

**04 Marzo de 2008**

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**

**CONDUCTORES DESNUDO  
DE ALUMINIO CON ALMA  
DE ACERO ACSR.**

## MEMORIA

## INDICE

1. Objeto
  2. Alcance
  3. Normas
  4. Característica de los conductores ACSR
    - 4.1 Características constructivas
    - 4.2 Características dimensionales
    - 4.3 Características mecánicas
    - 4.4 Características eléctricas
    - 4.5 Ensayo de recepción
  5. Marcas
  6. Alcance de oferta
  7. Alcance de suministro
    - 7.1. Material
    - 7.2. Documentación
    - 7.3. Ensayos
    - 7.4. Condiciones de suministro
- Anexos  
Anexo 1: Normas de referencia

## 1. OBJETO.

Esta especificación tiene por objeto definir las características que deben cumplir y los ensayos que deben satisfacer los conductores desnudos de aluminio con alma de acero ACSR normalizados, previstos para la utilización en las líneas eléctricas aéreas de 12.5 y 34.5 kV de **EDENORTE**.

En adelante a este tipo de conductores desnudos de aluminio con alma de acero se les denominará conductores ACSR.

## 2. ALCANCE.

La presente especificación tiene por alcance los siguientes conductores ACSR:

Tabla 1

Código	Material
2000162	Conductor ACSR 477 MCM (Hawk)
2000160	Conductor ACSR 266 MCM (Partridge)
2000161	Conductor ACSR 4/0 MCM (Penguin)
2000159	Conductor ACSR AWG 1/0 (Raven)

## 3. NORMAS.

Los conductores ACSR, objeto de esta especificación, se ajustarán íntegramente a las normas cuya lista se adjunta en el anexo 1 de la presente especificación.

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo

## 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES ACSR.

### 4.1. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS.

Los materiales empleados en la construcción de los conductores ACSR estarán formados por alambres de aluminio duro y alambres de acero galvanizado normal o con acero galvanizado engrasado. El acero galvanizado va recubierto con una capa de grasa especial como protección adicional.

Los alambres de aluminio duro se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 230.

Los alambres de acero galvanizado se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 498.

Las características del galvanizado, salvo indicación contraria de EDENORTE, serán de calidad A (ACSR-GA), según lo establecido en el apartado 1.2.1 de la norma ASTM B 232, y cuyas principales características se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2

CONDUCTOR	477 MCM (Hawk)	266 MCM (Partridge)	4/0 AWG (Penguin)	1/0 AWG (Raven)
<b>Diámetro alambre de acero (mm)</b>	2.67	2	4.77	3.37
<b>Densidad de Zn (g/m<sup>2</sup>)</b>	244	214	305	259

Se podrán realizar soldaduras de alambres de aluminio durante el proceso de cableado. La forma de realizar estas soldaduras será por los procedimientos establecida en el apartado 7.1 de la Norma ASTM B 232.

No se realizarán más de dos soldaduras en alambres de aluminio a menos de 15 m.

No se permitirán la unión de alambres de acero ya galvanizados.

De acuerdo con el apartado 8 de la norma ASTM B 232, los sentidos de cableado de los alambres en capas sucesivas serán opuestos. El sentido de cableado de los alambres de aluminio capa exterior será a derechas.

#### 4.2. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES.

Las características dimensionales de los conductores ACSR se ajustarán a lo establecido en el apartado 9 de la Norma ASTM B 232, cuyas principales características se indican en la siguiente tabla:

Tabla 3

CONDUCTOR	477 MCM (Hawk)	266 MCM (Partridge)	4/0 (Penguin)	1/0 (Raven)
<b>Tamaño</b>				
AWG	-	-	4/0	1/0
(MCM)	477	266	212	105
<b>Sección</b>				
Aluminio (mm <sup>2</sup> )	241.53	135.19	107.22	53.54
Acero (mm <sup>2</sup> )	39.33	22.02	17.87	8.92
Total (mm <sup>2</sup> )	280.86	157.22	125.1	62.46
<b>Diámetro</b>				
Alma (mm)	8.01	6	4.77	3.37
Total (mm)	21.793	16.307	14.31	10.109
<b>Composición</b>				
Nº alambres de aluminio	26	26	6	6
Diámetro alambres de aluminio (mm)	3.44	2.57	4.77	3.37
Nº alambres de acero	7	7	1	1
Diámetro alambres de acero (mm)	2.67	2	4.77	3.37

El área de la sección de un conductor se ajustará a lo establecido en el apartado 13 de la norma ASTM B 232, no siendo inferior al 98 % del área de la sección especificada en la tabla anterior.

La relación del cableado de las sucesivas capas de los alambres, se ajustará a lo establecido en el apartado 8 de la norma ASTM B 232. cuyas principales características se indican en la siguiente tabla:

Tabla 4

Conductor	477 MCM (Hawk)	266 MCM (Partridge)	4/0 (Penguin)	1/0 (Raven)
<b>Relación de cableado del alma de acero</b>				
Mínima	18	18	-	-
Preferida	25	25	-	-
Máxima	30	30	-	-
<b>Relación de cableado alambres de aluminio</b>				
Capa exterior				
Mínima	10	10	8	8
Preferida	11	11	-	-
Máxima	13	13	16	16
<b>Capa inmediatamente subyacente</b>				
Mínima	10	10	-	-
Preferida	13	13	-	-
Máxima	16	16	-	-

Las características dimensionales de los alambres de aluminio se ajustarán a lo indicado en la Norma ASTM B 230.

Las características dimensionales de los alambres de acero galvanizado tipo A se ajustarán a lo indicado en el apartado 14 de la Norma ASTM B 498.

La longitud de las bobinas será la indicada por EDENORTE y tendrá una tolerancia de + 0 % / +0.5 % de la longitud del pedido.

#### 4.3. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS.

Las características mecánicas de los conductores ACSR se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 232, cuyos principales valores están indicados en la siguiente tabla:

Tabla 5

CONDUCTOR	477 MCM (Hawk)	266 MCM (Partridge)	4/0 (Penguin)	1/0 (Raven)
Carga de rotura (daN)	$\geq 8\ 677$	$\geq 5\ 028$	$\geq 3\ 716$	$\geq 1\ 949$
Masa				
Aluminio (kg/m)	0.655	0.366	0.294	0.144
Acero (kg/m)	0.301	0.169	0.139	0.068
Total (kg/m)	0.975	0.545	0.433	0.216
Modulo de elasticidad (daN/mm <sup>2</sup> )	7700	7700	8100	8100
Coef. de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> )	18.9x10 <sup>-6</sup>	18.9x10 <sup>-6</sup>	19.1x10 <sup>-6</sup>	19.1x10 <sup>-6</sup>

Las características mecánicas de los alambres de aluminio se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 230, cuyas principales características se indican a continuación

Tabla 6

CONDUCTOR	477 MCM (Hawk)	266 MCM (Partridge)	4/0 (Penguin)	1/0 (Raven)
Diámetro alambre de aluminio (mm)	3.44	2.57	4.77	3.37
Carga de rotura mínima (daN) (*)				
Media del lote	156	93	295	152
Individual	149	88	286	143
Elongación con carga de rotura antes del cableado (%)				
Media del lote	1.8	1.6	2.1	1.8
Individual	1.7	1.5	2	1.7
Densidad a 20 °C (kg/dm <sup>3</sup> )	2.705	2.705	2.705	2.705
Coef. de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> )	23x10 <sup>-6</sup>	23x10 <sup>-6</sup>	23x10 <sup>-6</sup>	23x10 <sup>-6</sup>

Las características mecánicas de los alambres de acero galvanizado se ajustarán a lo establecido en la Norma ASTM B 498, siendo sus características principales las indicadas en la siguiente tabla:

Tabla 7

CONDUCTOR	477 MCM (Hawk)	266 MCM (Partridge)	4/0 (Penguin)	1/0 (Raven)
Diámetro alambre de acero (mm)	2.67	2	4.77	3.37
Carga de rotura mínima (daN) (*)	789	456	2 090	1258
Carga de rotura mínima (daN) (*)	789	456	2090	1258
Elongación con carga de rotura en 250 mm (%)	3.5	3	4	4
Tensión con 1 % de elongación (daN)	717	412	2466	1106
Densidad a 20 °C (kg/dm <sup>3</sup> )	7.78	7.78	7.78	7.78
Coefficiente de dilatación lineal (°C <sup>-1</sup> ) Antes del cableado	11.5x10 <sup>-6</sup>	11.5x10 <sup>-6</sup>	11.5x10 <sup>-6</sup>	11.5x10 <sup>-6</sup>

#### 4.4. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.

De acuerdo con la norma ASTM B 232, la resistividad del conductor no debe superar los valores indicados en la siguiente tabla.

Tabla 8

CONDUCTOR	477 MCM (Hawk)	266 MCM (Partridge)	4/0 (Penguin)	1/0 (Raven)
Resistencia eléctrica con C.C. a 20 °C (Ω/km) para cualquier elemento del lote.	0.1171	0.2092	0.2611	0.5232

#### 4.5. ENSAYOS DE RECEPCIÓN.

Los conductores ACSR deberán satisfacer los ensayos de recepción que se establecen en el apartado 15 de la Norma ASTM B 232 y que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 9

Ensayo	Referencia
Aspecto del conductor	Apdo. 4.1
Dimensiones del conductor	Apdo. 4.2
Sentido del cableado	Apdo. 4.1
Carga de rotura de los alambres de aluminio	Apdo. 4.3.
Resistividad eléctrica de los alambres de aluminio	Apdo. 4.4
Carga de rotura del conductor	Apdo. 4.3
Peso del conductor	Apdo. 4.3

Todos los ensayos se efectuarán en los laboratorios del fabricante.

El fabricante de los conductores ACSR avisará con 15 días de antelación al inspector de **EDENORTE** la fecha de realización de los ensayos para que estos se realicen en presencia del mismo.

**EDENORTE** podrá declinar la realización de estos ensayos para que sea el propio fabricante el que los realice con la consiguiente entrega de resultados.

Los ensayos de recepción de los alambres de acero galvanizado utilizados en la construcción del conductor se realizarán conforme a lo establecido en la Norma ASTM B 230.

Los ensayos de recepción de los alambres de aluminio utilizados en la construcción del conductor se realizarán conforme a lo establecido en la Norma ASTM B 498.

La sección de los alambres de aluminio no será inferior al 98 % de la sección indicada en el apartado 4.2 del presente documento. La forma de determinar la sección será conforme a lo establecido en la Norma ASTM B 263.

La carga de rotura de los alambres de aluminio después del cableado no será inferior al 95 % de la carga de rotura indicada en el apartado 4.3 de la presente especificación. La resistividad de los alambres de aluminio después del cableado será inferior a la indicada en el apartado 4.4 de la presente especificación. Se medirá la resistividad sobre 4 alambres de aluminio con independencia del número de estos que tenga el conductor.



La medida de la resistividad indicada se realizará conforme a lo establecido en la Norma ASTM B 193.

La carga de rotura del conductor se medirá conforme a lo siguiente: si la rotura se produce a una distancia mayor de 25.4 mm de los puntos de amarre, será superior a lo indicado en el apartado 4.3 de este documento. Si esta se produce a una distancia menor de 25.4 mm de los puntos de amarre, la carga de rotura deberá ser superior al 95 % de la indicada en el apartado 4.3 del presente documento.

Los alambres a probar en el ensayo de recepción 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 del cable.  
El peso del conductor se realizará en una báscula de precisión que será tarada y contrastada periódicamente y cuantas veces el peticionario lo exija.

El pesado del conductor se realizará pesando primero la bobina vacía sin duelas y la bobina con su conductor sin las duelas. La diferencia entre las dos pesadas dará el peso real del conductor. Dividiendo el peso real del conductor por su longitud se obtiene el peso por metro, el cual deberá de coincidir con el teórico del conductor con una tolerancia de  $\pm 2$  %.

Se rechazará la bobina si no es satisfactorio alguno de los ensayos anteriores.

El muestreo y la aceptación o rechazo de un lote de bobinas se regirá de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 10

Tamaño del lote	Muestra	Tamaño de la muestra	Tamaño acumulado de la muestra	Aceptado	Rechazado	Tipo muestreo
2 a 8	-	2	-	0	1	Simple
9 a 15	-	3	-	0	1	Simple
16 a 25	-	5	-	0	1	Simple
26 a 50	Primera Segunda	5 5	5 10	0 1	2 2	Doble
51 a 90	Primera Segunda	8 8	8 16	0 1	2 2	Doble
91 a 150	Primera segunda	13 13	13 26	0 3	3 4	Doble

En caso de doble muestreo, los ensayos a realizar sobre la segunda muestra, podrán limitarse repitiendo, exclusivamente, los que hayan sido objeto de fallo en la primera muestra. El fabricante, en los casos de rechazo de un lote, tendrá la opción de ensayar cada bobina y presentar a una nueva recepción aquellas que hayan cumplido los requisitos para su aceptación.

## 5. MARCAS.

Las marcas que lleva cada bobina se ajustarán a lo establecido en el apartado 17 de la Norma ASTM B 232.

Sobre la cara externa de cada tapa de la bobina deberá marcarse, mediante plantilla y con pintura que contraste con el color del fondo, las siguientes características:

- Peso neto de la bobina (sin conductor).
- Peso del conductor.
- Longitud del conductor.
- Tamaño del conductor.
- Tipo de conductor.
- Tipo de galvanizado.
- Flecha indicadora del desenrollado.
- Nombre del fabricante y lote de fabricación.
- Nombre del cliente, número de pedido y destino.

## 6. ALCANCE DE LA OFERTA.

El ofertante junto con la oferta económica adjuntará toda la documentación que considere oportuna para una definición lo más exacta posible de los conductores ACSR a suministrar, incluyendo como mínimo la que se indica a continuación.

- Ficha técnica de los conductores ACSR, adjunta en el anexo 2 de la presente especificación.
- Lista de excepciones a la presente especificación.
- Fotocopia de certificado de aseguramiento a la calidad ISO 9000.
- Catálogo comercial de los conductores ACSR

## 7. ALCANCE DEL SUMINISTRO.

### 7.1. MATERIAL.

Conductor ACSR y bobina según la presente especificación, incluido transporte hasta los almacenes de **EDENORTE**. La bobina podrá ser recuperada por el fabricante una vez utilizado el conductor

## **7.2. DOCUMENTACIÓN.**

Dentro del alcance del suministro queda incluida la documentación técnica correspondiente al material a suministrar.

## **7.3. ENSAYOS.**

Dentro del alcance del suministro quedan incluidos los ensayos de recepción establecidos en el apartado 4.5 del presente documento

## **7.4. CONDICIONES DE SUMINISTRO.**

El conductor se suministrará en bobinas que protejan de daños en el transporte y manipulación conforme a lo establecido en el apartado 17 de la Norma ASTM B 232.

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

La longitud de conductor, en cada bobina, será igual a la indicada en el pedido con una tolerancia de  $-0\%$   $+5\%$ .

## **ANEXO 1: NORMAS DE REFERENCIA**

Tabla 11

Norma	Fecha	Título
ASTM B 193	1995	Test method for resistivity of electrical conductors materials.
ASTM B 230	1997	Standard specification for aluminium 1350-H19 wire for electrical purposes.
ASTM B 232	1997	Standard specification for concentric-lay-stranded aluminium conductors, coated- steel reinforced (ACSR).
ASTM B 263	1994	Test method for determination of cross-sectional area of stranded conductors.
ASTM B 498	1998	Standard specification for zinc- coated (galvanized) steel core wire for aluminium conductors, steel reinforced (ACSR)

El fabricante deberá indicar en su oferta aquellas normas de las que exista posterior edición a la señalada en esta especificación, considerándose válida y aplicable al contrato, en caso de pedido, la edición vigente en la fecha del mismo.