

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2172:1997**

**TUBOS DE ACERO AL CARBONO
SOLDADOS POR RESISTENCIA
ELÉCTRICA PARA USO
EN CALDERAS**

(2^{da} Revisión)



INSTITUTO VENEZOLANO DE SIDERURGIA

IVES



PROLOGO

La Comisión Venezolana de Normas Industriales (**COVENIN**), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de Normalización y Calidad en el país. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de normas, la **COVENIN** constituye Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

La presente norma sustituye totalmente a la Norma Venezolana **COVENIN 2172-88**, fue elaborada bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización **CT7 Materiales Ferrosos** por el Subcomité Técnico **SC4 Tubos y accesorios para tuberías** a través del convenio de cooperación suscrito entre el **Instituto Venezolano de Siderurgia (IVES)** y **FONDONORMA**, siendo aprobada por la **COVENIN** en su reunión N° 149 de fecha 1997/11/12.

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes entidades:
C.A. CONDUVEN, COFRETH DE VENEZUELA, HELVESA, INTEVEP.

NORMA VENEZOLANA
TUBOS DE ACERO AL CARBONO
SOLDADOS POR RESISTENCIA
ELÉCTRICA PARA USO EN CALDERAS

COVENIN
2172:1997
(2^{da} Revisión)

1 OBJETO

1.1 Esta Norma contempla los requisitos mínimos que deben cumplir los tubos de acero al carbono soldados por resistencia eléctrica, para ser usados en calderas, conductos de humos para calderas y extremos de seguridad.

1.2 Esta norma contempla los tubos de diámetro externo de 12,7 mm a 127 mm (1/2 pulg a 5 pulg) y de espesor de 0,89 mm a 9,14 mm (0,035 pulg a 0,360 pulg). Se pueden suministrar bajo esta norma, tubos de otras dimensiones, siempre y cuando cumplan con todos los requisitos en ella indicados

1.3 Los requisitos mecánicos contemplados en esta norma no se aplican a tubos de diámetro interno menor a 3,2 mm (1/8 pulg) y 0,38 mm (0,015 pulg) de espesor.

2 REFERENCIAS NORMATIVAS

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

COVENIN 299:1989 Ensayo de tracción para materiales metálicos.

COVENIN 583:1982 Ensayo de pestañado para tubos de acero de sección circular.

COVENIN 585:1997 Tubos de acero de sección circular. Ensayo de abocardado.

COVENIN 817:1980 Método gasométrico para la determinación cuantitativa del carbono en aceros al carbono.

COVENIN 838:1980 Método gravimétrico para la determinación del azufre en aceros al carbono.

COVENIN 846:1975 Materiales ferrosos. Metodo fotometrico para la determinación cuantitativa del manganeso.

COVENIN 969:1997 Tubos de acero. Ensayo de presión hidrostática interna.

COVENIN 1227:1970 Método alcalimétrico para la determinación cuantitativa del fósforo.

COVENIN 1366:1997 Ensayo de aplastamiento para tubos de acero de sección circular.

COVENIN 2533:1988 Corrientes inducidas. Determinación de discontinuidades en tubos ferromagnéticos. Método electromagnético.

COVENIN 2629:1989 Ensayos no destructivos. Tubos de acero al carbono. Determinación de discontinuidades longitudinales. Método de ultrasonido

3 MATERIALES Y FABRICACIÓN

3.1 Materia Prima

3.1.1 El acero a ser usado en la elaboración de los tubos contemplados en esta norma, deberá ser calmado y fabricado mediante el proceso de horno de solera abierta, convertidor básico de oxígeno u otro proceso aprobado por el comprador.

3.1.2 El acero podrá ser calmado con aluminio, silicio o una combinación de ambos, según acuerdo entre comprador y fabricante.

3.2 Fabricación

Los tubos de acero contemplados en esta norma, deben ser soldados por proceso de resistencia eléctrica.

3.3 Tratamiento térmico

Los tubos de acero contemplados en esta norma, después de la operación de soldeo deben ser sometidos a un tratamiento térmico o a una temperatura de 900 °C (1650° F) o mayor, seguido de un enfriamiento al aire o en una cámara de enfriamiento en un horno con atmósfera controlada.

4 CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

Los tubos de acero contemplados en esta norma se clasificarán y designarán según la composición química del acero establecida en la Tabla 1, como se indica a continuación:

Clasificación	Designación
---------------	-------------

Grado A	A
Grado C	C

5 REQUISITOS

5.1 Composición química

5.1.1 Los tubos de acero contemplados en esta norma, ensayados según las Normas Venezolanas COVENIN 817, COVENIN 846, COVENIN 1227 y COVENIN 838, deben cumplir con la composición química especificada en la Tabla 1.

5.1.2 Análisis de colada

Un análisis de colada debe ser realizado por el fabricante para determinar el porcentaje de los elementos especificados. El análisis se hará de una probeta preferiblemente tomada durante el vaciado de la colada y la composición química así determinada se debe reportar al comprador.

5.1.3 Análisis químico de comprobación

5.1.3.1 El análisis de comprobación podrá ser hecho por el comprador.

5.1.3.2 La composición química del producto debe estar dentro de los límites especificados para cada elemento en la Tabla 1.

5.1.3.3 El análisis se debe realizar según se indica en las Normas Venezolanas COVENIN 817, COVENIN 846, COVENIN 1227, COVENIN 838 o cualquier otro método aprobado de mutuo acuerdo entre fabricante y comprador para la determinación de los elementos C, Mn, P y S.

5.2 Aplastamiento H (Véase anexo)

Los tubos de acero al carbono contemplados en esta norma, ensayados según el punto 7.1, no deben presentar grietas o resquebrajamiento durante la primera etapa del ensayo (véase punto 7.2.2.1), y no deben presentar evidencias de material laminado, o cualquier otro defecto o soldadura incompleta durante la segunda etapa del ensayo (véase punto 7.2.2.2).

5.3 Abocardado

Los tubos de acero contemplados en esta norma, ensayados según el punto 7.3, no deben presentar fisuras en la soldadura durante este ensayo.

5.4 Pestañado

Los tubos de acero contemplados en esta norma, ensayados según el punto 7.3 no deben presentar grietas o cualquier otra imperfección durante el ensayo.

5.5 Aplastamiento reverso

Los tubos de acero contemplados en esta norma de diámetro externo mayor o igual a 12,7 mm (1/2 pulg), ensayados según el punto 7.4, no deben presentar evidencias de grietas, falta de penetración o cualquier otra imperfección al ensayar una sección de 100 mm.

5.6 Aplastamiento longitudinal

Cuando sea solicitado por el comprador, los tubos de acero contemplados en esta norma, ensayados según el punto 7.5, no deben presentar evidencias de grieta, falta de penetración o cualquier otra imperfección.

5.7 Propiedades mecánicas

Los tubos de acero contemplados en esta norma, ensayados según la Norma Venezolana COVENIN 299, deben cumplir con las propiedades mecánicas indicadas en la Tabla 2.

5.8 Presión hidrostática

Los tubos de acero contemplados en esta norma, ensayados según la Norma Venezolana COVENIN 969, deben soportar las presiones de prueba indicadas en la Tabla 3, durante un tiempo no menor a cinco (5) segundos. Este ensayo se realizará si es requerido por el comprador.

5.9 Ensayos no destructivos

Los tubos de acero contemplados en esta norma, ensayados según las Normas Venezolanas COVENIN 2533 y COVENIN 2629, no deben presentar defectos. Este ensayo se realizará si es requerido por el comprador.

5.10 Tolerancias dimensionales y de forma

Los tubos de acero contemplados en esta norma, medida con instrumentos adecuados, debencumplir con las siguientes tolerancias dimensionales.

5.10.1 Diámetro externo

Las tolerancias del diámetro exterior de los tubos no deben exceder los valores indicados en la Tabla 5.

5.10.2 Espesor de pared

El espesor de pared especificado no debe exceder de + 18 % y - 0 % del espesor nominal.

5.10.3 Longitud

5.10.3.1 Los tubos deben estar dentro de las tolerancias de longitud indicadas en la Tabla 6.

5.10.3.2 Las tolerancias de longitud se aplican a los tubos antes de ser doblados, para longitudes de 7,31 m (24 pies) y menores. Para longitudes mayores se acepta una tolerancia adicional de 3 mm (1/8 pulg) por cada 3 m (10 pies o fracción) hasta un máximo de 12,7 mm (1/2 pulg)

5.11 Rectitud

Los tubos de acero contemplados en esta norma, no deben presentar una flecha superior a 1,6 mm por metro.

5.12 Acabado

Los tubos de acero contemplados en esta norma, deben cumplir con los siguientes requisitos de acabado:

5.12.1 Acabado superficial

Los tubos terminados deben estar libres de defectos, óxidos e impurezas superficiales y los extremos libres de rebabas.

5.12.2 Altura del cordón interno

La altura del cordón interno debe ajustarse a lo indicado en la Tabla 7.

5.13 Tolerancias en peso

Los tubos deben estar dentro de las siguientes tolerancias en peso: + 10 % y - 0 %.

6 INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

Este capítulo ha sido redactado con el criterio de ofrecer una guía al consumidor para determinar la calidad de lotes aislados a ser comercializados y en caso de litigios. A menos que exista acuerdo previo entre comprador y fabricante la inspección y recepción del producto debe cumplir con lo establecido a continuación.

6.1 Lote

Es el conjunto de tubos de características similares o que han sido fabricados bajo condiciones de producción presumiblemente uniformes que se someten a

inspección como conjunto unitario. Cuando los tubos son identificados por colada, una colada se tomará como un lote.

Cada lote estará formado por doscientos cincuenta (250) tubos de diámetro de 76,2 mm y menores y por cien (100) tubos de diámetro mayor de 76,2 mm. Los lotes se formarán antes de cortar los tubos a una longitud fija.

6.2 Muestreo y criterios de aceptación y rechazo

El muestreo y los criterios de aceptación y rechazo para cada uno de los requisitos establecidos en esta norma deben ser los indicados en la Tabla 8.

6.2.1 Si al ensayar la muestra se obtienen valores acordes con los especificados en esta norma, el lote será aceptado.

6.2.2 Si por el contrario la muestra reporta valores diferentes a los establecidos se hará un remuestreo, sin considerar el tubo del cual se le hizo la prueba. La remuestra debe ser realizada en tubos adicionales del mismo lote y será dos (2) veces el tamaño de la muestra inicial.

6.2.3 Si el remuestreo no cumple con los requisitos establecidos se rechazará el lote. De común acuerdo entre productor y fabricante se podrán ensayar individualmente los restantes tubos del lote, en cuyo caso solamente se exigen las determinaciones correspondientes a las condiciones particulares.

7 MÉTODO DE ENSAYOS

7.1 Ensayo de aplastamiento

El ensayo de aplastamiento se realizará según lo indicado en la Norma Venezolana COVENIN 1366.

7.1.1 Material a ensayar

El material a ensayar consistirá de una sección de un tubo de longitud no menor de 100 mm (4 pulg).

7.1.2 Procedimiento

La probeta cortada de uno de los extremos del tubo, debe ser aplastada en frío entre dos placas paralelas, en dos etapas. La soldadura debe ser colocada a 90 ° de la dirección de aplicación de la fuerza (punto de máxima flexión)

7.1.2.1 Primera etapa

Se aplica la fuerza hasta que la distancia entre las dos placas sea inferior al valor "H", el cual se calcula como se indica a continuación:

Cálculo del valor "H"

$$H = \frac{(1 + e)t}{(e + t/d)}$$

Donde:

H es la distancia entre las placas de aplastamiento, en mm (pul).

e es la deformación por unidad de longitud

0,09 para acero de bajo carbono: (máximo especificado de carbono 18 %)

t es el espesor nominal de pared de la tubería, en mm (pul).

d es el diámetro exterior real de la tubería, en mm (pul).

7.1.2.2 Segunda etapa

Si el tubo se comporta satisfactoriamente durante la primera etapa del ensayo; se debe continuar con la segunda etapa, la cual consiste en seguir aplastando la probeta hasta su rotura o hasta que las caras de dicha probeta se encuentren

7.2 Ensayo de abocardado

El ensayo del abocardado se realizará según se indica en la Norma Venezolana COVENIN 585, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

7.2.1 Material a ensayar

El material a ensayar consistirá en una sección de un tubo acabado de longitud no menor a 100 mm (4 pulg)

7.3 Ensayo de pestañado

El ensayo de pestañado se realizará de acuerdo a lo establecido en la Norma Venezolana COVENIN 583, con las siguientes consideraciones

7.3.1 A una sección del tubo, se le conforma una pestaña en ángulo recto al cuerpo del tubo, el ancho de la pestaña así conformada no debe ser menor de los porcentajes indicados en la Tabla 9.

7.3.2 Tubos de grado C

El ancho de la pestaña no debe ser menor del 75 % de lo especificado en la Tabla 9.

7.4 Ensayo de aplastamiento reverso

7.4.1 Para tubos de diámetro igual o mayor de 38,00 mm (1 ½ pul) se realizará la siguiente prueba:

7.4.1.1 Se prepara un patrón del mismo diámetro de la probeta a ensayar, sobre el cual se estampa una marca a ± 30 grados, a partir del punto más elevado del patrón.

7.4.1.2 Se coloca la soldadura de la probeta paralelamente contra el patrón y se aplasta la probeta hasta la marca.

7.4.2 Para tubos de diámetro menor de 38,00 mm (1 ½ pul) el material a ensayar consistirá de una sección de 100 mm de largo de un tubo, la cual debe ser seccionada longitudinalmente a 90 grados a cada lado de la soldadura y debe ser aplanada con la soldadura en el punto de máxima flexión.

7.5 Ensayo de aplastamiento longitudinal

7.5.1 Material a ensayar

El material a ensayar consistirá en una sección de tubo acabado de 63,5 mm (2 ½ pulg) de longitud.

7.5.2 Procedimiento

La probeta se coloca parada sobre uno de sus extremos y se aplica la fuerza hasta alcanzar la altura indicada en la Tabla 10.

7.5.3 Para tubos de diámetro externo menor de 25,4 mm (1 pulg) la longitud de la probeta para el ensayo debe ser igual a 2 ½ veces el diámetro externo del tubo.

8 MARCACIÓN, ROTULACIÓN Y EMBALAJE

8.1 Los tubos de diámetro menor de 32 mm (1 ¼ pulg), se deben identificar mediante una tarjeta fijada a la caja o al atado flejado en los que son entregados por el fabricante, con la siguiente información:

8.1.1 Nombre o símbolo del fabricante

8.1.2 La leyenda Hecho en Venezuela o país de origen

8.1.3 Diámetro

8.1.4 Espesor

8.1.5 Longitud

8.1.6 Número de colada

8.1.7 Designación (véase Capítulo 4)

8.1.8 Las letras S.R.E. (Soldadura por resistencia eléctrica)

8.2 Los tubos de diámetro igual o mayor a 32 mm (1 ¼ pulg), además de la identificación por tarjeta mencionada en 8.1, deben ser pintados individualmente en un extremo con la siguiente información:

S.R.E. - Fabricante - Diámetro - Espesor

8.2.1 Por acuerdo previo con el fabricante, el comprador podrá solicitar marcaciones adicionales

8.3 Embalaje

Los tubos deben estar protegidos contra la oxidación, por medio de un barniz o aceite, aunque por acuerdo previo entre comprador y proveedor se podrá suministrar una protección mayor.

BIBLIOGRAFÍA

ASTM A 178/ A 178M Standard Specification for Electric - Resistance - Welded Carbon Steel and Carbon - Manganese Steel Boiler and Superheater

Tubes. American Society for Testing and Materials. Annual Book for ASTM Standards. Vol. 01.09, 1995.

ASTM - A 450/ A 450M Standard Specification for General Requirements for Carbon, Ferritic Alloy, and Austenitic Alloy Steel Tubes. American Society for Testing and Materials. Annual Book for ASTM Standards. Vol. 01.01, 1996.

ASTM - A520 Standard Specification for Supplementary Requirements for Seamless and Electric - Resistance - Welded Carbon Steel Tubular Products for High - Temperature Service Conforming to ISO Recommendations for Boiler Construction. American Society for Testing and Materials. Annual Book for ASTM Standards. Vol. 01.01, 1995

Participaron en la primera revisión de esta norma: Canchica, Carlos; Cumana, Luis; García, Luis; Ortiz, Manuel; Reyes Isaac.

Participaron en esta revisión: Castillo, Ronald; Castro, Argenis; Sanabria, Carolina; Sequera, Carlos.

Tabla 1 - Composición química

Elemento	Composición (%)	
	Grado A	Grado C
Carbono	0,06 - 0,18	0,35 max
Manganeso	0,27 - 0,63	0,80 max
Fósforo	0,035 max.	0,035 max
Azufre	0,035 max.	0,035 max

Tabla 2 - Propiedades mecánicas

Grado	Resistencia a la tracción (mínima) [MPa (psi)]	Límite de fluencia 0,2 % de equivalencia (mínimo) [MPa (psi)]	Elongación mínima en 50 mm (%)
A	325 (47,000)	180 (26,000)	35
C	414 (60,000)	255 (37,000)	30

Tabla 3 Prueba hidrostática. Valores de presión, expresados en psi

Espesor (BWG) - mm	Diámetro exterior [mm (pulg)]													
	19,05 (¾)	25,4 (1)	31,75 (1 ¼)	38,05 (1 ½)	44,47 (1 ¾)	50,8 (2)	57,14 (2 ¼)	63,50 (2 ½)	69,85 (2 ¾)	76,20 (3)	82,55 (3 ¼)	88,90 (3 ½)	101,6 (4)	114,3 (4 ½)
(17) - 1,47	1000	1500	1500	1300	1100	950	850	750	700	650	---	---	---	---
(16) - 1,65	1000	1500	1500	1400	1200	1100	950	850	800	700	---	---	---	---
(15) - 1,83	1000	1500	1500	1500	1300	1200	1200	950	850	800	750	700	---	---
(14) - 2,11	1000	1500	1500	1800	1600	1400	1200	1100	1000	900	850	800	700	650
(13) - 2,41	1000	1500	1500	2000	1800	1600	1400	1300	1200	1100	950	900	800	700
(12) - 2,77	1000	1500	1500	2000	2000	1800	1600	1400	1300	1200	1100	1000	900	800
(11) - 3,05	---	1500	1500	2000	2000	2000	1800	1600	1400	1300	1200	1100	1000	900
(10) - 3,40	---	1500	1500	2000	2000	2000	2000	1800	1600	1500	1400	1300	1100	1000
(09) - 3,76	---	1500	1500	2000	2000	2400	2200	1900	1800	1600	1500	1400	1200	1100
(08) - 4,14	---	---	1500	2000	2000	2500	2400	2200	2000	1800	1700	1600	1400	1200
(07) - 4,57	---	---	1500	2000	2000	2500	2500	2400	2100	2000	1800	1700	1500	1300
(06) - 5,16	---	---	1500	2000	2000	2500	2500	2500	2400	2200	2000	1900	1700	1500
(05) - 5,59	---	---	---	2000	2000	2500	2500	2500	2500	2400	2200	2100	1800	1600
(04) - 6,05	---	---	---	2000	2000	2500	2500	2500	2500	2600	2400	2200	2000	1700
(03) - 6,58	---	---	---	---	2000	2500	2500	2500	2500	2800	2600	2400	2100	1900
(02) - 7,21	---	---	---	---	2000	2500	2500	2500	2500	3100	2800	2600	2300	2100
(01) - 7,62	---	---	---	---	---	2500	2500	2500	2500	3200	3000	2800	2400	2200

Notas:

- La siguiente tabla fue realizada con la siguiente ecuación: $\text{Presión hidrostática (P)} = 3200 \times \frac{\text{espesor (Psi)}}{\text{diámetro}}$
- Cuando los cálculos son menores de 1000 Psi se redondeará al valor de 50 Psi más cercano y cuando son mayores a 1000 Psi se redondeará al valor de 100 Psi más cercano.
- Cuando el valor de la presión de prueba calculado mediante la ecuación anterior no corresponda a ningún valor de la tabla, se deben considerar los valores máximos de presión señalados en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores de presión máxima

Diámetro (d) [mm (pulg)]	Presión hidrostática (psi)
$d < 25,4$ (1)	1000
$25,4$ (1) $< d \leq 38,1$ (1 1/2)	1500
$38,1$ (1 1/2) $< d \leq 50,8$ (2)	2000
$50,8$ (2) $< d \leq 76,2$ (3)	2500
$76,2$ (3) $< d \leq 127$ (5)	3000

Tabla 5.- Tolerancias del diámetro externo

Diámetro externo (d) [mm (pulg)]	Tolerancia (mm)
$d < 25,4$ (1)	$\pm 0,10$
$25,4$ (1) $< d \leq 38,1$ (1 1/2)	$\pm 0,15$
$38,1$ (1 1/2) $< d \leq 50,8$ (2)	$\pm 0,20$
$50,8$ (2) $< d \leq 63,5$ (2 1/2)	$\pm 0,25$
$63,5$ (2 1/2) $< d \leq 76,2$ (3)	$\pm 0,30$
$76,2$ (3) $< d \leq 114,3$ (4 1/2)	$\pm 0,38$

Tabla 6.- Tolerancias de longitud

Diámetro externo (d)	Tolerancia de longitud
[mm (pulg)]	[mm (pulg)]
$d < 50,8$ (2)	+ 3 (+ 1/8) - 0 (-0)
$d \geq 50,8$ (2)	+ 5 (+ 3/16) - 0 (- 0)

Tabla 7.- Altura del cordón interno

Dimensiones [mm (pulg)]	Altura máxima del cordón en [mm (pulg)]
Diámetro $> 50,8$ (2) y Espesor $> 3,45$ (0,135)	0,25 (0,010)
Diámetro $\leq 50,8$ (2) y Espesor $\leq 3,45$ (0,135)	0,15 (0,006)

Tabla 8.- Muestreo y criterio de aceptación y rechazo

Requisitos	Tamaño de la muestra (n) (Tubos)	Remuestreo (Tubos)
Composición química	1	2
Rectitud	10	20
Longitud	10	20
Prueba de pestañado	3	4
Prueba de aplastamiento	2	4
Prueba eléctrica no destructiva	100 %	--
Diámetro	10	20
Presión hidrostática	100 %	--
Aplastamiento longitudinal	2	4
Ensayo de tracción	2	4
Aplastamiento reverso	2	4

Tabla 9.- Ensayo de pestañado

Diámetro externo (d) [mm (pulg)]	Ancho de la pestaña % de (d)
$d \leq 63,50$ (2 1/2)	15
$63,50$ (2 1/2) $< d \leq 95,25$ (3 3/4)	12,5
$95,25$ (3 3/4) $< d \leq 127$ (5)	10

Tabla 10.- Ensayo de aplastamiento longitudinal

Espesor de pared del tubo (e) [mm (pulg)]	Altura de la sección aplastada longitudinalmente [mm (pulg)]	
	Grado A	Grado C
$T \leq 3,43$ (0,135)	19 (3/4) o hasta que los extremos entren en contacto	No requiere el ensayo de aplastamiento longitudinal
$T > 3,43$ (0,135)	32 (1 1/4)	No requiere el ensayo de aplastamiento longitudinal

COVENIN
2172:1997

CATEGORÍA
C

COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES
Av. Andrés Bello Edif. Torre Fondo Común Pisos 11 y 12
Telf. 575.41.11 Fax: 574.13.12
CARACAS

I.C.S: 27.040.10

ISBN: 980-06-1998-4

publicación de:



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

Descriptores: Caldera, tubo metálico, intercambiador de calor.