

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
556:1999**

**ALAMBRES DE ALEACIÓN DE
ALUMINIO 6201-T 81 DE SECCIÓN
CIRCULAR. USO ELÉCTRICO.**

2^{da} Revisión



CODELECTRA
COMITE DE ELECTRICIDAD DE VENEZUELA



FONDONORMA

PROLOGO

La presente norma sustituye totalmente la Norma Venezolana COVENIN 556:1991 **Alambres. Alambres de Aleación de Aluminio 6201-T 81 de Sección Circular Uso Eléctrico**, fue revisada de acuerdo a las directrices del Comité Técnico de Normalización **CT-11 Electricidad, Electrónica y Comunicaciones**, por el Subcomité Técnico **SC-6 Conductores, Canalizaciones y Accesorios**, a través del convenio para la elaboración de normas suscrito entre **CODELECTRA** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por **FONDONORMA** en la reunión del Consejo Superior N° 99-11 de fecha 20/10/1999.

En la revisión de esta Norma participaron las siguientes entidades:

C.V.G. EDELCA
CABEL
CADAFE
ELECAR Y FILIALES
ELECTROCONDUCTORES
ENELBAR
ENELVEN
ICONEL
CABELUM

ÍNDICE

	Páginas
1. - Objeto	1
2. - Referencias normativas	1
2.1 Normas COVENIN	1
2.2 Otras normas	1
3. - Definiciones	1
4. - Requisitos para pedidos	1
5.- Material y manufactura	2
6. - Composición química	2
7. - Resistencia mecánica a la tracción	2
8. - Características de doblaje	2
9. - Resistividad	2
10. - Densidad	2
11. - Diámetro y variaciones permitidas	2
12. - Uniones	3
13. - Acabado	3
14. - Muestreo, ensayos y criterios de aceptación	3
14.1 Muestreo	3
14.2 Métodos de ensayo para la determinación de resistencia mecánica a la tracción, elongación y resistividad	3
14.3 Criterio de aceptación	3
14.4 Curvatura	4
15. - Inspección	4
16. - Marcado, etiquetado y embalaje	4
Bibliografía	5
Tabla N° 1. Composición química (1)	6
Tabla N° 2. Resistencia mecánica a la tracción	6
Tabla N° 3. Resistividad eléctrica equivalente a 20° C (1)	6

**NORMA VENEZOLANA
ALAMBRES DE ALEACIÓN
DE ALUMINIO 6201-T 81 DE SECCIÓN
CIRCULAR. USO ELÉCTRICO**

**COVENIN
556:1999
(2ª Revisión)**

1. OBJETO

1.1 Esta norma venezolana establece los requisitos que deben cumplir los alambres de aleación de Aluminio 6201-T81 de sección circular (duro: térmicamente, trefilado y envejecido artificialmente) para uso eléctrico.

1.2 Los valores establecidos en el sistema internacional (SI) deben ser considerados según la norma Venezolana COVENIN 288.

Nota: La aleación y el temple designados conforme a ANSI H35.1 Aleación de Aluminio 6201 corresponde al sistema de numeración unificado A96201 de acuerdo con el método E527.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

La siguiente norma contiene disposiciones que al ser citadas en el texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana COVENIN.

Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda la norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la consecuencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas.

2.1 NORMAS COVENIN

COVENIN 299:1989 Ensayo de tracción para materiales metálicos.

COVENIN 452:1989 Determinación de la resistividad de materiales metálicos conductores eléctricos.

COVENIN 288:1993 Sistema Internacional de unidades, SI y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y otras unidades.

2.2 OTRAS NORMAS

Hasta tanto se aprueben las normas venezolanas COVENIN respectivas, se deben consultar las siguientes normas:

ASTM B193 Test Method for Resistivity for Electrical Conductor Materials.

ASTM B557 Methods of Testing Wrought and Cast Aluminum and Magnesium Alloy Products.

ASTM E527 Practice for Numbering Metals and Alloys (UNS).

ASTM B830 Especificaciones para métodos de ensayo y frecuencia uniforme.

ANSI H35.1 American National Standard for Alloy and Temper Designation Systems for Aluminum NBS Handbook 100-Copper Wire Tables

NBS Manual 100-Tablas de Alambres de Cobre.

3. DEFINICIONES

Para propósitos de esta norma Venezolana COVENIN se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Lote: Un grupo de unidades de producción, de un tipo y tamaño de alambre, el cual fue producido durante un mismo período de tiempo, bajo las mismas condiciones de producción y se presentan para su aceptación al mismo tiempo (Notas explicativas N° 1 y N° 2).

3.2 Unidades de Producción: Un rollo, Una bobina, Un carrete u otro empaque de alambre que representa una sola longitud.

3.3 Muestra: La unidad o unidades de producción de la cual o cuales un espécimen o especímenes han sido extraídos (removidos), y el (los) cual (es) es considerado que tiene propiedades representativas del lote.

3.4 Especimen: Es una longitud de alambre removido para realizarle pruebas.

4. REQUISITOS PARA PEDIDOS

4.1 Los requerimientos de material bajo esta especificación deberá incluir la siguiente información:

4.1.1 La cantidad por Calibre.

4.1.2 El calibre del Alambre: Diámetro en milímetros (Véase sección 11.1).

4.1.3 Pruebas especiales de Tracción mecánica o Elongación, si es requerida (Véase sección 7.2 y 7.3).

4.1.4 Frecuencia de pruebas de doblado (Véase sección 8.2).

4.1.5 Procedimiento especial para soldadura, si es permitida (Véase sección 12).

4.1.6 Lugar de inspección (Véase sección 15.2).

4.1.7 Tipo y tamaño del empaque (Véase sección 16.1).

4.1.8 Marcado especial en el empaque, si es requerido (Véase sección 16.4).

4.2 Los requerimientos adicionales aplicarán solamente cuando sean especificados por el cliente (comprador) en la requisición, contrato u orden de compra.

5. MATERIAL Y MANUFACTURA

5.1 La aleación de Aluminio utilizada debe ser de tal calidad que el alambre producido de ésta, pueda cumplir con los requerimientos de composición química, propiedades de resistencia mecánica y elongación, propiedades de doblado y resistividad eléctrica, previstas en esta especificación.

6. COMPOSICION QUIMICA

6.1 El alambre debe ser hecho con Aleación de Aluminio 6201 como se especifica en ANSI H35.1. El material debe estar conforme a la composición química especificada en la Tabla 1.

7. RESISTENCIA MECÁNICA A LA TRACCIÓN

7.1 El alambre tratado térmicamente, trefilado y envejecido artificialmente cuando es seleccionado de acuerdo a la sección 14 de esta especificación y ensayado con los métodos de COVENIN 299, deberá estar de acuerdo con lo especificado en la Tabla 2 en lo que se refiere a la resistencia mecánica a la tracción. (Véase nota explicativa N° 3).

7.2 Cuando el comprador lo requiera, se harán ensayos de resistencia mecánica a la tracción en muestras de alambre tratado térmicamente, trefilado y envejecido artificialmente que tenga uniones hechas después del tratamiento térmico y previo a la trefilación final. Estos ensayos deberán dar resultados no menores del 90% de la carga de rotura mínima individual dada en la Tabla 2.

7.3 Cuando sea requerido por el comprador, se harán ensayos de resistencia mecánica a la tracción mecánica en muestras de alambre tratado térmicamente, trefilado y envejecido artificialmente que tenga uniones hechas en el alambre terminado o durante el último paso de trefilación, tal como está permitido en el punto 11.2. Estos ensayos deberán dar resultados no menores de 290 MPa para

soldadura a presión en frío y no menor de 103 MPa para soldadura eléctrica a tope. Las soldaduras eléctricas a tope deben tener una elongación del 6% mínimo en una longitud de 250 mm.

8. CARACTERÍSTICAS DE DOBLAJE

8.1 El alambre no debe ser frágil tal como se puede evidenciar por su habilidad para ser enrollado sobre su propio diámetro con o sin un mandril, no debiendo presentar fracturas, escamas ni fisuras. Pequeñas imperfecciones superficiales no constituirán causa de rechazo.

8.2 Cualquier rollo o carrete debe ser ensayado de acuerdo a lo establecido en 8.1, pero la frecuencia de muestras de producción y de ensayos, será acordada entre el fabricante y el comprador.

9. RESISTIVIDAD

9.1 La resistividad eléctrica, determinada en muestras seleccionadas de acuerdo con la sección 13 de esta norma y ensayadas de acuerdo al método de ensayo de COVENIN 452, no debe exceder de $0,032841 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C (Véase nota explicativa N° 4 y tabla N° 3).

10. DENSIDAD

10.1 Para propósitos de cálculos del peso por unidad de longitud, u otra, la densidad de la aleación de aluminio 6201 se tomará como $2,690 \text{ gr/cm}^3$ a 20°C .

11. DIÁMETRO Y VARIACIONES PERMITIDAS

11.1 El diámetro del alambre será expresado en fracciones de mm usando tres cifras decimales.

11.2 El 10%, de cualquier lote de alambre pero no menos de cinco rollos (o todo el lote si éste es menor de cinco piezas) será medido en tres sitios. Si el material está en forma de rollos, se hará una medición cerca de cada extremo y otra en la cercanía del centro.

11.3 Las variaciones permitidas en el diámetro son:

Diámetro especificado mm(pulg.)	Variación permitida del diámetro medio respecto al diámetro especificado
4,770 a 2,540(0,1878 a 0,1000)	+/- 1%
2,539 a 1,554(0,0999 a 0,0612)	+/- 0,025 mm(0,0010 pulg.)

12. UNIONES

12.1 A menos que se indique otra cosa al colocar la orden de compra, el alambre debe ser suministrado en un solo largo por carrete o rollo. Pueden hacerse uniones en el alambro n o en el alambre despu s del tratamiento t rmico pero previos al trefilado final, mediante soldadura el ctica a tope o soldadura a presi n en fr o, de acuerdo a las mejores pr cticas de manufactura. A menos que se indique otra cosa, no se permiten uniones durante el trefilado final ni en el alambre terminado.

12.2 Si se acuerda entre el fabricante y el comprador, pueden hacerse uniones durante el trefilado final o en el alambre terminado mediante soldadura el ctica a tope o soldadura a presi n en fr o. Cuando se efect uen soldaduras el cticas a tope, la zona de la uni n ser a recocida ai menos una distancia de 150 mm a cada lado de la soldadura. No m s del 10% de los carretes o rollos contendr a tales uniones y no debe haber uniones a menos de 15 m entre ellas o con respecto a cualquiera de los extremos del alambre, adicionalmente no habr a m s de dos uniones en cualquier carrete o rollo de peso nominal especificado.

13. ACABADO

13.1 El alambre debe estar libre de defectos, acorde con las mejores pr cticas de manufactura.

14. MUESTREO, ENSAYOS Y CRITERIOS DE ACEPTACI N

14.1 MUESTREO

Se deben obtener cuatro espec menes para ensayos, una de cada cuatro unidades de producci n. (V ease nota explicativa 2).

14.2 M TODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACI N DE RESISTENCIA MEC NICA A LA TRACCI N, ELONGACI N Y RESISTIVIDAD

14.2.1 Resistencia mec nica a la tracci n y elongaci n.

14.2.1.1 La resistencia mec nica a la tracci n y la elongaci n pueden determinarse simult neamente. La resistencia mec nica a la tracci n se obtiene usando el m todo de COVENIN 299, dividiendo la m xima carga resistida por la muestra entre el rea original del especimen, expresando el esfuerzo unitario en MPa. La elongaci n es el incremento porcentual de longitud del especimen cuando se compara la longitud original de 250 mm marcada en el especimen con la medida despu s del ensayo. Para alambres de di metros menores a 1,25 mm, no son requeridos ensayos de elongaci n. La fractura no debe ocurrir fuera de las marcas previamente hechas en el

especimen o si despu s de un examen a e ste se observa alg n defecto, los valores obtenidos no son representativos y deber a realizarse otro ensayo.

14.2.1.2 Determinaci n de la resistividad el ctica se har a seg n la norma Venezolana COVENIN 452.

14.2.2 Resultados de los Ensayos

El promedio de los cuatro valores obtenidos para Resistencia Mec nica a la Tracci n, Elongaci n y Resistividad, representar a el valor promedio del lote ensayado.

14.3 CRITERIO DE ACEPTACI N.

Para que un lote sea considerado aceptable, su promedio debe satisfacer los requisitos promedio para un lote indicados en las Tablas 2 y 3; de la misma forma, los resultados de los ensayos de cada especimen deben satisfacer los valores individuales sealados en las Tablas 2 y 3, a menos que se especifique otra cosa.

14.3.1 Si el promedio del lote es satisfactorio y si los valores individuales de los espec menes tambi n son satisfactorios, el lote es considerado satisfactorio.

14.3.2 Si el promedio del lote no es satisfactorio para unos o varios de los par metros evaluados y si as sucede con uno o varios de los resultados individuales de los espec menes, el lote es considerado no satisfactorio.

14.3.3 Si el promedio del lote es satisfactorio pero uno o varios de los resultados individuales de los espec menes no son satisfactorios, el lote es considerado satisfactorio, pero las unidades de producci n representadas por los espec menes no satisfactorias, ser n rechazadas.

14.3.4 Si el promedio del lote no es satisfactorio para uno o varios de los par metros ensayados pero todos los valores individuales de los espec menes son satisfactorios, deben realizarse nuevos ensayos sobre nuevos espec menes, como a continuaci n de indica:

(a) Se necesita un juego adicional de seis espec menes procedentes de seis unidades de producci n distintas a las ya ensayadas. Se efect uan los ensayos sobre los seis nuevos espec menes y se calcula un promedio considerando los valores de los cuatro espec menes originalmente ensayadas. El valor resultante es el promedio del lote.

(b) Si el promedio de los diez espec menes es satisfactorio y si cada valor individual de los diez espec menes tambi n es satisfactorio, el lote es considerado satisfactorio.

(c) Si en el promedio de los diez valores uno o m s de los par metros ensayados no es satisfactorio y si as sucede

con uno o más de los valores individuales, el lote es considerado no satisfactorio.

(d) En caso de que un lote sea rechazado de acuerdo a lo establecido en 14.3.2 ó en (c), las unidades de producción que constituyeron ese lote pueden ser ensayadas en forma individual. La aceptación de unidades individuales de producción procedentes de un lote rechazado dependerá de los resultados individuales de los especímenes que satisfagan los valores promedios de lote dados en las Tablas 2 y 3.

14.4 CURVATURA

Los especímenes de cualquier unidad de producción pueden ser ensayadas con la frecuencia de muestreo y ensayos que acuerden el fabricante y el comprador al momento de colocar la orden de compra.

15. INSPECCIÓN

15.1 A menos que se especifique otra cosa en el contrato u orden de compra, el fabricante será el responsable por la ejecución de la inspección y de los ensayos requeridos.

15.2 Todas las inspecciones y ensayos se realizarán en el lugar de la fabricación, a menos que entre fabricante y comprador al momento de la negociación de otra manera haya sido acordado.

15.3 El fabricante facilitará al inspector representante del comprador, de una manera razonable, los recursos para comprobar que el material está siendo fabricado bajo ésta especificación.

15.4 A menos que se haya acordado otra cosa entre fabricante y comprador, el cumplimiento de los alambres con los requisitos especificados en las secciones 7, 8, 9, 11 y 13, será determinado por muestreo de acuerdo con la sección 14, para cada lote de alambre presentado para aceptación.

15.5 El fabricante certificará, si así se requiere previo a la inspección y ensayo, que el material en su totalidad ha sido producido de tal forma que el cumplimiento con los requerimientos de ésta norma puede ser determinado por muestreo, inspecciones y ensayos realizados de acuerdo con la sección 14 (Véase nota explicativa 2).

16. MARCADO, ETIQUETADO Y EMBALAJE

16.1 El tamaño del embalaje será acordado entre el fabricante y el comprador al colocar las órdenes particulares.

16.2 A menos que se indique otra cosa, debe haber un solo largo de alambre en cada carrete o rollo.

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

16.4 Cada carrete o rollo de alambre debe tener una etiqueta donde se muestre el nombre del fabricante o su marca comercial, tipo de aleación y temple, calibre y peso del material. Si se requiere información adicional en la etiqueta, ello será establecido con el fabricante al momento de colocar la orden de compra.

NOTAS EXPLICATIVAS

NOTA 1: Un lote debe estar formado por material tomado de una producción que normalmente cumpla con los requerimientos de esta norma. La inspección de lotes de alambres menores de 2270 kg no tiene una justificación económica. Para lotes pequeños, menores de 2270 kg el comprador puede acordar con el fabricante los procedimientos de inspección normal para su producción general, como evidencia de la aceptabilidad de éstos pequeños lotes.

NOTA 2: Una estadística acertada con los resultados de los ensayos de un fabricante que indique un registro de continuo cumplimiento del producto con los requisitos de la especificación es necesaria para que la muestra sea representativa del lote, y que el criterio de aceptación asegure de manera amplia el cumplimiento del lote con ésta norma. Los tamaños de las muestras y los criterios de aceptación son aplicables solamente a lotes de productos de fabricantes que cumplan este requerimiento.

NOTA 3: La velocidad de los ensayos puede afectar los resultados de los ensayos de resistencia mecánica a la tracción y de elongación. Para asegurar la uniformidad del método de ensayo y la validez de los resultados para aplicar el criterio de aceptación, se recomienda que la velocidad de separación de los cabezales de la máquina no exceda de 1,27 cm/minuto por cada 2,54 cm de longitud entre las mordazas.

NOTA 4: En la tabla 2 se muestran relaciones útiles con respecto a la resistividad eléctrica. Las unidades de resistividad se basan en el valor establecido por la Norma Internacional de Cobre recocido (IACS) y adoptado por la Comisión Eletrotécnica Internacional (CEI) en 1913, el cual corresponde a $1/58 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C (68°F) para una conductividad del 100%. Este valor de $0,017241 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a 20°C (68°F) corresponde a la resistividad de volumen del cobre recocido de 100% de conductividad. Una discusión completa sobre ésta materia se halla en el Manual 100 de la NBS (NBS Handbook 100). El uso de cinco cifras significativas no implica la necesidad de una mayor exactitud de la medida que lo indicado

por COVENIN 452. El uso de cinco cifras significativas es recomendable para obtener buena exactitud cuando se hacen conversiones de unidades de resistividad. Los valores equivalentes de resistividad dados en la Tabla 3 fueron obtenidos del valor fundamental de la CEI (1/58 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) calculados con siete cifras significativas y luego redondeados a cinco cifras significativas.

BIBLIOGRAFÍA

ASTM B398-90 Standard Specification for Aluminum-Alloy 6201-T81 Wire for Electrical Purposes

Participaron en la elaboración de esta norma los profesionales siguientes:

- Carlos Osorio CABEL
- Enrique Chacín C.V.G. EDELCA
- Franklin Escalona ELECAR Y FILIALES
- Héctor Villarroel CADAFE
- José García Mora ELECTROCONDUCTORES
- Luis Felipe Morillo ENELVEN
- Luz Marina Mendoza ENELBAR
- Simón Barbera ICONEL
- Luis Franco CABELUM

Tabla 1. Composición Química (%)

Elemento	Aluminio
Cobre máx.	0.10
Hierro máx.	0.03
Silicio	0.03
Magnesio máx.	0.03
Magnesio	0.03
Zinc máx.	0.03
Cromo máx.	0.03
Boro máx.	0.03
Otros elementos máx. cada uno	0.10
Otros elementos máx. total	0.10

Tabla 2. Resistencia mecánica a la tracción.

Diámetro del alambre	Resistencia mínima a la tracción	
	Promedio por lote	Individual
mm (pulg.) 4.770 a 3.373 (0.1878 a 0.1328)	317	303
3.371 a 1.254 (0.1327 a 0.0493)	331	317

Tabla 3. Resistividad eléctrica equivalente a 20° C (4)

Material	Conductividad de Volumen % IACS	Resistividad de Volumen		
		$\Omega \cdot \text{cmil}/\text{pie}$	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	$\mu\Omega \cdot \text{pulg.}$
Aluminio	33.3	19.752	0.033841	1.2629
Aluminio	33.3	19.382	0.033237	1.2687
Aluminio	61.0	17.002	0.028262	1.1128
Cobre	100	10.371	0.017241	0.67879

(1) Los valores de resistividad equivalente para el cobre dando 100% IACS fueron calculados a partir del valor fundamental de IEC (1/58 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) usando factores de conversión con al menos siete cifras significativas. Los valores correspondientes a otras conductividades (aluminio) fueron obtenidos de estos multiplicando por el cociente del cociente de conductividades con al menos siete cifras significativas.

TABLA 1. Composición Química (1)

Elemento	Composición, %
Cobre, máx.	0,10
Hierro, máx.	0,50
Silicio	0,50 – 0,90
Magnesio, máx.	0,03
Magnesio	0,6 – 0,9
Zinc, máx.	0,10
Cromo, máx.	0,03
Boro, máx.	0,06
Otros elementos, máx. cada uno	0,03
Otros elementos, máx. total	0,10
Aluminio	Resto

(1) Se harán análisis regularmente solo para los elementos especificados en ésta tabla. Sin embargo, si se sospecha o aparece indicada la presencia de otros elementos en una cantidad que exceda del límite especificado, se deberán hacer análisis posteriores para determinar que estos elementos no están presentes en cantidades que excedan del límite establecido para otros elementos.

TABLA 2. Resistencia mecánica a la tracción.

Diámetro del alambre	Resistencia mínima a la Tracción		Elongación mínima en 250 mm (10 pulg.) para ensayos individuales
	Promedio por lote	Individual	
mm (pulg.)	MPa	MPa	%
4,770 a 3,373 (0,1878 a 0,1328)	317	303	3,0
3,371 a 1,554 (0,1327 a 0,612)	331	317	3,0

TABLA 3. Resistividad eléctrica equivalente a 20° C (1)

Material	Conductividad de Volumen	Resistividad de Volumen			
	% IACS	$\Omega \cdot \text{cmil}/\text{pie}$	$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	$\mu\Omega \cdot \text{pulg.}$	$\mu\Omega \cdot \text{cm}$
Cobre	100	10,371	0,017241	0,67879	1,7241
Aluminio	61,0	17,002	0,028265	1,1128	2,8265
Aluminio	53,5	19,385	0,032227	1,2687	3,2227
Aluminio	52,5	19,755	0,032841	1,2929	3,2841

(1) Los valores de resistividad equivalente para el cobre blando 100% IACS fueron calculados a partir del valor fundamental de IEC (1/58 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) usando factores de conversión con al menos siete cifras significativas. Los valores correspondientes a otras conductividades (aluminio) fueron obtenidos de éstos multiplicando por el recíproco del cociente de conductividades con al menos siete cifras significativas.

COVENIN
556:1999

CATEGORÍA
B

CODELECTRA

Av. Sucre Los Dos Caminos, Centro Parque
Boyacá, Torre Centro, Piso 5, Oficina 51.
Teléfonos: 285-28-67 / 77-74 Fax: 285-47-87
E-mail: codelectra@codelectra.org

ICS: 29.060.10
ISBN: 980-06-2395-7

RESERVADOS TODOS LOS DERECHOS
Phohibida la reproducción total o parcial, por cualquier medio.

Descriptores: Alambre, Alambre de Aluminio