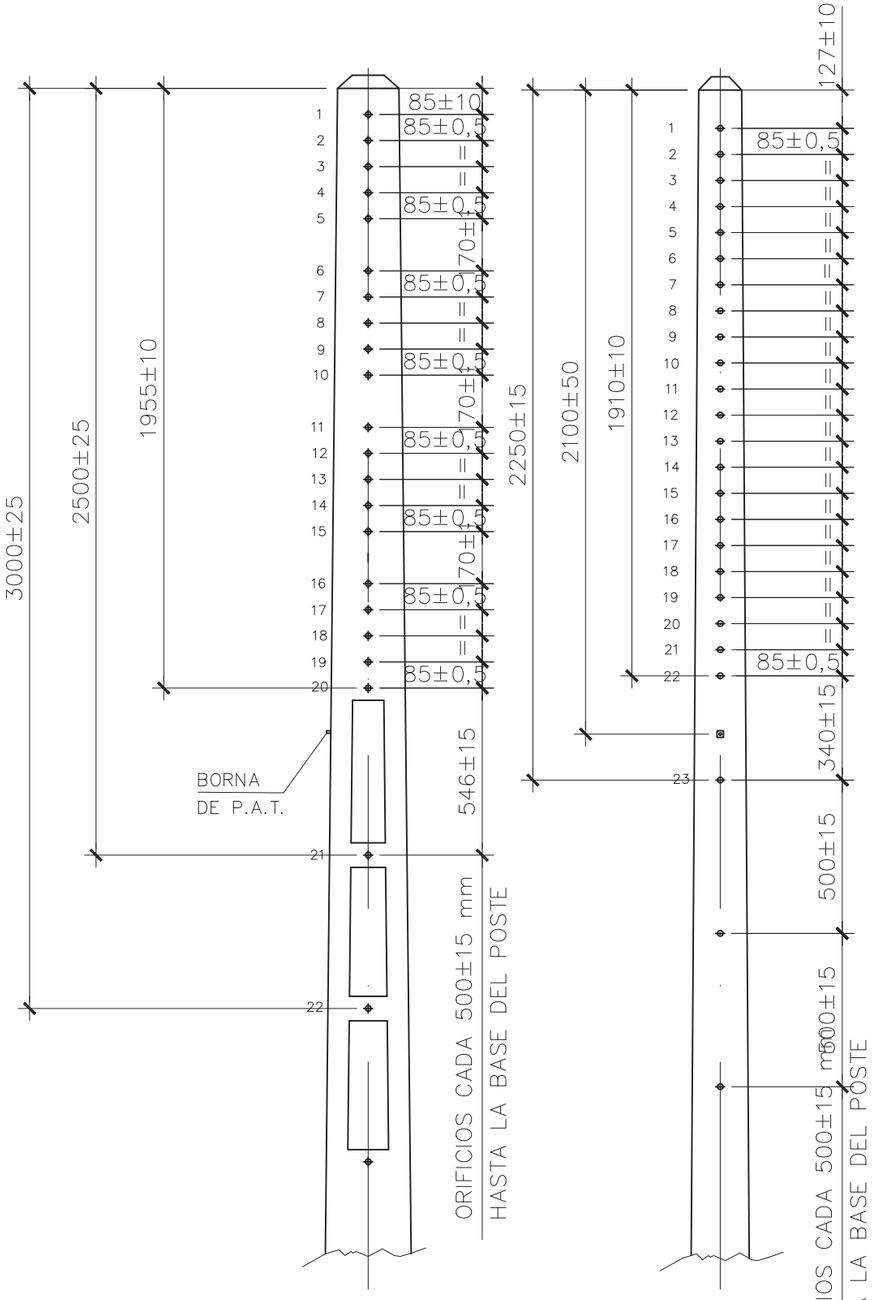
Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0

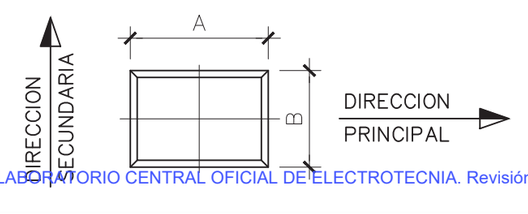
LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023


85
85
85


85
85
85







POSTES DE HORMIGÓN HV

DENOMINACIÓN	ESFUERZO NOMINAL (daN) (1)	ESFUERZO SECUNDARIO (daN) (2)	MOMENTO DE ROTURA A TORSIÓN (daN/m)	PESO APROX. (Kg.)	ALTURA (m.)	MEDIDAS EN COGOLLA (AxB) (mm.)
HV–250 R–9	250	160	---	800	9	145x110
HV–250 R–11	250	160	---	1.100	11	145x110
HV–250 R–13	250	160	---	1.1450	13	145x110
HV–400 R–9	400	250	---	1.000	9	200x140
HV–400 R–11	400	250	---	1.300	11	200x140
HV–400 R–13	400	250	---	1.750	13	200x140
HV–630 R–9	630	360	---	1.000	9	200x140
HV–630 R–11	630	360	---	1.300	11	200x140
HV–630 R–13	630	360	---	1.750	13	200x140
HV–800 R–9	800	400	---	1.000	9	200x140
HV–800 R–11	800	400	---	1.300	11	200x140
HV–800 R–13	800	400	---	1.750	13	200x140
HV–800 R–15	800	400	---	2.200	15	200x140
HV–1000 R–9	1000	400	540	1.420	9	255x170
HV–1000 R–11	1000	400	540	1.845	11	255x170
HV–1000 R–13	1000	400	540	2.840	13	255x170
HV–1000 R–15	1000	400	540	3.120	15	255x170
HV–1600 R–11	1600	400	540	1.845	11	255x170
HV–1600 R–13	1600	400	540	2.480	13	255x170

NOTAS:

1.– 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.

2.– ESFUERZO HORIZONTAL DISPONIBLE EN LA DIRECCION SECUNDARIA APLICADO A 0,25 m POR DEBAJO DEL EXTREMO SUPERIOR DEL APOYO SIN VIENTO.

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto - 2023	
Dibujado	agosto - 2023	
Comprobado	agosto - 2023	

Formato: A3

Escala: S/E

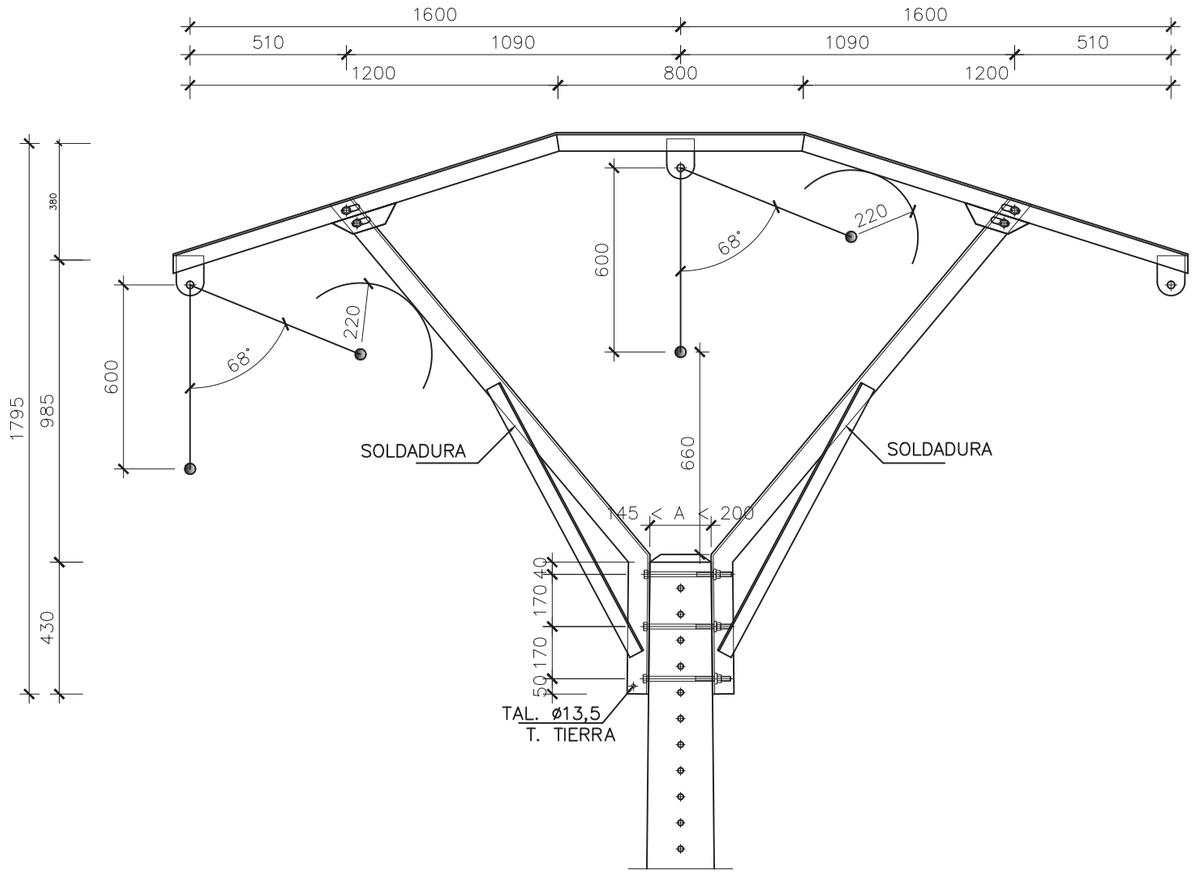
APOYOS DE HORMIGÓN HV

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-06

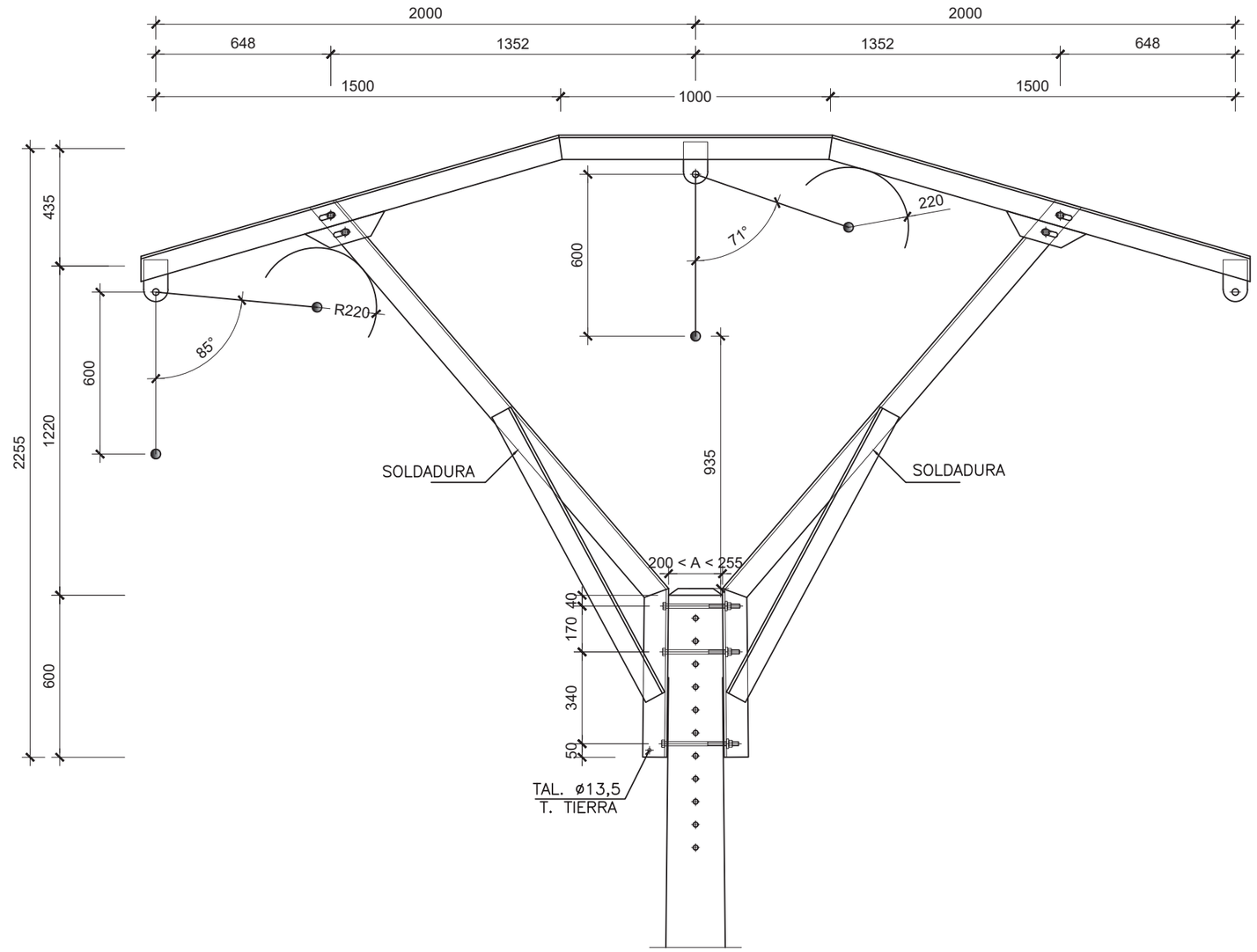
Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



Begasa	PROYECTO TIPO: LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (HASTA 36 KV)		FECHA / NOMBRE
		Proyectado	agosto - 2023
		Dibujado	agosto - 2023
		Comprobado	agosto - 2023
Formato: A3	CRUCETA BOVEDA TIPO B-1 PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN	EL AUTOR DEL PROYECTO:	
Escala: 1:20		Nº Plano Proyecto Tipo	LMTA-07
		Hoja 001 Sigue: ----	Rev. 0

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



Begasa	PROYECTO TIPO: LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (HASTA 36 KV)	

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto - 2023	
Dibujado	agosto - 2023	
Comprobado	agosto - 2023	

Formato: A3

Escala: 1:20

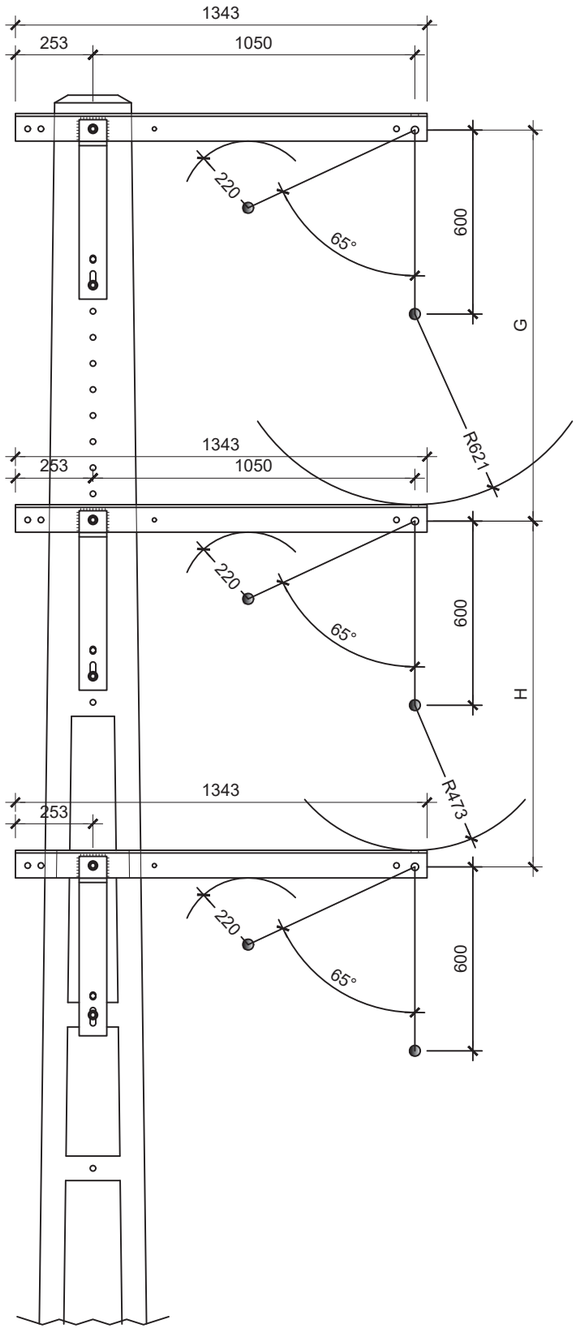
CRUCETA BOVEDA TIPO B-2
PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN

EL AUTOR DEL PROYECTO:

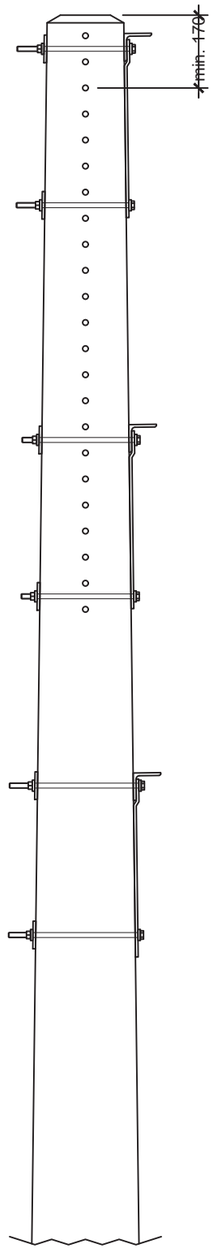
Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-08

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



ALZADO
ESCALA 1:20



PERFIL
ESCALA 1:20

MONTAJE	G (mm)	H (mm)
CH	1275 1700	1435 1510
HV	1190	1225

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto - 2023	
Dibujado	agosto - 2023	
Comprobado	agosto - 2023	

Formato: A3

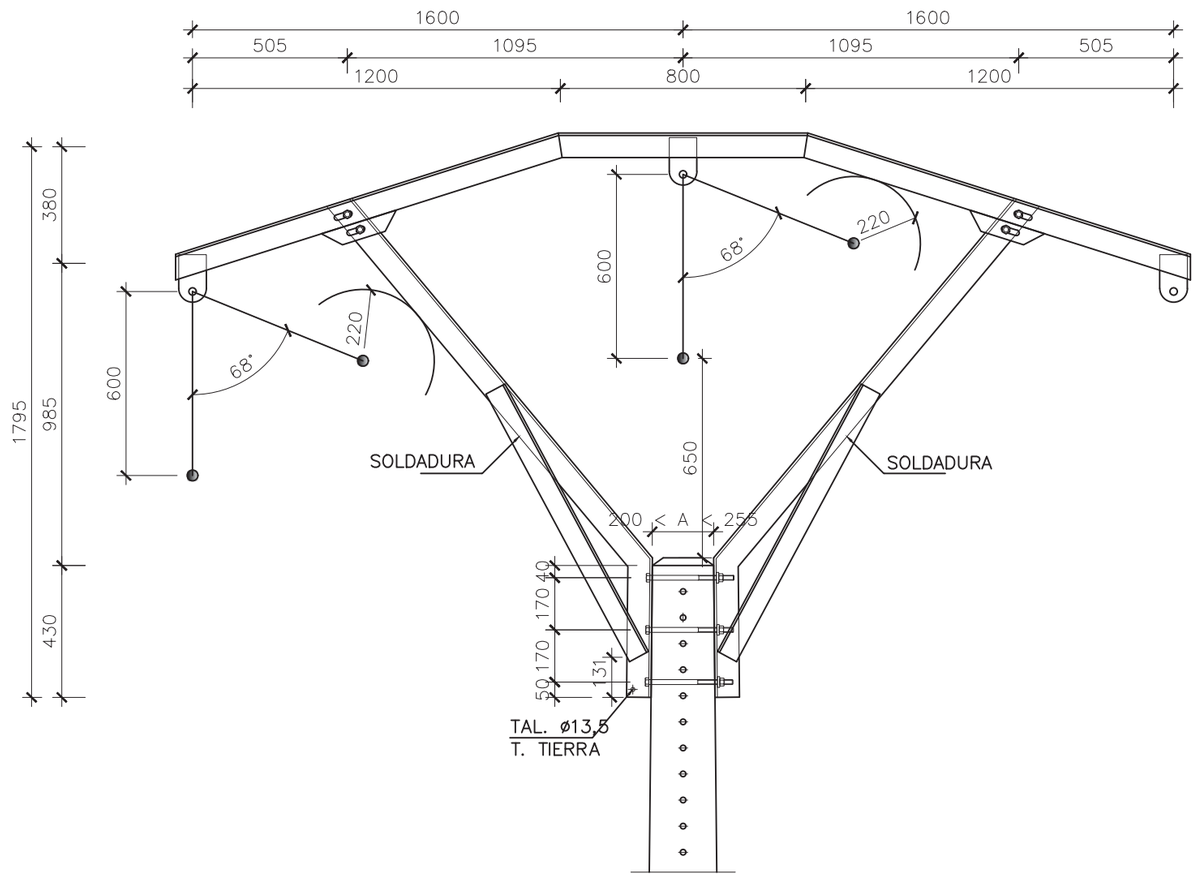
Escala: 1:20

ARMADO TIPO BANDERA BA-1
PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN

EL AUTOR DEL PROYECTO:

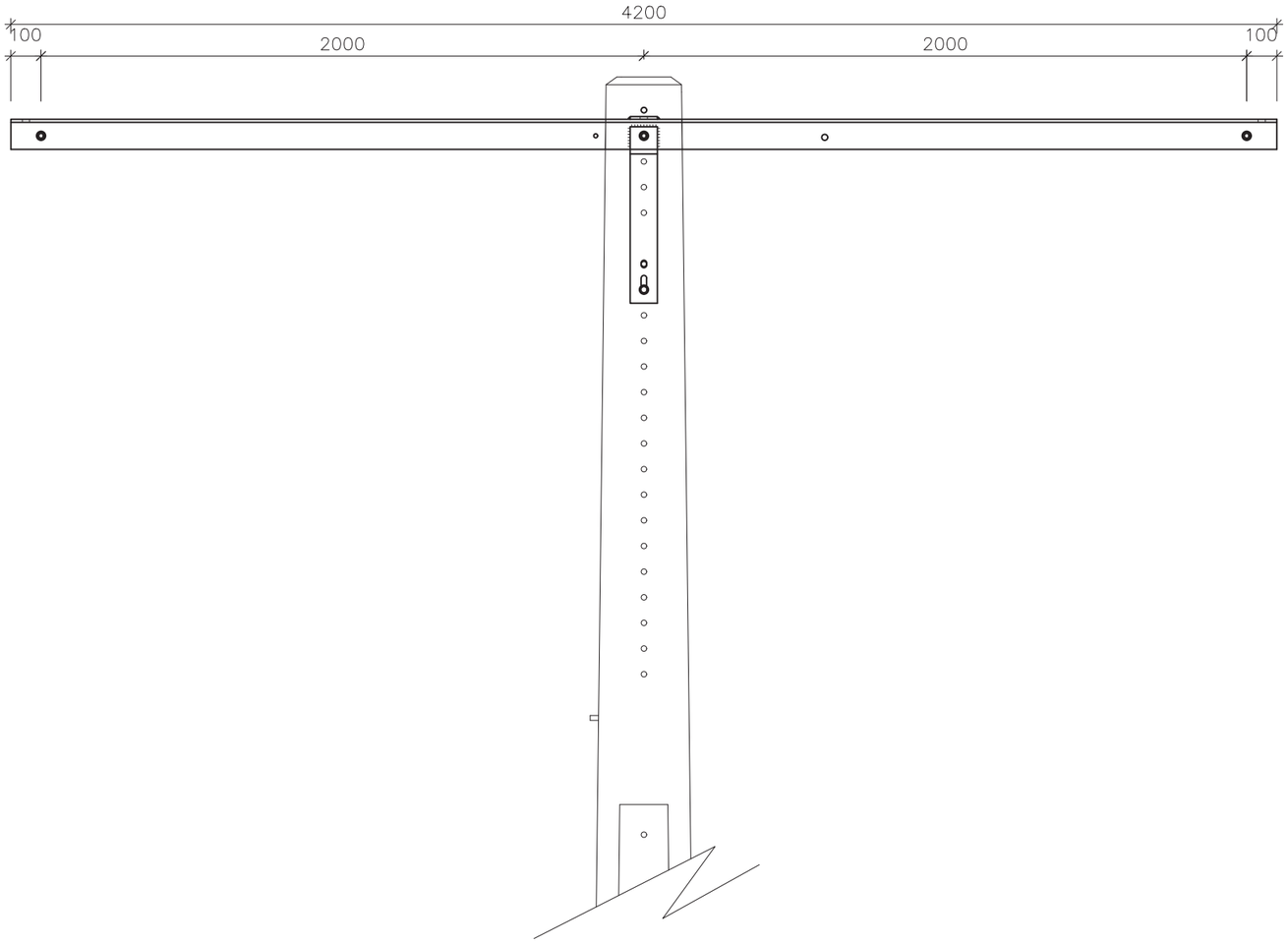
Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-09

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

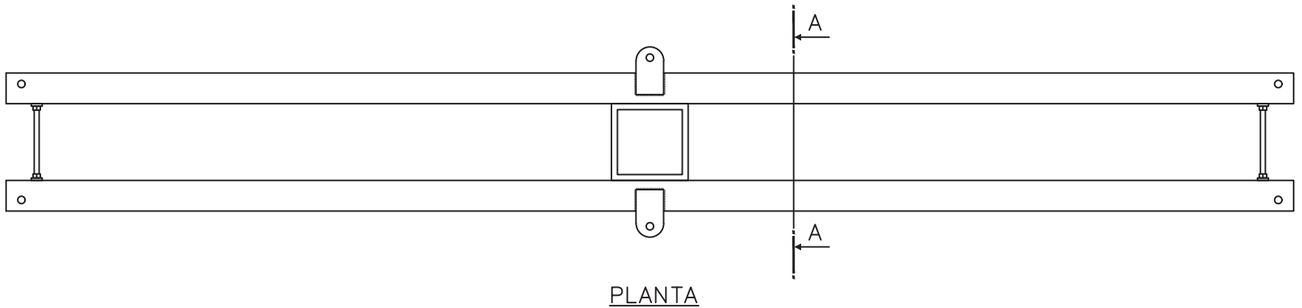


Begasa	PROYECTO TIPO: LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (HASTA 36 KV)		FECHA	NOMBRE
		Proyectado	agosto - 2023	
		Dibujado	agosto - 2023	
		Comprobado	agosto - 2023	
Formato A3	CRUCETA BOVEDA TIPO BR-1 PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN	EL AUTOR DEL PROYECTO:		
Escala: 1:20		Nº Plano Proyecto Tipo	LMTA-10	
		Hoja 001 Sigue: ----		Rev. 0

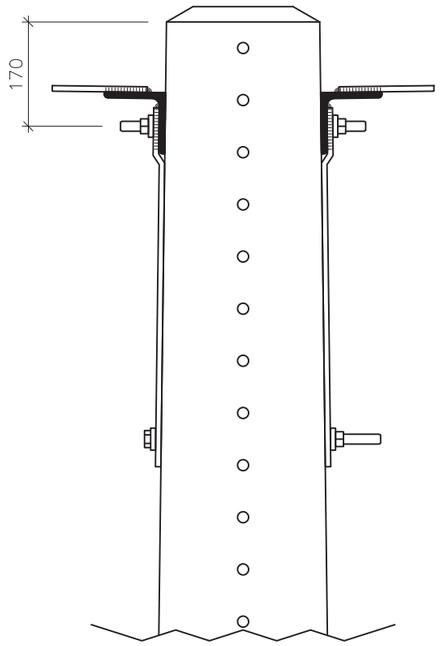
LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



ALZADO
ESCALA 1:20



PLANTA
ESCALA 1:20



SECCIÓN–DETALLE AA
ESCALA 1:10

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto - 2023	
Dibujado	agosto - 2023	
Comprobado	agosto - 2023	

Formato: A3

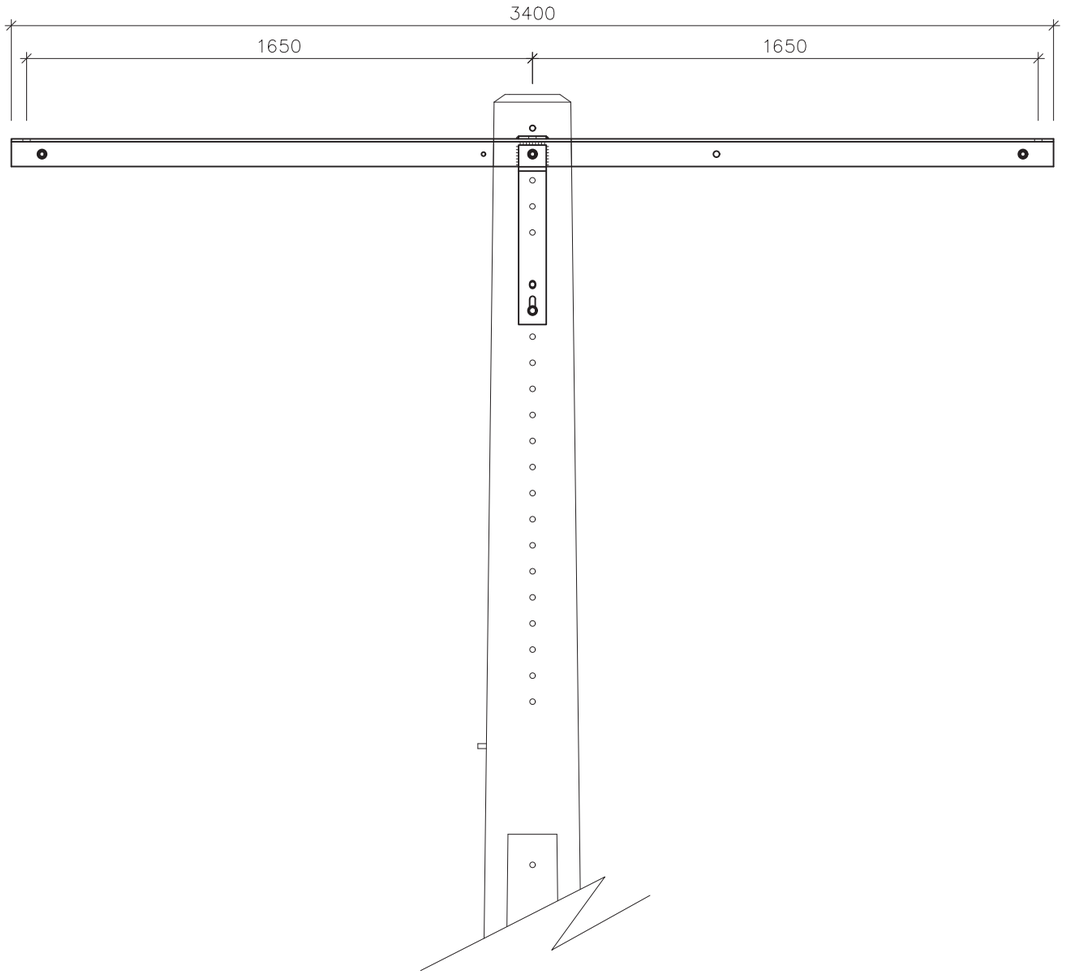
Escala: 1:10 1:20

CRUCETA RECTA TIPO C-2 PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN

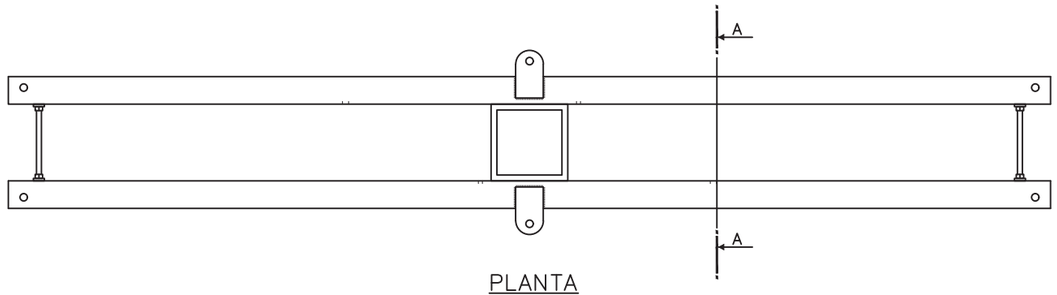
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-11

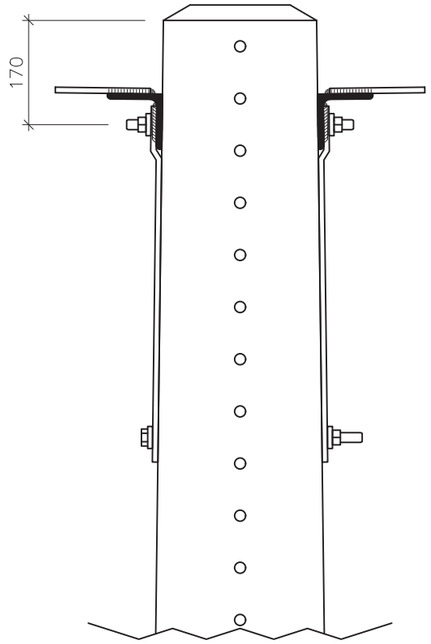
Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0



ALZADO
E:1/20



PLANTA
E:1/20



SECCION–DETALLE AA
E = 1:10

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto - 2023	
Dibujado	agosto - 2023	
Comprobado	agosto - 2023	

Formato
A3

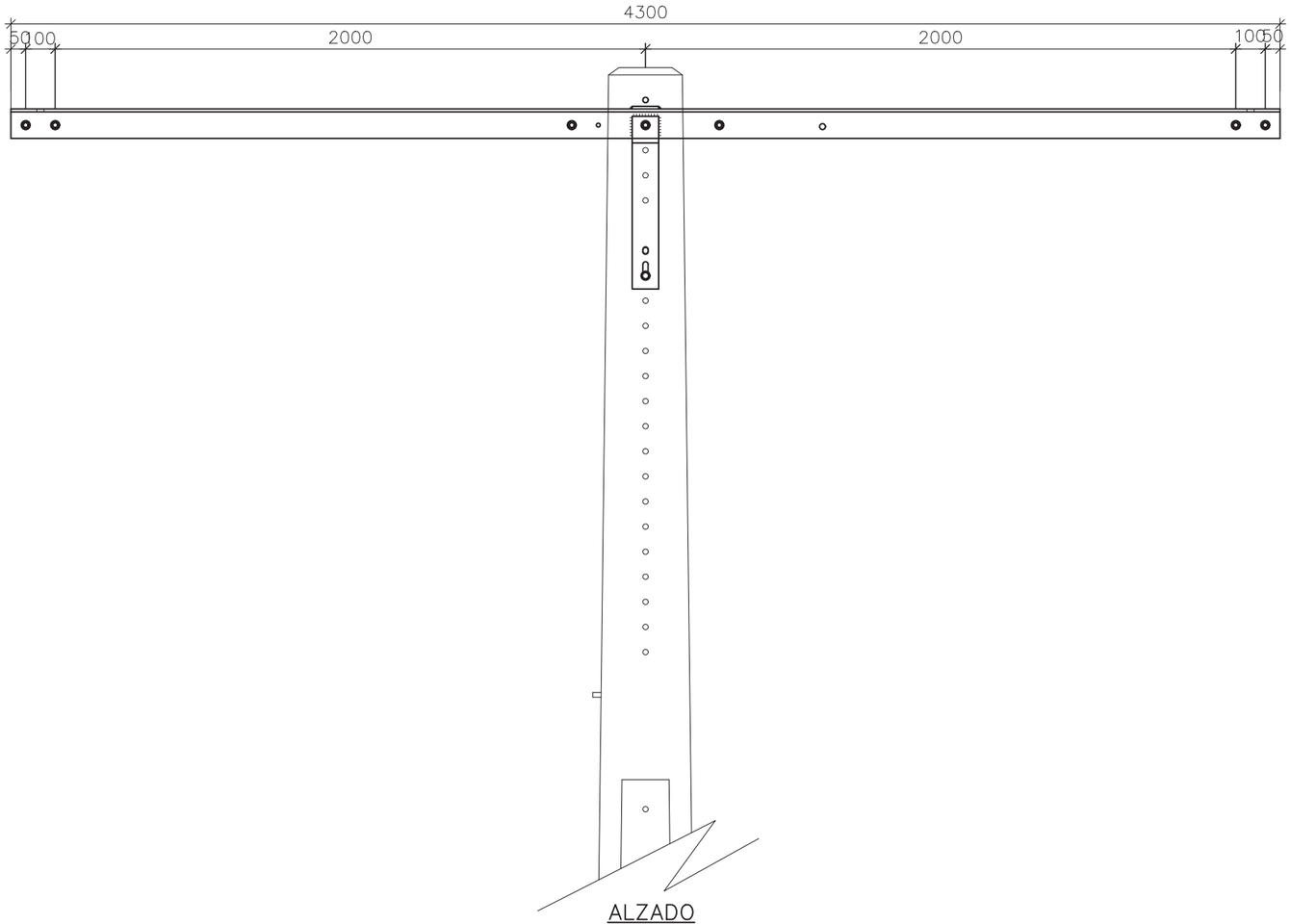
Escala:
1:10
1:20

CRUCETA RECTA TIPO CR-1
PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN

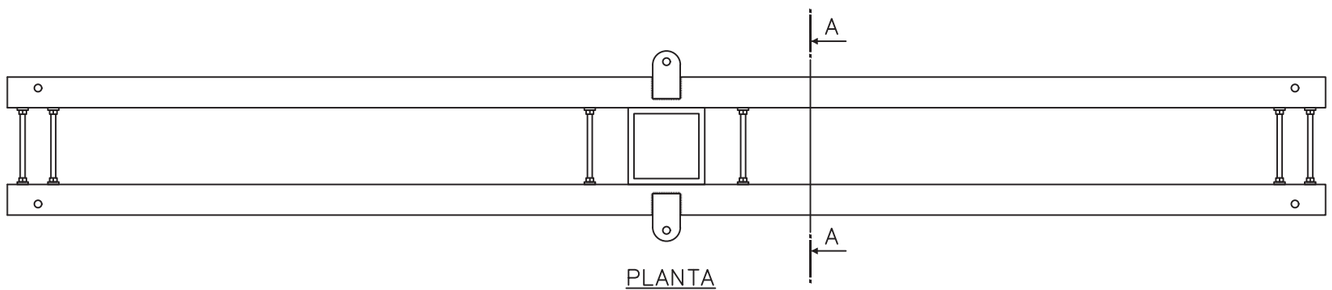
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-12

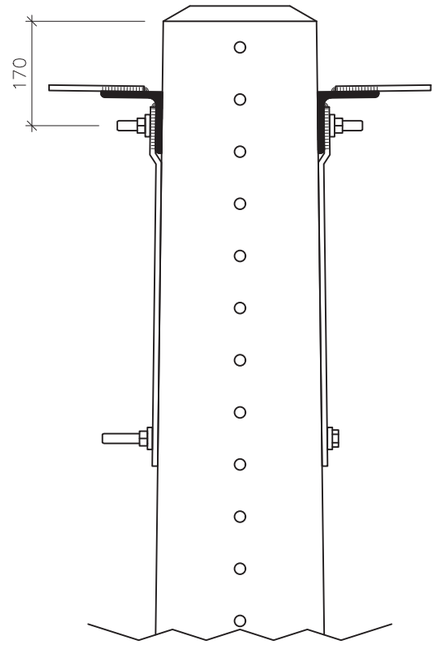
Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0



ALZADO
ESCALA 1:20



PLANTA
ESCALA 1:20



SECCIÓN–DETALLE AA
ESCALA 1:10

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto - 2023	
Dibujado	agosto - 2023	
Comprobado	agosto - 2023	

Formato: A3

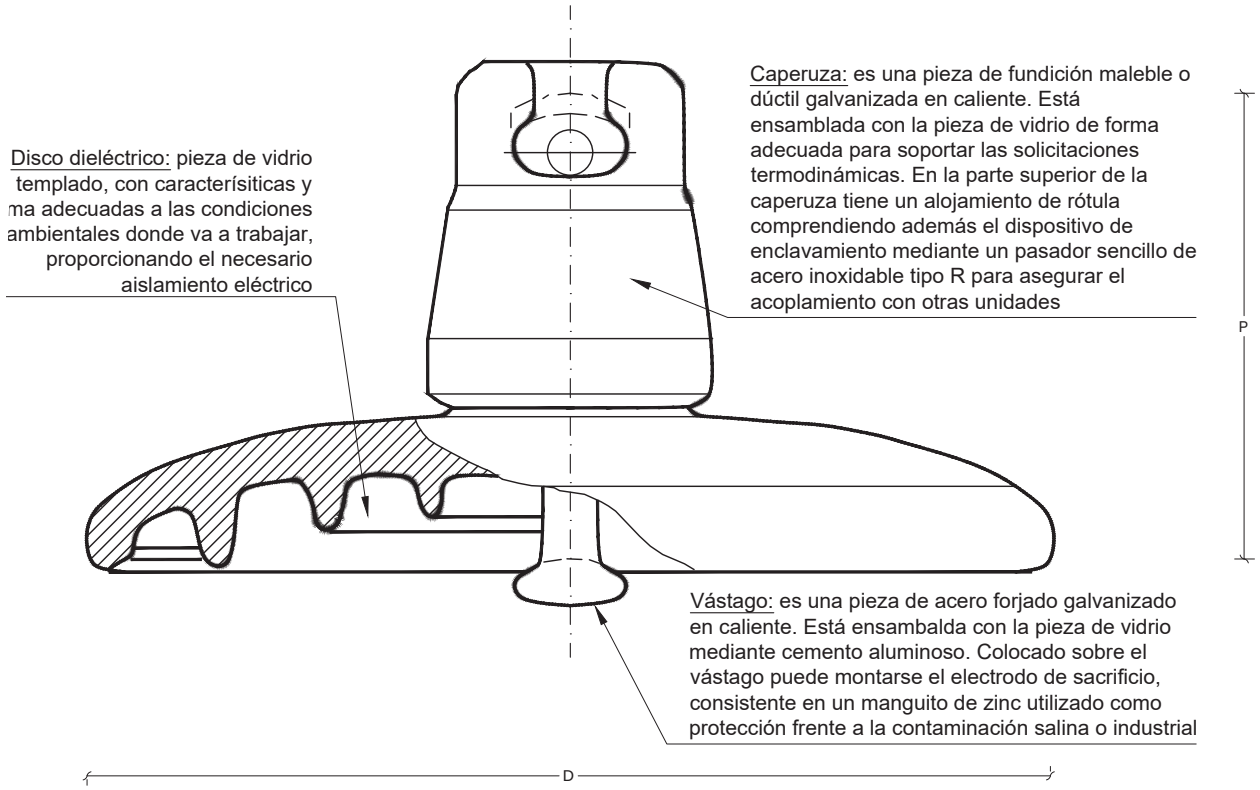
Escala: 1:10 1:20

CRUCETA RECTA TIPO CR-2
PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-13

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0



CARACTERÍSTICAS					
DENOMINACIÓN	Carga de rotura mecánica (kN)	Diametro máximo nominal de la parte aislante D (mm)	Paso nominal P (mm)	Linea de fuga nominal mínima (mm)	Norma de Acoplamiento según CEI 120
U 40 BS	40	175	100	195	11 A
U 70 BS	70	255	127	295	16 A
U 100 BS	100	380	127	315	16 A

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS				
DENOMINACIÓN	Número de aisladores	Tensión soportada impulso tipo rayo (kV)	Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV)	Tensión perforación en aceite (1 aislador) (kV)
U 40 BS	2	175	72	130
U 70 BS	2	190	72	130
	3	260	105	
U100 BS	4	290	145	130

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato A4

Escala: S/E

AISLADOR DE VIDRIO U40-U70-U100
UNE 60305

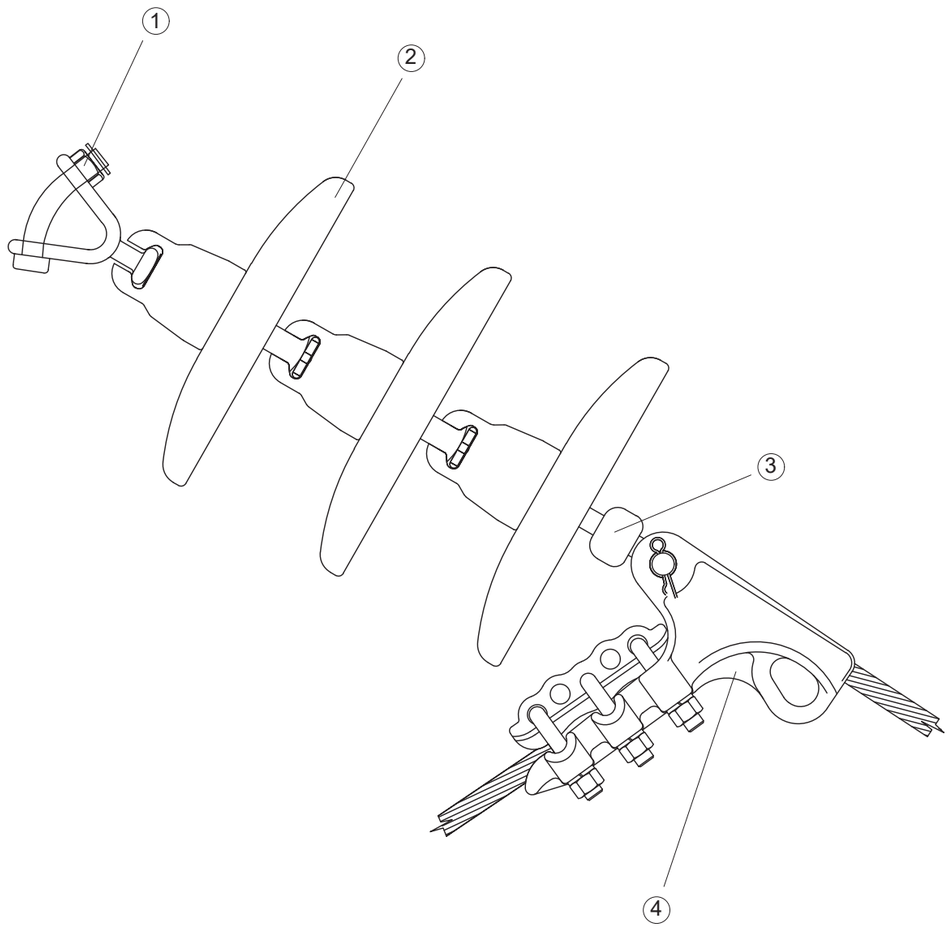
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-14

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

LCOE LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

CONJUNTO DE AMARRE
TENSIÓN: HASTA 24 kV NIVEL II



47-AL1/8-ST1A (LA 56) _ 47-AL1/8-A20SA (LARL 56) _ 47-AL3/8-ST1A (DA 56)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-40 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-1/1

94-AL1/22-ST1A (LA 110) _ 94-AL3/22-ST1A (DA 110)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-40 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-2

147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-40 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-3

NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

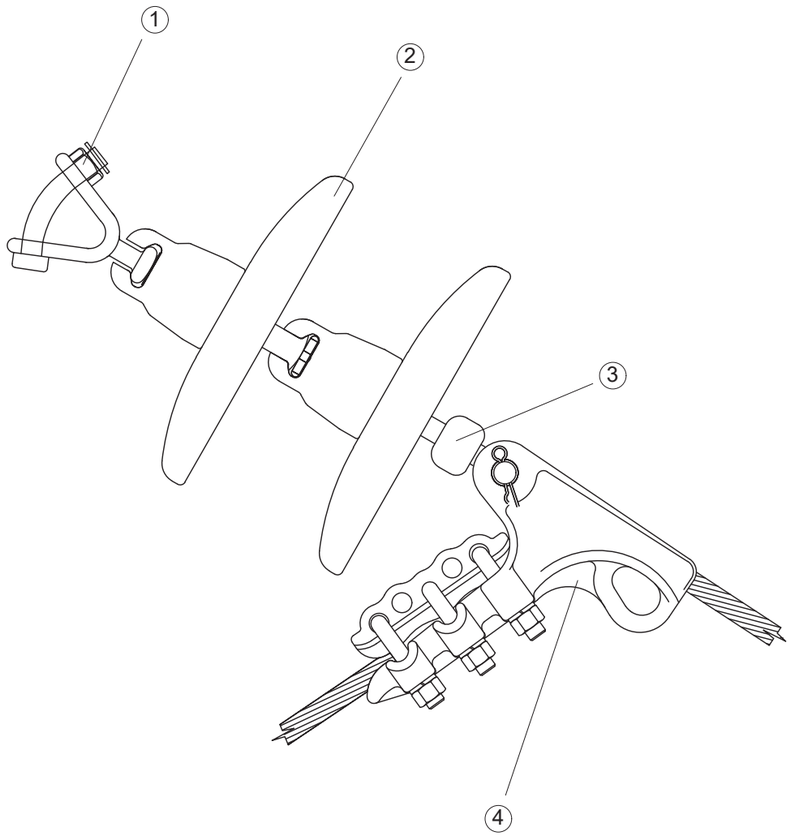
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_1

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-15

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

CONJUNTO DE AMARRE
TENSIÓN: HASTA 24 kV NIVEL II



47-AL1/8-ST1A (LA 56) _ 47-AL1/8-A20SA (LARL 56) _ 47-AL3/8-ST1A (DA 56)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	2	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-1/1

94-AL1/22-ST1A (LA 110) _ 94-AL3/22-ST1A (DA 110)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	2	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-2

147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	2	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-3

NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

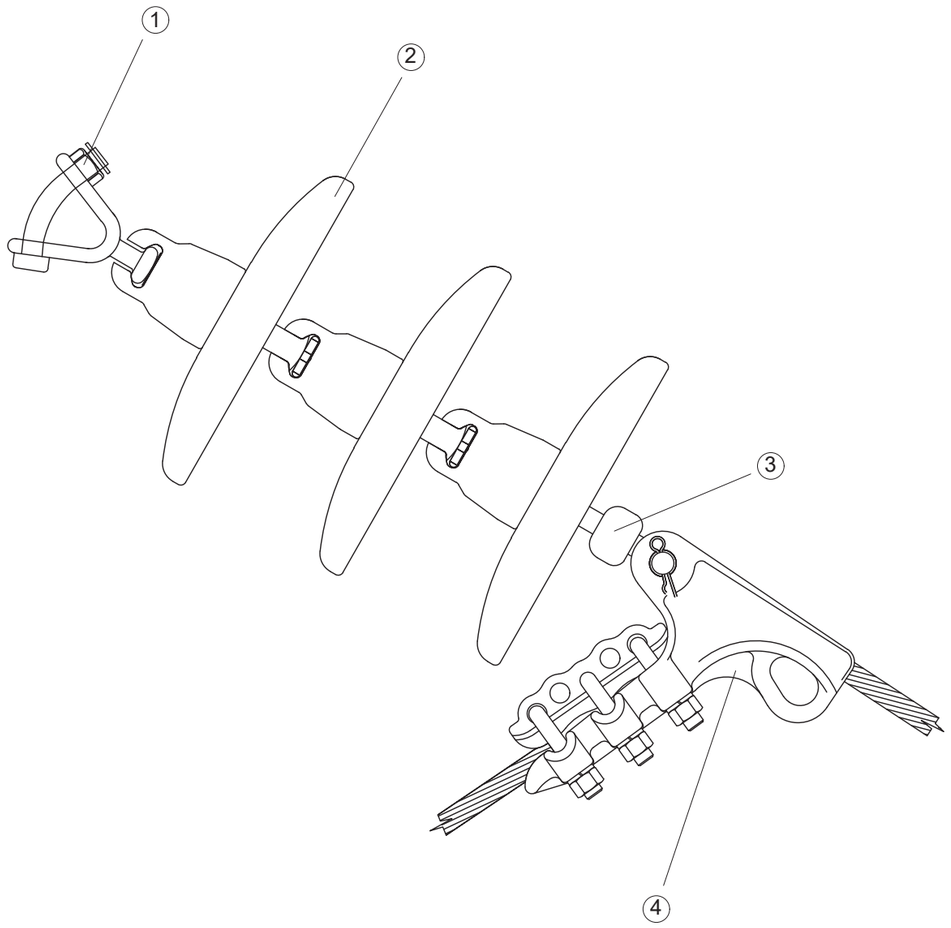
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_2

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-16

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

CONJUNTO DE AMARRE
TENSIÓN: HASTA 24 kV NIVEL IV



47-AL1/8-ST1A (LA 56) _ 47-AL1/8-A20SA (LARL 56) _ 47-AL3/8-ST1A (DA 56)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-1/1

94-AL1/22-ST1A (LA 110) _ 94-AL3/22-ST1A (DA 110)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-2

147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-3

NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

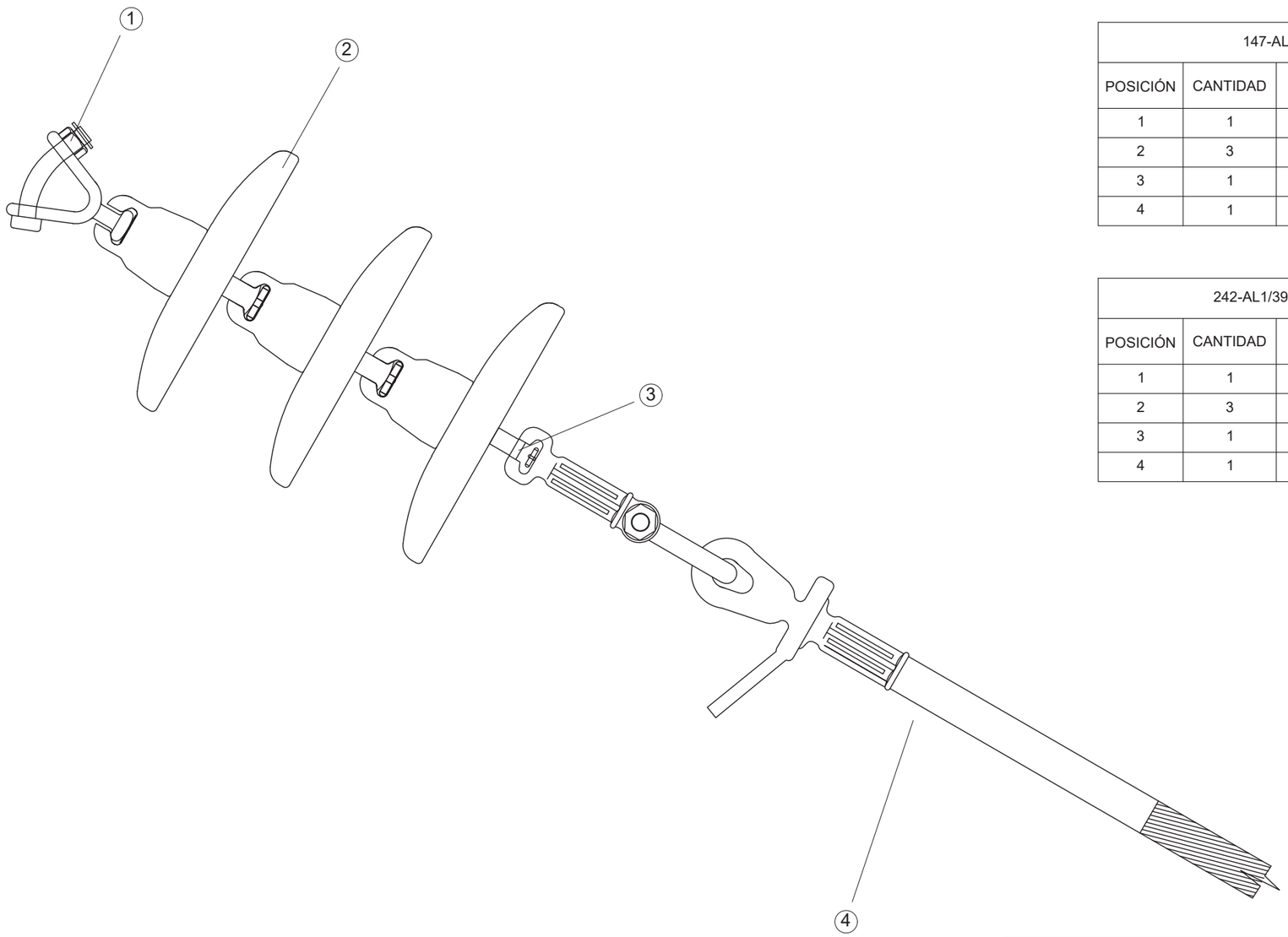
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_3

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-17

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

CONJUNTO DE AMARRE
TENSIÓN: HASTA 24 kV NIVEL IV



147-AL1/31-ST1A (LA180) / 147-AL1/31-A20SA (LARL180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE COMPRESION AMARRE ANILLA

242-AL1/39-ST1A (LA 280) _ 242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE COMPRESION AMARRE ANILLA

NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

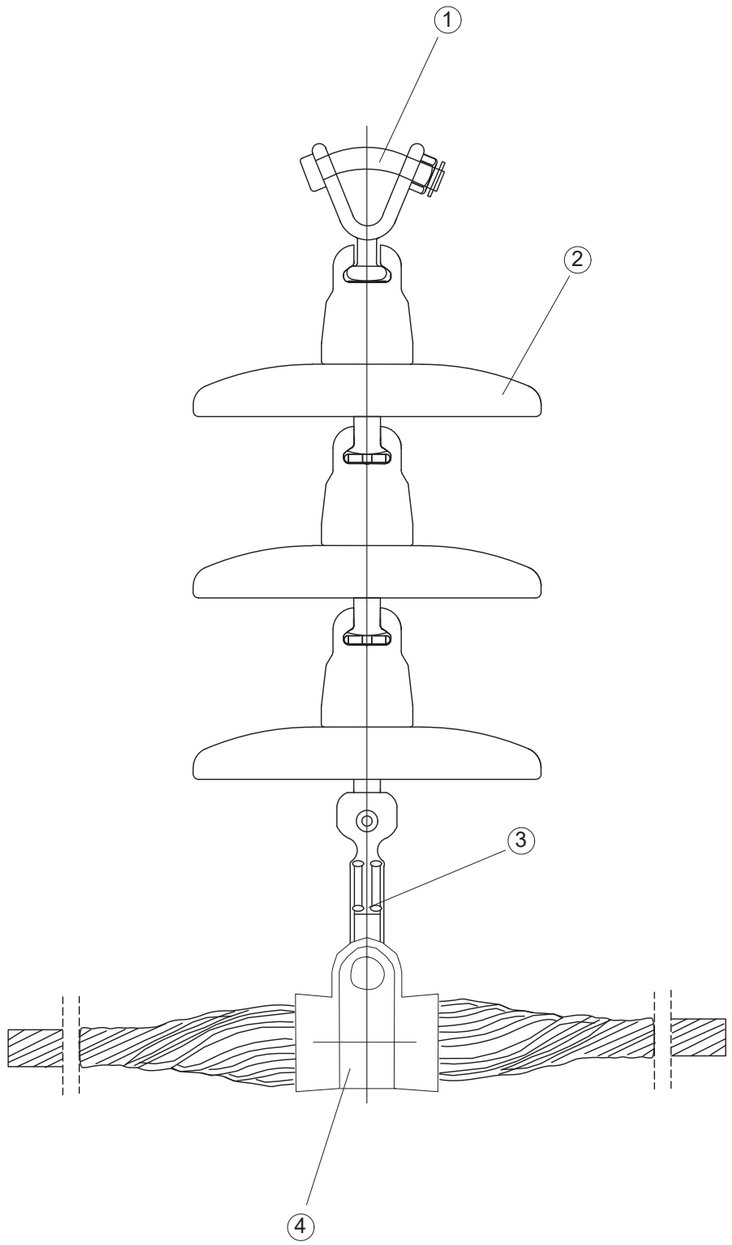
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_4

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-18

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

CONJUNTO DE SUSPENSIÓN
TENSIÓN: HASTA 24 kV NIVEL II



NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

47-AL1/8-ST1A (LA 56) _ 47-AL1/8-A20SA (LARL 56) _ 47-AL3/8-ST1A (DA 56)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-40 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

94-AL1/22-ST1A (LA 110) _ 94-AL3/22-ST1A (DA 110)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-40 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-40 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

NOTA: Para el caso de la posición 4 es posible también el empleo de grapa de suspensión normal

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

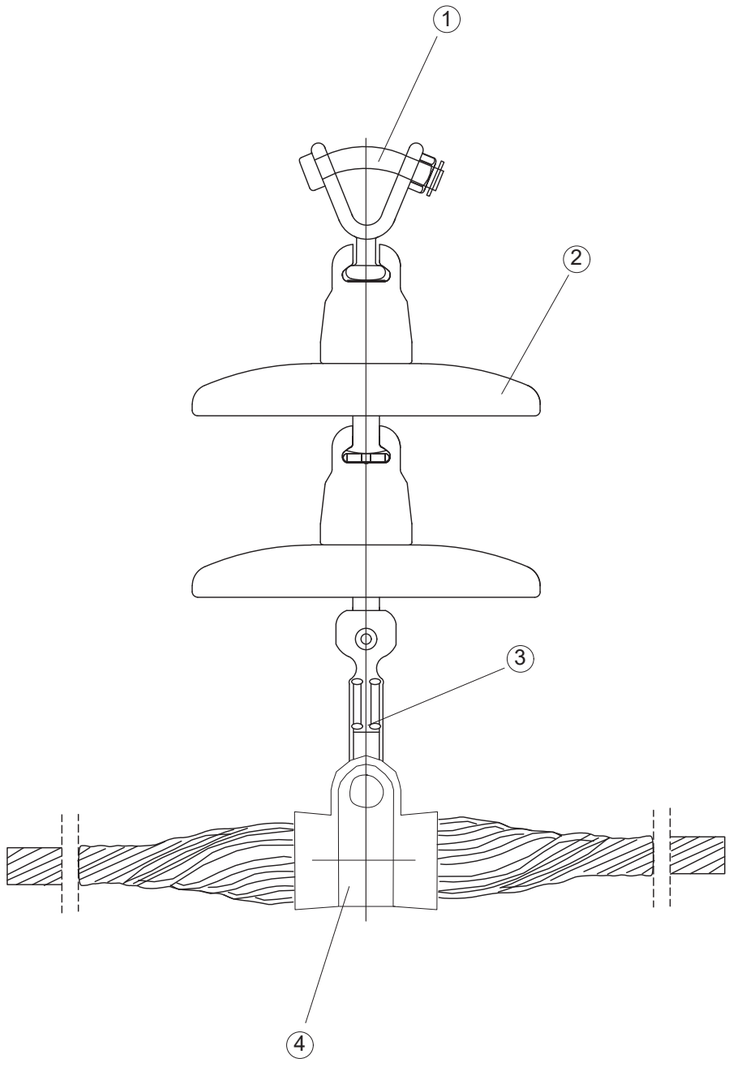
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_5

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-19

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

CONJUNTO DE SUSPENSIÓN
TENSIÓN: HASTA 24 kV NIVEL II



47-AL1/8-ST1A (LA 56) _ 47-AL1/8-A20SA (LARL 56) _ 47-AL3/8-ST1A (DA 56)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	2	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

94-AL1/22-ST1A (LA 110) _ 94-AL3/22-ST1A (DA 110)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	2	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	2	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

NOTA: Para el caso de la posición 4 es posible también el empleo de grapa de suspensión normal

NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

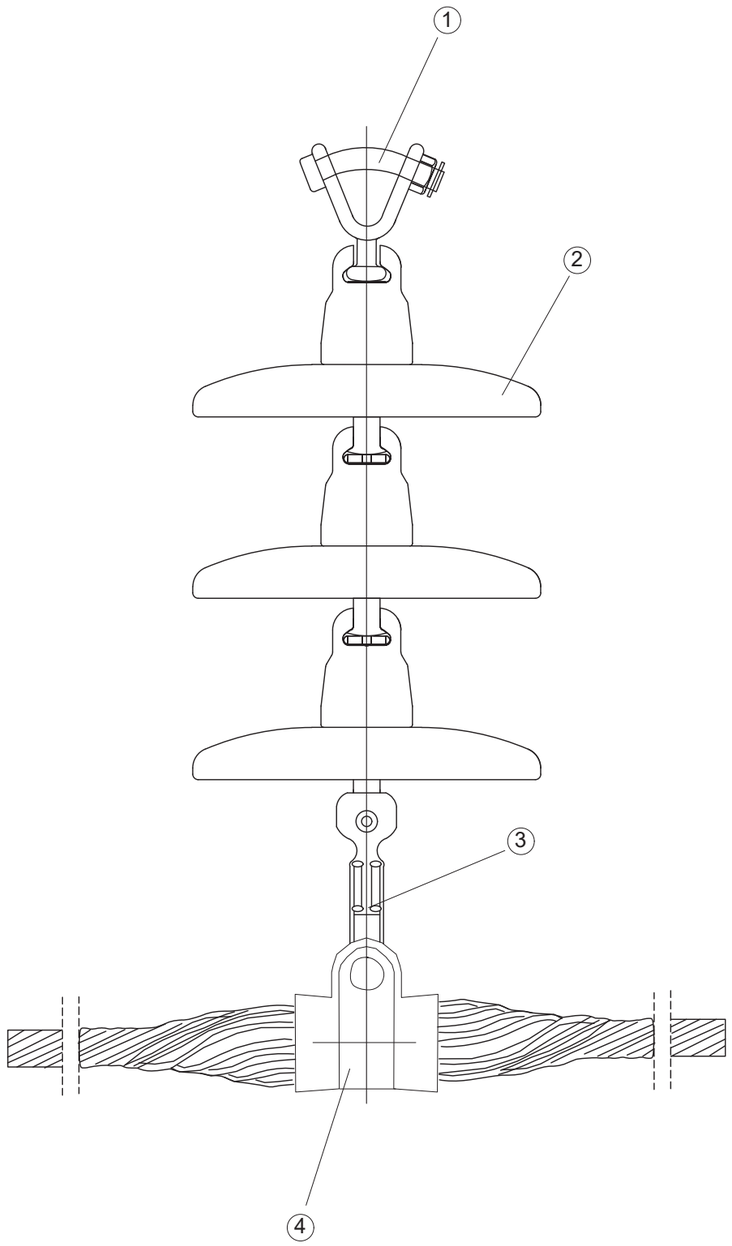
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_6

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-20

Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0

CONJUNTO DE SUSPENSIÓN
TENSIÓN: HASTA 24 kV NIVEL IV



NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

47-AL1/8-ST1A (LA 56) _ 47-AL1/8-A20SA (LARL 56) _ 47-AL3/8-ST1A (DA 56)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

94-AL1/22-ST1A (LA 110) _ 94-AL3/22-ST1A (DA 110)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

242-AL1/39-ST1A (LA 280) _ 242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	3	AISLADOR U-70 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

NOTA: Para el caso de la posición 4 es posible también el empleo de grapa de suspensión normal

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

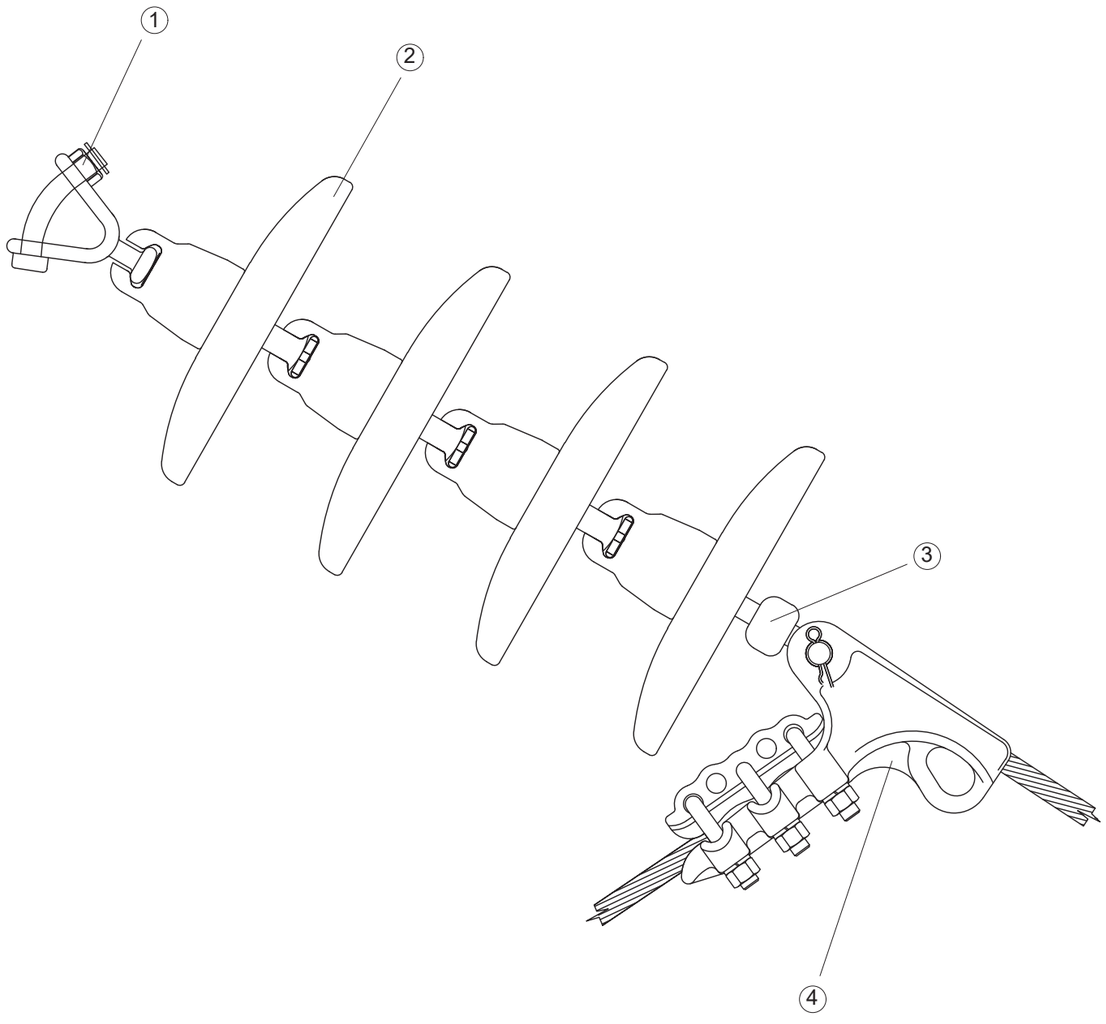
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_7

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-21

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

CONJUNTO DE AMARRE
TENSIÓN: 25 kV, 30 kV NIVEL II - IV



47-AL1/8-ST1A (LA 56) _ 47-AL1/8-A20SA (LARL 56) _ 47-AL3/8-ST1A (DA 56)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-1/1

94-AL1/22-ST1A (LA 110) _ 94-AL3/22-ST1A (DA 110)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-2

147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA CORTA R-16
4	1	GRAPA DE AMARRE NORMAL GA-3

NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

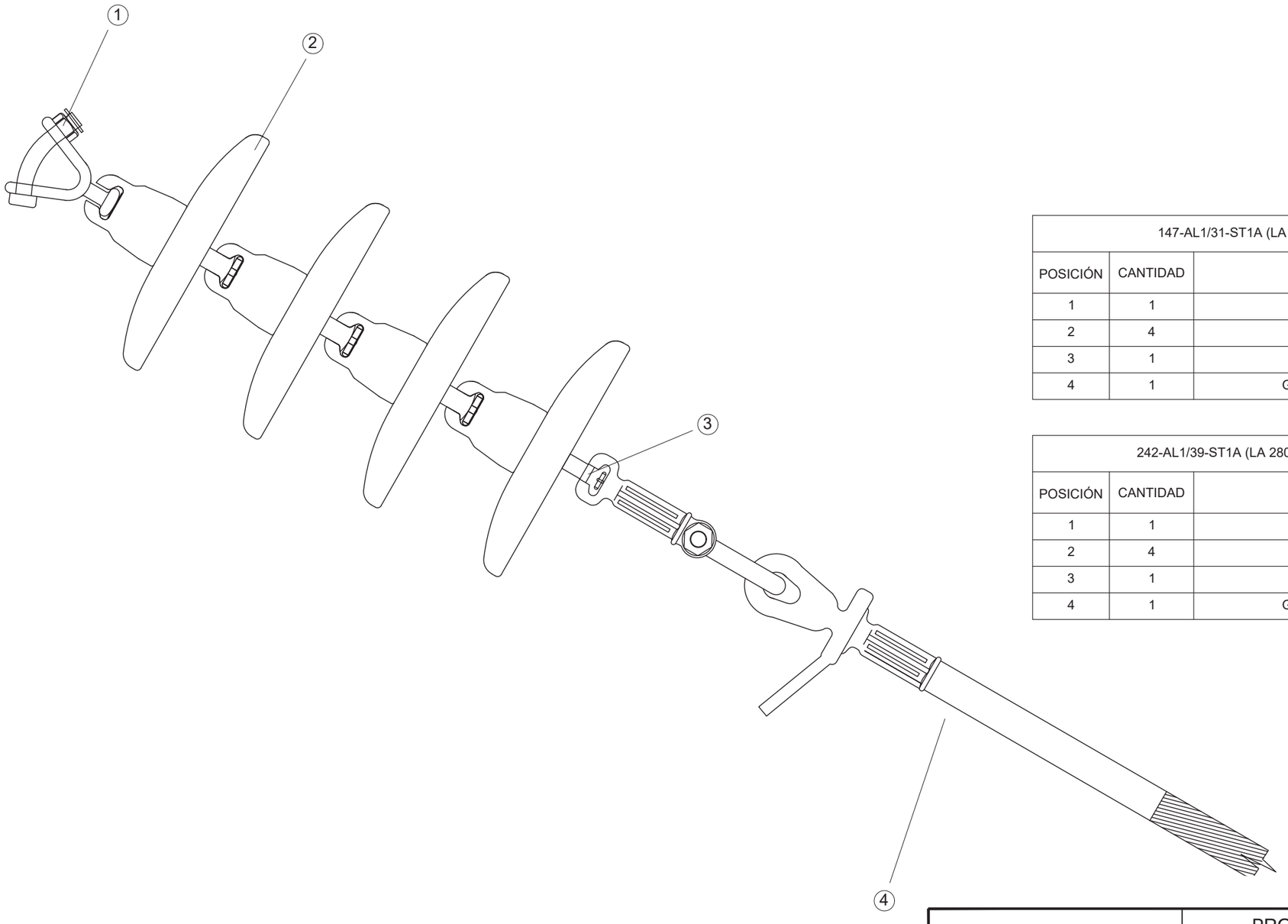
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_8

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-22

Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0

CONJUNTO DE AMARRE
TENSIÓN: 25 kV, 30 kV NIVEL II - IV



147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE COMPRESION AMARRE ANILLA

242-AL1/39-ST1A (LA 280) _ 242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE COMPRESION AMARRE ANILLA

NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

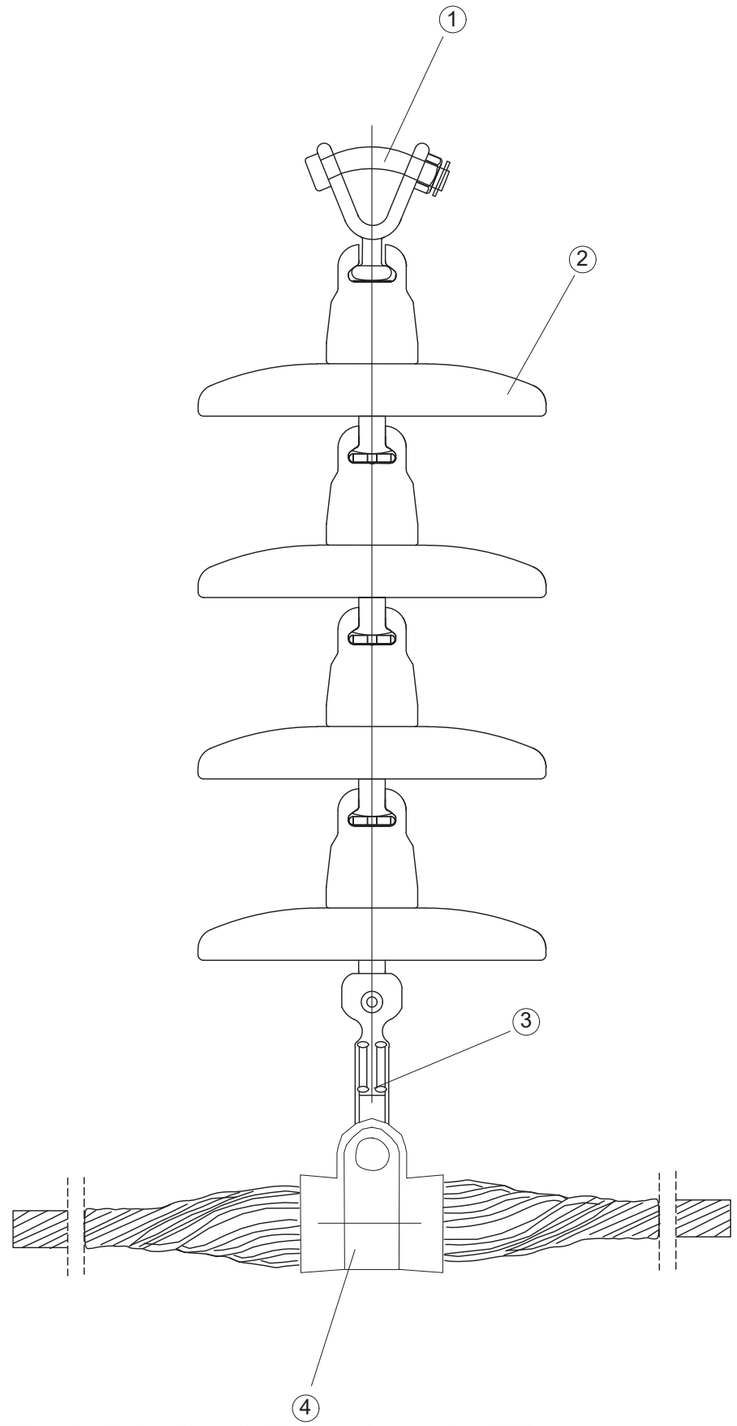
CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_9

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-23

Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0

CONJUNTO DE SUSPENSIÓN
TENSIÓN: 25 kV, 30 kV NIVEL II - IV



NOTA: Para el caso de cadenas de aisladores poliméricas, se sustituirán los aisladores de vidrio, por uno de tipo polimérico, adaptado éste a la tensión y el nivel de polución específico en cada caso

47-AL1/8-ST1A (LA 56) _ 47-AL1/8-A20SA (LARL 56) _ 47-AL3/8-ST1A (DA 56)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

94-AL1/22-ST1A (LA 110) _ 94-AL3/22-ST1A (DA 110)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

147-AL1/31-ST1A (LA 180) _ 147-AL1/31-A20SA (LARL 180)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

242-AL1/39-ST1A (LA 280) _ 242-AL1/39-A20SA (LARL 280 HAWK)		
POSICIÓN	CANTIDAD	DENOMINACIÓN
1	1	HORQUILLA BOLA EN "V" HB-16
2	4	AISLADOR U-100 BS
3	1	ROTULA LARGA
4	1	GRAPA DE SUSPENSION ARMADA "GAS"

NOTA: Para el caso de la posición 4 es posible también el empleo de grapa de suspensión normal

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

CONJUNTO DE HERRAJES CADENAS DE AISLADORES_10

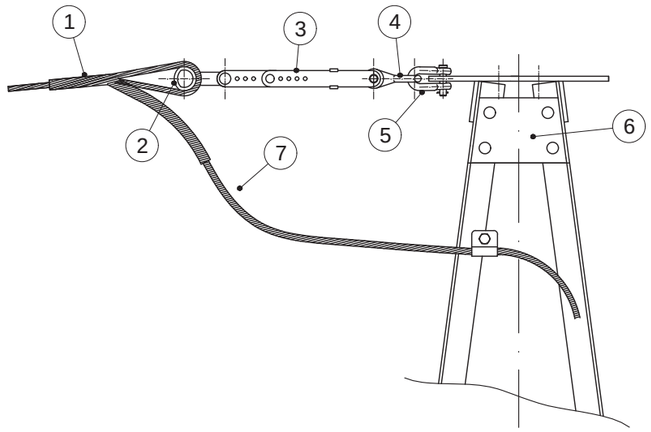
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-24

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

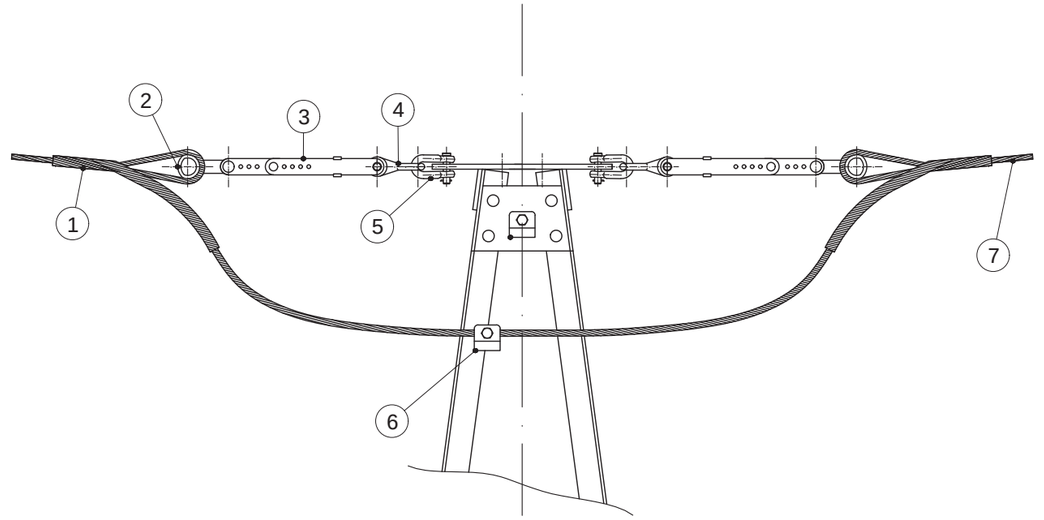
LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

CONJUNTO DE AMARRE
FIN DE LÍNEA



POSICIÓN	DENOMINACIÓN
1	RETENCIÓN PREFORMADA AMARRE CABLE OPGW
2	HORQUILLA GUARDACABOS
3	TENSOR DE CORREDERA
4	ESLABÓN REVIRADO
5	GRILLETE NORMAL RECTO
6	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA
7	CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW 48 Y 96 FIBRAS

CONJUNTO DE AMARRE
DOBLE



POSICIÓN	DENOMINACIÓN
1	RETENCIÓN PREFORMADA AMARRE CABLE OPGW
2	HORQUILLA GUARDACABOS
3	TENSOR DE CORREDERA
4	ESLABÓN REVIRADO
5	GRILLETE NORMAL RECTO
6	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA
7	CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW 48 Y 96 FIBRAS

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
A3

Escala:
S/E

CONJUNTO DE HERRAJES CADENA PARA FIBRA ÓPTICA_1

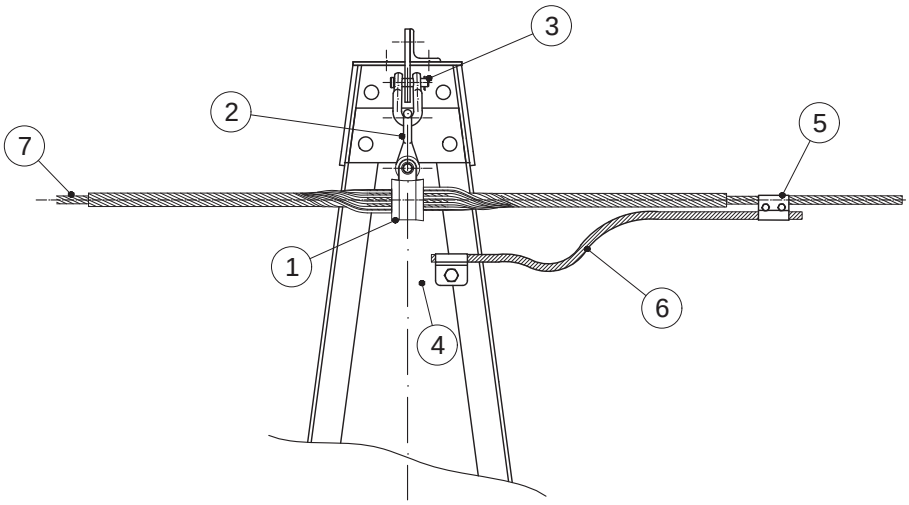
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-25

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

CONJUNTO DE SUSPENSIÓN



POSICIÓN	DENOMINACIÓN
1	GRAPA GSA PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA
2	ESLABÓN REVIRADO
3	GRILLETE NORMAL RECTO
4	GRAPA CONEXIÓN SENCILLA
5	GRAPA CONEXIÓN UNIVERSAL
6	CABLE LA-56
7	CABLE DE FIBRA ÓPTICA OPGW 48 Y 96 FIBRAS

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
210x297

Escala:
S/E

CONJUNTO DE HERRAJES CADENA PARA FIBRA ÓPTICA_2

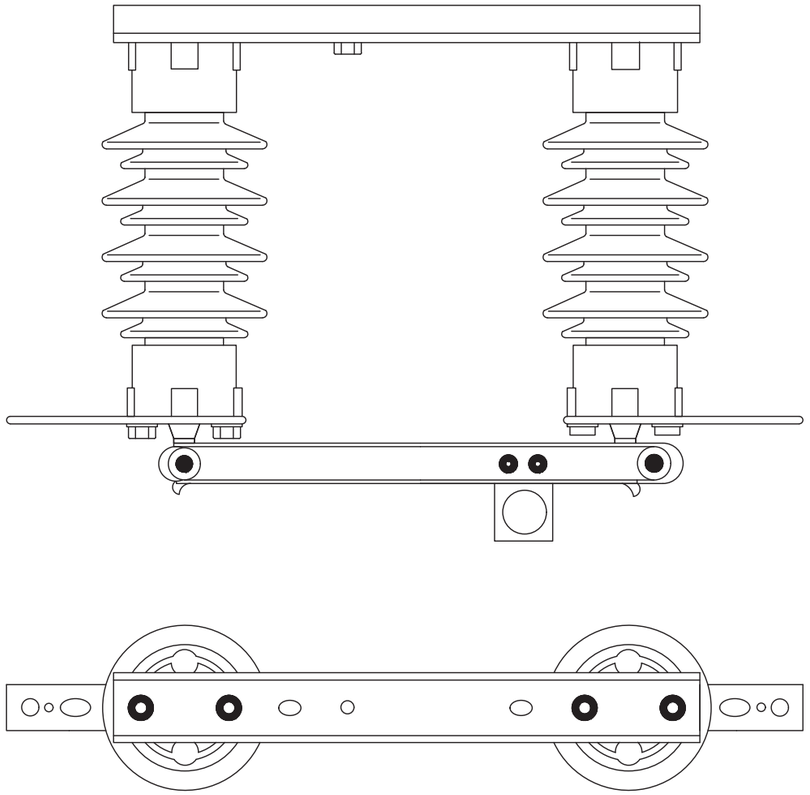
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-26

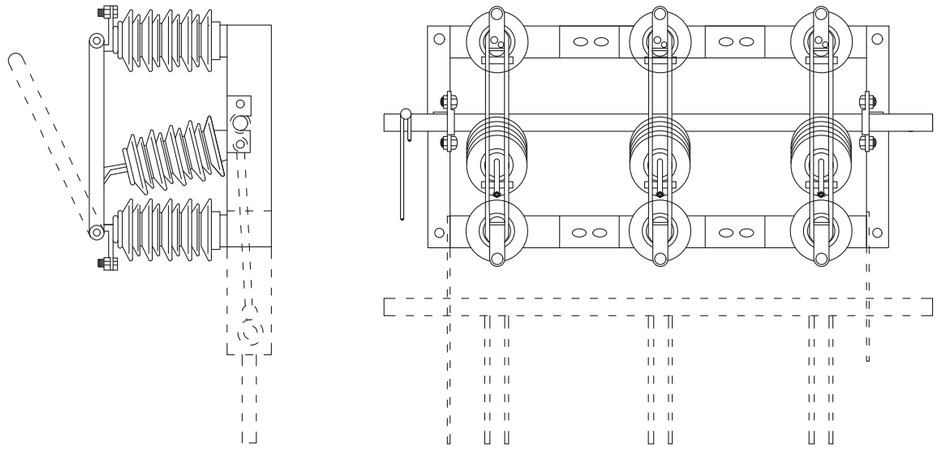
Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0

LCOE LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

SECCIONADORES UNIPOLARES



SECCIONADORES TRIPOLARES



LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

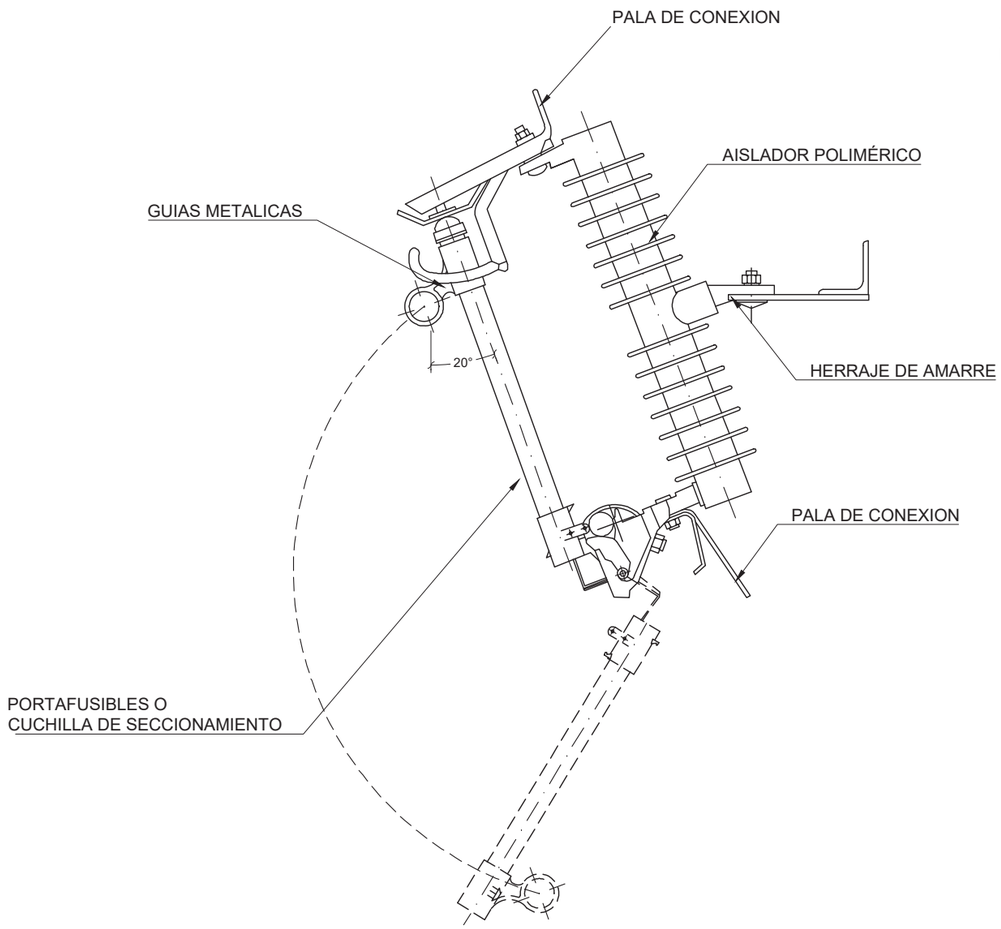
Escala: S/E

SECCIONADORES POLIMÉRICOS
UNIPOLARES Y TRIPOLARES

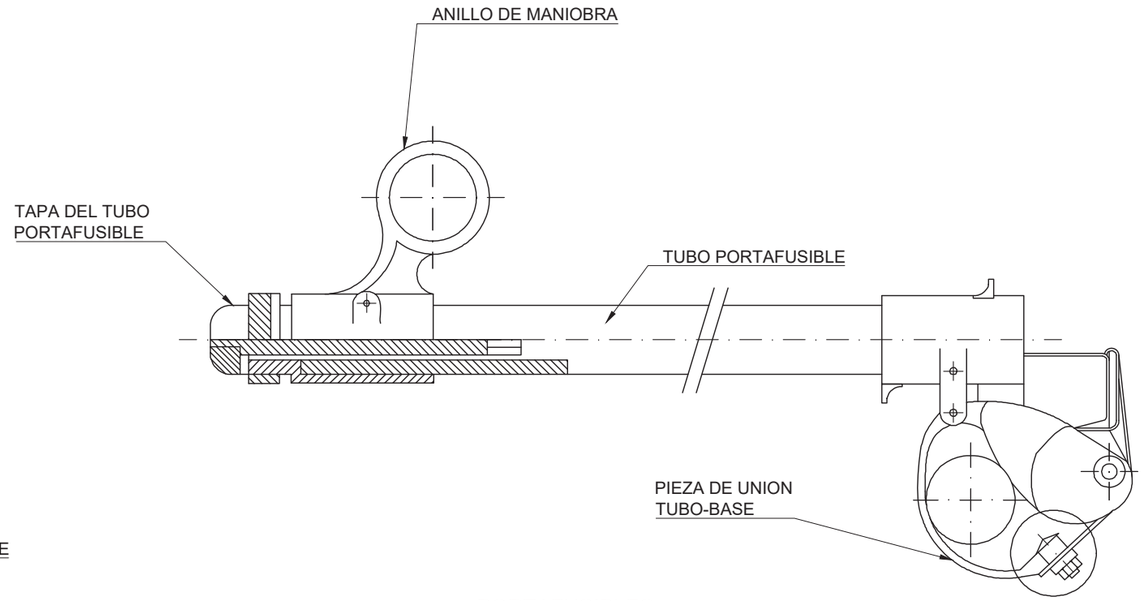
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-27

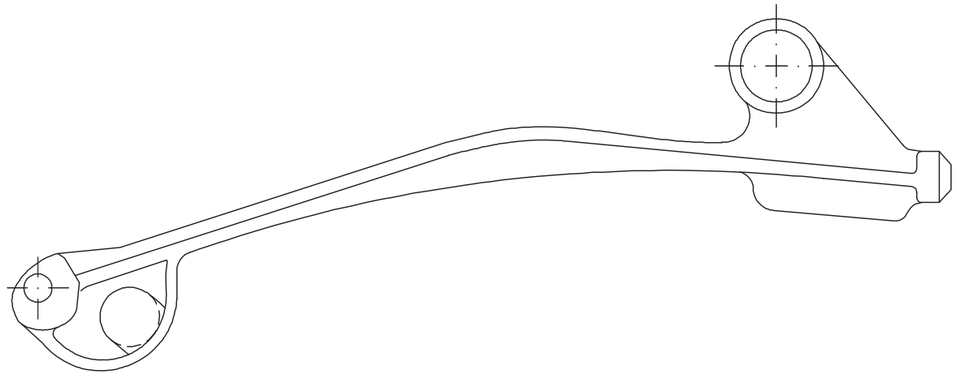
Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0



CONJUNTO CORTACIRCUITO FUSIBLE DE SIMPLE EXPULSIÓN



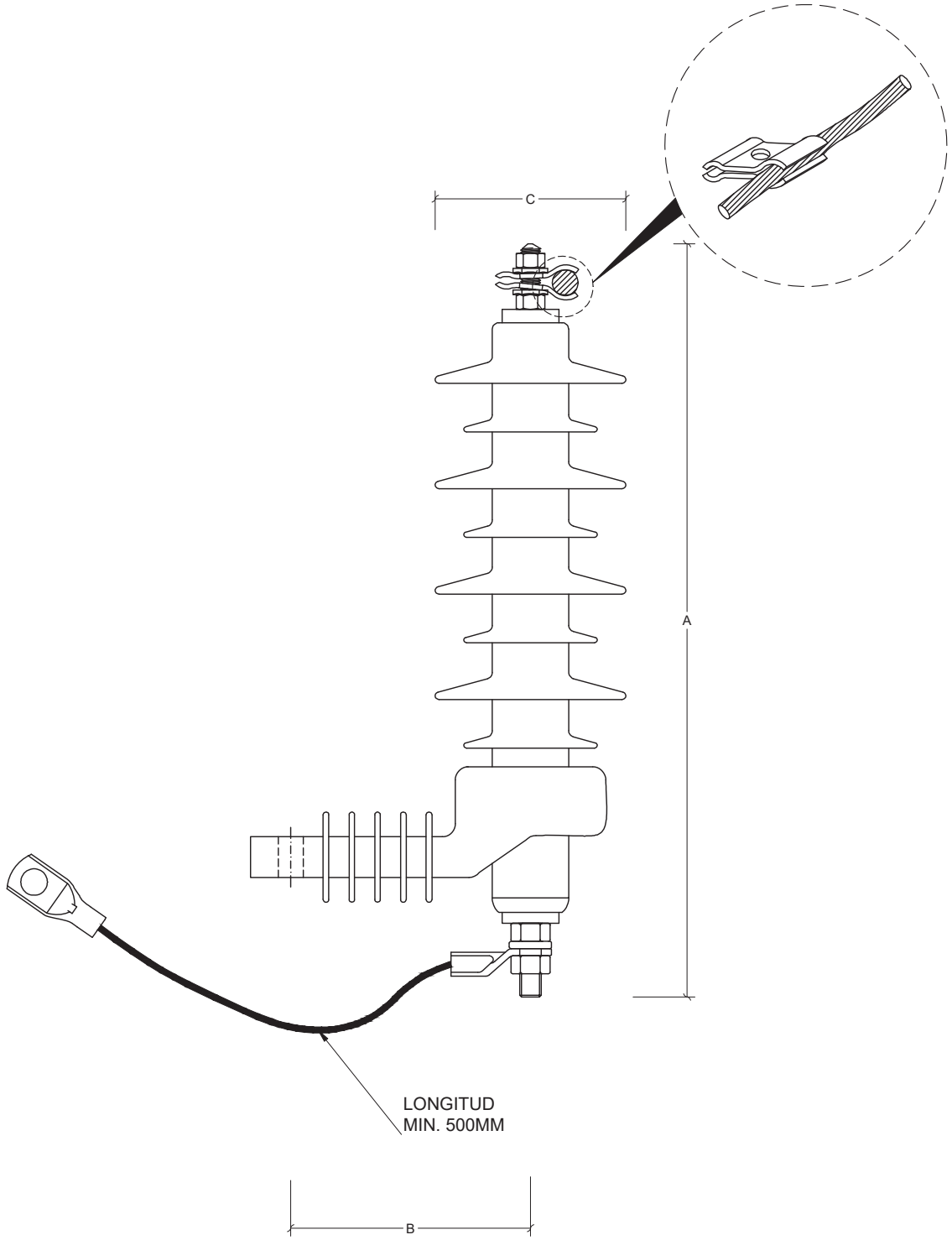
PORTAFUSIBLES



CUCHILLA SECCIONADORA

Begasa	PROYECTO TIPO: LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (HASTA 36 KV)		FECHA / NOMBRE
		Proyectado	agosto-2023
		Dibujado	agosto-2023
		Comprobado	agosto-2023
Formato A3	BASES CORTACIRCUITOS FUSIBLES DE SIMPLE EXPULSIÓN UNE 21020	EL AUTOR DEL PROYECTO:	
Escala: S/E		Nº Plano Proyecto Tipo	LMTA-28
		Hoja 001 Sigue: ----	Rev. 0

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
210x297

Escala:
S/E

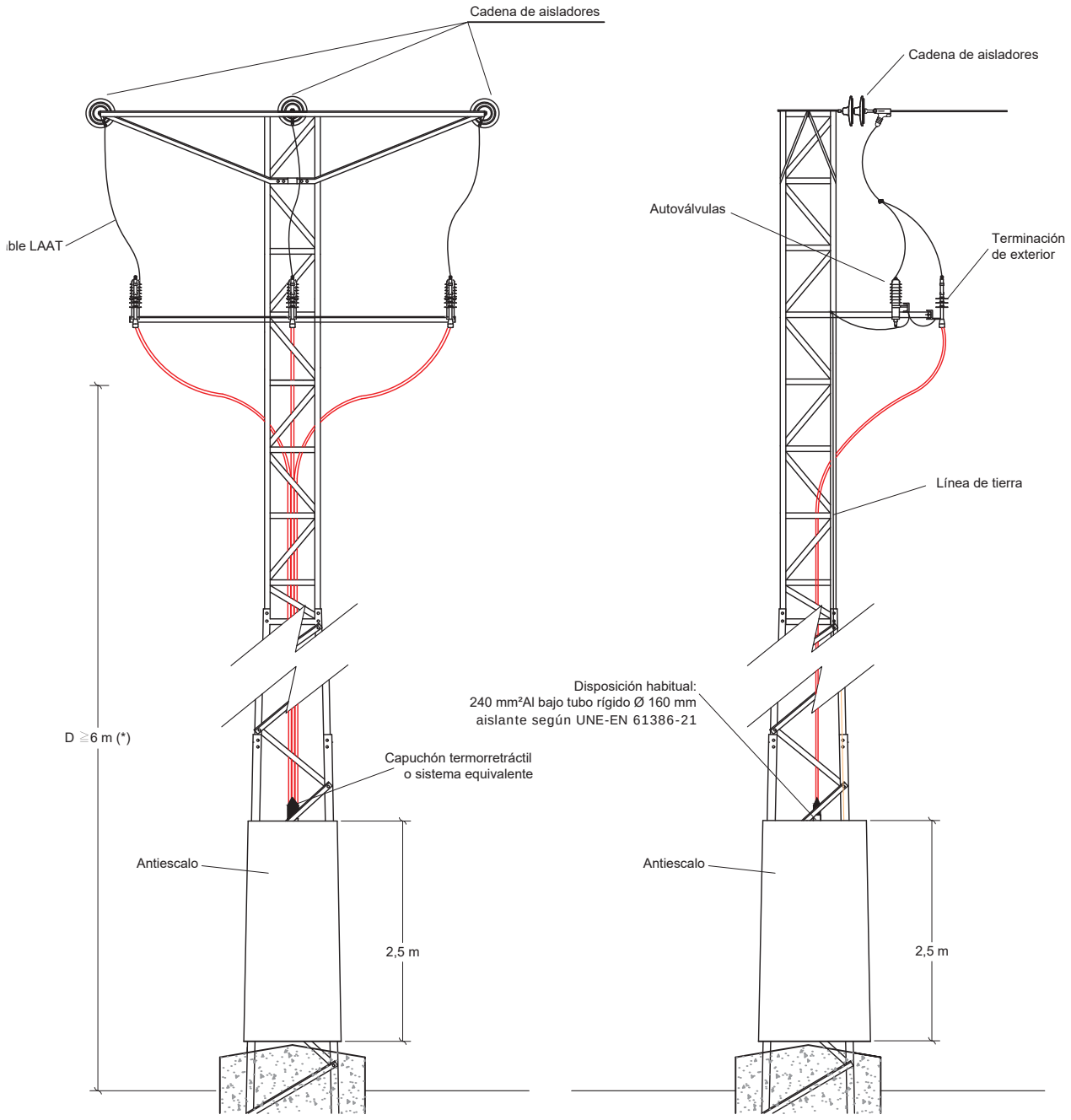
PARARRAYOS DE ÓXIDOS METÁLICOS UNE 60099

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-29

Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0

LCOE LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



(*) NOTA.- Los soportes de las terminaciones de los cables y pararrayos estarán a una altura mínima del suelo de 6m.

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
210x297

Escala:
S/E

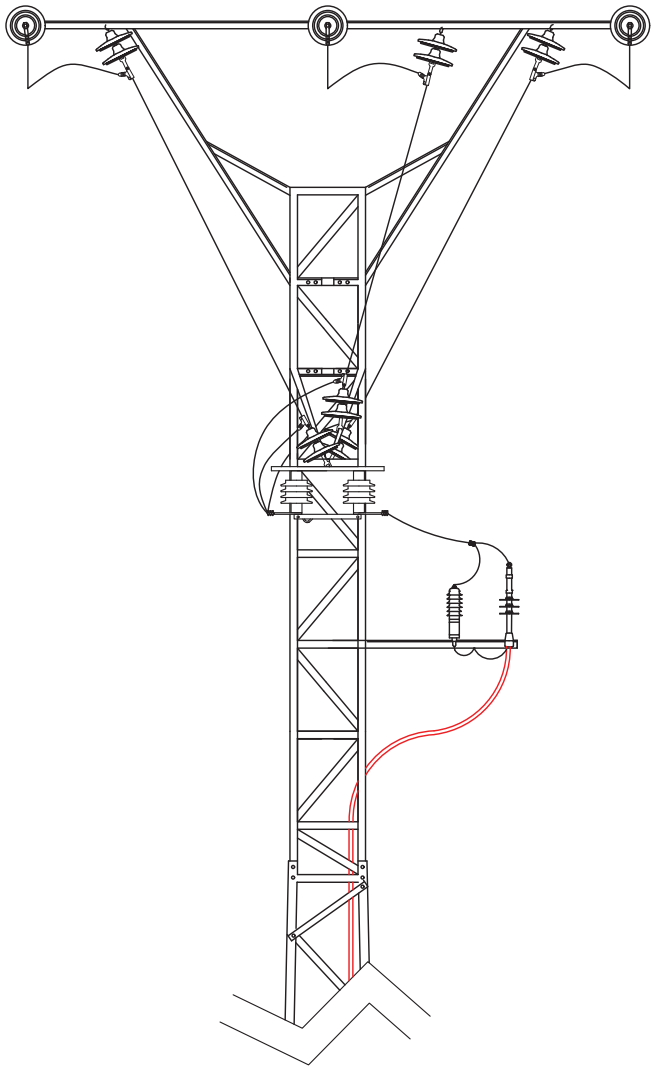
DETALLE
CONVERSIÓN AÉREO - SUBTERRÁNEA

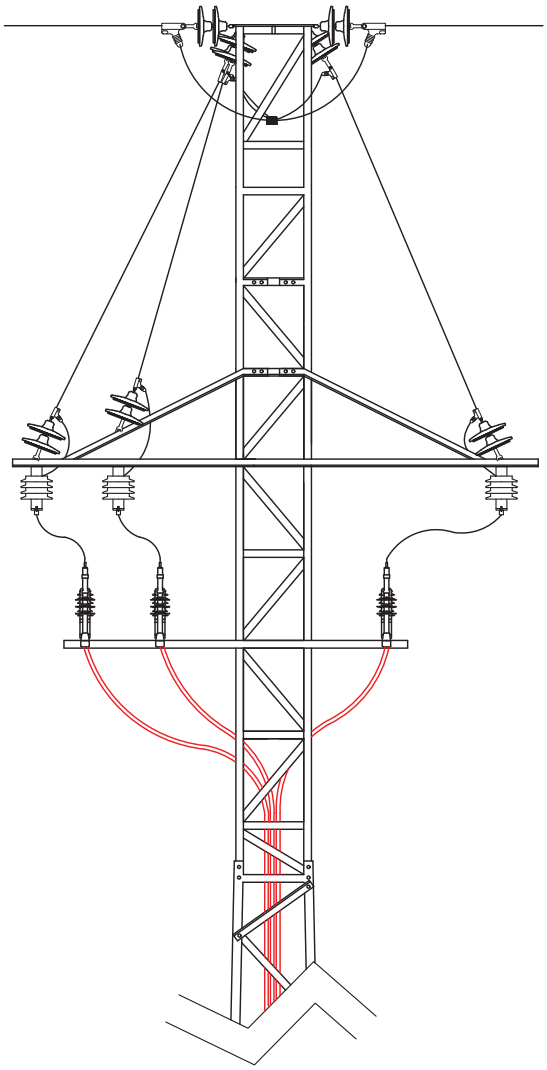
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-30

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023





Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
210x297

Escala:
S/E

DETALLE
CONVERSION AEREO - SUBTERRANEA
CON SECCIONAMIENTO

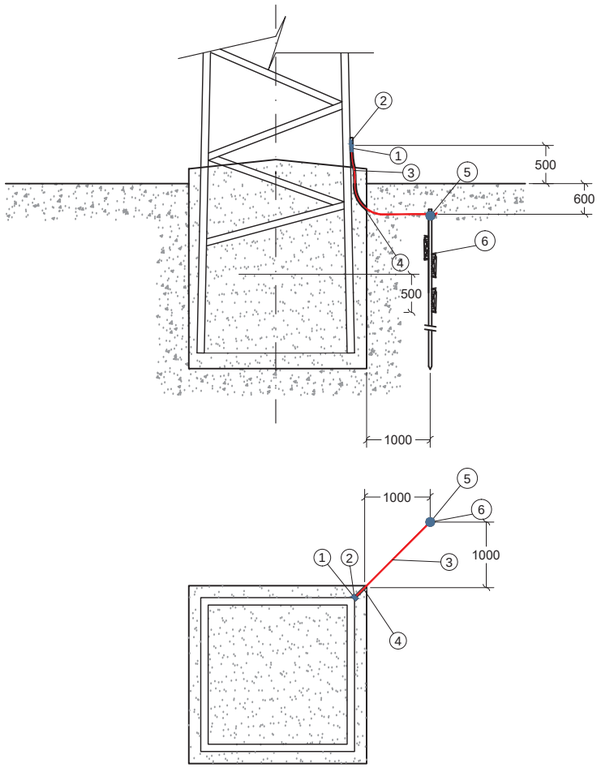
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-31

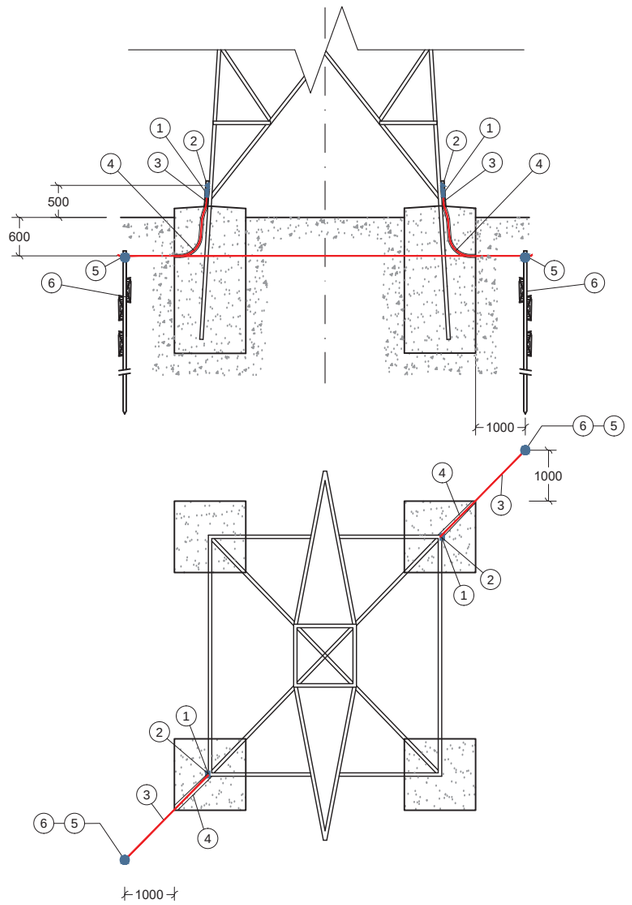
Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0

LCOE LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

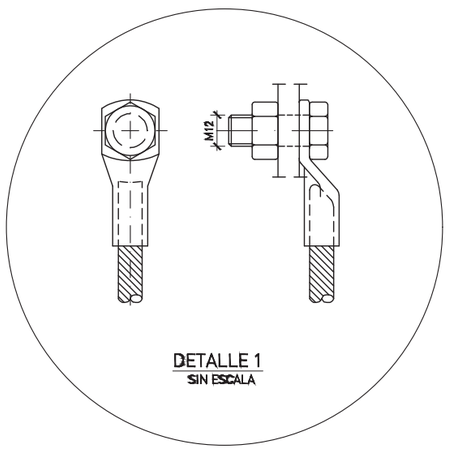
APOYO MONOBLOQUE CON ELECTRODO DE DIFUSION



APOYO TETRABLOQUE CON ELECTRODO DE DIFUSION



POSICIÓN	DENOMINACIÓN
1	Terminal presión galvanizado para cable a tornillo
2	Tornillo M12 con 2 arand. planas y tuerca hex. (ac. inox.) DETALLE 1
3	Cable desnudo sección y material según RLAT
4	Tubo curvable aislante, según UNE-EN 61386-24
5	Soldadura Aluminotérmica
6	Pica acero cobreado



LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

Escala: S/E

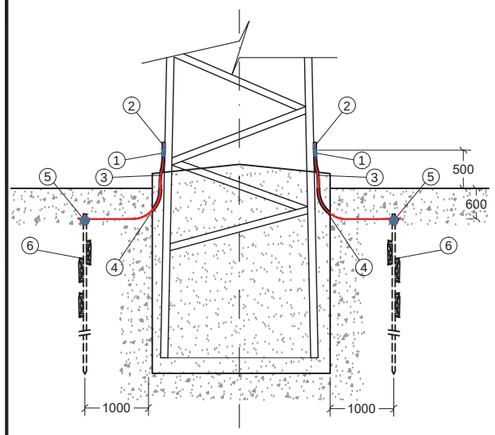
SISTEMAS BÁSICOS DE PAT EN APOYOS MONOBLOQUE Y TETRABLOQUE_1

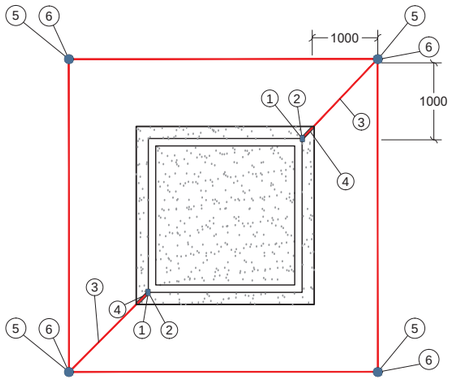
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-32

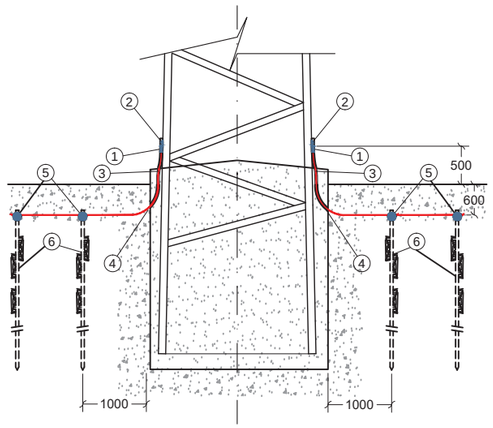
Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

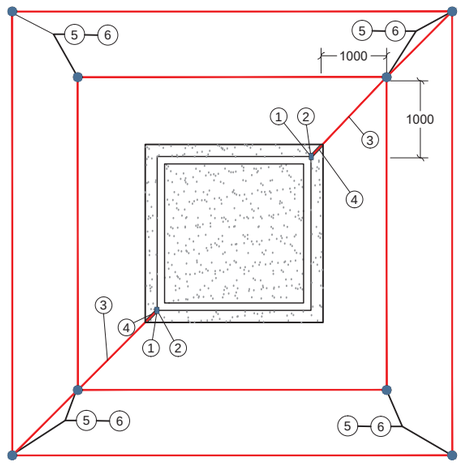
APOYO MONOBLOQUE ANILLO CERRADO



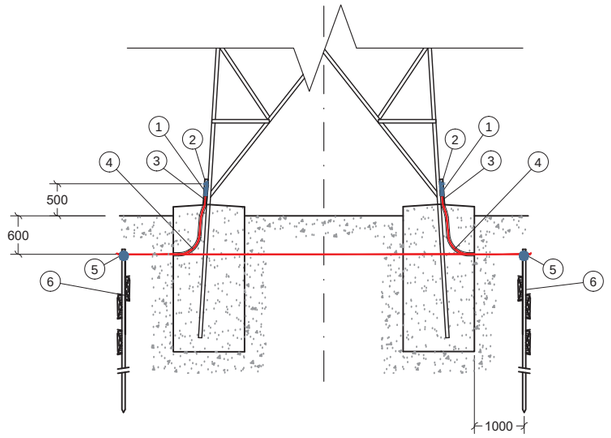


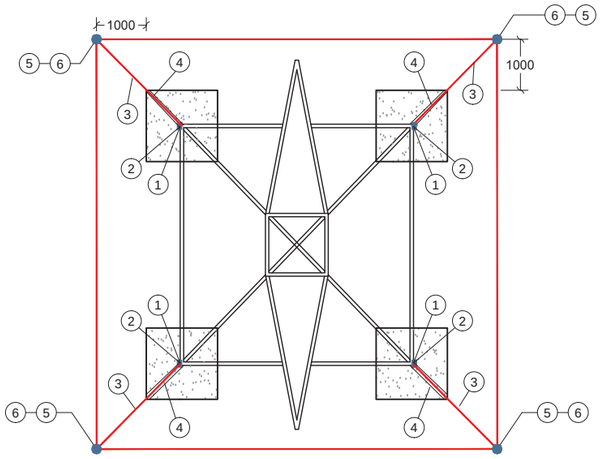
APOYO MONOBLOQUE DOBLE ANILLO CERRADO



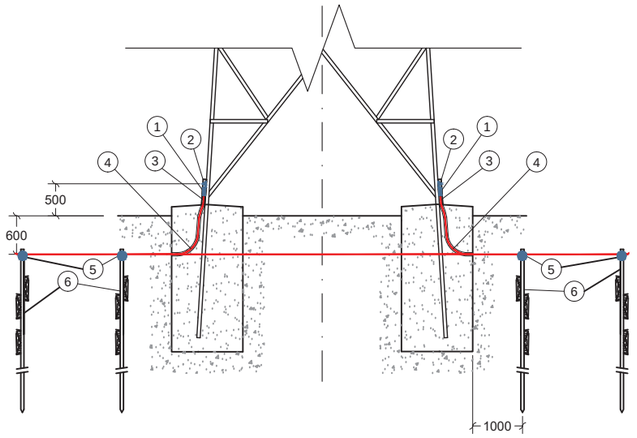


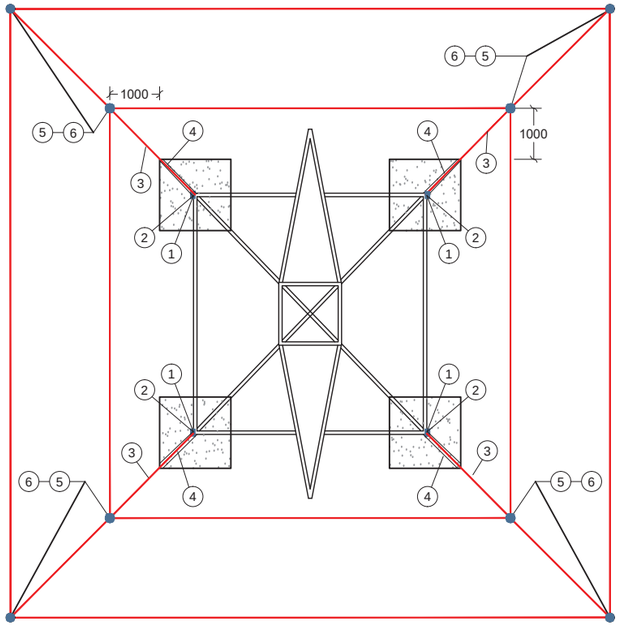
APOYO TETRABLOQUE ANILLO CERRADO

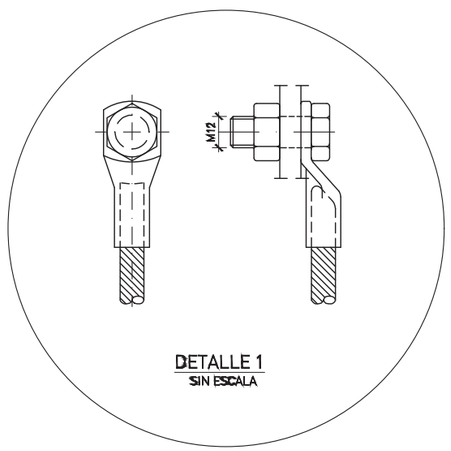




APOYO TETRABLOQUE DOBLE ANILLO CERRADO







POSICIÓN	DENOMINACIÓN
1	Terminal presión galvanizado para cable a tornillo
2	Tornillo M12 con 2 arand. planas y tuerca hex. (ac. inox.) DETALLE 1
3	Cable desnudo sección y material según RLAT
4	Tubo curvable aislante, según UNE-EN 61386-24
5	Soldadura Aluminotérmica
6	Pica acero cobreado

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

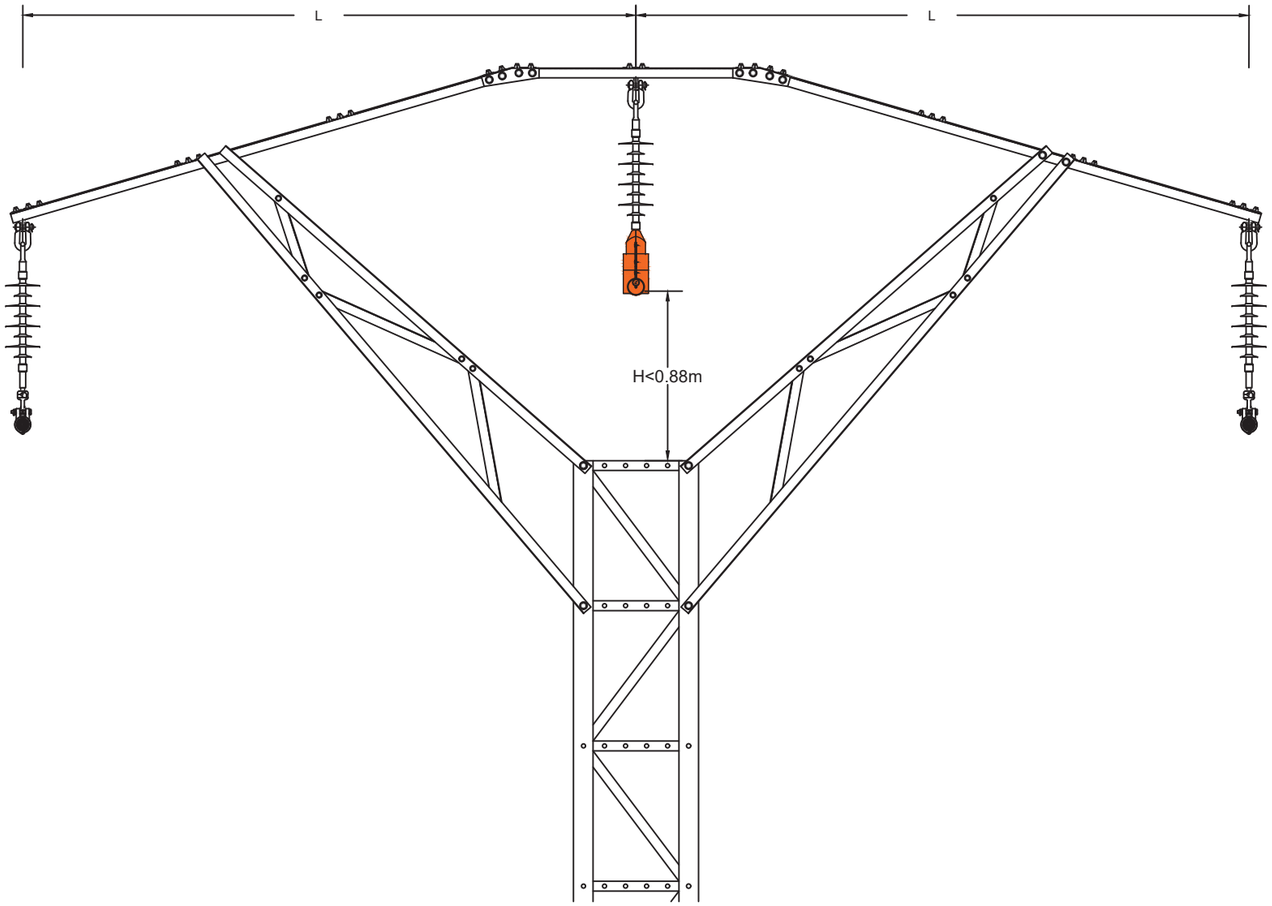
Escala: S/E

SISTEMAS BÁSICOS DE PAT EN APOYOS MONOBLOQUE Y TETRABLOQUE_2

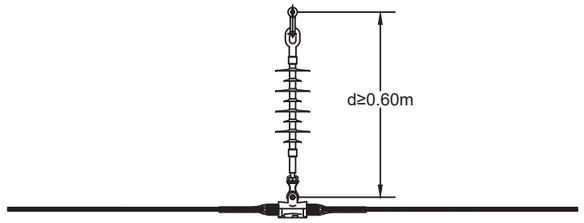
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-33

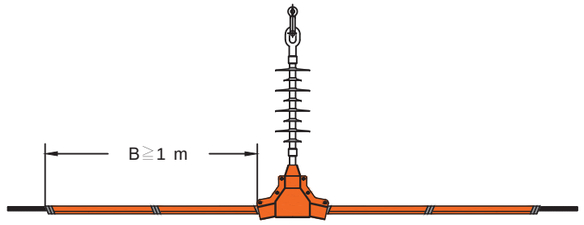
Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL - FASE LATERAL



VISTA LATERAL - FASE CENTRAL

Longitud de la semicruceta (L) en metros			
1,50	2,00	2,50	3,00

Nota 1: Para el caso de armados en bóveda B4 (L=3m) se cumple que H>0,88m, por lo que no es necesario forrado.
Nota 2: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación. Forrados según EA0058.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

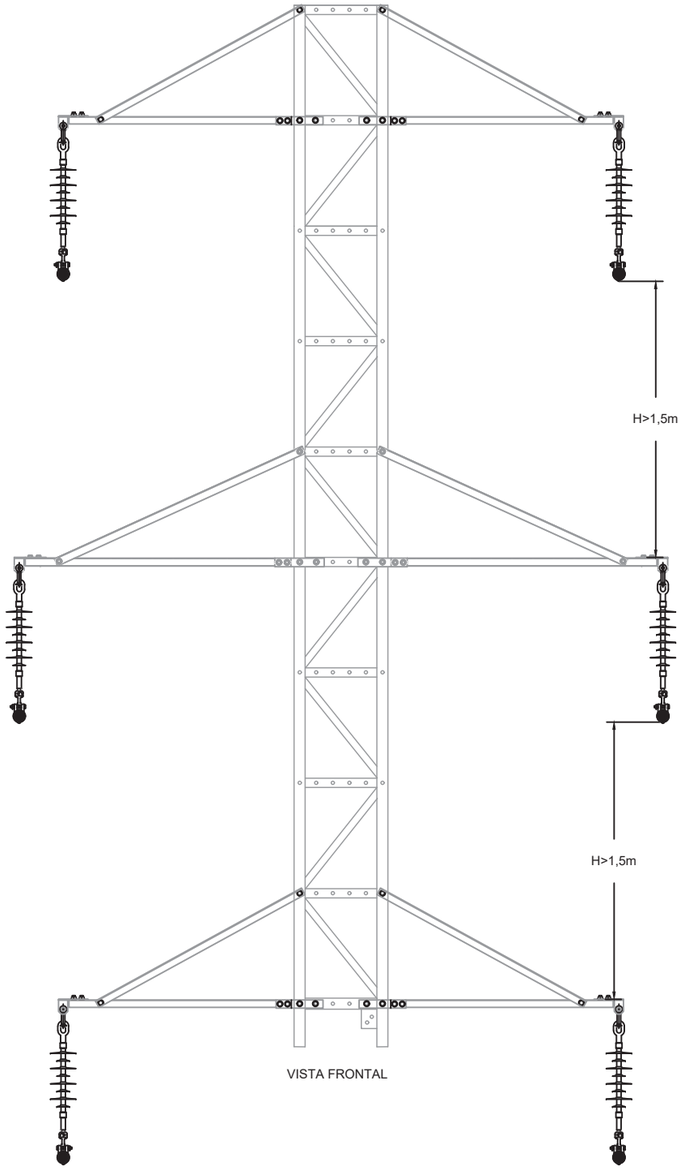
Escala: S/E

ARMADOS EN BÓVEDA PARA APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA CON CADENAS EN SUSPENSIÓN. PROTECCIÓN AVIFAUNA

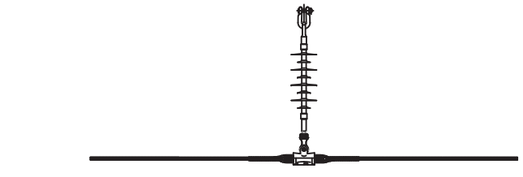
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-34

Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0

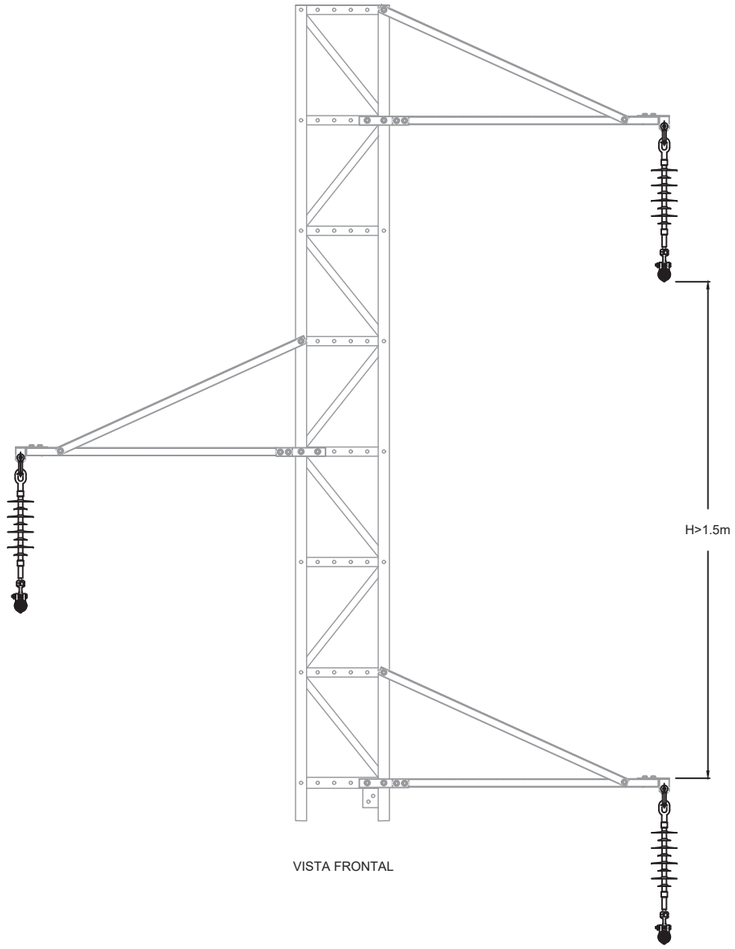


VISTA FRONTAL

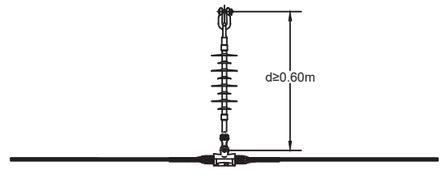


VISTA LATERAL

Nota: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación.



VISTA FRONTAL

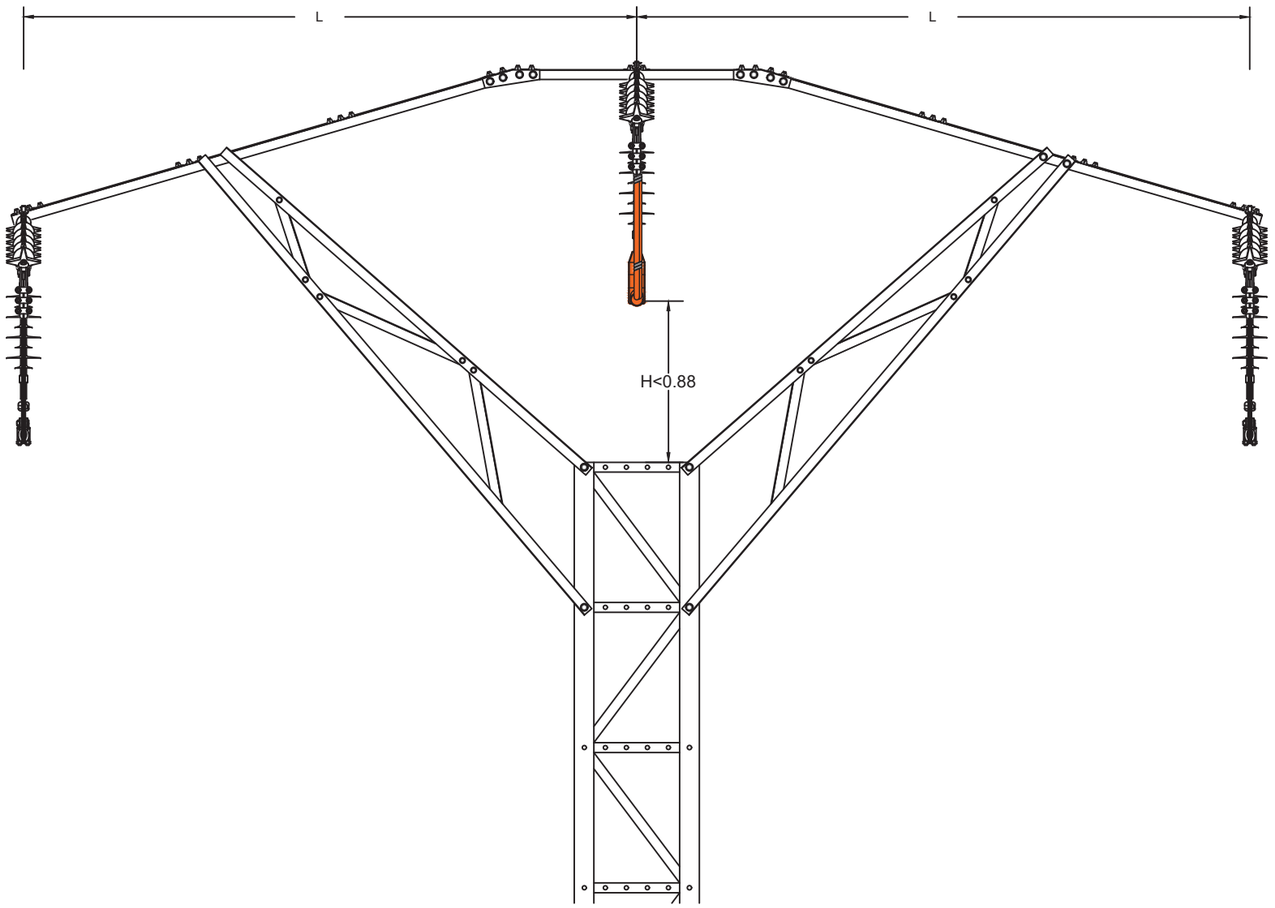


VISTA LATERAL

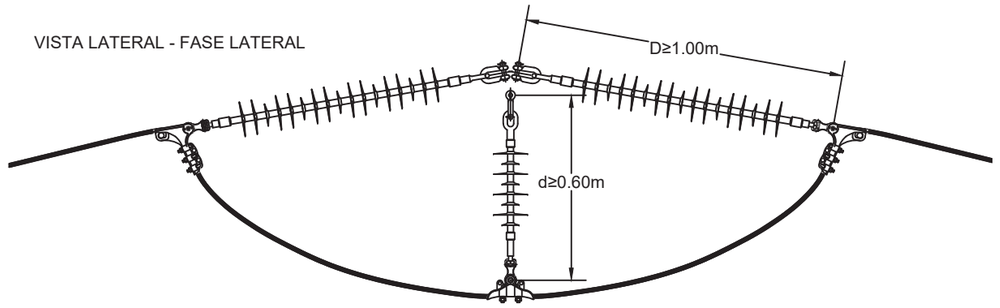
Nota: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación.

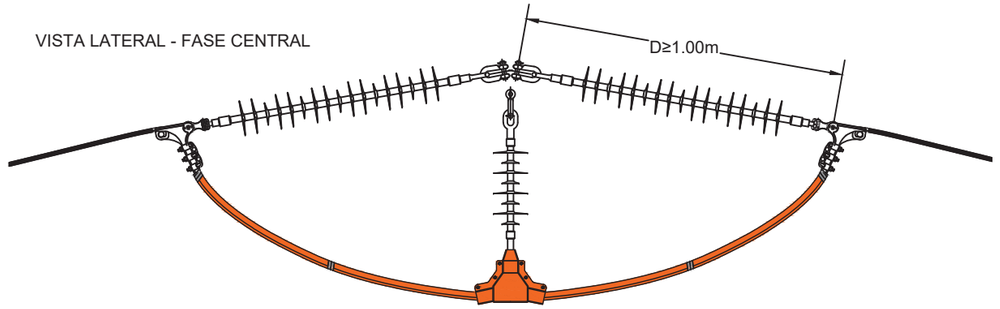
Begasa	PROYECTO TIPO: LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (HASTA 36 KV)		FECHA / NOMBRE
		Proyectado	agosto-2023
		Dibujado	agosto-2023
		Comprobado	agosto-2023
Formato A3	ARMADOS EN TRESBOLILLO Y DOBLE CIRCUITO PARA APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA CON CADENAS EN SUSPENSIÓN. PROTECCIÓN AVIFAUNA	EL AUTOR DEL PROYECTO:	
Escala: S/E		Nº Plano Proyecto Tipo	LMTA-35
		Hoja 001 Sigue: ----	Rev. 0

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023



VISTA FRONTAL





Longitud de la semicruceta (L) en metros			
1,50	2,00	2,50	3,00

Nota 1: Para el caso de armados en bóveda B4 (L=3m) se cumple que H>0,88m, por lo que no es necesario forrado.
Nota 2: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación, con aletas disuasorias de posada. Forrados según EA0058

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

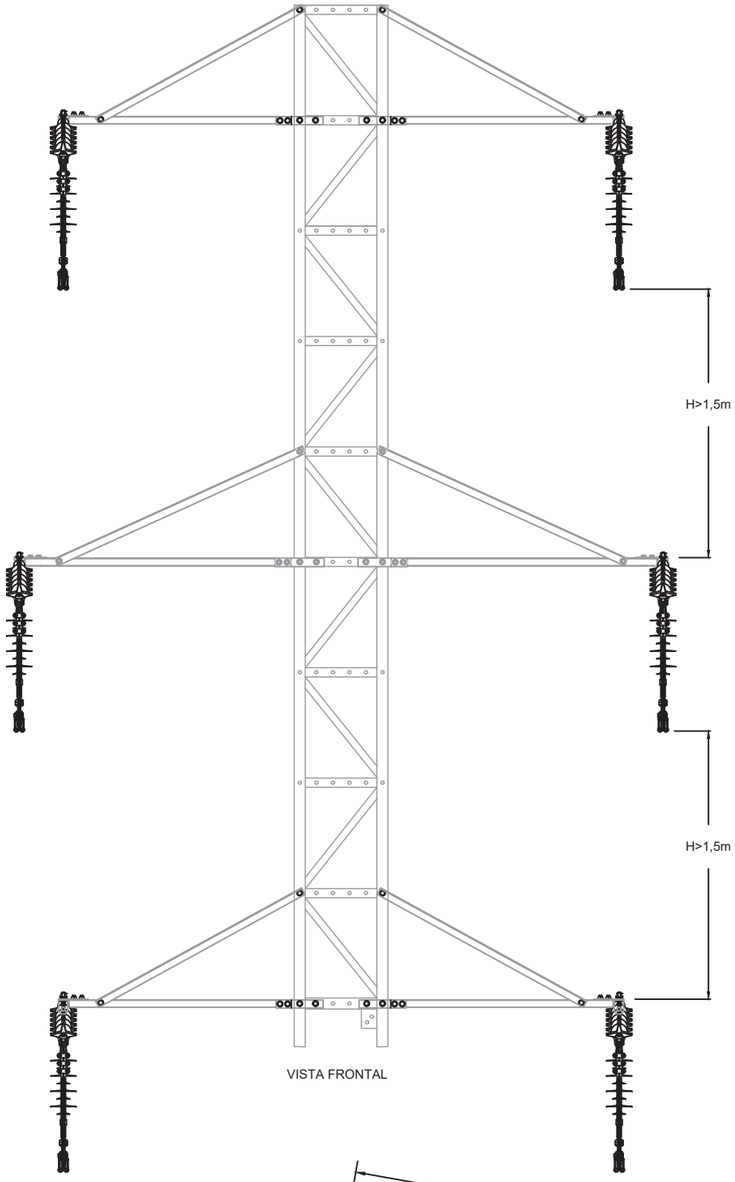
Escala: S/E

ARMADOS EN BÓVEDA CURVA
PARA APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA CON CADENAS EN AMARRE.
PROTECCIÓN AVIFAUNA

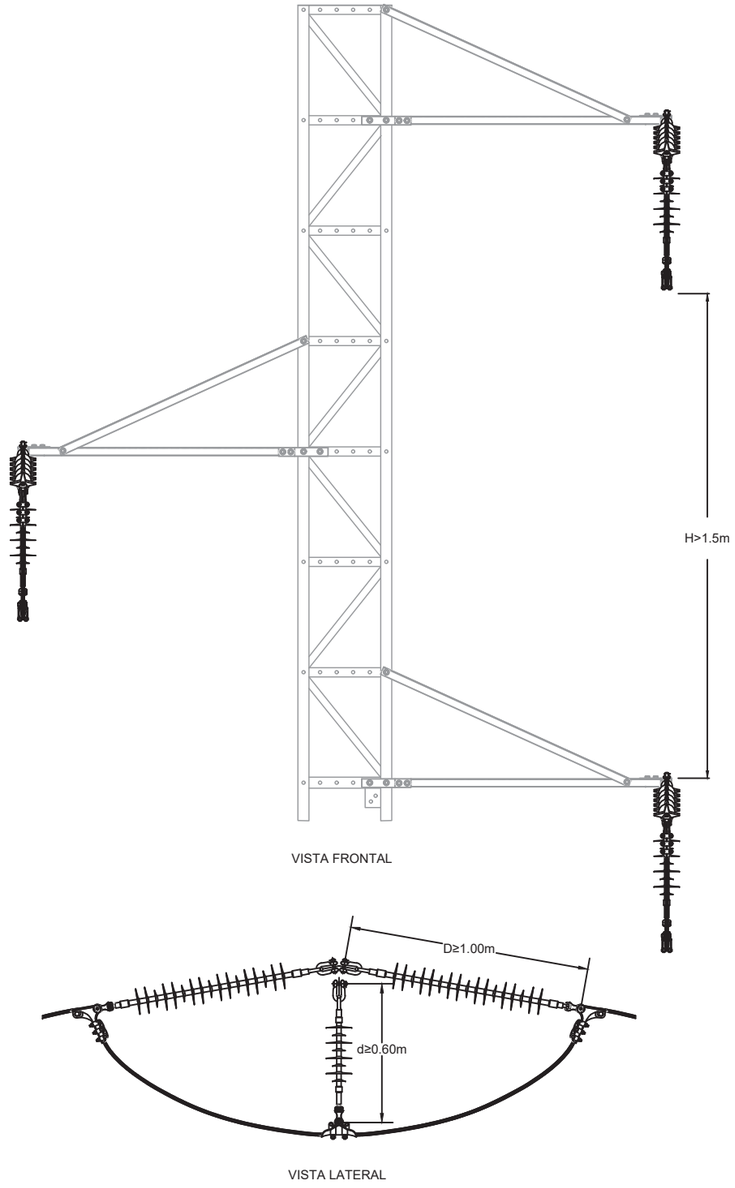
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-36

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

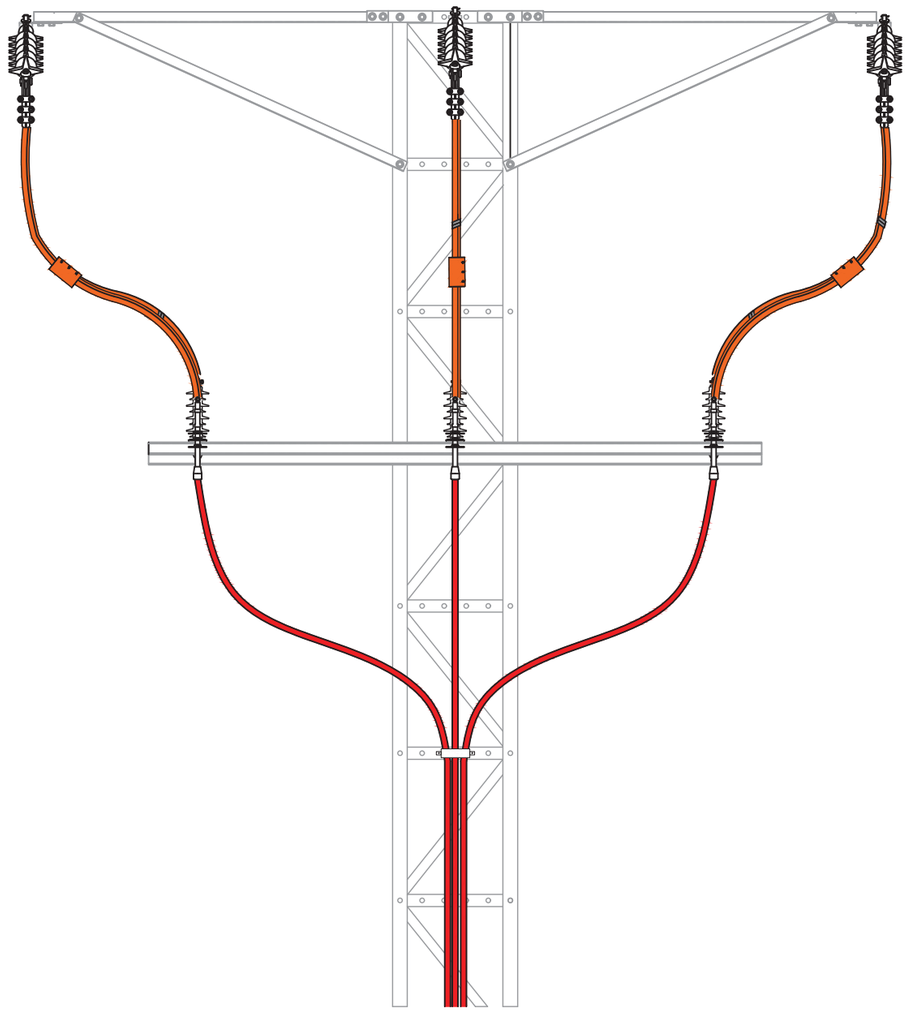


Nota: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación, con aletas disuasorias de posada en amarre.

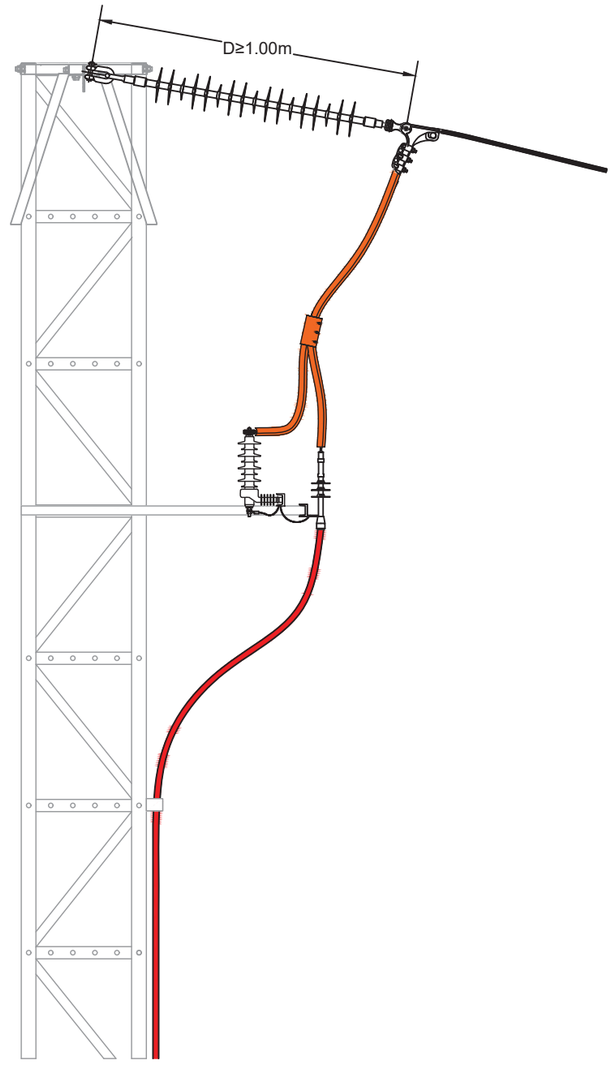


Nota: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación, con aletas disuasorias de posada en amarre

Begasa	PROYECTO TIPO: LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS (HASTA 36 KV)		FECHA	NOMBRE
		Proyectado	agosto-2023	
		Dibujado	agosto-2023	
		Comprobado	agosto-2023	
Formato A3	ARMADOS EN TRESBOLILLO Y DOBLE CIRCUITO PARA APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA CON CADENAS EN AMARRE. PROTECCIÓN AVIFAUNA	EL AUTOR DEL PROYECTO:		
Escala: S/E		Nº Plano Proyecto Tipo	LMTA-37	
		Hoja 001	Sigue: ----	Rev. 0



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

Nota: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación, con aletas disuasorias de posada. Forrados según EA0058.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

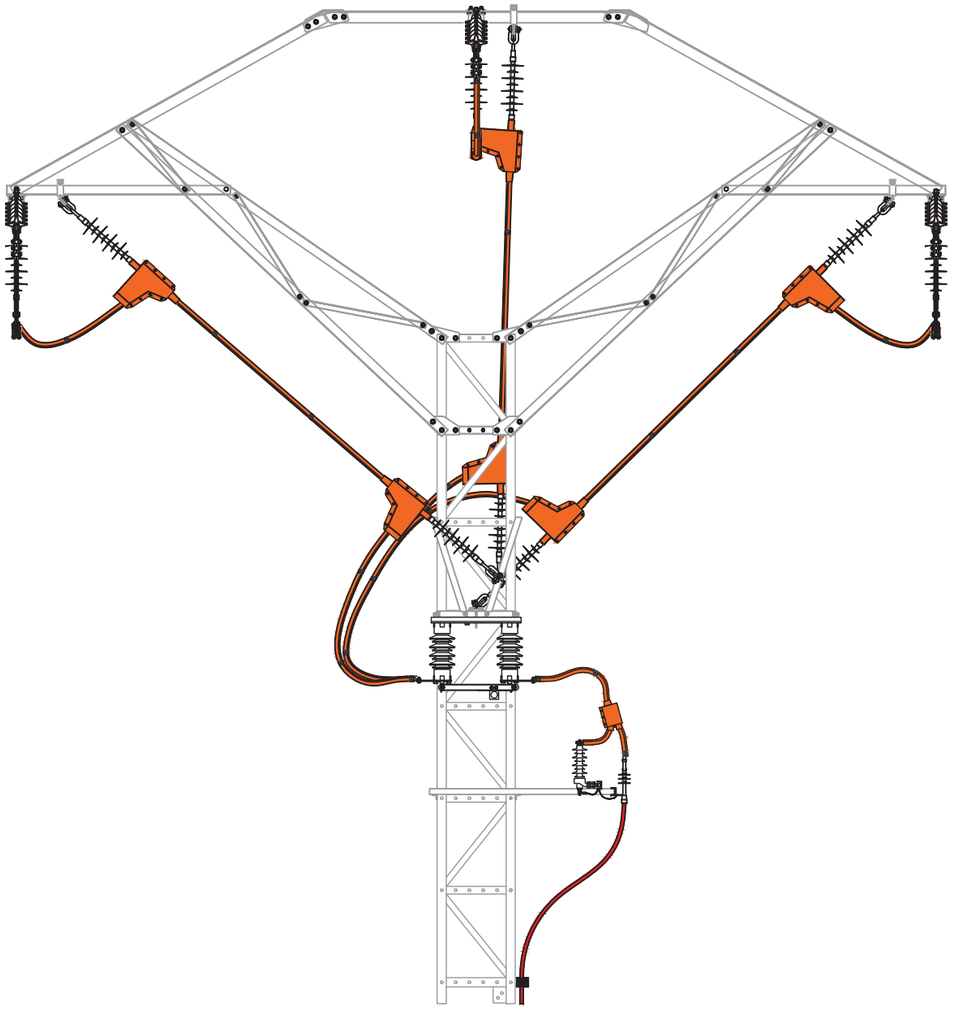
Escala: S/E

DETALLE CONVERSIÓN
AÉREO-SUBTERRÁNEA PARA APOYOS
METÁLICOS DE CELOSÍA. PROTECCIÓN
AVIFAUNA

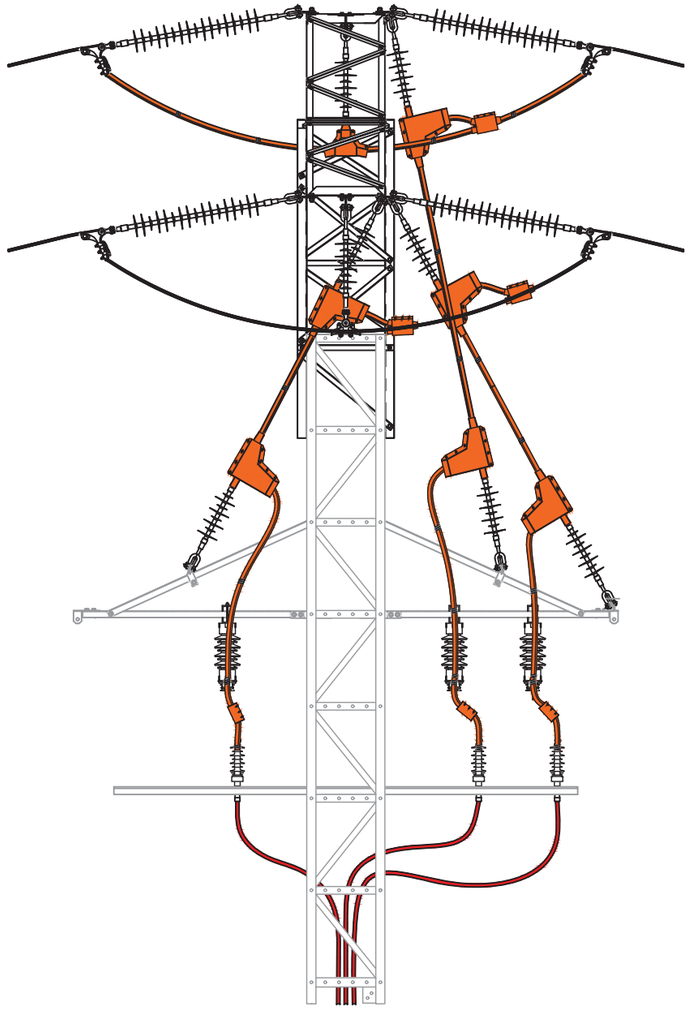
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-38

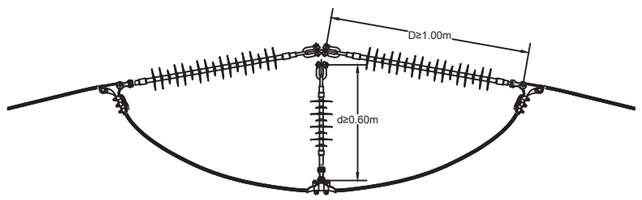
Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0



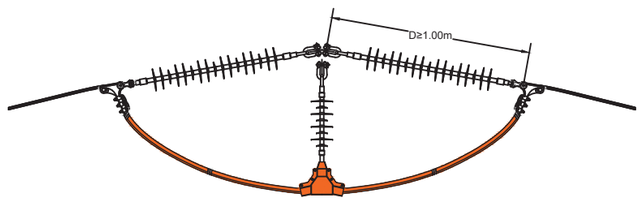
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA LATERAL - FASE LATERAL



Nota:

Aisladores poliméricos según nivel de contaminación, con aletas disuasorias de posada en amarre.
Forrados según EA0058.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

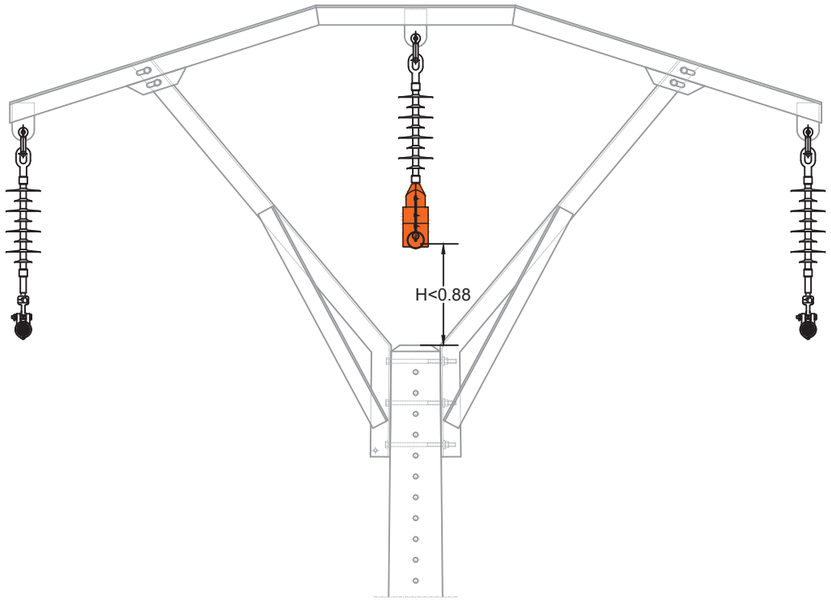
Escala: S/E

DETALLE CONVERSIÓN
AÉREO-SUBTERRÁNEA CON
SECCIONADORES DE CUCHILLA PARA
APOYOS METÁLICOS DE CELOSÍA.
PROTECCIÓN AVIFAUNA

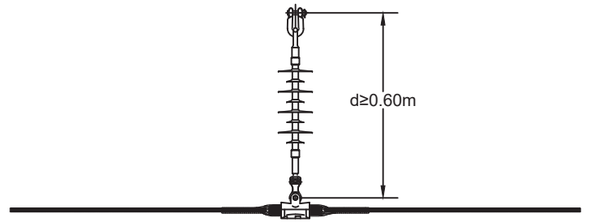
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-39

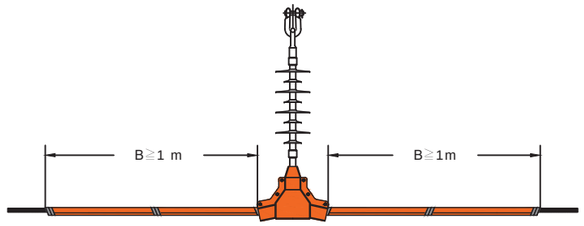
Hoja 001 | Sigue: ---- | Rev. 0



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL - FASE LATERAL



VISTA LATERAL - FASE CENTRAL

Nota: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación. Forrados según EA0058.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

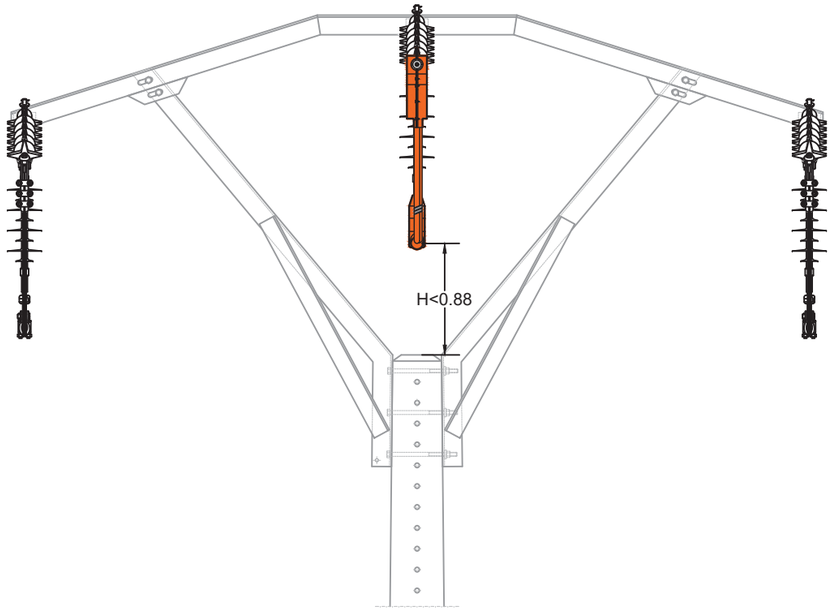
Escala: S/E

ARMADOS TIPO BÓVEDA B-1 Y BR-1 PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN. PROTECCIÓN AVIFAUNA

EL AUTOR DEL PROYECTO:

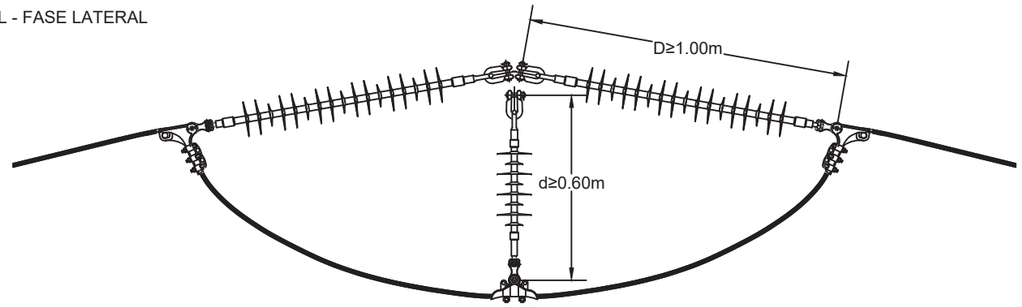
Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-40

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

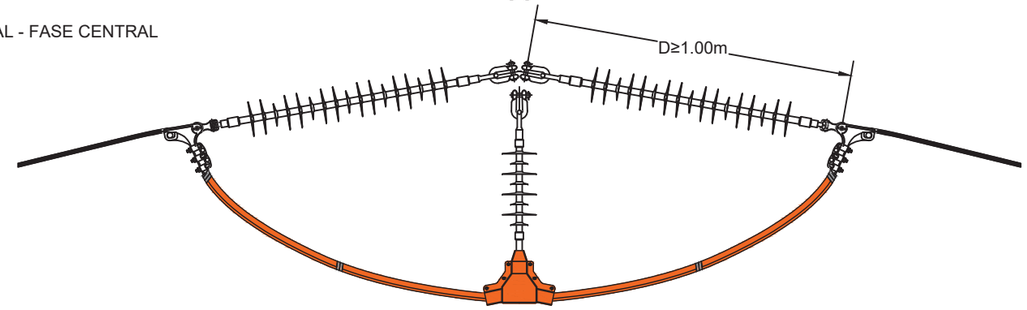


VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL - FASE LATERAL



VISTA LATERAL - FASE CENTRAL



Nota:

Aisladores poliméricos según nivel de contaminación, con aletas disuasorias de posada en amarre. Forrados según EA0058.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

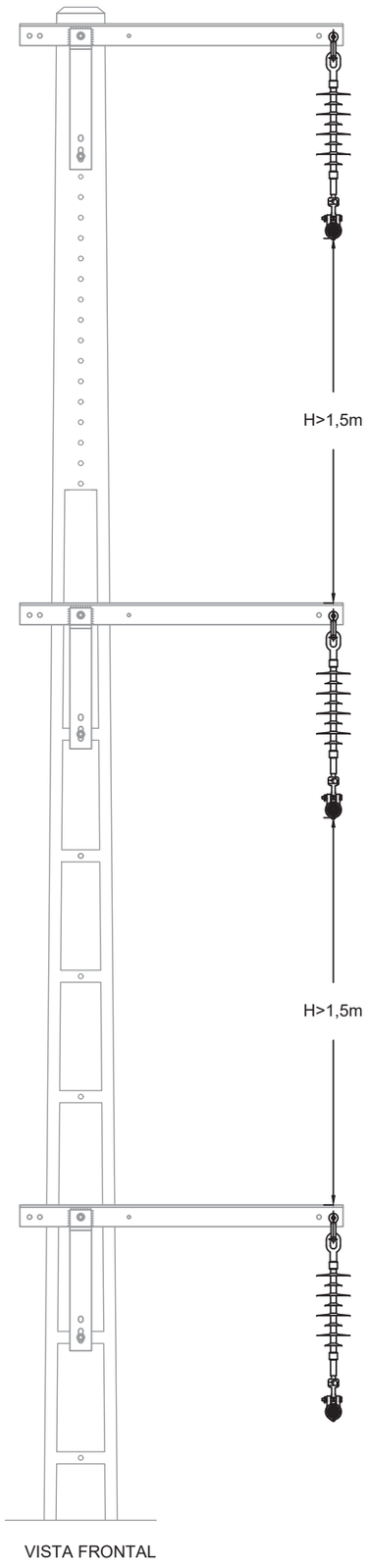
Escala: S/E

ARMADO TIPO BÓVEDA B-2 PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN. PROTECCIÓN AVIFAUNA

EL AUTOR DEL PROYECTO:

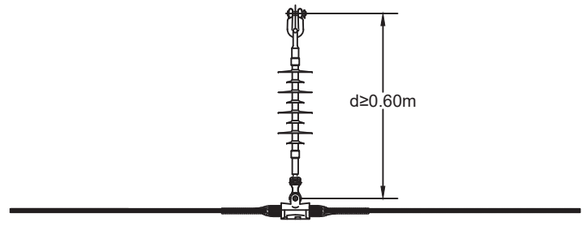
Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-41

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0



VISTA FRONTAL

VISTA LATERAL



Nota: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

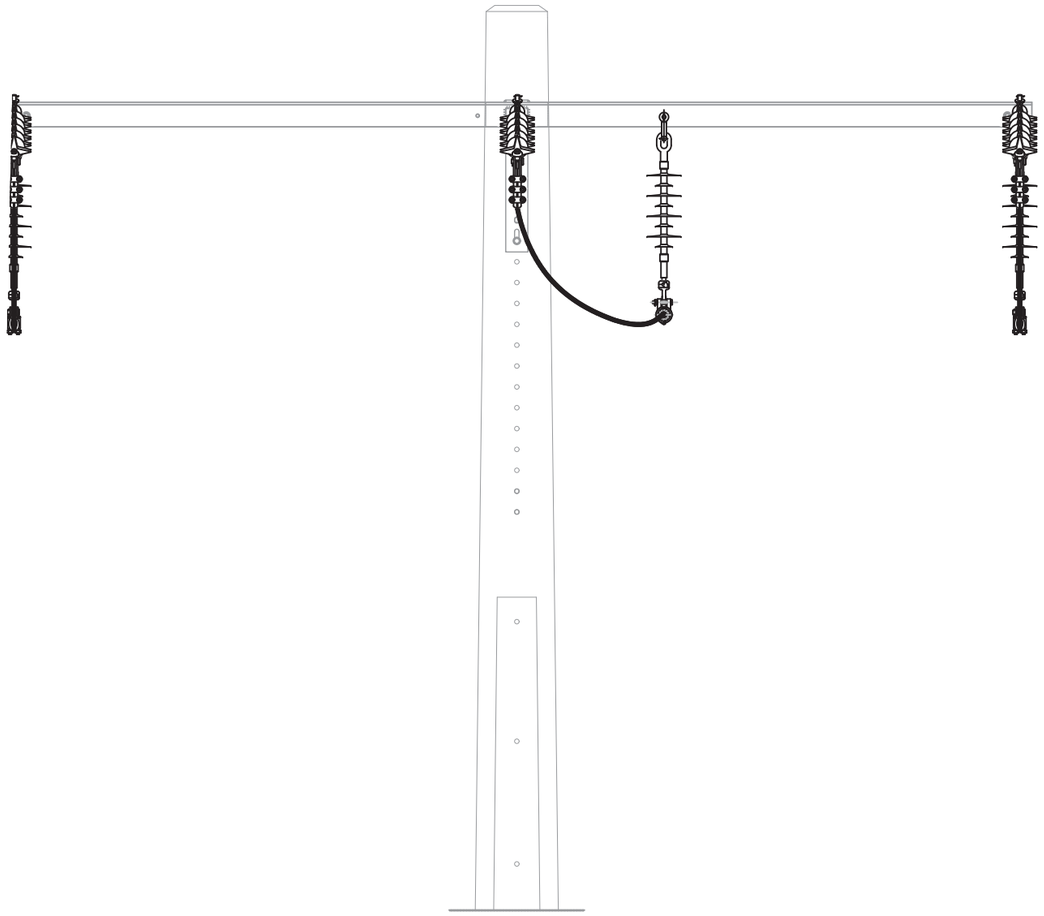
Escala: S/E

ARMADO CRUCETAS TIPO BANDERA BA-1
PARA APOYOS DE CHAPA Y HORMIGÓN.
PROTECCIÓN AVIFAUNA

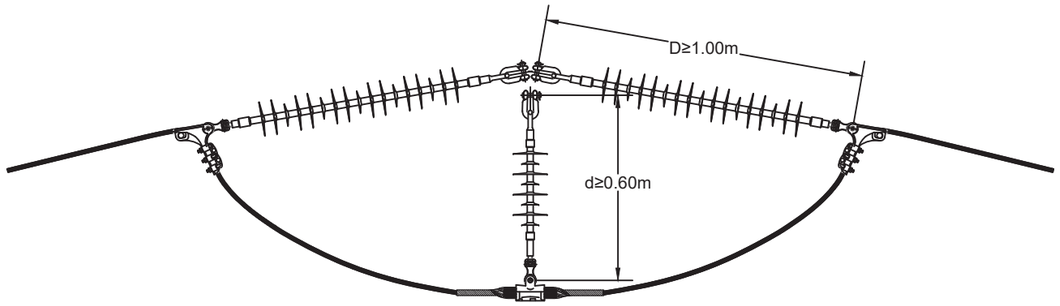
EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-42

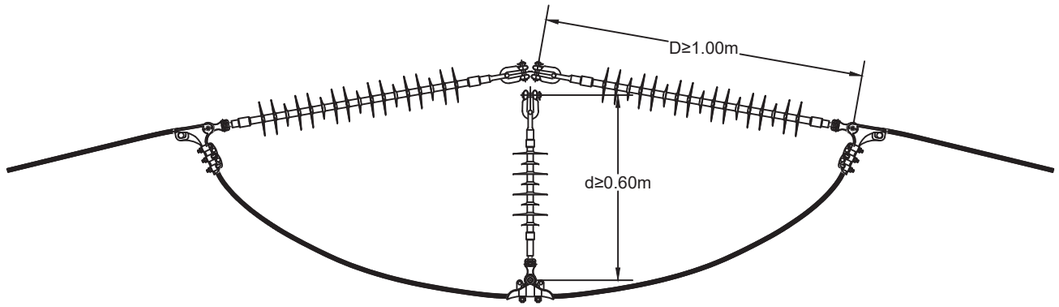
Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL - FASE CENTRAL



VISTA LATERAL - FASE LATERAL

Nota: Aisladores poliméricos según nivel de contaminación, con aletas disuasorias de posada en amarre.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato: A3

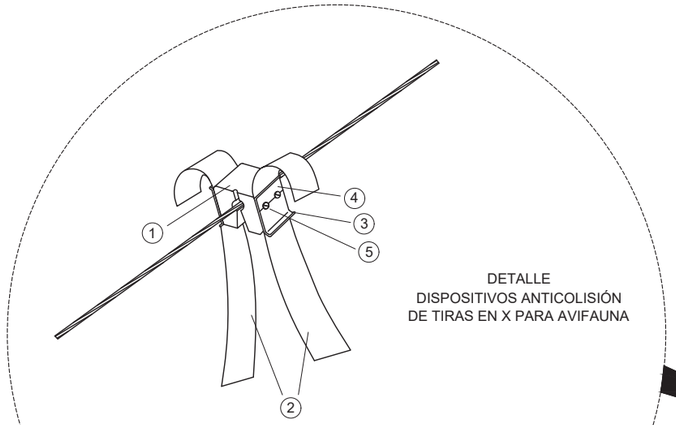
Escala: S/E

ARMADOS CRUCETAS RECTAS TIPO
CR-1 – CR-2 – C-2 PARA APOYOS DE CHAPA
Y HORMIGÓN. PROTECCIÓN AVIFAUNA

EL AUTOR DEL PROYECTO:

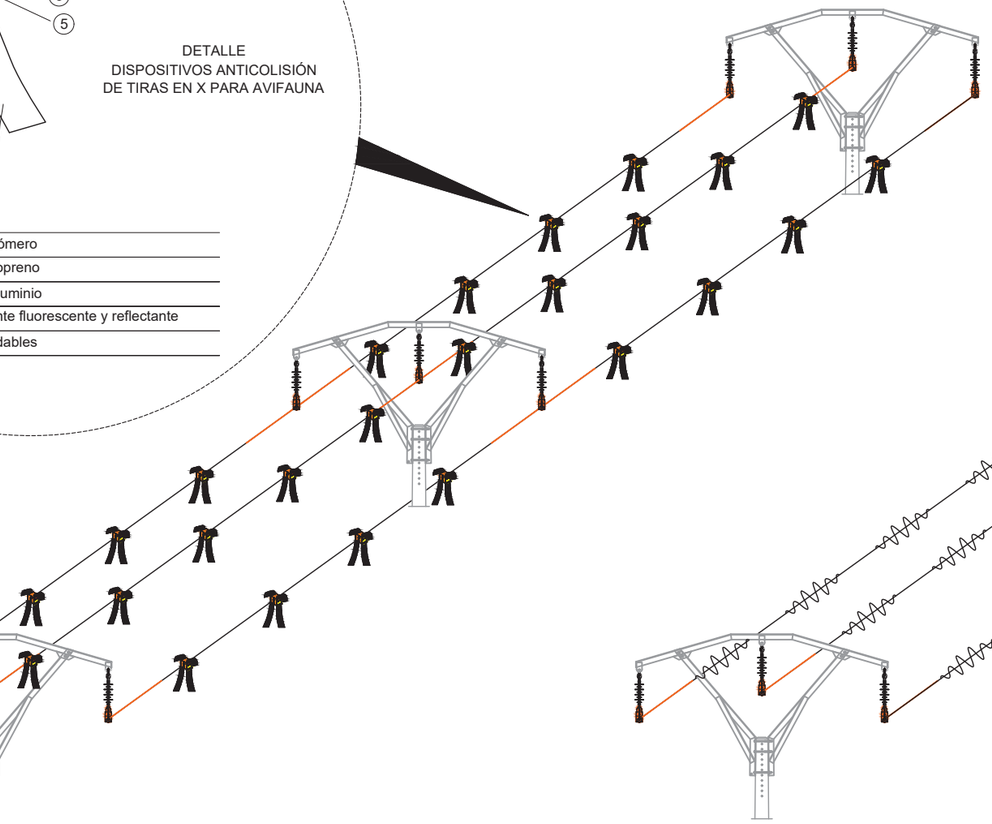
Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-43

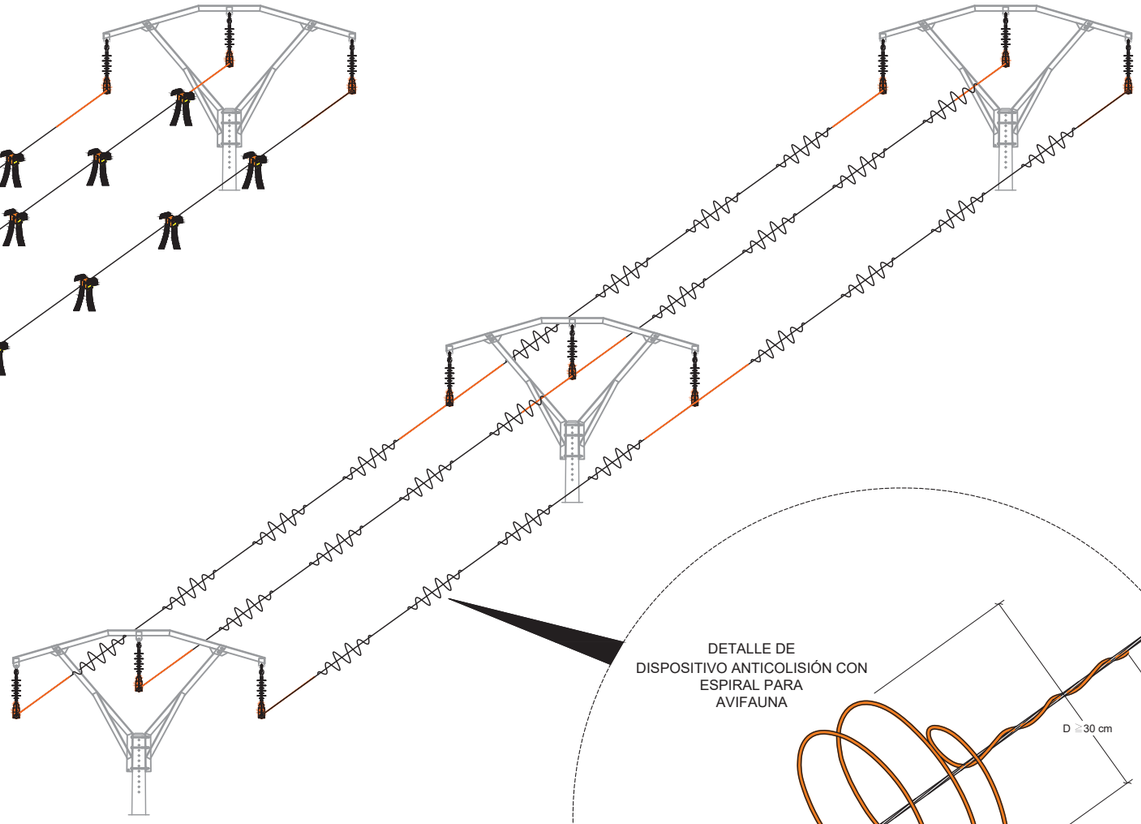
Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0



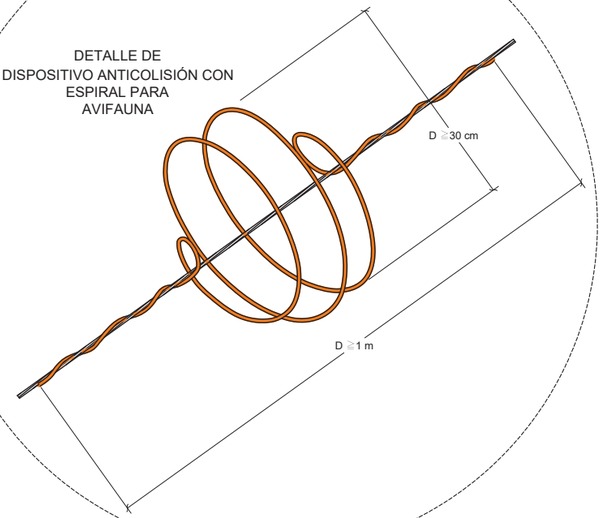
DETALLE
DISPOSITIVOS ANTICOLISIÓN
DE TIRAS EN X PARA AVIFAUNA

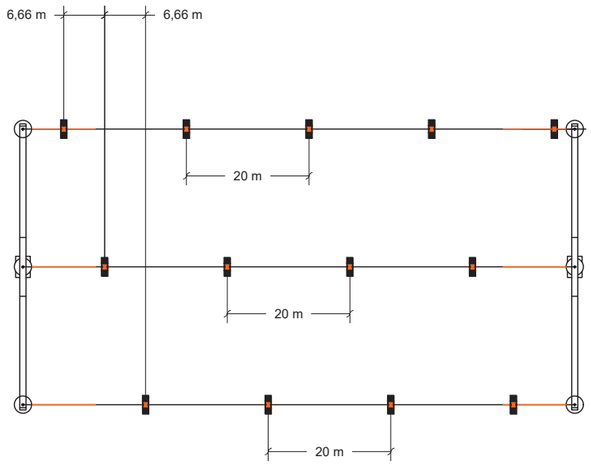
1	Mordaza elastómero
2	Bandas de neopreno
3	Refuerzo de aluminio
4	Fotoluminiscente fluorescente y reflectante
5	Tornillos inoxidables



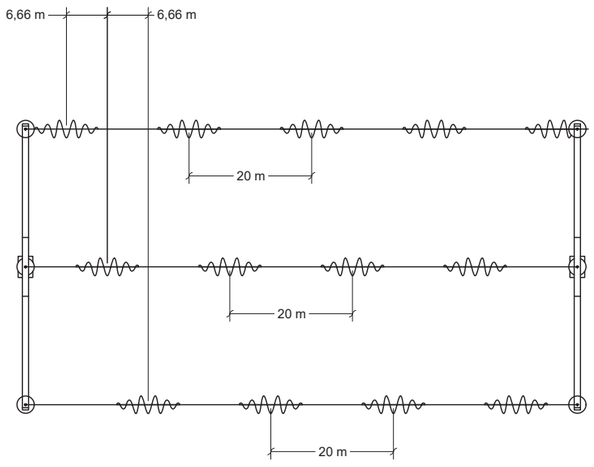


DETALLE DE
DISPOSITIVO ANTICOLISIÓN CON
ESPIRAL PARA
AVIFAUNA





DISPOSICIÓN ELEMENTOS ANTICOLISIÓN AVIFAUNA
DE TIRAS EN "X" EN LINEAS DE MEDIA TENSION



DISPOSICIÓN ELEMENTOS ANTICOLISIÓN AVIFAUNA
DE ESPIRAL EN LINEAS DE MEDIA TENSION

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

Begasa

PROYECTO TIPO:
LÍNEAS DE ALTA TENSIÓN
AÉREAS
(HASTA 36 KV)

	FECHA	NOMBRE
Proyectado	agosto-2023	
Dibujado	agosto-2023	
Comprobado	agosto-2023	

Formato
A3

Escala:
S/E

ELEMENTOS ANTICOLISIÓN
PARA PROTECCIÓN AVIFAUNA

EL AUTOR DEL PROYECTO:

Nº Plano Proyecto Tipo: LMTA-44

Hoja 001 Sigue: ---- Rev. 0

PRESUPUESTO

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
1	BLOQUE 1: TRABAJOS PREVIOS				
1.1	REPLANTEO				
1.2	CORTA DE ARBOLADO				
1.3	APERTURA Y ACONDICIONAMIENTO DE ACCESOS				
1.4	OTROS				
			IMPORTE TOTAL BLOQUE 1		

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
2	BLOQUE 2: SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE APOYOS				
2.1	APOYOS				
2.2	EXCAVACIÓN Y HORMIGONADO				
2.3	OTROS				
			IMPORTE TOTAL BLOQUE 2		

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
3	BLOQUE 3: SUMINISTRO, TENDIDO, REGULADO Y ENGRAPADO DE CONDUCTORES				
3.1	CABLE, AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS				
3.2	TENDIDO, TENSADO, REGULADO Y ENGRAPADO				
3.3	INSTALACION DE ACCESORIOS				
3.4	MONTAJE DE PROTECCIONES EN CRUZAMIENTOS				
3.5	OTROS				
			IMPORTE TOTAL BLOQUE 3		

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
4	BLOQUE 4: PUESTA A TIERRA				
4.1	PUESTAS A TIERRA				
4.2	OTROS				
			IMPORTE TOTAL BLOQUE 4		

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
5	BLOQUE 5: VARIOS				
5.1	ENSAYOS				
5.2	MEDICIONES				
5.3	PUESTA EN MARCHA				
5.4	OTROS				
			IMPORTE TOTAL BLOQUE 5		

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
6	**BLOQUE 6: SEGURIDAD Y SALUD**				
6.1	PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD				
			IMPORTE TOTAL BLOQUE 6	**……**	

POS	CANTIDAD	UD	DESCRIPCION	P UNITARIO	IMPORTE TOTAL
7	**BLOQUE 7: GESTION DE RESIDUOS**				
7.1	PRESUPUESTO DEL ESTUDIO DE GESTION DE RESIDUOS				
			IMPORTE TOTAL BLOQUE 7	**……**	

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 278

2. DEFINICIONES 278

3. REFERENCIAS 280

4. OBLIGATORIEDAD DEL ESS O EBSS EN LAS OBRAS 281

5. CONSIDERACIONES GENERALES 282

6. CONTENIDO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 284

6.1. MEMORIA 284
6.2. PLIEGO DE CONDICIONES 288
6.3. PLANOS 290
6.4. MEDICIONES 291
6.5. PRESUPUESTO 293

7. CONTENIDO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD 294

7.1. MEMORIA 295
7.2. PLIEGO DE CONDICIONES 298
7.3. PLANOS, DETALLES Y DIAGRAMAS 300
7.4. DESGLOSE PRESUPUESTARIO 301

8. OTROS ASPECTOS A INCORPORAR EN LOS ESS Y EBSS 302

1. Objetivo y Ámbito de Aplicación

LA EMPRESA ha acometido la tarea de Normalizar y estandarizar la realización de los proyectos tipo de sus líneas de alta tensión aéreas hasta 36kV.

Hay que destacar que, aunque en el título del presente documento se hace referencia explícita al Estudio de Seguridad y Salud lo expuesto a continuación engloban tanto los artículos 5 y 6 relativos al Estudio de seguridad y Salud y el Estudio Básico de Seguridad y Salud, del 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.

Con el propósito de gestionar adecuadamente los aspectos de seguridad y salud relacionados con las obras de construcción, se relatan a continuación los requisitos mínimos asociados al Estudio Básico de Seguridad y Salud (en adelante EBSS) o al Estudio de Seguridad y Salud (en adelante ESS) que según corresponda debe formar parte de cada proyecto para que las obras se desarrollen en las más adecuadas condiciones de seguridad y salud.

A nivel legal o normativo el cumplimiento de estas recomendaciones u obligaciones se realizará conjuntamente con las medidas correctoras o compensatorias recogidas en los Estudios de Impacto y Declaraciones de Impacto de la administración cuando la infraestructura conlleve la realización de trámite ambiental.

El contenido de este documento será de aplicación a todas las obras e instalaciones promovidas por LA EMPRESA y reguladas por el R.D. 1627/1997.

Según lo anterior, los perfiles formativos, instrucciones y procedimientos indicados en el presente documento serán de aplicación para las obras en las que LA EMPRESA sea la promotora de las mismas. En obras que sean realizadas por terceros que una vez terminadas sean cedidas a LA EMPRESA deberán de cumplir estrictamente lo indicado en la legislación vigente.

2. Definiciones

Obra de construcción u obra: cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil cuya relación no exhaustiva figura en el anexo I del Real Decreto 1627/97.

Trabajos con riesgos especiales: trabajos cuya realización exponga a los trabajadores a riesgos de especial gravedad para su seguridad y salud, comprendidos

los indicados en la relación no exhaustiva que figura en el anexo II del Real Decreto 1627/97.

Proyecto: conjunto de documentos mediante los cuales se definen y determinan las exigencias técnicas de las obras de construcción, de acuerdo con las especificaciones requeridas por la normativa técnica aplicable a cada obra. Se considera que la documentación técnica y económica de un proyecto está formada, como mínimo, por: memoria, pliego de condiciones, planos, mediciones y presupuesto. Del mismo modo, formará parte de dicha documentación el estudio o estudio básico de seguridad y salud, según corresponda.

Obras de construcción con proyecto: Son aquellas donde es legalmente exigible un proyecto.

Promotor: cualquier persona física o jurídica por cuenta de la cual se realice una obra.

Proyectista: el autor o autores, por encargo del promotor, de la totalidad o parte del proyecto de obra.

Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra: el técnico competente designado por el promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de obra, la aplicación de los principios que se mencionan en el artículo 8 del Real decreto 1627/97. La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. En relación con la intervención de uno o varios proyectistas de cara, entre otros, a la designación de un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto (artículo 3 del Real Decreto 1627/1997), se distinguen dos posibles situaciones:

- Cuando la totalidad del proyecto de obra sea encargado por el promotor mediante contrato a una persona física o jurídica cualificada, se entiende que esta es la autora o la responsable de la autoría del proyecto y que en la elaboración del mismo interviene un único proyectista. Tal consideración es independiente de que la firma del proyecto le corresponda, en todo caso, a personas físicas (proyectistas). En este caso no se precisa la designación del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra por existir un único proyectista. Será necesario que sea este último quien aplique al proyecto de obra los principios generales especificados en el artículo 8, apartados 1 y 2, del Real Decreto 1627/1997.

- Cuando la totalidad del proyecto sea encargado por el promotor mediante contrato a varias personas físicas o jurídicas cualificadas, se entiende que estas son los autores del proyecto y, por lo tanto, que en la elaboración del mismo intervienen varios proyectistas. Igualmente, debe entenderse que existen varios proyectistas cuando el promotor encarga (mediante contrato) partes de un mismo proyecto (cimentación, estructura, instalaciones, etc.) a diferentes personas físicas o jurídicas cualificadas. En ambos casos se mantendrá entre todos los proyectistas la necesaria coordinación, sin que se produzca duplicidad en la documentación. Tal consideración es independiente de que la firma del proyecto le corresponda, en todo caso, a

personas físicas (proyectistas). Cuando en la elaboración del proyecto intervengan varios proyectistas, la coordinación entre ellos debe hacerse extensiva al ámbito de la prevención de riesgos laborales a través del correspondiente coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, designado por el promotor.

Estudio de seguridad y salud: documento será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a este elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio. Los documentos que configuran un estudio de seguridad y salud son los mismos que los que conforman el proyecto del que forma parte.

Contratista: la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista: la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Procedimientos: forma especificada de realización de una actividad. Tiene que incluir, como mínimo, qué debe realizarse y cómo debe hacerse. Conviene especificar, además, su objetivo y otras precisiones relativas a su planificación y organización.

Proceso constructivo: secuencia ordenada de los trabajos a ejecutar en una obra organizada por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.

Orden de ejecución de los trabajos: asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

3. Referencias

Se incluye un listado, meramente orientativo y no exhaustivo, de la legislación aplicable en el ámbito de la seguridad y salud para la elaboración del presente documento.

- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de riesgos laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.

- Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, corrección de errores y modificaciones posteriores.

- 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.

- Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción.

- Real Decreto 171/2004 de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la LPRL en materia de coordinación de actividades empresariales.

No obstante, y pese a las referencias legislativas indicadas en el presente punto se tendrá en cuenta que será siempre de aplicación la legislación vigente en el momento de redacción del proyecto.

4. Obligatoriedad del ESS o EBSS en las Obras

En el Estudio o Estudio Básico se establecerán las bases y, sobre todo, los niveles y requisitos preventivos mínimos a tener en cuenta por parte del contratista, por lo tanto debe de quedar claramente definido y desarrollado la obligatoriedad del ESS o del EBSS en las obras.

El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759,08 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. El concepto de "conducciones subterráneas" que se recoge en este apartado comprende las tareas relativas a cualquier tipo de trabajo que sea necesario ejecutar para la correcta instalación de conducciones enterradas, siempre que estas se realicen por debajo de la cota del terreno, no sean a cielo abierto y requieran la presencia de trabajadores en su interior.

En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los anteriores supuestos, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un EBSS.

5. Consideraciones generales

El ESS o el EBSS de una determinada obra es un documento coherente con el proyecto, que formando parte del mismo y partiendo de todos los elementos proyectados y de unas hipótesis de ejecución (incluidos los previsibles trabajos posteriores), contiene las medidas de prevención y protección técnica necesarias para la realización de la obra en condiciones de seguridad y salud.

En este sentido el ESS y el EBSS deberá contemplar la totalidad de las actividades que se prevea realizar en la obra, incluidas aquellas para las que administrativamente se exija un proyecto específico, una memoria valorada o cualquier otro documento de similares características. Por ejemplo: instalación de grúa, montaje e instalación de andamios, instalación eléctrica de la obra, etc.

No obstante, y pese a todo lo anterior, existen determinadas obras en las que su especial envergadura y complejidad puede conllevar una inicial indefinición de la naturaleza y técnicas constructivas de algunos de los trabajos a realizar, y por tanto, el proyecto inicial de las mismas no dispone de la información necesaria que permita, en esa fase del proceso, la realización detallada del ESS o el EBSS de toda la obra. Consecuentemente, en estos casos, los requisitos de documentación que se citan en este apartado, se cumplimentarán tomando como base la información disponible e incluyendo, cuando ésta no sea completa, los criterios y procedimientos de organización, coordinación, seguimiento y control que permitan, en cada fase de la obra, establecer de forma concreta y cuantificada las medidas de prevención y protección requeridas para el desarrollo de los distintos trabajos.

El ESS y el EBSS junto con el proyecto son elementos esenciales y punto de partida para la planificación preventiva de la obra.

Para dotar al ESS o el EBSS de su carácter preventivo en relación con el proyecto del que forma parte hay que tener presentes, entre otras, las siguientes premisas:

- El proyecto integra la prevención en su origen mediante la aplicación del artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- El proyecto define cómo ha de realizarse la obra (incluidos los medios técnicos y los materiales a utilizar) y establece un plan de ejecución para la misma.

Por lo tanto, y dado que el ESS y el EBSS debe contemplar los dos aspectos anteriores (realización y ejecución), se recomienda que ambos documentos (proyecto y estudio) se elaboren simultáneamente para conseguir la coherencia de los aspectos preventivos entre ellos.

El ESS al que se refiere el apartado 1 del artículo 4 del RD 1627/1997 y el EBSS al que se refiere el apartado 2 del artículo 4 del mismo real decreto, será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le

corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.

El ESS y el EBSS (elaborado junto con el proyecto) corresponde al proyectista y deberá ser realizado por un técnico competente, independientemente del hecho de que el promotor no esté obligado a designar coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto.

Como se ha expresado, el ESS y el EBSS deberá tener en cuenta, en su caso, cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II del RD 1627/1997, así como sus correspondientes medidas específicas.

Se tendrá en consideración cualquier actividad propia de la obra, tenga o no carácter constructivo, como puede ser: tareas de vigilancia, suministro de materiales, reuniones de coordinación, actividades de información, visitas de personas ajenas a la ejecución, etc.

El Real Decreto 1627/1997 hace nuevamente alusión a los trabajos con riesgos especiales incluidos en la lista no exhaustiva del anexo II. Por ello será preciso identificar y localizar estas zonas determinando las medidas específicas necesarias para eliminar o reducir cada uno de los riesgos que puedan presentarse. Resultaría conveniente concretar para cada zona qué trabajos con riesgos especiales existen y las correspondientes medidas preventivas a implantar para eliminar o reducir cada uno de ellos.

En todo caso, tanto en el ESS como en el EBSS se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

Se entiende por trabajos posteriores los de reparación, conservación y mantenimiento de la totalidad de la obra en sí misma y de sus instalaciones una vez entregada (sustitución de material de cubrición, biondas, luminarias, equipos, limpieza de canalones, bajantes, muros cortina, lucernarios, cunetas, mantenimiento de instalaciones, desbroces, etc.).

Se deberán prever los elementos de seguridad y salud (medios auxiliares, puntos de anclaje, etc.) y la información necesarios para el desarrollo de los trabajos contemplados en este apartado, incluyendo el acceso a los lugares donde hayan de ejecutarse los mismos.

Como quiera que algunos tipos de trabajos no pueden preverse "a priori", en el caso de ser precisa la ejecución de alguno de éstos al cabo del tiempo, será ese el momento en el que se definirá su procedimiento de ejecución con las medidas de seguridad y salud necesarias.

En cualquier circunstancia para la realización de todos estos trabajos se tomará como referente la tecnología existente en ese momento. Llegado el caso concreto, si la evolución de la técnica permitiera utilizar otros equipos de trabajo que proporcionen un mayor nivel de seguridad y salud, de acuerdo con el contenido del artículo 15.1.e) de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, serán estos últimos los que deberán emplearse, independientemente de lo previsto en el ESS o en el EBSS.

Hay que resaltar que todas estas previsiones e informaciones para efectuar los trabajos posteriores debieran quedar en poder del promotor a fin de que éste proceda a su posterior traslado al futuro usuario o usuarios de la obra.

Como conclusión, para elaborar un ESS o un EBSS conforme a lo regulado en el RD 1627/1997, el proyectista y el redactor del estudio tendrán que coordinar sus acciones buscando la coherencia y complementariedad entre ambos documentos.

6. Contenido del Estudio de Seguridad y Salud

Como se observará a continuación, los documentos que configuran un estudio de seguridad y salud son los mismos que los que conforman el proyecto del que forma parte.

6.1. Memoria

Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas.

Asimismo, se incluirá la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos.

La memoria del estudio de seguridad y salud debería seguir un procedimiento para su redacción consistente en una descripción de la obra y un análisis detallado de los

métodos de ejecución y de los materiales y equipos a utilizar. Todo ello encaminado a identificar los riesgos que pueden ser evitados, a relacionar los riesgos que no puedan eliminarse y a la adopción de las medidas preventivas necesarias para dicha eliminación o reducción.

Los riesgos derivados de la utilización de equipos de trabajo (máquinas, aparatos, o instrumentos) deberán ser identificados en relación con el entorno de la obra en la que se encuentren. No se considerarán por tanto los riesgos propios de dichos equipos que no tengan tal relación, evitándose así la redacción de listados genéricos.

Ejemplo:

Cuando se consideren los riesgos provenientes de la utilización de una grúa torre se identificarán únicamente los que se deriven de su ubicación en la obra, ya que los de la propia máquina deberán estar especificados con anterioridad a su utilización en la obra.

El contenido de la memoria deberá ser coherente con el resto de documentos que componen el estudio de seguridad y salud.

Se considera que la Memoria de seguridad y salud debe hacer referencia a los siguientes aspectos:

- Conjunto de unidades de obra descritas según los métodos y sistemas de ejecución previstos en el proyecto. Ello implica analizar, desde el punto de vista preventivo, las tareas y operaciones a desarrollar durante la realización de dichas unidades de obra.

- Orden cronológico de ejecución de la obra.

- Localización en el centro de trabajo de las unidades de obra a ejecutar.

- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados y relación de aquellos que no puedan eliminarse.

- Descripción de las medidas preventivas, protecciones, equipos a utilizar y procedimientos a aplicar.

Entendiéndose por:

- "Procedimientos": secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para ejecutar de una forma segura y organizada las sucesivas fases y tareas de la obra. En esencia, estos procedimientos tienen que referirse a los aspectos que determinen las condiciones de seguridad y salud de la obra. Su grado de detalle dependerá del

que tenga el proyecto de la obra correspondiente. Se deberá prestar especial atención a los trabajos incluidos en el anexo II del Real Decreto 1627/1997.

- "Equipos técnicos y medios auxiliares": cualquier máquina, herramienta, instrumento o instalación empleados en la obra que deberán cumplir las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el anexo IV del RD 1627/1997, así como en su reglamentación específica.

Una vez definidos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, el RD 1627/1997 diferencia, como se ha dicho anteriormente y en consonancia con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, entre dos tipos de riesgos: los que puedan ser evitados y los que no puedan eliminarse.

No es necesaria la identificación de aquellos riesgos laborales que han sido evitados en el propio proyecto por la aplicación de decisiones técnicas tomadas por el proyectista -puesto que dichos riesgos ya no existen-. Aquellos riesgos no evitados en proyecto serán identificados en el estudio y, en su caso, evaluados.

- "Riesgos que puedan ser evitados": aquellos que mediante la aplicación de medidas técnicas desaparecen. Las medidas técnicas a las que se hace referencia son las que actúan sobre la tarea o agente mediante soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, sustitución de materiales peligrosos, etc. La utilización de equipos de protección individual no se considerará, en ningún caso, medidas técnicas para evitar riesgos.

  Ejemplos:

  - Desviar una línea de alta tensión.
  - No habilitar puestos de trabajo fijos en áreas afectadas por desplazamientos de cargas.
  - Sustituir pinturas que contengan productos tóxicos y peligrosos por otras cuya composición no resulte lesiva.

- "Riesgos laborales que no pueden eliminarse": por exclusión, son aquellos que no han podido ser evitados. Estos riesgos que no han podido ser evitados deberán ser evaluados y, en función de los resultados de la evaluación, se procederá, en su caso, a adoptar las medidas necesarias para su reducción o control, dándose prioridad a las de protección colectiva frente a las de protección individual. Una vez adoptadas las medidas preventivas que correspondan se evaluará nuevamente el riesgo.

- En ocasiones puede darse la circunstancia de que existan varias "medidas alternativas" para el control de un determinado riesgo (*). La valoración de estas alternativas se realizará teniendo en cuenta los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

  (*) Ejemplo: durante la ejecución de la estructura de un edificio se pueden utilizar como medidas alternativas de protección colectiva, entre otras, las siguientes:

- Andamio fijo perimetral apoyado, arriostrado y anclado.
- Redes de seguridad tipos S, T y V.
- Plataformas fijas voladas y ancladas en la estructura.
- Barandillas (sistemas periféricos temporales de protección).

- La memoria incluirá así mismo la descripción de "los servicios sanitarios y comunes" de los que estará dotada la obra aplicando las especificaciones contenidas en los apartados 14, 15, 16 y 19 apartado b) de la parte A del anexo IV del RD 1627/1997.

- El concepto "las condiciones del entorno" hacen referencia a los aspectos propios de la ubicación concreta de la obra que pueden influir en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido cabe citar, por ejemplo, entre otros:

  - Condiciones de los accesos y vías de acceso a la obra.
  - Presencia de líneas eléctricas aéreas en tensión.
  - Conducciones enterradas.
  - Estado de las medianeras.
  - Interferencias con otras edificaciones.
  - Servidumbres de paso.
  - Presencia de tráfico rodado.
  - Presencia de peatones.
  - Condiciones climáticas y ambientales.
  - Condiciones orográficas.
  - Contaminación del terreno.
  - Trabajos en el interior o proximidad de cauces de ríos o en el mar.
  - Trabajos en los conos de aproximación a las pistas de aterrizaje de los aeropuertos.
  - Trabajos en zonas de montaña.
  - Trabajos en carreteras o vías de ferrocarril en servicio.
  - Trabajos próximos a carreteras o a vías de ferrocarriles.
  - Trabajos en obras que se encuentren insertas en el ámbito de un centro de trabajo y éste mantenga su actividad o estén afectadas por actividades de otras empresas.

La expresión "tipología y características de los materiales y elementos, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos" puede ser interpretada con los siguientes criterios:

- Tipología de los materiales y elementos: relativo a los aspectos que tienen que ver con el peso, la forma y el volumen de los materiales y elementos que vayan a utilizarse.

- Características del material: información sobre el mismo relacionada esencialmente con los riesgos derivados de su utilización y las medidas preventivas a adoptar. Por ejemplo, si se trata de una sustancia o preparado peligroso, la información correspondiente sería básicamente la aportada por la ficha de datos de seguridad exigida en la normativa sobre clasificación, envasado y etiquetado de dichos productos.

- Elementos: materiales que son partes o componentes integrantes de una pieza, dispuestos para ser montados o instalados en la obra. En función de la tipología y de las características de los materiales y elementos se deberán incluir todos los aspectos preventivos relativos a su manipulación y almacenaje.

- Proceso constructivo: secuencia ordenada de los trabajos de la obra organizado por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.

- Orden de ejecución de los trabajos: asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

6.2. Pliego de condiciones

Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Las expresiones "**normas legales y reglamentarias**", "**especificación técnica**" y "**prescripciones**" pueden ser interpretadas con los siguientes criterios:

- "Norma legal": cualquier disposición normativa con rango de Ley.

- "Norma reglamentaria": cualquier disposición normativa con rango de Reglamento (Reales Decretos, Decretos, órdenes Ministeriales).

- "Especificación técnica": documento que define las características requeridas de un producto o servicio.

- "Prescripciones": determinaciones y mandatos.

El Pliego de condiciones particulares hará referencia (en función de lo anterior) a:

- Normas y reglamentos que se vean afectados por las características de la obra y que deberán ser tenidas en cuenta durante la ejecución de la misma, evitando los listados generales de la normativa vigente.

- Criterios que se tomarán como base para realizar las mediciones, valoraciones, certificaciones, abonos (incluidas las partidas alzadas de seguridad y salud) de cada una de las unidades de obra, así como para la aplicación de posibles sanciones.

- Normas que afectan a los medios de protección colectiva que estén normalizados y que vayan a utilizarse en la obra.

- Cálculos, prescripciones, pruebas, etc. que sean necesarios realizar para el diseño o adecuación, instalación, utilización y mantenimiento de los medios de protección colectiva no normalizados que se prevean usar en la obra.

- Requisitos para la correcta instalación, utilización y mantenimiento de cada uno de los equipos, máquinas y medios auxiliares que se tenga previsto emplear en la obra.

  Se podría establecer un procedimiento que permita verificar, con carácter previo a su utilización en la obra, que dichos equipos, máquinas y medios auxiliares disponen de la documentación necesaria para ser catalogados como "seguros" desde la perspectiva de su fabricación o adaptación.

- Requisitos de los materiales y productos sometidos a reglamentación específica que vayan a ser utilizados en la obra.

- Requisitos de los equipos de protección individual y sus elementos complementarios en cuanto a su diseño, fabricación, utilización y mantenimiento.

- Requisitos respecto a la cualificación profesional, formación e información preventiva del personal de obra (jefes de obra, encargados, capataces, oficiales, ayudantes, peones y aprendices), así como la capacitación eléctrica, formación e información preventiva del personal de obra, de acuerdo a los requisitos dispuestos en la reglamentación y los perfiles existentes en LA EMPRESA.

- Procedimientos de seguridad y salud para la realización de trabajos con riesgos especiales señalados en la relación no exhaustiva del anexo II del RD 1627/1997 (trabajos en tensión, en espacios confinados, subacuáticos etc.) o de otro tipo de trabajos que no estando especificados en el mencionado anexo II, tras su evaluación, adquieran tal consideración.

- Requisitos de la señalización en materia de seguridad y salud, vial, conforme a la instrucción de LA EMPRESA de señalización y delimitación de trabajos, señalización vial, etc.

- Procedimientos para el control de acceso de personas a la obra. Cumpliendo lo establecido en procedimiento de gestión de contratas y terceros en seguridad y salud de LA EMPRESA.

- Requisitos de los servicios higiénicos, locales de descanso y alojamiento, comedores y locales para la prestación de los primeros auxilios.

- Obligaciones específicas para la obra proyectada relativas a contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

- Requisitos técnicos o referencias a normativas específicas que pueden complementar cada uno de los procedimientos.

- Referencias específicas a los procedimientos generales o específicos de LA EMPRESA que sean de aplicación.

  Ejemplo:

  El pliego de condiciones particulares, en su parte correspondiente a la utilización y características de una grúa torre, deberá indicar, además de lo estipulado en la reglamentación específica que le afecte (máquinas, equipos de trabajo, reglamento de aparatos de elevación, ITC MIE-AEM-2), los procedimientos de seguridad y salud a establecer por las posibles incidencias de la grúa torre respecto a su lugar de ubicación como pueden ser: la propia obra; obras o edificios colindantes o próximos; presencia de otras grúas, líneas eléctricas aéreas en tensión, etc. en su área de acción; zonas sin visibilidad para realización de las maniobras, etc.

6.3. Planos

Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la Memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Las medidas preventivas desarrolladas en la memoria deben ser identificadas para su puesta en práctica mediante planos generales que indiquen su ubicación, y planos de detalle que tienen como finalidad definir y facilitar la comprensión de los medios y equipos que vayan a ser utilizados, así como los elementos y dispositivos necesarios para su montaje e instalación en obra. En caso de que se precise acopiar medios de protección para su posterior utilización se determinará la zona de ubicación de los mismos.

Los planos deben ser descriptivos y coherentes con el proyecto de ejecución y el resto de los documentos que conforman el estudio de seguridad y salud, de tal modo que faciliten la ubicación de las protecciones en la obra y sean relevantes desde el punto de vista de la seguridad y salud de los trabajadores y de ellos puedan obtenerse las mediciones, de tal modo que:

- Su presentación sea adecuada.

- Los medios de protección y sus elementos se ubiquen de manera específica y concreta, especificándose los detalles constructivos necesarios para su montaje en obra.

- Figuren las fechas y firmas de los autores.

- Si los planos estuvieran contenidos en un apartado ajeno al estudio o estudio básico de seguridad y salud, deberá referenciarse tanto el apartado como la codificación de los planos que contienen la información.

Aspectos que deben figurar en los planos:

- Situación geográfica de la obra con identificación de las principales infraestructuras existentes en el entorno (carreteras, industrias, etc.).

- Cerramientos en el caso de que existan y accesos a la obra.

- Vías de circulación.

- Zonas de acopio de materiales o de equipos.

- Traza e identificación de los servicios afectados.

- Localización de anclajes para la colocación de soportes para los sistemas provisionales de protección de borde, en el caso de que existan.

- Puntos de anclaje necesarios que forman parte de los sistemas de protección individual/colectiva contra caídas, en el caso de que existan.

6.4. Mediciones

Contendrá las mediciones de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados.

Se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Las mediciones siempre están relacionadas con el presupuesto de tal modo que solamente deberán figurar en ellas aquellas partidas que sean objeto de valoración económica.

- En el artículo 5, apartado 4 de la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a las obras de construcción del RD 1627/1997 se especifica que: "no se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de organismos especializados".

Existe una gran dificultad a la hora de discernir lo que debe incluirse en las mediciones. El autor del estudio de seguridad y salud es quien debe determinar cuál de las decisiones preventivas incluidas en el mencionado estudio tienen trascendencia económica.

Como criterio general, todo aquello que se ha valorado en el proyecto no debe ser medido y valorado nuevamente en el estudio de seguridad y salud.

A modo de orientación, y como consecuencia de todo lo anterior, deben ser medidos para ser presupuestados, siempre que proceda, los epígrafes de la lista no exhaustiva que se expresa a continuación que afecten exclusivamente a la propia ejecución de la obra:

- Dispositivos asociados a máquinas, equipos y medios auxiliares que requieran ser incorporados a los mismos por circunstancias específicas de la obra (exceptuando aquellos que deben tener agregados para cumplir con la reglamentación en materia de seguridad y salud y demás normas que les sean de aplicación).

- Medios de protección colectiva.

- Medios de delimitación física de la obra: vallado, barreras de seguridad rígidas portátiles, etc.

- Señalización y balizamiento.

- Iluminación de emergencia.

- Equipos de lucha contra incendios fijos o móviles.

- Material de primeros auxilios.

- Sistemas de ventilación y extracción de aire.

- Sistemas de detección de gases en recintos confinados (fijos o móviles).

- Servicios sanitarios y comunes incluidas sus infraestructuras y equipamiento.

- Mano de obra dedicada a la verificación, instalación y mantenimiento de las medidas preventivas previstas en la obra siempre y cuando dicha prestación se realice de manera exclusiva para tales labores.

- Reuniones de coordinación.

- Equipos de protección individual.

6.5. Presupuesto

Como se ha expresado con anterioridad el presupuesto del estudio de seguridad y salud se obtiene valorando cada una de las unidades medidas, según el cuadro de precios unitarios.

El presupuesto para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud deberá cuantificar el conjunto de gastos previstos, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

Las mediciones, calidades y valoración recogidas en el presupuesto del estudio de seguridad y salud podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el contratista en el plan de seguridad y salud a que se refiere el artículo 7, previa justificación técnica debidamente motivada, siempre que ello no suponga disminución del importe total ni de los niveles de protección contenidos en el estudio. A estos efectos, el presupuesto del estudio de seguridad y salud deberá ir incorporado al presupuesto general de la obra como un capítulo más del mismo.

No se incluirán en el presupuesto del estudio de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos, conforme a las normas reglamentarias en vigor y los criterios técnicos generalmente admitidos, emanados de Organismos especializados.

Para la obtención del presupuesto es recomendable seguir los siguientes pasos:

- Determinación de precios simples.

    - Costes de mano de obra y materiales a pie de obra.
    - Costes de las partidas alzadas.

- Elaboración del cuadro de precios unitarios.

- Elaboración del presupuesto de ejecución material.

Resultado obtenido del sumatorio de cada unidad de obra (incluidas las partidas alzadas) por su precio unitario.

Las bases de precios y criterios de referencia que se establezcan en el presupuesto del estudio de seguridad y salud deben ser coherentes con las empleadas para la elaboración del proyecto.

El presupuesto del estudio de seguridad y salud tiene el mismo rango que el resto del presupuesto del proyecto, considerándose como una inversión necesaria para realizar la obra.

Los medios auxiliares y los equipos de trabajo (acordes con la normativa en materia de prevención por la que estén afectados) cuya utilización se prevea para la correcta ejecución de la obra, estarán incluidos en las correspondientes unidades del proyecto. Por tanto, el costo de los mismos no deberá tenerse en cuenta a la hora de elaborar el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

Cuando sea necesario incorporar al medio auxiliar o equipo de trabajo correspondiente uno o varios elementos de seguridad específicos, para prevenir riesgos que no pueden eliminarse o reducirse con los elementos intrínsecos que dicho medio o equipo deben poseer para el cumplimiento de la normativa, el costo de estos elementos de seguridad se incluirá en el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

Por otro lado, cuando existan modificados de proyecto que supongan la adopción de medidas preventivas distintas de las previstas o variaciones en la medición inicial de estas medidas, su valoración repercutirá en el presupuesto del estudio de seguridad y salud.

7. Contenido del Estudio Básico de Seguridad y Salud

El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del anexo II.

Como se observará a continuación, la información que contendrá un estudio básico de seguridad y salud será la siguiente.

7.1. Memoria

La memoria del estudio básico de seguridad y salud debería seguir un procedimiento para su redacción consistente en una descripción de la obra y un análisis detallado de los métodos de ejecución y de los materiales y equipos a utilizar. Todo ello encaminado a identificar los riesgos que pueden ser evitados, a relacionar los riesgos que no puedan eliminarse y a la adopción de las medidas preventivas necesarias para dicha eliminación o reducción.

Los riesgos derivados de la utilización de equipos de trabajo (máquinas, aparatos, o instrumentos) deberán ser identificados en relación con el entorno de la obra en la que se encuentren. No se considerarán por tanto los riesgos propios de dichos equipos que no tengan tal relación, evitándose así la redacción de listados genéricos.

Ejemplo:

Cuando se consideren los riesgos provenientes de la utilización de una grúa torre se identificarán únicamente los que se deriven de su ubicación en la obra, ya que los de la propia máquina deberán estar especificados con anterioridad a su utilización en la obra.

Se considera que la Memoria de seguridad y salud debe hacer referencia a los siguientes aspectos:

- Conjunto de unidades de obra descritas según los métodos y sistemas de ejecución previstos en el proyecto. Ello implica analizar, desde el punto de vista preventivo, las tareas y operaciones a desarrollar durante la realización de dichas unidades de obra.

- Orden cronológico de ejecución de la obra.

- Localización en el centro de trabajo de las unidades de obra a ejecutar.

- Identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados y relación de aquellos que no puedan eliminarse.

- Descripción de las medidas preventivas, protecciones, equipos a utilizar y procedimientos a aplicar.

Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse. Entendiéndose por:

- "Procedimientos": secuencia de las operaciones a desarrollar para realizar un determinado trabajo, con inclusión de los medios materiales (de trabajo o de protección) y humanos (cualificación o formación del personal) necesarios para ejecutar de una forma segura y organizada las sucesivas fases y tareas de la obra. En esencia, estos procedimientos tienen que referirse a los aspectos que determinen

las condiciones de seguridad y salud de la obra. Su grado de detalle dependerá del que tenga el proyecto de la obra correspondiente. Se deberá prestar especial atención a los trabajos incluidos en el anexo II del Real Decreto 1627/1997.

- "Equipos técnicos y medios auxiliares": cualquier máquina, herramienta, instrumento o instalación empleados en la obra que deberán cumplir las condiciones técnicas y de utilización que se determinan en el anexo IV del RD 1627/1997, así como en su reglamentación específica.

Una vez definidos los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para la ejecución de la obra, el RD 1627/1997 diferencia, como se ha dicho anteriormente y en consonancia con la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, entre dos tipos de riesgos: los que puedan ser evitados y los que no puedan eliminarse.

No es necesaria la identificación de aquellos riesgos laborales que han sido evitados en el propio proyecto por la aplicación de decisiones técnicas tomadas por el proyectista -puesto que dichos riesgos ya no existen-. Aquellos riesgos no evitados en proyecto serán identificados en el estudio y, en su caso, evaluados.

- "Riesgos que puedan ser evitados": aquellos que mediante la aplicación de medidas técnicas desaparecen. Las medidas técnicas a las que se hace referencia son las que actúan sobre la tarea o agente mediante soluciones técnicas, organizativas, cambios en el proceso constructivo, sustitución de materiales peligrosos, etc. La utilización de equipos de protección individual no se considerará, en ningún caso, medidas técnicas para evitar riesgos.

  Ejemplos:

  - Desviar una línea de alta tensión.
  - No habilitar puestos de trabajo fijos en áreas afectadas por desplazamientos de cargas.
  - Sustituir pinturas que contengan productos tóxicos y peligrosos por otras cuya composición no resulte lesiva.

- "Riesgos laborales que no pueden eliminarse": por exclusión, son aquellos que no han podido ser evitados. Estos riesgos que no han podido ser evitados deberán ser evaluados y, en función de los resultados de la evaluación, se procederá, en su caso, a adoptar las medidas necesarias para su reducción o control, dándose prioridad a las de protección colectiva frente a las de protección individual. Una vez adoptadas las medidas preventivas que correspondan se evaluará nuevamente el riesgo.

- En ocasiones puede darse la circunstancia de que existan varias "medidas alternativas" para el control de un determinado riesgo **(*)**. La valoración de estas alternativas se realizará teniendo en cuenta los principios de la acción preventiva establecidos en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

(*) Ejemplo: durante la ejecución de la estructura de un edificio se pueden utilizar como medidas alternativas de protección colectiva, entre otras, las siguientes:

- Andamio fijo perimetral apoyado, arriostrado y anclado.
- Redes de seguridad tipos S, T y V.
- Plataformas fijas voladas y ancladas en la estructura.
- Barandillas (sistemas periféricos temporales de protección).

- La memoria incluirá así mismo la descripción de "los servicios sanitarios y comunes" de los que estará dotada la obra aplicando las especificaciones contenidas en los apartados 14, 15, 16 y 19 apartado b) de la parte A del anexo IV del RD 1627/1997.

En la elaboración de la memoria habrán de tenerse en cuenta las condiciones del entorno en que se realice la obra, así como la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de utilizarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos

- El concepto "las condiciones del entorno" hacen referencia a los aspectos propios de la ubicación concreta de la obra que pueden influir en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. En este sentido cabe citar, por ejemplo, entre otros:

  - Condiciones de los accesos y vías de acceso a la obra.
  - Presencia de líneas eléctricas aéreas en tensión.
  - Conducciones enterradas.
  - Estado de las medianeras.
  - Interferencias con otras edificaciones.
  - Servidumbres de paso.
  - Presencia de tráfico rodado.
  - Presencia de peatones.
  - Condiciones climáticas y ambientales.
  - Condiciones orográficas.
  - Contaminación del terreno.
  - Trabajos en el interior o proximidad de cauces de ríos o en el mar.
  - Trabajos en los conos de aproximación a las pistas de aterrizaje de los aeropuertos.
  - Trabajos en zonas de montaña.

- Trabajos en carreteras o vías de ferrocarril en servicio.
- Trabajos próximos a carreteras o a vías de ferrocarriles.
- Trabajos en obras que se encuentren insertas en el ámbito de un centro de trabajo y éste mantenga su actividad o estén afectadas por actividades de otras empresas.

La expresión "tipología y características de los materiales y elementos, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos" puede ser interpretada con los siguientes criterios:

- Tipología de los materiales y elementos: relativo a los aspectos que tienen que ver con el peso, la forma y el volumen de los materiales y elementos que vayan a utilizarse.

- Características del material: información sobre el mismo relacionada esencialmente con los riesgos derivados de su utilización y las medidas preventivas a adoptar. Por ejemplo, si se trata de una sustancia o preparado peligroso, la información correspondiente sería básicamente la aportada por la ficha de datos de seguridad exigida en la normativa sobre clasificación, envasado y etiquetado de dichos productos.

- Elementos: materiales que son partes o componentes integrantes de una pieza, dispuestos para ser montados o instalados en la obra. En función de la tipología y de las características de los materiales y elementos se deberán incluir todos los aspectos preventivos relativos a su manipulación y almacenaje.

- Proceso constructivo: secuencia ordenada de los trabajos de la obra organizado por fases, tareas y operaciones en las que se divide la misma.

- Orden de ejecución de los trabajos: asignación de tiempos y ordenación de las posibles concurrencias, solapamientos y simultaneidades.

7.2. Pliego de Condiciones

Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate, así como las prescripciones que se habrán de cumplir en relación con las características, la utilización y la conservación de las máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.

Las expresiones "**normas legales y reglamentarias**", "**especificación técnica**" y "**prescripciones**" pueden ser interpretadas con los siguientes criterios:

- "Norma legal": cualquier disposición normativa con rango de Ley.

- "Norma reglamentaria": cualquier disposición normativa con rango de Reglamento (Reales Decretos, Decretos, órdenes Ministeriales).

- "Especificación técnica": documento que define las características requeridas de un producto o servicio.

- "Prescripciones": determinaciones y mandatos.

El Pliego de condiciones particulares hará referencia (en función de lo anterior) a:

- Normas y reglamentos que se vean afectados por las características de la obra y que deberán ser tenidas en cuenta durante la ejecución de la misma, evitando los listados generales de la normativa vigente.

- Normas que afectan a los medios de protección colectiva que estén normalizados y que vayan a utilizarse en la obra.

- Cálculos, prescripciones, pruebas, etc. que sean necesarios realizar para el diseño o adecuación, instalación, utilización y mantenimiento de los medios de protección colectiva no normalizados que se prevean usar en la obra.

- Requisitos para la correcta instalación, utilización y mantenimiento de cada uno de los equipos, máquinas y medios auxiliares que se tenga previsto emplear en la obra.

  Se podría establecer un procedimiento que permita verificar, con carácter previo a su utilización en la obra, que dichos equipos, máquinas y medios auxiliares disponen de la documentación necesaria para ser catalogados como "seguros" desde la perspectiva de su fabricación o adaptación.

- Requisitos de los materiales y productos sometidos a reglamentación específica que vayan a ser utilizados en la obra.

- Requisitos de los equipos de protección individual y sus elementos complementarios en cuanto a su diseño, fabricación, utilización y mantenimiento.

- Requisitos respecto a la cualificación profesional, formación e información preventiva del personal de obra (jefes de obra, encargados, capataces, oficiales, ayudantes, peones y aprendices), así como la capacitación eléctrica, formación e información preventiva del personal de obra, de acuerdo a los requisitos dispuestos en la reglamentación y los perfiles existentes en LA EMPRESA.

- Procedimientos de seguridad y salud para la realización de trabajos con riesgos especiales señalados en la relación no exhaustiva del anexo II del RD 1627/1997 (trabajos en tensión, en espacios confinados, subacuáticos etc.) o de otro tipo de trabajos que no estando especificados en el mencionado anexo II, tras su evaluación, adquieran tal consideración.

- Requisitos de la señalización en materia de seguridad y salud, vial, conforme a la instrucción de LA EMPRESA de señalización y delimitación de trabajos, señalización vial, etc.

- Procedimientos para el control de acceso de personas a la obra. Cumpliendo lo establecido en procedimiento de gestión de contratas y terceros en seguridad y salud de LA EMPRESA.

- Requisitos de los servicios higiénicos, locales de descanso y alojamiento, comedores y locales para la prestación de los primeros auxilios.

- Obligaciones específicas para la obra proyectada relativas a contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

- Requisitos técnicos o referencias a normativas específicas que pueden complementar cada uno de los procedimientos.

- Referencias específicas a los procedimientos generales o específicos de LA EMPRESA que sean de aplicación.

Ejemplo:

El pliego de condiciones particulares, en su parte correspondiente a la utilización y características de una grúa torre, deberá indicar, además de lo estipulado en la reglamentación específica que le afecte (máquinas, equipos de trabajo, reglamento de aparatos de elevación, ITC MIE-AEM-2), los procedimientos de seguridad y salud a establecer por las posibles incidencias de la grúa torre respecto a su lugar de ubicación como pueden ser: la propia obra; obras o edificios colindantes o próximos; presencia de otras grúas, líneas eléctricas aéreas en tensión, etc. en su área de acción; zonas sin visibilidad para realización de las maniobras, etc.

7.3. Planos, Detalles y Diagramas

Se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias.

Las medidas preventivas desarrolladas en la memoria deben ser identificadas para su puesta en práctica mediante planos generales que indiquen su ubicación y planos de detalle que tienen como finalidad definir y facilitar la comprensión de los medios y equipos que vayan a ser utilizados, así como los elementos y dispositivos necesarios para su montaje e instalación en obra.

Los planos deben ser descriptivos y coherentes con el proyecto de ejecución, así como con el resto de los documentos que conforman el estudio básico de seguridad y salud, de tal modo que se facilite la localización y, en su caso, medición de aquellos elementos que puedan ser ubicados en la obra y sean relevantes desde el punto de vista de la seguridad y salud de los trabajadores. Si los planos estuvieran contenidos en un apartado ajeno al estudio básico de seguridad y salud, deberá referenciarse tanto el apartado como la codificación de los planos que contienen la información

Aspectos que deben figurar en los planos:

- Situación geográfica de la obra con identificación de las principales infraestructuras existentes en el entorno (carreteras, industrias, etc)
- Cerramientos y accesos a la obra.
- Vías de circulación.
- Zonas de acopio de materiales o de equipos.
- Traza e identificación de los servicios afectados.
- Localización de anclajes para la colocación de soportes para los sistemas provisionales de protección de borde.
- Puntos de anclaje necesarios que forman parte de los sistemas de protección individual/colectiva contra caídas.

7.4. Desglose Presupuestario.

Debe cuantificar el conjunto de gastos previstos, para la aplicación y ejecución del estudio básico de seguridad y salud, tanto por lo que se refiere a la suma total como a la valoración unitaria de elementos, con referencia al cuadro de precios sobre el que se calcula. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos de elementos u operaciones de difícil previsión.

El presupuesto del estudio básico de seguridad y salud forma parte del presupuesto del proyecto como un capítulo más del mismo. Todo aquello que se ha valorado en un capítulo del proyecto no debe ser cuantificado nuevamente en el capítulo correspondiente al estudio basico de seguridad y salud, y viceversa. Finalmente, toda unidad o elemento de seguridad y salud que sea necesaria en la obra debe ser presupuestada.

No se incluirán en el presupuesto del estudio basico de seguridad y salud los costes exigidos por la correcta ejecución profesional de los trabajos. Los medios auxiliares y

los equipos de trabajo, cuya utilización se prevea para la correcta ejecución de la obra, estarán incluidos en las correspondientes unidades del proyecto.

8. Otros Aspectos a Incorporar en los ESS y EBSS

Derivado de la experiencia se enumeran los siguientes aspectos para que sean tenidos en consideración por el proyectista en la elaboración del ESS y EBSS:

- Se debe dejar reflejado la obligatoriedad de ejecutar únicamente trabajos valorados y planificados previamente, con la premisa básica de: "en caso de duda para y consulta".

- En caso de existir y ser de aplicación se hará mención a los procedimientos propios de LA EMPRESA.

- Debe reflejarse que la gestión documental durante la fase de ejecución de la obra se llevará a cabo a través de la plataforma que LA EMPRESA designe.

PRESCRIPCIONES MEDIOAMBIENTALES

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 305

2. PRESCRIPCIONES AMBIENTALES 305

2.1. IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES 305
2.2. EVALUACIÓN DE REQUISITOS LEGALES 306
2.3. RESPUESTA ANTE EMERGENCIAS 306
2.4. LISTADO DE ASPECTOS AMBIENTALES 307
2.4.1. Producción de Residuos 307
2.4.2. Afecciones al Suelo y la Geomorfología de la Ubicación 308
2.4.3. Afecciones a la Red Hidrológica Superficial y Subterránea 309
2.4.4. Emisiones al Aire 310
2.4.5. Energía Emitida 310
2.4.6. Fauna, Flora, Espacios Protegidos y Paisaje 310
2.4.7. Utilización de Recursos, Materias Primas y Energía 311
2.4.8. Bienes culturales y arqueológicos 312

1. Objetivo y Ámbito de Aplicación

El objetivo de este documento es establecer las prescripciones medioambientales con el propósito de gestionar adecuadamente los aspectos ambientales ligados a la actividad de construcción de infraestructuras asociadas a la actividad y como componente fundamental del proyecto tipo.

Se ha prestado atención a la inclusión dentro del proyecto tipo de un apartado ambiental que recoja una serie de requerimientos mínimos a cumplir antes, durante y al finalizar la realización de las infraestructuras.

A nivel legal o normativo el cumplimiento de estas recomendaciones u obligaciones se realizará juntamente con las medidas correctoras o compensatorias recogidas en los Estudios de Impacto Ambiental y Declaraciones de Impacto de la administración, cuando la infraestructura conlleve la realización de trámite ambiental y según las posibles particularidades que se puedan producir en cada zona según la legislación vigente.

Dada la heterogeneidad de legislaciones autonómicas dentro del ámbito geográfico de distribución de LA EMPRESA es necesario que el proyectista que elabore el proyecto simplificado se informe de la necesidad de tramitación y tipo de la misma desde el punto de vista ambiental dentro de la comunidad autónoma en la que se desarrolla el proyecto técnico.

El contenido de estas prescripciones medioambientales se aplicará a todas las obras cuyo promotor sea LA EMPRESA susceptibles de generar una alteración ambiental apreciable y que pertenezcan al siguiente tipo de instalaciones:

- Líneas Aéreas de Alta Tensión hasta 36 kV

2. Prescripciones Ambientales

Este apartado recoge una serie de prescripciones ambientales aplicables a los proyectos y actividades que realiza LA EMPRESA dentro de su ámbito geográfico de distribución.

2.1. Identificación de Aspectos Ambientales

Independientemente de que la instalación o actividad descrita en el proyecto simplificado pueda someterse de forma obligatoria por normativa a Evaluación de Impacto Ambiental,

en la redacción del proyecto simplificado se deberá realizar la identificación de los aspectos ambientales que se puedan controlar y sobre los que se pueda influir y determinar los que tienen o pueden tener impactos ambientales significativos.

Esta identificación ha de tener en cuenta todas las fases de la actividad: fase de construcción, fase de explotación y fase de desmantelamiento, según ISO 14001.

Se deberán proponer medidas preventivas y correctoras a todos los impactos negativos significativos que se identifiquen. De manera orientativa y no exhaustiva, se incluye en el apartado 2.4 de este documento una serie de potenciales aspectos ambientales, así como condicionantes que pueden aplicarse a cada uno.

Las acciones preventivas y correctoras se revisarán con la periodicidad establecida por LA EMPRESA y en cualquier caso si se producen ampliaciones o modificaciones al proyecto, y siempre después de haberse producido un incidente con consecuencias ambientales.

2.2. Evaluación de Requisitos Legales

El proyecto habrá de contener un apartado en el que se recojan y evalúen los requisitos legales en materia de Medio Ambiente aplicables al mismo, así como otros requisitos que LA EMPRESA haya suscrito. Se deberá evaluar su cumplimiento, así como revisar el listado de requisitos en caso de ampliación o modificaciones del proyecto.

Se deberá asegurar en el momento de redacción del proyecto la vigencia de todo texto legal aplicable, analizando además las disposiciones nivel europeo si procede y local.

2.3. Respuesta Ante Emergencias

En la redacción del proyecto se incluirá un apartado que identifique situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que puedan tener impactos sobre el medio y cómo responder ante ellos.

En función de la duración del proyecto se deberá analizar la necesidad de realizar pruebas periódicas de los protocolos de respuesta ante emergencias.

2.4. Listado de Aspectos Ambientales

Con un fin meramente informativo y como guía no exhaustiva, a continuación se recogen potenciales aspectos ambientales, condicionantes, requisitos o recomendaciones que pueden resultar de aplicación y por tanto, en su caso, deberá contemplar el proyecto simplificado.

Se deberá garantizar que en la redacción del proyecto simplificado se incluyan las acciones necesarias para que se cumplan los puntos incluidos en cada apartado de los que se describen a continuación:

2.4.1. Producción de Residuos

Respeto a la producción, generación o almacenamiento de residuos se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- La gestión de residuos debe hacerse siempre a través de gestores autorizados, habiendo formalizado con ellos un contrato de tratamiento previo a la recogida.

- Todos los residuos gestionados deben contar con su correspondiente Documento de Identificación.

- Se deberá redactar el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición establecido por la normativa vigente; éste se adaptará al formato que cada comunidad autónoma haya determinado o bien contendrá los campos obligatorios contemplados en la normativa estatal en el caso de que aquella no exista.

- Se determinarán medidas de minimización de la producción de residuos en todas las fases de la actividad del proyecto.

- Las zonas de almacenamiento ("Puntos limpios") previo a la gestión siempre se situarán dentro de los terrenos afectados por la obra, quedando prohibido depositar residuos fuera de su emplazamiento. Los residuos se clasificarán según su peligrosidad y tipo, además se identificarán mediante sus correspondientes etiquetas según la legislación vigente, evitando las mezclas. Si es necesario se protegerá la superficie de almacenamiento para evitar potenciales contaminaciones al suelo, delimitando y señalando las áreas de almacenamiento para optimizar las prácticas de separación en origen y evitar las mezclas.

- Se asegurará el restablecimiento de las condiciones ambientales de partida de las zonas de almacenamiento temporal de residuos, pudiéndose dar el caso de tener que habilitar varias conforme avance la obra (ejemplo construcción de líneas). En todo caso, deben quedar completamente libres de residuos y de cualquier otra afección.

- Se tomarán las medidas necesarias para evitar todo vertido de hormigón; en el caso de que se produzca se tratará como residuo de construcción y demolición, siendo gestionado conforme a la normativa aplicable.

  Si por necesidades derivadas de la ejecución de los trabajos, fuese necesario realizar el lavado de tejas de hormigones, cubilotes de hormigón, hormigoneras eléctricas o similar, dentro del recinto de obra, se deberá actuar de acuerdo con una de las siguientes opciones:

  - Se habilitará un contenedor para almacenar los residuos de dichos lavados, previo a su recogida por gestor autorizado. Dicho contenedor deberá estar sobre una superficie impermeable que permita la recogida del material que pudiera caer fuera del mismo.

  - Si las características de la obra lo permitan y habiendo sido consultado y aprobado por la Dirección Facultativa y Medio Ambiente, se depositarán los residuos de hormigón de lavado en otras zonas de la obra, debidamente protegidas de la escorrentía (en zonas sin pendiente y protegidas), alejado de cauces o suelo desprotegido, siempre sobre superficies impermeables suficientemente resistentes como para soportar la retirada posterior sin afectar al suelo sobre el que se asienta.

- Se procurará reducir al mínimo las tierras de relleno, respetando en todo caso la legislación vigente para su reutilización y retirada.

2.4.2. Afecciones al Suelo y la Geomorfología de la Ubicación

Con el objeto de prevenir y evitar impactos sobre los suelos y su morfología se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el caso de emplazamientos de los que se tengan sospechas o constancia de que se hayan llevado a cabo actividades potencialmente contaminantes del suelo, se deberá tener en cuenta en fase de diseño la información contenida en el informe preliminar de situación de suelos aportado por el anterior propietario además del resto de aspectos incluidos en el Real Decreto 9/2005 y resto de normativa aplicable. Se establecerán cuantas medidas previas a la obra sean necesarias en caso de emplazamientos que hayan sido declarados suelos contaminados.

- Se evitará la invasión de terrenos fuera de los accesos ya existentes. Se utilizarán éstos en la medida que sea posible, como medio de garantizar el mejor acceso a la infraestructura en fase de explotación y minimizar el impacto por cambios de uso del suelo. Una vez finalizada la ejecución del proyecto se revisarán estos accesos y se procederá a su restauración si es necesario.

- Se tomarán las precauciones necesarias para evitar la contaminación con sustancias peligrosas de los suelos e indirectamente de las aguas subterráneas.

LCOE. LABORATORIO CENTRAL OFICIAL DE ELECTROTECNIA. Revisión octubre 2023

- Si es necesario se creará un área delimitada y acondicionada de aparcamiento para la maquinaria, que permita evitar la compactación y contaminación del suelo. Posteriormente a las obras ha de ser desmantelada.

- La tierra retirada durante los trabajos de excavación será conservada para favorecer su reutilización en la misma obra o en una posterior recuperación y aprovechamiento en trabajos posteriores de restauración paisajística, salvo en los casos en los que existan prohibiciones al respecto. Se dispondrá de los medios necesarios para preservar sus propiedades fisicoquímicas y se establecerán las condiciones necesarias de depósito, procurando la prevención de su contaminación no mezclándolas con residuos de ningún tipo. De resultar contaminadas con sustancias peligrosas se deberán tratar en todo caso como residuo peligroso.

2.4.3. Afecciones a la Red Hidrológica Superficial y Subterránea

Con el fin de evitar potenciales impactos sobre las aguas del entorno de las instalaciones se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Se respetará la normativa vigente de protección de las aguas, tanto en relación con la ocupación de zonas adyacentes de cauces o zonas de litoral, como en la prevención de su contaminación, evitando realizar operaciones que entrañen riesgo de contaminación por manipulación de productos químicos en las cercanías de medios receptores sensibles: cauces, sumideros, alcantarillas o cualquier tipo de conducción de agua, natural o artificial, superficial o subterránea.

- En las zonas de acopio de materiales o residuos de obra se deberá impedir el arrastre de materiales por escorrentía o erosión, así como lixiviaciones de cualquier tipo.

- Se evitará, siempre que sea posible, la modificación de la red hidrológica de la zona de actuación. Si durante la fase de construcción de los elementos del proyecto se detectasen surgencias o afloramientos de agua, se analizará en cada caso optando siempre por aquellas actuaciones que aseguren la continuidad de las mismas y que eviten su contaminación.

- Toda la maquinaria utilizada en la obra seguirá un adecuado plan de mantenimiento fuera del emplazamiento de la obra en talleres autorizados, con el fin de evitar pérdidas de aceite hidráulico, lubricante u otros fluidos contaminantes que puedan dar lugar a una contaminación del suelo o de aguas superficiales. Se realizarán comprobaciones visuales del estado de la misma antes de su utilización para constatar que no existe riesgo de derrames durante los trabajos.

- La limpieza de las cubas y canaletas de hormigón se realizará en la propia planta de hormigones, nunca en la obra. Si por necesidades derivadas de la ejecución de los trabajos, fuese necesario realizar el lavado de hormigón en la obra, se tendrá en cuenta lo especificado en el punto 2.4.1 de Producción de Residuos, relativo a residuos de vertidos de hormigón.

2.4.4. Emisiones al Aire

Respecto a los potenciales impactos sobre la calidad del aire, se atenderán las siguientes prescripciones:

- Toda la maquinaria a emplear deberá estar dentro de los márgenes permitidos de emisión gases contaminantes procedentes de los motores.

- Se deberán adoptar las medidas necesarias para evitar la emisión de polvo a la atmósfera (como consecuencia, por ejemplo, de los movimientos de tierra y la circulación de vehículos por los viales de servicio de la obra), como la disminución de la velocidad de los vehículos y la aplicación de riesgos, disminuyendo así la liberación de partículas en suspensión a la atmósfera.

- Se deberá tener en cuenta la utilización de productos químicos con compuestos volátiles en la identificación de aspectos ambientales y sus impactos asociados.

2.4.5. Energía Emitida

Respecto a las posibles fuentes de emisión de energía al entorno, se atenderán las siguientes prescripciones:

- Se deberá tener en cuenta la legislación referente a emisión de ruido y vibraciones, tanto en la elección de los equipos a instalar (que deberán cumplir todos los requisitos de fabricación) como en el desarrollo de las obras en relación con el tránsito de vehículos, maquinaria empleada, etc. Se deberá analizar la situación de las instalaciones con respecto a receptores sensibles (por ejemplo viviendas, espacios protegidos), y realizar los cálculos pertinentes del nivel de ruido y vibraciones emitido por el conjunto de la instalación, indicando medidas preventivas y correctoras en el caso de que se superen los límites. Se valorará el cambio de ubicación en el proyecto si las medidas correctoras son insuficientes para garantizar que la infraestructura cumple con los límites de emisión de ruidos y vibraciones.

2.4.6. Fauna, Flora, Espacios Protegidos y Paisaje

El respeto al emplazamiento natural, la fauna y la vegetación presentes en la zona en la que se proyecte la instalación debe seguir las siguientes pautas:

- Se identificará la zona en relación con su catalogación como espacio protegido o a la existencia de especies de fauna o comunidades de flora especialmente sensibles, así como su situación en relación con los espacios protegidos adyacentes en el caso de no constituir el mismo una figura de protección.

- En el proyecto se incluirá un apartado que valore la inclusión del emplazamiento dentro del ámbito de actuación del R.D. 1432/2008, y de las áreas delimitadas por las comunidades autónomas, valorando y justificando las soluciones de protección de la avifauna.

- Las soluciones de protección de la avifauna serán las recogidas en el R.D. 1432/2008 o cualquier otra de probada eficacia y homologada por la administración competente.

- Se respetarán escrupulosamente las especies de flora y fauna así como su entorno anexos a la zona de obras, éste se restaurará en el caso que sea necesaria su alteración puntual.

- En el caso de tener constancia, ya sea por una comunicación oficial o por conocimiento de la existencia en el entorno de alguna especie animal catalogada, se evitará trabajar en su entorno, o si no es posible se procurará compaginar las labores constructivas con el ciclo vital de la especie catalogada.

- No se aplicará herbicidas ni pesticidas en las zonas de ocupación o trazado, quedando los tratamientos sobre la vegetación restringidos a actuaciones mecánicas preferentemente, como tratamientos de poda y roza.

- En el caso de ser necesaria la restauración de pasos o zonas de obra las especies vegetales a utilizar serán preferentemente autóctonas. En el caso de árboles y arbustos tendrán una o dos savias, presentadas en alvéolos forestales. La plantación se adecuará al ciclo vital de las especies con las que se realice la revegetación para garantizar el éxito de la misma.

- Se tendrán en cuenta las prescripciones normativas en relación con el paisaje, tendiendo en cualquier caso a la integración de la infraestructura dentro del territorio donde se asienta.

2.4.7. Utilización de Recursos, Materias Primas y Energía

Respeto a la utilización, elección de materiales y recursos, así como el uso de energía, se tendrá en consideración:

- Se aplicarán medidas de eficiencia de utilización de materiales y productos químicos, optando por aquellos de menor incidencia sobre el medio, a igualdad de calidad. Todos los productos químicos deberán ser inventariados y evaluados según su peligrosidad para el medio.

- La utilización de agua, energía y recursos será optimizada, y se procurará tener en cuenta en fase de diseño el comportamiento de las instalaciones en relación con el consumo de recursos, optando por las soluciones más eficientes desde el punto de vista ambiental que no comprometan el funcionamiento de la instalación en cuanto a la calidad de servicio.

2.4.8. Bienes culturales y arqueológicos

En función de la localización del proyecto, la legislación aplicable y especialmente si existen datos inventariados de restos arqueológicos, el proyecto simplificado incluirá:

- Estudio preliminar de Afecciones Arqueológicas, donde se reflejen las zonas susceptibles de tener yacimientos o elementos arqueológicos, así como las medidas a tomar en todas y cada una de las fases de ejecución de la obra, con el fin de preservar dichos elementos.

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Índice

1. OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN 315

2. DEFINICIONES 315

3. REFERENCIAS 318

4. OBLIGACIONES DE ÁMBITO NACIONAL 319

4.1. OBLIGACIONES DEL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL REAL DECRETO 105/2008 319

4.2. OBLIGACIONES DEL POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN BASE AL REAL DECRETO 105/2008 320

5. CONTENIDO MÍNIMO DEL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 321

6. PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS SEGÚN EL REAL DECRETO 105/2008 324

7. CLASIFICACIÓN Y RESIDUOS TIPO 324

7.1. RESIDUOS NO PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 324

7.2. RESIDUOS PELIGROSOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN 326

1. Objetivo y Ámbito de Aplicación

El presente documento tiene por objeto garantizar el cumplimiento de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular y el Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, dentro de las obras de infraestructura que realiza LA EMPRESA.

Dadas las características de las mismas es preciso normalizar y dar las pautas principales para el cumplimiento de los requisitos legales y medioambientales recogidos en la legislación, por lo que en los siguientes apartados se detalla el contenido mínimo del "Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición", documento básico que debe acompañar al proyecto simplificado siempre y cuando se generen residuos de construcción y demolición.

La gestión de los residuos generados en cada obra se realizará según lo que se establece en la legislación vigente basada en la legislación nacional y complementada con la legislación autonómica mediante Decreto.

Dada la heterogeneidad de legislaciones autonómicas dentro del ámbito geográfico de distribución de LA EMPRESA es recomendable que el proyectista se informe de la necesidad de tramitación y tipo de la misma desde el punto de vista de gestión de residuos dentro de la comunidad autónoma en la que se desarrolla el proyecto técnico.

2. Definiciones

Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.

Residuo de Construcción y Demolición (RCD): cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de ≪Residuo≫ incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición.

Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características de peligrosidad enumeradas en el anexo I (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) y aquél que sea calificado como residuo peligroso por el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa de la Unión Europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte. También se comprenden en esta definición los recipientes y envases que contengan restos de sustancias o preparados peligrosos o estén contaminados por ellos, a no ser que se demuestre que no presentan ninguna de las características de peligrosidad enumeradas

en el anexo I (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular).

EGR: Estudio de Gestión de Residuos.

Prevención: conjunto de medidas adoptadas en la fase de concepción y diseño, de producción, de distribución y de consumo de una sustancia, material o producto, para reducir:

- 1º La cantidad de residuo, incluso mediante la reutilización de los productos o el alargamiento de la vida útil de los productos.
- 2º Los impactos adversos sobre el medio ambiente y la salud humana de los residuos generados, incluyendo el ahorro en el uso de materiales o energía.
- 3º El contenido de sustancias peligrosas en materiales y productos.

Productor de residuos: cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas, se considerará productor de residuos al titular de la mercancía o bien al importador o exportador de la misma según se define en la legislación aduanera. En el caso de las mercancías retiradas por las autoridades policiales en actos de decomisos o incautaciones efectuadas bajo mandato judicial, se considerará productor de residuos al titular de la mercancía.

Poseedor de residuos: el productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos. Se considerará poseedor de residuos al titular catastral de la parcela en la que se localicen residuos abandonados o basura dispersa, siendo responsable administrativo de dichos residuos, salvo en aquellos casos en los que sea posible identificar al autor material del abandono o poseedor anterior.

Gestión de residuos: la recogida, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la clasificación y otras operaciones previas; así como la vigilancia de estas operaciones y el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos. Se incluyen también las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.

Gestor de residuos: la persona física o jurídica, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Recogida: operación consistente en el acopio, la clasificación y almacenamiento iniciales de residuos, de manera profesional, con el objeto de transportarlos posteriormente a una instalación de tratamiento.

Recogida separada: la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.

Reutilización: cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Tratamiento: las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.

Valorización: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.

Preparación para la reutilización: la operación de valorización consistente en la comprobación, limpieza o reparación, mediante la cual productos o componentes de productos que se hayan convertido en residuos se preparan para que puedan reutilizarse sin ninguna otra transformación previa y dejen de ser considerados residuos si cumplen las normas de producto aplicables de tipo técnico y de consumo.

Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Eliminación: cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o materiales, siempre que estos no superen el 50 % en peso del residuo tratado, o el aprovechamiento de energía. En el anexo III (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular) se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación.

Mejores técnicas disponibles: las mejores técnicas disponibles, tal y como se definen en el artículo 3.12 del texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por

el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.

Suelo contaminado: aquel cuyas características han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes químicos de carácter peligroso procedentes de la actividad humana, en concentración tal que comporte un riesgo inaceptable para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se determinen por el Gobierno.

Compost: material orgánico higienizado y estabilizado obtenido a partir del tratamiento controlado biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente. No se considerará compost el material bioestabilizado.

3. Referencias

A nivel legislativo, desde el punto de vista de la legislación nacional este tipo de residuos está regulado por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, complementada con el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

De forma general se tomará como referencia para la elaboración del Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición el Real Decreto 105/2008. En el caso en la que la Comunidad Autónoma en la que se esté realizando el estudio disponga de legislación específica, será ésta la que aplique, como es en el caso de la Comunidad Autónoma de Cantabria, que mediante el Decreto 72/2010 de 28 de octubre regula la producción y gestión de los RCD en dicha comunidad.

El conjunto de referencias legislativas básicas que a nivel nacional regula la producción, posesión, y gestión de residuos son:

- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.

  Este Real Decreto tiene por objeto establecer medidas para prevenir la incidencia ambiental de los aceites industriales, así como para reducir la generación de aceites usados tras su utilización o, al menos, facilitar su valorización, preferentemente mediante regeneración u otras formas de reciclado, de acuerdo con el orden de prioridades establecido en su artículo 7.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

- Orden APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

4. Obligaciones de Ámbito Nacional

Este apartado desglosa las principales actividades y documentos a incluir y desarrollar dentro del proyecto simplificado de una infraestructura.

4.1. Obligaciones del Productor de Residuos de Construcción y Demolición en base al Real Decreto 105/2008

Conforme a este Decreto en el proyecto simplificado se debe incluir un Estudio de Gestión de residuos de construcción y demolición (en adelante RCD) con el siguiente contenido:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos. El documento de referencia para las operaciones de valorización y eliminación de residuos será la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, o norma que la sustituya.

- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.

- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado de Obligaciones del Poseedor de Residuos.

- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.

- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el Estudio de Gestión de RCD, así como prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este Real Decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En el caso de obras sometidas a licencia urbanística, constituir, cuando proceda, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas, la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra.

4.2. Obligaciones del Poseedor de Residuos de Construcción y Demolición en base al Real Decreto 105/2008

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

5. Contenido mínimo del Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición

El Estudio de Gestión de Residuos de construcción y demolición para cada proyecto particular se ajustará al modelo general siguiente, siendo válidos otros formatos equivalentes, sin perjuicio del resto de documentación que se desee acompañar al mismo por parte del redactor del estudio y deberá incorporar al menos, los siguientes apartados.

- **Identificación de la obra.**

  Tipo de obra:

  Situada en: C/ Municipio:

  Proyecto:

  Promotor:

  Redactor del Proyecto:

- **Identificación de los residuos y estimación de la cantidad a generar.**

ESTIMACIÓN SOBRE LOS RESIDUOS A GENERAR				
	Descripción	Código LER	Volumen (m^3)	Peso (t)
TOTAL				
Observaciones:				

Justificación: A esta estimación se acompañará una breve explicación del método empleado para poder llegar a la misma. La indicada justificación sólo se realizará en los casos que así lo exija la legislación comunitaria aplicable.

- **Medidas a adoptar para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto**

  Se deberá incluir una descripción y justificación de las medidas que se adoptarán para prevenir la producción de residuos en la obra.

- **Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra**

OPERACIONES DE GESTIÓN A REALIZAR CON LOS RESIDUOS			
Identificación residuo Código LER	Operación a realizar (Decisión 2014/955/UE)		
	Reutilización	Valorización	Eliminación
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
	Describir	(Identificar la operación con código R)	(Identificar la operación con código D)
Observaciones:			

- **Medidas a adoptar para la separación de los residuos en obra**

  Se deberá incluir una descripción y justificación de las medidas que se adoptarán para separar los residuos en origen.

  Se deberá de prever una zona dentro de la obra, para que el poseedor de residuos pueda acopiar los distintos residuos generados. Dicho lugar quedará representado en un plano a incluir en el Estudio RCD del proyecto particular.

  La separación de los residuos se realizará según las fracciones indicadas en los marcos regulatorios nacionales o autonómicos en el caso de que existan estos últimos.

- **Instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.**

NOTA: El presente punto sólo se incluirá en los Estudio de Gestión de Residuos en los que las comunidades autónomas donde se realiza así lo exija.

INSTALACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA		
Instalaciones de gestión	Superficie prevista (m^2)	Contenedores previstos (nº y para qué tipo de residuos)
Almacenamiento		
Manejo		
Separación		
Otras operaciones de gestión		
Observaciones:		

Se adjuntará asimismo plano de la planta global de la obra en el que se indicará la situación de cada una de estas instalaciones, así como las zonas de entrada y salida de los residuos.

Cuando proceda, se incluirán las determinaciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

- **Inventario de residuos peligrosos para las obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma.**

En el caso de que prevea generar residuos peligrosos se debe cumplimentar una tabla como la que se muestra a continuación, a modo de inventario para garantizar la correcta identificación, acopio y envío a un gestor autorizado.

INVENTARIO DE RESIDUOS PELIGROSOS				
Descripción	Código LER	Tratamiento previsto	Peso (t)	Volumen (m^3)
TOTAL				
Observaciones:				

Justificación: Este inventario se acompañará de una descripción del método empleado para realizar el inventario. La indicada justificación sólo se realizará en los casos que así lo exija la legislación comunitaria aplicable.

- **Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.**

  Se deberá incluir una descripción y justificación del presupuesto de gestión de los residuos.

6. Plan de Gestión de Residuos según el Real Decreto 105/2008

El Plan de Gestión de Residuos será redactado por el poseedor de Residuos, el cual viene definido en el Real Decreto 105/2008 como la persona física o jurídica que ejecute las obras, la cual está obligada a presentar al promotor, un plan en el que se detalle cómo va a dar cumplimiento a las obligaciones respecto a los residuos de construcción y demolición generados en la misma.

Este plan se basará en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición que acompañará al proyecto simplificado.

7. Clasificación y Residuos Tipo

A continuación, se recogen los tipos de residuo más usuales en las obras de construcción de instalaciones eléctricas.

7.1. Residuos no Peligrosos de Construcción y Demolición

Se detallan a continuación los tipos básicos de algunos residuos habituales que se generan en las obras de LA EMPRESA con su correspondiente código LER:

- Siliconas (07 02 17): Constituidos principalmente por restos de material para la protección de avifauna, como recortes de forros premoldeados.

- Envases de papel y cartón (15 01 01): Incluye cartón para embalajes de aisladores, pararrayos, material para protección de avifauna, fluorescentes, cuadros eléctricos y

en general cualquier tipo de cartón que se produzca como residuo de embalajes en la obra.

- Envases de plástico (15 01 02): Incluye envases y embalajes de plástico para material de avifauna, telegestores, celdas, cuadros eléctricos, transformadores y en general cualquier tipo de plástico que se produzca como residuo de embalajes en la obra.

- Equipos desechados (16 02 14): Incluye armarios de concentradores de telegestión, armarios de distribución de BT, celdas aisladas al aire entre otros.

- Hormigón (17 01 01): Incluye residuos de demolición de cimentaciones.

- Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas de las especificadas en el código 17 01 06 (17 01 07): Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, deben ser exclusivamente material pétreo de obra (restos de demolición, excavación, materiales cerámicos, mortero, escayola, etc.). La tasa de vertido difiere entre escombro limpio y escombro mezclado con otros inertes.

- Madera (17 02 01): Están constituidos principalmente por palés, encofrados, tablones, embalajes, madera procedente de demoliciones, bobinas para cables, cuñas, etc.

- Plástico (17 02 03): Se incluyen los tubos, bidones, envoltorios de equipos y otros como fin protector, bolsas, sacos, flejes de embalajes, bridas, materiales plásticos, etc.

- Vidrio (17 02 02): Presencia ocasional y básicamente procedente de labores de demolición.

- Mezclas bituminosas (asfalto) (17 03 02): Generado principalmente por la realización de canalizaciones en calzada.

- Cobre, bronce, latón (17 04 01): Se obtiene principalmente por el desmontaje de varilla de cobre de centro de transformación antiguos, así como como de pletinas, embarrados, etc.

- Aluminio (17 04 02): Residuos principalmente generados por el desmontaje de palcas indicadores, puertas, ventanas, rejillas y material de carpintería metálica principalmente.

- Hierro y acero (17 04 05): Residuos generados principalmente por el desmontaje de puertas, ventanas, rejillas, mamparas, crucetas, apoyos metálicos, placas indicadoras, vientos de apoyos y por pequeño material como: tornillos, tuercas, bridas, etc.

- Cables (17 04 11): Residuos generados principalmente por el desmontaje de cables de guarda y conductores con o sin aislamiento, tanto de acero-aluminio como cobre.

- Tierra y piedras (17 05 04): Son tierras procedentes de excavación, principalmente por la apertura de zanjas, catas, cimentaciones, soleras, depósitos para la recogida

de aceites, perforaciones dirigidas, etc. Este tipo de tierras son procedentes de suelo natural no contaminadas o que no hayan soportado una actividad potencialmente contaminante este tipo de tierras pueden ser reutilizadas.

- Residuos mezclados de construcción y demolición (17 09 04): Incluiría principalmente postes de hormigón con estructura metálica, aisladores de vidrio o cerámica con metal, seccionadores (metal + cerámica/polímero), derribo de casetas, demolición de pavimentos, etc.

7.2. Residuos Peligrosos de Construcción y Demolición

Se detallan a continuación los tipos básicos de algunos residuos habituales que se generan en las obras de LA EMPRESA con su correspondiente código LER:

- Mezclas bituminosas, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados (17 03 01*): procedentes de escombros de zanjas sobre asfalto y zonas asfaltadas.

- Envases contaminados (15 01 10*): Los envases que han contenido sustancias peligrosas, y que por tanto van etiquetados con alguno de los pictogramas naranjas de peligrosidad, también son residuos peligrosos.

- Incluyen una gran variedad de residuos, en formatos muy diferentes; a efectos de almacenamiento se puede distinguir entre aquellos que son voluminosos (garrafas y bidones) y aquellos otros de pequeño tamaño (latas, botellas, sacos de cemento, etc.).

- Espray (16 05 04*): Incluye los botes de espray y aerosoles con alguno de los pictogramas naranjas de peligrosidad, fundamentalmente generados en señalización y tipografía, así como botes espuma de poliuretano para el sellado de tubos.

- Equipos desechados que contienen componentes peligrosos (1), distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 12 (16 02 13*): Incluye celdas con SF6, contadores de telegestión, etc.

- Absorbentes, materiales de filtración (incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría), trapos de limpieza y ropas protectoras contaminadas por sustancias peligrosas (15 02 02*).

En general cada tipo de instalación y de obra tiene sus peculiaridades que serán reflejadas desde el punto de visto de la caracterización de residuos en el Estudio y el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.