

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas**Índice****1.- Objeto****2.- Alcance****3.- Desarrollo Metodológico**

Recuerde que esta Documentación en FORMATO PAPEL puede quedar obsoleta. Para consultar versiones actualizadas acuda al Web

Responsable		Fecha
Redacción	Redactor	08/05/2017
Verificación	Departamento de Mantenimiento	08/05/2017
Aprobación	Dirección de Medio Ambiente, Sostenibilidad, Innovación y Calidad	08/05/2017

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

1.- OBJETO

El objeto de esta Especificación Técnica es fijar las características y definir las condiciones **de entrega** que deben cumplir los **conductores** desnudos, **sin grasas, para instalar en líneas aéreas de alta tensión**

2.- ALCANCE

Esta Especificación Técnica se refiere a los **conductores desnudos instalados en las líneas** de Alta Tensión, de **la red de** Hidrocantábrico Distribución Eléctrica, S.A.U.

3.- DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1.- CLASIFICACIÓN

3.2.- DEFINICIONES

3.3.- SISTEMA DE DESIGNACION

3.4.- CARACTERISTICAS **DE LOS ALAMBRES**

3.4.1 Tipo AL1

3.4.2 Tipo ST1

3.4.3 Tipo A

3.4.4 Tipo AL3

3.5.- ENSAYOS Y RECEPCION

3.6.- SIMBOLOGIA

3.7.- CONDUCTORES **NORMALIZADOS**

3.7.1.- Conductores de aluminio con alma de acero galvanizado

3.7.2.- Conductores con alma de acero recubierto de aluminio

3.8.- **CALIFICACIÓN DE PRODUCTO Y FORMA DE ENTREGA DEL MATERIAL**

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

ANEXO A: SIMBOLOGIA

ANEXO B: CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES DE ALEACION DE ALUMINIO (D)

ANEXO C: CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES DE ALEACION DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO (DA)

ANEXO D: **CONDUCTORES NO NORMALIZADOS PERO EXISTENTES EN LA RED**

3.1.- Clasificación

Los conductores normalizados en esta Especificación Técnica, son los siguientes:

- a) Conductores de aluminio duro (AL1) según UNE-EN 60889, con alma de acero galvanizado (ST1A) de acuerdo con UNE-EN 50189, conocidos como "LA".
- b) Conductores de aluminio duro (AL1) con alma de acero recubierto de aluminio (A20SA), conocidos como "LARL".

Estas dos series se detallan en la UNE-EN 50182 y se listan en la tabla F30 del Anexo F y en el apartado 3 de la UNE-EN 50182:2002/AC.

No obstante, también se admite la utilización de otros tipos de conductores ya instalados anteriormente a esta ET/5038, en líneas construidas en zonas geográficas con condiciones singulares. Se trata de los siguientes conductores:

- Conductores de aleación de aluminio de acuerdo a UNE-EN 50183 (AL3), con alma de acero (ST1A), conocidos como "DA". Se pueden utilizar en las zonas B y C (más de 1.000 m de altitud), definidas en el Reglamento de Líneas de Alta Tensión, para tener una mayor Tensión máxima, mecánica.
- Conductores de aleación de aluminio (AL3), conocidos como "D". Estos conductores se pueden utilizar en zonas con alta contaminación atmosférica o muy salinas, reduciendo los efectos electrolíticos.

Esos dos últimos tipos de conductores se listan en las tablas F29 y F31 de la norma UNE-EN 50182:2002 Corrigendum 2005.

Las principales características mecánicas se indican en los anexos B y C de esta Especificación Técnica.

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Como información, la sección y el diámetro tanto el exterior como el del alma de acero, coincide con los valores de los conductores de aluminio-acero (LA y LARL), lo que facilita la utilización de los mismos accesorios.

3.2.- Definiciones

En la presente Especificación Técnica se utilizan una serie de términos cuyo significado es el siguiente:

3.2.1.- Alambre

Filamento de metal trefilado con una sección circular constante (según UNE-EN 50182).

3.2.2.- Aluminio

Se utiliza como un término genérico que se debe interpretar como aluminio trefilado, duro y aleaciones de aluminio (según UNE-EN 50182).

3.2.3.- Conductor de aluminio y acero galvanizado (AL1/ST1A o LA)

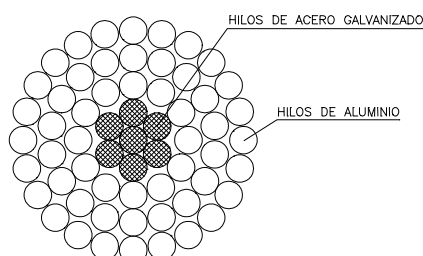


Figura 1-a

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.

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

3.2.4.- Conductor de aluminio y acero recubierto de aluminio (AL1/A20SA o LARL)

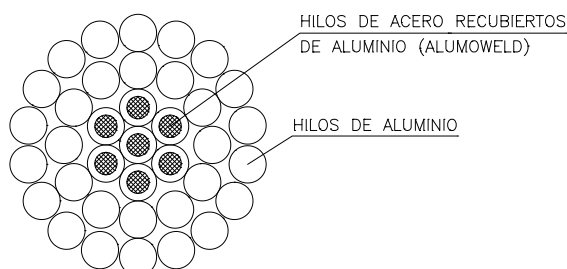


Figura 1-b

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. Los alambres de acero recubierto de aluminio pueden ir intercalados con los de aluminio formando capas mixtas o formando el alma del cable.

3.2.5.- Conductor de aleación de aluminio (AL3 o D)

Es el conductor homogéneo compuesto de varios alambres de aleación de aluminio del mismo diámetro nominal o no. Los alambres van cableados en capas concéntricas.

3.2.6.- Conductor de aleación de aluminio con alma de acero (AL3/ST1A o DA)

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.

3.2.7.- Diámetro

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Es la media aritmética de dos medidas tomadas en ángulo recto sobre la misma sección.

3.2.8.- Sección nominal de un cable

Es la suma de las secciones rectas nominales de los alambres de aluminio y de los alambres de acero, recubiertos o no de aluminio, que componen el cable.

3.2.9.- Sentido del cableado

Conforme a lo recogido en UNE-EN 50182, en sentido del cableado puede ser a derechas o a izquierdas, tal como en la figura 2-a. En el primer caso, los alambres se cablean según la dirección de la parte central de la letra Z, cuando el cable está en posición vertical, según la figura 2-b. En el segundo caso, los alambres se arrollan según la dirección de la parte central de la letra S, cuando el cable está igualmente en posición vertical, según la figura 2-c.

a) Conductor, varias capas:

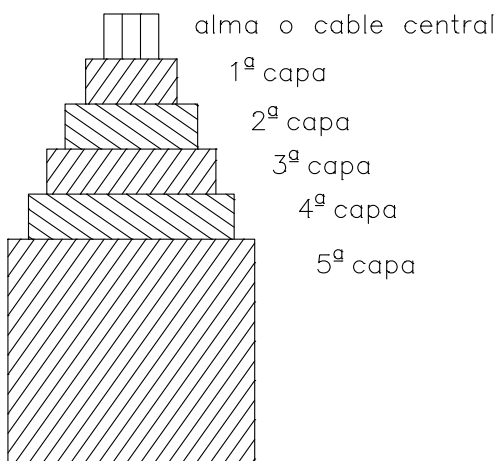


Figura 2-a

b) Hélice a la derecha

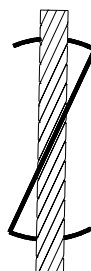
Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Figura 2-b

c) Hélice a la izquierda

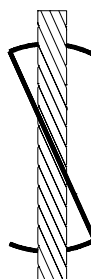


Figura 2-c

En cuanto a la formación de los conductores es muy importante tener en cuenta que “el sentido del cableado de la última capa de los conductores contenidos en esta Especificación Técnica será a derechas”.

3.2.10.- Relación de cableado

Es la que existe entre la longitud, según el eje, de una vuelta completa de la hélice formada por un alambre individual en el cable y el diámetro exterior de esta hélice (según UNE-EN 50182).

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

3.2.11.- Paso de cableado

Es la longitud axial de una vuelta completa de la hélice formada por un alambre individual en el cable.

3.3.- Sistema de Designación

En la **UNE-EN 50182** se define el sistema de designación de los conductores cableados, fabricados en aluminio con o sin alambres de acero.

Los conductores homogéneos en aluminio se designan como ALx, donde 'x' identifica el tipo de aluminio. Los conductores homogéneos en alambres de acero recubiertos de aluminio se designan como yzSA donde '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).

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).

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 como en el apartado b.

Los conductores se identifican como sigue:

Un número de código que es la sección nominal, redondeado a un entero, del aluminio o el acero según el caso;

Una designación identificando el tipo de alambres que constituyen el conductor. Para conductores compuestos el primer grupo de caracteres se aplica a la envolvente y el segundo grupo al alma.

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

- EJEMPLOS:

- 16-AL1: Conductor de alambres de aluminio AL1 con una sección de 15,9 mm², redondeado a 16 mm².
- 587-AL3: Conductor de alambres de aluminio AL3 con una sección de 586,9 mm², redondeado a 587 mm².
- 401-AL1/28-ST1A: Conductor compuesto de alambres de aluminio AL1 y de un alma de alambres de acero galvanizado ST1A con un recubrimiento de zinc clase A. La sección de los alambres AL1 es de 401 mm² y la de los alambres de acero ST1A es de 28 mm².
- 401-AL1/28-A20SA: Conductor compuesto de alambres de aluminio AL1 y de un alma de alambres de acero revestidos de aluminio de grado A y de clase 20. La sección de los alambres AL1 es de 401 mm² y la de los alambres de acero A20SA es de 28 mm².
- 65-A20SA: Conductor de alambres de acero recubiertos de aluminio de grado A y clase 20 con una sección de 65 mm².

3.4.- Características de los alambres

3.4.1 Tipo AL1

Para los alambres de aluminio duro que se indican en la norma UNE-EN 60889 se utiliza el único tipo previsto definido como AL1 (denominación antigua L) cuyas características principales se resumen en la tabla 1 referida a continuación.

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas**TABLA 1**

Propiedades mecánicas del alambre de aluminio duro (AL1)

Diámetro nominal		Resistencia a la tracción mínima (MPa)
Mayor (mm)	Hasta e incluyendo (mm)	
-	1.25	200
1.25	1.50	195
1.50	1.75	190
1.75	2.00	185
2.00	2.25	180
2.25	2.50	175
2.50	3.00	170
3.00	3.50	165
3.50	5.00	160

3.4.2 Tipo ST1

Para los alambres de acero galvanizado que se indican en la norma UNE-EN 50189, el acero que se utiliza es el tipo designado como ST1 (denominación antigua A) y la clase de protección de la capa de recubrimiento de zinc será A. Los datos significativos de las propiedades tanto del acero como de la capa de protección se reflejan en las tablas 2 y 3 respectivas que se refieren a continuación.

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

TABLA 2

Propiedades mecánicas de los alambres ST1A

Diámetro nominal del alambre mm		Tolerancia en el diámetro	Tensión al 1% del alargamiento $R_e 1.0$	Resistencia a la tracción R_m	Alargamiento sobre 250 mm A_{250}	Diámetro del mandril para el ensayo de arrollamiento	Número de torsiones
Mayor de	Menor o igual a	mm	N/mm ²	N/mm ²	%	xD	Mínimo
			Mínimo	Mínimo	Mínimo		
1.24	1.50	±0.03	1170	1400	3.0	1	18
1.50	1.75	±0.03	1170	1400	3.0	1	18
1.75	2.25	±0.03	1170	1400	3.0	1	18
2.25	2.75	±0.04	1140	1350	3.0	1	16
2.75	3.00	±0.05	1140	1350	3.5	1	16
3.00	3.50	±0.05	1100	1300	3.5	1	14
3.50	4.25	±0.06	1100	1300	4.0	1	12
4.25	4.75	±0.06	1100	1300	4.0	1	12
4.75	5.50	±0.07	1100	1300	4.0	1	12

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas**TABLA 3**

Requisitos del recubrimiento de zinc

Diámetro nominal del alambre (mm)		Clase A	
Mayor de	Menor o igual a	Masa mín. de Zn g/m ²	Nº mín. de inmersiones de 1 minuto
1.24	1.50	185	2
1.50	1.75	200	2
1.75	2.00	215	2½
2.00	2.25	215	2½
2.25	2.75	230	3
2.75	3.00	230	3
3.00	3.50	245	3½
3.50	4.25	260	3½
4.25	4.75	275	4
4.75	5.00	290	4
5.00	5.25	290	4
5.25	5.50	290	4

NOTA- ½ inmersión significa una inmersión de 30 sg.

3.4.3 Tipo A

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Para los alambres de acero recubierto de aluminio que se indican en la norma UNE-EN 61232, el acero que se utiliza es el tipo designado como A (denominación antigua RL y particularizada para **HCDE**, es Aw) y la clase de protección de la capa de recubrimiento de aluminio será 20SA. Los datos significativos de las propiedades de este acero como de la capa de protección se reflejan en la tabla 4 que se refiere a continuación.

TABLA 4

Requisitos de tracción y resistividad de los alambres A20SA (antes del cableado)

CLASE	TIPO	Diámetro nominal		Resistencia a la tracción	Tensión al 1% de alargamiento	Resistividad a 20%	Tensión de endurencia*
		Más de	Igual o menor de				
		mm	mm	Mín.	Mín.	Máx.	Mín.
20SA	A	1.24	3.25	1340	1200	84.80 (correspondiendo a una conductividad de 20,3% IACS)	1230
		3.25	3.45	1310	1180		1200
		3.45	3.65	1270	1140		1170
		3.65	3.95	1250	1100		1150
		3.95	4.10	1210	1100		1110
		4.10	4.40	1180	1070		1080
		4.40	4.60	1140	1030		1050
		4.60	4.75	1100	1000		1010
		4.75	5.50	1070	1000		980

* La tensión de endurencia se toma como el 92% del valor de la resistencia a la tracción mínima del alambre antes de ser cableado, según se especifica en la columna 4. Este requisito es utilizado en algunos países para calcular

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

la tensión de endurancia de un conductor cableado, y es la máxima tensión a tracción mantenida constantemente que puede soportar durante un año sin romperse.

3.4.4 Tipo AL3

Aunque no están normalizados, para los alambres en aleación de aluminio-magnesio-silicio que se indican en la norma UNE-EN 50183 se utiliza el AL3 (denominación antigua D) cuyas características principales se resumen en la tabla 5 referida a continuación.

TABLA 5

Características finales de los alambres AL3 después del tratamiento térmico

Tipo	Conductividad nominal	Diámetro nominal		Resistencia mínima a la tracción		Alargamiento mínimo después de rotura sobre 250 mm	Resistividad máxima	
		mayor de	igual o menor de	de cada alambre	media de un lote		de cada alambre	media de un lote
	% IACS	Mm	mm	N/mm ²	N/mm ²	%	nΩ·m	nΩ·m
AL3	53,0	1.50	5.00	295	-	3.5	32.53	-

3.5.- Ensayos y Recepción

Los criterios para el muestreo, aceptación y rechazo de un suministro serán los establecidos en la norma UNE 21 044, efectuándose, en el laboratorio del fabricante, todos los ensayos siendo, para todos los conductores los indicados en el capítulo 6 de la norma UNE-EN 50182.

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

3.6.- Simbología

En el ANEXO A de esta Especificación Técnica se relacionan y significan, como también las unidades en que se expresan, los símbolos de las características y términos de cálculo más representativos de los conductores utilizados en las líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión.

3.7.- Conductores **normalizados**

De **todos** los **conductores** relacionados en la norma UNE-EN 50182, los conductores escogidos son los que a continuación se indican.

3.7.1.- Conductores de aluminio con alma de acero galvanizado **(AL1/ST1A) (LA)**

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

Los conductores normalizados son los expuestos en la tabla 6.

TABLA 6

CARACTERÍSTICAS (según Norma UNE 21 018. Acero calidad A)		DENOMINACION NUEVA (DENOMINACION ANTIGUA)						
		47-AL1/8-ST1A (LA56)	94-AL1/22-ST1A (LA110)	147-AL1/34-ST1A (LA180)	242-AL1/39-ST1A (LA280)	337-AL1/44-ST1A (LA380) (CARDINAL)	402-AL1/52-ST1A (LA455) (CONDOR)	485-AL1/63-ST1A (LA545) (CARDINAL)
Sección(F) (mm ²)	Aluminio (AL1)	46,8	94,2	147,3	241,7	337,3	402,3	484,5
	Acero (ST1A)	7,8	22,0	34,3	39,4	43,7	52,2	62,8
	Total (AL1/ST1A)	54,6	116,2	181,6	281,1	381,0	454,5	547,3

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Equivalencia en cobre (mm ²)			30	60	93	152	212	253	305
Diámetro (D) (mm)	Alma		3,15	6,00	7,50	8,04	8,46	9,24	10,14
	Total		9,45	14,00	17,50	21,80	25,38	27,72	30,42
Composi- ción	Alam- bres de alumi- nio	Nº	6	30	30	26	54	54	54
		Diámetro(d) (mm)	3,15	2,00	2,50	3,44	2,82	3,08	3,38
	Alam- bres de acero	Nº	1	7	7	7	7	7	7
		Diámetro(d) (mm)	3,15	2,00	2,50	2,68	2,82	3,08	3,38
Carga de rotura(CR) (Kg)			1.670	4.400	6.520	8.620	10.870	6.520	15.150
Resistencia eléctrica a 20°C(R) (Ohm/Km)			0,613	0,3066	0,1962	0,1194	0,0857	0,1962	0,0596
Peso(P) (Kg/Km)	Aluminio		128,3	260,4	407	667	932	1.112	1.340
	Acero		60,8	172,3	269	310	343	409	492
	Total		189,1	433	676	977	1275	1.521	1.832
Módulo de elasticidad(E) (Kg/mm ²)			8.100	8.200	8.200	7.700	7.000	7.000	7.000

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Coeficiente de dilatación lineal (δ) (mm x 10 ⁻⁶)	19,1	17,8	17,8	18,9	19,3	19,3	19,3
Intensidad admisible reglamentaria (I) (A)	205*	330*	440*	605*	751	840*	935*
Tensión máxima normal (T _{mn}) (kg)	525	1.200	1.850	2.500	3.000	3.600	4.200
Tensión máxima reducida (T _{mr}) (kg)	325	750	1.200	2.100	-	-	-

* Estos valores fueron obtenidos mediante el cálculo, aplicando la fórmula de calentamiento (balance térmico), fijando la temperatura del conductor en 80°C, con temperatura ambiente del aire de 35°C. Valores estos de aplicación solo para la zona geográfica de la Comunidad de Asturias. Para el resto del territorio Nacional serán de aplicación los valores de intensidad máxima obtenidos según el proceder prescrito en el Registro de líneas eléctricas aéreas de AT (art. 22).

3.7.2.- Conductores con alma de acero recubierto de aluminio (AL1/A20SA) (LARL)

Por su configuración, dada la alta resistencia a la corrosión del aluminio, tiene una aplicación específica para zonas calificadas como de contaminación fuerte.

Los conductores normalizados son los expuestos en la tabla 7. La sección y el diámetro tanto el exterior como el del alma, coincide con los del aluminio-acero, lo que facilita la utilización de los mismos accesorios.

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

TABLA 7

CARACTERISTICAS (según Norma UNE 21 018)		DENOMINACION NUEVA (DENOMINACION ANTIGUA)				
		107-AL1/18- A20SA (LARL125)	147-AL1/34- A20SA (LARL180)	242-AL1/39- A20SA (LARL280)	402-AL1/52- A20SA (LARL455)	485-AL1/63- A20SA (LARL545)
Sección(F) (mm ²)	Aluminio (AL1)	107,2	147,3	241,7	402,3	484,5
	Acero recubierto de aluminio (A20SA)	17,9	34,3	39,4	52,2	62,8
	Total (AL1/A20SA)	125,1	181,6	281,1	454,5	547,3
Equivalencia en cobre (mm ²)		64	97	157	259	312
Diámetro(D) (mm)	Alma	4,77	7,50	8,04	9,24	10,14
	Total	14,31	17,50	21,80	27,72	30,42

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Composición		Nº	6	30	26	54	54
	Alambres de aluminio	Diámetro (d) (mm)	4,77	2,50	3,44	3,08	3,38
	Alambres de ARL	Nº	1	7	7	7	7
		Diámetro (d) (mm)	4,77	2,50	2,68	3,08	3,38
Carga de rotura (CR) (Kg)			3.560	6.760	8.940	13.200	15.630
Resistencia eléctrica a 20°C (R) (Ohm/Km)			0,2568	0,1818	0,1131	0,0688	0,0571
Peso (P) (Kg/Km)	Aluminio		294	407	667	1.112	1.339
	ARL		118	227	262	345	416
	Total		412	634	929	1.457	1.755
Módulo de elasticidad (E) (Kg/mm ²)			7.500	7.600	7.300	6.700	6.700
Coeficiente de dilatación lineal (δ) (mm x 10 ⁻⁶)			19,3	18	19,1	19,5	19,5
Intensidad reglamentaria (I) (A) admisible			391	460*	623*	861*	973*

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Tensión máxima normal (T _{mn}) (kg)	1000	1.850	2.500	3.600	4.200
Tensión máxima reducida (T _{mr}) (kg)	750	1.200	2.100	-	-

* Estos valores fueron obtenidos mediante el cálculo, aplicando la fórmula de calentamiento (balance térmico), fijando la temperatura del conductor en 80°C, con temperatura ambiente del aire de 35°C. Valores estos de aplicación solo para la zona geográfica de la Comunidad de Asturias. Para el resto del territorio Nacional serán de aplicación los valores de intensidad máxima obtenidos según el proceder prescrito en el Registro de líneas eléctricas aéreas de AT (art. 22).

3.8 Calificación de producto y forma de entrega del material

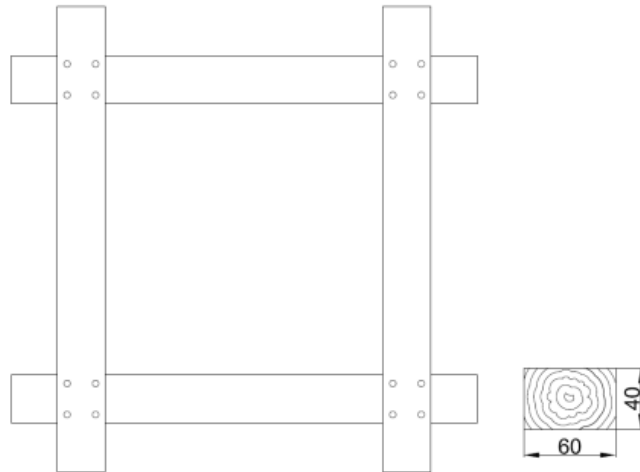
Para la calificación de cualquier tipo de conductor contemplado en esta Especificación Técnica, HCDE exigirá la posesión de un certificado de calidad del producto, tipo marca N o equivalente. En casos singulares (conductores de poco consumo) se admitirá un certificado de cumplimiento de la norma correspondiente, emitido por un laboratorio u organismo acreditado, del material a entregar.

El material solicitado se entregará en bobinas de madera, según UNE 21167.

Todas las bobinas deberán de llevar duelas o un sistema que proteja mecánicamente al conductor.

En cada bobina figurará el nombre del fabricante, el tipo y sección del conductor, así como el peso del mismo y el peso total. Se aceptará una tolerancia del 5% sobre la cantidad ofertada.

Durante el transporte, las bobinas irán sobre una cuna de madera de pino maciza (ver figura 3) o palé y se entregarán dispuestas en el vehículo, para descargar directamente con carretilla elevadora, sin muelle de carga.

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas**Figura 3**

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas**ANEXO A****SIMBOLOGIA**

SIGNO	DEFINICION	UNIDAD
F	Sección recta del conductor	mm ²
D	Diámetro total del conductor	mm
d	Diámetro del alambre	mm
CR	Carga de rotura	Kg
R	Resistencia eléctrica	Ohm/Km
P	Peso	Kg/Km
P _m	Peso del cable con sobrecarga	Kg
t	Temperatura del tendido	°C
t _m	Temperatura del estado crítico	°C
T	Tracción de tendido	Kg
T _{mn}	Tracción máxima normal del conductor	Kg
T _{mr}	Tracción máxima reducida del conductor	Kg
E.D.S	" Tensión de cada día " ($\leq 15\%$ CR)	Kg
f	Flecha de tendido	m
f _m	Flecha máxima	m
f _{min}	Flecha mínima	m
S	Coeficiente de seguridad	-

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

e	Resistividad	Ohm x mm ² /m
I	Intensidad nominal	A
δ	Coeficiente de dilatación lineal	/°C
E	Módulo de elasticidad	Kg/mm ²
Y _o	Parámetro de tendido (T/P)	-
L	Longitud de vano	m
H	Sobrecarga de hielo	Kg/m
V	Sobrecarga de viento	Kg/m

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

ANEXO B

CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES DE ALEACION DE ALUMINIO (D)

CARACTERISTICAS (según Norma UNE 21 018)		DENOMINACION NUEVA							
		55-AL3	76-AL3	117-AL3	148-AL3	188-AL3	279-AL3	454-AL3	547-AL3
Sección(F) (mm ²)		54,6	75,5	117,0	148,1	188,1	279,3	454,5	547,3
Equivalencia en cobre (mm ²)		30	41	64	81	102	152	250	300
Diámetro (D) (mm)		9,45	11,25	14,0	15,75	17,75	21,70	27,72	30,42
Composición alambres	Nº	7	19	19	19	19	37	61	61
	Diámetro(d) (mm)	3,15	2,25	2,80	3,15	3,55	3,10	3,08	3,38
Carga de rotura (CR) (Kg)		1.630	2.260	3.500	4.430	5.630	8.360	13.600	16.400
Resistencia eléctrica a 20°C(R) (Ohm/Km)		0,6034	0,4378	0,2827	0,2234	0,1758	0,1187	0,0731	0,0607
Peso (P) (Kg/Km)		149,3	208	322	407	517	770	1.256	1.512

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Módulo de elasticidad(E) (Kg/mm ²)	6.000	5.700	5.700	5.700	5.700	5.700	5.500	5.500
Coefficiente de dilatación lineal (δ) (mm x 10 ⁻⁶)	23	23	23	23	23	23	23	23
Intensidad reglamentaria (I) admisible (A)	212*	262*	348*	406*	474*	614*	844*	954*
Tensión máxima normal (Tmn) (Kg)	500	700	950	1450	1600	2400	3600	4200
Tensión máxima reducida (Tmr) (Kg)	300	525	600	800	1000	2000	-	-

* Estos valores fueron obtenidos mediante el cálculo, aplicando la fórmula de calentamiento (balance térmico), fijando la temperatura del conductor en 80°C, con temperatura ambiente del aire de 35°C. Valores estos de aplicación solo para la zona geográfica de la Comunidad de Asturias. Para el resto del territorio Nacional serán de aplicación los valores de intensidad máxima obtenidos según el proceder prescrito en el Registro de líneas eléctricas aéreas de AT (art. 22).

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

ANEXO C

CARACTERISTICAS DE LOS CONDUCTORES DE ALEACION DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO (DA)

CARACTERISTICAS (según Norma UNE 21 018. Acero galvanizado, calidad A)		DENOMINACION NUEVA (DENOMINACION ANTIGUA)						
		47-AL3/8-ST1A (DA56)	67-AL3/11-ST1A (DA78)	94-AL3/22-ST1A (DA110)	119-AL3/28-ST1A (DA145)	147-AL3/34-ST1A (DA180)	226-AL3/53-ST1A (DA280)	
Sección(F) (mm ²)	Aluminio	46,8	67,4	94,2	119,3	147,3	226,4	
	Acero	7,8	11,2	22,0	27,8	34,3	52,9	
	Total	54,6	78,6	116,2	147,1	181,6	279,3	
Equivalencia en cobre (mm ²)		25	37	52	65	80	125	
Diámetro (D) (mm)	Alma	3,15	3,78	6,00	6,75	7,50	9,30	
	Total	9,45	11,34	14,00	15,75	17,50	21,70	
Composición	Alambres de aluminio	Nº	6	6	30	30	30	
		Diámetro(d) (mm)	3,15	3,78	2,00	2,25	2,50	3,10
	Alambres de acero	Nº	1	1	7	7	7	7
		Diámetro(d) (mm)	3,15	3,78	2,00	2,25	2,50	3,10

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

Carga de rotura (CR) (Kg)		2.410	3.470	5.610	7.100	8.770	13.500
Resistencia eléctrica a 20°C(R) (Ohm/Km)		0,7056	0,4900	0,3525	0,2785	0,2256	0,1467
Peso (P) (Kg/Km)	Aluminio	128,3	185	261	330	407	626
	Acero	60,8	87	172	218	269	414
	Total	189,1	272	433	548	676	1.040
Módulo de elasticidad(E) (Kg/mm ²)		8.100	8.100	8.200	8.200	8.200	8.200
Coefficiente de dilatación lineal (δ) (mm x 10 ⁻⁶)		19,1	19,1	17,8	17,8	17,8	17,8
Intensidad admisible reglamentaria (I) (A)		196*	249*	312*	364*	417*	552*
Tensión máxima normal (Tmn) (Kg)		525	750	1200	1750	1850	2500
Tensión máxima reducida (Tmr) (Kg)		325	550	750	1000	1200	2100

* Estos valores fueron obtenidos mediante el cálculo, aplicando la fórmula de calentamiento (balance térmico), fijando la temperatura del conductor en 80°C, con temperatura ambiente del aire de 35°C. Valores estos de aplicación solo para la zona geográfica de la Comunidad de Asturias. Para el resto del territorio Nacional serán de aplicación los valores de intensidad máxima obtenidos según el proceder prescrito en el Registro de líneas eléctricas aéreas de AT (art. 22).

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas**ANEXO D****CONDUCTORES NO NORMALIZADOS PERO EXISTENTES**

CONDUCTOR TIPO	CARACTERISTICAS		
	ZONA	T _{mn}	T _{mr}
27-AL1/4-ST1A (LA30)	A	335	-
	B	335	-
	C	335	-
37-AL1/6-ST1A (LA40)	A	450	-
60-AL1/14-STIA (LA80)	A	930	-
	B	930	-
	C	900	-
253-AL1/59-ST1 (HERON)	A	3250	-
	A	-	2300

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

67-AL1/11-ST1A (LA78)	A	750	
	B	750	
	A		550
	C	750	
	B		550
	C		550
119-AL1/28-ST1A (LA145)	A	1750	
	B	1750	
	A		1000
	C	1750	
	B		1000
	C		1000
47-AL-1/8-A20SA (LARL56)	A	525	
	B	525	
	C	525	
	A		325
	B		325
	C		325

Conductores desnudos de alambres redondos, para Líneas Eléctricas Aéreas

67-AL1/11-A20SA (LARL78)	A	750	
	B	750	
	C	750	
	A		550
	B		550
	C		550
94-AL1/22-A20SA (LARL110)	A	1200	
	B	1200	
	C	1200	
	A		750
	B		750
	C		750
119-AL1/28-A20SA (LARL145)	A	1750	
	B	1750	
	C	1750	
	A		1000
	B		1000
	C		1000