



IBERDROLA

NI 54.63.01

Enero de 1999

EDICION: 6ª

NORMA IBERDROLA

Conductores desnudos de aluminio-acero para líneas eléctricas aéreas de alta tensión



DESCRIPTORES:

Conductores desnudos de aluminio-acero. Cables desnudos aluminio-acero.

Conductores desnudos de aluminio-acero para líneas eléctricas aéreas de alta tensión



Indice

	Página
0 Introducción.....	2
1 Objeto y campo de aplicación.....	2
2 Normas de consulta.....	3
3 Conductores seleccionados. Características esenciales	3
4 Características y ensayos.....	5
4.1 Generales.....	5
4.2 Exigencias complementarias.....	5
5 Designación del conductor.....	7
6 Condiciones de suministro.....	8
7 Calificación y recepción.....	8
7.1 Calificación.....	8
7.2 Recepción.....	8
Anexo A (Normativo).....	10
Anexo B (Normativo).....	12

0 Introducción

La norma internacional IEC 61 089 "Conductores para líneas aéreas de alambres circulares, cableados en capas concéntricas", es el fruto de un ingente trabajo en el que han intervenido un equipo de personas expertas y experimentadas pertenecientes al mundo de la empresa eléctrica y de la fabricación.

La idea fundamental del documento es conseguir el aprovechamiento óptimo del conductor en su misión principal, esto es, en el transporte de energía eléctrica.

Se estableció, en primer lugar, una serie métrica de secciones y composiciones para conductores de aluminio homogéneo, basada en la serie Renard.

En base a esta tabla se confeccionaron, sucesivamente las tablas para conductores de aleaciones de aluminio y aluminio-acero equivalentes eléctricamente a las de aluminio homogéneo.

Por lo tanto, fijada una capacidad de transporte eléctrico, las tablas proporcionan conductores de muy diferentes características constructivas y mecánicas que satisfacen este requisito. Para la elección del más idóneo en cada caso, el proyectista debe considerar otros factores: terreno, apoyos, climatología, etc. Será factible proyectar una línea eléctricamente homogénea con tramos de apoyos y conductores muy diferentes.

A grandes rasgos y en síntesis, la nueva serie de conductores, además de conseguir la unificación universal, presenta las siguientes ventajas:

- menores costos de fabricación
- mayores longitudes de rotura
- mejor comportamiento frente a la corrosión
- reducción de pérdidas eléctricas

1 Objeto y campo de aplicación


Esta norma establece la serie de conductores nuevos que en adelante deberán utilizarse en la construcción de líneas eléctricas aéreas de alta tensión.

Esta norma se refiere también a los conductores hasta ahora utilizados y que deberán serlo todavía en determinadas ocasiones.



Para uno y otro caso esta norma establece, en ella misma o por referencia todo lo relativo a características, ensayos, suministro, calificación y recepción.

2 Normas de consulta

- 
- NI 00.08.00: Calificación de suministradores y productos tipificados.
- UNE 21 005: Alambres de acero galvanizado para cables de aluminio y aleación de aluminio, con alma de acero, destinados a líneas eléctricas aéreas.
- UNE 21 016: Cables de aluminio con alma de acero para líneas eléctricas aéreas.
- UNE 21 044: Planes de muestreo y criterios de aceptación y rechazo en la recepción de cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- UNE 21 045: Bobinas de madera destinadas a cables desnudos para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- UNE 21 162: Bobinas metálicas destinadas a conductores y cables de tierra para líneas eléctricas aéreas.
- UNE EN 60 889: Alambres de aluminio para conductores de líneas eléctricas aéreas.
- IEC 61 089: Conductores para líneas aéreas de hilos circulares, cables en capas concéntricas.

3 Conductores seleccionados. Características esenciales

La tabla 1 incluye secciones de aluminio 100, 160, 250, 400, 500, 630 y 800 mm².

Para las secciones de 250, 400, 500, 630 y 800 mm² se han fijado dos composiciones con diferente proporción de acero. Los reforzados, con mayor proporción de acero, se utilizarán, exclusivamente para situaciones extraordinarias.

La tabla 1 proporciona las características esenciales de los conductores.

La tabla 2 de las potencias de transporte de cada conductor en función de la tensión.

Tabla 1
Características esenciales de los conductores de aluminio/acero

Designación	Secciones		Número de alambres		Propor- ción de acero S/A	Diámetro de los alambres			Diámetros		Masa lí- neal $\frac{kg}{km}$	Resis- tencia a la trac- ción daN	Resis- tencia en c.c. Ω/km	E Mó- dulo de es- tircidad daN $\frac{mm^2}{mm^2}$	α Coefi- ciente de dilata- ción lineal $\times 10^{-6}$	Reglto.		Código
	Al	S/A	Tot.	Al		S/A	Al	S/A	Alma	Cond						Densidad de corriente $\frac{A}{mm^2}$	Intensi- dad de corriente A	
40-Al/S/A-6/1	40	6,7	46,7	6	1	2,91	2,91	2,91	8,74	162	1440	0,7174	7900	19,1	3,82	178	54 63 109	
63-Al/S/A-6/1	63	10,5	73,5	6	1	3,66	3,66	3,66	11	254	2163	0,4555	7900	19,1	3,24	238	54 63 113	
100-Al/S/A-6/1	100	16,7	116,7	6	1	4,61	4,61	4,61	13,8	404	3433	0,2869	7900	19,1	2,76	320	54 63 116	
160-Al/S/A-26/7	160	26,1	186,1	26	7	2,80	2,18	6,53	17,7	645	5769	0,1805	7500	18,9	2,38	440	54 63 122	
250-Al/S/A-32/7	250	24,6	274,6	22	7	3,80	2,11	6,34	21,6	881	6872	0,1154	6700	20,0	2,12	585	54 63 125	
250-Al/S/A-26/7	250	40,7	290,7	26	7	3,50	2,72	8,16	22,2	1008	8767	0,1155	7500	18,9	2,02	585	54 63 126	
400-Al/S/A-45/7	400	27,7	427,7	45	7	3,36	2,24	6,73	26,9	1320	9036	0,0722	6600	20,9	1,85	790	54 63 128	
400-Al/S/A-54/7	400	51,9	451,9	54	7	3,07	3,07	9,21	27,6	1510	12304	0,0723	6900	19,3	1,76	790	54 63 129	
500-Al/S/A-45/7	500	34,6	534,6	45	7	3,76	2,51	7,52	30,1	1650	11941	0,0578	6900	20,9	1,69	905	54 63 131	
500-Al/S/A-54/7	500	64,8	564,8	54	7	3,43	3,43	10,3	30,9	1888	15380	0,0578	6900	19,3	1,60	905	54 63 132	
630-Al/S/A-45/7	630	43,6	673,6	45	7	4,22	2,81	8,44	33,8	2079	15045	0,0459	6600	20,9	1,49	1000	54 63 134	
630-Al/S/A-54/19	630	79,8	709,8	54	19	3,85	2,31	11,6	34,7	2366	19177	0,0459	6700	19,4	1,40	1000	54 63 135	
800-Al/S/A-84/7	800	66,7	866,7	84	7	3,48	3,48	10,4	38,3	2733	20533	0,0362	6600	20,5	1,23	1070	54 63 137	
800-Al/S/A-54/19	800	101	901,0	54	19	4,34	2,61	13,0	39,1	3005	24352	0,0362	6700	19,4	1,18	1070	54 63 138	



Tabla 2

Potencias de transporte de cada conductor
en función de la tensión para $\cos \alpha = 1$
(MVA)

CONDUCTOR	20 kV	30 kV	45 kV	66 kV	132 kV		220 kV		380 kV	
	SX	SX	SX	SX	SX	DX	SX	DX	DX	TX
40-A/S-6/1	6									
63-A/S-6/1	8									
100-A/S-6/1		17	25	37						
160-A/S-26/7		23	34	50	101	202				
250-A/S-22/7		30	45	67	134	267		445		
250-A/S-26/7		30	45	67	134	267		445		
400-A/S-45/7					181		301	602	1040	
400-A/S-54/7					181		301	602	1040	
500-A/S-45/7					207		344		1190	
500-A/S-54/7					207		344		1190	
630-A/S-45/7							381		1316	
630-A/S-54/19							381		1316	
800-A/S-84/7									1409	
800-A/S-54/19									1409	

4 Características y ensayos

4.1 Generales

Las características y ensayos de los conductores objeto de esta norma serán los establecidos en la norma IEC 61 089.

Antes de dar comienzo a la fabricación en serie del lote pedido, el fabricante presentará a recepción y comprobación una muestra del cable a fabricar con objeto de que Iberdrola pueda comprobar los parámetros a utilizar en la fabricación.

4.2 Exigencias complementarias

4.2.1 Relación de cableado

- Conductores con 4 capas de aluminio
 - capa exterior de aluminio: 10 a 11
 - capa subyacente de aluminio: 1,05 a 1,15 de la anterior
 - capa subyacente de aluminio: 1,15 a 1,25 de la anterior
 - capa subyacentes de aluminio: 1,25 a 1,35 de la anterior
 - capa subyacente de acero: 1,25 a 1,35 de la anterior



- Conductores con 3 capas de aluminio
 - capa exterior de aluminio: 10,5 a 11,25
 - capa subyacente de aluminio: 1,1 a 1,3 de la anterior
 - capa subyacente de aluminio: 1,2 a 1,4 de la anterior
 - capa subyacente de acero: 23,75 a 26,25
- Conductores con 2 capas de aluminio
 - capa exterior de aluminio: 11 a 14
 - capa subyacente de aluminio: 1,06 a 1,2 de la anterior
 - capa subyacente de acero: 1,38 a 1,48 de la anterior

La existencia de alma de acero de 2 capas tendrá una relación de:

- capa exterior del alma: 1,05 a 1,15 de la anterior de aluminio
- capa interior del alma: 1,15 a 1,25 de la anterior de aluminio

La capa exterior estará siempre cableada a derechas (Z).

4.2.2 Apretado del cable.- el cable deberá quedar siempre suficientemente apretado para su correcto montaje. En este sentido deberá satisfacer el ensayo que al respecto se realizará sobre el cable completo.

4.2.3 Tense de los alambres.- El fabricante informará a Iberdrola el tense de los alambres utilizado en la fabricación del cable no pudiendo variar éste sin consentimiento de Iberdrola.

4.2.4 Ensayos sobre el cable completo.- El ensayo del cable completo se realizará en una máquina de tipo horizontal sobre una longitud mínima de conductor de 10 m.

El ensayo constará de dos fases.

Primera fase: variación del diámetro.

Se medirá el diámetro del conductor sin tiro. Se eleva la carga del conductor hasta el 30% de su carga de rotura y se mantiene durante 2 min. Se mide de nuevo el diámetro.

La variación registrada no será superior al 1% del diámetro inicial.



Segunda fase: carga de rotura y gráfico tracción-alargamiento.

Si el cable satisface el ensayo anterior se eleva la carga hasta la rotura del cable. El ensayo se considerará satisfactorio cuando la carga alcanzada antes de la rotura de 2 alambres es superior al 90% de la carga de rotura nominal del cable.

Durante este ensayo se obtendrá el gráfico tracción-alargamiento del cable.

4.2.5 Ensayo de tracción-torsión.- Sobre una muestra del cable completo se realizará un ensayo de tracción-torsión.

El ensayo se realizará sobre una longitud de 4 m de cable, tomados a partir de la primera vuelta de la bobina, con una máquina de cálculo de momentos de giro.

Deberá cumplirse que:

- el momento de giro del conductor no descienda, el nivel negativo por debajo del 10% del valor absoluto
- el resto del momento de giro resultante del alma de acero no toma valores positivos
- la diferencia, para la máxima carga de tensión de ensayo, entre el valor del momento de giro de la curva del conductor completo y el de la recta paralela desde el origen de coordenadas, ha de ser menor del 15% del valor del momento de giro de la citada recta teórica.

5 Designación del conductor

Los conductores objeto de esta norma se designarán así:

- sección de aluminio equivalente (mm²)
- relación A1/S1A: indica que se trata de aluminio homogéneo y acero normal de galvanizado tipo A
- relación del número de alambres de aluminio y acero

Ejemplo:

Cable desnudo de aluminio-acero 100 A1/S1A-6/1 NI 54.63.01.



6 Condiciones de suministro

En bobinas de madera UNE 21 045. Podrá omitirse la protección interior y el pintado exterior de las bobinas a criterio del fabricante.

Por indicación expresa en el pedido, en bobinas metálicas UNE 21 162.

Salvo indicación en contra se suministrarán en las longitudes recomendadas establecidas en la norma de bobinas.

Se admitirá una tolerancia en las longitudes de cada bobina de $\pm 2\%$.

Podrán admitirse un número de bobinas no superior al 3% del lote, con longitudes superiores al 50% de las solicitadas.

7 Calificación y recepción

7.1 Calificación

Con carácter general, la inclusión de suministradores y productos se realizará siempre de acuerdo con lo establecido en la norma NI 00.08.00: "Calificación de suministradores y productos tipificados".

Iberdrola se reserva el derecho de repetir ciertos ensayos realizados por el fabricante o en la fase de obtención de la marca de calidad.

El proceso de calificación incluirá la realización de los ensayos indicados en el capítulo 4 de esta norma.

Una vez realizado el proceso de calificación, se elaborará, por cada fabricante y modelo, un anexo de gestión de calidad a realizar por Iberdrola.

7.2 Recepción

Los criterios de recepción variarán a juicio de Iberdrola, en función del Control de Calidad instaurado en fábrica y de la relación Iberdrola-Suministrador en lo que respecta a este producto (experiencia acumulada, calidad concertada, etc.).

A este respecto después del proceso de calificación, se elaborará para cada fabricante y modelo, un anexo de gestión de calidad a realizar por aquél.



En principio se seguirá el criterio establecido en la UNE 21 044.

Salvo acuerdo expreso entre Iberdrola y el fabricante, el primer lote fabricado y presentado a recepción no superará el 40% del pedido.

Los ensayos sobre cable completo, variación del diámetro, carga de rotura y momentos de giro, se efectuarán sobre una muestra de bobinas determinada por la fórmula:

$$2 + \frac{2b}{25}$$

siendo b el número de bobinas del lote.

Sobre cada bobina se realizarán los tres ensayos. Si uno de ellos no fuera satisfactorio se efectuarán 2 contraensayos que deberán resultar satisfactorios.

El rechazo de 2 bobinas, podrá originar el rechazo del lote presentado.



Anexo A (Normativo)

Conductores de Al-Ac utilizados hasta el momento actual

A.0 Introducción

Aún cuando a partir de ahora, para las líneas nuevas, se utilizarán los conductores establecidos en la parte principal de esta norma, las instalaciones que Iberdrola posee con conductores anteriores hacen necesario mantener vivos estos últimos durante cierto tiempo.

A.1 Objeto

Este anexo establece los conductores hasta la fecha normalizados y señala, en sí mismo o por referencia todo lo relativo a características, ensayos, suministro, calificación y recepción de los mismos.

A.2 Normas de consulta

UNE 21 005: Alambres de acero galvanizado para cables de aluminio y aleación de aluminio, con alma de acero, destinados a líneas eléctricas aéreas.

UNE 21 016: Cables de aluminio con alma de acero para líneas eléctricas aéreas.

UNE EN 60889: Alambres de aluminio para conductores de líneas eléctricas aéreas.

A.3 Conductores normalizados. Características esenciales

Ver tabla 1.

A.4 Características, ensayos, recepción, suministro

Ver UNE 21 005, 21 016 y UNE EN 60889.

Son de aplicación los apartados 4.2, 6 y 7 de esta norma.

A.5 Designación

Ejemplo: cable desnudo de aluminio-acero LA-180 NI 54.63.01.



Tabla A1
Características de los cables normalizados

Designación	Sección mm ²		Equivalencia en cobre mm ²	Diámetro mm		Composición				Carga de rotura Kgf/daN	Resistencia eléctrica a 20°C Ω/km	Masa (kg/km)			Módulo de elasticidad Kgf/mm ² N/mm ²	Coeficiente de dilatación lineal *Cx10 ⁻⁶	Código
	Alum.	Acero		Total	Alambres de Aluminio		Alambres de ARL		Alum.			Acero	Total				
					N°	Diámetro mm	N°	Diámetro mm									
LA 56	46,8	7,8	54,6	3,15	9,45	6	3,15	1	3,15	1.670	0,6136	128,3	60,8	189,1	8.100	19,1	5463004
LA 78	67,4	11,2	78,6	3,78	11,34	6	3,78	1	3,78	2.350	0,4261	185	87	272	79.000	19,1	5463007
LA 110	94,2	22,0	116,2	6,00	14,00	30	2,00	7	2,00	4.400	0,3666	260,4	172,3	433	79.000	17,8	5463010
LA 125 PENGUIN	107	17,9	125,1	4,77	14,31	6	4,77	1	4,77	3.750	0,2875	294	139	433	80.000	19,1	5463012
LA 175 OSTRICH	152	24,7	176,7	6,36	17,28	26	2,73	7	2,32	5.600	0,1300	420	193	613	79.000	18,9	5463017
LA 180	147,3	34,3	181,6	7,50	17,50	30	2,50	7	2,50	5.500	0,1562	407	269	676	80.000	17,8	5463020
LA 280 HAWK	241,7	39,4	281,1	8,04	21,80	26	3,44	7	2,68	6.520	0,1194	657	310	977	8.200	18,9	5463023
LA 380 GULL	337,3	43,7	381,0	8,46	25,38	5	2,82	7	2,82	8.450	0,0857	932	343	1275	75.000	19,3	5463032
LA 455 CONDOR	402,3	52,2	454,5	9,24	27,72	7	3,08	7	3,08	10.870	0,0718	1113	409	1521	7.000	19,3	5463035
LA 510 RAIL	483,4	33,4	516,8	7,39	29,55	7	2,47	7	2,47	10.650	0,0599	1139	261	1600	69.000	30,9	5463038
LA 545 CARDINAL	484,5	62,8	547,3	10,14	30,42	7	3,38	7	3,38	12.550	0,0596	1340	492	1832	7.000	19,3	5463041
LA 860 LAPWING	805,7	55,6	861,3	9,54	38,16	5	3,18	7	3,18	14.850	0,0359	2232	434	2666	69.000	20,9	5463056
										18.780				66.000			



Anexo B (Normativo)

B.1 Valores característicos de los alambres después de cableados

Cuando la recepción o calificación de cables se realice sobre alambres ya cableados, se tendrá en cuenta una minoración de sus valores característicos en relación a los establecidos para antes de cablear, de acuerdo con el siguiente criterio:

- resistencia a la rotura: 5% menor
- resistencia del acero al 1% de alargamiento: 5% menor
- alargamiento a la rotura: 0,5 puntos menos

