

NMX-W-018-SCFI-2006

**PRODUCTOS DE COBRE Y SUS ALEACIONES – TUBOS DE
COBRE SIN COSTURA PARA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS A
PRESIÓN – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA
(CANCELA A LA NMX-W-018-1995-SCFI)**

**COPPER AND COPPER ALLOYS PRODUCTS – SEAMLESS
COPPER PIPES THE CONDUCTION OF FLUIDS UNDER
PRESSURE SPECIFICATION AND TEST METHODS**

PREFACIO

En la elaboración de la presente norma mexicana participaron las siguientes empresas e instituciones.

- COBRE Y ALEACIONES IUSA S.A DE C.V.
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE COBRE Y SUS ALEACIONES
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA)
- INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES (INFONAVIT)
- NACIONAL DE COBRE S.A. DE C.V. - PLANTA TOLUCA
- NACIONAL DE COBRE S.A. DE C.V - PLANTA SAN LUIS
- NACIONAL DE COBRE, S.A. DE C.V.- PLANTA VALLEJO
- NIBCO DE MÉXICO S.A. DE C.V.
- NIBCO INC.
- PROCOBRE MÉXICO A. C.
- TUBOS IUSA, S.A. DE C.V.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Facultad de Química – Departamento de Ingeniería Metalúrgica



SECRETARIA DE
ECONOMIA

**PRODUCTOS DE COBRE Y SUS ALEACIONES – TUBOS DE
COBRE SIN COSTURA PARA CONDUCCIÓN DE FLUIDOS A
PRESIÓN – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA
(CANCELA A LA NMX-W-018-1995-SCFI)**

**COPPER AND COPPER ALLOYS PRODUCTS – SEAMLESS
COPPER PIPES THE CONDUCTION OF FLUIDS UNDER
PRESSURE SPECIFICATION AND TEST METHODS**

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

1.1 Objetivo

Esta norma mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba para los tubos de cobre sin costura, terminados por estirado en frío (rígidos y flexibles).

1.2 Campo de aplicación

Esta norma mexicana es aplicable en la conducción de fluidos a presión como son: gas LP, gas natural, agua y aire. Para cualquier otra aplicación, consultar al fabricante.

2 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de esta norma, se deben consultar las siguientes normas mexicanas vigentes o las que las sustituyan:

NMX-B-119-1983	Industria siderúrgica – Dureza Rockwell y Rockwell superficial en productos de hierro y acero – Método de prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de junio de 1983.
NMX-B-132-1964	Abocardado para tubos de acero de sección circular. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de septiembre de 1964.
NMX-B-310-1981	Métodos de prueba a la tensión para productos de acero. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de noviembre de 1981.
NMX-E-021-SCFI-2001	Industria del plástico – Tubos y conexiones – Dimensiones – Método de ensayo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de mayo de 2001.
NMX-K-150-1965	Método de prueba para la determinación de la pureza de los productos de cobre. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de julio de 1966.
NMX-W-017-SCFI-2006	Productos de cobre y sus aleaciones – Tubos de cobre – Determinación electromagnética con corrientes parasitas – Método de prueba.
NMX-W-037-1982	Cobre – Clasificación. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de febrero de 1982.
NMX-Z-012/2-1987	Muestreo para la inspección por atributos – Parte 2: Método, muestreo, tablas y gráficas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 1987.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Abocardado

Expansión de cualesquiera de los extremos del tubo

3.2 Designación nominal

Es el número adimensional que seguido de la letra K, L, M o G, identifica los tipos de tubos de cobre objeto de esta norma.

3.3 Desviación máxima en la redondez

Relación que existe entre los valores máximo y mínimo del diámetro exterior del tubo.

3.4 Tubo de cobre sin costura

Tubo de cobre producido con una periferia continua y espesor de pared uniforme en todas las etapas de la operación.

4 CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN

Los tubos de cobre objeto de esta norma, se clasifican en 4 tipos, 2 subtipos y otro para usos generales (gas); designándose cada tipo y subtipo de la siguiente manera:

TABLA 1- Clasificación y designación

Tipo	Subtipo
K	Flexibles, rígidos
L	Flexibles, rígidos
M	Rígidos
G	Usos generales (gas)

NOTA 1.- Los diferentes tipos de tubería están en función del espesor de pared.

5 ESPECIFICACIONES

5.1 Generales

El producto objeto de la presente norma en sus 4 tipos debe cumplir con las siguientes especificaciones:

5.1.1 Composición química porcentual

Los tubos en cualquiera de sus 4 tipos deben cumplir con lo que se establece en la tabla 2.

TABLA 2.- Composición química de los tubos de cobre

Tubo	Cobre (incluyendo plata)	Fósforo	Método de prueba
Flexible o rígido	99,9 % mínimo	0,015% a 0,040%	NMX-K-150 ó ver 7.1 y 7.2

5.1.2 Longitud de los tubos

La longitud nominal y sus tolerancias se establecen en la tabla 3. El redondeo para las cifras indicadas en las tablas de dimensiones, se establece en conformidad con la norma mexicana NMX-E-021-SCFI, para otras longitudes se considerará previo acuerdo cliente – proveedor.

TABLA 3.- Longitud de los tubos de cobre

Diámetro exterior real (mm)	Longitud nominal del tubo (m)	Tolerancia (+) mm	Método de prueba
En tramos rectos de 155,575 y menores	6,10	25,40	ver 7.3
En rollos de 28,575 y menores	15,24 (gas) 18,29 (tipos K y L) 30,48 (K y L)	305 610 610	

5.1.3 Ovalamiento

La desviación máxima en la redondez se establece en la tabla 4.

TABLA 4.- Desviación máxima en la redondez

e/d*	Desviación máxima permisible en la redondez del diámetro exterior real	Método de prueba
De 0,010 a 0,030	1,5%	ver 7.4
Mayor de 0,030 hasta 0,050	1,0 %	
Mayor de 0,050 hasta 0,100	0,8% ó 0,05 mm**	

NOTA 2.- * Número adimensional relación entre el espesor de pared (e) y el diámetro exterior real (d)

** Cualquiera de las dos que sea más grande

5.1.4 Abocardado cónico (tubo flexible)

Los tubos flexibles a que se refiera la presente norma deben resistir la expansión y estar exentos de fisuras y agrietamiento al ser sometidos al abocardado como se especifica en la tabla 5.

TABLA 5.- Abocardado del tubo

Diámetro exterior real (mm)	Expansión mínima (después del abocardado) en el perímetro exterior	Método de prueba
19,05 menores	40%	NMX-B-132
Mayores de 19,05	30%	

5.1.5 Ángulo de corte (tubo rígido)

El ángulo de corte en los extremos del tubo debe ser perpendicular al eje longitudinal del tubo, la desviación máxima se establece en la tabla 6.

TABLA 6.- Desviación transversal del ángulo de corte

Diámetro exterior real mm	Desviación máxima permisible mm	Método de prueba
De 15,87 ó menores	0,25	ver 7.5
Mayores de 15,87	0,41	

5.1.6 Corrientes circulantes

Los tubos, objeto de esta norma deben pasar esta prueba por el equipo de corrientes circulantes, según lo establece en la norma mexicana NMX-W-017-SCFI (ver 2 Referencias).

Las señales producidas por los tubos patrón determinan los límites de aceptación o rechazo.

Los tubos que produzcan señales iguales o superiores a dichos límites deben ser rechazados.

5.1.7 Características mecánicas

Los tubos, en cuanto a sus características mecánicas deben cumplir con las especificaciones establecidas en los puntos 5.1.7.1 y 5.1.7.2

5.1.7.1 Resistencia a la tensión y alargamiento

Los tubos objeto de esta norma deben cumplir con lo específico en la tabla 7.

TABLA 7.- Resistencia a la tensión y alargamiento

Tubo	Resistencia mínima a la tensión MPa	Método de prueba
Rígido	250	NMX-B-310 ó ver 7.6

5.1.7.2 Tamaño de grano y dureza Rockwell

Los tubos a que se refiere la presente norma deben cumplir con lo especificado para el tamaño de grano y dureza Rockwell en la tabla 8.

TABLA 8.- Tamaño de grano y dureza Rockwell

Tubo	Tamaño promedio mínimo de grano	Dureza Rockwell		Método de prueba
	mm	Escala	Valor	
Flexible en tramo recto	0,025	RF	55 máx.	NMX-B-119 ó ver 7.7 y 7.8
Flexible en rollo	0,040	RF	50 máx.	
Rígido	----	30 T	30 mín.	

NOTA 3.- la medición de dureza será aplicable a materiales cuyo diámetro interior sea mayor a 7,94 mm.

5.1.8 Acabado

Los tubos de cobre objeto de esta norma, deben estar libres de fallas como: grietas, escamas, poros y otras que afecten su uso. Sin embargo, puede admitirse para los tubos rígidos, una leve película superficial de lubricante y para tubos flexibles, una capa iridiscente de óxido. Esto se verifica visualmente.

5.2 Tubos tipo K y L

Los tubos de cobre K y L deben cumplir con los diámetros y espesores establecidos en las tablas 9 y 10 respectivamente, además de las especificaciones generales del inciso 5.1, comprobándose con lo que se establece en el inciso 7.3

5.3 Tubos tipo M

Los tubos de cobre tipo M deben cumplir con los diámetros y espesores establecidos en las tablas 9 y 11, además de las especificaciones generales del inciso 5.1, comprobándose con lo que establece el inciso 7.3

5.4 Tubos de cobre en rollo tipo G (gas)

Los tubos de cobre en rollo para gas, deben cumplir con las especificaciones generales establecidas en el inciso 5.1, además de las siguientes:

5.4.1 Diámetros y espesores de pared para tubos en rollo tipo G

Los tubos en rollo deben cumplir con los diámetros y espesores que se establecen en las tablas 12 y 13 comprobándose según el inciso 7.3.

TABLA 9.- Diámetros para tubos tipo K, L, M

Diámetro exterior promedio (mm), tubo flexible (tipo K y L)			
Designación nominal	Real	Máximo	Mínimo
¼	9,52	9,58	9,47
3/8	12,70	12,77	12,63
½	15,87	15,94	15,81
5/8	19,05	19,12	18,98
¾	22,22	22,31	22,14
1	28,57	28,67	28,48
Designación nominal Diámetro exterior promedio (mm), tubo rígido (tipo K, L y M)			
	Real	máximo	mínimo
¼	9,52	9,55	9,50
3/8	12,71	12,73	12,67
½	15,87	15,90	15,85
5/8	19,05	19,08	19,02
¾	22,22	22,25	22,20
1	28,57	28,62	28,53
1 ¼	34,92	34,97	34,88
1 ½	41,27	41,33	41,22
2	53,97	54,03	53,92
2 ½	66,67	66,73	66,62
3	79,37	79,43	79,32
3 ½	92,07	92,13	92,02
4	104,77	104,83	104,72
5	130,17	130,23	130,12
6	155,57	155,63	155,52

5.5 Criterio de Redondeo

El criterio de redondeo será aplicado a los requerimientos que consideren una tolerancia y se realiza de acuerdo a lo siguiente:

5.5.1 Cuando la cifra que se va a redondear es menor de 5, se mantendrá sin cambio la cifra anterior a la que se va a redondear.

5.5.2 Cuando la cifra que se va a redondear es mayor que 5, se incrementa en la cifra anterior a la que se va a redondear.

5.5.3 Cuando la cifra que se va a redondear es 5 y no hay cifras después de 5 ó solamente hay ceros, se incrementan en 1 la cifra anterior a la que se va a redondear si ésta es impar, se dejará sin cambio la cifra anterior a la que se va a redondear si ésta es par, el cero se considera como par.

6 MUESTREO

Para el muestreo del producto, los niveles de inspección, pueden ser establecidos de común acuerdo entre el vendedor y el comprador, recomendándose el uso de la norma mexicana NMX-Z-012/2 (ver 2 Referencias).

TABLA 10.- Espesores de pared para tubos tipo K y L

Espesores en mm para tubos tipo K			
Designación nominal	Real	Máximo	Mínimo
¼	0,89	0,98	0,80
3/8	1,25	1,38	1,11
½	1,25	1,38	1,11
5/8	1,25	1,38	1,11
¾	1,65	1,81	1,49
1	1,65	1,81	1,49
1 ¼	1,65	1,81	1,49
1 ½	1,83	2,01	1,65
2	2,11	2,32	1,90
2 1/2	2,41	2,67	2,15
3	2,77	3,05	2,48
3 1/2	3,06	3,36	2,74
4	3,41	3,74	3,07
5	4,07	4,47	3,65
6	4,88	5,36	4,39
Espesores en mm para tubos tipo L			
Designación nominal	Real	Máximo	Mínimo
1/4	0,76	0,84	0,68
3/8	0,89	1,00	0,78
1/2	1,02	1,12	0,91
5/8	1,07	1,17	0,96
3/4	1,14	1,25	1,04
1	1,27	1,40	1,14
1 1/4	1,40	1,55	1,24
1 1/2	1,53	1,68	1,37
2	1,78	1,96	1,60
2 1/2	2,03	2,24	1,82
3	2,29	2,52	2,05
3 1/2	2,54	2,80	2,28
4	2,80	3,08	2,51
5	3,18	3,48	2,87
6	3,56	3,92	3,20

Los espesores de pared deben ser considerados como promedio

TABLA 11.- Espesores de pared para tubos tipo M

Designación nominal	Espesores en mm para tubos tipo M		
	Real	Máximo	Mínimo
1/4	0,64	0,69	0,58
3/8	0,64	0,69	0,58
1/2	0,71	0,79	0,63
5/8	0,76	0,85	0,68
3/4	0,81	0,89	0,73
1	0,89	1,00	0,78
1 ¼	1,61	1,17	0,96
1 ½	1,25	1,38	1,11
2	1,47	1,63	1,32
2 ½	1,65	1,81	1,49
3	1,83	2,01	1,65
3 ½	2,11	2,32	1,90
4	2,41	2,67	2,15
5	2,77	3,05	2,48
6	3,10	3,41	2,79

Los espesores de pared deben ser considerados como promedio

TABLA 12 – Diámetros de tubos en rollo tipo G

designación nominal	Diámetro exterior promedio (mm)		
	real	máximo	mínimo
1/8	3,18	3,23	3,12
3/16	4,75	4,81	4,69
1/4	6,35	6,41	6,29
5/16	7,93	7,98	7,87
3/8	9,53	9,58	9,47
1/2	12,70	12,76	12,64
5/8	15,88	15,93	15,82
3/4	19,05	19,12	18,98
7/8	22,23	22,31	22,14
1 1/8	28,58	28,67	28,48

TABLA 13.- Espesores de pared para tubos en rollo tipo G

Designación nominal	Espesores (mm)		
	Real	Máxima	Mínimo
1/8	0,76	0,84	0,68
3/16	0,76	0,84	0,68
¼	0,76	0,84	0,68
5/16	0,81	0,89	0,73
3/8	0,81	0,89	0,73
½	0,81	0,89	0,73
5/8	0,89	1,00	0,78
¾	0,89	1,00	0,78
¾	1,07	1,17	0,96
7/8	1,14	1,25	1,04
1 1/8	1,27	1,40	1,14

Los espesores de pared deben ser considerados como promedio

7 MÉTODOS DE PRUEBA

Para la verificación de las especificaciones que se establecen en esta norma, se deben aplicar las Normas Mexicanas que se indican en el capítulo 2 y los métodos de prueba que a continuación se establecen:

7.1 Contenido de cobre porcentual

7.1.1 Fundamento

Esta prueba se basa en el método de electrólisis que consiste en pasar una corriente eléctrica a través de una celda formada por dos electrodos sumergidos en la disolución de una muestra de cobre, los iones cobre se depositan en el cátodo, y su concentración se obtiene por diferencia en masa entre el electrodo con y sin depósito

7.1.2 Reactivos y materiales

7.1.2.1 Reactivos

- Mezcla sulfonítrica;
- Agua destilada, y
- Solvente apropiado.

7.1.2.1.1 Preparación de la mezcla sulfonítrica

Se mezclan 30 ml de H_2SO_4 21 ml de HNO_3 y 75 ml de H_2O .

7.1.2.2 Materiales

- Vasos de precipitado;
- Vidrio de reloj;
- Parrilla de calentamiento, y
- Electrodo de platino.

7.1.3 Aparatos

- Balanza analítica;
- Electroanalizador, y
- Estufa, desecador.

7.1.4 Procedimiento

Determinar la masa de 2 g de muestra (rebaba) y se colocan en un vaso de precipitado, se adicionan 40 ml de mezcla sulfonítrica y se tapa el vaso con un vidrio de reloj, se calienta en la parrilla hasta la disolución de la muestra y la generación y eliminación de humos café nitrosos; se diluye a 200 ml con agua destilada, y se coloca en el electroanalizador, previamente se determina la masa de los electrodos y se sumergen dentro de la solución sin que rocen entre sí.

Se hace pasar una corriente directa de 2 A durante 2 h, con agitación constante, posteriormente se retiran y se lavan los electrodos con agua destilada y luego con solvente, se secan perfectamente en una corriente de aire caliente, o bien en una estufa a $110^{\circ}C$.

Determinar la masa del cátodo en la balanza analítica con una precisión de $\pm 0,0001$ g y anotar el valor obtenido.

7.1.5 Expresión de los resultados

El resultado corresponde a la ganancia en masa del cátodo debido a la electrodeposición del cobre y debe cumplir con lo especificado en la tabla 2, obteniéndose por la siguiente ecuación:

$$\%Cu = \frac{D-T}{M} \times 100$$

donde:

D	Masa del cátodo con depósito;
T	Masa del cátodo sin depósito, y
M	Masa de la muestra (2 g).

7.1.6 Informe de la prueba

El informe de la prueba debe incluir lo siguiente:

- Datos completos de identificación de la muestra;
- Número de lote;
- Resultado obtenido, indicando calificación del resultado;
- Cualquier desviación del procedimiento aquí descrito;
- Cualquier anomalía observada durante la determinación;
- Fecha de la determinación, y
- Nombre del analista.

7.2 Contenido de fósforo en el cobre

7.2.1 Método fotométrico

7.2.1.1 Fundamento

Esta determinación se basa en la formación de un complejo colorido cuando se agrega un exceso de solución de molibdato a una mezcla ácida de un vanadato a un ortofosfato. La medición fotométrica se hace a 420 nm.

7.2.1.2 Reactivos y materiales

7.2.1.2.1 Reactivos

- Ácido nítrico (HNO₃) 2:3;
- Permanganato de potasio (KMnO₄);
- Agua oxigenada (H₂O₂) 3 %;
- Molibdato de amonio;
- Vanadato de amonio, y
- Agua destilada.

7.2.1.2.2 Materiales

- Vidrio de reloj;
- Vaso de precipitado;
- Parrilla de calentamiento, y
- Matraz aforado de 50 ml.

7.2.1.3 Aparatos

- Colorímetro (420 nm), y
- Balanza analítica.

7.2.1.4 Procedimiento

Determinar la masa de un gramo de muestra (rebaba) y pasarlo a un vaso de precipitado, agregar 10 ml de ácido nítrico 2:3, y cubrir con un vidrio de reloj, se calienta y se espera hasta que se disuelva completamente la muestra, se agregan 2 ml de permanganato de potasio (10 g/l) y se calienta hasta ebullición, agregar 1 ml de agua oxigenada al 3% y agitar hasta que se diluya el exceso de permanganato y la solución se aclare, agregar 2 ml de vanadato de amonio (2,5 g/l) hervir la muestra hasta que la solución esté clara, indicando que el exceso de agua oxigenada fue destruido, enfriar a temperatura ambiente y transportarlo a un matraz de 50 ml, agregar 2 ml de molibdato de amonio de 95 g/l se diluye con agua hasta la marca y se agita, se deja reposar durante 5 min. y se mide la transmitancia a 420 nm en el colorímetro y la lectura obtenida se lleva a una gráfica de transmitancia contra por ciento (%) de fósforo, obteniendo el contenido de fósforo en la muestra, el que debe cumplir con lo especificado en la tabla 2.

7.2.1.5 Informe de la prueba

El informe de esta prueba debe incluir los datos requeridos en el inciso 7.1.6.

7.2.2 Método espectrométrico

7.2.2.1 Fundamento

Esta determinación se basa en aportar una descarga energética (arco eléctrico) a una muestra metálica, en donde los electrones de los elementos que la componen son excitados, siendo capaces de emitir energía al decaer a su estado basal, la energía emitida es cuantificada para determinar las concentraciones de los diferentes elementos en la muestra.

7.2.2.2 Reactivos

Muestras maestras

7.2.2.3 Aparatos

- Espectrómetro

7.2.2.4 Procedimiento

Calibrar el equipo con los estándares certificados, tanto para el contenido de fósforo, como para impurezas.

La muestra de tubo a analizar debe estar plana y lijada, esta se coloca en el soporte de prueba, y se da inicio a la quemada, apareciendo en pantalla los valores de los diferentes elementos contenidos en la muestra. Se realizan al menos 2 quemadas en diferentes puntos de la misma muestra y se promedian, verificando la concordancia en los valores obtenidos, si no se observan diferencias significativas, los valores se imprimen y se comparan contra lo especificado en la tabla 2.

7.2.2.5 Informe de la prueba

El informe de esta prueba debe incluir los datos requeridos en el inciso 7.1.6.

7.3 Pruebas dimensionales

7.3.1 Fundamento

Esta prueba se basa en verificar las diferentes dimensiones de los tubos, mediante la medición efectuada con instrumentos calibrados apropiados para la dimensión que se pretende medir.

7.3.2 Equipo de medición

- Flexómetro graduado en mm, y
- Micrómetro graduado en mm.

7.3.3 Procedimiento

Usando el micrómetro apropiado y el flexómetro, se comprueban las dimensiones de los tubos, las cuales deben cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 3.

7.3.4 Informe de la prueba

El informe de esta prueba debe incluir los datos requeridos en el inciso 7.1.6.

7.4 Prueba para determinar el ovalamiento

7.4.1 Fundamento

Esta prueba consiste en determinar la relación que existe entre los valores máximo y mínimo del diámetro exterior del tubo mediante la medición de éste, con los instrumentos calibrados y apropiados. Esta prueba se lleva en tramo recto duro; no se realiza en rollos o material recocido.

7.4.2 Equipo de medición

- Micrómetro con escala en mm

7.4.3 Procedimiento

Para comprobar que la desviación máxima en la redondez sea la especificada en la tabla 4 se toma el tubo a comprobar y se hacen mediciones del diámetro tomando la máxima y mínima observadas.

7.4.4 Expresión de los resultados

El ovalamiento se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de ovalamiento} = \frac{2 (A - B)}{A + B} \times 100$$

donde:

- A Diámetro máximo, y
- B Diámetro mínimo.

7.4.5 Informe de la prueba

El informe de esta prueba debe incluir los datos requeridos en el inciso 7.1.6

7.5 Prueba para determinar el ángulo de corte

7.5.1 Fundamento

Esta prueba se basa en la relación de las distancias máxima y mínima a una escuadra colocada en cualquiera de los extremos del tubo, perpendicular a su longitud (ver figura 1).

7.5.2 Equipo

- Escuadra, y
- Lainas.

7.5.3 Procedimiento

Se coloca el tubo sobre una superficie plana y horizontal, la escuadra se pone perpendicular en el extremo del tubo y se procede a medir con las lainas, la diferencia entre las distancias máxima y mínima debe cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 6.

7.5.4 Informe de la prueba

El informe de esta prueba debe incluir los datos requeridos en el inciso 7.1.6

7.6 Prueba de resistencia a la tensión y alargamiento

7.6.1 Fundamento

Esta prueba consiste en someter una muestra del tubo, de longitud adecuada, a un esfuerzo de tensión aplicando una carga sobre el área transversal del tubo, hasta su rompimiento. En esta prueba la muestra sufre una deformación longitudinal (alargamiento) antes de romperse.

El alargamiento es medido mediante la deformación que sufre entre dos marcas que se hacen a lo largo de la muestra a una distancia de 50,80 mm, previo a la aplicación de la carga.

7.6.2 Equipo

- Máquina universal para ensayos de resistencia mecánica.

7.6.3 Preparación y acondicionamiento de la muestra

Las probetas deben ser tubos de una longitud apropiada para ser fijadas en las mordazas de la máquina. Debe cortarse una probeta por cada una de las piezas que integran el lote de muestra. Enseguida se obtiene el promedio de las medidas del diámetro exterior y de la pared del tubo y se calcula el área de su sección transversal.

Para el alargamiento, la probeta que se utiliza en la prueba de resistencia a la tensión, se marca en divisiones iguales de 50,80 mm antes de montarla en la máquina de ensayos (ver figura 2 y 3).

7.6.4 Procedimiento

Se procede a colocar y fijar la probeta en las mordazas de la máquina, se aplica la carga y se anota la lectura obtenida al romperse la probeta; el cálculo se realiza como se indica en el inciso 7.6.5.1.

Después de romperse la probeta se retira de la máquina. Se toman las dos partes de la probeta, se unen lo mejor posible sobre la línea de ruptura y se mide el alargamiento entre las dos marcas donde se presenta la ruptura; el cálculo se realiza como se indica en el inciso 7.6.5.2.

En caso de que la ruptura se encuentre sobre las marcas o fuera de ellas, se repite la prueba (ver figura 4).

7.6.5 Expresión de resultados

Los resultados obtenidos deben cumplir con lo especificado en la tabla 6.

7.6.5.1 La resistencia a la tensión se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$R_t = \frac{F}{A}$$

donde:

R_t Resistencia a la tensión, en MPa (N/mm²);
F Carga aplicada, en N, y
A Área de la sección transversal, en mm².

7.6.5.2 El porcentaje de alargamiento, se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de alargamiento} = \frac{L_f - L_i}{L_i} \times 100$$

donde:

L_f Longitud final determinada entre las dos marcas indicadas en el inciso 7.6.3, después de la ruptura, y
L_i Longitud inicial de referencia (50,80 mm).

7.6.6 Informe de la prueba

El informe de esta prueba debe incluir los datos requeridos en el inciso 7.1.6.

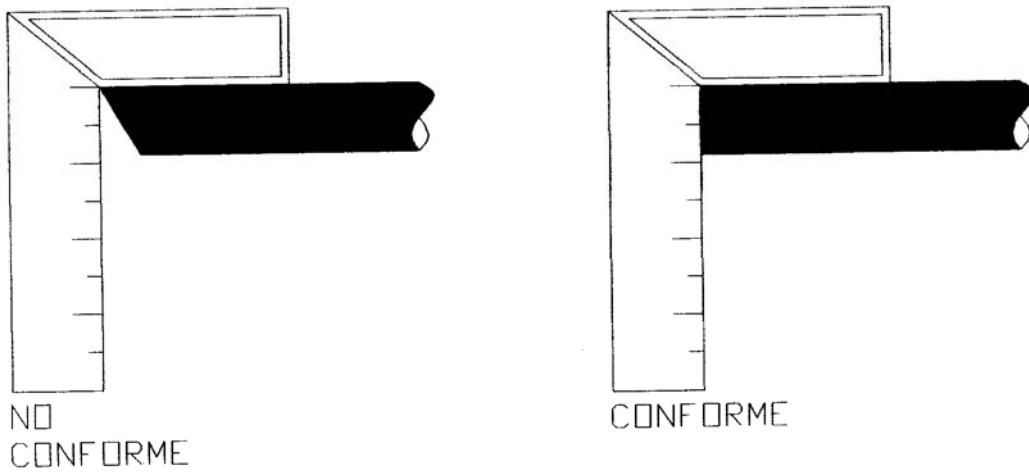


FIGURA 1.- Determinación del ángulo de corte

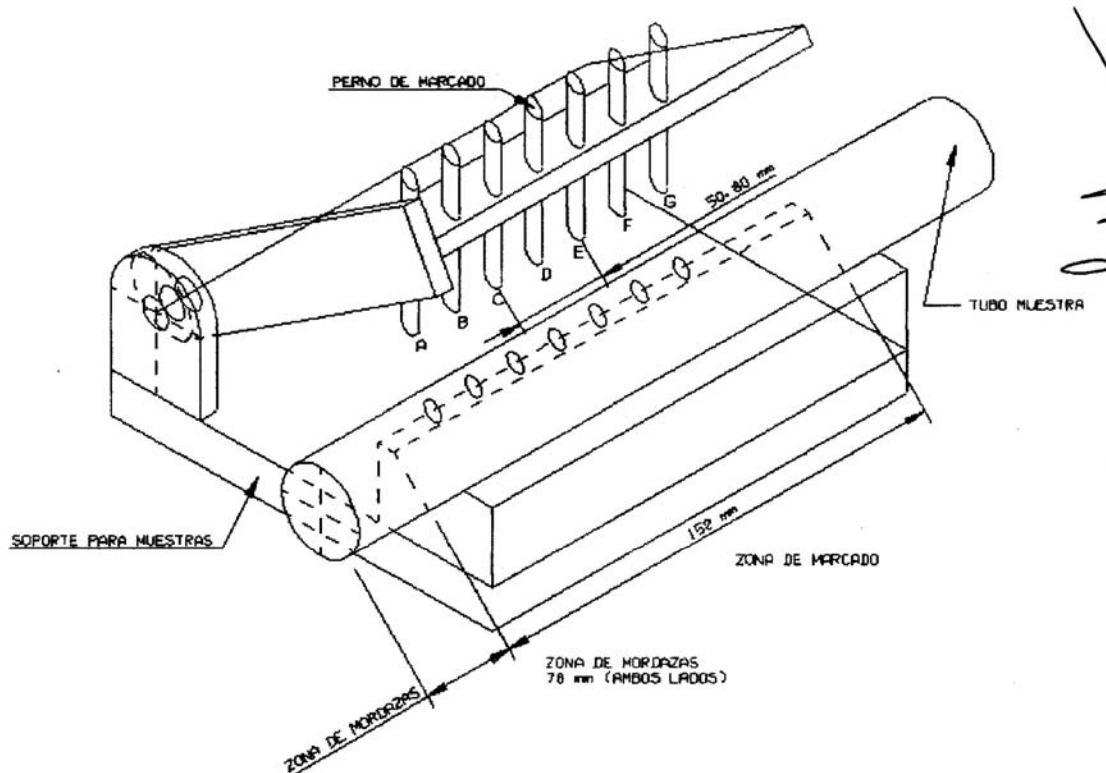


FIGURA 2.- Marcado del tubo muestra

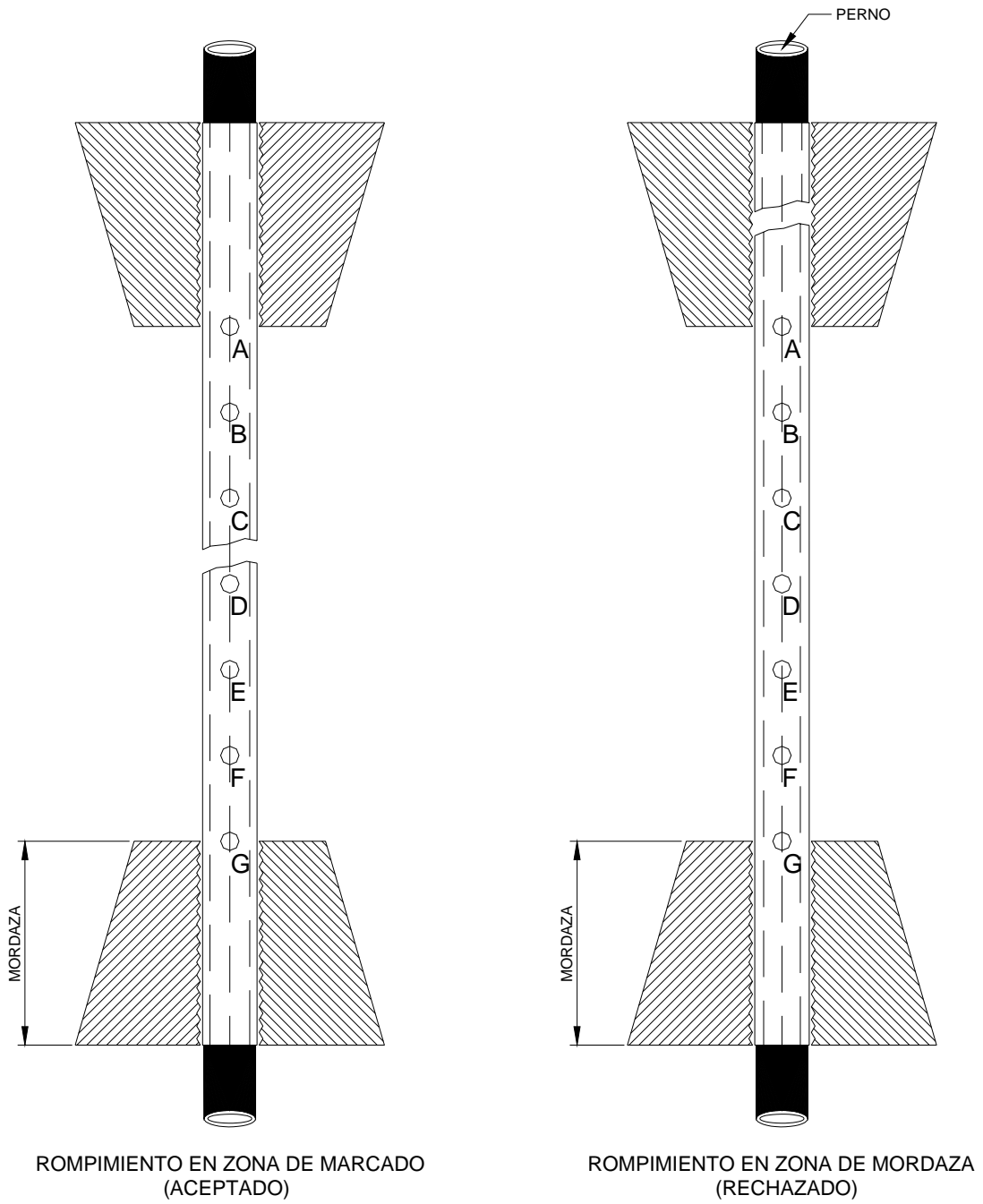
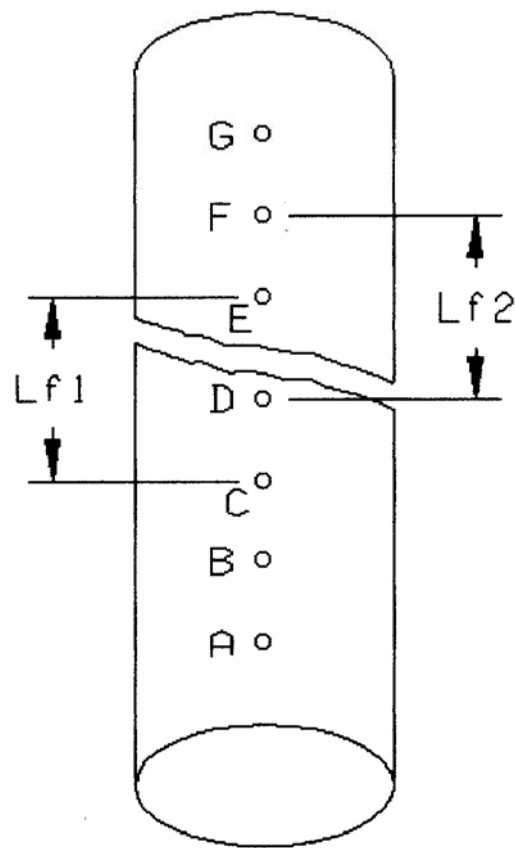


FIGURA 3.- colocación de la muestra en las mordazas y su rompimiento



Para la longitud final L_f , se toma el máximo valor determinado en L_{f1} (distancia C-E) y L_{f2} (distancia D-F)

FIGURA 4.- Determinación del porcentaje de elongación

7.7 Prueba para determinar el tamaño de grano

7.7.1 Fundamento

Esta prueba se basa en revelar la estructura granular de una muestra de tubo mediante el pulido y ataque químico con una solución de ácido nítrico, la estructura revelada se observa al microscopio a 75x, comparando el campo visual observado contra una carta comparador de tamaños de grano en milímetros a 75x.

7.7.2 Reactivos

- Solución de ataque

7.7.2.1 Preparación

La solución de ataque a usarse debe tener la siguiente composición química, ecológicamente viable:

HNO ₃ (concentrado)	50 ml
H ₂ O (destilada)	50 ml

7.7.3 Equipos

- Desbastador;
- Pulidora;
- Microscopio metalográfico;
- Carta comparador de tamaños de grano (75x);
- Discos lija de diferentes grados, y
- Óxido de aluminio o abrasivos similares.

7.7.4 Preparación y acondicionamiento de la muestra

La muestra debe ser una probeta de tubo de tamaño apropiado para su fácil manipulación. Una vez cortada se desbasta con lija en su sección transversal y en esta forma se pule con discos lija de diferentes grados, usando óxido de aluminio (Al₂O₃) o abrasivos similares hasta obtener el pulido espejo.

7.7.5 Procedimiento

La parte preparada de la muestra se ataca con la solución indicada en el inciso 7.7.2.1, enjuagando con agua, se seca y se observa al microscopio comparando con la carta a 75x y determinando el tamaño de grano promedio.

7.7.6 Expresión de resultados

El tamaño de grano promedio determinado debe cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 8.

7.7.7 Informe de la prueba

El informe de esta prueba debe incluir los datos requeridos en el inciso 7.1.6.

7.8 Pruebas de dureza

7.8.1 Fundamento

Esta prueba consiste en determinar la resistencia de una muestra a la penetración de una carga aplicada en un punto de la superficie interna del tubo utilizando un penetrador con balín de 1,59 mm diámetro.

7.8.2 Equipo

- Durómetro, y
- Penetradores de diamante y acero.

7.8.3 Preparación y acondicionamiento de la muestra

Del tubo a probar, se corta longitudinalmente una sección de 5 cm de largo y un ancho que no interfiera la acción del penetrador ; una vez seleccionado el penetrador y la carga mayor dependiendo de la escala de dureza a usar, se coloca la muestra sobre la base de pruebas, de tal forma que se exponga la superficie interior del tubo a la penetración.

7.8.4 Procedimiento

Se aplica una precarga de 3 kg. ó 10 kg. ajustando a ceros el equipo y aplicando una carga mayor de 30 kg. ó 60 kg. dependiendo de la escala a utilizar, R30T o RF respectivamente; una vez que es liberada la carga mayor (manual o automáticamente), en la carátula del equipo se indica la lectura de la dureza.

7.8.5 Expresión de resultados

El resultado se obtiene de promediar las lecturas de dureza en 3 puntos diferentes de la misma muestra, este resultado debe cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 8

7.8.6 Informe de la prueba

El informe de esta prueba debe incluir los datos requeridos en el inciso 7.1.6.

8 MARCADO, ENVASE Y EMBALAJE

8.1 Marcado

8.1.1 Identificación por color en tubos rígidos

Los tubos rígidos de cobre a que se refiere la presente norma deben ser marcados en el color que se establece en la tabla 14, según el tipo de tubo; la identificación debe incluir una franja y de los datos que se especifican en el inciso 8.1.2 a intervalos no mayores de 90 cm de distancia.

TABLA 14.- Colores para identificación de tubo rígido

Tipo	Color
K	Verde
L	Azul
M	Rojo

8.1.2 Datos de marcado en el tubo rígido

- Nombre o marca del fabricante;
- La leyenda "HECHO EN MEXICO" o indicar país de origen en español;
- Designación nominal, y
- Tipo (K, L o M) en tramo recto.

8.1.3 Datos de grabado en las tuberías

Cada tramo o rollo con designación nominal de 3/16 y mayores deben llevar grabados permanentes en toda su longitud, por lo menos cada 50 cm con los siguientes datos:

- Nombre o marca del fabricante;
- La leyenda "HECHO EN MEXICO" o indicar el país de origen ("HECHO EN...") en español;
- Designación nominal;
- Tipo (K, L, M), y
- Tipo G (opcional).

8.2 Envase y embalaje

8.2.1 Para tubos flexibles

Los tubos deben llevar un envase y/o embalaje de manera que no sufran deterioros.

9 BIBLIOGRAFÍA

NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.

NMX-W-018-1995-SCFI Productos de cobre y sus aleaciones - Tubos de cobre sin costura para conducción de fluidos a presión - Especificaciones y métodos de prueba (Cancela a la NMX-W-018-1981). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de abril de 1996.

NMX-Z-013/1-1977 Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Mexicanas. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 1977.

ASTM-E-62-72 Standard test Methods for Chemical Analysis of Copper and Copper Alloys (Photometric methods) Secc. 16-20-21-22

ASTM-B-88- 99 Standard Specification for Seamless Copper Water Tube

10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

APÉNDICE INFORMATIVO

Datos para el pedido

En los pedidos debe especificarse claramente la clasificación (rígido o flexible) del tubo, refiriéndose a la presente norma incluyendo los siguientes datos:

- Cantidad de metros o números de tubos;
- Nombre del producto;
- Designación nominal (tipo y dimensiones);
- Clasificación (rígido o flexible);
- Requisitos especiales, y
- Observaciones.

En caso de los tubos flexibles; cuando exista un acuerdo entre fabricante y comprador, si la venta se efectúa por unidad de masa, la cantidad de metros o número de tubos no se toma en cuenta.

México D.F., a,

Con fundamento en lo dispuesto por los artículos 19 y 46 del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía, en ausencia del Director General de Normas, firma el Director General Adjunto de Operación

RODOLFO CARLOS CONSUEGRA GAMÓN.