



NO-DIS-MA-1501

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

NORMA DE DISTRIBUCIÓN

NO-DIS-MA-1501

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE
ACERO Y CONDUCTORES DE ACERO CINCADO
PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS**

FECHA DE APROBACIÓN: 23/03/10

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS****ÍNDICE**

| | | |
|------------|--|-----------|
| 0.- | REVISIONES..... | 4 |
| 1.- | OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN..... | 4 |
| 2.- | DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS | 4 |
| 3.- | CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS..... | 6 |
| 3.1.- | CARACTERÍSTICAS GENERALES..... | 6 |
| 3.1.1.- | SOLDADURA DE LOS ALAMBRES | 7 |
| 3.1.1.1.- | ALAMBRES DE ALUMINIO | 7 |
| 3.1.1.2.- | ALAMBRES DE ACERO CINCADO | 7 |
| 3.1.2.- | DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES | 7 |
| 3.1.2.1.- | AUMENTO DE LONGITUD DEBIDO AL CABLEADO | 7 |
| 3.1.2.2.- | PESO | 7 |
| 3.1.2.3.- | CARGA DE ROTURA NOMINAL DEL CABLE | 8 |
| 3.1.3.- | ENGRASADO | 8 |
| 3.1.3.1.- | DETERMINACIÓN DE LA MASA DE GRASA DE UN CABLE | 9 |
| 3.2.- | CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS | 9 |
| 3.2.1.- | CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS | 9 |
| 3.2.2.- | CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS | 10 |
| 3.3.- | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES | 10 |
| 3.3.1.- | MATERIALES | 10 |
| 3.3.2.- | ALAMBRES DE ALUMINIO | 12 |
| 3.3.2.1.- | RESISTIVIDAD..... | 12 |
| 3.3.2.2.- | DENSIDAD | 12 |
| 3.3.3.- | ALAMBRES DE ACERO CINCADO..... | 12 |
| 3.3.3.1.- | DENSIDAD | 12 |
| 3.3.4.- | CABLEADO..... | 12 |
| 3.3.4.1.- | ASPECTO | 12 |
| 3.3.4.2.- | SENTIDO DEL CABLEADO | 13 |
| 3.3.4.3.- | RELACIÓN DE CABLEADO | 13 |
| 4.- | IDENTIFICACIÓN..... | 14 |
| 4.1.- | CONDUCTORES DE ALUMINIO | 14 |
| 4.2.- | CONDUCTORES DE ACERO CINCADO | 14 |
| 5.- | ENSAYOS | 15 |
| 5.1.- | ENSAYOS DE TIPO | 15 |
| 5.2.- | ENSAYOS DE RUTINA | 15 |
| 5.3.- | ENSAYOS DE RECEPCIÓN..... | 15 |
| 5.3.1.- | ENSAYOS ELÉCTRICOS..... | 16 |
| 5.3.1.1.- | MEDIDA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA | 16 |

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

| | | |
|-----------|--|----|
| 5.3.2.- | ENSAYOS NO ELECTRICOS..... | 16 |
| 5.3.2.1.- | ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PESO DEL CABLE Y DEL PESO DE LA GRASA..... | 16 |
| 5.3.2.2.- | ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE ROTURA..... | 16 |
| 5.3.2.3.- | ENSAYOS SOBRE ALAMBRES Y SOBRE EL CABLE..... | 17 |
| 6.- | EMBALAJE PARTICULAR | 18 |
| 6.1.- | BOBINAS..... | 18 |
| 6.2.- | LARGO DE EXPEDICIÓN..... | 18 |
| 6.3.- | PESO | 19 |
| 7.- | CÓDIGOS UTE..... | 20 |
| 8.- | NORMAS DE REFERENCIA..... | 20 |
| 9.- | PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS | 21 |
| 10.- | ANEXOS..... | 24 |

0.- REVISIONES

| MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DE FECHA 29/01/09 | |
|---|--|
| APARTADO | DESCRIPCIÓN |
| 5.3.1 | Se agrega 5.3.1.1; se elimina tabla de referencia a norma IEC 209; se incluye fórmula de cálculo de resistencia. |
| 5.3.2.3 | Se indican valores; se saca referencia de norma IEC 209. Se agrega referencia de norma IEC 60888. |
| 8 | Se saca de referencia la indicación de norma IEC 209. Se agregan referencias de normas IEC 1089 e IEC 60888. Se saca de referencia la indicación de norma UNE 21016 |

| MODIFICACIONES A LA VERSIÓN DE FECHA 24/12/03 | |
|---|--|
| APARTADO | DESCRIPCIÓN |
| 5.1 | Se incluyen los ensayos de tipo de carga de rotura y determinación de la curva de tracción –deformación, ambos según la norma IEC 1089, punto 6.5. |

1.- OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

La presente Norma tiene por objeto definir las características; establecer los ensayos, e indicar las directrices para elegir la sección de cables desnudos de aluminio con alma de acero y cables de acero cincado destinados a las líneas eléctricas aéreas.

2.- DEFINICIONES/SÍMBOLOS/ABREVIATURAS

Las siguientes definiciones son utilizadas a lo largo de toda la presente norma.

Conductor en aluminio-acero

Conductor formado de siete o más alambres en aluminio y en acero cincado cableados en capas concéntricas. Las capas centrales están constituidas por acero cincado y las exteriores por aluminio.

Diámetro

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



NO-DIS-MA-1501

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y CONDUCTORES DE ACERO CINCAO PARA LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS

Paso de cableado

El paso de cableado se define como a la derecha o a la izquierda. En el cableado a la derecha, los alambres se disponen siguiendo la dirección de la parte central de la letra "Z" cuando el conductor es colocado en posición vertical. En el cableado a la izquierda, los alambres se disponen siguiendo la dirección de la parte central de la letra "S" cuando el conductor es colocado en posición vertical.

Relación de cableado

Es el cociente entre la longitud axial de una vuelta de hélice completa formada por un alambre individual y el diámetro exterior de dicha hélice.

Sección nominal de un cable

Es la suma de las secciones individuales de los alambres de aluminio y de los alambres de acero que componen el cable.

3.- CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

3.1.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

En la Tabla I se fijan los conductores de aluminio-acero seleccionados.

TABLA I

| DESIGNACIÓN | SECCIONES (mm ²) | | | COMPOSICIÓN | | | | DIÁMETRO (mm) | | PESO (kg/km) |
|-------------|---------------------------------|-------|-------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|------------------|-------|-----------------|
| | | | | Aluminio | | Acero | | | | |
| | Aluminio | Acero | Total | N° alambres | Diám. alamb. (mm) | N° alambres | Diám. alamb. (mm) | alma acero | Total | |
| ACSR-25/4 | 23,8 | 4,0 | 27,8 | 6 | 2,25 | 1 | 2,25 | 2,25 | 6,8 | 97 |
| ACSR-50/8 | 48,3 | 8,0 | 56,3 | 6 | 3,20 | 1 | 3,20 | 3,20 | 9,6 | 196 |
| ACSR-95/15 | 94,4 | 15,3 | 109,7 | 26 | 2,15 | 7 | 1,67 | 5,0 | 13,6 | 383 |
| ACSR-125/30 | 127,9 | 29,8 | 157,7 | 30 | 2,33 | 7 | 2,33 | 7,0 | 16,3 | 591 |
| ACSR-240/40 | 243,0 | 39,5 | 282,5 | 26 | 3,45 | 7 | 2,68 | 8,0 | 21,8 | 985 |

En la Tabla la se fijan los conductores de acero cincado seleccionados.

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS****TABLA Ia**

| Designación | Sección (mm ²) | N° alambres | Diámetro alambres | Diámetro total | Peso (kg/km) |
|-------------|----------------------------|-------------|-------------------|----------------|--------------|
| AC-35 | 35,50 | 7 | 2,54 | 7,62 | 285 |
| AC-50 | 46,88 | 7 | 2,92 | 8,76 | 368 |

3.1.1.- SOLDADURA DE LOS ALAMBRES**3.1.1.1.- ALAMBRES DE ALUMINIO**

En los alambres de aluminio-acero, cualquiera que sea el número de alambres de aluminio, se permitirán soldaduras sobre los alambres individuales de aluminio (además de las efectuadas en el alambión, antes del trefilado final); pero dos soldaduras consecutivas deberán distar entre sí como mínimo, 50 m en el cable terminado. Estas soldaduras se efectuarán por resistencia o por presión en frío. En caso que se efectúen por resistencia, las partes soldadas se recocerán después en una distancia mínima de 200 mm a una y otra parte de la soldadura. En el sitio de las soldaduras no se exigirán las características mecánicas del alambre normal.

3.1.1.2.- ALAMBRES DE ACERO CINCADO

No se admitirán más soldaduras que las efectuadas por resistencia sobre el alambión antes del trefilado.

3.1.2.- DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES**3.1.2.1.- AUMENTO DE LONGITUD DEBIDO AL CABLEADO**

Después de enderezado, cualquier alambre que provenga de una capa determinada de cable, con excepción del alambre central, será más largo que el cable, dependiendo la diferencia de la relación de cableado medio de esta capa.

3.1.2.2.- PESO

El peso de cualquier alambre que provenga de una determinada capa de cable, con excepción de la central, será mayor que el de una longitud de alambre enderezado, dependiendo esa diferencia en la relación de cableado medio de la capa. Por tanto, el peso total de una determinada longitud de cable de aluminio-acero, se obtendrá multiplicando el peso de una longitud de alambre enderezado por el coeficiente correspondiente indicado en la Tabla II. Los pesos del alma de acero y de los alambres de aluminio se calcularán por separado y se suman.

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

**TABLA II
Constantes de cableado**

| Número de alambres | | Constantes de Cableado | | |
|--------------------|-------|------------------------|-------|-----------------------|
| | | Peso | | Resistencia Eléctrica |
| Aluminio | Acero | Aluminio | Acero | |
| 6 | 1 | 6,091 | 1 | 0,1692 |
| 26 | 7 | 26,56 | 7,032 | 0,03928 |
| 30 | 7 | 30,67 | 7,032 | 0,03408 |

3.1.2.3.- CARGA DE ROTURA NOMINAL DEL CABLE

La resistencia a la rotura del cable de aluminio-acero, se expresará a partir de la resistencia de cada uno de los alambres componentes y podrá considerarse como la suma de las resistencias a la rotura de los alambres de aluminio, calculadas a partir de la carga de rotura mínima indicada en la columna 2 de la Tabla VI y de la suma de las resistencias de los alambres de acero calculadas a partir del valor de la carga mínima al 1% de alargamiento indicado en la columna 2 de la Tabla V.

3.1.3.- ENGRASADO

Entre las capas de alambres de acero (si corresponde) y entre la última capa de alambres de acero y la primera de alambres de aluminio deberá aplicarse una grasa neutra con respecto al aluminio y al cinc y químicamente pura. Su punto de goteo deberá ser lo más elevado posible y en ningún caso deberá ser inferior a 88°C.

Además debe reunir las siguientes propiedades:

- Ser de fácil aplicación.
- Conservar sus propiedades físico-químicas indefinidamente.
- No hacerse dura y cerosa.
- No presentar poros, grietas ni fisuras.
- Ser reversible.
- Penetración trabajada a 251C: 310/340
- Alcalinidad libre- % de Ca(OH)_2 : 0,1 máx.
- Acidez libre- % ácido oleico: 0,2 máx.

Para la determinación del punto de goteo se adoptará la Norma ASTM D 566-64 (68).

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

La verificación de la no corrosividad de la grasa, se realizará el siguiente ensayo:

Se toman tres muestras de alambre de 75 mm de longitud, una de acero desnudo, otra de acero galvanizado y otra de aluminio. Se enderezan, se atan juntos en cada extremo con un alambre de aluminio de pureza 99,5% como mínimo, se precalientan en grasa a 20°C por encima de la temperatura de goteo, y luego se sumergen verticalmente en la grasa a ensayar hasta 2/3 de su longitud. Todo el conjunto se mantiene durante 24 horas, a una temperatura de 90±5°C. Una vez terminado el ensayo, las muestras de alambre no presentarán signos de grabados, picaduras o decoloración.

La masa de grasa para cada cable quedará previamente determinada en cada suministro.

3.1.3.1.- DETERMINACIÓN DE LA MASA DE GRASA DE UN CABLE

Para la determinación teórica del contenido de grasa en un cable podrá utilizarse la fórmula de cálculo contenida en el Anexo C de la IEC 1089. El fabricante, en caso de utilizar otra fórmula de cálculo por encontrar discrepancia con esta última, deberá especificarla en la planilla de datos garantizados del cable.

3.2.- CARACTERÍSTICAS ELECTROMECÁNICAS**3.2.1.- CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS**

Son las indicadas en la tabla III.

TABLA III

| Designación | Módulo de elasticidad final (efectivo) dan/mm ² (1) | Coefficiente de dilatación Lineal (calculado) por 1C (2) | Carga rotura (daN) |
|-------------|--|---|-----------------------|
| ACSR-25/4 | 7938 | 19,1 x 10 ⁻⁶ | 920 |
| ACSR-50/8 | 7938 | 19,1 x 10 ⁻⁶ | 1710 |
| ACSR-95/15 | 7546 | 18,9 x 10 ⁻⁶ | 3570 |
| ACSR-125/30 | 8036 | 17,8 x 10 ⁻⁶ | 5760 |
| ACSR-240/40 | 7546 | 18,9 x 10 ⁻⁶ | 8646 |
| AC-35 | 18500 | 11,5 x 10 ⁻⁶ | 4410 |
| AC-50 | 18500 | 11,5 x 10 ⁻⁶ | 5500 |

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

(1) Los valores de los módulos de elasticidad indicados deberán considerarse exactos con una aproximación de 300 daN/ mm². Estos valores deberán considerarse aplicables a cables con una tensión comprendida entre el 15% y el 50% de su carga de rotura.

(2) Los coeficientes de dilatación lineal se han calculado a partir de los módulos de elasticidad finales de los componentes, aluminio y acero, de los cables y de los coeficientes de dilatación lineal de $23,0 \times 10^{-6}$ y $11,5 \times 10^{-6}$ por 1°C, respectivamente, para el aluminio y para el acero.

3.2.2.- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Son las indicadas en la Tabla IV.

TABLA IV

| Designación | Sección equivalente en cobre (mm ²) | Resistencia eléctrica c.c. a 20°C (valores máximos) (Ohm/km) |
|-------------|---|--|
| ACSR-25/4 | 14,5 | 1,203 |
| ACSR-50/8 | 30,4 | 0,595 |
| ACSR-95/15 | 59,4 | 0,307 |
| ACSR-125/30 | 80,4 | 0,227 |
| ACSR-240/40 | 152,0 | 0,1188 |

3.3.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y DIMENSIONALES**3.3.1.- MATERIALES**

El cable estará formado por alambres de aluminio duro y de acero cincado, cuyas características mecánicas y de cincado se facilitan en las Tablas V, VI y VIa.

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

TABLA V

Características mecánicas de los cables de acero cincado

| Diámetro nominal del alambre (mm) | Carga mín. al 1% alargamiento daN/mm ² | Carga de rotura mínima | |
|-----------------------------------|---|------------------------------------|--------------------------------------|
| | | Antes cableado daN/mm ² | Después cableado daN/mm ² |
| 1,67 y 2,25 | 117,1 | 130,9 | 124,4 |
| 2,33; 2,54 y 2,68 | 113,7 | 130,9 | 124,4 |
| 2,92 y 3,20 | 110,3 | 130,9 | 124,4 |

TABLA VI

Características mecánicas del alambre de aluminio duro estirado en frío

| Diámetro nominal del alambre (mm) | Carga de rotura mínima | |
|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| | Antes cableado daN/mm ² | Después cableado daN/mm ² |
| 2,15 | 18,0 | 17,2 |
| 2,25 | 18,0 | 17,2 |
| 2,33 | 18,0 | 17,2 |
| 3,20 | 16,6 | 15,7 |
| 3,45 | 16,4 | 15,6 |

(1) Para los alambres de diámetro nominal intermedio, la carga de rotura mínima se tomará igual a la del alambre de diámetro de medida inmediatamente superior que figura en esta tabla.

TABLA VIa

Características de la capa de cinc de los alambres de acero cincado

| Diámetro alambre (mm) | Peso de cinc g/m ² | N° inmersiones |
|--------------------------|----------------------------------|----------------|
| 1,67 | 183 | 2 |
| 2,25; 2,33; 2,54 y 2,68 | 229 | 3 |
| 2,92 y 3,20 | 259 | 4 |

3.3.2.- ALAMBRES DE ALUMINIO**3.3.2.1.- RESISTIVIDAD**

La resistividad del alambre de aluminio depende de su pureza y de sus condiciones físicas. En la presente Norma el valor máximo admitido es de 0,028264 ohm.mm²/m a 20°C, siendo ese valor el adoptado para los cálculos.

3.3.2.2.- DENSIDAD

A la temperatura de 20°C la densidad del aluminio se fija en 2,703 kg/dm³.

3.3.3.- ALAMBRES DE ACERO CINCO**3.3.3.1.- DENSIDAD**

A una temperatura de 20°C, la densidad del acero se establece en 7,80 kg/dm³.

El revestimiento de cinc se hará por el proceso de inmersión en caliente.

3.3.4.- CABLEADO**3.3.4.1.- ASPECTO**

Tanto los alambres de aluminio como los de acero presentarán una superficie lisa, de sección prácticamente constante, exenta de grietas, asperezas, pajas, pliegues o cualquier otro defecto que pueda perjudicar su solidez. Estarán limpios y exentos de materias extrañas, especialmente de inclusiones de cobre. La capa de cinc de los alambres estará fuertemente adherida al acero en toda la longitud del alambre, siendo su espesor constante y presentando una superficie limpia, sin trazas de materias extrañas y sin defectos que puedan alterar sus condiciones de homogeneidad y presentación.

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

3.3.4.2.- SENTIDO DEL CABLEADO

Los alambres de cada capa estarán cableados regularmente y todos los alambres en contacto.

Para todas las composiciones, las capas sucesivas estarán siempre cableadas en sentido contrario, estando la última capa exterior cableada según el sentido siguiente:

| Cable | Sentido del cableado de la capa exterior |
|-------------|--|
| ACSR 25/4 | a derecha "Z" |
| ACSR 50/8 | a derecha "Z" |
| ACSR 95/15 | a derecha "Z" |
| ACSR 125/30 | a derecha "Z" |
| ACSR 240/40 | a derecha "Z" |
| AC 35 | a derecha "Z" |
| AC 50 | a izquierda "S" |

3.3.4.3.- RELACIÓN DE CABLEADO

La relación de cableado de cada capa deberá estar comprendida dentro de los límites reseñados en las Tablas VII y VIIa.

TABLA VII

Relación de cableado del alma de acero

| Cable | Relación de cableado del alma de acero | |
|-----------------------|--|--------|
| | Capa de 6 alambres | |
| | Mínimo | Máximo |
| ACSR-25/4 y ACSR-50/8 | -- | -- |
| ACSR-95/15 | 13 | 28 |
| ACSR-125/30 | 13 | 28 |
| ACSR-240/40 | 13 | 28 |

TABLA VIIa

Relación de cableado de los alambres de aluminio

| Cable | Relación de cableado de los alambres de aluminio | | | |
|-----------------------|--|--------|----------------------|--------|
| | Capa exterior | | Capa inm. subyacente | |
| | Mínimo | Máximo | Mínimo | Máximo |
| ACSR-25/4 y ACSR-50/8 | 10 | 14 | -- | -- |
| ACSR-95/15 | 10 | 14 | 10 | 16 |
| ACSR 125/30 | 10 | 14 | 10 | 16 |
| ACSR 240/40 | 10 | 14 | 10 | 16 |

4.- IDENTIFICACIÓN

4.1.- CONDUCTORES DE ALUMINIO

Los cables de aluminio con alma de acero se designan por grupos de caracteres cuyo significado es el siguiente:

- Primer grupo de cuatro letras (ACSR) que indican la naturaleza del conductor y el alma de acero.
- Dos grupos de cifras separadas por una barra que indican en forma aproximada la sección de aluminio (primer grupo) y la del alma de acero (segundo grupo).

Ejemplo:

ACSR 25/4

Conductor de aluminio con alma de acero de 25 mm² de sección aproximada de aluminio y 4 mm² de sección de acero.

4.2.- CONDUCTORES DE ACERO CINCADO

Los cables de acero cincado se designan por grupos de caracteres cuyo significado es el siguiente:

- Primer grupo de dos letras (AC) que indican la naturaleza del conductor.

- Un grupo de cifras que indica en forma aproximada la sección del conductor.

Ejemplo: AC-35

Conductor de acero cincado de 35 mm² de sección total aproximada.

5.- ENSAYOS

5.1.- ENSAYOS DE TIPO

Se presentarán los mismos ensayos definidos en esta norma para la recepción, realizados sobre un prototipo de cable del mismo diseño que el ofrecido por el fabricante. UTE se reserva el derecho de solicitar además como ensayos de tipo los ensayos de carga de rotura y determinación de la curva de tracción –deformación, ambos según la norma IEC 1089, punto 6.5.

5.2.- ENSAYOS DE RUTINA

El fabricante presentará protocolos de ensayos de control interno realizados sobre muestras del mismo lote de bobinas a recepcionar. Los ensayos deberán ser los mismos que se especifican como ensayos de recepción.

5.3.- ENSAYOS DE RECEPCIÓN

Los alambres a ensayar, se extraerán de una longitud de cable, previamente separada de la bobina de al menos 4 m. Para la toma de probetas se desechará el primer metro de la punta de cable.

Los planes de muestreo y los criterios para la aceptación y rechazo de bobinas y lotes de bobinas son los que se establecen en la norma UTE NO-DIS-MA-0001.

Previo al comienzo de la inspección, el fabricante deberá presentar los protocolos de los todos ensayos definidos en esta norma realizados como control interno durante el proceso de producción. El muestreo utilizado por el fabricante deberá ser el mismo que el definido en esta norma u otro que se demuestre sea de igual o superior exigencia.

Los ensayos se dividen en ensayos eléctricos y no eléctricos.

5.3.1.- ENSAYOS ELECTRICOS**5.3.1.1.- MEDIDA DE RESISTENCIA ELÉCTRICA**

Se ensayarán 4 alambres de aluminio, independientemente del número de ellos que componen el cable. Alternativamente, se podrá ensayar una muestra de cable completo, en cuyo caso el valor obtenido deberá ser menor a la resistencia eléctrica máxima especificada en la Tabla IV.

El resultado final que se comparará con el de la Tabla IV; deberá ser a 20°C;

$$R_{20} = R_T [1/\alpha (T-20)]$$

Donde:

T= temperatura ambiente en °C (entre 10°C y 30°C).

R_T = resistencia en (Ω/km) a T °C

R_{20} = resistencia en (Ω/km) a 20°C; no deberá superar el valor máximo especificado en esta norma.

α (coeficiente de temperatura) = 0,00403

5.3.2.- ENSAYOS NO ELECTRICOS

La extracción de probetas para la verificación de los ensayos mecánicos deberá realizarse de acuerdo con la norma UTE NO-DIS-MA-0001.

5.3.2.1.- ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DEL PESO DEL CABLE Y DEL**PESO DE LA GRASA.**

Estos ensayos se efectuarán sobre una longitud mínima de 1m de cable. La tolerancia de la masa de grasa medida respecto de la garantizada por el fabricante será de $\pm 30\%$.

5.3.2.2.- ENSAYOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CARGA DE ROTURA.

Este ensayo se efectuará por medio de una máquina de ensayo apropiada y comprende un ensayo de rotura sobre una longitud mínima de 5 m.

La carga obtenida en el ensayo deberá ser al menos igual a la carga nominal indicada en las tablas III, multiplicada por un coeficiente de 0,95. Sin embargo, si la rotura se produce en la proximidad de la disposición de anclaje antes de que el alargamiento alcance el 1% de la longitud del cable, el ensayo no se considerará lo suficientemente representativo y deberá ser repetido.

No deberá producirse ninguna rotura de alambres antes de haber alcanzado una carga de

tracción igual al 80% de la carga de rotura nominal.

Los ensayos relativos a la carga de rotura total del cable no se imponen en esta norma, pero podrán efectuarse por acuerdo entre el fabricante y el cliente, o si se indica en el momento de hacer el pedido.

5.3.2.3.- ENSAYOS SOBRE ALAMBRES Y SOBRE EL CABLE

En la tabla siguiente se incluyen los ensayos y comprobaciones a realizar tanto de los alambres componentes como sobre el propio cable, así como las referencias para su ejecución.

| Ensayo | Método y condiciones de ensayo | Valores a obtener y prescripciones |
|---|--|--|
| Esfuerzo para estiramiento del 1% | Norma CEI 60888 | No inferiores a los de la Tabla V de la presente Norma |
| Ensayo de tracción | Norma CEI 60888 | Apartado 5.3.2.2 de la presente Norma |
| Ensayo de ductilidad | Norma CEI 60888 | Norma CEI 60888 |
| Ensayo de enrollamiento | Norma CEI 60888 | Norma CEI 60888 |
| Determinación del peso de la capa de cinc | Norma CEI 60888 | No inferior a lo indicado en la Tabla VIa de la presente Norma |
| Ensayo de adherencia de la capa de cinc | Norma CEI 60888 | Norma CEI 60888 |
| Ensayo de uniformidad de la capa de cinc | Norma CEI 60888 | Norma CEI 60888 |
| Aspecto del cable | Apartado 3.3.4.1. de la presente Norma | Apartado 3.3.4.1. de la presente Norma |
| Sentido del cableado | Apartado 3.3.4.2. de la presente Norma | Apartado 3.3.4.2. de la presente Norma |
| Relación de cableado | Apartado 3.3.4.3 de la presente Norma | Tablas VII y VIIa del apartado 3.3.4.3. de la presente Norma |
| Soldaduras | Apartado 3.1.1. de la presente Norma | Apartado 3.1.1. de la presente Norma |
| Engrasado | Apartado 3.1.3. de la presente Norma | Apartado 3.1.3. de la presente Norma |

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

| Ensayo | Método y condiciones de ensayo | Valores a obtener y prescripciones |
|--------------------------|--------------------------------------|---|
| Resistencia a la rotura | Apartado 3.3.1. de la presente Norma | Tablas V y VI del apartado 3.3.1. de la presente Norma |
| Diámetro de los alambres | (*) | Alambre de aluminio |
| | | $D \geq 2,50 \text{ mm} = \pm 1\%$ de Tabla I |
| | | $D < 2,50 \text{ mm} = \pm 0,025 \text{ mm}$ de Tabla I |
| | | Alambre de acero |
| | | $D \geq 2,00 \text{ mm} = \pm 2\%$ de Tabla I |
| | | $D < 2,00 \text{ mm} = \pm 0,04 \text{ mm}$ de Tabla I |
| Peso del cable | Apartado 6 | Tabla I y Tabla Ia |

(*) -La medida del diámetro deberá realizarse con micrómetro de cuchilla, con sensibilidad de centésimas de milímetro. Se desenrollará aproximadamente 4m, midiendo el diámetro, de cada hilo, en tres puntos uniformemente distanciados, según también las direcciones perpendiculares en cada punto. El primer punto distará más de 1 m de la punta. Como diámetro se tomará la media de sus medidas.

6.- EMBALAJE PARTICULAR

6.1.- BOBINAS

Los cables se suministrarán en bobinas nuevas de madera, según la norma propuesta por el fabricante y aceptada por UTE.

6.2.- LARGO DE EXPEDICIÓN

Cada bobina no deberá llevar más de una sola longitud de cable.

La longitud de cable, en cada bobina, será igual a la indicada en el pedido, con una tolerancia del 5%.

Se aceptará que hasta un 5% de los largos del cable de cada ítem puedan ser suministrados en longitudes inferiores a la nominal. Dicha longitud nunca será inferior que dos tercios de la nominal.

La longitud nominal de bobina por tipo de cable será según la siguiente tabla:

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

| Cable | Longitud nominal de la bobina (metros) |
|-------------|---|
| ACSR 25/4 | 3000 |
| ACSR 50/8 | 3000 |
| ACSR 95/15 | 3000 |
| ACSR 125/30 | 3000 |
| ACSR 240/40 | 2000 |
| AC 35 | 2000 |
| AC 50 | 2000 |

6.3.- PESO

El peso se hará sobre una balanza de precisión que será tarada y contrastada periódicamente y cuantas veces el peticionario lo exija. El peso se realizará de la siguiente forma:

- Se pesa la bobina vacía sin los listones.
- Se pesa la bobina con conductor sin los listones.
- Se pesa la bobina con su conductor y listones y el resto de embalaje correspondiente.

La diferencia de las pesadas indicadas en b) y a) es el peso real del cable.

Dividiendo el peso por su longitud se obtiene el peso por metro, el cual deberá coincidir con el teórico del cable, según catálogo, con una tolerancia del 2%.

Todos estos datos serán recogidos en la tarjeta de control de fabricación de la cual le será entregada copia al comprador.

Se verificará cuando UTE lo decida, la longitud de conductor en las bobinas, ya sea por medida directa o por diferencia de pesos entre los carretes llenos y vacíos.

No se admitirán en esta verificación valores menores que los declarados por el proveedor para cada bobina.

Si en la verificación de la longitud de conductor, en cada bobina, por medida directa o por se constatan valores menores a los declarados, se aplicará la siguiente penalización:

Se calculará el porcentaje de menos de la bobina en cuestión.

De cada partida ya entregada más de la partida que se estaría entregando, se tomará el costo correspondiente al porcentaje antes calculado. La suma de cada uno de estos parciales se multiplicará por dos, siendo este el monto de la penalización.

7.- CÓDIGOS UTE

| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN |
|--------|--|
| 052325 | cable aluminio desnudo con alma de acero ACSR 25/4 |
| 052326 | cable aluminio desnudo con alma de acero ACSR 50/8 |
| 052327 | cable aluminio desnudo con alma de acero ACSR 95/15 |
| 052328 | cable aluminio desnudo con alma de acero ACSR 125/30 |
| 055970 | cable aluminio desnudo con alma de acero ACSR 240/40 |
| 004033 | cable acero galvanizado Ac 35 |
| 058873 | Cable fiador Ac 50mm ² línea compacta |

8.- NORMAS DE REFERENCIA

| | |
|-----------|---|
| CEI 1089 | Round wire concentric lay overhead electrical stranded conductors |
| CEI 60888 | Zinc-coated steel wires for stranded conductors |

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

9.- PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS

| PLANILLA DE DATOS GARANTIZADOS | | | | |
|--------------------------------|---|--|---|---|
| CONDUCTORES ACSR Y ACERO | | | | |
| ITEM | DATOS TÉCNICOS | SOLICITADO | | GARANTIZADO |
| 1 | INFORMACIÓN BÁSICA | | | |
| 1.1 | Fabricante | --- | | |
| 1.2 | Designación del fabricante | --- | | |
| 1.3 | Normas de fabricación y ensayos | NO-DIS-MA.1501 y sus normas de referencia | | |
| 1.4 | Número y diámetro nominal de los alambres | Aluminio Acero | | Aluminio Acero |
| | | ACSR 25/4: 6x2,25 1x2,25 ACSR 50/8: 6x3,20 1x3,20 ACSR 95/15: 26x2,15 7x1,67 ACSR 125/30: 30x2,33 7x2,33 ACSR 240/40: 26x3,45 7x2,68 AC 35: 7x2,54 AC 50: 7x2,92 | ACSR 25/4: ACSR 50/8: ACSR 95/15: ACSR 125/30: ACSR 240/40: AC 35: AC 50: | |
| 1.5 | Relaciones de cableado (Rangos de variación) | Según tabla VII y VIIa | | Alma de acero Capa exterior Capa subyacente (capa de 6 alambres) (aluminio) (aluminio) |
| | | | | ACSR 25/4: ACSR 50/8: ACSR 95/15: ACSR 125/30: ACSR 240/40: AC 35: AC 50: |
| 1.6 | Sentido del cableado de la capa exterior | ACSR 25/4: a derecha “Z” ACSR 50/8: a derecha “Z” ACSR 95/15: a derecha “Z” ACSR 125/30: a derecha “Z” ACSR 240/40: a derecha “Z” AC 35: a derecha “Z” AC 50: a izquierda “S” | ACSR 25/4: ACSR 50/8: ACSR 95/15: ACSR 125/30: ACSR 240/40: AC 35: AC 50: | |

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

| ITEM | DATOS TÉCNICOS | SOLICITADO | GARANTIZADO |
|------|---|--|---|
| 1 | INFORMACIÓN BÁSICA | | |
| 1.7 | Diámetro exterior del cable (mm) | ACSR 25/4: $\cong 6,8$ ACSR 50/8: $\cong 9,6$ ACSR 95/15: $\cong 13,6$ ACSR 125/30: $\cong 16,3$ ACSR 240/40: $\cong 21,8$ AC 35: $\cong 7,62$ AC 50: $\cong 8,76$ | ACSR 25/4: ACSR 50/8: ACSR 95/15: ACSR 125/30: ACSR 240/40: AC 35: AC 50: |
| 1.8 | Contenido de grasa | ----- | ACSR 25/4: ACSR 50/8: ACSR 95/15: ACSR 125/30: ACSR 240/40: AC 35: AC 50: |
| 1.9 | Peso de la capa de zinc en alambres de acero (g/m ²) | Alambre (mm) 1,67 183 2,25 229 2,33 229 2,54 229 2,68 229 2,92 259 3,20 259 | Alambre (mm) 1,67 2,25 2,33 2,54 2,68 2,92 3,20 |
| 2 | PARÁMETROS ELÉCTRICOS | | |
| 2.1 | Resistividad de los hilos de aluminio | Valor máximo admitido de 0,028264 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C (medido en c.c.) | |
| 2.2 | Resistencia óhmica máxima del conductor a corriente continua y a 20°C | ACSR 25/4 : $\leq 1,203 \Omega/\text{km}$ ACSR 50/8: $\leq 0,595 \Omega/\text{km}$ ACSR 95/15: $\leq 0,307 \Omega/\text{km}$ ACSR 125/30: $\leq 0,227 \Omega/\text{km}$ ACSR 240/40 $\leq 0,1188 \Omega/\text{km}$ AC 35: ---- AC 50: ---- | ACSR 25/4: ACSR 50/8: ACSR 95/15: ACSR 125/30: ACSR 240/40: AC 35: AC 50: |

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

| 3 | | PARÁMETROS MECÁNICOS | | | | | | | |
|----------------|--|-------------------------------|--|--------------------|--|-----------------------|--|--------------------|--|
| 3.1 | Carga de rotura nominal del cable completo (daN) | ACSR 25/4: 920 | | | | ACSR 25/4: | | | |
| | | ACSR 50/8: 1710 | | | | ACSR 50/8: | | | |
| | | ACSR 95/15: 3570 | | | | ACSR 95/15: | | | |
| | | ACSR 125/30: 5760 | | | | ACSR 125/30: | | | |
| | | ACSR 240/40: 8646 | | | | ACSR 240/40: | | | |
| | | AC 35: 4410 | | | | AC 35: | | | |
| | | AC 50: 5500 | | | | AC 50: | | | |
| 3.2 | Módulo de elasticidad final (daN/mm²) y coeficiente de dilatación lineal (por °C) | ACSR 25/4: 7938 / 19,1x10-6 | | | | ACSR 25/4: | | | |
| | | ACSR 50/8: 7938 / 19,1x10-6 | | | | ACSR 50/8: | | | |
| | | ACSR 95/15: 7546 / 18,9x10-6 | | | | ACSR 95/15: | | | |
| | | ACSR 125/30: 8036 / 17,8x10-6 | | | | ACSR 125/30: | | | |
| | | ACSR 240/40: 7546 / 18,9x10-6 | | | | ACSR 240/40: | | | |
| | | AC 35: 18500 / 11,5x10-6 | | | | AC 35: | | | |
| | | AC 50: 18500 / 11,5x10-6 | | | | AC 50: | | | |
| 3.3 | Características alambres de acero (daN/mm²) : a) Carga mínima al 1% de alargamiento b) Carga de rotura mínima antes del cableado c) Carga de rotura mínima después del cableado | Alambre (mm) a) b) c) | | | | Alambre (mm) a) b) c) | | | |
| | | 1,67 117,1 130,9 124,4 | | | | 1,67 | | | |
| | | 2,25 117,1 130,9 124,4 | | | | 2,25 | | | |
| | | 2,33 113,7 130,9 124,4 | | | | 2,33 | | | |
| | | 2,54 113,7 130,9 124,4 | | | | 2,54 | | | |
| | | 2,68 113,7 130,9 124,4 | | | | 2,68 | | | |
| | | 2,92 110,3 130,9 124,4 | | | | 2,92 | | | |
| | | 3,20 110,3 130,9 124,4 | | | | 3,20 | | | |
| | | 3.4 | Características alambres de aluminio (daN/mm²) : a) Carga de rotura mínima antes del cableado b) Carga de rotura mínima después del cableado | Alambre (mm) a) b) | | | | Alambre (mm) a) b) | |
| | | | | 2,15 18,0 17,2 | | | | 2,15 | |
| 2,25 18,0 17,2 | | | | 2,25 | | | | | |
| 2,33 18,0 17,2 | | | | 2,33 | | | | | |
| 3,20 16,6 15,7 | | | | 3,20 | | | | | |
| 3,45 16,4 15,6 | | | | 3,45 | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| 4 | | PESOS LINEALES | | | | | | | |
| 4.1 | Peso nominal del conductor (kg/km) | ACSR 25/4: 97 | | | | ACSR 25/4: | | | |
| | | ACSR 50/8: 196 | | | | ACSR 50/8: | | | |
| | | ACSR 95/15: 383 | | | | ACSR 95/15: | | | |
| | | ACSR 125/30: 591 | | | | ACSR 125/30: | | | |
| | | ACSR 240/40: 985 | | | | ACSR 240/40: | | | |
| | | AC 35: 285 | | | | AC 35: | | | |
| | | AC 50: 368 | | | | AC 50: | | | |

**CONDUCTORES DE ALUMINIO CON ALMA DE ACERO Y
CONDUCTORES DE ACERO CINCADO PARA LÍNEAS
ELÉCTRICAS AÉREAS**

| 5 | EXPEDICION | | | | | | | | |
|-----|---|--|---|------|-------|--------|--------|------|------|
| 5.1 | Largo de expedición (metros) | ACSR 25/4: 3000 ACSR 50/8: 3000 ACSR 95/15: 3000 ACSR 125/30: 3000 ACSR 240/40: 2000 AC 35: 2000 AC 50: 2000 | ACSR 25/4: ACSR 50/8: ACSR 95/15: ACSR 125/30: ACSR 240/40: AC 35: AC 50: | | | | | | |
| 5.2 | Diámetro total del carrete (m) | --- | 25/4 | 50/8 | 95/15 | 125/30 | 240/40 | AC35 | AC50 |
| 5.3 | Ancho total del carrete (m) | --- | | | | | | | |
| 5.4 | Espesor de duelas de cierre (mm) | Espesor $\geq 1.5"$ (1.5" = 38.1 mm) | | | | | | | |
| 5.5 | Diámetro interior del buje central | Diámetro $\geq 4"$ (4" = 101,6 mm) | | | | | | | |
| 5.6 | Diámetro del cilindro sobre el que se arrolla el cable (m) | Diámetro \geq a 15 veces el diámetro exterior del cable. | | | | | | | |
| 5.7 | Bobina con una mano de pintura exterior y tratamiento preservador (SI/NO) | SI | | | | | | | |
| 5.8 | Peso del carrete vacío (kg) | --- | | | | | | | |
| 5.9 | Peso del carrete cargado con un largo de fabricación (kg) | El peso no superará 4 toneladas | | | | | | | |

10.- ANEXOS

No aplica.