

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
531:2000**

**ALAMBRES DE ALUMINIO 1350-
H19 DE SECCIÓN CIRCULAR
PARA USOS ELÉCTRICOS.**

2^{da} Revisión.



CODELECTRA
COMITE DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA



FONDONORMA

PRÓLOGO

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana COVENIN 531:1993 Alambres. Alambres de aluminio desnudo de sección circular para uso eléctrico. (1350-H19), fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización CT-11 Electricidad Electronica y Comunicaciones , por el Subcomité Técnico SC-06 Conductores Canalizaciones y Accesorios, a través del convenio para la elaboración de las normas suscrito entre CODELECTRA y FONDONORMA, siendo aprobada por FONDONORMA en la reunión del Consejo Superior N° 12-2000 de fecha 13/12/2000.

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes entidades:

ICONEL
ELECTROCONDUCTORES
CADAFE
FUNDACION INSTITUTO DE INGENIERIA
CABEL
ELECAR Y FILIALES
C.V.G. EDELCA
ENELBAR
ENELVEN
CABELUM
PHELPS DODGE CONAL
FONDONORMA
PDVSA
SURAL

INDICE

	Página
1. Objeto y campo de aplicación	1
2. Referencias Normativas	1
2.1 Normas COVENIN	1
2.2 Otras Normas	1
2.3 Otros documentos	1
3. Definiciones	1
3.1 Descripción de los términos específicos para esta norma	1
4. Información para pedidos	2
5. Materiales y fabricación	2
5.2 Resistividad	2
6. Fabricación, acabado y apariencia	3
7. Propiedades de resistencia a la tracción	3
7.1 Esfuerzo de resistencia a la tracción y elongación	3
8. Propiedades de doblado	3
9. Resistividad	3
10. Densidad	3
11. Diámetro	3
12. Soldaduras	3
13. Muestreo	4
14. Métodos de ensayo	4
14.1 Diámetro	4
14.2 Acabado	4
14.5 Métodos de ensayo	4
14.6 Criterios de conformidad	4
14.7 Doblado	5
15. Inspección	5
16. Empaque y marcación de empaque	6
Bibliografía	7
Tabla N° 1 Resistencia a la tracción y porcentaje de alargamiento para los alambres de temple H19	8
Tabla N° 2 Requisitos de resistividad eléctrica a 20 °C (68°F) y resistividad equivalente del cobre ^A	9
Tabla N° 3 Tolerancias del diámetro	9

**NORMA VENEZOLANA
ALAMBRES DE ALUMINIO 1350-H19
DE SECCIÓN CIRCULAR PARA USOS ELÉCTRICOS.**

**COVENIN
531:2000
2^{da} Revisión**

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACION

1.1 Esta norma cubre los alambres redondos de aluminio 1350-H19 (extra duro) para usos eléctricos.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes Normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de la Norma Venezolana COVENIN. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos basándose en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las Normas citadas seguidamente.

2.1 NORMAS COVENIN

COVENIN 0452:1989 Determinación de la resistividad de materiales metálicos conductores eléctricos.

COVENIN 0530:1991 Alambres de aluminio 1350 para usos eléctricos.

COVENIN 0553:1981 Vocabulario de conductores, alambres y cables para uso eléctrico.

2.2 OTRAS NORMAS

Hasta tanto no se aprueben las normas Venezolanas COVENIN respectiva, se debe consultar las siguientes normas:

- a) ASTM B 557: 1994, Methods of Tensión Testing Wrought and Cast Aluminum and Magnesium Alloy Products.
- b) ASTM E 527:1993, Methods for Numbering Metals and Alloys (UNS).
- c) ANSI H 35.1:1993, American National Standard for Alloy and Temper Designations Systems for Aluminum.

2.3 OTROS DOCUMENTOS

NBS Handbook 100 Copper Wire Tables of the National Bureau of Standards.

3. DEFINICIONES

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TÉRMINOS ESPECÍFICOS PARA ESTA NORMA

3.1.1 Lote

Grupo de unidades de producción mayor a 15000 Kg de peso de un tipo y tamaño de alambre, el cual fue producido durante el mismo período de tiempo bajo similares condiciones de producción y es presentado para su aceptación en el mismo tiempo, (véase las notas explicativas 1 y 2).

3.1.2 Unidad de producción

Rollo, carrete, bobina u otro empaque del alambre que represente un solo tramo.

3.1.3 Muestra

Unidad de producción o unidades de la cual un espécimen o varios especímenes de ensayo han sido extraídos y la cual es considerada que tiene las propiedades representativas del lote.

3.1.4 Espécimen

Longitud de alambre retirada para propósitos de ensayo.

4. INFORMACIÓN PARA PEDIDOS

4.1 Los pedidos de materiales cubiertos por esta norma deben incluir la siguiente información:

4.1.1 Cantidad de cada calibre

4.1.2 Calibre de alambre: Diámetro en milímetros (véase el numeral 10.1 y tabla 1)

4.1.3 Ensayo especial de resistencia a la tracción si es requiere (véase el numeral 6.2 y 6.3).

4.1.4 Frecuencia del ensayo de doblado (véase los numerales 7.1 y 14.5).

4.1.5 Procedimientos especiales de soldadura, si es permitido (véase el numeral 12.2).

4.1.6 Lugar de inspección. (véase el numeral 15.2).

4.1.7 Tipo y tamaño de empaque (véase el numeral 16.1)

4.1.8 Marcas especiales en el empaque, si es requerido (véase el numeral 17.1).

4.2 Adicionalmente, se aplican requisitos complementarios solamente cuando el comprador lo exija en la solicitud, el contrato o la orden de compra.

5. MATERIALES Y FABRICACIÓN

5.1 El alambre de aluminio debe fabricarse a partir de alambón que cumpla con los requisitos de la COVENIN 0530: 1991.

5.2 RESISTIVIDAD

5.2.1 La resistividad máxima de los alambres de aluminio será la especificada en la tabla 3 y se verificará de acuerdo a la Norma Venezolana COVENIN 452:1989.

5.2.2 Corrección de Temperatura

Cuando la resistencia es medida a una temperatura ambiente diferente de la temperatura de referencia, cuyo valor se fija en 20 °C, la resistencia deberá ser corregida mediante la siguiente fórmula:

$$R_T = \frac{R_t}{1 + \alpha T(t - T)}$$

Donde:

R_T = resistencia a la temperatura T.

R_t = resistencia medida en Ohms a la temperatura t.

αT = coeficiente de variación de la resistencia de la probeta con la temperatura medida a la temperatura de referencia T.

T = temperatura de referencia.

T = temperatura a la cual se hace la medida en °C.

Para los alambres de aluminio $\alpha T = 0,00403$ °C a 20 °C, (para conductividad de 61% IACS).

6. FABRICACIÓN, ACABADO Y APARIENCIA

6.1 El alambre deberá estar libre de defectos, acorde con la buena práctica comercial.

7. PROPIEDADES DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

7.1 ESFUERZO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN Y ELONGACIÓN

Los alambres deben estar conforme con los requisitos de esfuerzo de resistencia a la tracción y la elongación mostrada en la Tabla 1 (véase la nota explicativa 3).

7.2 Cuando lo requiere el comprador, se realizarán ensayos de la resistencia a la tracción sobre especímenes de alambres con soldaduras hechas en el alambre antes del trefilado final o en el alambroón. En tales ensayos la resistencia mínima no será inferior al 90% del valor especificado en la Tabla 1 para ensayos individuales.

7.3 Cuando lo requiera el comprador, se realizarán ensayos de resistencia a la tracción sobre especímenes de alambre con uniones hechas en el alambre terminado o durante el trefilado final, si éstas se permiten. En estos casos para estos ensayos, la resistencia a la tracción no será menor de 7,75 Kg/mm² para uniones soldadas eléctricamente, o de 14,79 Kg/mm² para uniones soldadas por presión en frío o por soldadura eléctrica a tope con posterior trabajo en frío.

8. PROPIEDADES DE DOBLADO

8.1 El alambre debe estar libre de agrietamientos cuando sea enrollado en su propio diámetro con o sin mandril. No deben ocurrir fracturas. Las marcas leves en la superficie no constituirán causas de rechazo.

9. RESISTIVIDAD

9.1 La resistividad eléctrica no debe exceder los valores mostrados en la Tabla 2. (Véase la nota explicativa 4).

10. DENSIDAD

10.1 Para los propósitos de cálculo de la densidad lineal, sección transversal, etc., la densidad del aluminio 1 350 será 2 705 kg/m³ a 20°C (68°F).

11. DIÁMETRO

11.1 El diámetro del alambre debe ser especificado en mm, con aproximación de 0,001 mm para diámetros de alambres menores de 1,000 mm ó 0,01 mm para diámetros de alambres de 1,000 mm ó mayor. El diámetro del alambre no debe exceder los diámetros especificados dados en la Tabla 3.

12. SOLDADURAS

12.1 No se permiten soldaduras en el alambre terminado excepto aquellas que cumplan los requisitos indicados en el numeral 12.2. Se permiten soldaduras en el alambroón o en el alambre antes de la operación final del trefilado de acuerdo con la buena práctica comercial.

12.2 Bajo acuerdo entre comprador y productor, se pueden realizar uniones sobre los alambres durante el trefilado final o en el alambre terminado por proceso de soldadura eléctrica a tope o de presión en frío o eléctrica a tope con posterior trabajo en frío, sujeto a las siguientes limitaciones.

12.2.1 Los alambres con calibres entre 0,254 mm y 1,410 mm, no deben presentar más de tres uniones en cualquier bobina, carrete o rollo de la masa nominal especificada.

12.2.2 Para alambres con calibres mayores de 1,270 mm, no más de 10% de las bobinas, carretes o rollos pueden tener tales uniones, y ninguna unión debe estar a menos de 15 m de otra o de cualquier extremo del tramo, no pudiéndose presentar más de dos uniones en cualquier bobina, carrete o rollo de la masa nominal especificada.

13. MUESTREO

13.1 Muestreo

Cuatro especímenes de ensayo serán obtenidos uno por cada cuatro unidades de producción (véase la nota 5).

14. MÉTODOS DE ENSAYO

14.1 DIÁMETRO

Medir el diámetro de cada espécimen con un micrómetro calibrado graduado en incrementos de 0.001 mm. Tomar 2 medidas en un punto, con la segunda medida a través de la sección transversal del diámetro rotada 90° de la primera medida. El promedio de las 2 medidas será el diámetro del espécimen. Si la medida del diámetro de cualquier espécimen varía en una cantidad mayor que la tolerancia permitida por la Tabla 3, se debe considerar que el lote no cumple con los requerimientos de diámetro.

14.2 ACABADO

Se debe hacer una inspección visual del acabado de la superficie a simple vista sin ayuda (excepto los lentes de corrección visual).

El acabado de la superficie debe cumplir los requerimientos del numeral 6.1. Si algunos especímenes se encuentran inaceptables, el lote debe ser considerado que no cumple con los requerimientos de acabado.

14.3 El esfuerzo de resistencia a la tracción y elongación puede ser determinado simultáneamente, de acuerdo con el método ASTM B 557; dividiendo la resistencia de la carga máxima del espécimen por el área original de la sección transversal del mismo, con el esfuerzo de tensión expresado en Mpa.

La elongación es el incremento porcentual en longitud del ensayo de tensión del espécimen, medida entre los espacios de las marcas originalmente separadas entre sí 250 mm.

La medida de la elongación no es necesaria para alambres menores a 1,27 mm de diámetro. Algunos especímenes, pueden fracturarse fuera de las marcas de elongación o si examinando el espécimen tensionado, éste indica un daño, los valores obtenidos no se tendrán en cuenta o se repetirá el ensayo con otra sección del mismo espécimen.

14.4 Determinar la resistividad eléctrica de acuerdo con el método de ensayo COVENIN 0452:1989.

14.5 MÉTODOS DE ENSAYO

Un promedio numérico del esfuerzo de resistencia a la tracción, elongación y resistividad de los 4 especímenes debe ser calculado y considerado como promedio del lote.

14.6 CRITERIOS DE CONFORMIDAD

Para que un lote sea considerado en conformidad, el promedio resultante de los ensayos de lote debe encontrarse dentro del promedio de los requerimientos de las Tablas 1 y 2, de la misma forma, los resultados del ensayo de cada espécimen deben encontrarse dentro de los requerimientos exigidos para ensayos en las Tablas 1 y 2 a menos que se especifique lo contrario.

14.6.1 Si el promedio de los resultados del lote está en conformidad y todos los resultados individuales de los especímenes están en conformidad, el lote se considerará conforme.

14.6.2 Si el promedio de los resultados del lote para uno o más de los ensayos ejecutados no está conforme y uno y más de los resultados individuales de cada espécimen tampoco está conforme, el lote se considerará no conforme.

14.6.3 Si el promedio de los resultados del lote están en conformidad pero uno o más de los resultados individuales de los especímenes no cumple, el lote puede ser considerado conforme excepto las unidades que no están conformes, las cuales deben ser rechazadas.

14.6.4 Si los resultados promedio del lote para uno o más de los ensayos realizados no es conforme pero todos los resultados individuales para cada espécimen cumplen, entonces se debe realizar un ensayo adicional de acuerdo con lo siguiente:

14.6.4.1 Se debe ensayar seis espécimen adicionales, procedentes de cada seis unidades de producción diferentes a los de las 4 muestras originales. Los ensayos deben ser ejecutados a los 6 especímenes adicionales y el promedio numérico de los 10 especímenes probados se considerará como promedio del lote.

14.6.4.2 Si el resultado promedio del lote de los 10 especímenes esta en conformidad y todos los resultados individuales de los 10 especímenes están en conformidad, el lote debe ser considerado conforme.

14.6.4.3 Si los resultados promedio del lote de los 10 especímenes, para uno o más ensayos realizados no está en conformidad, o si uno o más de los resultados individuales de los especímenes no está conforme, el lote se considerará no conforme.

14.6.5 Para el caso en que el lote es rechazado de acuerdo con los numerales 14.6.2 ó 14.6.4.3, las unidades de producción fabricadas pueden ser ensayadas individualmente.

La aceptación de las unidades individuales de producción del lote rechazado dependerán de que los resultados individuales esten conformes con el promedio del lote de las Tablas 1 y 2.

14.7 DOBLADO

El espécimen de cualquier unidad de producción pueden ser ensayado de acuerdo a una frecuencia de muestreo y ensayos, acordada por el fabricante y el comprador.

15. INSPECCIÓN

15.1 A menos que se especifique lo contrario en la orden de compra, el fabricante será responsable por la ejecución de toda la inspección y ensayos especificados.

15.2 Todas las inspecciones y ensayos se realizarán en el sitio de fabricación a menos que se acuerde lo contrario, entre el fabricante y el comprador.

15.3 El fabricante debe ofrecer al comprador un acceso razonable a los procesos de fabricación para comprobar que el material esta siendo fabricado bajo estas especificaciones.

15.4 A menos que otra cosa sea acordada entre el fabricante y el comprador, el cumplimiento de los requisitos especificados en las secciones 6,7, 8, 9, y 11 deben ser determinados por muestreo conforme a la sección 13 para la aceptación de cada lote de alambre presentado.

15.5 Si es requisito previo a la inspección y ensayos, el fabricante debe, certificar que el producto ha sido fabricado totalmente bajo las mismas condiciones de uniformidad en cumplimiento de los requisitos de esta norma y que pueden ser determinados por muestreo, inspección y ensayo realizados de acuerdo con la sección 13 (Véase las notas explicativas 2 y 5).

16. EMPAQUE Y MARCACIÓN DE EMPAQUE

16.1 Los tamaños y tipo de empaque, deben ser convenidos entre el fabricante y el comprador al momento de efectuar la orden de compra.

16.2 A menos que se especifique lo contrario cada rollo, carrete o bobina deben contener una longitud continua de alambre.

16.3 El alambre debe ser protegido contra daños durante las operaciones rutinarias de movilización y empaquetado.

16.4 Cada bobina, carrete, rollo u otro empaque debe llevar una etiqueta mostrando el nombre del fabricante o marca registrada, la identificación del producto, alambre de aluminio 1350-H19 y el calibre, la longitud y la masa neta del material. Si se requiere información adicional en el empaque debe ser acordada entre el fabricante y el comprador en el momento de la compra.

Notas explicativas:

1. *Todos los lotes deben cumplir con los requerimientos de esta norma. La inspección de lotes de menos de 2500 kg no se justifican económicamente, en este caso el comprador puede unirse a la inspección regular del fabricante del producto como evidencia de aceptación de un lote pequeño.*
2. *La evidencia de un control estadístico debe ser mostrada. Para efectuar esto, se pueden usar protocolos como se describen en la parte 3 de la norma ASTM STP 15 D.*
3. *La velocidad de ensayo puede afectar los resultados de los ensayos de tracción y elongación.*

Para asegurar la uniformidad en el método de ensayo y la validez de los resultados acorde con un mismo criterio, se recomienda que la rata de separación de las mordazas de la máquina de ensayos no debe exceder 0,5 mm por cada mm de longitud entre las mordazas por minuto.

4. *En la tabla 2 se muestra las equivalencias que pueden ser usadas en las relaciones de resistividad eléctrica. Las unidades de resistividad están basadas en el IACS (International Annealed Cooper Standard) y adoptadas por la IEC en 1913, esto es $1/58 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ a 20°C (68°F) para 100% de conductividad. El valor de $0,017\ 241 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ a 20°C (68°F) es el equivalente internacional de resistividad volumétrica del cobre recocido igual al 100% de conductividad. Una información más completa de este aspecto se encuentra en el NBS Handbook 100. El uso de 5 cifras significativas en el valor de la resistividad no implica mayor precisión de medida que el del método de ensayo COVENIN 0452:1989.*

El uso de 5 cifras significativas se requiere por razones de precisión en la conversión de unidades. El valor equivalente de resistividad con la Tabla 2 se deriva del valor fundamental IEC ($1/58 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) calculado con 7 cifras significativas y redondeando a 5 cifras.

5. *Para asegurar que la muestra se puede tomar como representativa del lote se necesita obtener resultados históricos acumulativos en el producto de un fabricante individual que indique un registro de cumplimiento continuo de que el producto cumple con los requisitos de esta norma, y que los criterios de aceptación aseguran ampliamente el cumplimiento del lote con esta norma. Los tamaños de la muestra y de los criterios de aceptación son aplicables solo a lotes producidos por fabricantes que cumplan estos requisitos.*
6. *Las medidas de elongación hechas y reportadas por los equipos de ensayos pueden ser usadas para propósito de control de procesos. Sin embargo, en caso de discrepancia, se harán medidas en especímenes de 250 mm como se estableció previamente.*

BIBLIOGRAFÍA

American National Standard. Aluminun 1350-H19 Wire for Electrical Purposes. Philadelphia ASTM. 1989. 4p. (ASTM B 230-99).

Participaron en la elaboración de esta norma los siguientes profesionales:

Ing. Pablo Landaeta, T.S.U. Hector Villarroel, Ing. Jesús Chirinos, Ing. Sirio Caamaño, Ing. José García Mora, Ing. Luis Rodríguez, Ing. Carlos Osorio, Ing. Franklin Escalona, Ing. Enrique Chacin, Ing. Luz Marina Mendoza, Ing. Luis Felipe Morillo, Ing. Luis Franco, Ing. Hedyña Gómez, Ing. Ismael Díaz, Ing. Víctor Blanco, Ing. Ángel Rivas y Ing. Dacio Forja.

Tabla N° 1 Resistencia a la tracción y porcentaje de alargamiento para los alambres de temple H19

Diámetros de los alambres	Resistencias mínima a la tensión		Alargamiento (%) mínimo en 250 mm	
	Promedio del lote kg/mm ²	Individual kg/mm ²	Promedio del lote	Individual
0,27 a 1,27	17,58	16,17	-	-
1,27 a 1,52	20,39	18,98	1,4	1,2
1,53 a 1,78	20,04	18,98	1,5	1,3
1,78 a 2,03	19,69	18,63	1,6	1,4
2,03 a 2,29	19,33	18,28	1,6	1,5
2,29 a 2,54	18,98	17,93	1,6	1,5
2,54 a 2,79	18,28	17,23	1,6	1,5
2,80 a 3,05	17,93	16,87	1,7	1,6
3,05 a 3,56	17,58	16,52	1,8	1,7
3,56 a 3,81	17,23	16,52	1,9	1,8
3,81 a 4,57	16,87	16,17	2,0	1,9
4,57 a 5,33	16,87	16,17	2,1	2,0
5,34 a 6,60	16,52	15,82	2,3	2,2

*Para diámetros de alambres comprendidos entre 1,271 mm y 6,604 mm, la resistencia a la tensión mínima promedio para un lote puede ser estimada a partir de la siguiente ecuación logarítmica para propósitos de control de procesos para satisfacer los requisitos de esta especificación:
Resistencia a la tensión = 205,88 - 27,14xln (diámetro del alambre, mm) Mpa. Los requerimientos establecidos en la tabla, son para todos los demás propósitos.*

Tabla N° 2 Requisitos de resistividad eléctrica a 20°C (68°F) y resistividad equivalente del cobre ^A

	Conductividad Volumétrica	Resistividad eléctrica					
	% IACS	Volumen				Masa	
		$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	$\mu \Omega$ pulgada	$\mu \Omega \cdot \text{cm}$	$\Omega \cdot \text{Cmil}/\text{pie}$	$\Omega \cdot \text{lb}/\text{milla}^2$	$\Omega \cdot \text{g}/\text{m}^2$
Promedio del lote	61.2	0,028 172	1,109 1	2,8172	16,946	434,81	0,076149
Ensayo individual	61,0	0,028 265	1,112 8	2,8265	17,002	436,23	0,076399
Cobre equivalente	100,0	0,017 241	0,687 79	1,7241	10,371	875,20	0,15328

Los valores equivalentes de resistividad para el 100% IACS de conductividad fueron calculados a partir del valor fundamental IEC ($1/58 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$) usando factores de conversión y una exactitud de siete cifras significativas, los valores correspondientes para conductividades del aluminio, se derivaron de éstos, multiplicándolos por el recíproco de las relaciones de conductividad, con una exactitud de por lo menos siete cifras significativas.

Tabla N° 3 Tolerancias del diámetro

Diámetro especificado (mm)	Variaciones permitidas sobre el diámetro especificado
0,27 a 0,91	+/- 0,013 mm
0,91 a 2,54	0,025 mm
2,54 a 6,60	1%

**COVENIN
531:2000**

**CATEGORÍA
C**

CODELECTRA

Comité de Electricidad de Venezuela

Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque

Boyacá, Torre Dentro, Piso 5, Oficina 51

Teléfonos: 285-28-67/77-74 Fax: 285-47-87

E-mail: codelectra@codelectra.org

Página Web: www.codelectra.org

ICS: 29.060.01

ISBN: 980-06-2670-0

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS

Prohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Conductores canalizaciones y accesorios.