

Norma Boliviana



República de Bolivia

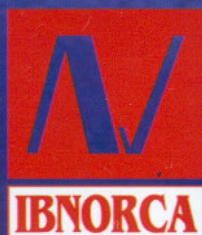


Ministerio del Agua
Viceministerio de Servicios Básicos

Normas de Materiales de Saneamiento Básico

NB: 213 - 686 - 687 - 707 - 708 - 763
764 - 765 - 888 - 1069 y 1070

Volumen 1 de 2



Abril 2007

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Norma Boliviana

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Normas de materiales de saneamiento básico

**NB: 213 - 686 - 687 - 707
708 - 763 - 764 - 765 - 888
1069 y 1070**

Diciembre, 2006
reimpresión abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Prefacio

La edición de las siguientes Normas Bolivianas fueron realizadas por el Viceministerio de Servicios Básicos / Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, a través del Proyecto de Asistencia Técnica PROAT / Asdi y la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

NB 213 - 00	Tuberías plásticas – Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable (Tercera revisión)
NB 686 - 96	Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón para alcantarillado
NB 687 - 96	Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón armado para alcantarillado
NB 707 - 99	Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interior lisa – Dimensiones
NB 708 - 99	Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interior lisa – Requisitos técnicos
NB 763 - 97	Válvulas – Válvulas de mariposa con asiento elástico
NB 764 - 97	Válvulas - Válvulas de compuerta para sistemas de acueducto y alcantarillado - Requisitos
NB 765 - 97	Válvulas - Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado - Requisitos
NB 888 - 00	Tuberías y accesorios de plástico - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) clasificadas según la presión (serie RDE ó SDR), (Primera revisión)
NB 1069 - 00	Tuberías plásticas de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) esquemas 40 y 80 - Especificaciones y dimensiones
NB 1070 - 00	Especificaciones para tuberías y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado - Tipo PSM



República de
Bolivia



Ministerio del Agua

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°
La Paz

09 JUN 2007

N° 050

CONSIDERANDO:

El literal e) del Artículo 3° de la Ley N° 3351 Ley de Organización del Poder Ejecutivo, de fecha 21 de febrero de 2006, establece como atribuciones generales de los Ministros, entre otras: "Dictar normas relativas al ámbito de su competencia y resolver en última instancia, todo asunto administrativo que corresponde al Ministerio".

Que, el literal c) del Artículo 4° de la Ley N° 3351 Ley de Organización del Poder Ejecutivo, de fecha 21 de febrero de 2006, establece que es atribución específica del Ministro del Agua, plantear y ejecutar, evaluar y fiscalizar las políticas y planes de servicio de agua potable y saneamiento básico, riego y manejo de cuencas, aguas internacionales y transfronterizas.

El Artículo 61 del Decreto Supremo N° 28631 Reglamento a la Ley de Organización del Poder Ejecutivo, de fecha 8 de marzo de 2006, establece que dentro de la estructura del Ministerio del Agua, se encuentra el Viceministerio de Servicios Básicos.

Los literales d) y e) del Artículo 63 del Decreto Supremo N° 28631 Reglamento de Organización del Poder Ejecutivo, de fecha 8 de marzo de 2006, dispone que son funciones del Viceministro de Servicios Básicos, entre otras, las siguientes: d) Promover normas técnicas, disposiciones reglamentarias e instructivos para el buen aprovechamiento y regulación de los servicios básicos y proponer por conducto regular proyectos de leyes y otras disposiciones para el sector; e) Difundir y vigilar la aplicación de políticas, planes, proyectos y normas técnicas para el establecimiento y operación de los servicios básicos, ejerciendo función sobre la Superintendencia de Saneamiento Básico.

Que, el Ministerio del Agua, a través del Viceministerio de Servicios Básicos, ha planificado dentro de sus políticas actualizar las Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, NB 645 a NB 650, en el marco del proyecto de Asistencia Técnica (PROAT), que cuenta con financiamiento de la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (AsDI).

Que, IBNORCA, determina que las Normas Bolivianas deben ser actualizadas en forma ordinaria cada cinco (5) años y en forma extraordinaria cuando las necesidades o requerimientos así lo exijan. Asimismo, IBNORCA cuenta con una serie de Normas Bolivianas de Materiales relacionados al sector de saneamiento básico.

Que en las presentes Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, se han incorporado y desarrollado algunas normas de materiales adicionales, que son empleadas en el sector.

Que, IBNORCA, ha elaborado Normas adicionales de Materiales que son empleadas en el Sector de Saneamiento Básico, el año 2000, a través del Comité Técnico de





República de
Bolivia



Ministerio del Agua

Normalización CTN 12.16 "Tuberías y accesorios de plástico", las mismas que deben ser utilizadas en complementación a las presentes Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico.

Que, mediante Informe Técnico VSB/UNI N° 001/2007, de 31 de enero de 2007, elaborado por la Unidad de Normas e Institucionalidad y aprobado por el Viceministro de Servicios Básicos, en sus conclusiones determina: "En este sentido, el contenido de las Normas actualizadas queda aprobado, para posteriormente ser editado y difundido en el Sector de Saneamiento Básico a nivel nacional, para su uso e implementación en los proyectos sectoriales".

Que, es necesaria la difusión pública de las Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, para permitir su aplicación por parte de los profesionales del sector con carácter obligatorio en el ámbito urbano y rural del país.

Que, la Unidad de Normas e Institucionalidad, del Viceministerio de Servicios Básicos, mediante Informes Técnicos: VSB/UNI N° 001/2007, de 31 de enero de 2007; VSB/UNI N° 008/2007, de 16 de marzo de 2007; y VSB/UNI N° 011/2007, de 29 de marzo de 2007, e Informe Jurídico MDA/DGAJ/CGT -0012/07, de fecha 17 de mayo de 2007, se evidencia que corresponde dar curso a la aprobación de la norma precitada así como a sus reglamentos.

POR TANTO:

El Ministro del Agua, en aplicación de sus atribuciones conferidas por ley.

RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar las Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, en sus siete (7) normas bolivianas, las cuales contemplan las seis (6) normas bolivianas actualizadas en su primera revisión (NB 645 a NB 650): la Norma Boliviana **NB 645** "Tuberías de fierro fundido dúctil, uniones y accesorios para líneas de tubería de presión", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 646** "Plásticos - Tuberías de polietileno (PE) especificadas por su diámetro interior (RDIE)", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 647** "Productos químicos para uso Industrial - Cal viva y Cal hidratada", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 648** "Productos químicos para uso Industrial - Cloro líquido", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 649** "Productos químicos para uso Industrial - Hipocloritos usados para el tratamiento de aguas", en sus seis (6) capítulos y la Norma Boliviana **NB 650** "Productos químicos para uso Industrial - Sulfato de aluminio", en sus seis (6) capítulos. Igualmente la Norma Boliviana **NB 127001** "Revestimiento Interno con mortero de cemento centrífugo para tubería de fierro fundido dúctil con o sin presión -Prescripciones generales", en sus cuatro (4) capítulos.

Artículo 2°.- Asimismo, aprobar las Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, que fueron elaboradas y aprobadas por el IBNORCA, en sus once (11) normas bolivianas: la Norma Boliviana **NB 213 - 00** "Tuberías plásticas -Tuberías de polícloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable", en sus nueve (9) capítulos; la Norma Boliviana **NB 888 - 00** "Tuberías y accesorios de plástico -Tuberías de





polícloruro de vinilo (PVC) clasificadas según la presión (serie RDE o SDR)", en sus doce (12) capítulos; la Norma Boliviana **NB 1069 - 00** "Tuberías plásticas de polícloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) esquemas 40 y 80 - Especificaciones y dimensiones", en sus catorce (14) capítulos; la Norma Boliviana **NB 1070 - 00** "Especificaciones para tuberías y accesorios de polícloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado -Tipo PSM", en sus catorce (14) capítulos; la Norma Boliviana **NB 707 - 99** "Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material, termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interna lisa -Dimensiones", en sus siete (7) capítulos; la Norma Boliviana **NB 708 - 99** "Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interna lisa -Requisitos técnicos", en sus nueve (9) capítulos; la Norma Boliviana **NB 686** "Tuberías de hormigón -Tuberías de hormigón para alcantarillado", en sus dieciséis (16) capítulos; la Norma Boliviana **NB 687** "Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón armado para alcantarillado", en sus dieciocho (18) capítulos; la Norma Boliviana **NB 763 - 97** "Válvulas - Válvulas de mariposa con asiento elástico", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 764 - 97** "Válvulas - Válvulas de compuerta para sistemas de acueducto y alcantarillado - Requisitos", en sus siete (7) capítulos; la Norma Boliviana **NB 765 - 97** "Válvulas - Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado - Requisitos", en sus siete (7) capítulos.

Artículo 3°.- Se autoriza al Viceministerio de Servicios Básicos para que en coordinación con la Dirección General de Asuntos Administrativos del Ministerio del Agua proceda a la publicación, difusión y distribución gratuita de la Primera Revisión de las "Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico", a Municipios, Entidades e Instituciones del Sector, bibliotecas universitarias, profesionales que participaron en la actualización de las presentes Normas, programas y Proyectos del sector y otros priorizados por el Viceministerio de Servicios Básicos.

Artículo 4°.- El Viceministerio de Servicios Básicos y la Dirección General de Asuntos Administrativos del Ministerio del Agua, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución Ministerial.

Regístrese, comuníquese, cúmplase y archívese.


Abel P. Mamani Marca
MINISTRO DEL AGUA

PRESENTACIÓN

El Ministerio del Agua, a través del Viceministerio de Servicios Básicos, en el marco de sus competencias normativas, pone a disposición de profesionales del país el presente conjunto de “Normas de Materiales de Saneamiento Básico”, en base a los requerimientos del sector.

Este conjunto de Normas tiene como objetivo fundamental, regir el diseño y consecuentemente la construcción de los sistemas de agua potable, alcantarillado sanitario y pluvial, para mejorar las condiciones de vida del ciudadano boliviano.

Se constituye en un instrumento que debe ser conocido y aplicado de forma obligatoria por los responsables de las diferentes etapas de implementación de proyectos del sector saneamiento básico.

La edición de estas Normas fueron posible gracias a la participación de profesionales, instituciones y el apoyo de organizaciones como la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (Asdi), y otras que de manera desinteresada contribuyeron para que nuestro país cuente con este valioso instrumento técnico normativo.

AGRADECIMIENTO

El Ministerio del Agua, a través del Viceministerio de Servicios Básicos, expresa su agradecimiento a los profesionales que hicieron posible el trabajo de edición, en el marco de una consultoría a cargo de:

Fernando Inchauste	CONSULTOR PRINCIPAL
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR

ÍNDICE GENERAL

	Página
NB 213 - 00 TUBERÍAS PLÁSTICAS - TUBERÍAS DE POLICLORURO DE VINILO (PVC-U) NO PLASTIFICADO PARA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE (TERCERA REVISIÓN)	9
NB 686 - 96 TUBERÍAS DE HORMIGÓN - TUBERÍAS DE HORMIGÓN PARA ALCANTARILLADO	41
NB 687 - 96 TUBERÍAS DE HORMIGÓN - TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO PARA ALCANTARILLADO	57
NB 707 - 99 TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PARED PERFILADA, FABRICADAS EN MATERIAL TERMOPLÁSTICO CON SUPERFICIE EXTERIOR CORRUGADA Y SUPERFICIE INTERIOR LISA - DIMENSIONES.....	87
NB 708 - 99 TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PARED PERFILADA, FABRICADAS EN MATERIAL TERMOPLÁSTICO CON SUPERFICIE EXTERIOR CORRUGADA Y SUPERFICIE INTERIOR LISA - REQUISITOS TÉCNICOS.....	109
NB 763 - 97 VÁLVULAS - VÁLVULAS DE MARIPOSA CON ASIENTO ELÁSTICO	127
NB 764 - 97 VÁLVULAS - VÁLVULAS DE COMPUERTA PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO - REQUISITOS	165
NB 765 - 97 VÁLVULAS - VÁLVULAS DE COMPUERTA CON ASIENTO ELÁSTICO PARA AGUA Y SISTEMAS DE ALCANTARILLADO - REQUISITOS	199
NB 888 - 00 TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PLÁSTICO - TUBERÍAS DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) CLASIFICADAS SEGÚN LA PRESIÓN (SERIE RDE Ó SDR), (PRIMERA REVISIÓN)	225
NB 1069 - 00 TUBERÍAS PLÁSTICAS DE POLICLORURO DE VINILO NO PLASTIFICADO (PVC-U) ESQUEMAS 40 Y 80 - ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES	243
NB 1070 - 00 ESPECIFICACIONES PARA TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE POLICLORURO DE VINILO (PVC) PARA ALCANTARILLADO - TIPO PSM	261

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Tuberías plásticas - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable

Tercera revisión

ICS 23.040.20 Tubos plásticos

Noviembre, 2000

Correspondencia:

Esta norma corresponde básicamente con la Norma BS 3505
Unplasticized PVC pipe for cold water services



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La revisión y actualización de la Norma Boliviana **NB 213 - 00 “Tuberías plásticas – Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable (Tercera revisión)”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 12.16 “Tuberías y accesorios de plástico”.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Félix Zubieta	PLASMAR S.A. (Coordinador)
Andrés Zegada	A. DEL ILLIMANI (ANESAPA)
Francisco Cuba	M.V.S.B. - D.S.B.
Gregorio Carvajal	I.I.S. – UMSA
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Julio Cardozo	PLAMAT S.A.
Jaime Sánchez Guzmán	DUCTEC S.R.L.
Jaime Villegas	MARIENCO S.R.L.
Delfor Antonio Montero	BELEN S.R.L.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2000-10-20

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2000-10-26

Fecha de aprobación por la Directiva de IBNORCA 2000-11-21

ÍNDICE

	Página
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	15
2 REFERENCIAS	15
3 CLASIFICACIÓN	15
4 REQUISITOS.....	15
4.1 Requisitos generales	15
4.1.1 Apariencia superficial	15
4.1.2 Color	15
4.2 Requisitos especiales.....	15
4.2.1 Diámetro exterior y espesor de la pared	15
4.2.2 Longitud.....	16
4.2.3 Uniones	16
4.2.3.1 Unión soldable	16
4.2.3.2 Unión flexible	18
4.2.3.2.1 Biselado.....	18
4.2.3.3 Unión roscada	18
4.2.4 Redondez	18
4.2.5 Calidad de la extrusión	19
4.2.6 Resistencia al aplastamiento transversal	19
4.2.7 Resistencia al impacto.....	19
4.2.8 Estabilidad dimensional.....	19
4.2.9 Resistencia a la presión hidrostática interior	19
4.2.10 Atoxicidad	19
5 MATERIALES.....	20
5.1 Materiales básicos.....	20
6 MÉTODOS DE ENSAYO.....	20
6.1 Método de determinación de las dimensiones	20
6.1.1 Aparatos	20
6.1.2 Preparación de las probetas.....	20
6.1.3 Determinación del diámetro exterior.....	20
6.1.3.1 Procedimiento.....	20
6.1.3.2 Cálculo y expresión de los resultados	20
6.1.4 Determinación del espesor de pared.....	21
6.1.4.1 Procedimiento.....	21
6.1.4.2 Cálculo y expresión de los resultados	21
6.1.5 Determinación de longitud.....	21
6.1.5.1 Procedimiento.....	21
6.1.5.2 Cálculo y expresión de los resultados	21
6.1.6 Determinación de la redondez.....	21
6.1.6.1 Procedimiento.....	21
6.1.6.2 Cálculo y expresión de los resultados	21
6.2 Método de determinación de la calidad de la extrusión	21
6.2.1 Resumen del método	21
6.2.2 Aparatos	22
6.2.3 Reactivos.....	22
6.2.4 Preparación de las probetas.....	22
6.2.5 Procedimiento.....	22
6.2.6 Expresión de los resultados	22
6.3 Método de determinación de la resistencia al aplastamiento transversal	22
6.3.1 Resumen del método	22
6.3.2 Aparatos	22

6.3.3	Preparación de las probetas.....	22
6.3.4	Procedimiento.....	22
6.3.5	Expresión de los resultados	23
6.4	Método de determinación de la resistencia al impacto.....	23
6.4.1	Resumen del método	23
6.4.2	Aparatos	23
6.4.3	Preparación de las probetas.....	24
6.4.4	Procedimiento.....	24
6.4.5	Expresión de resultados	25
6.5	Método de determinación de la estabilidad dimensional.....	25
6.5.1	Resumen del método	25
6.5.2	Aparatos	25
6.5.3	Preparación de las probetas.....	26
6.5.4	Procedimiento.....	26
6.5.5	Expresión de los resultados	26
6.6	Método de determinación de la resistencia a la presión hidrostática interna	27
6.6.1	Resumen del método	27
6.6.2	Aparatos	27
6.6.3	Preparación de las probetas.....	27
6.6.4	Procedimiento.....	27
6.6.5	Expresión de los resultados	28
6.7	Método de determinación del efecto de los estabilizantes en el agua	28
6.7.1	Resumen del método	28
6.7.2	Aparatos	28
6.7.3	Reactivos.....	28
6.7.4	Preparación de las probetas.....	28
6.7.5	Procedimiento.....	28
6.7.6	Expresión de los resultados	29
7	MARCADO.....	29
8	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.....	29
9	BIBLIOGRAFÍA.....	29
	Anexo A (Normativo) - Método de determinación de plomo	31
A.1	RANGO	31
A.2	TAMAÑO MÁXIMO DE LA MUESTRA	31
A.3	INTRODUCCIÓN.....	31
A.4	INTERFERENCIAS	31
A.5	REACTIVOS	31
A.6	PREPARACIÓN DEL GRÁFICO DE CALIBRACIÓN	32
A.7	PROCEDIMIENTO	33
A.8	CÁLCULOS	33
	Anexo B (Normativo) - Método para la determinación de estaño orgánico como estaño en solución acuosa.....	34
B.1	FUNDAMENTO DEL MÉTODO.....	34
B.2	APARATOS.....	34
B.3	REACTIVOS.....	34
B.4	PROCEDIMIENTO	35
B.4.1	Preparación de los colores normalizados.....	35
B.4.2	Determinación	35

Anexo C (Informativo) - Prueba para la resistencia al ácido sulfúrico..... 36

C.1	FORMA DE LA PROBETA.....	36
C.2	PROCEDIMIENTO	36
C.3	RESULTADO	36

Anexo D - (Informativo) - Muestreo..... 37

D.1	EXTRACCIÓN DE MUESTRAS	37
D.2	PROBETAS	37
D.3	LOTE, MUESTRA Y CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO.....	37

Tuberías plásticas – tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable**1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado, usadas para la conducción de agua potable a temperatura ambiente, a las presiones indicadas y los métodos de ensayo para la comprobación de estos requisitos.

2 REFERENCIAS

NB 009 Plásticos - Terminología
NB 045 Química - Agua destilada para análisis
NB 214 Muestreo - Muestreo al azar

3 CLASIFICACIÓN

Las tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable, por la presión máxima de trabajo soportada, se clasifican en:

- Clase 6 (presión de una columna de agua de 60 m) = 6×10^5 Pa.
- Clase 9 (presión de una columna de agua de 90 m) = 9×10^5 Pa.
- Clase 12 (presión de una columna de agua de 120 m) = 12×10^5 Pa.
- Clase 15 (presión de una columna de agua de 150 m) = 15×10^5 Pa.
- Clase Ro (presión de una columna de agua de 100 m) = 10×10^5 Pa.

Las presiones de trabajo indicadas se basan en agua a la temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ y son las presiones máximas de trabajo para las cuales las tuberías son adecuadas en su uso.

4 REQUISITOS**4.1 Requisitos generales****4.1.1 Apariencia superficial**

Las superficies externa e interna de las tuberías deberán ser lisas y estar libres de grietas, fisuras, ondulaciones y otros defectos que alteren su calidad. Los extremos deberán estar bien cortados y ser perpendiculares al eje de la tubería.

4.1.2 Color

Las tuberías deberán ser de color uniforme.

4.2 Requisitos especiales**4.2.1 Diámetro exterior y espesor de la pared**

Los diámetros exteriores y espesores de pared de las tuberías para cada valor de la presión nominal están especificados en la tabla 1.

4.2.2 Longitud

La longitud de las tuberías y sus tolerancias serán las especificadas a continuación:

- La longitud total de la tubería será de 6 m, incluida la unión.
- Se podrán proveer otras longitudes a pedido del comprador y de acuerdo con el fabricante.
- La longitud total de las tuberías tendrá una tolerancia de - 0,2 % y + 0,5 %.

Tabla 1 - Dimensiones y presiones hidrostáticas

Clase			Tipo de unión										
			Campana con pegamento o junta elástica								Rosca		
			Clase 6 Bar	Clase 9 Bar	Clase 12 Bar	Clase 15 Bar	Clase Ro Bar						
Presión de trabajo < 50 años			6,0	9,0	12,0	15,0	10,0						
Presión de prueba = 1 h			21,1	31,4	42,0	52,1	32,0						
Presión de rotura ≥ 90 s			22,3	33,1	44,2	54,9	34,5						
Diámetro Nominal	Diámetro exterior		Espesor de pared de la tubería										
	mín. mm	máx. mm	mín. mm	máx. mm	mín. mm	máx. mm	mín. mm	máx. mm	mín. mm	máx. mm	mín. mm	máx. mm	
DN	1/2	21,2	21,5	-	-	-	-	-	-	1,7	2,1	2,9	3,3
	3/4	26,6	26,9	-	-	-	-	-	-	1,9	2,5	2,9	3,4
	1	33,4	33,7	-	-	-	-	-	-	2,2	2,7	3,4	3,9
	1 1/2	48,1	48,4	-	-	-	-	2,5	3,0	3,1	3,7	3,7	4,2
	2	60,2	60,5	-	-	2,5	3,0	3,1	3,7	3,9	4,5	3,9	4,4
	2 1/2	72,8	73,2	-	-	3,0	3,3	3,9	4,3	4,8	5,3	-	-
	3	88,7	89,1	2,9	3,3	3,5	4,1	4,6	5,3	5,7	6,6	-	-
	4	114,1	114,5	3,4	3,8	4,5	5,2	6,0	6,9	7,3	8,4	-	-
	6	168,0	168,5	4,5	5,0	6,6	7,6	8,8	10,2	10,8	12,5	-	-
	8	218,8	219,4	5,3	5,8	7,8	9,0	10,3	11,9	12,6	14,5	-	-
	10	272,6	273,4	6,6	7,3	9,7	11,2	12,8	14,8	15,7	18,1	-	-
	12	323,4	324,2	7,8	8,6	11,5	13,3	15,2	17,5	18,7	21,6	-	-

Nota

Ninguno de los valores medidos en las tuberías, al realizar los ensayos de conformidad, podrá ser menor o mayor a los valores mínimos y máximos contenidos en esta tabla.

4.2.3 Uniones

4.2.3.1 Unión soldable

La unión soldable es de tipo espiga campana y será realizada a la temperatura ambiente con un pegamento especial para PVC, según las recomendaciones del fabricante.

La unión debe satisfacer la prueba de estanqueidad a la presión interna de prueba de la tubería objeto del ensayo.

Las dimensiones de la campana soldable deben cumplir lo establecido en la tabla 2.

Tabla 2 - Dimensiones y tolerancias de las uniones soldables

Dimensiones en mm

Campana					
Diámetro nominal	Diámetro de entrada		Diámetro de soldadura		Longitud
	A	Tolerancia $\pm$	B	Tolerancia $\pm$	L mínima
½	21,6	0,1	21,2	0,1	29,0
¾	26,9	0,1	26,6	0,1	32,0
1	33,8	0,1	33,4	0,1	37,0
1 ½	48,6	0,2	48,1	0,2	46,0
2	60,6	0,2	60,2	0,2	54,0
2 ½	73,4	0,2	72,8	0,2	62,0
3	89,3	0,2	88,7	0,2	73,0
4	114,7	0,2	114,1	0,2	89,0
6	168,7	0,3	168,0	0,3	124,0
8	219,6	0,4	218,8	0,4	157,0
10	273,6	0,4	272,6	0,4	192,0
12	324,5	0,4	323,4	0,4	226,0

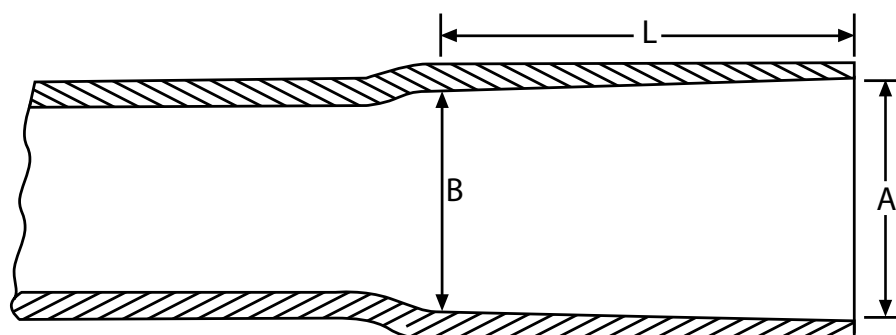


Figura 1 – Esquema de las uniones soldables

Tabla 3 - Dimensiones y tolerancias de las uniones flexibles

Dimensiones en mm

Campana y anillo de goma			
Diámetro nominal	Diámetro de soporte		Longitud
	A	Tolerancia $\pm$	L mínima
1 ½	49,3	0,2	60,6
2	61,4	0,2	63,3
2 ½	74,0	0,2	66,1
3	89,9	0,2	69,6
4	115,3	0,2	75,2
6	169,3	0,3	87,0
8	220,1	0,4	98,2
10	274,0	0,4	110,1
12	324,9	0,4	121,3

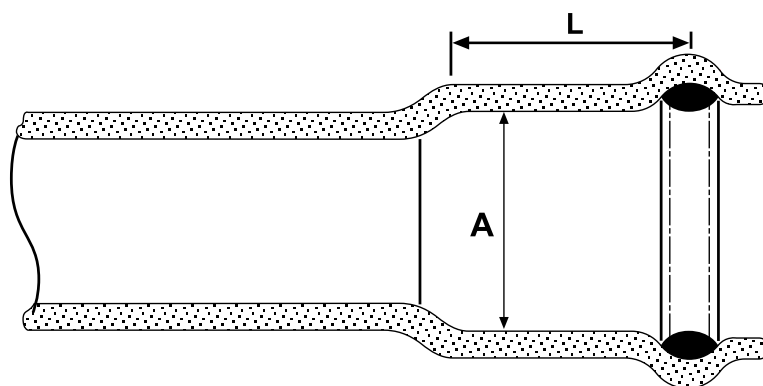


Figura 2 - Esquema de las uniones flexibles

Tabla 4 - Dimensiones de las uniones con rosca

Diámetro nominal DN	Número hilos/plg	Longitud de la rosca mm
1/2	14	16,3
3/4	14	16,5
1	11	20,6
1 1/2	11	21,6
2	11	22,9

4.2.3.2 Unión flexible

La unión flexible es del tipo espiga campana con un anillo de goma, la espiga deberá estar biselada según lo dispuesto en esta norma, la unión será realizada a la temperatura ambiente, según las recomendaciones del fabricante.

La unión debe satisfacer la prueba de estanqueidad, a la presión interna de prueba de la tubería objeto del ensayo.

Las dimensiones de la campana flexible deben cumplir lo establecido en la tabla 3.

4.2.3.2.1 Biselado

La parte que corresponde a la “espiga”, deberá ser biselada y tener un ángulo de $15^\circ \pm 2^\circ$.

Nota

La cuña a retirar para el bisel, podrá ser realizada con las siguientes dimensiones: en el cateto opuesto $e/2$, en el cateto adyacente $2e$; siendo “e” el espesor de pared de la tubería, esta relación da 14° aproximadamente.

4.2.3.3 Unión roscada

La unión roscada, será realizada a la temperatura ambiente, según las recomendaciones del fabricante. La unión debe satisfacer la prueba de presión interna de ensayo de la tubería objeto del ensayo. Las dimensiones de la rosca deben cumplir lo establecido en la tabla 4.

4.2.4 Redondez

Se permite para las clases 9, 12 y 15 una tolerancia en la redondez del $\pm 2,6\%$, calculada según la formula definida en 6.1.6.2

4.2.5 Calidad de la extrusión

Las probetas al ser ensayadas por inmersión en acetona según se indica en 6.2, no deben mostrar laminación o desintegración. No se considera como falla el aplanamiento y/o hinchamiento de las probetas.

4.2.6 Resistencia al aplastamiento transversal

Las probetas ensayadas según el método descrito en 6.3 no deben presentar a simple vista fisuras, grietas o roturas.

4.2.7 Resistencia al impacto

Las probetas deben resistir el ensayo de impacto descrito en 6.4 sin presentar grietas o roturas.

4.2.8 Estabilidad dimensional

La variación de la longitud entre las marcas de referencia de la probeta, después del ensayo descrito en 6.5, debe ser igual o inferior al 5 % de la longitud inicial. La probeta después de la prueba no debe mostrar fallas como grietas, cavidades o ampollas.

4.2.9 Resistencia a la presión hidrostática interior

Las probetas ensayadas según el método descrito en 6.6 no deben romperse, ni figurarse cuando sean sometidas durante 1 hora a las siguientes tensiones circunferenciales:

Diámetro nominal de la tubería (DN)	Tensión circunferencial mínima durante 1 h (Pa)
DN ≤ 6	392 x 10 ⁵
DN ≥ 8	427 x 10 ⁵

Tabla 5 - Concentraciones permisibles de sustancias tóxicas

Sustancia tóxica	Concentración máxima permisible	
	1ra extracción mg/l	3ra extracción mg/l
Plomo	1,0	0,10
Dialquil C ₄ estaño y homólogos más altos (medidos como estaño)		0,02
Otras sustancias tóxicas		0,01

4.2.10 Atoxicidad

Las tuberías de PVC no plastificado para conducción de agua potable, deberán tener las siguientes características respecto a la atoxicidad:

- No deben transmitir ni ceder sustancias tóxicas, olor, sabor y/o color.
- Cuando las tuberías sean ensayadas según el método descrito en 6.7, la cantidad de sustancias tóxicas extraídas de las paredes internas, en la solución de prueba, no deben exceder las concentraciones establecidas en la tabla 5.
- Cuando el comprador así lo requiera, el fabricante para los fines de estas pruebas, debe revelar las principales sustancias tóxicas presentes.

5 MATERIALES

5.1 Materiales básicos

El material de producción de las tuberías será policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U), con aditivos necesarios para su fabricación, de acuerdo a lo establecido en la norma ASTM D 1784.

Se permitirá el uso de material recuperado limpio, proveniente de la elaboración de tuberías en la misma fábrica siempre que los mismos cumplan con los requisitos de esta norma.

Nota

Por ser un producto para la conducción de agua potable a temperatura ambiente, los materiales de los cuales están fabricadas las tuberías, no deberán constituir riesgo para la salud.

6 MÉTODOS DE ENSAYO

Para los ensayos que así lo requieran, todas las muestras deberán ser previamente acondicionadas en baño de circulación de agua a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante por lo menos una hora y realizar las pruebas, dentro de los 15 min siguientes dependiendo del tipo de ensayo.

Se recomienda que los ensayos sean realizados en un laboratorio y con personal calificado.

6.1 Método de determinación de las dimensiones

6.1.1 Aparatos

- Micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato de medición que permita efectuar lecturas hasta de 0,1 mm.
- Cinta métrica de acero, con graduación en mm y precisión de 0,5 mm.

6.1.2 Preparación de las probetas

Las probetas serán tuberías, en su longitud original, a las cuales se les elimina las rebabas y se comprueba que el corte terminal sea perpendicular al eje longitudinal de la tubería.

6.1.3 Determinación del diámetro exterior

6.1.3.1 Procedimiento

- a) Para la determinación del diámetro exterior, preferentemente debe usarse un “circómetro” ó “cinta pi”, calibrada a 0,01 mm para medir la circunferencia de la tubería, permitiendo leer directamente, el diámetro externo promedio.
- b) Alternativamente y solo para tuberías de hasta un diámetro máximo de 6 plg, usar el método de medición con el calibrador Vernier, con el siguiente procedimiento:
A través de cada extremo de la probeta, se efectúan una serie de mediciones (como mínimo 6) del diámetro exterior, procurando que cada medición sea hecha a aproximadamente 30° de la anterior.

6.1.3.2 Cálculo y expresión de los resultados

El diámetro exterior promedio, se calcula sacando el promedio aritmético de la serie de mediciones efectuadas y se expresa en unidades del Sistema Internacional.

6.1.4 Determinación del espesor de pared

6.1.4.1 Procedimiento

En cada extremo de la probeta, se efectúa una serie de medidas del espesor de la tubería con el micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato de medición, asegurándose de obtener los espesores máximo y mínimo. Se recomienda hacer más de seis mediciones en cada sección transversal.

6.1.4.2 Cálculo y expresión de los resultados

El espesor de pared se calcula sacando promedio de los espesores de pared máximo y mínimo y se expresa en unidades del Sistema Internacional. El espesor no deberá ser en ningún caso, menor al mínimo de la tabla 1.

6.1.5 Determinación de longitud

6.1.5.1 Procedimiento

Se coloca la tubería, lo más recta posible, sobre una superficie plana, de tal manera que la tubería descansa sin deflexión alguna y con la cinta métrica, se mide su longitud con una aproximación de 1 mm.

6.1.5.2 Cálculo y expresión de los resultados

La longitud es la lectura determinada según se indica en 6.1.5.1, expresada en unidades del Sistema Internacional.

6.1.6 Determinación de la redondez

6.1.6.1 Procedimiento

Se determinan los diámetros exteriores, máximo y mínimo, como se indica en 6.1.3.1.

6.1.6.2 Cálculo y expresión de los resultados

La tolerancia en la redondez, se calcula con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\min}} \times 100$$

donde:

T Tolerancia en la redondez, en %

D_{max} Diámetro exterior máximo medido en la probeta, en mm

D_{min} Diámetro exterior mínimo medido en la probeta, en mm

6.2 Método de determinación de la calidad de la extrusión

6.2.1 Resumen del método

Las probetas son sumergidas completamente en acetona anhidra durante 2 h, después de transcurrido este tiempo, se determinará la calidad de la extrusión por inspección visual.

6.2.2 Aparatos

Recipientes individuales con tapa, para cada probeta.

6.2.3 Reactivos

Acetona anhidra: Grado analítico, con una densidad máxima de 0,7857 g/ml a 25 °C. La acetona antes de ser usada es secada por agitación con sulfato de calcio anhidro u otro agente deshidratante, que luego es separado por filtración.

6.2.4 Preparación de las probetas

Las probetas, serán secciones de tubería de 50 mm de longitud como mínimo. Para diámetros pequeños, se sumergirá la sección completa y para diámetros grandes, se cortará en pedazos para facilitar su inmersión.

6.2.5 Procedimiento

Se coloca la acetona en los recipientes, en cantidad suficiente para asegurar la completa inmersión de las probetas colocadas dentro de ellos.

Se cierra el recipiente y se deja en reposo durante 2 horas a temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Se completa el tiempo de ensayo y se sacan las probetas.

6.2.6 Expresión de los resultados

Los resultados concordarán con lo especificado en 4.2.5.

6.3 Método de determinación de la resistencia al aplastamiento transversal

6.3.1 Resumen del método

El ensayo consiste en aplastar tuberías de PVC rígido, entre las placas paralelas de una prensa.

6.3.2 Aparatos

Una prensa de placas paralelas, las cuales deberán tener una ranura en forma de V, para evitar el desplazamiento de la tubería. La V debe tener un ángulo de abertura de $166\text{ °} \pm 2\text{ °}$.

6.3.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de 50 mm de longitud.

6.3.4 Procedimiento

Aplastar transversalmente cada probeta, entre las placas de la prensa hasta que la distancia entre ellas sea equivalente a un 40 % del diámetro exterior original de la probeta.

Controlar la velocidad de carga de tal modo de completar el ensayo en un tiempo entre 2 min y 5 min, a una temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Liberar de carga la probeta una vez alcanzadas las condiciones de ensayo.

6.3.5 Expresión de los resultados

Los resultados concordarán con lo especificado en 4.2.6.

6.4 Método de determinación de la resistencia al impacto

6.4.1 Resumen del método

Se deja caer libremente, sobre la tubería, desde una altura determinada, una masa provista de un percusor de forma establecida. El ensayo se realiza sobre un trozo de longitud especificada acondicionado a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

6.4.2 Aparatos

Se utilizará un aparato que asegure la caída de un percusor en forma vertical, un diseño esquemático de este, se muestra en la figura 3. El aparato consiste esencialmente de lo siguiente:

- a) Un armazón principal que pueda ser rígidamente fijado en una posición comprobadamente vertical.
- b) Rieles de guía, unidos al armazón principal por soportes laterales, que pueden ajustarse para mantenerlos paralelos y verticales.
- c) Un percusor de masa conocida que pueda deslizarse libremente entre los rieles de guía y que tenga una superficie de golpe endurecida de forma semiesférica de 25 mm de diámetro. No se aceptarán abolladuras y otras imperfecciones en la superficie del percusor.
- d) Un juego de masas que puedan sujetarse firmemente al percusor, para permitir que la masa combinada de ambos se acomode a los valores dados en la tabla 6.
- e) Un soporte de la probeta, formado por un bloque de acero de longitud no menor a 230 mm, con un entalle en forma de V y 120° de abertura, colocado debajo de los rieles de guía.
- f) Un mecanismo de disparo, que permita la caída del percusor desde una altura de $2\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$ sobre la superficie superior de la tubería.
- g) Medios para mantener una altura de caída constante por movimiento vertical, ya sea del bloque en V, del mecanismo de disparo o del armazón principal, a fin de acomodar diferentes diámetros de tubería.

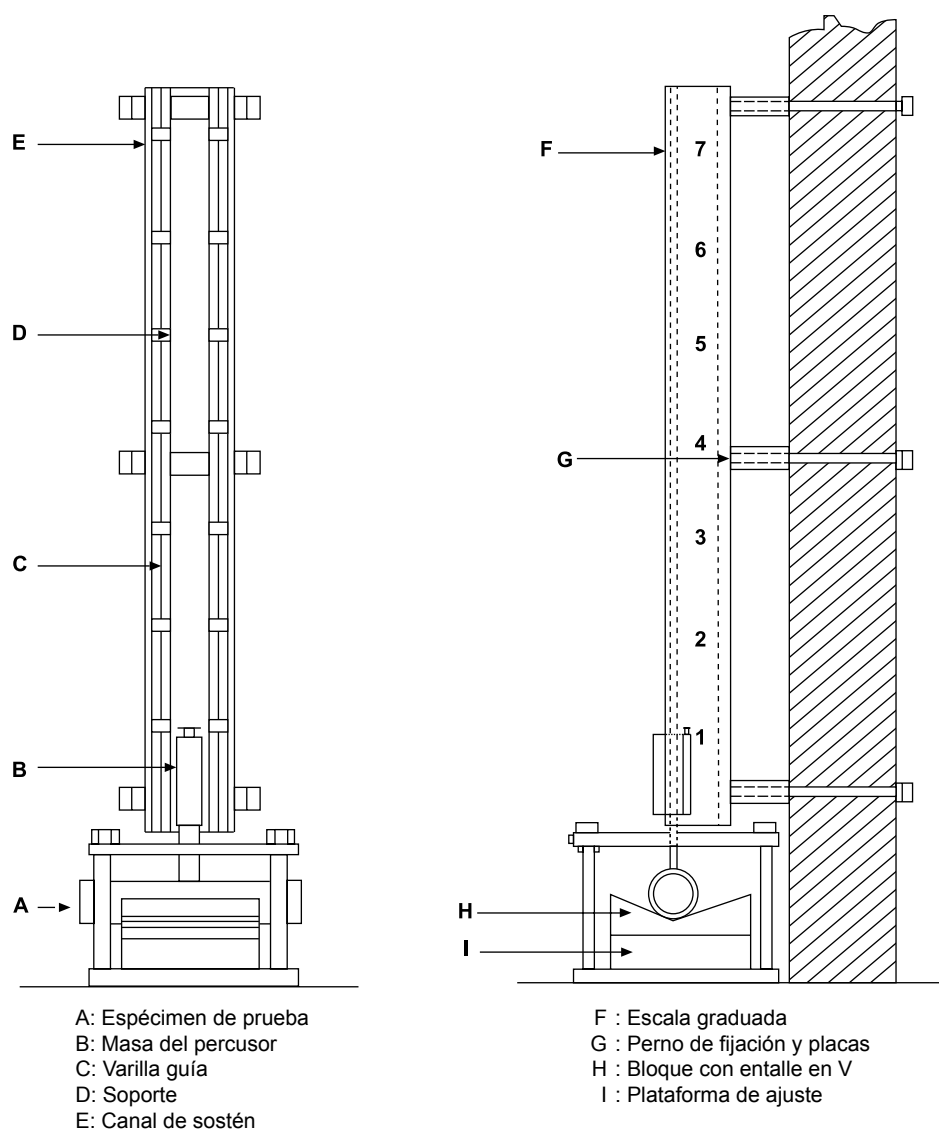


Figura 3 – Esquema de aparato para el ensayo de impacto

6.4.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones enteras de tubería de una longitud comprendida entre 150 mm y 300 mm, sus extremos deberán estar bien cortados y ser perpendiculares al eje de la tubería.

Cada probeta será acondicionada, por lo menos durante 30 min, en un baño de agua mantenido a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ y, serán ensayados dentro de los 5 min de que son extraídas del baño.

6.4.4 Procedimiento

La masa total del percusor, se ajustará al valor del diámetro nominal de la tubería que se ensaya, tal como se indica en la tabla 6.

El percusor, se deja caer libremente, una vez, desde la altura de 2 m, sobre la probeta que estará colocada en el ángulo del bloque en V.

6.4.5 Expresión de resultados

Las probetas deberán cumplir con lo especificado en 4.2.7.

Tabla 6 - Masa del percusor

Diámetro nominal DN	Masa total del percusor kg
½	0,75
¾	1,00
1	1,25
1 ½	1,50
2	1,75
2 ½	2,00
3	2,25
4	2,75
6	3,75
8	5,00
10	6,25
12	7,50

6.5 Método de determinación de la estabilidad dimensional

6.5.1 Resumen del método

Las probetas consistentes en secciones de tubería de longitud determinada, se someten a un tratamiento térmico de 120 °C durante un tiempo determinado por el espesor de pared de tubería. Luego de enfriadas, se mide la variación de longitud entre las marcas previamente efectuadas sobre cada probeta. La estabilidad dimensional se expresa como porcentaje de la variación de la longitud original. El tratamiento térmico puede realizarse en estufa o en un baño adecuado.

6.5.2 Aparatos

- Una estufa con control termostático, capaz de mantener la temperatura de ensayo a 120 °C ± 2 °C durante la duración del mismo y en todo su interior. La potencia de calentamiento debe permitir que esta temperatura se restablezca en no más de 15 min después de la introducción de las probetas.
- Un baño termoregurable, con un sistema de agitación capaz de mantener la temperatura de ensayo a 120 °C ± 2 °C durante la duración del mismo. La capacidad del baño debe ser tal que no ocurra prácticamente ninguna variación de temperatura al sumergir las probetas en él.
- El sistema debe estar provisto de un dispositivo conveniente que permita suspender verticalmente las probetas en el seno del líquido. El líquido del baño debe ser estable a la temperatura utilizada y no debe alterar el material de la tubería. Glicerina, etilenglicol o aceite de vaselina sin hidrocarburos aromáticos, constituyen medios líquidos adecuados, pero pueden utilizarse otros líquidos.
- Un termómetro, que permita lecturas al 1 °C.

6.5.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de 300 mm de longitud para ensayos en medio líquido y de 200 mm para ensayos en estufa. Los cortes deberán ser perpendiculares al eje de la tubería.

6.5.4 Procedimiento

Se trazan sobre cada probeta, mediante un punzón afilado, dos marcas circulares alrededor de dos secciones perpendiculares al eje de la tubería, distantes entre sí $100 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$. Para el ensayo en estufa las marcas deberán ser equidistantes de los extremos. Para el ensayo en medio líquido, una de las marcas debe estar a 15 mm de uno de los extremos de la tubería y la probeta será sumergida en el medio de transferencia de calor por el extremo más alejado de las marcas inscritas, de tal forma que ambas marcas queden completamente sumergidas.

Se cuidará que la probeta no haga contacto con las paredes o base del baño.

Se regula la estufa o el baño a la temperatura de $120 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Se introducen las probetas en el medio calorífico y se las mantiene en él, durante el tiempo indicado en la tabla 7, según el espesor de pared de tubería, empezando a contar el tiempo, a partir del momento en que se haya restablecido la temperatura de ensayo.

Se retiran las probetas y se dejan enfriar a la temperatura ambiente, durante un tiempo no menor a dos horas.

Se mide al 0,5 mm la distancia entre marcas. La medición debe hacerse según 4 generatrices equidistantes.

6.5.5 Expresión de los resultados

Se calcula la variación dimensional, en por ciento de la longitud original entre las marcas, mediante la fórmula siguiente:

$$V = \frac{d_i - d_f}{d_i} \times 100$$

donde:

- V Variación dimensional, en % (ésta puede ser positiva o negativa)
- d_i Distancia inicial entre marcas, en mm
- d_f Distancia final entre marcas, obtenida como valor promedio de cuatro mediciones sobre generatrices equidistantes, en mm

Tabla 7 - Tiempo de inmersión

Espesor de pared "e" mm	Tiempo "t" min
$e \leq 8,6$	15
$8,6 < e \leq 14,1$	30
$e > 14,1$	60

6.6 Método de determinación de la resistencia a la presión hidrostática interna

6.6.1 Resumen del método

El método consiste en la aplicación de una presión hidrostática dada, por tiempo determinado, en el interior de una tubería sumergida en un medio especificado, a una temperatura controlada.

6.6.2 Aparatos

- Un baño de agua, capaz de mantener en todo su interior y durante toda la duración del ensayo una temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- Tapas terminales y piezas de conexión, para el montaje de la tubería y el acople al dispositivo de presión. Las piezas de conexión y montaje de las tuberías deben asegurar una perfecta estanqueidad del conjunto. El sistema de acople no debe impedir la libre variación longitudinal y radial de la tubería durante el ensayo.
- Un dispositivo de presión hidráulica, capaz de aplicar progresivamente y sin golpes de ariete, en un lapso de 30 s a 40 s, la presión requerida y de mantenerla luego a $\pm 2\%$ de su valor durante toda la duración del ensayo. La presión debe ser aplicada individualmente a cada probeta. Un dispositivo que permita ejercer una presión hidráulica simultánea en diversas probetas, no podrá satisfacer las condiciones del ensayo, ya que, en caso de reventar una de ellas, la presión también caería en las demás, no estando permitido elevar nuevamente la presión a su valor inicial.
- Manómetro Bourdon, de escala concéntrica de alcance adecuado para permitir que la presión hidrostática a aplicar, esté comprendida entre el 10 % y el 90 % de la capacidad de la escala.

Es necesario controlar y calibrar regularmente estos manómetros a intervalos de tiempo prudenciales.

6.6.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de una longitud libre entre acoples comprendida entre 250 mm y 750 mm.

6.6.4 Procedimiento

Se limpian las probetas de toda suciedad, restos de aceite, etc., y se montan en sus extremos las piezas de conexión correspondientes, cuidando de no dañar la sección de la tubería. Se llenan completamente, con agua coloreada, a una temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Se acopla cada probeta a su sistema de presión, se purgan de aire y se sumergen completamente en el baño a $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, dejándolas allí, hasta restablecer la temperatura del baño. Se aplica, gradualmente la presión a cada una de las probetas, hasta alcanzar la presión de ensayo, la que debe mantenerse a $\pm 2\%$ de su valor, durante 1 h a la temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

La presión hidrostática de ensayo, a aplicar, será la establecida en la tabla 1 cuyos valores, en promedio, están calculados con la siguiente formula:

$$P = \frac{2 \sigma e}{D_o - e}$$

donde:

- P Presión hidrostática de ensayo, en Pa
 σ Tensión circunferencial, en Pa
e Espesor mínimo de la pared de la tubería, en mm
Do Diámetro exterior promedio de la tubería, en mm

6.6.5 Expresión de los resultados

Las probetas deberán cumplir los requisitos especificados en 4.2.9.

6.7 Método de determinación del efecto de los estabilizantes en el agua

6.7.1 Resumen del método

Se hace circular agua corriente fría en las probetas durante 6 h, se enjuagan con agua destilada y se extraen las sustancias solubles con agua destilada que contiene dióxido de carbono en solución, este proceso se lo realiza tres veces seguidas. Se desecha la segunda extracción y se realizan las determinaciones analíticas sobre la primera y tercera extracción.

6.7.2 Aparatos

- Tapones para las tuberías, que deben ser de un material que no contenga sustancias tóxicas, que pueden interferir en la determinación de tales constituyentes en las muestras acuosas y que no cedan al agua, ninguno de los elementos a determinar.
- Frascos de vidrio al borosilicato, libres de plomo y otros metales tóxicos para las muestras de agua provenientes de las extracciones y destinadas para las determinaciones analíticas.

6.7.3 Reactivos

Solución extractora: Agua destilada que contiene dióxido de carbono con una concentración de 150 mg/l. Para cada serie de pruebas se debe utilizar solución fresca.

6.7.4 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de una longitud tal que permita alojar por lo menos la cantidad de solución extractora requerida para análisis. En ningún caso la longitud de estas probetas deberá ser menor de 200 mm.

6.7.5 Procedimiento

Prelavado: Se sujetan las probetas a un soporte, con sus extremos abiertos hacia arriba y mediante probetas de vidrio, introducidos hasta sus fondos, se hace circular, por rebalse, agua corriente fría a una velocidad de circulación aproximada de 3 m/min. Durante este prelavado, se podrá colocar en el interior de las tuberías, un alma o núcleo de material inerte, para reducir el consumo de agua de lavado, siempre que se mantenga la velocidad de flujo de 3 m/min.

Luego de seis horas, se suspende el prelavado, se quitan los tapones y se enjuaga el interior de las probetas con agua destilada, para eliminar cualquier resto de agua potable, luego de lo cual, se cierra herméticamente, un extremo de las probetas, con material atóxico. Se llena cada probeta con la solución extractora (véase 6.7.3) y se cierra el otro extremo de cada probeta.

Se mantienen las probetas con su contenido, durante 48 horas, al cabo de las cuales, se vacían los 3 volúmenes de agua en recipientes adecuados, tales como los descritos en 6.7.2; se conserva esta muestra para determinar la cantidad de elementos tóxicos presentes en la primera extracción.

Se vuelven a llenar las probetas con solución extractora fresca, siguiendo el procedimiento indicado anteriormente; después de 48 h, se vacía el contenido de las probetas desechándolo.

Se repite una tercera y última extracción, siguiendo el mismo procedimiento y después de 48 h, se vacía el contenido de las probetas en los recipientes adecuados, se reserva esta muestra para la determinación de los elementos tóxicos presentes en la tercera extracción.

6.7.6 Expresión de los resultados

Se determina la cantidad de elementos tóxicos presentes en la primera y tercera extracción, tomando el promedio aritmético de cada serie de pruebas triplicadas. Estos promedios serán calculados en mg/l (partes por millón) y deberán cumplir con los requisitos especificados en 4.2.10.

La determinación de plomo se efectuará según el método descrito en el Anexo A, o algún otro método alternativo de determinación actualizado.

La determinación de estaño se efectuará según el método descrito en el Anexo B.

7 MARCADO

Todas las tuberías serán marcadas indeleblemente a intervalos no mayores de 3 m, con un color que contraste notoriamente con el material de las tuberías.

El marcado deberá ser hecho longitudinalmente y deberá indicar lo siguiente:

- Identificación del fabricante
- El diámetro nominal y la clase de tubería de acuerdo a esta norma
- La leyenda "Industria Boliviana" ó Bolivia

8 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Cuando el producto es marcado con la designación NB 213, el fabricante afirma que ha sido fabricado, inspeccionado, muestreado y probado, en estricto cumplimiento con esta norma y que cumple los requisitos establecidos en la misma.

9 BIBLIOGRAFÍA

BRITISH STANDARDS INSTITUTE – BSI

BS 2690	Method of testing water used in industry Part 14 Arsenic, lead and sulphide.
BS 3505	Unplasticized PVC pipe for cold water services.
BS 3506	Unplasticized PVC pipe for industrial uses.

INSTITUTO DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION – IRAM (ARGENTINA)

IRAM 13350 Tuberías de policloruro de vinilo rígido.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN TÉCNICA Y CERTIFICACIÓN-ICONTEC

NTC 382 Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) rígido para transporte de fluidos a presión (1ra revisión).

NTC 539 Tuberías de material plástico - Requisitos de atoxicidad.

NTC 580 Tubería de PVC - Determinación del contenido de plomo.

INSTITUTO DE TECNOLOGÍA E INFORMACIÓN TÉCNICA – ITINTEC (PERÚ)

ITINTEC 399.002 Tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PVC) para conducción de fluidos – Requisitos.

ITINTEC 399.004 Tuberías de policloruro de vinilo no plastificado (PVC) para conducción de fluidos. Métodos de ensayo.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN – INN (CHILE)

INN 399 Tuberías de policloruro de vinilo, PVC rígido para fluidos a presión. Especificaciones.

INN 815 Tuberías policloruro de vinilo PVC rígido. Métodos de ensayo.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM

ASTM D 1784 Standard specification for rigid poly (Vinyl Chloride) (PVC) compounds and chlorinated poly (Vinyl chloride) (PVC) compounds.

ASTM D 1785-96a Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80 and 120.

INSTITUTO URUGUAYO DE NORMALIZACIÓN TÉCNICA – UNIT

UNIT 215-70 Tuberías de PVC rígido para conducción de agua potable.

ASOCIACIÓN FRANCESA DE NORMALIZACIÓN – AFNOR

NF T 54-003 Tubes en polychlorure de vinyle non plastifié. Specifications générales.

NF T 54-016 Tubes en polychlorure de vinyle non plastifié pour la conduite et la distribution de l'eau avec pression. Specifications.

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS – COPANT

COPANT 327 Inspección por atributos. Planes de muestra única, doble, y múltiple con rechazo.

COPANT 23:3-001 Plásticos - Determinación de dimensiones en tuberías lisas y conexiones de plástico.

COPANT 1622-1995 Plásticos - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) clasificados según la presión (Serie RDE).

DIRECCIÓN GENERAL DE NORMALIZACIÓN - DGN (MÉXICO)

DGN-E-12-1968 Tuberías y conexiones rígidas de policloruro de vinilo.

Anexo A (Normativo)

Método de determinación de plomo

A.1 RANGO

De 1 µg a 20 µg de plomo.

A.2 TAMAÑO MÁXIMO DE LA MUESTRA

El tamaño máximo de la muestra será de 50 ml.

A.3 INTRODUCCIÓN

La ditizona (difeniltiocarbazona) forma complejos con los iones de plomo de la muestra, bajo condiciones controladas de pH. El complejo rojo es extraído con cloroformo y determinado espectrofotométricamente.

A.4 INTERFERENCIAS

Bajo las condiciones descritas, en el método no interferirán ninguno de los iones normalmente presentes en el agua. Si se sabe que el estaño y bismuto están ausentes, la extracción preliminar a pH 2 - pH 2,5 (véase A.7), podrá ser omitida.

A.5 REACTIVOS

Se requieren los siguientes reactivos.

Cloroformo

Solución de cianuro alcalino: Disolver 3,0 g de sulfito de sodio ($\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) en una mezcla compuesta por 340 ml de solución de amoníaco concentrado de 35 % (m/m) (18 N) y 680 ml de agua. Añadir 30 ml de solución de cianuro de potasio de 100 g/l y mezclar bien.

Nota

- 1 El cianuro de potasio es altamente venenoso por lo que deben tomarse apropiadas precauciones. Un método adecuado para la disposición de los reactivos después de su uso se da en la siguiente nota.
- 2 Todos los residuos que contienen cianuro, fases acuosas, filtrados, etc., deberán ser reunidos en un recipiente apropiado y mantenidos bajo campana. Cuando se completa el ensayo o el recipiente está lleno de residuos, deben ser tratados para convertir el cianuro a ferrocianuro, relativamente menos peligroso por adición, a aquellos, de hidróxido ferroso, precipitado recientemente.

Mezclar volúmenes iguales de una solución de sulfato ferroso ($\text{Fe SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) de 200 g/l y una solución de carbonato de sodio (Na_2CO_3) de 100 g/l, entonces añadir bajo campana, la solución que contiene el cianuro. El volumen de los residuos que puede ser tratado, dependerá de la concentración del cianuro, pero es esencial mantener un exceso de hidróxido ferroso y álcali. Agitar bien y dejar reposar por 10 min. Desechar el sedimento con una corriente rápida de agua a un desagüe exterior.

Solución de amoníaco 0,5 N

Diluir la solución patrón 5 N en la relación 1 + 9.

Soluciones de ditizona

a) **Solución base de ditizona de 1 g/l en cloroformo:** Preparar no más de 100 ml cada vez.

b) **Solución de trabajo de ditizona:** Transferir 5 ml de la solución base de ditizona a un embudo de separación de 100 ml. Añadir 10 ml de la solución de amoníaco 0,5 N, tapar y agitar el embudo. Dejar que las fases se separen, desechar la capa de cloroformo y filtrar la capa acuosa a través de un papel filtro humedecido. Esta solución de trabajo deberá ser preparada inmediatamente antes de ser utilizada.

Ácido clorhídrico

Solución 5 N

Cloruro de hidroxilamina

Solución de 10 g/l

Hexametafostato de sodio

Solución patrón de 100 g/l: Disolver 10 g de hexametafosfato de sodio en 100 ml de agua. Eliminar las trazas de plomo por extracción con la solución base de ditizona; después de ajustar el pH de la solución de fosfato a 9,0 con solución de amoníaco. Dejar que las fases se separen y desechar la capa de cloroformo, entonces hacer la capa acuosa apenas ácida, con ácido clorhídrico y extraída con cloroformo para remover las trazas de ditizona.

Ajustar a pH 9,5 para máxima estabilidad durante el almacenaje.

Soluciones normalizadas de plomo

Solución base de plomo: Disolver 1,60 g de nitrato de plomo en agua, añadir 10 ml de ácido nítrico concentrado de 70 % (m/m) (16 N) y entonces llevar a 1 000 ml con agua en un frasco volumétrico graduado.

Solución patrón de plomo: Diluir 10 ml de la solución base de plomo a 1 000 ml con agua, en un frasco volumétrico graduado. Preparar solución fresca para cada calibración. 1 ml, de la solución patrón de plomo normalizada = μg de Pb.

A.6 PREPARACIÓN DEL GRÁFICO DE CALIBRACIÓN

En cada uno de una serie de embudos de separación de 100 ml con tallos cortos, colocar 50 ml de agua e introducir volúmenes exactamente medidos de solución patrón de plomo correspondiente a 0 μg ; 2 μg ; 10 μg ; 15 μg y 20 μg de plomo.

Al contenido de cada embudo añadir, mezclando entre cada adición, 1 ml de solución de hexametafosfato de sodio, 1 ml de solución de cloruro de hidroxilamina, 30 ml de solución de cianuro alcalino, 0,5 ml de la solución de trabajo de ditizona y 10 ml de cloroformo.

Tapar y agitar cada embudo vigorosamente por un minuto y dejar que las fases se separen. Insertar un tapón de tela de algodón en el tallo de cada embudo de separación y dejar correr aproximadamente 2 ml de extracto de cloroformo al desagüe, antes de llenar cada celda con el extracto de cloroformo.

Medir la absorbancia de cada extracto de cloroformo, usando celdas de 100 mm, a una temperatura conocida entre 20 °C y 25 °C, en un espectrofotómetro, a una longitud de onda correspondiente a la máxima absorción (aproximadamente 510 nm, pero la longitud de onda exacta será comprobada para cada espectrofotómetro). Usar cloroformo en la celda de compensación.

Deducir la lectura para el blanco (aquel al que no se añadió plomo), de aquellas obtenidas para las soluciones normalizadas. Trazar un gráfico de las absorbancias netas contra los correspondientes microgramos de plomo.

Si durante el análisis de la muestra, se propone usar un procedimiento de extracción preliminar de pH 2 - pH 2,5 para eliminar una posible interferencia debida al estaño y bismuto, entonces una etapa similar debería ser incorporada en la preparación del gráfico de calibración (véase A.7).

Nota

La absorbancia debida a 20 µg de plomo (Pb) presentes en el volumen total de la solución de prueba es aproximadamente 0,45.

A.7 PROCEDIMIENTO

En un embudo de separación de 100 ml con tallo corto, medir 50 ml de muestra o un volumen más pequeño, tal que diluido a 50 ml, no contenga más de 20 µg de plomo. Medir 50 ml de agua destilada en un segundo embudo que servirá como blanco. Si se sospecha la presencia de estaño o bismuto proceder como se describe en la nota, antes de tratar los contenidos de cada embudo como sigue:

- Añadir, mezclando entre cada adición, 1 ml de solución de hexametáfostato de sodio, 1 ml de solución de cloruro de hidroxilamina, 30 ml de la solución de cianuro alcalino, 0,5 ml de la solución de trabajo de ditizona y 10 ml de cloroformo. Tapar y agitar el embudo vigorosamente por 1 min y dejar que las fases se separen. Insertar un tapón de tela de algodón en el tallo del embudo de separación y dejar que aproximadamente 2 ml se escurran al desagüe antes de llenar la celda con el extracto de cloroformo.
- Medir las absorbancias del extracto y del blanco, usando celdas de 10 mm en el espectrofotómetro, a una temperatura dentro de 1 °C de aquella a la cual el gráfico de calibración fue preparado y a la misma longitud de onda. Use cloroformo en la celda de compensación.

Nota

Usando un medidor de pH, ajustar el pH de la solución a pH 2 - pH 2,5 por adición de ácido clorhídrico. Añadir 20 ml de la solución base de ditizona y agitar por 2 min, dejar que las fases se separen y desechar la capa de cloroformo. Repetir esta extracción con unos 5 ml adicionales de solución base de ditizona, otra vez desechar la capa inferior. Lavar la solución con 5 ml de cloroformo, dejar que las fases se separen y desechar la capa de cloroformo. Continuar con la capa acuosa como se indica arriba. Si se sabe que el estaño y bismuto están ausentes, esta pre-extracción a pH 2 - pH 2,5, podrá ser omitida.

A.8 CÁLCULOS

Deducir la lectura obtenida para el blanco de la lectura de la muestra y leer el contenido de plomo de la muestra, en microgramos, del gráfico de calibración.

$$\text{Plomo (Pb), ppm} = \frac{\mu\text{g de Pb}}{\text{ml de muestra}}$$

Anexo B (Normativo)

Método para la determinación de estaño orgánico como estaño en solución acuosa

B.1 FUNDAMENTO DEL MÉTODO

El tolueno 3,4 ditiol (ditiol), forma un complejo coloreado con una solución ácida de estaño divalente. Este compuesto rojo coloidalmente disperso, es utilizado para la determinación de estaño por un método espectrofotométrico.

El límite más bajo de la determinación es de aproximadamente 2 µg de estaño.

B.2 APARATOS

Espectrofotómetro, adecuado para uso en la región visible del espectro, con celdas de 4 cm.

B.3 REACTIVOS

Los reactivos a utilizarse deberán ser de una calidad analítica reactiva reconocida.

El agua que se utilizará durante todo el ensayo, debe cumplir los requisitos de la NB 045.

Ácido nítrico concentrado = 1,42

Ácido perclórico

Solución de 600 g/l

Ácido tioglicólico

Solución aproximada de 20 % (v/v) preparada por dilución de ácido tioglicólico de 98 % con agua.

Ácido sulfúrico diluido

Solución de 25 % (v/v)

Sulfato de sodio-dodecil

Solución de 20 g/l: Disolver 2 g de sulfato de sodio-dodecil (sulfato de sodio-lauril) en 100 ml de agua tibia. La solución puede perder su claridad al enfriarse, pero se restaurará calentando suavemente.

Tolueno 3,4 ditiol

Solución de 2 g/l: Disolver 0,2 g de tolueno 3,4 ditiol (ditiol) o 0,28 g de zinc tolueno – 3,4 ditiol (zinc ditiol) en 5,0 ml de solución de hidróxido de sodio 5 N. Añadir 1 ml de ácido tioglicólico y diluir a 100 ml con agua. Filtrar si es necesario. Esta solución deberá ser preparada fresca diariamente.

Nota

Esta solución permanecerá inalterable, más o menos una semana, si se guarda refrigerada.

Solución normalizada de estaño 0,2 mg Sn/ml

Diluir 0,2 g de estaño en 100 ml de ácido clorhídrico de 50 % (v/v) y diluir con el mismo ácido hasta 1 000 ml.

Solución normalizada de estaño 0,02 mg Sn/ml

Preparar disolviendo la solución normalizada de 0,2 mg/ml (reactivo 7) con ácido clorhídrico de 25 % (v/v).

Solución normalizada de estaño 0,004 mg Sn/ml

Preparar disolviendo la solución normalizada de 0,02 mg/ml (reactivo 8) con ácido clorhídrico de 25 % (v/v).

B.4 PROCEDIMIENTO**B.4.1 Preparación de los colores normalizados**

A seis (6) frascos volumétricos graduados de 10 ml, transferir volúmenes de la solución normalizada de estaño de 0,004 mg/ml (reactivo 9), desde 0 ml a 5 ml, incrementando por etapas de 1 ml. Tratar cada uno de la siguiente manera:

Diluir con agua hasta más o menos 6 ml, añadir 2 gotas de la solución recién preparada de ácido tioglicólico seguida de 2 ml de ácido sulfúrico diluido y mezclar bien. Cuidadosamente añadir 0,4 ml de solución de sulfato de sodio-dodecil con agitación constante, evitar el sacudido, lo cual crea espuma. Continuar agitando el contenido del frasco mientras se añade 0,2 ml de solución de tolueno 3,4 ditiol y calentar hasta más o menos 50 °C por 5 min. Enfriar, diluir hasta la marca, tapar el frasco y agitar fuertemente, transferir a una celda de 4 cm previamente secada y después de 15 min de la adición del tolueno 3,4 ditiol, medir la absorbancia de cada solución a una longitud de onda de 535 nm, con agua, en la celda similar de compensación. Preparar un gráfico de las lecturas de absorbancia contra microgramos de estaño presente.

B.4.2 Determinación

Evaporar un volumen adecuado de la solución de prueba a sequedad, añadir 2 ml de ácido sulfúrico diluido y evaporar hasta observar vapores de trióxido de azufre. Añadir ácido nítrico concentrado, gota a gota, hasta que la oxidación sea completa. Enfriar, añadir 1 ml de ácido nítrico concentrado seguido de 0,2 ml de ácido perclórico y evaporar hasta observar vapores de trióxido de azufre. Enfriar, transferir el contenido del recipiente cuantitativamente a un frasco volumétrico graduado de 10 ml y diluir con agua hasta la marca, tapar el frasco y agitar bien. Transferir a una celda de 4 cm previamente secada y 15 min después de la adición del tolueno 3,4 ditiol, medir su absorbancia a una longitud de onda de 535 nm, con agua en la celda similar de compensación y leer la cantidad de estaño presente del gráfico de calibración apropiado (véase B.4.1).

Si la cantidad de estaño presente por prueba no es superior a 20 µg, añadir un volumen conocido de solución normalizada de estaño (por ejemplo equivalente a 5 µg de estaño) a la solución de ensayo y hacer la deducción correspondiente al final de la determinación.

Anexo C (Informativo)

Prueba para la resistencia al ácido sulfúrico

C.1 FORMA DE LA PROBETA

La probeta será cortada de la tubería y tendrá un área superficial total de $45 \text{ cm}^2 \pm 3 \text{ cm}^2$.

C.2 PROCEDIMIENTO

La probeta será limpiada, secada y pesada, entonces será totalmente sumergida en ácido sulfúrico de $93 \% \pm 0,5 \% \text{ (m/m)}$ por 14 días a $55 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Se deberá tener cuidado para evitar una concentración gradual del ácido durante el ensayo, debido a pérdidas por evaporación, etc. Después del tiempo especificado, la probeta será extraída, lavada con agua por 5 min., secada con un trapo limpio y vuelta a pesar inmediatamente.

C.3 RESULTADO

La masa de la probeta no debería incrementarse en más de 3,16 g ni disminuir en más de 0,13 g. El efecto del ácido puede cambiar la apariencia superficial de la probeta (arrugamiento, decoloración o ennegrecimiento), debiendo ser ignorado.

Anexo D - (Informativo)

Muestreo

D.1 EXTRACCIÓN DE MUESTRAS

Las muestras serán tomadas al azar de cada lote, conforme a la NB 214. Se extraerá una muestra única según el tamaño de lote, la que se utilizará para todos los ensayos.

D.2 PROBETAS

Las probetas podrán estar constituidas según el tipo de ensayo, por la tubería en su longitud original o por partes de dicha tubería.

D.3 LOTE, MUESTRA Y CRITERIO DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

El tamaño de lote, muestra y el criterio de aceptación y rechazo para la verificación de los requisitos de aspecto externo (véase 4.1.1), color (véase 4.1.3) y marcado (véase 7), es el siguiente:

Tabla D.1 – Criterio de aceptación o rechazo para verificación de aspecto externo, color y marcado

Tamaño de lote	Tamaño de la muestra	Criterio de aceptación o rechazo	
		Aceptación	Rechazo
280 o menos	13	2	3
281 a 500	20	3	4
501 a 1 200	32	5	6

En caso de que el número de tuberías defectuosas fuera igual o mayor al número de la columna de rechazo, no se aceptará el lote, en cuyo caso el fabricante podrá recomponer el mismo descartando las tuberías defectuosas y se procederá a una nueva inspección del lote.

El tamaño del lote, muestra y el criterio de aceptación y rechazo para verificar si las tuberías cumplen con los requisitos dimensionales (véanse 4.2.1; 4.2.2 y 4.2.4), al ser medidas según los métodos descritos en 6.1, es el siguiente:

Tabla D.2 – Criterio de aceptación o rechazo para verificación de requisitos dimensionales

Tamaño de lote	Tamaño de la muestra	Criterio de aceptación o rechazo	
		Aceptación	Rechazo
280 o menos	13	1	2
281 a 500	20	2	3
501 a 1 200	32	3	4

En caso de que el número de tuberías defectuosas fuera igual o mayor al número de la columna de rechazo, no se aceptará el lote en cuyo caso el fabricante podrá recomponer el mismo, descartando las tuberías defectuosas y se procederá a una nueva inspección del lote.

El tamaño de lote, muestra y el criterio de aceptación y rechazo para verificar si las tuberías cumplen con los requisitos de: calidad de la extrusión (véase 4.2.5), resistencia al aplastamiento transversal (véase 4.2.6) e impacto (véase 4.2.7), al ser ensayadas según los métodos descritos en 6.2; 6.3 y 6.4 respectivamente, es el siguiente:

Tabla D.3 – Criterio de aceptación o rechazo para verificación de calidad de la extrusión, resistencia al aplastamiento transversal e impacto

Tamaño de lote	Tamaño de la muestra	Criterio de aceptación o rechazo	
		Aceptación	Rechazo
280 o menos	5	0	1
281 a 500	8	1	2
501 a 1 200	13	2	3

El tamaño de lote, muestra y criterio de aceptación y rechazo para verificar si las tuberías cumplen con los requisitos de: estabilidad dimensional (véase 4.2.8) y presión hidrostática (véase 4.2.9), al ser ensayadas según los métodos descritos en 6.5 y 6.6 respectivamente, es el siguiente:

Tabla D.4 – Criterio de aceptación o rechazo para verificación de estabilidad dimensional y presión hidrostática

Tamaño de lote	Tamaño de la muestra	Criterio de aceptación o rechazo	
		Aceptación	Rechazo
280 o menos	5	0	2
281 a 500	8	0	2
501 a 1 200	13	0	3

En caso de que el número de tuberías defectuosas, en el lote, esté entre el número de aceptación y el de rechazo, se extraerá una segunda muestra del mismo tamaño que la indicada anteriormente para cada lote. El criterio de aceptación y rechazo en la muestra acumulada será el siguiente:

Tabla D.5 – Criterio de aceptación o rechazo para verificación de estabilidad dimensional y presión hidrostática en muestra acumulada

Tamaño de lote	Tamaño de la muestra	Criterio de aceptación o rechazo	
		Aceptación	Rechazo
280 o menos	10	1	2
281 a 500	16	1	2
501 a 1 200	26	3	4

El tamaño de lote, muestra y submuestra, para verificar si las tuberías cumplen con el requisito de atoxicidad (véase 4.2.10) al ser ensayadas por el método descrito en 6.7, es el siguiente:

Tabla D.6 – Criterio de aceptación o rechazo para verificación de atoxicidad

Tamaño de lote	Tamaño de la muestra	Tamaño de la submuestra
280 o menos	5	3
281 a 500	8	3
501 a 1 200	13	5

Si una sola tubería, de cualquiera de los tamaños de submuestra establecidos, no cumpliera con el requisito de atoxicidad, se rechazará el lote respectivo.

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón para alcantarillado

ICS-91.100.30 Hormigón y productos de hormigón

Septiembre, 1996



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



ÍNDICE

	Página
1 OBJETO	45
2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA	45
3 DEFINICIONES	45
4 CLASIFICACIÓN	45
5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.....	46
5.1 Aceptabilidad	46
5.2 Resistencia	46
5.3 Absorción.....	46
5.4 Permeabilidad.....	46
5.5 Presión hidrostática	46
6 MATERIALES.....	46
6.1 Hormigón	46
6.2 Cemento	46
6.3 Agregados	46
6.4 Aditivos y adiciones	46
6.5 Agua	47
7 DISEÑO.....	47
7.1 Tablas de diseño.....	47
7.2 Diseño especial o modificado.....	47
8 JUNTAS.....	47
9 FABRICACIÓN.....	48
9.1 Mezcla	48
9.2 Curado.....	48
9.2.1 Curado al vapor	48
9.2.2 Curado con agua	48
9.2.3 Combinación de métodos	48
9.2.4 Curado por medio de membrana.....	48
9.3 Accesorios	49
9.3.1 Requisitos generales	49
9.3.2 Derivaciones	49
10 REQUISITOS FÍSICOS	49
10.1 Muestra de ensayo	49
10.2 Número y tipo de las muestras de ensayo requeridos	49
10.3 Requisitos relacionados con el aplastamiento debido a cargas externas	49
10.4 Requisitos relacionados con la absorción	50
10.5 Requisitos relacionados con la permeabilidad	50
10.6 Requisitos relacionados con el ensayo de presión hidrostática	50
10.7 Reensayo	50
11 DIMENSIONES Y VARIACIONES PERMITIDAS	51
11.1 Tamaños y dimensiones	51
11.2 Variaciones permitidas en las dimensiones.....	51

11.2.1	Diámetro interno	51
11.2.2	Espesor de pared	51
11.2.3	Longitud	51
11.2.4	Longitud de dos extremos opuestos.....	51
11.2.5	Rectitud	51
12	REPARACIONES	51
13	INSPECCIÓN	52
14	RECHAZO	52
15	ROTULADO	52
16	DOCUMENTO DE REFERENCIA.....	53
Anexo A - (Informativo)		55

Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón para alcantarillado**1 OBJETO**

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir y los ensayos a que deben someterse las tuberías de hormigón sin refuerzo utilizadas en la conducción de aguas lluvias, de aguas negras, de residuos líquidos industriales, drenajes de vías, y en general, como conductos no sometidos a presión hidrostática interna.

1.2 La norma se refiere únicamente a tuberías de sección circular.

NOTA 1

En esta norma se contemplan especificaciones para la fabricación y el proceso de compra del producto. No incluye requisitos para su instalación y relleno, ni se establece la relación alguna entre las condiciones de carga a que va a ser sometido y la clasificación de la tubería según su resistencia.

Sin embargo, la experiencia indica que el adecuado comportamiento de este producto depende de la selección apropiada de su clase, del tipo de cimentación, relleno, y del cumplimiento de las especificaciones de instalación y el cuidado con que se efectúe su instalación.

El comprador de la tubería de hormigón que se especifica aquí, debe establecer la clase de tubería de acuerdo con las condiciones de instalación.

2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ASTM C 33	Specification for Concrete Aggregates
ASTM C 150	Specification for Portland Cement
ASTM C 309	Specification for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete
ASTM C 443M	Specification for Joints for Circular Concrete Sewer and Culvert Pipe, Using Rubber Gaskets [Metric]
ASTM C 497M	Test Methods for Concrete Pipe, Manhole Sections, or Tile (Metric)
ASTM C 595	Specification for Blended Hydraulic Cements
ASTM C 618	Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete
ASTM C 822	Terminology Relating to Concrete Pipe and Related Products
NTC 3459	Ingeniería civil y arquitectura. Agua para la elaboración de hormigón.
CBH – 87	Norma Boliviana del Hormigón Armado

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma, se aplica la definición de los términos relativos a las tuberías de hormigón, que hace referencia la ASTM C 822.

4 CLASIFICACIÓN

4.1 Las tuberías fabricadas de acuerdo con los criterios de esta norma serán de tres (3) clases y estarán identificados como “Tuberías de hormigón sin refuerzo Clase 1”, “Tuberías de hormigón sin refuerzo Clase 2” y “Tuberías de hormigón sin refuerzo Clase 3”. En la tabla 1 se presentan los requisitos relativos a su resistencia.

5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

5.1 Aceptabilidad

La aceptabilidad de la tubería debe determinarse, cuando así se requiera, a partir de los resultados de los ensayos que se establecen en esta norma y, además, por medio de una inspección que determine si la tubería satisface los requisitos de esta norma en cuanto a las características de diseño y a la inexistencia de defectos.

5.2 Resistencia

Se considerará aceptable una tubería sometida a los ensayos de resistencia, una vez satisfaga los requisitos establecidos en 10.3.

5.3 Absorción

Se considerará aceptable una tubería que se haya sometido al ensayo de absorción, una vez satisfaga los requisitos establecidos en 10.4.

5.4 Permeabilidad

Se considerará aceptable una tubería que se haya sometido al ensayo de permeabilidad, una vez satisfaga los requisitos establecidos en 10.5.

NOTA 2

El cliente puede optar por el ensayo hidrostático establecido en 10.6 en lugar del ensayo de permeabilidad

5.5 Presión hidrostática

Se considerará aceptable una tubería que se haya sometido al ensayo de presión hidrostática, una vez satisfaga los requisitos establecidos en 10.6.

6 MATERIALES

6.1 Hormigón

El hormigón debe estar constituido de cemento Portland, agregados minerales y agua. (véase CBH – 87).

6.2 Cemento

El cemento debe cumplir con los requisitos exigidos en la CBH – 87, ASTM C 150 ó ASTM C 595 según lo requerido.

6.3 Agregados

Los agregados deben cumplir con los requisitos establecidos en la CBH – 87 y con la ASTM C33, con la excepción de que no deberán aplicarse los requerimientos relacionados con la gradación.

6.4 Aditivos y adiciones

Pueden emplearse aditivos y adiciones con la respectiva aprobación del cliente.

6.5 Agua

El agua debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma CBH – 87 y NTC 3459.

7 DISEÑO

7.1 Tablas de diseño

Los requisitos de diseño deben satisfacer los criterios expuestos en la tabla 1. El espesor de pared puede ser mayor pero nunca menor que el indicado, excepto cuando se encuentra afectado por la tolerancia especificada aquí y por las observaciones relativas al diseño modificado.

Tabla 1 - Requisitos físicos y dimensionales de las tuberías de hormigón sin refuerzo*

Diámetro nominal interno mm	Clase 1		Clase 2		Clase 3	
	Espesor mínimo de pared mm	Resistencia mínima, Método de los tres apoyos KN/m	Espesor mínimo de pared mm	Resistencia mínima, Método de los tres apoyos KN/m	Espesor mínimo de pared mm	Resistencia mínima, Método de los tres apoyos KN/m
100	16	22,0	19	29,0	19	35,0
150	16	22,0	19	29,0	22	35,0
200	19	22,0	22	29,0	29	35,0
250	22	23,5	25	29,0	32	35,0
300	25	26,5	35	33,0	44	38,0
375	32	29,0	41	38,0	47	42,0
450	38	32,0	50	44,0	57	48,0
525**	44	35,0	57	48,0	69	56,0
600	54	38,0	75	52,5	85	64,0
675**	82	41,0	94	57,5	94	67,0
750	88	44,0	107	63,0	107	69,5
825**	94	46,0	113	64,0	113	71,0
900	100	48,0	119	65,5	119	73,0

* Sujeto a las tolerancias establecidas (véase 11)

** Estos diámetros corresponden a 21 plg, 27 plg y 33 plg respectivamente, con equivalencia a 1 plg = 25 mm; si se usa equivalencia 1 plg = 25,4 mm será 530 mm, 685 mm y 840 mm.

7.2 Diseño especial o modificado

Los fabricantes pueden someter a aprobación por parte del cliente, con anterioridad a la fabricación, espesores de pared diferentes a los indicados en la tabla 1. Dichas tuberías deben satisfacer todos los requerimientos físicos que, sean establecidos por el cliente (véase 10).

8 JUNTAS

8.1 Las juntas deben estar diseñadas y los extremos de las tuberías conformados de tal manera que estos se puedan unir ofreciendo un conducto continuo e impermeable, compatible con las variaciones permitidas establecidas (véase 11).

Para juntas flexibles véase la norma ASTM C 443M.

9 FABRICACIÓN

9.1 Mezcla

Los agregados deben tener un tamaño, gradación y proporción tales que, mezclados con determinadas cantidades de cemento y agua, produzcan una mezcla homogénea de hormigón de tal calidad que las tuberías satisfagan los requisitos de diseño y los ensayos establecidos en esta norma. Todo el hormigón debe tener una relación agua/cemento que no exceda el valor de 0,53 en peso. El cemento debe ser el establecido (véase 6.2) y debe adicionarse a la mezcla en una proporción no menor de 280 Kg/m³, a menos que los diseños de la mezcla con contenidos inferiores de cemento, indiquen que la calidad y comportamiento de la tubería satisfacen los requisitos de esta norma.

9.2 Curado

Las tuberías deben someterse a cualquiera de los métodos de curado descritos de 9.2.1 a 9.2.4, o a cualquier otro método o combinación de métodos aprobados por el cliente, que ofrezcan resultados satisfactorios. Las tuberías deben someterse al proceso de curado durante un periodo de tiempo tal que el hormigón adquiera la resistencia preestablecida en un término igual o menor a 28 días.

9.2.1 Curado al vapor

Para llevar a cabo este procedimiento, las tuberías se pueden colocar en una cámara de curado, libre de corrientes externas de aire, en presencia de una atmósfera húmeda mantenida mediante la inyección de vapor. El proceso se realiza a una temperatura y durante un período de tiempo que garantice que las tuberías adquieren la resistencia preestablecida. La cámara de curado debe estar construida de tal manera que permita la libre circulación del vapor alrededor de toda la tubería.

9.2.2 Curado con agua

Las tuberías de hormigón pueden ser curadas con agua cubriéndolas con un material saturado de agua o utilizando un sistema de tuberías perforadas, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método apropiado que garantice la humedad en la tubería durante todo el periodo de curado preestablecido.

9.2.3 Combinación de métodos

El fabricante puede, a su elección, combinar los métodos descritos en 9.2.1 y 9.2.2, siempre y cuando se obtenga la resistencia especificada.

9.2.4 Curado por medio de membrana

Se puede aplicar una membrana para retención del agua de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C 309 y dejarla intacta hasta que se alcance la resistencia preestablecida. La temperatura del hormigón en el momento de la aplicación de la membrana, no debe tener más de 6 °C de diferencia con respecto a la temperatura ambiente. Antes de, así como durante, la aplicación de los compuestos, todas las superficies deben mantenerse húmedas.

9.3 Accesorios

9.3.1 Requisitos generales

Las formas especiales o accesorios, tales como “ye”, “te”, “codo” y adaptadores que vayan a emplearse en las tuberías de hormigón y que vayan a tener conformidad con esta norma, deben satisfacer los requisitos correspondientes a las tuberías de hormigón de clase y diámetro interno correspondiente. Las juntas han de ser compatibles con aquellas empleadas en la unión de las tuberías de hormigón.

9.3.2 Derivaciones

Las derivaciones correspondientes a las “ye” y a las “te”, deben estar acopladas en forma apropiada a la pared de la tubería de tal manera que el flujo no se vea restringido ni que haya interferencia alguna con las características del flujo dentro de la tubería.

10 REQUISITOS FÍSICOS

10.1 Muestra de ensayo

El fabricante debe suministrar el número de tuberías establecido para la realización de los ensayos y el cliente ha de seleccionarlos al azar. Las tuberías que han de constituir la muestra, deben ser tuberías que por motivos diferentes a los considerados en esta norma, no serían rechazadas. La selección debe llevarse a cabo en el sitio o sitios determinados por el cliente al elaborar la orden de compra. La tubería que se somete a ensayo debe, en primer lugar, encontrarse libre de toda humedad visible, garantizado lo cual, se debe medir e inspeccionar y los resultados de estas observaciones se deben registrar en forma apropiada.

10.2 Número y tipo de las muestras de ensayo requeridos

El fabricante o vendedor deben suministrar, para los ensayos de aplastamiento y de absorción, un 0,5 % del número de tuberías de cada tamaño que hayan sido incluidos en la orden de compra. El mismo criterio rige para el ensayo de presión hidrostática. Para el ensayo de permeabilidad, el criterio corresponde a un 2 %. En ninguno de los casos anteriores el número de tuberías, por cada referencia, debe ser inferior a dos (2).

10.3 Requisitos relacionados con el aplastamiento debido a cargas externas

La resistencia al aplastamiento de las tuberías de hormigón sin refuerzo, debe satisfacer los requisitos establecidos en la tabla 1. Los resultados de cada uno de los ensayos realizados para cada tamaño de tubería y por cada envío y planta deben tabularse en forma separada.

El ensayo de resistencia al aplastamiento debe aplicarse, a no menos del 75% de las tuberías recibidas para propósitos de ensayo. Todos los ensayos deben realizarse de acuerdo con el método establecido en la norma ASTM C 497M.

Las tuberías serán aceptadas una vez, sometidas a ensayo, satisfagan los requisitos preestablecidos. Si cualquiera de las tuberías ensayadas, según lo establecido en 10.2, deja de satisfacer las exigencias sobre resistencia, se permitirá al fabricante ensayar dos (2) tuberías por cada una de las que no hayan pasado el ensayo y en estas condiciones, las tuberías serán aceptadas solamente cuando todas estas tuberías adicionales presenten condiciones satisfactorias con respecto a los requisitos sobre resistencia.

10.4 Requisitos relacionados con la absorción

Cuando así lo exija el cliente, se debe llevar a cabo un ensayo de absorción bien sea por el Método A o por el Método B de acuerdo con los criterios establecidos en la norma NTC 205 para el ensayo de absorción a la ebullición.

La absorción no debe exceder el valor de 9 % según el Método A, o de 8,5 % según el método B. Cada uno de los resultados de los diferentes ensayos realizados en cada tamaño de tubería y en cada lote y de fabricación debe tabularse en forma individual. Todos los ensayos deben realizarse de acuerdo con los criterios de la norma ASTM C 497M.

El número de los especímenes destinados al ensayo de absorción debe ser igual al número de las tuberías destinadas al ensayo de resistencia al aplastamiento. Estos especímenes deben obtenerse a partir de las tuberías que resulten aceptables en el ensayo de resistencia y han de estar marcados con el número o la identificación del conjunto de tuberías de donde se tomaron.

Cada uno de los especímenes correspondientes al Método A, debe tener un área comprendida entre 77 cm² y 129 cm², medida en una de las superficies de la tubería, y un espesor igual al de la pared de la tubería, además deberá estar libre de grietas visibles.

Las tuberías serán aceptadas cuando todas aquellas sometidas al ensayo satisfagan los requisitos establecidos para la absorción.

10.5 Requisitos relacionados con la permeabilidad

Una vez sometidas al ensayo de permeabilidad, tal como se indica en la norma ASTM C 497M, la superficie exterior de no menos del 80 % de las tuberías sometidas a ensayo, debe estar exenta, al final del período de ensayo, de zonas mojadas o de manchas de humedad, ocasionadas por el paso del agua a través de las paredes de la tubería.

10.6 Requisitos relacionados con el ensayo de presión hidrostática

Las tuberías sometidas a ensayo de presión hidrostática se deben llenar con agua y mantener a una presión de 70 KPa durante 24 h antes de la realización del ensayo, con excepción de que, tanto el tiempo como la presión se reduzcan por remojo.

La tubería es aceptada por el ensayo de presión hidrostática cuando concluido un periodo de 10 min, no se observan fugas de agua, tal como se encuentra definido en la norma ASTM C 497M, cuando durante un período de 10 min posteriores al remojo y dentro de las 24 h siguientes y a una presión de 70 KPa no se observa ninguna fuga.

Cuando se emplea el criterio de la presión hidrostática para la aceptación de las juntas de las tuberías, (véase 10) de la norma ASTM C 443M, las mismas secuencias de ensayo pueden emplearse como criterio de aceptación con relación a los requisitos hidrostáticos de las tuberías (véase 5.5 y 10.6).

10.7 Reensayo

En caso de que más de un 20% de la muestra falle en el ensayo de permeabilidad, o un porcentaje, de todos modos igual o menor al 20% de los especímenes, falle en el ensayo de presión hidrostática y absorción expresados en este apartado, el fabricante podrá seleccionar entre sus existencias y eliminar cualquier cantidad de tuberías que considere necesario marcándolas para que no sean remitidas en el embarque.

Los ensayos requeridos deben realizarse sobre el resto de las tuberías correspondientes a la orden y deberán ser aceptadas si satisfacen los requisitos preestablecidos.

Si la segunda muestra no cumple los requisitos, todo el lote debe rechazarse.

11 DIMENSIONES Y VARIACIONES PERMITIDAS

11.1 Tamaños y dimensiones

Las tuberías deben tener los tamaños, diámetros internos y espesores de pared indicados en la tabla 1.

11.2 Variaciones permitidas en las dimensiones

Las variaciones permitidas en las dimensiones deben estar limitadas a las siguientes:

11.2.1 Diámetro interno

El diámetro interno no debe ser mayor o menor al nominal en más de 5 mm para tuberías de hasta 350 mm de diámetro nominal; en más de 6 mm para tuberías de 375 mm a 450 mm; en más de 8 mm para tuberías de 500 mm a 525 mm; y en más de 10 mm para tuberías con diámetros nominales iguales o superiores a 600 mm . (Véase ASTM C14).

11.2.2 Espesor de pared

El espesor de pared no debe ser menor que el valor presentado en la tabla 1 (o que el espesor establecido por el fabricante en caso de que sea mayor que el mostrado en la tabla 1) en más de 2 mm para tuberías de hasta 250 mm de diámetro, en más de 3 mm para tuberías entre 300 mm y 600 mm de diámetro y en más de 5 mm para tuberías con diámetros superiores a las 600 mm de diámetro; o en más de 5 % de los espesores de pared tabulados o establecidos, escogiéndose el mayor de los dos valores correspondientes a los dos criterios. Las variaciones localizadas de espesor de pared que excedan las establecidas anteriormente deben aceptarse siempre y cuando satisfagan los requisitos de los ensayos físicos establecidos en esta norma y permitan la junta.

11.2.3 Longitud

La longitud de cualquier tramo de tubería no puede ser inferior en más de 13 mm de la longitud de diseño especificada o determinada.

11.2.4 Longitud de dos extremos opuestos

La longitud de dos extremos opuestos de un determinado tramo de tubería no debe variar en más de 6 mm ó 2 % con relación al diámetro nominal, cualquiera que sea mayor.

11.2.5 Rectitud

Una tubería recta no debe encontrarse desalineada en más de 10 mm por metro de longitud.

12 REPARACIONES

12.1 Las tuberías pueden ser sometidas a reparaciones, en caso de que sea necesario,

debido a imperfecciones originadas en el proceso de fabricación o a defectos originados durante la manipulación. Será aceptable si, en opinión del cliente, la tubería reparada satisface los requisitos de esta norma.

13 INSPECCIÓN

13.1 La calidad de todos los materiales, así como de las tuberías terminadas, debe someterse a inspección y ser debidamente aprobada por parte de un inspector designado por el cliente. Tal inspección puede realizarse en la propia fábrica o en el sitio de entrega. El método para rotular las tuberías de acuerdo con su aceptación o rechazo, debe ser previamente acordado entre el cliente y el productor. Las tuberías rechazadas deberán ser reemplazadas por el productor o por el vendedor con tuberías que satisfagan los requisitos de esta norma.

14 RECHAZO

14.1 Las tuberías se deben rechazar si no satisfacen cualquiera de los requisitos de esta norma. Esta norma es un documento relacionado únicamente con la fabricación y el proceso de compra. Por esa razón, el daño de las tuberías durante el proceso de instalación o causado por su colocación en campo, no deben ser causa de rechazo argumentando que no satisface esta norma. Cualquier tubería puede rechazarse por la existencia de cualquiera de las siguientes causas:

14.1.1 Fracturas o grietas que atraviesan la pared o las juntas. Una única grieta de longitud menor a 50 mm en cualquiera de los extremos de la tubería o una única fractura o fragmento en la junta que no exceda 75 mm alrededor de la circunferencia de 50 mm de longitud en la junta, no se deben considerar como causa de rechazo a menos que estos defectos existan en más del 5 % de todo el lote.

14.1.2 Planos de los extremos de las tuberías que no sean perpendiculares al eje longitudinal. Sin embargo se deben respetar los límites de variación que se indican en 11.2.4.

14.1.3 Presencia de defectos que indiquen un mezclado y moldeo que no se encuentre de acuerdo con los criterios expresados en 9.1.

14.1.4 Fisuras de tales características que deterioren la resistencia, durabilidad o condiciones de servicio de la tubería.

15 ROTULADO

15.1 La siguiente información deberá estar colocada de una manera legible en cada una de las tuberías:

15.1.1 La clase y diámetro de la tubería.

15.1.2 Fecha de fabricación.

15.1.3 Nombre o marca registrada.

15.1.4 Identificación de la planta de fabricación.

15.2 El rótulo debe encontrarse dentado en el tramo de tubería, o deberá estar pintado con pintura a prueba de agua.

16 DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Specification for Concrete Sewer, Storm Drain, and Culvert Pipe, Philadelphia, 1994 4p.

Anexo A (Informativo)

Las tablas A.1 y A.2 contienen los requisitos físicos y dimensionales de la NTC 1 022 (tercera revisión), que contiene diámetros que se fabrican en Colombia, pero no se registran en la norma ASTM C14M-94.

Tabla A.1 - Requisitos físicos y dimensionales de las tuberías de hormigón sin refuerzo*

Diámetro nominal interno	Clase 1		Clase 2		Clase 3	
	Espesor mínimo de pared	Resistencia mínima, Método de los tres apoyos	Espesor mínimo de pared	Resistencia mínima, Método de los tres apoyos	Espesor mínimo de pared	Resistencia mínima, Método de los tres apoyos
mm	mm	KN/m	mm	KN/m	mm	KN/m
350	30	28	39	36	47	41,0
400	34	30	44	40	50	44,0
500	42	33	55	47	65	53,5

* Sujeto a las tolerancias establecidas (véase 11)

Tabla A.2 - Requisitos físicos y dimensionales de las tuberías de hormigón sin refuerzo*

Diámetro nominal interno	Espesor mínimo de pared	Resistencia mínima, Método de los tres apoyos
mm	mm	KN/m
700	61	41
800	74	43
1 000	90	49

* Sujeto a las tolerancias establecidas (véase 11)

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón armado para alcantarillado

ICS-91.100.30 Hormigón y productos de hormigón

Septiembre, 1996



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



ÍNDICE

	Página
1 OBJETO	61
2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA	61
3 DEFINICIONES	61
3.1 Diámetro nominal	62
3.2 Carga D	62
3.3 Agrietamiento	62
3.4 Refuerzo perimétrico y no perimetral ni circunferencial de acero	62
4 CLASIFICACIÓN	62
5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.....	62
5.1 Criterios de aceptación de tuberías.....	62
5.1.1 Aceptación con base en ensayos de carga, ensayos de materiales e inspección de tuberías.....	62
5.1.2 Aceptación con base en ensayos de materiales e inspección de tuberías	62
5.1.3 Previo acuerdo	63
5.2 Edad de aceptación.....	63
6 MATERIALES.....	63
6.1 Hormigón armado	63
6.2 Cemento	63
6.3 Agregados	63
6.4 Aditivos	63
6.5 Acero de refuerzo	63
6.6 Agua	63
7 DISEÑO	64
7.1 Tablas de diseño.....	64
7.2 Diseños especiales y modificados.....	64
7.3 Área	64
8 REFUERZO	77
8.1 Refuerzo perimétrico	77
8.2 Refuerzo longitudinal.....	78
8.3 Refuerzo de la junta	79
8.3.1 Refuerzo para la junta cuando no se emplee unión con empaque de caucho	80
8.3.2 Refuerzos de la junta cuando se emplea unión con empaque de caucho	80
9 JUNTAS.....	80
10 FABRICACIÓN.....	80
10.1 Mezcla	80
10.2 Curado.....	80
10.2.1 Curado al vapor	81
10.2.2 Curado con agua	81
10.2.3 Curado por medio de membrana de sello	81
10.2.4 Combinación de métodos.....	81

11	REQUERIMIENTOS FÍSICOS.....	81
11.1	Especímenes de ensayo	81
11.2	Número y tipo de ensayos requeridos para diferentes cantidades de tuberías solicitadas en la orden de compra	81
11.3	Requisitos relacionados con el aplastamiento debido a cargas externas	82
11.4	Resistencia del hormigón	82
11.4.1	Resistencia a la compresión.....	82
11.4.2	Absorción.....	82
11.4.3	Reensayo de las tuberías.....	83
11.5	Equipos necesarios para la realización del ensayo.....	83
12	TOLERANCIAS PERMITIDAS.....	83
12.1	Diámetro nominal interno	83
12.2	Espesor de pared	83
12.3	Longitud en dos lados opuestos	83
12.4	Longitud de la tubería	83
12.5	Posición y área de refuerzo	84
12.5.1	Posición	84
12.5.2	Área del refuerzo	84
13	REPARACIONES.....	84
14	INSPECCIÓN	84
15	RECHAZO	84
16	ROTULADO	85
17	PALABRAS CLAVES.....	85
18	DOCUMENTO DE REFERENCIA.....	85

Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón armado para alcantarillado**1 OBJETO**

1.1 Esta norma tiene por objeto establecer los requisitos que deben cumplir y los ensayos a que deben someterse las tuberías de hormigón armado utilizadas en la conducción de aguas lluvias, de aguas negras y de residuos líquidos industriales, para la construcción de alcantarillas y en general, como conductos no sometidos a presión hidrostática interna.

1.2 La norma se refiere únicamente a tuberías de sección circular.

Nota 1

En esta norma se contemplan especificaciones para la fabricación y el proceso de compra del producto. No incluye requisitos para su instalación y relleno, ni se establece relación alguna entre las condiciones de carga a que va a ser sometido y la clasificación de la tubería según su resistencia.

Sin embargo, la experiencia indica que el adecuado comportamiento de este producto depende de la selección apropiada de su clase, del tipo de cimentación, del relleno, y del cuidado con que se efectúe su instalación.

El comprador de la tubería de hormigón que se especifica aquí, debe establecer la clase de tubería de acuerdo con las condiciones de instalación.

2 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

ASTM C 14	Specification for Concrete sewer. Storm Drain, and Culvert Pipe
ASTM C 33	Specification for Concrete Aggregates
ASTM C 39	Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM A 82	Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement
ASTM C 150	Specification for Portland Cement
ASTM A 185	Specification for Steel Welded Wire, Fabric, Plain, for Concrete Reinforcement
ASTM C 309	Specification for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing Concrete
ASTM A 496	Specification for Steel Wire, Deformed. for Concrete Reinforcement
ASTM A 497 M	Specification for Steel Welded Wire Fabric, Deformed, for Concrete Reinforcement
ASTM A615/A 615M	Specification for Deformed, and Plain Billet-Steel Bars for Concrete Reinforcement
NTC 161	Barras lisas de acero al carbono para hormigón armado
NTC 3459	Ingeniería Civil y Arquitectura. Agua para la elaboración de hormigón
CBH - 87	Norma Boliviana del Hormigón Armado

3 DEFINICIONES

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

3.1 Diámetro nominal: Diámetro interior de la tubería.

3.2 Carga D: Cociente que resulta de dividir la carga total aplicada a la tubería, hasta obtener su agrietamiento o su rotura, por el producto del diámetro nominal y la longitud ensayada. La unidad de medida es N/m/mm (kgf/m/cm).

3.3 Agrietamiento: Se considera que se alcanza el agrietamiento cuando se presenta una grieta de 0,30 mm de ancho en una longitud de 30 cm.

3.4 Refuerzo perimétrico y no perimetral ni circunferencial de acero: Refuerzo de acero (sea circular, doble circular, elíptico, por cuadrantes entre otros) que unido con el refuerzo longitudinal constituye la canasta de refuerzo de la tubería.

4 CLASIFICACIÓN

4.1 Las tuberías fabricadas de acuerdo con los criterios de esta norma serán de cinco (5) clases identificadas como: Clase I, Clase II, Clase III, Clase IV y Clase V. En la tabla 1 a tabla 5 se presentan los requisitos relativos a su resistencia.

Nota 2

Para cargas D no contempladas en esta norma, se debe tener en cuenta además la norma ASTM C 655

5 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN

5.1 Criterios de aceptación de tuberías

A menos que se establezca otra cosa por parte del cliente antes o en el momento de la elaboración de la orden de compra, se admiten los siguientes dos criterios de aceptación diferentes y alternativos.

5.1.1 Aceptación con base en ensayos de carga, ensayos de materiales e inspección de tuberías.

La aceptabilidad de las tuberías producidas de acuerdo con lo establecido en 7.1 ó 7.2 debe determinarse por medio de los resultados de:

5.1.1.1 Los ensayos de resistencia de los tres apoyos, ya sea para la carga que produce una grieta de 0,3 mm o, a elección del cliente, adicionalmente la carga que origina la rotura.

5.1.1.2 Los ensayos de materiales especificados en 6.1, 6.2 y 6.4.

5.1.1.3 Los ensayos de absorción realizados en muestras seleccionadas de la pared de la tubería.

5.1.1.4 La inspección visual de la tubería terminada, con el propósito de comprobar si se encuentra conforme con el diseño aceptado y si no presenta defectos.

5.1.2 Aceptación con base en ensayos de materiales e inspección de tuberías.

La aceptabilidad de las tuberías producidas de acuerdo con lo establecido en 7.1 ó 7.2 debe determinarse por medio de los resultados de:

5.1.2.1 Los ensayos de materiales especificados en 6.1, 6.2 y 6.4.

5.1.2.2 Los ensayos de aplastamiento realizados sobre cilindros curados de hormigón, o sobre núcleos de hormigón extraídos de la pared de la tubería.

5.1.2.3 Los ensayos de absorción realizados sobre muestras seleccionadas de la pared de la tubería.

5.1.2.4 La inspección de la tubería terminada incluyendo la cantidad y la colocación del refuerzo, para comprobar si esta de acuerdo con el diseño y si se encuentra libre de defectos.

5.1.3 Previo acuerdo

Previo acuerdo entre el cliente y el fabricante, cualquier parte o combinación de los ensayos mencionados en 5.1.1 ó 5.1.2 puede constituir el criterio de aceptación.

5.2 Edad de aceptación

Se considera que las tuberías se encuentran listas para la aceptación una vez satisfagan los requisitos indicados por los ensayos especificados.

6 MATERIALES

6.1 Hormigón armado

El hormigón debe estar constituido por cemento Portland, agregados minerales y agua. Deberá cumplir con la resistencia a compresión especificada en la tabla 1 a tabla 5 y acero embebido de tal manera que actúe en conjunto con el hormigón.

6.2 Cemento

Debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma CBH – 87, ASTM C 150 ó ASTM C 595 según lo requerido.

6.3 Agregados

Los agregados deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma CBH – 87 y la ASTM C 33, con la excepción de lo relacionado con la gradación.

6.4 Aditivos

Pueden emplearse aditivos con la respectiva aprobación del cliente. Estos deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C494.

6.5 Acero de refuerzo

El refuerzo debe ser de alambre correspondiente a la norma ASTM A 82 ó a la norma ASTM A 496, NTC 161 de barras lisas o de malla de alambre que esté de acuerdo con las normas ASTM A185 ó ASTM A 497 o de barras de acero de Grado 300 de acuerdo con la norma ASTM A 615. (véase CBH – 87).

6.6 Agua

El agua debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma CBH – 87 y NTC 3459.

7 DISEÑO

7.1 Tablas de diseño

El diámetro, el espesor de pared, la resistencia a la compresión del hormigón y el área del refuerzo perimétrico deben ser los establecidos en la tabla 1 a tabla 5 para la Clase I a Clase V, con excepción de lo establecido en 7.2.

7.1.1 Las notas de pie de tabla constituyen ampliaciones de los requisitos tabulados y se deben aplicar y tener en cuenta como si hicieran parte integral de la norma.

7.2 Diseños especiales y modificados

7.2.1 El fabricante puede solicitar aprobación por parte del cliente de diseños modificados diferentes a los presentados en 7.1; o diseños especiales para tamaños y cargas superiores a las indicadas en la tabla 1 a tabla 5, o diseños especiales para tamaños de tuberías que no tengan las áreas de refuerzo de acero presentadas en la tabla 1 a tabla 5.

7.2.2 Los diseños especiales o modificados deben basarse en la evaluación racional o empírica del comportamiento de la tubería al agrietamiento y a la rotura. Tales diseños deben describir completamente cualquier desviación con respecto a los requerimientos (Véase 7.1). La descripción de los diseños especiales, o modificados deben incluir: el espesor de pared, la resistencia del hormigón, así como el área, tipo, colocación, número de capas y resistencia del acero de refuerzo.

7.2.3 El fabricante debe entregar al cliente pruebas de la idoneidad del diseño especial o modificado que propone. Tal prueba puede estar constituida por un certificado de ensayos realizados por el método de los tres apoyos, que sea aceptable para el comprador; o, en caso de que tales ensayos no se puedan realizar o no sean aceptados por el cliente, se puede solicitar al fabricante la realización de pruebas sobre tamaños y clases seleccionados por parte del cliente con el propósito de demostrar la idoneidad del diseño propuesto.

7.2.4 Las tuberías correspondientes a los diseños especiales o modificados deben satisfacer los ensayos y los requisitos de comportamiento establecidos por el cliente de acuerdo con los criterios establecidos (Véase 5).

7.3 Área

En esta norma, cuando no se establezca expresamente si la palabra área corresponde a la sección transversal o al área de una sola varilla o al alambre, se entenderá que corresponde a la sección transversal de refuerzo por longitud unitaria de tubería.

Tabla 1 - Requisitos de diseño para tuberías de hormigón armado de clase I ^A

Refuerzo en cm ² por metro lineal de tubería								
Diámetro nominal interno mm	Pared A				Pared B			
	Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)			
	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico. ^C	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico. ^C
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior	
600	63	1,48	-	1,48	76	1,48	-	1,48
685	66	1,48	-	1,48	83	1,48	-	1,48
700	67	1,48	-	1,48	64	1,48	-	1,48
760	70	1,48	-	1,48	69	1,48	-	1,48
800	71	1,48	-	1,48	92	1,48	-	1,48
840	73	1,48	-	1,48	96	1,48	-	1,48
900	75	2,05	-	1,48	101	1,70	-	1,48
1 000	83	2,34	1,50	2,17	110	1,72	1,48	1,60
1 100	92	2,50	1,88	2,89	115	2,00	1,75	2,22
1 200	100	3,11	2,38	3,60	120	2,58	2,13	2,86
1 300	108	3,80	3,39	4,30	130	3,15	2,54	3,47
1 400	116	4,44	3,90	5,00	140	3,74	2,91	4,10
1 500	125	5,11	3,93	5,75	150	4,33	3,31	4,74
1 600	133	5,80	4,35	6,44	160	4,83	3,68	5,37
1 700	142	6,50	4,80	7,17	170	5,30	4,04	5,92
1 800	150	7,20	5,35	8,00	180	5,80	4,40	6,42
1 900	158	7,92	5,90	8,75	190	6,23	4,70	6,94
2 000	167	8,62	6,45	9,47	200	6,63	4,98	7,46
2 150	179	9,60	7,21	10,63	210	7,72	5,83	8,60
2 300	191	10,47	7,70	11,55	217	6,75	6,63	9,80
2 450	204	11,25	8,55	12,79	230	9,94	7,56	10,88
Diámetro nominal interno mm	Pared A				Pared B			
	Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)			
	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico. ^C	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico. ^C
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior	
2 600	216	13,40	10,20	Canasta interior 4,27 + canasta elíptica 8,75	241	11,53	8,73	Canasta Interior 4,70 + canasta elíptica 10,20
2 750	A	-	-	-	A	-	-	-
2 900	A	-	-	-	A	-	-	-
3 050	A	-	-	-	A	-	-	-
3 200	A	-	-	-	A	-	-	-
3 350	A	-	-	-	A	-	-	-
3 500	A	-	-	-	A	-	-	-
3 650	A	-	-	-	A	-	-	-

NOTA

Véase 5, para los criterios de aceptación establecidos por el cliente.

Los requisitos del ensayo de resistencia en newton por metro lineal de tubería según el método de los tres apoyos será, bien sea la carga D (carga de ensayo expresada en newton por metro lineal por mm de diámetro) para producir una grieta de 0,3 mm, o la carga D para producir una grieta de 0,3 mm y la carga de rotura tal como se establece a continuación, multiplicada por el diámetro interno de la tubería en mm.

- Carga D para producir una grieta de 0,3 mm.	40,0
- Carga D para producir la rotura ^D	60,0

A Para modificaciones o diseños especiales véase 7.2 o con el permiso del comprador se pueden utilizar los datos de la norma ASTM C655. Las áreas de refuerzo pueden ser interpoladas entre aquellas que se muestran para diferentes variaciones en diámetros, cargas o espesores de pared. Tuberías con diámetros superiores a 2 450 mm tendrán dos canastas circulares o una circular interna con una canasta elíptica.

B Para estas clases y tamaños se especifica el mínimo refuerzo práctico. La resistencia real a la rotura es superior a la mínima resistencia determinada para tuberías no reforzadas de diámetro equivalente en las indicaciones de la norma ASTM C 14M.

Como alternativa a los diseños que requieren ambas canastas circulares, externa e interna, el refuerzo puede ser colocado y proporcionado en una de las siguientes formas:

Una canasta circular interna más una canasta elíptica, de tal forma que el área de la canasta elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta exterior, y el área total de la canasta circular interna y elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta interior.

Una canasta interior y exterior con los cuadrantes emparillados de acuerdo con la figura 1 ó una canasta interior y exterior con una canasta elíptica de acuerdo con la figura 2.

- C** El refuerzo elíptico y del cuadrante puede ser manejado para su colocación por medio de varillas, estribos u otros medios.
- D** El ensayo de los tres apoyos destinado a determinar la carga de rotura, no se requiere en el caso de tuberías de hasta 1 500 mm de diámetro, siempre y cuando todos los demás requisitos contemplados en esta norma se satisfagan.

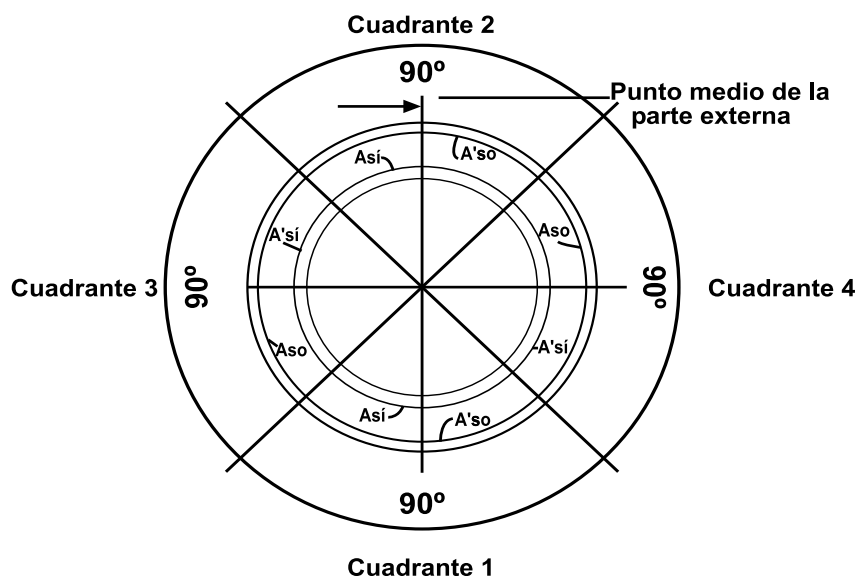


Figura 1 - Refuerzo por cuadrantes

Notas:

- 1 La suma del área de refuerzo (Asi) de la canasta interior más la del emparillado por cuadrante en los cuadrantes 1 y 2 no será menor que lo especificado para la canasta interior en la tabla 1 a tabla 5.
- 2 El área de refuerzo (Aso) de la canasta exterior más la del emparillado por cuadrante en los cuadrantes 3 y 4 no será menor de lo especificado para la canasta exterior en la tabla 1 a tabla 5.
- 3 El área de refuerzo (A'si) de la canasta interior en los cuadrantes 3 y 4 no será inferior al 25% de lo especificado para la canasta interior en la tabla 1 a tabla 5.

- 4 El área de refuerzo (A'_{so}) de la canasta exterior en los cuadrantes 1 y 2 tampoco será inferior al 25% de lo especificado para la canasta exterior en la tabla 1 a tabla 5.
- 5 Si el área de refuerzo (A'_{so}) de la canasta exterior en los cuadrantes 1 ó 2 es menor al 50% del especificado para la canasta exterior en la tabla 1 a tabla 5, el emparrillado por cuadrante usado para la canasta exterior en los cuadrantes 3 y 4, se extenderán dentro de los cuadrantes 1 y 2 a una distancia no menor al espesor de la pared especificado en la tabla 1 a tabla 5.

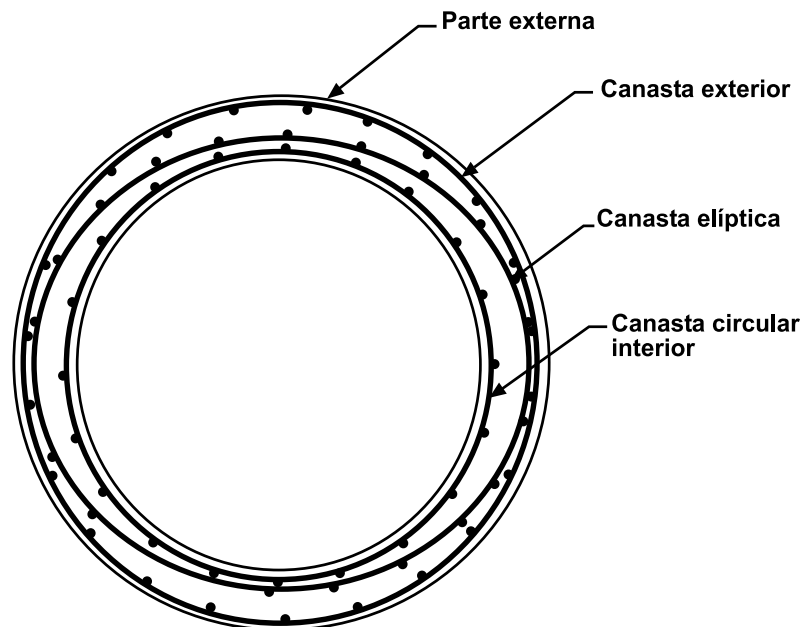


Figura 2 - Refuerzo por canasta triple

Notas:

- 1 El área total de refuerzo de la canasta circular interior y la canasta elíptica no debe ser inferior a la especificada para la canasta interior en la tabla 1 a tabla 5.
- 2 El área total de refuerzo de la canasta circular exterior y la canasta elíptica no debe ser inferior a la especificada para la canasta exterior en la tabla 1 a tabla 5.

Tabla 2 - Requisitos de diseño para tuberías de hormigón armado de clase II ^A

Refuerzo en cm2 por metro lineal de tubería													
Pared A					Pared B					Pared c			
Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)					Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)					Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)			
Diámetro nominal interno mm	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular c		Refuerzo elíptico d	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular c		Refuerzo elíptico, d	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular c		Refuerzo elíptico, d	
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior		
600	63	2,70	-	1,48	76	1,48	-	1,48	-				
685	66	2,90	-	2,31	83	2,10	-	2,06	-				
700	67	3,18	-	2,73	84	2,30	-	2,40	-				
760	70	3,20	-	3,00	89	2,40	-	2,50	-				
800	71	3,28	-	3,05	92	3,05	-	2,65	-				
840	73	3,40	-	3,14	96	3,60	-	2,70	-				
900	75	3,00	1,60	3,18	101 E	2,50	1,50	2,75	-				
1 000	83	3,20	2,38	3,50	110	2,73	2,19	3,11	128	1,80	1,60		2,05
1 100	92	3,60	2,70	4,00	115	3,30	2,62	3,76	136	2,25	1,90		2,50
1 200	100	4,30	3,28	4,70	120	3,46	2,98	4,26	144	2,80	2,25		3,06
1 300	108	4,85	3,74	5,40	130	4,36	3,27	4,80	153	3,30	2,55		3,65
1 400	116	5,45	4,15	6,10	140	4,79	3,55	5,32	161	3,80	2,90		4,25
1 500	125	6,15	4,58	6,80	150	5,21	3,94	5,81	170	4,50	3,50		4,90
1 600	133	6,85	5,10	7,60	160	5,93	4,45	6,56	173	4,95	3,80		5,45
1 700	142	7,50	5,65	8,40	170	6,47	4,82	7,12	186	5,40	4,15		6,00
1 800	150	8,35	6,02	9,25	180	6,98	5,18	7,75	194	6,15	4,68		6,75
1 900	158	9,50	6,85	10,10	190	7,55	5,66	8,36	203	6,30	5,13		7,58
2 000	167	9,85	7,50	10,90	200	8,13	6,12	9,04	211	7,55	5,65		8,40
2 150	179	10,95	8,35	12,20	210	9,69	7,18	10,73	224	8,80	6,70		9,90
2 300	191	12,10	9,15	13,40	217	10,38	8,18	12,15	236	10,25	7,70		11,25
2 450	204	13,55	10,23	14,95	230	12,15	9,20	13,48	248	11,73	8,75		12,88

Tabla 2 – (final)

Refuerzo en cm ² por metro lineal de tubería										
Diámetro nominal interno mm	Pared A				Pared B				Pared C	
	Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)				Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)				Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)	
	Esesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c		Refuerzo elíptico ^d	Esesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c		Refuerzo elíptico ^d	Esesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior Canasta exterior
2 600	216	16,22	12,10	Canasta interior 5,69 + Canasta elíptica 12,10	241	14,50	10,38	Canasta interior 5,12 + Canasta elíptica 10,88	261	13,30 10,10
2 750	A	-	-	-	A	-	-	-	A	- -
2 900	A	-	-	-	A	-	-	-	A	- -
3 050	A	-	-	-	A	-	-	-	A	- -
3 200	A	-	-	-	A	-	-	-	A	- -
3 350	A	-	-	-	A	-	-	-	A	- -
3 500	A	-	-	-	A	-	-	-	A	- -
3 650	A	-	-	-	A	-	-	-	A	- -

Nota:

Véase 5, para los criterios de aceptación establecidos por el cliente.

Los requisitos del ensayo de resistencia en newton por metro lineal de tubería según el método de los tres apoyos será, bien sea la carga D (carga de ensayo expresada en newton por metro lineal por mm de diámetro) para producir una grieta de 0,3 mm, o la carga D para producir una grieta de 0,3 mm y la carga de rotura tal como se establece a continuación, multiplicada por el diámetro interno de la tubería en mm.

- Carga D para producir una grieta de 0,30 mm 50,0
- Carga D para producir la rotura ^F 70,0

A Para modificaciones o diseños especiales véase 7.2 o con el permiso del comprador se pueden utilizar los datos de la norma ASTM C 655. Las áreas de refuerzo pueden ser interpoladas entre aquellas que se muestran para diferentes variaciones en diámetros, cargas o espesores de pared. Tuberías con diámetros superiores a 2 450 mm tendrán dos canastas circulares o una circular interna con una canasta elíptica.

C Como alternativa a los diseños que requieren ambas canastas circulares, externa e interna, el refuerzo puede ser colocado y proporcionado en una de las siguientes formas:

Una canasta circular interna más una canasta elíptica, de tal forma que el área de la canasta elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta exterior, y el área total de la canasta circular interna y elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta interior.

Una canasta interior y exterior con los cuadrantes emparrillados de acuerdo con la figura 1, ó una canasta interior y exterior con una canasta elíptica de acuerdo con la figura 2.

D El refuerzo elíptico y del cuadrante puede ser unido para su colocación por medio de varillas, estribos u otros medios.

E Como alternativa se puede usar como refuerzo una canasta simple. El área de refuerzo en cm^2 por metro lineal será de 4,2 para las paredes tipo B y de 3,4 para las del tipo C.

F El ensayo de los tres apoyos destinado a determinar la carga de rotura no se requiere en el caso de tuberías de hasta 1 500 mm de diámetro, siempre y cuando todos los demás requisitos contemplados en esta norma se satisfagan.

Tabla 3 - Requisitos de diseño para tuberías de hormigón armado de clase III^A

Refuerzo en cm² por metro lineal de tubería													
Diámetro nominal interno mm	Pared A				Pared B				Pared C				
	Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)				
	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c		Refuerzo elíptico ^d	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c		Refuerzo elíptico, ^d	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c		Refuerzo elíptico, ^d	
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior		
600	63	3,43	-	2,30	76	1,48 ^B	-	1,48 ^B	-	-	-	-	-
685	66	3,18	-	3,12	83	2,83	-	2,48	-	-	-	-	-
700	67	3,85	-	3,40	84	3,50	-	3,00	-	-	-	-	-
760	70	4,04	-	3,69	89	3,81	-	3,20	-	-	-	-	-
800	71	4,30	-	4,00	92	4,10	-	3,40	-	-	-	-	-
840	73	4,33	-	4,40	96	4,86	-	3,97	-	-	-	-	-
900	75	4,44	2,60	4,90	101 ^E	3,50	2,70	3,95	-	-	-	-	-
1 000	83	4,90	3,80	5,35	110	3,88	2,96	4,28	128	2,10	1,60	2,30	2,30
1 100	92	5,60	4,25	6,20	115	4,57	3,47	5,04	136	2,60	2,00	2,99	2,99
1 200	100	6,50	4,85	7,20	120	5,29	3,97	5,92	144	3,20	2,50	3,60	3,60
1 300	108	7,45	5,50	3,20	130	5,93	4,46	6,58	153	3,90	2,95	4,20	4,20
1 400	116	8,35	6,05	9,10	140	6,50	4,92	7,19	161	4,55	3,40	5,00	5,00
1 500	125	9,10	6,70	10,00	150	7,01	5,39	7,89	170	5,10	3,90	5,65	5,65
1 600	133	9,95	7,30	10,90	160	7,93	6,03	8,88	173	5,90	4,40	6,45	6,45
1 700	142	10,80	7,90	11,30	170	8,55	6,46	9,55	166	6,70	5,00	7,65	7,65
1 800	150	11,80	8,85	13,00	180	9,35	7,01	10,40	194	7,40	5,45	6,20	6,20

Tabla 3 - (final)

Refuerzo en cm² por metro lineal de tubería												
Diámetro nominal interno mm	Pared A				Pared B				Pared C			
	Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)			
	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c		Refuerzo elíptico ^d	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c		Refuerzo elíptico, ^d	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^c		Refuerzo elíptico, ^d
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior	
1 900	158	12,80	9,60	14,10	190	10,37	7,68	11,36	203	8,20	6,05	9,10
2 000	167	13,75	10,30	15,20	200	10,93	8,21	12,06	211	9,10	6,80	10,00
2 150	179	15,35	11,65	17,00	210	12,98	9,78	14,39	224	10,70	8,20	11,90
Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm²)												
2 300	191	17,35	13,00	19,30	217	14,70	11,07	16,39	236	12,70	9,60	14,00
2 450	204	19,68	14,78	Canasta interior + canasta elíptica	230	16,47	12,38	Canasta interior + canasta elíptica	248	15,00	11,30	Canasta interior + canasta elíptica
2 600	216	21,80	16,30	Canasta interior 7,90 + canasta elíptica 15,30	241	19,29	14,57	Canasta interior 6,87 + canasta elíptica 12,90	261	17,60	13,20	Canasta interior 6,40 + canasta elíptica 11,90
2 750	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
2 900	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 050	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 200	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 350	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 500	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 650	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-

Nota:

Véase 5, para los criterios de aceptación establecidos por el cliente.

Los requisitos del ensayo de resistencia en newton por metro lineal de tubería según el método de los tres apoyos será, bien sea la carga D (carga de ensayo expresada en newton por metro lineal por mm de diámetro) para producir una grieta de 0,3 mm, o la carga D para producir una grieta de 0,3 mm y la carga de rotura tal como se establece a continuación, multiplicada por el diámetro interno de la tubería en mm.

- Carga D para producir una grieta de 0,30 mm	65,0
- Carga D para producir la rotura ^F	100,0

A Para modificaciones o diseños especiales véase 7.2 o con el permiso del comprador se pueden utilizar los datos de la norma ASTM C 655. Las áreas de refuerzo pueden ser interpoladas entre aquellas que se muestran para diferentes variaciones en diámetros, cargas o espesores de pared. Tuberías con diámetros superiores o iguales a 2 450 mm tendrán dos canastas circulares o una circular interna con una canasta elíptica.

B Para estas clases y tamaños se especifica el mínimo refuerzo práctico. La resistencia real a la rotura es superior a la mínima resistencia determinada para tuberías no reforzadas de diámetro equivalente en las indicaciones de la norma ASTM C 14M.

C Como alternativa a los diseños que requieren ambas canastas circulares, externa e interna, el refuerzo puede ser colocado y proporcionado en una de las siguientes formas:

Una canasta circular interna más una canasta elíptica, de tal forma que el área de la canasta elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta exterior, y el área total de la canasta circular interna y elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta interior.

Una canasta interior y exterior con los cuadrantes emparrillados de acuerdo con la figura 1, ó una canasta interior y exterior con una canasta elíptica de acuerdo con la figura 2.

D El refuerzo elíptico y del cuadrante puede ser unido para su colocación por medio de varillas, estribos u otros medios.

E Como alternativa se puede usar como refuerzo una canasta simple. El área de refuerzo en cm² por metro lineal será de 6,4 para las paredes tipo B y de 4,2 para las del tipo C.

F El ensayo de los tres apoyos destinados a determinar la carga de rotura no se requiere en el caso de tuberías de hasta 1 500 mm de diámetro, siempre y cuando todos los demás requisitos contemplados en esta norma se satisfagan.

Tabla 4 - Requisitos de diseño para tuberías de hormigón armado de clase IV^A

Refuerzo en cm² por metro lineal de tubería													
Pared A				Pared B				Pared C					
Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm²)					
Diámetro nominal interno mm	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico ^c	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico, ^c	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B			Refuerzo elíptico, ^c
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior		
600	63	6,00	-	5,60	76	5,50	-	4,70	-	-	-	-	
685	66	6,95	-	6,60	83	6,61	-	5,35	-	-	-	-	
700	67	7,15	-	6,75	84	6,80	-	5,40	103	1,72	1,48	1,95	
760	70	7,84	-	7,44	89	7,58	-	5,98	109	1,93	1,50	2,15	
800	A	-	-	-	92	5,40	4,10	6,15	111	2,12	1,53	2,35	
840	A	-	-	-	95	5,74	4,30	6,45	114	2,40	1,73	2,63	
900	A	-	-	-	101	6,25	4,60	6,90	119	2,83	2,02	3,05	
1 000	A	-	-	-	110	6,67	4,92	7,33	128	3,68	2,32	4,00	
1 100	A	-	-	-	115	7,71	5,76	8,61	136	4,50	3,43	5,00	
1 200	A	-	-	-	120	9,25	7,03	10,10	144	5,35	4,10	6,00	
1 300	A	-	-	-	130	10,05	7,63	11,16	153	6,40	4,90	7,15	
1 400	A	-	-	-	140	11,04	8,27	12,25	161	7,50	5,70	8,33	
				Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm²)									
1 500	A	-	-	-	150	12,42	9,55	13,70	170	8,50	6,48	9,50	
1 600	A	-	-	-	160	13,50	10,30	15,20	173	9,80	7,50	11,00	
1 700	A	-	-	-	170	14,60	10,95	16,12	186	11,20	8,55	12,50	

Tabla 4 – (final)

Refuerzo en cm ² por metro lineal de tubería												
Diámetro nominal interno mm	Pared A				Pared B				Pared C			
	Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)				Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)				Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)			
	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico ^c	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico, ^c	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico, ^c
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior	
1 800	A	-	-	-	180	15,32	11,60	17,17	194	12,60	9,50	14,00
1 900	A	-	-	-	A	-	-	-	203	14,00	10,50	15,50
2 000	A	-	-	-	A	-	-	-	211	15,50	11,50	17,10
2 150	A	-	-	-	A	-	-	-	224	18,40	13,65	20,30
2 300	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
2 450	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
2 600	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
2 750	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
2 900	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 050	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 200	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 350	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 500	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-
3 650	A	-	-	-	A	-	-	-	A	-	-	-

Nota:

Véase 5, para los criterios de aceptación establecidos por el cliente.

Los requisitos del ensayo de resistencia en newton por metro lineal de tubería según el método de los tres apoyos será, bien sea la carga D (carga de ensayo expresada en newton por metro lineal por mm de diámetro) para producir una grieta de 0,3 mm, o la carga D para producir una grieta tal como se establece a continuación, multiplicada por el diámetro interno de la tubería en mm.

- Carga D para producir una grieta de 0,30 mm

- Carga D para producir la rotura ^E

100,0

150,0

A Para modificaciones o diseños especiales véase 7.2 o con el permiso del comprador se pueden utilizar los datos de la norma ASTM C 655. Las áreas de refuerzo pueden ser interpoladas entre aquellas que se muestran para diferentes variaciones en diámetros, cargas o espesores de pared. Tuberías con diámetros superiores o iguales a 2 450 mm tendrán dos canastas circulares o una circular interna con una canasta elíptica.

B Como alternativa a los diseños que requieren ambas canastas circulares, externa e interna, el refuerzo puede ser colocado y proporcionado en una de las siguientes formas:

Una canasta circular interna más una canasta elíptica, de tal forma que el área de la canasta elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta exterior, y el área total de la canasta circular interna y elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta interior.

Una canasta interior y exterior con los cuadrantes emparillados de acuerdo con la figura 1, ó una canasta interior y exterior con una canasta elíptica de acuerdo con la figura 2.

Para paredes tipo C, en tamaños de 600 a 825 mm se colocará una canasta circular simple con un área no inferior a la suma del área de refuerzo circular interior y exterior especificada.

C El refuerzo elíptico y del cuadrante puede ser unido para su colocación por medio de varillas, estribos u otros medios.

E El ensayo de los tres apoyos destinado a determinar la carga de rotura no se requiere en el caso de tuberías de hasta 1 500 mm de diámetro, siempre y cuando todos los demás requisitos contemplados en esta norma se satisfagan.

Tabla 5 - Requisitos de diseño para tuberías de hormigón armado de clase V^A

Refuerzo en cm ² por metro lineal de tubería								
Diámetro nominal interno mm	Pared B				Pared C			
	Hormigón 41,4 MPa (414 kgf/cm ²)				Hormigón 41,4 MPa (414 kgf/cm ²)			
	e mín. pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico. ^C	e mín. pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico. ^C
		Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior	
600	76	6,20	-	5,00	-	-	-	-
685	83	7,62	-	7,70	-	--	-	--
700	84	8,15	6,05	9,00	103	3,10	2,45	3,60
760	89	8,75	6,62	9,66	108	3,84	2,97	4,35
800	92	9,20	7,00	10,25	111	4,35	3,35	4,80
840	95	9,95	7,38	11,40	114	4,80	3,63	5,39
900	101	10,40	7,95	11,65	119	5,50	4,10	6,20
1 000	110	11,26	8,49	12,60	128	6,80	5,00	7,60
1 100	115	13,25	9,95	14,85	136	8,20	6,10	9,10
1 200	120	15,71	11,33	17,45	144	9,75	7,35	10,80
1 300	A	-	-	-	153	11,30	8,45	12,50
1 400	A	-	-	-	161	12,80	9,60	14,30
1 500	A	-	-	-	170	14,60	11,00	16,20
1 600	A	-	-	-	173	16,60	12,50	18,40
1 700	A	-	-	-	166	16,60	14,00	20,60
1 800	A	-	-	-	194	20,60	15,40	23,00
1 900	A	-	-	-	A	-	-	-
2 000	A	-	-	-	A	-	-	-
2 150	A	-	-	-	A	-	-	-
2 300	A	-	-	-	A	-	-	-
2 450	A	-	-	-	A	-	-	-
2 600	A	-	-	-	A	-	-	-
2 750	A	-	-	-	A	-	-	-
2 900	A	-	-	-	A	-	-	-
3 050	A	-	-	-	A	-	-	-
3 200	A	-	-	-	A	-	-	-
3 350	A	-	-	-	A	-	-	-
3 500	A	-	-	-	A	-	-	-
3 650	A	-	-	-	A	-	-	-

Nota:

Véase 5, para los criterios de aceptación establecidos por el cliente.

Los requisitos del ensayo de resistencia en newton por metro lineal de tubería según el método de los tres apoyos será, bien sea la carga D (carga de ensayo expresada en newton por metro lineal por mm de diámetro) para producir una grieta de 0,3 mm, o la carga D para producir una grieta de 0,3 mm y la carga de rotura tal como se establece a continuación, multiplicada por el diámetro interno de la tubería en mm.

- Carga D para producir una grieta de 0,30 mm	140,0
- Carga D para producir la rotura ^E	175,0

A Para modificaciones o diseños especiales véase 7.2 o con el permiso del comprador se pueden utilizar los datos de la norma ASTM C 655.

B Como alternativa a los diseños que requieren ambas canastas circulares, externa e interna, el refuerzo puede ser colocado y proporcionado en una de las siguientes formas:

Una canasta circular interna más una canasta elíptica, de tal forma que el área de la canasta elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta exterior, y el área total de la canasta circular interna y elíptica no sea menor a la especificada en la tabla para la canasta interior.

Una canasta interior y exterior con los cuadrantes emparillados de acuerdo con la figura 1, ó una canasta interior y exterior con una canasta elíptica de acuerdo con la figura 2.

C El refuerzo elíptico y del cuadrante puede ser unido para su colocación por medio de varillas, estribos u otros medios.

E El ensayo de los tres apoyos destinado a determinar la carga de rotura no se requiere en el caso de tuberías de hasta 1 500 mm de diámetro, siempre y cuando todos los demás requisitos contemplados en esta norma se satisfagan.

8 REFUERZO

8.1 Refuerzo perimétrico

Una canasta de refuerzo perimétrico para un área total determinada, puede estar compuesta por dos (2) capas para las tuberías con espesores de pared inferiores a 180 mm o tres (3) capas para tuberías con espesores de pared igual o mayor a 180 mm. Las capas no deben encontrarse separadas en más del espesor de una barra longitudinal más 6 mm. El conjunto múltiple de capas debe estar conformado de tal manera que forme una sola canasta. Todos los demás requisitos relacionados con las especificaciones, tales como traslapes, soldaduras y tolerancias de posicionamiento en la pared de la tubería, etc., deben aplicarse a este método de fabricación de una canasta de refuerzo.

8.1.1 Cuando se utilice una sola canasta de refuerzo perimétrico, ésta deberá quedar a una distancia de la cara interior de la tubería entre el 35 % y el 50 % del espesor de pared, salvo cuando se trate de paredes de menos de 63 mm de espesor, caso en el cual el recubrimiento de hormigón sobre el refuerzo perimétrico será de 19 mm.

8.1.2 En las tuberías en las cuales se presenten dos (2) canastas de refuerzo perimétrico, cada una de ellas debe colocarse de tal manera que el recubrimiento de hormigón sobre el refuerzo perimétrico en la pared de la tubería sea de 25 mm.

8.1.3 En las tuberías con refuerzo elíptico y con espesores de pared iguales o superiores a 63 mm, el refuerzo en la pared de la tubería debe colocarse de tal manera que el recubrimiento de hormigón sea de 25 mm medido desde la superficie interior de la tubería sobre el diámetro vertical y de 25 mm medido desde la superficie exterior sobre el diámetro horizontal. En el caso de las tuberías con refuerzos elípticos y espesores de pared inferiores a 63 mm el recubrimiento de hormigón debe ser de 19 mm medido tanto sobre el diámetro vertical como sobre el horizontal.

8.1.4 La posición del refuerzo estará sometida, sin embargo, a las variaciones permisibles que se presentan en 12.5.

8.1.5 La distancia centro a centro del refuerzo perimétrico en una canasta no será superior a 100 mm en el caso de tuberías de hasta 100 mm de espesor de pared, ni excederá del valor del espesor en el caso de tuberías con espesores de pared superiores. No obstante, en ningún caso excederá de 150 mm.

8.1.6 En caso de que el refuerzo de la pared no se extienda dentro de la junta, la distancia longitudinal máxima hasta el último alambre del refuerzo circunferencial medida desde el reborde interno de la campana o el reborde de la espiga deberá ser de 75 mm excepto si esta distancia excede la mitad del espesor de pared, la pared de la tubería debe contener por lo menos un área total de refuerzo igual al área mínima especificada por metro lineal multiplicada por la longitud del tramo neto instalado de la sección de la tubería. El recubrimiento mínimo sobre el último alambre de refuerzo más próximo al reborde de la espiga debe ser de 13 mm.

8.1.6.1 En el caso que se coloque refuerzo en la campana o en la espiga, el recubrimiento mínimo de último alambre de refuerzo debe ser de 13 mm en la campana y 6 mm en la espiga.

8.1.7 La continuidad del acero de refuerzo perimétrico no debe destruirse durante el proceso de la fabricación de la tubería.

8.1.8 Si los empalmes del refuerzo no se sueldan, la longitud del traslape será de 20 diámetros, como mínimo, para barras corrugadas o para alambre corrugado trabajado en frío y de por lo menos 40 diámetros, para barras lisas o para alambre estirado en frío. Además, cuando se tienen canastas de malla de alambre soldado y se traslapan sin soldar, el traslape contendrá un alambre longitudinal.

8.1.9 Los empalmes que no cumplan con las longitudes de traslape según lo especificado anteriormente, deben soldarse de tal forma que las pruebas de tracción en muestras representativas desarrollen por lo menos el 50 % de la resistencia especificada para el acero y el traslape mínimo deberá ser de 50 mm. Cuando se suelda un extremo con otro (al tope) de las varillas, procedimiento que sólo es permitido para canastas de devanado helicoidal las pruebas de tracción deberán mostrar al menos un 75 % de la resistencia especificada para el acero.

8.2 Refuerzo longitudinal

Cada espira de refuerzo circunferencial estará ensamblada a una canasta que incluirá suficientes varillas o elementos longitudinales destinados a mantener el refuerzo circunferencial rígidamente en la formaleta y en posición correcta dentro de la misma de modo que se respeten las variaciones permisibles establecidas en 8.1. Se permite tener sin recubrimiento los espaciadores-separadores que se hayan utilizado para dar firmeza a las canastas durante el vaciado del hormigón .

8.2.1 La cantidad mínima de varillas longitudinales será la indicada en la tabla 6.

Tabla 6 - Cantidad mínima permisible de longitudinales por canasta

Diámetro mm	Cantidad mínima de longitudinales por canasta
600	4
685	4
700	5
760	5
800	5
840	5
900	6
1 000	7
1 100	7
1 200	8
1 300	9
1 400	9
1 500	10
1 600	10
1 700	11
1 800	12
1 900	12
2 000	13
2 150	14
2 300	15
2 450	16
2 600	17
2 750	18
2 900	19
3 050	20
3 200	21
3 350	22
3 500	23
3 650	24

8.3 Refuerzo de la junta

La longitud de la junta, a que se refiere esta norma, es la longitud interior de la campana o la longitud exterior de la espiga medida a partir del reborde hasta el extremo de la tubería. Las distancias al extremo o el recubrimiento sobre la última espira de refuerzo deben aplicarse a cualquier punto de la espira. En caso de que se emplee el refuerzo devanado helicoidalmente, estas distancias, así como el área de los enrollamientos deben medirse a partir de los puntos del enrollamiento que se encuentren más cercanos al extremo del tramo de tubería. A menos que se establezca otra cosa por parte del cliente, se deben aplicar los siguientes requisitos relacionados con el refuerzo de la junta.

8.3.1 Refuerzo para la junta cuando no se emplee unión con empaque de caucho

8.3.1.1 En el caso de tuberías con diámetros a partir de 900 mm bien sea la espiga o campana deben contener el refuerzo circunferencial. Este refuerzo debe corresponder a una extensión de la canasta de pared, o puede ser una canasta individual de por lo menos el área por metro lineal de la establecida para la canasta exterior o, si resulta ser menor, la mitad de la especificada para el refuerzo en la pared para una sola canasta.

8.3.1.2 En caso de que la espiga o la campana requieran refuerzo, el máximo recubrimiento de la última varilla de refuerzo debe ser menor entre 75 mm, o la mitad de la longitud de la junta.

8.3.2 Refuerzos de la junta cuando se emplea unión con empaque de caucho

8.3.2.1 En el caso de tuberías que tengan diámetros iguales o superiores a los 600 mm las campanas deben contener un refuerzo circunferencial. Tal refuerzo debe ser una extensión de la canasta externa o de una canasta de la pared, cualquiera que sea la menor, o puede ser una canasta independiente de al menos la misma área por metro lineal, con longitudinales de acuerdo con lo especificado en 8.2. En caso de que se emplee una canasta independiente, la canasta debe extenderse dentro de la tubería (con el último alambre circunferencial) al menos 25 mm, mas allá del reborde interno en el sitio en donde el cuerpo de la tubería coincida con el reborde de la campana.

8.3.2.2 Cuando las campanas requieren refuerzo, el recubrimiento máximo del último alambre de refuerzo, debe ser de 38 mm.

9 JUNTAS

9.1 Las juntas deben estar diseñadas y los extremos de las diferentes secciones de las tuberías de hormigón conformadas de tal manera que las tuberías se puedan unir ofreciendo un conducto continuo, compatible con las variaciones permitidas establecidas (véase 12).

10 FABRICACIÓN

10.1 Mezcla

Los agregados deben tener un tamaño, gradación y proporción tal, que mezclados con determinadas cantidades de cemento Portland y agua, produzcan una mezcla homogénea de hormigón de tal calidad que las tuberías satisfagan los requisitos de diseño y los ensayos establecidos en este documento. Todo el hormigón debe tener una relación agua/cemento que no exceda el valor de 0,53 en masa. El cemento debe ser el establecido en 6.2 y debe adicionarse a la mezcla en una proporción no menor de 350 kg/m³ a menos que los diseños de la mezcla con contenidos inferiores de cemento, indiquen que la calidad y comportamiento de la tubería satisfacen los requisitos de esta norma.

10.2 Curado

Las tuberías deberán someterse a cualquiera de los métodos de curado descritos (véase 10.2.1 a 10.2.4) o a cualquier otro método o combinación de métodos aprobados por el cliente, que ofrezcan resultados satisfactorios. Las tuberías deben someterse al proceso de curado durante, un periodo de tiempo tal que se obtenga la resistencia a la carga D cuando la aceptación se basa en los criterios (véase 5.1.1) y que el hormigón adquiera la resistencia a la compresión preestablecida en un término igual o menor a 28 días cuando los criterios de aceptación se basen en 5.1.2.

10.2.1 Curado al vapor

Para llevar a cabo este procedimiento, las tuberías se pueden colocar en una cámara de curado, libre de corrientes externas de aire, en presencia de una atmósfera húmeda mantenida mediante la inyección de vapor. El proceso se realiza a una temperatura y durante un periodo de tiempo tal, que garanticen que las tuberías adquieran la resistencia preestablecida. La cámara de curado debe estar construida de tal manera que permita la libre circulación del vapor alrededor de toda la tubería.

10.2.2 Curado con agua

Las tuberías de hormigón pueden ser curadas con agua cubriéndolas con un material saturado de agua o utilizando un sistema de tuberías perforadas, rociadores mecánicos, mangueras porosas o cualquier otro método apropiado que garantice la humedad en la tubería durante todo el periodo de curado preestablecido.

10.2.3 Curado por medio de membrana de sello

Se puede aplicar una membrana para retención del agua de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C 309 y dejarla intacta hasta que se alcance la resistencia preestablecida. La temperatura del hormigón en el momento de la aplicación de la membrana, no debe tener más de 6 °C de diferencia con respecto a la temperatura ambiente. Antes y durante la aplicación de los compuestos, todas las superficies deben mantenerse húmedas.

10.2.4 Combinación de métodos

El fabricante puede a su elección, combinar los métodos descritos en 10.2.1 a 10.2.3 siempre y cuando se obtenga la resistencia a la compresión especificada.

11 REQUERIMIENTOS FÍSICOS

11.1 Especímenes de ensayo

El fabricante debe suministrar, sin costo alguno el número de tuberías que se requieran para la realización de los ensayos y el cliente ha de seleccionarlos al azar. No formarán parte de la muestra tuberías que deban ser rechazadas individualmente según inspección visual. El cliente debe especificar en la orden de compra los sitios donde tomará la muestra.

11.2 Número y tipo de ensayos requeridos para diferentes cantidades de tuberías solicitadas en la orden de compra

11.2.1 Cuando en la orden de compra se solicite 300 o más tuberías de un mismo diámetro, el comprador tiene derecho a que antes de que se inicien los despachos se realicen los ensayos preliminares según los criterios de aceptación establecidos (véase 5) hasta en tres (3) tuberías de dicho diámetro. Podrá adicionalmente solicitar otros ensayos en el momento que lo considere necesario, y en cantidades cuyo tamaño de muestra (incluidas las muestras para los ensayos preliminares) no supere el 1 % de las cantidades de tuberías indicadas en la orden de compra.

11.2.2 Ensayos correspondientes a órdenes de compra ocasionales. El cliente que origina una orden de compra ocasional está autorizado para someter a ensayo un número de tuberías que no exceda el 2 % de la orden de compra correspondiente, y que no sea superior a cinco (5) tuberías de cada uno de los tamaños; el número de tuberías destinadas a la realización de ensayos debe estar incluida en la orden de compra.

11.3 Requisitos relacionados con el aplastamiento debido a cargas externas

11.3.1 La carga que produce una grieta de 0,30 mm ó la carga de rotura, determinada mediante el método de los tres apoyos, tal como se describe en la norma ASTM C 497M, no debe ser inferior a la preestablecida en la tabla 1 a tabla 5 para cada clase de tubería. Las tuberías que se hayan sometido solamente al ensayo de la formación de la grieta de 0,3 mm y que satisfagan los requisitos a la carga de grieta de 0,3 mm deben aceptarse para el uso. Los ensayos por el método de los tres apoyos destinados a verificar la carga de rotura, no se requieren para ninguna de las clases de tuberías de hasta 1 500 mm de diámetro listados en la tabla 1 a tabla 5 siempre y cuando todos los demás requisitos de esta norma se satisfagan.

Nota 3:

Tal como se emplea en esta norma, la grieta de 0,3 mm es un criterio de ensayo para las tuberías que se someten a ensayo de acuerdo con el método de los tres apoyos y no se encuentra destinado a indicar si la tubería se encuentra sobretensionada o si fallará bajo las condiciones de instalación.

11.3.2 Reensayo de tuberías que no satisfagan los requisitos relacionados con los requisitos sobre la resistencia al aplastamiento frente a cargas externas. Se considera que las tuberías satisfacen los requisitos sobre resistencia cuando todos los especímenes los satisfacen. Si cualquiera de los especímenes no satisface los requisitos sobre resistencia, se permitirá que el fabricante someta a reensayo dos especímenes adicionales por cada uno que haya fallado, y la tubería será aceptada solamente cuando todos los especímenes de reensayo satisfagan los requisitos de resistencia.

11.4 Resistencia del hormigón

11.4.1 Resistencia a la compresión

Los ensayos de compresión destinados a evaluar si se satisface la resistencia de diseño, se pueden realizar bien sea sobre cilindros estándar de hormigón compactados con varilla, o cilindros compactados y curados de la misma manera que se hace con las tuberías, o sobre núcleos extraídos de la pared de la tubería. En caso de que se hayan de someter a ensayo los cilindros, deben someterse a dicho ensayo de acuerdo con los métodos de ensayo de la norma ASTM C 39. La resistencia promedio a la compresión de todos los cilindros ensayados debe ser igual ó superior a la resistencia de diseño. No más de un 10% de los cilindros ensayados deben caer por debajo de la resistencia de diseño. En ningún caso un cilindro ensayado debe presentar una resistencia inferior al 80% de la resistencia de diseño. Si los núcleos se sacan de la pared de la tubería y se ensayan, deben cortarse y ensayarse de acuerdo con lo establecido en la norma ASTM C 497M. La resistencia a la compresión de cada núcleo sometido a ensayo debe ser igual o superior a la resistencia de diseño del hormigón. En caso de que un núcleo no satisfaga los requisitos de resistencia, otro núcleo de la misma tubería puede ser sometido a ensayo. En caso de que este núcleo no satisfaga la resistencia especificada, la tubería debe ser rechazada. Se deben llevar a cabo ensayos adicionales sobre otras tuberías con el propósito de determinar la aceptabilidad del lote. Cuando los núcleos cortados a partir de un tramo de tubería satisfacen los requisitos relacionados con la resistencia, los huecos que quedan al extraer los núcleos, deben taparse y sellarse por parte del fabricante, de manera tal que la sección de la tubería satisfaga todos los requisitos de esta norma. Las secciones de la tubería sellada, de tal manera, deben considerarse satisfactorias para el uso.

11.4.2 Absorción

La absorción de una muestra tomada de la pared de una tubería, determinada de acuerdo con los métodos de la norma ASTM C 497M, no debe exceder del 9 % de la masa seca según

el método A, ó de 8,5 % según el método B. Cada una de las muestras correspondientes al Método A debe tener una masa mínima de 0,1 kg debe estar libre de grietas que se puedan detectar a simple vista y debe ser representativa del espesor total de la pared de la tubería. En caso de que la muestra de absorción considerada inicialmente no satisfaga los criterios de esta norma, el ensayo de absorción deberá realizarse sobre otra muestra tomada de la misma tubería y los resultados del reensayo deben ser tomados en cuenta en lugar de los resultados originales del ensayo.

11.4.3 Reensayo de las tuberías

En caso de que un porcentaje, no mayor del 20%, de los especímenes de hormigón destinados a la realización del ensayo, no alcancen a satisfacer los requisitos de esta norma, el fabricante puede seleccionar entre su stock y eliminar cualquier cantidad de tuberías que desee, marcándolas con el propósito de no enviarlas. Los ensayos requeridos deben realizarse en el resto de las tuberías correspondientes a la orden de compra y las tuberías deben ser aceptadas si satisfacen los criterios de aceptación.

11.5 Equipos necesarios para la realización del ensayo

Todo fabricante dispuesto a entregar tuberías de acuerdo con los requisitos de esta norma, debe suministrar los equipos, instalaciones y personal necesario para la realización de los ensayos descritos en los métodos de la norma ASTM C 497M.

12 TOLERANCIAS PERMITIDAS

12.1 Diámetro nominal interno

La tolerancia del diámetro nominal interno no debe variar en $\pm 1,55$ % para las tuberías de hasta 610 mm de diámetro y no debe variar en $\pm 1,0$ %, para las tuberías mayores de 610 mm de diámetro nominal de la tubería.

12.2 Espesor de pared

Se permitirá una disminución en los espesores de las paredes de las tuberías hasta el valor que resulte mayor entre un ± 5 % y 5 mm, con respecto al espesor de pared especificado o de diseño. Un espesor mayor al requerido en el diseño no será causa de rechazo de las tuberías. Se aceptarán las tuberías que teniendo variaciones locales en el espesor que excedan las especificadas anteriormente, su resistencia según el método de los tres apoyos así como su recubrimiento mínimo cumplan con las especificaciones contenidas en esta norma.

12.3 Longitud en dos lados opuestos

Las variaciones en la longitud útil en dos lados opuestos de la tubería no debe ser superior a 16 mm para todos los tamaños hasta de 600 mm de diámetro interno; y no más de 10 mm/m de diámetro interno para los tamaños mayores con un valor máximo de 16 mm en cualquier longitud de tubería de hasta 2 100 mm de diámetro interno; y un máximo de 19 mm para diámetros internos a partir de 2 250 mm. Se exceptúa cuando el cliente solicite tuberías chaflanadas para colocar en curvas.

12.4 Longitud de la tubería

La variación negativa en la longitud de un tramo de tubería no debe ser superior a 10 mm por metro, con un máximo de 13 mm para cualquier longitud de tubería. Independientemente

de la variación positiva o negativa en cualquier tubería, los requisitos sobre recubrimiento deben respetarse (véase 8 y 12).

12.5 Posición y área de refuerzo

12.5.1 Posición

La variación máxima en la posición del refuerzo deberá ser la que resulte mayor entre 13 mm o 10 % de espesor de la pared. Las tuberías que tengan variaciones en la posición del refuerzo que excedan aquellas establecidas anteriormente, deben aceptarse siempre y cuando se satisfagan los requisitos de resistencia obtenidos según el método de los tres apoyos con un espécimen representativo. No obstante, en ningún caso, el recubrimiento sobre el refuerzo circunferencial deberá ser inferior a 6 mm cuando se mide en el extremo de la espiga, ó de 12 mm cuando se mide en cualquier otra parte de la tubería. Estos límites mínimos de recubrimiento no tienen aplicación a las superficies que casan en juntas de empaque diferentes a las de caucho o en las ranuras de los empaques en las juntas de empaques de caucho. En caso de que se emplee un refuerzo enrollado, el alambre extremo de la circunferencia enrollada puede estar en la superficie extrema de la junta.

12.5.2 Área del refuerzo

Se considerará que el refuerzo satisface los requisitos de diseño si el área, calculada sobre la base del área nominal de los alambres o de las varillas empleadas, iguala o excede los requisitos (véase 7.1, ó 7.2). El área real del refuerzo empleado puede variar con respecto al área nominal de acuerdo con las variaciones permisibles de las especificaciones estándar para el refuerzo.

Cuando se emplean dos canastas circulares una interior y, simultáneamente, una circular exterior, el área de diseño de la canasta interior puede variar hasta el límite inferior del 85 % del área del diseño de la elíptica; el área de diseño de la canasta exterior puede variar hasta el límite inferior de 51 % del área de diseño elíptica, siempre y cuando el área total de la canasta interior más la canasta exterior sea menor de 140 % del área de la canasta elíptica de diseño.

13 REPARACIONES

13.1 La tubería puede ser sometida a reparaciones por el fabricante o del contratista, en caso de que sea necesario, debido a imperfecciones originadas en el proceso de fabricación o a defectos originados durante la manipulación. Será aceptable si, en opinión del cliente, la tubería reparada satisface los requisitos de esta norma.

14 INSPECCIÓN

14.1 La calidad de todos los materiales, el proceso de fabricación deben someterse a inspección y ser debidamente aprobada por parte de un inspector designado por el cliente.

15 RECHAZO

15.1 Las tuberías serán rechazadas si no satisfacen cualquiera de los requisitos de esta norma. Las tuberías individuales pueden rechazarse por cualquiera de las siguientes causas:

15.1.1 Fracturas o grietas que pasen a través de la pared, con la excepción de una sola grieta en los extremos que no exceda la profundidad de la junta.

15.1.2 Defectos que indiquen que la dosificación, la mezcla y el moldeo no se encuentran de acuerdo con los criterios establecidos (véase 10.1); o defectos superficiales que indiquen una textura abierta como hormigueros u orificios que pueda afectar el comportamiento de la tubería.

15.1.3 Los extremos de la tubería no son perpendiculares a las paredes y a la línea central de la tubería, dentro de los límites correspondientes a las tolerancias establecidas (véase 12.3 y 12.4).

15.1.4 Extremos dañados o con fisuras que afecten la ejecución satisfactoria de la junta.

15.1.5 Cualquier fisura superficial que tenga un ancho superficial de 0,3 mm o más, y que se extienda por una longitud de 300 mm o más, independientemente de su posición en la pared de la tubería.

16 ROTULADO

16.1 La siguiente información deberá estar colocada de una manera legible, en cada una de las tuberías:

16.1.1 La clase y diámetro de la tubería

16.1.2 Fecha de fabricación

16.1.3 Nombre o marca registrada del fabricante

16.1.4 Identificación de la planta de fabricación

16.2 Uno de los extremos de cada tubería con refuerzo por cuadrante o elíptico; debe marcarse claramente durante el proceso de fabricación o inmediatamente después de él, tanto en la cara interna como en la externa de las paredes opuestas a lo largo del eje menor del refuerzo elíptico ó a lo largo del eje vertical del refuerzo por cuadrantes.

16.3 En las tuberías con refuerzo elíptico o por cuadrantes se marcará en los extremos en la parte interior y exterior, la posición de la clave de instalación.

16.4 El rótulo debe encontrarse indentado en la tubería, o pintado con pintura a prueba de agua.

17 PALABRAS CLAVES

Tubería circular, carga D, tubería, hormigón armado, tuberías para alcantarillado.

18 DOCUMENTO DE REFERENCIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Philadelphia, Standard Specification for Reinforced Concrete Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe, 1994 (ASTM C 76M y ASTM C 76).

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricados en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interior lisa - Dimensiones

ICS-23.040.01 Tuberías y comportamiento de tuberías en general

Agosto, 1999

Correspondencia:

Esta norma es idéntica a la norma DIN 16961 Thermoplastics pipes and fitting with profiled outer and smooth inner surfaces - Dimensions

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La elaboración de la Norma Boliviana **NB 707 - 99 “Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interna lisa – Dimensiones”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 12.16 “Tuberías y accesorios de plástico”.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Jorge Bravo	AGUAS DEL ILLIMANI (ANESAPA)
Francisco Cuba	DIGESBA – VMSB - MVSB
Félix Zubieta	PLASMAR S.A.
Ángel Torrico	PLASMAR S.A.
Antonio del Villar	TUBOMAX BOLIVIANA
Gregorio Carvajal	I. I. S. – UMSA
Fernando Carazas	I. I. S. – UMSA
Jaime Sánchez G.	DUCTEC S. R. L
Alcides Franco	A. B. I. S.
Marcelo Terrazas	F.N.D.R.
Federico Koelbl	PLAMAT S.A.
Julio Cardozo	PLAMAT S. A.
Chung Chul Ug	BELEN S.R.L
Maria Antonieta de Humeres	PLASTISUR
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Silvia Ortuño	MARIENCO S.R.L.
José Antonio Pérez	V.I.C.I.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 1999 - 03 - 26

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 1999 - 04 - 29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva de IBNORCA 1999 - 08 -10

ÍNDICE

Página

1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	91
2	REFERENCIAS	91
3	DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA	91
3.1	Definiciones	91
3.1.1	Tubería flexible	91
3.1.2	Superficie interna lisa	91
3.1.3	Tubería formada con perfil	91
3.1.4	Longitud efectiva	91
3.1.5	Tipos de unión	92
3.1.6	Rigidez anular S_{R24}	92
3.1.7	Diámetro nominal	92
3.1.8	Diámetro interno d_i	92
3.1.9	Diámetro externo D_e	92
3.1.10	Espiga	92
3.1.11	Campana	92
3.1.12	Curva	92
3.1.13	Serie R 10	92
3.1.14	Serie R 20	92
3.1.15	Longitud	93
3.1.16	Transiciones	93
3.1.17	Derivación	93
3.1.18	Ramal	93
3.2	Terminología	93
4	SERIES DE TUBERÍAS	93
4.1	Serie de tuberías perfiladas	93
5	DIMENSIONES Y DESIGNACIÓN	94
5.1	Tuberías	94
5.1.1	Diámetro interno y otras dimensiones	94
5.1.2	Longitudes	96
5.1.3	Características técnicas del perfil	96
5.1.4	Marcado	97
5.2	Accesorios y piezas formadas	97
5.2.1	Códigos de identificación de accesorios	97
5.2.2	Codos	97
5.2.3	Derivaciones de 45° (YEES)	98
5.2.4	Derivaciones con silleta	100
5.2.5	Acoples y transiciones	100
5.2.6	Adaptador para PEAD	101
6	TIPOS DE UNIÓN	102
7	BIBLIOGRAFÍA	103
	Anexo A (informativo)	105

Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interna lisa – Dimensiones**1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma especifica los requerimientos dimensionales para tuberías extraídas de materiales termoplásticos tales como PEAD, PVC-U, PP y otros que cumplan la condición termoplástica; con exterior perfilado e interior liso y para accesorios fabricados con esta tubería. Estas tuberías deberán cumplir además con la NB 708.

Estas tuberías y accesorios se pueden utilizar tanto enterradas, como en la superficie.

Para uso en áreas específicas como el trasvase de fluidos a baja presión, drenajes, alcantarillados, sistemas de ventilación, y otros, las tuberías y accesorios que cumplen las dimensiones establecidas en esta norma, deberán cumplir además, las normas y requisitos específicos de instalación y aplicación correspondientes a cada caso.

2 REFERENCIAS

NB 708 Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricados en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interna lisa - requisitos técnicos.

3 DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA**3.1 Definiciones****3.1.1 Tubería flexible**

Son aquellas tuberías que se pueden deformar hasta un 30% de su diámetro interno sin sufrir fisuras, agrietamientos, ni otros daños en su constitución.

3.1.2 Superficie interna lisa

Es aquella en que la relación (μ / di) es igual o menor a 0,000165 (donde “ μ ” es la rugosidad promedio y “di” es el diámetro interno, ambos en unidades consistentes).

3.1.3 Tubería formada con perfil

Es la tubería fabricada por medio de ensamblado helicoidal de una banda estructural mediante una máquina que además de fijar el diámetro, efectúa la unión mecánica de los bordes espiga y campana de la banda aplicando sobre éstos un pegamento, para producir una soldadura química.

3.1.4 Longitud efectiva

Es la porción longitudinal de tubería que está en contacto con el fluido que transporta.

3.1.5 Tipos de unión

CA (Unión cementada): Es la junta en la que se utiliza pegamento (polimerizador) que actúa como soldadura química permitiendo estanqueidad.

AG (Unión con anillo de goma): Es una junta entre dos tuberías, o entre tubería y accesorio en la que media un elemento elástico llamado empaque, el cual permite la estanqueidad.

Br (Brida): Dispositivo mecánico formado por dos anillos simétricos que se unen entre sí por medio de pernos y entre los cuales media un elemento elastomérico para lograr la estanqueidad.

3.1.6 Rigidez anular S_{R24}

Dimensión indicativa estática de la tubería, que relaciona la fuerza aplicada y la deformación producida en el diámetro.

3.1.7 Diámetro nominal

Diámetro de designación de la tubería para efectos comerciales.

3.1.8 Diámetro interno di

Distancia promedio de pared interior a pared interior de tubería, estos valores y sus tolerancias están especificadas en la tabla 2, pudiendo existir diámetros interiores con variación milímetro a milímetro, por acuerdo entre productor y consumidor, manteniendo las tolerancias dentro los límites establecidos en la norma.

3.1.9 Diámetro externo De

Es el diámetro interno más dos veces la altura del perfil.

3.1.10 Espiga

Parte que ingresa dentro de la campana, para permitir el acoplamiento entre dos tuberías.

3.1.11 Campana

Parte con diámetro mayor al de la tubería para permitir el acoplamiento entre dos tuberías.

3.1.12 Curva

Arco de desviación menor a 45 °.

3.1.13 Serie R 10

Conjunto de perfiles con los que se puede fabricar tuberías de 100 mm hasta 630 mm, cumpliendo con los valores de rigidez anular establecidos en la tabla 1.

3.1.14 Serie R 20

Conjunto de perfiles con los que se puede fabricar tuberías de 631 mm hasta 2 800 mm, cumpliendo con los valores de rigidez anular establecidos en la tabla 1.

3.1.15 Longitud

L_1 : Longitud total de la sección transversal del anillo usado para la unión en las tuberías perfiladas.

L_2 : Longitud de la sección transversal del anillo de unión que entra en la tubería y equivale a $L_1 / 2$.

3.1.16 Transiciones

Accesorio que permite la unión de dos tuberías o tubería y accesorio de diferente diámetro.

3.1.17 Derivación

Accesorio que permite la conexión de un afluente o un efluente a la tubería principal (puede ser tipo "Y" o montura).

3.1.18 Ramal

Accesorio que permite la conexión de un afluente o un efluente a la tubería principal (puede ser tipo "Y" o montura).

3.2 Terminología

d_i	Diámetro interno
D_e	Diámetro externo
DN	Diámetro nominal
PVC rígido	Policloruro de vinilo libre de plastificante
S_{R24}	Rigidez anular a las 24 horas
L	Longitud
r	Radio de la tubería
r_i	Radio interior
PS	Rigidez teórica de la tubería, en kPa

$$PS = F / \Delta y \leq E I / 0,149 r^3$$

donde:

F	Carga aplicada, en N/m
Δy	Deformación vertical del diámetro, en m
E	Módulo de elasticidad del termoplástico, en kN/m ²
I	Momento de inercia, en m ⁴ /m
r	radio de la tubería, en m

4 SERIES DE TUBERÍAS

4.1 Serie de tuberías perfiladas

Las tuberías se clasifican según su rigidez anular S_{R24} , de acuerdo a lo especificado en la tabla 1, con graduación basada en la serie R 10 (según DIN 323 Parte1).

Tabla 1 - Rigidez mínima de la tubería

Serie de tubería perfilada	Rigidez anular S_{R24} kN/m²	Rigidez de la tubería PS KPa
1	2	13,4
2	4	26,8
3	8	53,7
4	16	107,4
5	31,5	211,4
6	63	422,8
7	125	838,9

S_{R24} es un parámetro necesario para el diseño de la tubería. La rigidez de tuberías con exterior perfilado, con pared de alma celular o de diferente composición de materiales, no puede ser calculada con suficiente exactitud, se determina este parámetro midiendo la deflexión según lo descrito en la NB 708.

5 DIMENSIONES Y DESIGNACIÓN

5.1 Tuberías

5.1.1 Diámetro interno y otras dimensiones

La denominación y clasificación de las tuberías se hace en relación con el diámetro interno, según los siguientes rangos: en la serie R 10, (d_i) varía de $d_i = 100$ mm hasta $d_i = 630$ mm y en la serie R20, desde $d_i = 631$ mm hasta $d_i = 2\,800$ mm. Las dimensiones nominales, diámetros internos de control y las tolerancias se muestran en la tabla 2 y son aplicables a cualquier conjunto de perfiles.

Tabla 2 - Dimensiones de control y tolerancias según el diámetro nominal y diámetro interno de la tubería

Dimensiones en mm

Diámetro nominal	Diámetro Interno	Tolerancias ²		
		Límite inferior	Limite superior	
DN	Di	Series 1 a 7	Series 1 a 4	Series 5 a 7
100	100	- 3	+1	+ 2
125	125	- 3	+2	+ 2
150	150 ¹	- 4	+2	+ 3
150	160	- 4	+2	+ 3
200	200	- 5	+3	+ 4
250	250	- 4	+4	+ 5
300	300 ¹	- 8	+4	+ 6
300	315	- 8	+5	+ 6
350	350 ¹	- 9	+5	+ 7
400	400	- 10	+6	+ 8
450	450 ¹	- 11	+7	+ 9
500	500	- 13	+7	+ 10
600	600 ¹	- 15	+9	+ 12
600	630	- 16	+9	+ 13
700	700 ¹	- 18	+ 10	+ 14
700	710	- 18	+ 11	+ 14
800	800	- 20	+ 12	+ 16
900	900	- 23	+ 13	+ 18
1 000	1 000	- 25	+ 15	+ 20
1 200	1 200 ¹	- 30	+ 18	+ 24
1 200	1 250	- 31	+ 19	+ 25
1 400	1 400	- 35	+ 21	+ 28
1 500	1 500	- 38	+ 22	+ 30
1 600	1 600	- 40	+ 24	+ 32
1 800	1 800	- 45	+ 27	+ 36
2 000	2 000	- 50	+ 30	+ 40
2 200	2 200	- 55	+ 33	+ 44
2 200	2 240	- 56	+ 34	+ 45
2 400	2 400	- 60	+ 36	+ 48
2 500	2 500	- 63	+ 37	+ 50
2 600	2 600	- 65	+ 39	+ 52
2 800	2 800	- 70	+ 42	-
3 000	3 000	- 75	+ 45	+ 60

Notas

1 Estos diámetros no cumplen con las series R10 o R20 según DIN 323 Parte 1.

2 Las desviaciones han sido calculadas usando las siguientes fórmulas:

	límite inferior	límite superior
Series 1 a 4:	- 0,025 di	+ 0,015 di
Series 5 a 7:	- 0,025 di	+ 0,020 di

Para diámetros diferentes a los definidos, se deberá indicar la serie y valor de rigidez anular de la tubería, de acuerdo a la tabla 1.

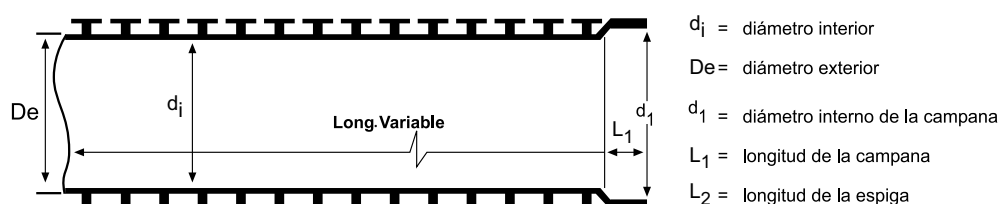
En casos especiales, se podrá fabricar tuberías y accesorios con diámetros internos no comprendidos en la tabla 2, siempre y cuando se cumpla con los requisitos de rigidez estipulados en la tabla 1.

El fabricante podrá determinar libremente el tipo de perfil (por ejemplo por dentro liso, por fuera con perfil, o por dentro y por fuera liso y el perfil dentro del espesor de la pared).

Las tuberías tendrán una campana y una espiga en cada extremo, de los tipo A y tipo B de la presente norma, o podrán tener solamente una o dos espigas, una en cada extremo tipo C, según lo determinado en la figura 1. Las dimensiones d_i , D_e , L_1 y L_2 serán definidas por el fabricante, al igual que el espesor de pared en tuberías de pared externa perfilada.

Tipo "A" con espiga y campana para soldadura

Tipo "B" con espiga y campana para anillo de goma



Tipo "C" con espiga para soldadura o anillo de goma

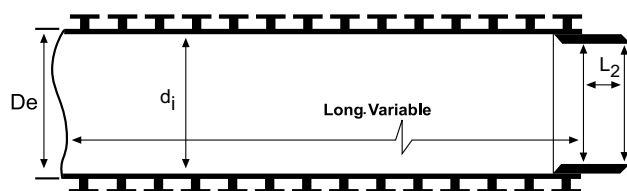


Figura 1 – Tipos de tuberías

5.1.2 Longitudes

Las tuberías tendrán una longitud total de 2 m, 3 m, 4 m, 5 m, 6 m, 10 m y 12 m, con una tolerancia de + 50 mm a 23 ° C. También podrán tener otras longitudes según acuerdo para cada caso específico. Los extremos de las tuberías deberán estar cortados a escuadra con relación a su eje longitudinal.

5.1.3 Características técnicas del perfil

Las características técnicas y dimensiones del perfil empleado podrán ser definidas a criterio del fabricante, debiendo ser claramente descritas en hojas técnicas específicas para cada caso.

Se debe cumplir los valores correspondientes a la rigidez anular mostrados en la tabla 1 según la serie de tuberías.

5.1.4 Marcado

Las tuberías y accesorios deberán tener marca visible e indeleble con la siguiente información como mínimo:

- Marca del fabricante
- País de procedencia
- Diámetro nominal
- Referencia a la presente norma (NB 707)
- Serie N°
- Tipo de material de fabricación de la tubería
- Tipo de unión
- Mes y año de fabricación

5.2 Accesorios y piezas formadas

Los accesorios serán fabricados mediante la unión ensamblada de segmentos de tubería; estas uniones deberán ser herméticas y tener la misma resistencia que la tubería de la que se fabrican. Su rigidez anular será por lo menos similar a la de la tubería empleada. Esto se aplica para accesorios con conexión formada por una espiga insertada en su extremo. Las dimensiones de los accesorios segmentados serán las especificadas en los apéndices y tablas correspondientes.

Los accesorios no serán necesariamente iguales a los diseños e ilustraciones presentados en esta norma.

En los casos en que el accesorio tenga dos o más diámetros interiores y/o características especiales fuera de las citadas en esta norma, se deberá detallar especificando claramente todas las dimensiones del accesorio.

Los accesorios se deben marcar de manera similar a las tuberías.

5.2.1 Códigos de identificación de accesorios

Tipo A con espiga, campana para soldadura.

Tipo B con espiga, campana para unión con anillo de goma.

Tipo C con espiga en ambos extremos.

(véase 6 - tipos de unión)

Para identificar los accesorios se empleará la siguiente codificación:

Codos o curvas	Codo o curva (ángulo)
Ramales o derivaciones	Yee, Tee o silleta
Acoples uniones	Copla o niple
Reducciones	Reducción (DN ₁ , DN ₂)

5.2.2 Codos

Tipo A con espiga, campana para soldadura.

Tipo B con espiga, campana para unión con anillo de goma.

Tipo C con espiga en ambos extremos.

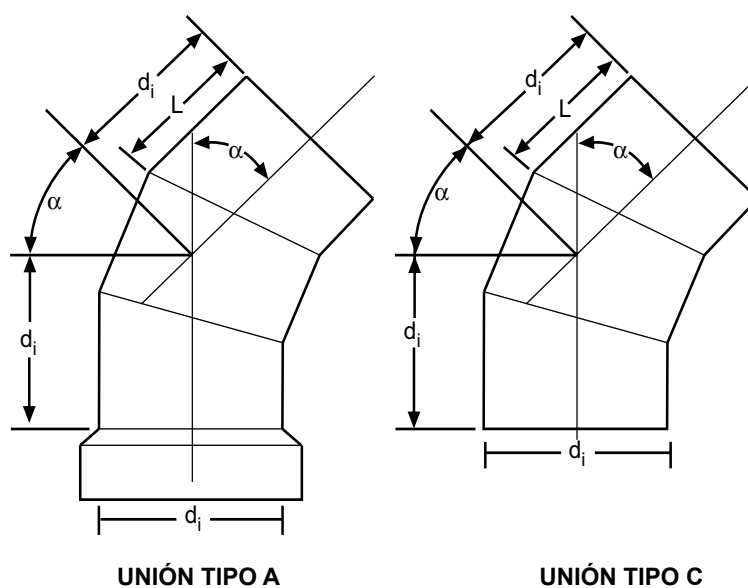


Figura 2 - Codos segmentados

Tabla 3 - Codos segmentados

Dimensiones en mm

Diámetro Nominal DN	Diámetro interno di	L (longitud)					
		Número de segmentos					
		2	2	3	3	4	4
		$\alpha = 15^\circ$	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$	$\alpha = 75^\circ$	$\alpha = 90^\circ$
<300	<300	Fabricación especial según acuerdo					
300	300	40	85	125	175	230	300
300	315	42	90	132	185	245	315
350	350	45	98	145	205	270	350
400	400	50	110	165	230	305	400
450	450	58	125	185	260	345	450
500	500	65	135	205	290	385	500
600	600	80	160	245	345	460	600
600	630	83	168	260	365	485	630
700	700	90	185	290	405	535	700
700	710	92	192	295	410	545	710
800	800	105	215	330	460	615	800
900	900	120	240	370	520	690	900
1 000	1 000	130	265	415	575	770	1 000
1 200	1 200	160	320	495	695	920	1 200
> 1 200	> 1 200	Fabricación especial según acuerdo					

5.2.3 Derivaciones de 45° (YEES)

Tipo A con espiga, campana para soldadura.

Tipo B con espiga, campana para unión con anillo de goma.

Tipo C con espiga en ambos extremos.

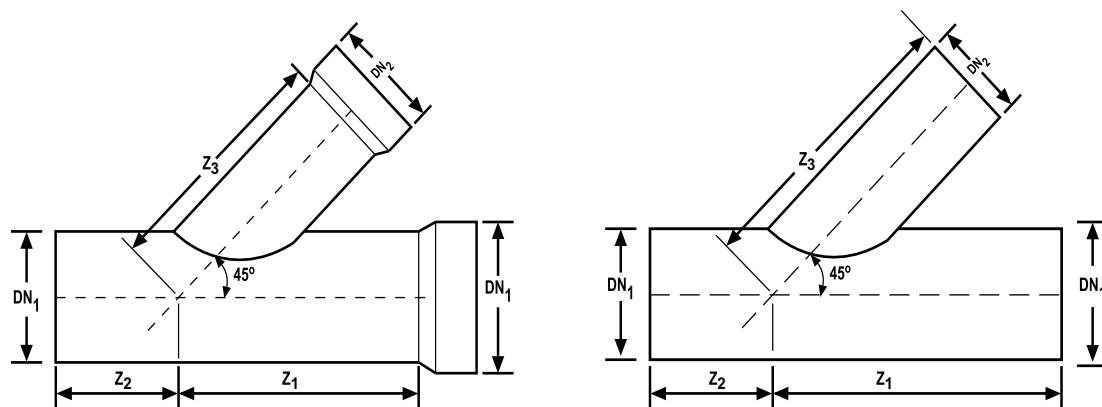


Figura 3 - Ramales Yees de 45 °

Tabla 4 - Ramales Yees de 45 °

Dimensiones en mm

Diámetro nominal DN1 ¹	Diámetro Interno di1	Diámetro nominal DN2 ¹	Diámetro Interno di2	Z ₁	Z ₂	Z ₃
<300	<300	Fabricación especial según acuerdo				
300	300	250	250			
300	315	300	300	750	350	750
350	350	300	315			
		350	350			
		250	250			
400	400	300	300			
450	450	300	315	900	400	900
		350	350			
		400	400			
		450	450			
		250	250			
		300	300			
		300	315			
500	500	350	350	1 000	400	1 000
		400	400			
		450	450			
		500	500			
		250	250			
		300	300			
		300	315			
600	600	350	350	1 200	450	1 200
600	630	400	400			
		450	450			
		500	500			
		600	600			
		600	630			

Tabla 4 (final)

Diámetro nominal DN1 ¹	Diámetro nominal di1	Diámetro nominal DN2 ¹	Diámetro nominal di2	Z ₁	Z ₂	Z ₃
		250	250			
		300	300			
		300	315			
		350	350			
700	700	400	400			
700	715	450	450	1 400	500	1 400
800	800	500	500			
		600	600			
		700	700			
		700	700			
		800	800			
> 800	> 800	Fabricación especial según acuerdo				

¹ DN1 > DN2

El pegamento y materiales a emplearse en la fabricación y montaje de la silleta deberán ser compatibles con el de la tubería base y su fabricación y montaje debe garantizar total hermeticidad del accesorio y su acople a la tubería.

5.2.4 Derivaciones con silleta

Las derivaciones se pueden hacer con una silleta de acuerdo a la figura 16 del Anexo A. La montura debe tener un radio interior (ri) igual al radio exterior (Re) de la tubería principal en lámina sólida de PVC; la espiga podrá ser construida con tubería de PVC sólido de diámetro nominal según sea el requerimiento de la instalación.

5.2.5 Acoples y transiciones

Tipo A con espiga, campana para soldadura.

Tipo B con espiga, campana para unión con anillo de goma.

Tipo C con espiga en ambos extremos.

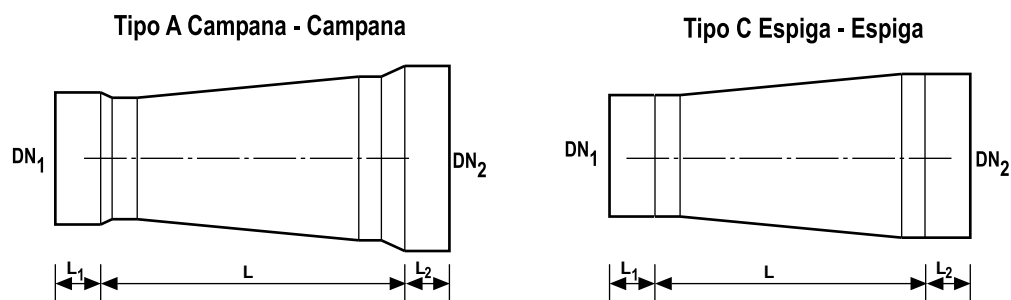
**Figura 4 - Acoples y transiciones**

Tabla 5 - Acoples y transiciones

Dimensiones en mm

Diámetro Nominal	Diámetro Interno	Diámetro nominal	Diámetro interno	L
DN 1	di1	DN 2	di2	
<300	<300	Fabricación según acuerdo		
300	300	400	400	350
300	315	500	500	700
		500	500	350
400	400	600	600	700
		600	600	700
		500	600	350
500	500	600	630	350
		600	600	700
		700	715	700
		700	700	400
600	600	700	715	350
600	630	800	800	750
700	700	800	800	350
700	715	900	900	750
		900	900	350
800	800	1 000	1 000	750
> 800	> 800	Fabricación según acuerdo		

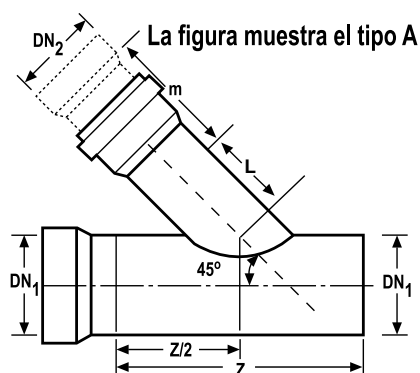
5.2.6 Adaptador para PEAD

Tipo A con espiga, campana para soldadura.

Tipo B con espiga, campana para unión con anillo de goma.

Tipo C con espiga en ambos extremos.

Los adaptadores para PEAD serán desarrollados en base a una sección de tubería, con diámetro nominal (o diámetro interior) según lo especificado en la tabla 2 y un acople campana-recto para poder conectar a la tubería que tenga diámetro externo compatible. La unión en este tipo de acoples debe hacerse con material compatible para poder sellar y garantizar cierre hermético.



La figura muestra el tipo C

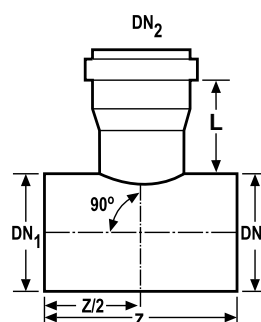


Figura 5 – Adaptadores

Tabla 6 - Adaptadores

Diámetro nominal	Diámetro Interno	Diámetro nominal	Diámetro interno	L
DN 1	di1	DN 2	di2	
<300	<300	Fabricación según acuerdo		
300	300	400	400	350
300	315	500	500	700
400	400	500	500	350
400	400	600	600	700
400	400	500	630	350
500	500	600	600	350
500	500	600	630	350
500	500	700	700	750
500	500	700	715	700
600	600	700	700	400
600	600	700	715	350
600	630	800	800	750
700	700	800	800	350
700	715	900	900	750
800	800	900	900	350
800	800	1 000	1 000	750
> 800	> 800	Fabricación según acuerdo		

6 TIPOS DE UNIÓN

Las tuberías y accesorios objeto de esta norma, serán unidos mediante unión soldada (véase figura 6 a figura 8) o mediante la inserción de un elemento de acople incrustado dentro la campana, con un anillo de sello; que puede ser de cualquier material que garantice cierre hermético y por lo menos el mismo tiempo de vida útil que la tubería. La soldadura se hará de acuerdo a las especificaciones mostradas en las figuras que se citan a continuación.

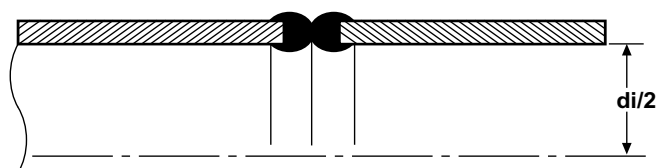


Figura 6 - Soldadura a tope con herramienta caliente

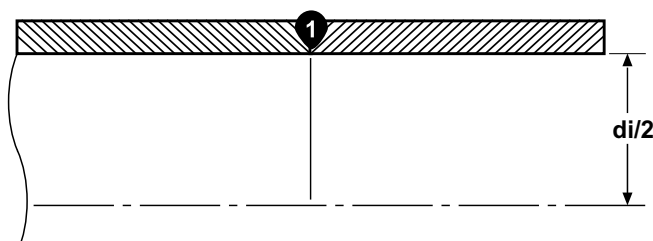


Figura 7 - Soldadura a tope tipo "V" (Para diámetros mayores, se usará soldadura a tope tipo "X")

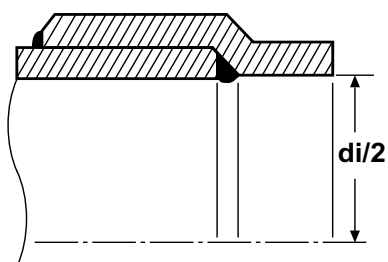


Figura 8 - Soldadura en campana

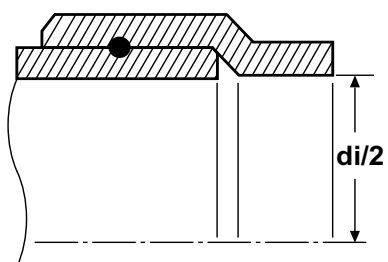


Figura 9 - Junta flexible con sello anular

7 BIBLIOGRAFÍA

La presente norma esta basada en la norma alemana DIN 16 961: Parte I « Tuberías y piezas formadas de materiales termoplásticos con exterior perfilado y superficie interna lisa. Dimensiones»

DIN 323 : Parte 1
DIN 16 961 : Parte 1
DIN 16 961 : Parte 2
DIN 19 534 : Parte 1
DIN 19 531 : Parte 1
DVS 2 207 : Parte 1
DVS 2 209 : Parte 1

Anexo A (informativo)

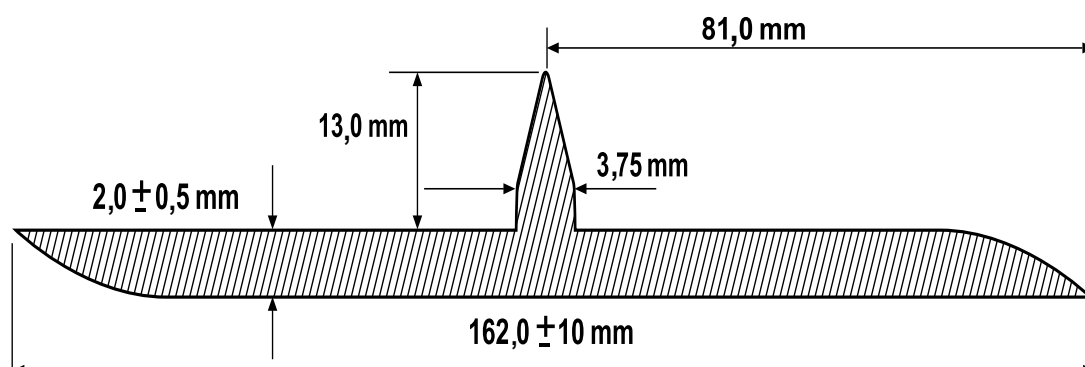


Figura 10 - Anillo de unión con pegamento, perfil T (para todo diámetro)

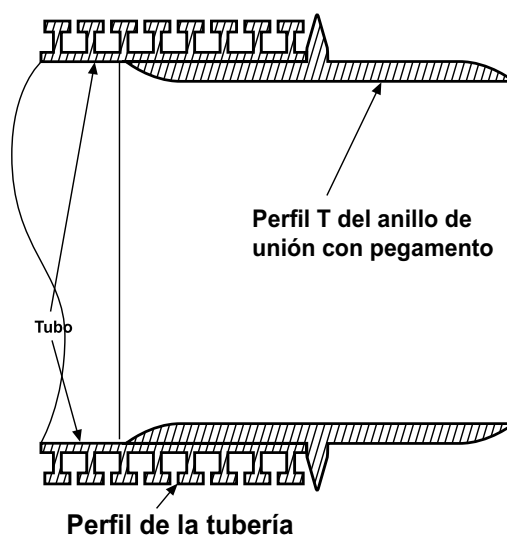


Figura 11 - Unión tipo "C" con perfil en t (con ambas terminales lisas, juntas soldadas)

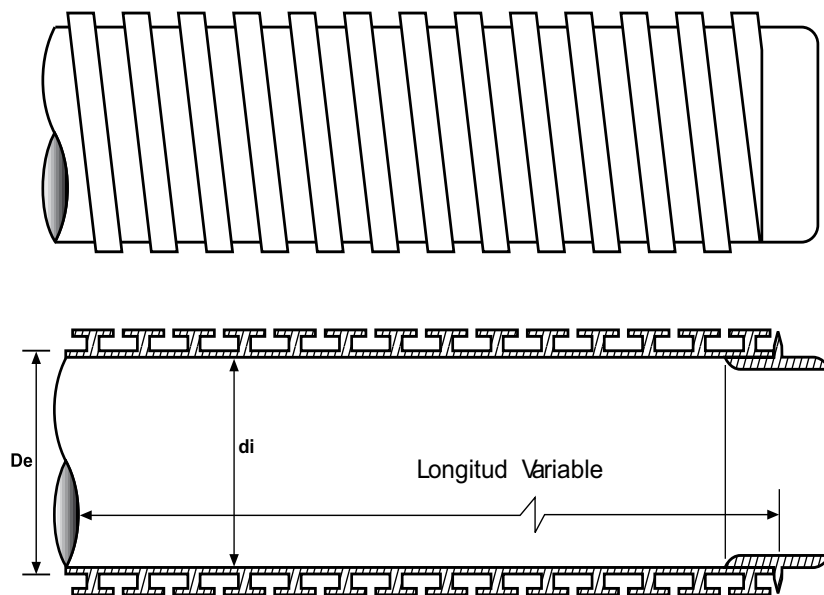


Figura 12 - Tubería con unión tipo "C" de perfil T

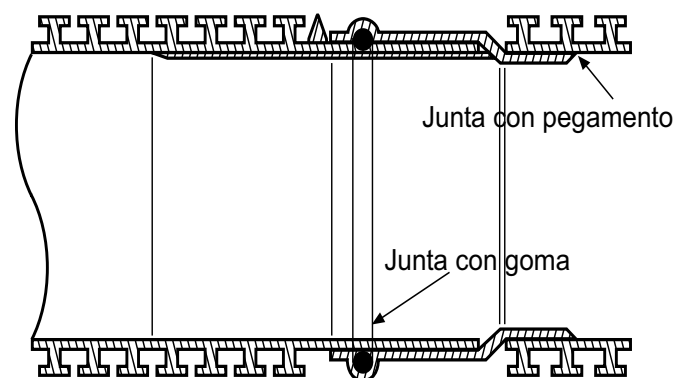


Figura 13 - Unión tipo "B" campana AG con accesorio de transición (con empaque de goma)

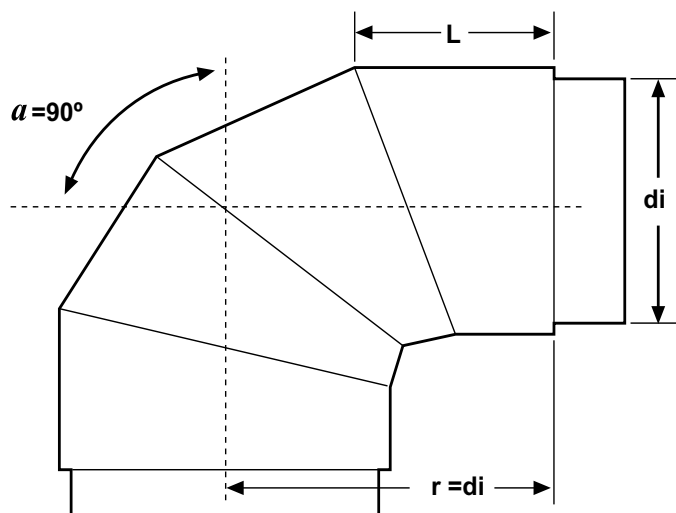


Figura 14 - Codo 90° unión tipo "C" espiga (dimensiones en la tabla 3)

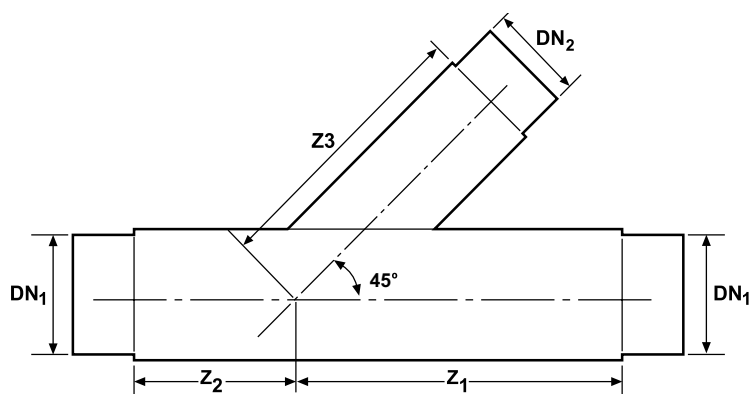


**Figura 15 - Yee de 45° unión espiga (con las tres terminales espiga)
(dimensiones en la tabla 4)**

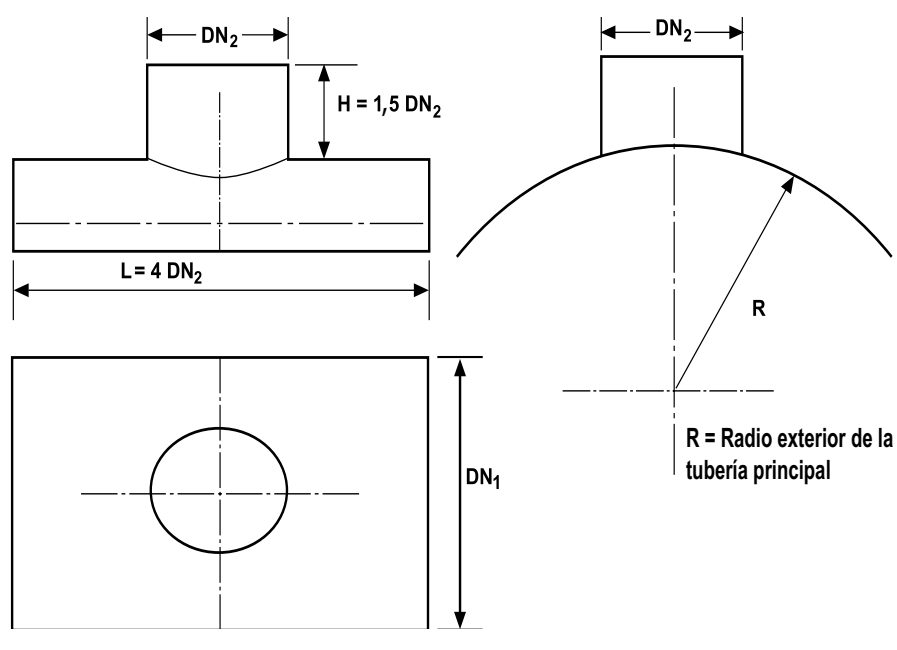


Figura 16 - Derivaciones (monturas)

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienzudo y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricados en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interior lisa - Requisitos técnicos

ICS 23.040.01 Tuberías y componentes de tuberías en general

Agosto, 1999

Correspondencia:

Esta norma es idéntica a la norma DIN 16961 - 2 Thermoplastics pipes and fittings with profiled outer and smooth inner surfaces - Technical delivery conditions



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La elaboración de la Norma Boliviana **NB 708-99 “Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interna lisa – Requisitos técnicos”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 12.16 “Tuberías y accesorios de plástico”.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Jorge Bravo	AGUAS DEL ILLIMANI (ANESAPA)
Francisco Cuba	DIGESBA – VMSB - MVSB
Félix Zubieta	PLASMAR S.A.
Ángel Torrico	PLASMAR S.A.
Antonio del Villar	TUBOMAX BOLIVIANA
Gregorio Carvajal	I. I. S. – UMSA
Fernando Carazas	I. I. S. – UMSA
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Federico Koelbl	PLAMAT S.A.
Julio Cardozo	PLAMAT S. A.
Jaime Sánchez Guzmán	DUCTEC S. R. L
Cheng Chul Ug	BELEN S.R.L
Alcides Franco	A. B. I. S.
Marcelo Terrazas	F.N.D.R.
Maria Antonieta de Humeres	PLASTISUR
Silvia Ortuño	MARIENCO S.R.L.
José Antonio Pérez	V.I.C.I.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 1999 - 03 - 26

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 1999 - 04 - 29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva de IBNORCA 1999 - 08 -10

ÍNDICE

Página

1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	113
2	REFERENCIAS	113
3	DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA	113
3.1	Definiciones	113
3.1.1	Coeficiente de deformación (δ).....	113
3.1.2	Punto de fluencia	113
3.2	Terminología	113
4	MATERIALES.....	114
4.1	Material de moldeo	114
4.2	Material de los empaques.....	114
4.3	Otros tipos de unión.....	114
4.4	Soldadura para accesorios de PEAD y PP.....	114
5	REQUISITOS.....	114
5.1	Apariencia.....	114
5.2	Propiedades mecánicas	114
5.2.1	Rigidez anular.....	114
5.2.2	Punto de fluencia	115
5.3	Estanqueidad en las uniones.....	115
5.3.1	Estanqueidad con presión interna	115
5.3.2	Estanqueidad con presión externa	116
5.4	Resistencia a la penetración de raíces.....	116
5.5	Melt flow index (índice de fluidez) en tuberías y accesorios de PEAD y PP	116
5.6	Acabado.....	116
5.7	Color	116
5.8	Dimensiones	116
5.9	Soldabilidad de las tuberías de PEAD y de PP	116
6	MÉTODOS DE ENSAYO.....	116
6.1	Apariencia.....	116
6.2	Propiedades mecánicas	116
6.2.1	Rigidez anular de la tubería.....	117
6.2.2	Punto de fluencia	119
6.2.2.1	Especímenes	119
6.2.2.2	Velocidad de prueba	119
6.2.2.3	Número de especímenes.....	119
6.2.2.4	Procedimiento.....	119
6.2.2.5	Cálculo y expresión de los resultados	120
6.3	Estanqueidad de las uniones.....	120
6.3.1	Prueba hidrostática de presión interna	120
6.3.2	Prueba hidrostática de presión externa	121
6.4	Resistencia a la penetración de raíces.....	121
6.5	Melt flow index (índice de fluidez) en tuberías y accesorios de PEAD y PP ..	121
6.6	Acabado.....	122
6.7	Color	122
6.8	Dimensiones	122
6.9	Soldabilidad de PEAD y PP	122

7	PROCEDIMIENTOS DE CONTROL	122
7.1	Generalidades	122
7.2	Control interno propio	122
7.2.1	Propiedades y frecuencia	122
7.2.2	Defectos.....	123
7.2.3	Resultados del control interno	123
7.3	Control externo	123
7.3.1	Propiedades y frecuencia	123
7.3.2	Defectos.....	124
7.3.3	Toma de muestras	124
7.3.4	Registro de resultados.....	124
8	MARCADO	125
9	BIBLIOGRAFÍA.....	125

Tubería y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interior lisa – Requisitos técnicos**1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma especifica los requisitos técnicos para tuberías extraídas de materiales termoplásticos tales como PEAD, PVC-U, PP y otros que cumplan la condición termoplástica; con exterior perfilado e interior liso; y para accesorios fabricados con esta tubería. Estas tuberías deberán cumplir además con la NB 707.

Estas tuberías y accesorios se pueden utilizar tanto enterradas, como en la superficie. Para uso en áreas específicas como el trasvase de fluidos a baja presión, drenajes, alcantarillados, sistemas de ventilación y otros, las tuberías y accesorios que cumplen los requisitos técnicos establecidos en esta norma, deberán cumplir además, las normas y requisitos específicos de aplicación e instalación correspondientes a cada caso.

2 REFERENCIAS

NB 707 Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interior lisa – dimensiones

3 DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA**3.1 Definiciones****3.1.1 Coeficiente de deformación (δ)**

Relación que existe entre la rigidez obtenida mediante ensayo según la norma y la rigidez teórica de la tubería.

Nota:

Esta relación depende del porcentaje de deflexión que sufre la tubería durante la prueba de laboratorio, como un porcentaje de su diámetro interior y se indica en la tabla 3.

3.1.2 Punto de fluencia

Es el primer esfuerzo, que puede ser menor que el esfuerzo máximo soportado por el espécimen, en el que tiene lugar un aumento de la deformación sin que el esfuerzo aumente.

3.2 Terminología

d_i	Diámetro interno, en m
Δd_i	Deformación media del d_i en la dirección perpendicular al eje, en m
L	Longitud, en m
S_{R24}	Rigidez anular a las 24 horas, en kN/m ²
PS	Rigidez de la tubería, en kN/m ²

$$PS = F / \Delta y \leq E I / 0,149 r^3$$

donde:

F	Carga aplicada, en kN
Δy	Deformación vertical del diámetro, en m
E	Módulo de elasticidad del termoplástico, en kN/m ²
I	Momento de inercia del perfil de la pared de la tubería, en m ⁴ /m
r	radio a la línea neutra de la pared de la tubería (centroide del perfil), en m

4 MATERIALES

4.1 Material de moldeo

Las tuberías y accesorios se pueden fabricar en polietileno de alta densidad PEAD (según DIN 8 075); cloruro de polivinilo no-plastificado (PVC rígido) clase 12 454 B, o tipo I grado I (según lo especificado en ASTM D 1 784); polipropileno (PP) homopolímero y copolímero (según DIN 8 078).

Es posible utilizar materiales reciclados para la fabricación de los perfiles, siempre y cuando provengan del mismo fabricante, sean de la misma formulación y tengan las mismas características técnicas. El elemento utilizado en el cierre del perfilado puede ser de otros materiales, pero debe garantizar cierre hermético.

4.2 Material de los empaques

El elemento elastomérico de toda unión debe cumplir con las especificaciones de la norma ASTM F 477 (véase figura 13, Anexo A, NB 707).

4.3 Otros tipos de unión

Otros tipos de unión (acoples, transiciones, etc.) serán aceptados, siempre que cumplan con normas técnicas específicas para cada caso.

4.4 Soldadura para accesorios de PEAD y PP

La soldadura de accesorios hechos de segmentos de tubería de PEAD y PP, deberá cumplir con los requerimientos dados en las normas DVS 2 207 parte 2, DVS 2 209 parte 1 y/o en otras normas similares o compatibles, referidas al mismo tema.

5 REQUISITOS

5.1 Apariencia

Las tuberías y accesorios deben ser rectas y de sección circular. Las paredes de las tuberías deben estar libres de burbujas, poros e imperfecciones. Los extremos de las tuberías deben estar cortados perpendicularmente al eje de la tubería.

5.2 Propiedades mecánicas

5.2.1 Rigidez anular

Para tuberías con la rigidez anular estipulada (véase tabla 1), la deformación media (Δd_i) del d_i , en dirección perpendicular al eje no debe sobrepasar el valor 0,03 d_i , cuando se ha aplicado la carga de prueba estipulada (véase 6.2.1).

Tabla 1 - Rigidez mínima de la tubería

Serie de la tubería	1	2	3	4	5	6	7
Rigidez anular S_{R24} (kN/m ²)	2	4	8	16	31,5	63	125

La rigidez anular se calcula según la ecuación 1:

$$S_{R24} = (E_{C24} \cdot I) / r^3 \quad (1)$$

donde:

E_{C24} punto de fluencia (según tabla 2), en kN/m²

I momento de inercia del perfil de la tubería, en m⁴ / m

r radio hasta el eje neutro de la pared de la tubería, en m

5.2.2 Punto de fluencia

El punto de fluencia debe alcanzar como mínimo los valores establecidos en la tabla 2.

Tabla 2 - Límites de fluencia

Duración de la prueba		Punto de fluencia mínimo del (kN/m ²) a 23 °C**			
		PEAD*	PVC* rígido	PP** homopolímero	PP** copolímero
1 minuto	$E_{CK} \geq$	8×10^5	36×10^5	12×10^5	8×10^5
24 horas	$E_{C24} \geq$	$3,8 \times 10^5$	30×10^5	$5,1 \times 10^5$	$3,6 \times 10^5$
2 000 horas	$E_{C2000} \geq$	$2,5 \times 10^5$	23×10^5	$4,2 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$
50 años	$E_{C50} \geq$	8×10^5	$17,5 \times 10^5$	$2,7 \times 10^5$	$1,2 \times 10^5$
Descripción de la prueba		Véase 6.2.2			

* Valores superiores a E_{C50} de la tabla se aceptarán si cumplen los requisitos de la norma.

** Pruebas a temperaturas superiores a 23 °C se aceptarán de instituciones autorizadas.

Para perfiles geoméricamente similares se puede determinar el módulo de fluencia en base a una muestra. La determinación de la rigidez anular por medio del método del punto de fluencia es confiable solo cuando se conoce exactamente el momento de inercia del perfil.

5.3 Estanqueidad en las uniones

5.3.1 Estanqueidad con presión interna

La estanqueidad de las uniones bajo presión interna y externa, se probará según 6.3.1 y 6.3.2 respectivamente.

Un ensamble de tubería (tubería y accesorio), que incluya unión cementada, unión con empaque elastomérico o unión con bridas, debe llenarse de agua a temperatura ambiente y someterse a la presión de prueba de 0,5 bar por 15 min (véase 6.2).

El ensamble se considera hermético si no presenta fuga de agua.

5.3.2 Estanqueidad con presión externa

Todas las uniones de las tuberías y accesorios deben satisfacer las pruebas estipuladas en la presente norma (véase 6.3).

5.4 Resistencia a la penetración de raíces

Todas las uniones de las tuberías y accesorios deben satisfacer las pruebas estipuladas en la presente norma (véase 6.4).

5.5 Melt flow index (índice de fluidez) en tuberías y accesorios de PEAD y PP

El Melt Flow Index (MFI) del material procesado se probará usando una fuerza de prueba de $50\text{ N} \pm 2\text{ N}$ a 190 °C (según DIN 53 735).

Bajo estas condiciones, el MFI $190 / 5$ del material, será de entre 0,4 g a 1,3 g por 10 min (agrupaciones MFI 0,05 y 0,10 según lo especificado en pie de página 2 de DIN 16 776 parte 1, edición de diciembre de 1984) para PEAD y menos de 2 g por 10 min para PP.

Para material no procesado, la tasa MFI no debe diferir en mas de 0,2 g por 10 min para PEAD y 0,4 g por 10 min para PP.

5.6 Acabado

Las muestras deberán someterse a una inspección visual según lo estipulado en 6.6.

5.7 Color

Las tuberías y accesorios deberán tener un color uniforme a definir por el fabricante o según el uso. Los elementos usados para el cierre del perfilado (pegamento u otros), de preferencia deberán tener un color que contraste con el color de la tubería.

5.8 Dimensiones

Las dimensiones de las tuberías y piezas formadas deben corresponder a lo dispuesto en NB 707.

5.9 Soldabilidad de las tuberías de PEAD y de PP

Las muestras deberán soldarse según lo estipulado (véase 6.9) y deberán cumplir los requisitos de DVS 2 203 parte 1.

6 MÉTODOS DE ENSAYO

Las tuberías, accesorios y uniones serán sometidas a prueba luego de por lo menos 15 h de haber sido fabricadas. Todas las pruebas se harán a la temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

6.1 Apariencia

Los requisitos de superficie serán verificados mediante una inspección visual.

6.2 Propiedades mecánicas

La aplicabilidad de los métodos de prueba descritos a continuación, será verificado para cada diseño de tubería.

6.2.1 Rigidez anular de la tubería

De cada lote de tuberías a probar, se toman tres (3) muestras de longitud igual a 2 di pero no mayor que un metro de largo, incluyendo en ambos casos un ancho de banda en cada extremo, para evitar cortar los perfiles en los extremos. Los puntos de medición serán marcados antes de la prueba; estarán ubicados uno al medio y dos a cada lado, al menos a 50 mm de cada extremo.

La fuerza de prueba se aplicará sobre el extremo superior del eje vertical de la sección de la tubería (clave o corona), perpendicular al eje longitudinal y sobre toda la longitud de la muestra. La carga a aplicar se calcula según la ecuación 2:

$$F = (S_{R24} * 0,03 * di * L) / \delta \quad (2)$$

donde:

F carga a aplicar, en kN
 S_{R24} rigidez anular (véase tabla 1), en kN/m²
 di diámetro interno, en m
 δ 0,1548 coeficiente de deformación para $\Delta di / di \leq 0,03 * di$ (según tabla 3).
 L largo del espécimen, en m

Tabla 3 - Coeficiente de deformación

Deformación $\Delta di / di$ (%)	Coeficiente de deformación (δ)
0	0,1488
1	0,1508
2	0,1528
3	0,1548
4	0,1568
5	0,1588
6	0,1608
7	0,1628
8	0,1648
9	0,1668
10	0,1688
11	0,1708
12	0,1728
13	0,1748
14	0,1768
15	0,1788

Los valores intermedios deben ser interpolados en forma lineal o calculados según la ecuación:

$$\delta = 0,002 * \Delta di + 0,148$$

donde:

Δdi deformación promedio perpendicular al eje con respecto al diámetro interno (ejemplo: 3,5 % = 3,5), $\delta = 0,1558$

Se usarán como apoyos, dos discos planos paralelos que abarquen la longitud total de la muestra (véase figura 1).

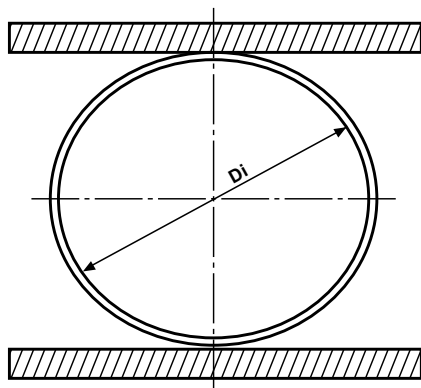


Figura 1 - Apoyo plano

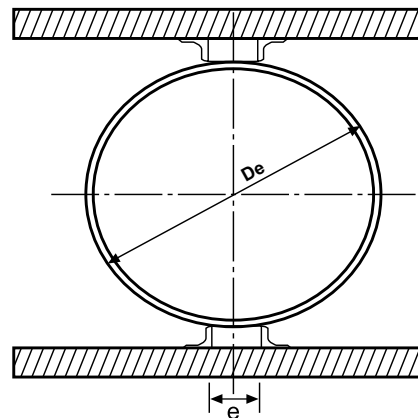


Figura 2 - Apoyo angular

También podrán usarse cuatro perfiles angulares de acero, separados una distancia no mayor a 0,05 di y dispuestos según la figura 2.

En ambos casos, los apoyos deben sujetar toda la longitud de la muestra.

La medición de las deflexiones se hará 10 min después del inicio de la prueba y a las 24 h y 10 min de aplicada la carga. La carga se retirará luego de 24 h de aplicada. Los aparatos de detección deben poder detectar deformaciones de 1 mm o menos.

Las medidas del di se deben realizar en los puntos marcados. El resultado es el valor promedio de las 3 mediciones.

La rigidez anular está relacionada con el momento de inercia de la sección de la tubería y con el módulo de elasticidad del material según la ecuación:

$$S_R = (E \cdot I) / r^3 \quad (3)$$

donde:

S_R rigidez anular, en kN/m²
 E módulo de elasticidad del material, en kN/m²
 I momento de inercia de la pared de la tubería, en m⁴ /m
 r radio hasta el eje neutro de la pared de la tubería, en m

La rigidez anular experimental se obtiene de la ecuación:

$$S_R = \delta \cdot F / (\Delta di \cdot L) \quad (4)$$

donde:

S_R rigidez anular, en kN/m²
 δ coeficiente de deformación (según ecuación 4)
 F fuerza a aplicar, en kN
 Δdi deformación promedio perpendicular al eje con respecto al diámetro interno, en m
 L largo del espécimen, en m

Una vez determinada experimentalmente la rigidez anular, se puede conocer los otros dos parámetros.

6.2.2 Punto de fluencia

Para determinar experimentalmente el módulo de fluencia se aplicará la siguiente metodología.

6.2.2.1 Especímenes

Los especímenes serán láminas preparadas por extrusión con el compuesto con que se fabrican las tuberías que se regulan en la presente norma.

Los especímenes tendrán la forma y dimensiones de la figura 3.

6.2.2.2 Velocidad de prueba

Para esta prueba, se utilizará una máquina de ensayos por tracción, cuyas mordazas tendrán una velocidad de apertura de 50 mm/min $\pm$ 10 %.

Se debe utilizar la misma velocidad para determinar esfuerzos y deformaciones en el punto de fluencia y de rotura.

6.2.2.3 Número de especímenes

Para esta prueba, se ensayarán por lo menos cinco (5) especímenes.

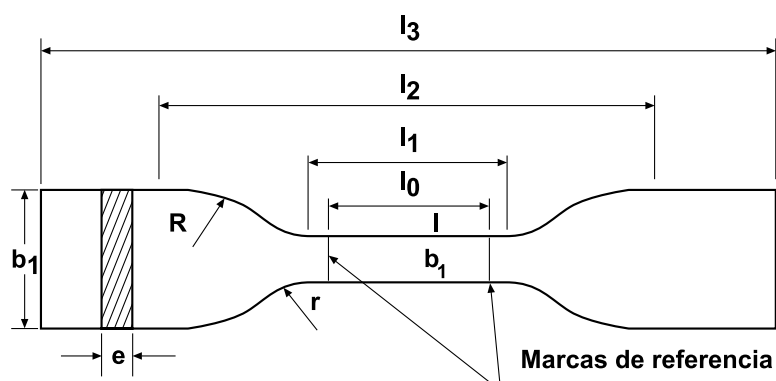
6.2.2.4 Procedimiento

Se efectúan mediciones en tres puntos del espécimen, una en la zona central y una a 5 mm de cada extremo, con una precisión de 0,01 mm, tanto al ancho como al espesor en los tres puntos antes citados.

Todos los especímenes se deben marcar en los puntos de medición de los extremos; para este efecto, en cada punto de medición se deben trazar tres marcas visibles, con una tinta inocua al material sometido a prueba. El espécimen se debe colocar en la máquina, alineado en forma coaxial con la dirección de la tracción.

Durante la prueba se registrarán los siguientes valores:

- a) La fuerza y el alargamiento correspondientes a intervalos de deformación apropiados y aproximadamente iguales en la región elástica.
- b) Fuerza en el punto de fluencia.
- c) Distancia entre marcas de referencia en el punto de fluencia, a la fuerza máxima y en rotura.
- d) Fuerza a la distancia especificada entre marcas de referencia.
- e) Fuerza en la rotura.
- f) Fuerza en el punto de fluencia convencional.



l_3 = Longitud total mínima	115	b_1 = Ancho en los extremos	25 ± 1
l_2 = Distancia inicial entre mordazas	80 ± 5	R = Radio mayor	25 ± 2
l_1 = Longitud de la parte calibrada	33 ± 2	r = Radio menor	14 ± 1
l_0 = Longitud de referencia	25 ± 1	e = Espesor mínimo 2 máximo 3	
b = Ancho de la parte calibrada	$6 \pm 0,4$		

Figura 3 - Forma y dimensiones de la probeta

6.2.2.5 Cálculo y expresión de los resultados

- a) El esfuerzo de tracción en el punto de fluencia y de rotura, se calculan a partir del área de la sección recta inicial del espécimen, utilizando la ecuación 5.

$$\sigma = F / A \quad (5)$$

donde:

- σ Esfuerzo de tracción en el punto de fluencia, o de rotura, en MPa
 F Fuerza en el punto de fluencia o de rotura, en N
 A Valor medio del área, de la sección recta inicial del espécimen, en mm²

- b) El módulo de elasticidad E_m expresado MPa se determina normalmente en la parte recta de la curva esfuerzo-alargamiento y se obtiene a partir de la expresión siguiente:

$$E_m = \frac{\text{Diferencia de esfuerzos entre dos puntos de la línea recta dibujada y que es tangente a la parte inicial de la curva}}{\text{Diferencia de alargamiento entre esos mismos dos puntos}}$$

- c) Se calcula la media aritmética de cada cinco (5) resultados y, si se solicita, la desviación típica y el intervalo de confianza de la medida, con un nivel de probabilidad de 95 %, empleando métodos estadísticos convencionales.

6.3 Estanqueidad de las uniones

6.3.1 Prueba hidrostática de presión interna

La prueba consiste en tomar un elemento formado por dos segmentos de tubería, de longitud mínima de 75 cm, entre los cuales medie una unión o accesorio y tapar cada extremo de manera que no permita fugas de agua. Los extremos del elemento deben estar debidamente anclados para evitar su deformación al momento de la prueba (véase figura 4).

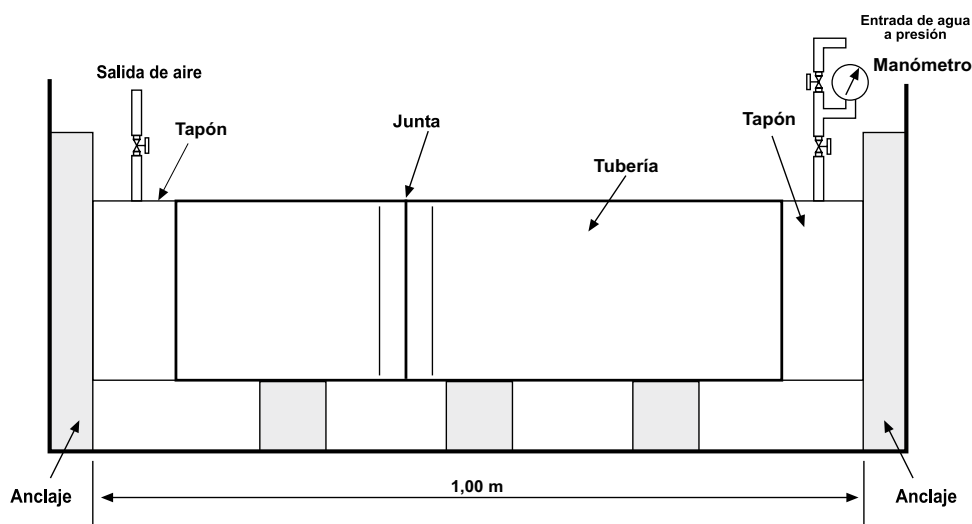


Figura 4 - Equipo de prueba

Uno de los tapones debe tener un orificio para entrada de agua y otro para purga de aire. El elemento ensamblado se llena con agua a la temperatura ambiente y luego se somete a 0,5 bar durante 15 min.

No deben presentarse señales de rotura ni fugas de agua durante el tiempo de la prueba.

Los especímenes que presenten rotura o fuga dentro de una distancia igual a 0,1 l de los tapones extremos (donde l es la longitud del ensamble), deben descartarse y se debe repetir la prueba.

Esta prueba es también válida para ensayar la resistencia a la penetración de raíces, en sitios e instalaciones que requieran este tipo de pruebas.

6.3.2 Prueba hidrostática de presión externa

Esta prueba solo se realiza en aquellas conexiones en las cuales, a raíz de la construcción del elemento de unión, se presuma un comportamiento diferente al que se produce con presión interna.

A un elemento similar al de la prueba de presión interna, sumergido en agua, se le aplicará una presión negativa de 0,5 bar durante 15 min.

Para considerar satisfactorio el resultado de esta prueba, la ganancia de líquido en el interior del elemento deberá ser cero.

6.4 Resistencia a la penetración de raíces

La resistencia a la penetración de raíces, se considerará satisfactoria con el cumplimiento de la prueba descrita en 6.3.1.

6.5 Melt flow index (índice de fluidez) en tuberías y accesorios de PEAD y PP

El Melt Flow Index (MFI) del material procesado se probará usando una fuerza de prueba de $50 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$ a $190 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (según lo especificado en DIN 53 735).

Bajo estas condiciones, el MFI 190 / 5 del material, será de entre 0,4 g a 1,3 g por 10 min (agrupaciones MFI 0,05 y 0,10 según lo especificado en pie de página 2 de DIN 16 776 parte 1, edición de diciembre de 1984) para PEAD y menos de 2 g por 10 min para PP.

Para material no procesado, la tasa MFI no debe diferir de mas de 0,2 g por 10 min para PEAD y 0,4 g por 10 min para PP.

6.6 Acabado

Las tuberías y piezas formadas, deberán someterse a una exhaustiva inspección visual, con iluminación adecuada. A esta inspección no presentarán ni corrugaciones ni estrías ni otras irregularidades, salvo las que son características del proceso de fabricación.

6.7 Color

El color se verificará de manera visual, utilizando una luz adecuada, según lo requerido en 5.7.

6.8 Dimensiones

Las dimensiones se verificarán utilizando instrumentos de medición adecuados.

6.9 Soldabilidad de PEAD y PP

Usando una herramienta adecuada, se hace una soldadura caliente a tope, la soldadura se probará según DVS 2 207 parte 2 o parte 11. La soldabilidad se probará según DVS 2 203 parte 5.

7 PROCEDIMIENTOS DE CONTROL

7.1 Generalidades

Los procedimientos de control deben asegurar que se estén cumpliendo los requisitos establecidos (véase 5). Para garantizar el adecuado cumplimiento de estas especificaciones, se establecerán un método de inspección interna propia y una inspección externa, realizada por terceros.

7.2 Control interno propio

7.2.1 Propiedades y frecuencia

El fabricante debe inspeccionar las tuberías y piezas formadas después de haber sido producidas en sus instalaciones, controlando las propiedades indicadas en tabla 4, con la frecuencia establecida.

No deben presentarse señales de ruptura ni fugas de agua durante el tiempo de la prueba. Los especímenes que presenten ruptura o fuga dentro de una distancia igual a 0,1 l de los tapones extremos (donde l es la longitud del ensamble), deben descartarse y se debe repetir la prueba.

Esta prueba es también válida para ensayar la resistencia a la penetración de raíces, en sitios e instalaciones que requieran este tipo de pruebas.

Tabla 4 - Pruebas y frecuencia del control interno propio

N°	Materia prima	Muestra para prueba		Propiedades	Frecuencia	Requisito N°	Prueba N°
		Tuberías	Piezas				
1	PEAD	si	no	índice de fluidez	cada cambio de materia prima	5.5	6.5
	PVC-U	no	no				
	PP	si	no			5.5	6.5
2	PEAD	si	si	apariencia	a toda unidad producida	5.1	6.1
	PVC-U	si	si			5.1	6.1
	PP	si	si			5.1	6.1
3	PEAD	si	si	acabado	a toda unidad producida	5.4	6.6
	PVC-U	si	si			5.4	6.6
	PP	si	si			5.4	6.6
4	PEAD	si	si	color	a toda unidad producida	5.7	6.7
	PVC-U	si	si			5.7	6.7
	PP	si	si			5.7	6.7
5	PEAD	si	no	dimensiones	Cada dos horas	5.6	6.8
	PVC-U	si	no			5.6	6.8
	PP	si	no			5.6	6.8
6	PEAD	si	no	soldabilidad	cada cambio de materia prima	5.8	6.9
	PVC-U	no	no				
	PP	si	no			5.8	6.9
7	PEAD	si	no	rigidez anular S_{r24}	cada mes	5.2.1	6.2.1
	PVC-U	si	no			5.2.1	6.2.1
	PP	si	no			5.2.1	6.2.1

7.2.2 Defectos

Si las muestras no cumplen con las especificaciones establecidas, el fabricante debe tomar las medidas correctivas del caso y en caso de haber entregado partidas de este producto defectuoso, debe notificar inmediatamente a los clientes para evitar eventuales daños posteriores.

7.2.3 Resultados del control interno

Los resultados del control interno deben ser registrados y valorados estadísticamente. Estos registros se deben guardar por lo menos cinco (5) años y estar disponibles para el estudio de la entidad que realice el control de calidad externo (ver sección 7.3).

7.3 Control externo

7.3.1 Propiedades y frecuencia

El control de calidad externo será realizado por terceros y deberá llevarse a cabo por lo menos dos (2) veces al año. El control externo debe realizarlo un laboratorio acreditado para tal fin. Los controles se detallan en la tabla 5. Además se deben revisar las condiciones del personal e instrumentos encargados del control interno.

Tabla 5 - Pruebas y frecuencia del control externo

N°	Muestra para prueba		Propiedades	Requisito N°	Prueba N°
	Tuberías	Piezas			
1	si	si	dimensiones	5.8	6.8
2	si	si	apariencia	5.1	5.1
3	si	si	rigidez anular	5.2.1	6.2.1
4	si	no	acabado	5.6	6.6
5	si	si	verificar el control interno	6.2	no
6	si	si	índice de fluidez	5.5	6.5

7.3.2 Defectos

Si los resultados del control de calidad por terceros no son satisfactorios, habrá que realizar de inmediato otra comprobación con el número de piezas de prueba que llenen los requisitos (véase tabla 5). Los defectos anotados durante el control interno que hayan sido remediados inmediatamente, no serán causa de rechazo ni amonestación.

7.3.3 Toma de muestras

Las muestras deben ser tomadas por funcionarios de la entidad encargada del control externo, de un inventario relativamente grande o de una partida de productos terminados, con alto nivel de representatividad del universo a examinar.

Además, se pueden tomar muestras sin daños, de los almacenes de algún distribuidor o del sitio de obras de algún constructor. Las muestras serán inmediatamente marcadas para evitar cualquier confusión.

La persona encargada de la inspección llevará un registro de las muestras, el cual deberá ser firmado por él y por el encargado de producción del fabricante. Este registro deberá consignar al menos la siguiente información:

- Fabricante y planta.
- En caso necesario, punto de toma de muestra.
- Nombre del artículo (designación de norma).
- Marcado identificación de las muestras.
- Lugar y fecha.
- Firmas.

7.3.4 Registro de resultados

Los resultados se presentarán en un informe que consiste en un protocolo de la inspección y un informe de la visita. Refiriéndose a esta norma, el informe debe contener la siguiente información:

- Identificación completa del material ensayado incluyendo tipo, procedencia, clasificación dada al material por el fabricante, forma e historia previa.
- Resultados de las pruebas realizadas durante la inspección y comparación según los requisitos de la presente norma.
- Firma y sello de la entidad inspectora.
- Número de especímenes ensayados.
- Conclusiones.
- Lugar y fecha.

El reporte de inspección debe ser mantenido en los archivos del fabricante y de la entidad inspectora durante cinco años, y podrá ser revisado cuantas veces sea necesario.

8 MARCADO

Las tuberías y piezas reguladas en la presente norma, deberán ser marcadas en forma visible e indeleble con la siguiente información como mínimo:

- a) Marca del fabricante
- b) País de procedencia
- c) Diámetro nominal
- d) Referencia a la norma (NB 708)
- e) N° de Serie
- f) Material de fabricación de la tubería
- g) Tipo de unión
- h) Mes y año de fabricación

9 BIBLIOGRAFÍA

La presente norma está basada en la norma alemana DIN 16 961: Parte 2 “Tuberías y accesorios termoplásticos con exterior perfilado e interior liso. Condiciones Técnicas de Despacho”.

DIN 323 Parte 1	DIN 16 776 Parte 1	DVS 2 203 Parte 1
DIN 4 033	DIN 16 961 Parte 1	DVS 2 203 Parte 5
DIN 8 061	DIN 16 961 Parte 2	DVS 2 207 Parte 2
DIN 8 075	DIN 19 534 Parte 1	DVS 2 207 Parte 11
DIN 8 078	DIN 19 537 Parte 1	

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Válvulas - Válvulas de mariposa con asiento elástico

ICS 23.060 Válvulas

Marzo, 1997

Correspondencia:

Esta norma es idéntica a la norma COPANT 1623:1996 Mecánica - Válvulas de mariposa con asiento elástico



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La elaboración de la Norma Boliviana **NB 763 - 97 “Válvulas – Válvulas de mariposa con asiento elástico”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 13.13 “Válvulas”, habiendo adoptado la Norma COPANT 1623:96 “**Mecánica – Válvulas de mariposa con asiento elástico**”.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Pedro Aliaga	ANESAPA
Waldo Peñaranda	ANESAPA
Marcelo Gonzales	DINASBA
Ramiro Altamirano	DINASBA
Fernando Carazas	I. I. S. – UMSA
Antonio del Villar	TUBOMAX BOLIVIANA
Felix Zubieta	PLASMAR S.A.
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Federico Koelbl	PLAMAT S.A.
Richard Voss	PLAMAT S. A.
Jaime Sánchez Guzmán	DUCTEC S. R. L.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 1997 - 02 - 06

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 1997 - 02 - 20

Fecha de aprobación por la Junta Directiva de IBNORCA 1997 - 03 - 04

ÍNDICE

	Página
1 GENERALIDADES.....	133
1.1 Objeto	133
1.1.1 Tipos, clases y tamaños del cuerpo de la válvula	133
1.1.1.1 Válvulas wafer	133
1.1.1.2 Válvulas de brida de cuerpo corto	133
1.1.1.3 Válvulas de cuerpo largo	133
1.1.1.4 Válvulas de terminales para junta mecánica	133
1.1.2 Definición de clasificación.....	133
1.2 Definiciones	133
1.2.1 Operador.....	133
1.2.2 Proponente	133
1.2.3 Proveedor	134
1.2.4 Presión de trabajo del fluido	134
1.2.5 Inspector	134
1.2.6 Fabricante.....	134
1.2.7 Comprador.....	134
1.2.8 Presión diferencial nominal.....	134
1.2.9 Torque requerido en el operador	134
1.2.10 Presión de cierre.....	134
1.2.11 Coeficiente de asentamiento y torque de desasiento.....	134
1.2.12 Coeficiente de torque dinámico	134
1.2.13 Coeficiente de flujo	134
1.3 Normas de referencia	134
1.4 Datos que debe establecer el proveedor.....	135
1.5 Datos que debe suministrar el fabricante o proveedor	135
1.6 Montaje	136
1.7 Certificado de cumplimiento	136
1.8 Permeabilidad	136
2 MATERIALES.....	136
2.1 Generalidades	136
2.2 Propiedades físicas y químicas	136
2.2.1 Fundición	136
2.2.2 Fundición dúctil.....	136
2.2.3 Aleación de fundición.....	136
2.2.4 Acero inoxidable	136
2.2.5 Aleación níquel-cobre	137
2.2.6 Acero al carbono.....	137
2.2.7 Acero fundido.....	137
2.2.8 Acero fabricado.....	137
2.2.9 Asientos elásticos	137
2.2.10 Bronce o Latón	137
2.3 Ensayos	137
3 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO	138
3.1 Cuerpo de la válvula	138
3.1.1 Tramo de instalación	138
3.1.2 Asientos para los rodamientos del eje.....	138
3.1.3 Cuerpos de válvulas tipo wafer.....	138

3.1.4	Juntas mecánicas	138
3.1.5	Espesores del cuerpo de la válvula	138
3.1.6	Materiales	138
3.2	Terminales de pestaña (o brida)	138
3.2.1	Dimensiones	138
3.2.2	Perforaciones.....	138
3.3	Ejes de las válvulas	138
3.3.1	Ejes.....	138
3.3.2	Conexión.....	139
3.3.3	Tamaño	139
3.3.4	Material del eje de la válvula	139
3.4	Discos de válvulas	140
3.4.1	Material de disco.....	140
3.4.2	Diseño del disco	140
3.4.3	Espesor del disco	140
3.4.4	Rebabas externas.....	140
3.5	Asientos de la válvula	142
3.5.1	Clases de presión	142
3.5.2	Asientos elásticos	142
3.5.3	Superficies de acoplamiento.....	143
3.5.4	Grapas y anillos de retención	144
3.6	Rodamiento de las válvulas.....	144
3.6.1	Rodamientos tipo manguito.....	144
3.6.2	Cojinete de empuje exterior.....	144
3.6.3	Cojinetes de empuje	144
3.6.4	Materiales autolubricantes.....	144
3.7	Sellos para los ejes.....	144
3.7.1	Diseño del sello	144
3.8	Operadores de válvula.....	145
3.8.1	Capacidad de torque	145
3.8.2	Dispositivos de tope límite	145
3.8.3	Factor de seguridad.....	145
3.8.4	Capacidad del control posicional del operador.....	145
3.8.5	Operadores manuales	146
3.8.6	Operadores eléctricos.....	147
3.8.7	Operadores de cilindro	148
4	ACABADO Y PINTURA	150
4.1	Acabado.....	150
4.2	Pintura	151
4.2.1	Superficies internas	151
4.2.2	Superficies externas	151
4.2.3	Generalidades	151
5	INSPECCIÓN, PRUEBA Y RECHAZO	151
5.1	Inspección.....	151
5.1.1	Inspección en planta.....	151
5.1.2	Certificado de cumplimiento	152
5.2	Ensayos	152
5.2.1	Pruebas de funcionamiento	152
5.2.2	Ensayos de fuga	152
5.2.3	Ensayo hidrostático	152
5.2.4	Ensayo de verificación del diseño	153
5.3	Rechazo.....	153

6	ROTULADO Y EMPAQUE	153
6.1	Rotulado	153
6.2	Empaque	153
Anexo A (Informativo) - Método sugerido para el cálculo del torque necesario para operar las válvulas de mariposa con asientos elásticos		155
Anexo B (Informativo) - Instalación, operación y mantenimiento de válvulas de mariposa con asientos elásticos		159
B.1	GENERALIDADES	159
B.2	DESCARGA DE LAS VÁLVULAS.....	159
B.3	ALMACENAMIENTO	159
B.4	INSPECCIÓN PREVIA A LA INSTALACIÓN	159
B.5	INSTALACIÓN	160
B.6	ENSAYOS.....	160
B.7	REGISTROS.....	161
B.8	OPERACIÓN	161
B.9	MANTENIMIENTO.....	161

Válvulas - Válvulas de mariposa con asiento elástico**1 GENERALIDADES****1.1 Objeto**

Esta norma contempla válvulas de mariposa con asiento elástico cuyos diámetros estén comprendidos entre 3 plg y 72 plg, con diferentes tipos de extremos y cuerpos de las válvulas; para agua dulce con un valor de pH superior a 6 y temperaturas inferiores a los 125 °F, y que sean apropiadas para soportar presiones máximas de trabajo de fluido en régimen permanente de 150 psi, y unas diferencias de presión máximas en régimen permanente de 150 psi, y velocidades máximas de 16 pies/s.

1.1.1 Tipos, clases y tamaños del cuerpo de la válvula

Las válvulas analizadas en esta norma se suministran en cuatro tipos diferentes de cuerpo de válvula y en las clases que se establecen a continuación:

1.1.1.1 Válvulas wafer. Clase 150B, y tamaños entre 3 plg y 20 plg.

1.1.1.2 Válvulas de brida de cuerpo corto. Todas las clases, en tamaños que van desde 3 plg hasta 72 plg.

1.1.1.3 Válvulas de cuerpo largo. Clase 75A, 75B, 150A y 150B, en tamaños entre 3 plg y 72 plg.

1.1.1.4 Válvulas de terminales para junta mecánica. Clase 150B, en tamaños comprendidos entre 3 plg y 24 plg y todas las clases en tamaños de 30 plg a 48 plg.

1.1.2 Definición de clasificación

En cada uno de los casos anteriores, el número indicado representa las condiciones nominales de presión, es decir, la presión máxima de trabajo del fluido en régimen permanente en lb / plg² manométricas, como también la diferencia máxima de presión en régimen permanente, en lb / plg², para la cual se encuentran diseñadas las válvulas. Las letras "A" y "B" definen la capacidad de caudal con la válvula en una posición totalmente abierta. Las válvulas catalogadas con la letra "A" soportan una velocidad máxima de 8 pies/s, y las correspondientes a la letra "B" una velocidad máxima de 16 pies/s en la sección de la tubería aguas arriba de la válvula.

1.2 Definiciones

En la presente norma se deben tener en cuenta las siguientes definiciones:

1.2.1 Operador: es un dispositivo acoplado a la válvula con el propósito de gobernarla.

1.2.2 Proponente: es la persona o empresa que presenta una propuesta de suministro de una válvula de mariposa que satisface los requisitos de esta norma.

1.2.3 Proveedor: es la persona o empresa que fabrica un producto de acuerdo con los requisitos del comprador y los criterios de esta norma. Por fabricación se entiende también la manufactura o el ensamble de un producto a partir de componentes distintos, usualmente normalizados, fabricados previamente por otros.

1.2.4 Presión de trabajo del fluido: es la presión hidrostática interna de diseño.

1.2.5 Inspector: es la persona o entidad que representa al comprador en la verificación de la idoneidad de los materiales, tecnología y calidad del producto, proceso o procedimiento, para que satisfaga los requisitos del comprador y los criterios de esta norma.

1.2.6 Fabricante: es la persona o entidad que fabrica o produce una válvula de mariposa de acuerdo con las exigencias de esta norma.

1.2.7 Comprador: es la persona o entidad que, en desarrollo de un contrato o acuerdo, compra una válvula de mariposa que satisface los requisitos de esta norma.

1.2.8 Presión diferencial nominal: corresponde a las diferentes clases de presión definidas (véase 3.5.1).

1.2.9 Torque requerido en el operador: es el valor de torque que debe ser superado por el operador. Este torque depende de los valores de la presión y del flujo especificados por el comprador y de las características hidráulicas del sistema en el cual va a instalarse la válvula. El torque requerido varía dependiendo de las características geométricas del disco de la válvula y de las características hidráulicas; puede ser influenciado por la selección de los materiales para el asiento de la válvula y para los cojinetes del eje de la válvula. Por estas razones dicho torque varía entre valores presentados en esta especificación y debe ser determinado mediante un ensayo de verificación de las condiciones de diseño.

1.2.10 Presión de cierre: es la diferencia real de presión en contra de la cual se cierra la válvula.

1.2.11 Coeficiente de asentamiento y torque de desasiento: es un valor numérico relacionado con la característica de asentamiento de un tamaño dado y de un modelo de diseño de una válvula de mariposa, que se emplea en el cálculo del asentamiento o del torque de desasiento.

1.2.12 Coeficiente de torque dinámico: es un valor numérico relacionado con la característica de flujo del disco de la válvula para un tamaño dado y un modelo de diseño de una válvula de mariposa. Dicho coeficiente se emplea en el cálculo del torque dinámico.

1.2.13 Coeficiente de flujo: es un valor numérico relacionado con la velocidad y la caída de presión a través de una válvula de mariposa.

1.3 Normas de referencia

Esta norma hace referencia a las últimas ediciones de los siguientes documentos. Las distintas referencias hacen parte de esta norma solamente hasta el punto que se establezca aquí. En caso de discrepancia, tienen prelación los criterios establecidos en esta norma.

ANSI B16.1

Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Class 25, 125, 250 and 800. American National Standards Institute

ANSI/AWWA C111/A21.11 ASME	Standard for Rubber-Gasket Joints for Ductile-Iron and Gray-Iron Pressure Pipe and Fittings. American Society of Mechanical Engineers, Boiler and Pressure Vessel Code, 1983.
ASME/ANSI B16.42	Ductile Iron Pipe Flanges Fittings Classes 150 and 300.
ASTM A 36	Specification for Structural Steel.
ASTM A 48	Specification for Gray Iron Casting.
ASTM A 108	Specification for Steel Bars, Carbon, Cold-Finished, Standard Quality.
ASTM A 126	Specification for Gray Iron Castings for Valves, Flanges and Pipe Fittings.
ASTM A 216	Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High Temperature Service.
ASTM A 276	Standard Specification for Stainless and Heat-Resisting Steel bars and Shapes.
ASTM A 436	Specification for Austenitic Gray Iron Castings.
ASTM A 439	Specification for Austenitic Ductile Iron Castings.
ASTM A 516	Standard Specification for Pressure Vessel Plates, Carbon Steel, for Moderate- and Lower-Temperature Service.
ASTM A 536	Specification for Ductile Iron Castings.
ASTM A 564	Specification for Hot-Rolled and Cold Finished Age- Hardening Stainless and Heat-Resisting Steel Bars, Wire, and Shapes.
ASTM A 743	Standard Specification for Castings, Iron-Chromium, Iron- Chromium-Nickel, Nickel-Base, Corrosion Resistant, for General Applications.
ASTM B 117	Method of Salt Spray (Fog) Testing.
ASTM B 127	Specification for Nickel-Copper Alloy. (UNS N04400) Plate, Sheet, and Strip.
ASTM B 154	Method of Mercurous Nitrate Test for Copper and Copper Alloys.
ASTM D 429	Test Methods for Rubber Property-Adhesion to Rigid Substrates.
ASTM D 471	Test Method for Rubber Property-Effect of Liquids.
ASTM D 1 141	Specification for Substitute Ocean Water.
ASTM D 1 149	Test Method for Rubber Deterioration-Surface Ozone Cracking in a Chamber.
ASTM D 2 000	Standard Classification System for Rubber Products in Automotive Applications.
AWWA C550	Standard for Protective Interior Coatings for Valves and Hydrants.
Fed. Spec. TT-C-494A	Coating Compound - Bituminous Solvent Type, Acid Resistant.
Fed. Spec. TT-P-645A	Pomate, Alkyd Type.
ISO 7 259	Predominantly key-operated cast iron gate valves for underground use.

1.4 Datos que debe establecer el proveedor

Cuando así se solicite, se deben suministrar planos certificados y especificaciones de los materiales empleados en los equipos que se suministrarán de acuerdo con los criterios de esta norma. Los planos deberán indicar el diámetro del orificio de la válvula y deberán ser lo suficientemente detallados como para que muestren que el equipo propuesto satisface las especificaciones del comprador. La propuesta debe incluir el dato del peso neto total de cada una de las válvulas.

1.5 Datos que debe suministrar el fabricante o proveedor

La mayoría de los discos de las válvulas de mariposa van más allá del tramo de instalación cuando ésta se encuentra en posición abierta. Previa solicitud, el fabricante o proveedor,

deben suministrar los datos de las dimensiones del espacio requerido para los discos de las válvulas. Cuando así se requiera, el proponente o fabricante debe someter, para aprobación por parte del comprador, planos certificados que muestren las dimensiones principales, construcción y materiales empleados en las diferentes partes de la válvula y del operador. Todo trabajo debe realizarse y todas las válvulas se deben suministrar de acuerdo con los planos certificados aprobados previamente por el comprador.

1.6 Montaje

En el caso de operadores de montaje directo, con excepción de aquellos suministrados con ejes de extensión, tuberías de torque, o pedestales de maniobra, la válvula y el operador deben ensamblarse y someterse al ensayo por el fabricante o proveedor de la válvula.

1.7 Certificado de cumplimiento

Sea que el comprador disponga o no de un inspector en la planta, puede solicitar un certificado de cumplimiento que establezca que las válvulas suministradas cumplen con todos los requisitos pertinentes de esta norma.

1.8 Permeabilidad

La selección de los materiales es un aspecto crítico que debe ser considerado en las tuberías de distribución y servicio de agua en las zonas en las cuales existe la posibilidad de que dicha tubería se vea expuesta a concentraciones significativas de elementos contaminantes compuestos por productos de petróleo de bajo peso molecular o de solventes orgánicos o de sus vapores. Las investigaciones han demostrado que los materiales empleados en la fabricación de las tuberías tales como el polietileno, el poli butileno, el poli-cloruro de vinilo, el asbesto cemento y elastómeros tales como los empleados en las empaquetaduras de las juntas y en los casquillos de empaque, pueden encontrarse sujetos a penetración por parte de los solventes orgánicos de bajo peso molecular o de los productos de petróleo. En caso de que una tubería de conducción de agua tenga que pasar por un área contaminada, se debe consultar con el fabricante en cuanto a la permeabilidad de las paredes de la tubería, los materiales empleados en la elaboración de las uniones, etc., antes de seleccionar los materiales que deben ser empleados.

2 MATERIALES

2.1 Generalidades

Todos los materiales mencionados, en caso de que vayan a emplearse en la fabricación de las válvulas bajos los criterios de esta norma, deben satisfacer los requisitos establecidos en 2.2.

2.2 Propiedades físicas y químicas

Los materiales empleados deben satisfacer los requisitos físicos y químicos establecidos en las presentes normas.

2.2.1 Fundición. ASTM A126, Clase B ó ASTM A48, Clase 40.

2.2.2 Fundición dúctil. ASTM A 536, grado 65-45-12.

2.2.3 Aleación de fundición. ASTM A 436, tipo 1 ó 2, ó ASTM A 439, tipo D2, con un contenido máximo de plomo de 0,003 por ciento.

2.2.4 Acero inoxidable. ASTM A 276, tipo 304 ó 316; ASTM A 473, grado CF8 ó CF-8M; ó ASTM A 564, grado 630.

2.2.5 Aleación níquel-cobre. ASTM B 127.

2.2.6 Acero al carbono. ASTM A 108.

2.2.7 Acero fundido. ASTM A 216, grado WCB.

2.2.8 Acero fabricado. ASTM A 36, ASTM A 516, ó superior.

2.2.9 Asientos elásticos. (Véase 3.5.2).

2.2.10 Bronce o Latón

Los componentes de latón o bronce se deben fabricar mediante aleaciones especificadas por la ASTM o la Copper Development Association (CDA). Se aplicarán los requerimientos químicos y físicos mostrados en la tabla 1.

Tabla 1 - Requisitos físicos y químicos para el bronce

Grado del bronce	Límite elástico mínimo psi	Elongación mínima plg *	Porcentaje mínimo de cobre %	Porcentaje máximo de zinc %
A	14 000	15	79	16
B	20 000	15	57	-
C	32 000	10	57	-
D	20 000	15	79	16
E	32 000	10	79	16

* Longitud de referencia entre dos trozos de la muestra.

2.2.10.1 Cualquier aleación de bronce en condición de trabajo en frío debe pasar la prueba de nitrato de mercurio, de acuerdo con la norma ASTM B 154, con el propósito de minimizar la susceptibilidad a la corrosión.

2.2.10.2 Debido a consideraciones relacionadas con la disminución del contenido de cinc, los grados B y C del bronce, solo pueden ser empleados en aquellas partes que no se encuentren humedecidas por el contenido de la tubería, tales como los componentes del operador. Todas las partes de bronce sometidas a humedecimiento por el contenido de la tubería deberán ser de los grados A, D, ó E. En el caso de que se empleen bronce de aluminio, la aleación deberá ser inhibida contra la desaluminización por medio de un temple-recocido a $1\,200\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 50\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($650\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante un período de una hora por cada plg de espesor de la sección, seguido por un enfriamiento en una corriente de aire o un enfriamiento por inmersión en agua.

2.3 Ensayos

Siempre que los componentes de las válvulas vayan a ser fabricados de acuerdo con las normas ASTM y otras normas que incluyan requisitos relacionados con la realización de ensayos o procedimientos de elaboración de pruebas, el fabricante de la válvula debe satisfacer tales requerimientos o procedimientos. Los registros correspondientes con tales ensayos deben encontrarse a disposición del comprador.

3 CONSIDERACIONES GENERALES DE DISEÑO

3.1 Cuerpo de la válvula

3.1.1 Tramo de instalación. Los tramos de instalación para las válvulas con terminales de pestaña y tipo wafer deben ser los que se establecen en las tablas 2 y 3. No hay un tramo de instalación estandarizado para el caso de los cuerpos de las válvulas que tengan terminales para junta mecánica.

3.1.2 Asientos para los rodamientos del eje. Los cuerpos de todas las válvulas deben tener dos asientos para los rodamientos del eje, fundidos en forma integral con el cuerpo de la válvula.

3.1.3 Cuerpos de válvulas tipo wafer. Los cuerpos de las válvulas tipo wafer deben estar diseñados para instalarse entre bridas fundidas de clase 125 según la norma ANSI B16.1, ANSI B16.42 e ISO 2 531. Las partes internas de la válvula no deberán extenderse más allá de los terminales del cuerpo cuando el disco se encuentre en su posición cerrada.

3.1.4 Juntas mecánicas. Las dimensiones de la campana de las juntas mecánicas deben estar conformes con la norma ANSI/AWWA C111/A21.11. En lugar de agujeros para los pernos en la campana de brida, se pueden realizar ranuras de un ancho igual al del diámetro de los agujeros, únicamente en aquellos lugares en donde el cuerpo de la válvula interfiera con la instalación de los pernos.

3.1.5 Espesores del cuerpo de la válvula. Los espesores mínimos del cuerpo de la válvula deben satisfacer los estipulados en las tablas 2 y 3.

3.1.6 Materiales. A menos que el comprador defina otra cosa, el cuerpo de todas las válvulas debe ser de fundición, de fundición dúctil o de aleación de fundición.

3.2 Terminales de pestaña (o brida)

3.2.1 Dimensiones. A menos que se establezca otra cosa las dimensiones y los orificios en los extremos bridados, deben estar de acuerdo con las disposiciones para las bridas de fundición clase 125 de la norma ANSI B16.1.

3.2.2 Perforaciones. Todas las bridas deben tener perforaciones totalmente pasantes, excepto en el caso de las válvulas tipo wafer y de las bridas de válvulas de cuerpo corto en las cuales se deben emplear agujeros perforados y roscados en aquellos puntos en los cuales el cuerpo de la válvula no permita la realización de un orificio totalmente pasante.

3.3 Ejes de las válvulas

3.3.1 Ejes. Todos los ejes de las válvulas deben ser del tipo de eje partido o del tipo enterizo extendido completamente a través del disco de la válvula.

3.3.1.1 El tipo de eje partido está compuesto por dos ejes separados insertados dentro de los cubos de los discos de las válvulas. Cada uno de los ejes partidos deberá introducirse dentro del cubo del disco de la válvula una distancia mínima de 1 1/2 del diámetro del eje.

3.3.1.2 Los ejes de las válvulas deben tener un diámetro mínimo que pase a través de los cojinetes de la válvula y dentro del disco de la válvula tal como se establece en la tabla 4.

3.3.1.3 La resistencia al torque en el eje de la válvula en la porción de mayor diámetro del eje de las válvulas producidas de acuerdo con los criterios de esta norma, debe ser igual o exceder los valores que se presentan en la tabla 5.

3.3.2 Conexión. La conexión entre el eje y el disco deberá estar diseñada de tal manera que transmita un torque equivalente por lo menos al 75 % de la resistencia a la torsión de los diámetros mínimos del eje. En caso de que se empleen pasadores o remaches, éstos deberán estar mecánicamente asegurados. Las tolerancias en la conexión eje-disco, deben ser tales que el comportamiento de la válvula en operación y en el proceso de cierre no se vea afectado.

3.3.3 Tamaño. La porción del eje que pasa a través de los cojinetes de la válvula debe ser de diámetro completo. En caso de que el diámetro del eje de la válvula se reduzca para acoplarse a las conexiones de los mecanismos de operación de la válvula, la porción con diámetro menor deberá tener superficies de acuerdo con un radio igual al del resalte con el propósito de que sea mínima la posibilidad de concentración de esfuerzos en el punto en donde se unen dos diámetros diferentes del eje. La porción que se encuentra hacia abajo de este punto de unión, debe ser capaz de transmitir el torque máximo calculado de operación de la válvula, sin que el esfuerzo cortante torsional exceda el 40 % del esfuerzo de tensión en el punto de fluencia del material del eje.

3.3.4 Material del eje de la válvula. Todos los ejes de las válvulas deben ser fabricados con acero inoxidable forjado, de aleación níquel-cobre, o de acero al carbono con muñones de acero inoxidable. En caso de que se empleen ejes de acero al carbono y cojinetes de acero inoxidable, deberán emplearse sellos estáticos, con el propósito de que permanezca aislado el interior del disco y el eje del fluido contenido en la tubería.

Tabla 2 - Tramos de instalación para el caso de válvulas bridadas y tipo wafer y espesor mínimo de las paredes del cuerpo para todos los tipos de cuerpo

Dimensiones e

Tamaño de la válvula	Tramo de instalación*			Espesor mínimo de las paredes del cuerpo de la válvula **		
	Cuerpo corto	Cuerpo largo	Tipo wafer	Clase 25 A Clase 25 B	Clase 75 A Clase 75 B	Clase 150 A Clase 150 B
3	5	5	2	0,37	0,37	0,37
4	5	7	2 1/4	0,40	0,40	0,40
6	5	8	2 13/16	0,43	0,43	0,43
8	6	8 1/2	2 15/16	0,46	0,46	0,46
10	8	15	3 1/8	0,50	0,50	0,54
12	8	15	3 3/8	0,54	0,54	0,58
14	8	16	3 3/4	0,54	0,58	0,63
16	8	16	4 1/8	0,58	0,63	0,68
18	8	16	4 5/8	0,63	0,68	0,79
20	8	18	5 5/8	0,66	0,71	0,83
24	8	18		0,74	0,80	0,93
30	12	22		0,87	0,94	1,10
36	12	22		0,97	1,13	1,22
42	12	24		1,07	1,16	1,35
48	15	26		1,18	1,37	1,48
54	15	28		1,30	1,51	1,63
60	15	30		1,39	1,62	1,89
66	18	34		1,625	1,80	2,00
72	18	36		1,75	2,00	2,375

* Incluido el caucho si tiene suplemento de caucho sobre la cara de la brida. La tolerancia para el caso de válvulas de hasta 10 plg es de $\pm 1/16$ plg. La tolerancia para válvulas cuyos diámetros sean iguales o superiores a las 12 plg es de $\pm 1/8$ de plg.

** En ningún punto el espesor deberá ser inferior en un porcentaje igual o superior a un 12 ½%, por debajo del espesor del metal indicado en la tabla 2.

Tabla 3 - Dimensión cara a cara de válvulas de compuerta de fundición de hierro con grafito en hojuelas o esferoidal. ISO PN 10 a ISO PN 40

Dimensiones en mm

DN	Espesor				
	ISO PN 10/16/20		ISO PN 25		ISO PN 40
50	178	250	216	250	216
55	191	270	241	270	241
80	203	280	283	280	283
100	229	300	305	300	305
125	254	325	381	325	381
150	267	350	403	350	403
200	292	400	419	400	419
250	330	450	457	450	457
300	356	500	502	500	502
Series básicas para ISO 5 752	3	15	19	15	4

Tolerancias para las dimensiones cara a cara

Dimensiones en mm

Espesor de la válvula sin recubrimiento		Tolerancia
Desde	Hasta (inclusive)	
0	250	± 2
250	500	± 3
500	800	± 4

3.4 Discos de válvulas

3.4.1 Material de disco. Los discos de las válvulas deberán ser de fundición, acero fundido, acero forjado, bronce de los grados A, D ó E (véase 2.2.10), aleación de fundición, fundición dúctil, ó acero inoxidable.

3.4.2 Diseño del disco. El diseño será tal que el disco soporte la diferencia de presión que se crea cuando se encuentra cerrado, sin que se exceda una tensión de trabajo equivalente a un quinto de la resistencia a la tensión del material empleado.

3.4.3 Espesor del disco. El espesor del disco de la válvula no debe ser superior a 2 1/4 veces el diámetro del eje indicado en la tabla 4.

3.4.4 Rebabas externas. Los discos de las válvulas deben ser fundidos o fabricados de tal manera que no presenten rebabas transversales al flujo.

Tabla 4 - Diámetro mínimo del eje para los materiales disponibles

Dimensiones en plg

Diámetro de la válvula	Diámetro del eje					
	Clase 25A*	Clase 25B*	Clase 75A*	Clase 75B*	Clase 105A*	Clase 105B*
3	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
4	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8
6	3/4	3/4	3/4	3/4	1	1
8	7/8	7/8	7/8	7/8	1 1/8	1 1/8
10	1	1	1 1/8	1 1/8	1 3/8	1 3/8
12	1 1/8	1 1/8	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2
14	1 1/4	1 3/8	1 3/8	1 1/2	1 3/4	1 3/4
16	1 3/8	1 1/2	1 1/2	1 5/8	2	2
18	1 1/2	1 5/8	1 5/8	1 7/8	2 1/8	2 1/4
20	1 1/2	1 7/8	1 3/4	2 1/8	2 3/8	2 1/2
24	1 3/4	2 1/4	2	2 1/2	2 3/4	3
30	2	2 3/4	2 1/2	3	3 1/2	3 5/8
36	2 1/2	3 1/2	3	3 5/8	4	4 3/8
42	2 7/8	3 3/4	3 3/8	4 1/4	4 1/2	5
48	3 1/4	4 1/4	3 7/8	4 7/8	5 1/8	5 5/8
54	3 5/8	4 7/8	4 1/4	5 1/2	5 3/4	6 3/4
60	4	5 1/2	4 3/4	6	6 1/4	7 1/4
66	4 1/2	6	5	6 3/4	7	7 3/4
72	4 7/8	6 1/2	5 3/4	7 1/2	7 1/2	8 1/2

* Para una explicación sobre la clasificación (véase 1.1.1)

Tabla 5 – Capacidades del torque del eje **

Dimensiones en pie-lb

Diámetro de la válvula	Torque en el eje					
	Clase 25A*	Clase 25B*	Clase 75A*	Clase 75B*	Clase 105A*	Clase 105B*
3	18	18	18	18	18	18
4	36	36	36	36	36	36
6	62	62	62	62	147	147
8	99	99	99	99	210	210
10	147	147	210	210	383	383
12	210	210	288	288	497	497
14	288	383	383	497	789	789
16	383	497	497	632	1 180	1 180
18	497	632	632	971	1 410	1 680
20	497	971	789	1 410	1 970	2 300
24	789	1 680	1 180	2 300	3 060	3 980
30	1 180	3 060	2 300	3 980	6 310	7 020
36	2 300	6 310	3 980	7 020	9 430	12 300
42	3 500	7 770	5 660	11 300	13 400	18 400
48	5 060	11 300	8 570	17 100	19 800	26 200
54	7 020	17 100	11 300	24 500	28 000	45 300
60	8 430	24 500	15 800	31 800	36 000	56 100
66	13 400	31 800	18 400	45 300	50 500	68 500
72	17 100	40 400	28 000	62 100	62 100	90 400

* Calculado con base en un esfuerzo de torsión cortante de 9 000 psi permitido para el acero inoxidable de referencia 18-8 y los diámetros del eje indicado en la tabla 4.

** Para una explicación sobre la clasificación (véase 1.1.2).

3.5 Asientos de la válvula

3.5.1 Clases de presión

Los asientos de la válvula deben estar diseñados de tal modo que, en presencia de las siguientes diferencias de presión, ofrezcan un cierre hermético en ambas direcciones.

3.5.1.1 Clases 25 A y 25 B: 25 psi aguas arriba; 0 psi aguas abajo.

3.5.1.2 Clases 75 A y 75 B: 75 psi aguas arriba; 0 psi aguas abajo.

3.5.1.3 Clases 150 A y 150 B: 150 psi aguas arriba; 0 psi aguas abajo.

3.5.2 Asientos elásticos

Los asientos elásticos deben ser de un diseño tal que permita su remoción y reemplazo en el sitio de instalación en el caso de válvulas con diámetros superiores o iguales a 30 plg.

3.5.2.1 Los asientos elásticos deben aplicarse bien sea al cuerpo o al disco y deben ser de caucho nuevo natural o sintético y estar reforzados por el fabricante.

3.5.2.2 Los asientos elásticos deben estar acoplados mediante grapas o remaches, asegurados mecánicamente, adheridos o vulcanizados al cuerpo o al disco. El método empleado para la adherencia o vulcanización debe someterse a ensayo de acuerdo con los criterios establecidos por la norma ASTM D429, métodos A ó B. De acuerdo con el método A, la resistencia mínima no debe ser inferior a 250 psi, cuando se emplea el método B, la resistencia al descascaramiento no debe ser inferior a 75 lb/plg. Los asientos elásticos aplicados al cuerpo de la válvula y que sean penetrados por el eje de la válvula deben estar adecuadamente reforzados con el propósito de evitar que el asiento sea inflado por la presión que existe detrás de estos asientos. En caso de que no se encuentren adecuadamente reforzados, los asientos elásticos deben ser engrapados y adheridos, adheridos, o vulcanizados al cuerpo de la válvula. El diseño del asiento debe ofrecer un cierre hermético de acuerdo con los ensayos exigidos (véase 5). Los asientos elásticos deben resistir el ataque microbiológico degradación del cobre y ataques de ozono.

3.5.2.3 Los compuestos de caucho no deben contener más de 8 partes por millón (ppm) de iones de cobre y deben incluir inhibidores de cobre con el propósito de evitar la degradación del cobre del material de caucho. Los elastómeros empleados podrán ser de tipo neopreno o acrilonitrilo y deben cumplir con lo estipulado en la norma ASTM D 2 000.

3.5.2.4 Los compuestos de caucho deben ser capaces de soportar satisfactoriamente un ensayo de resistencia al ozono de acuerdo con lo establecido por la norma ASTM D 1 149. Los ensayos deben realizarse sobre muestras que no se hayan fatigado durante un periodo de 70 h a 104 °F (40 °C) con una concentración de ozono de 50 partes por cada 100 millones. Una vez terminados estos ensayos no deben presentarse grietas visibles en las superficies de las muestras de ensayo.

3.5.2.5 Los compuestos de caucho deben encontrarse libres de aceites vegetales, o sus derivados, de grasas animales y de aceites animales. No deben emplearse cauchos recuperados. Los componentes de caucho no deben contener más de 1,5 partes de parafina por cada 100 partes de hidrocarburo de caucho.

3.5.2.6 Los compuestos de caucho deben presentar menos del 2 % de incremento de volumen cuando se encuentren sometidos al ensayo de acuerdo con la norma ASTM D 471 después de que se hayan mantenido sumergidos en agua destilada a $73,4\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante un periodo de 70 h.

3.5.3 Superficies de acoplamiento

3.5.3.1 Los asientos elásticos deben acoplarse con las siguientes superficies de asiento consideradas apropiadas: acero inoxidable, aleaciones níquel-cobre, bronce de los grados A, D, ó E, al cual se hace referencia (véase 2.2.10); aleaciones de fundición o aleaciones de níquel-cromo (mínimo 72 % de níquel - mínimo 14 % de cromo).

3.5.3.2 En los casos en los cuales se deben operar frecuentemente las válvulas (más de una vez al mes), se recomienda la utilización de superficies de asentamiento de acero inoxidable o aleaciones de níquel-cobre.

3.5.3.3 No es aceptable el empleo de superficies de acoplamiento revestidas con una capa metálica. Las superficies de asentamiento pulverizadas solo son aceptables cuando se aplican mediante un arco no transferido en atmósfera de plasma, o un proceso pulverizado fundido de acuerdo con los siguientes requisitos:

3.5.3.3.1 La superficie final deberá tener un espesor mínimo de 7 milipulgadas (mils).

3.5.3.3.2 La resistencia al desgaste del material de la superficie de asentamiento debe demostrar que es capaz de resistir 100 000 ciclos de abertura y cierre bajo condiciones de presión nominal total en presencia del agua, sin que se presente daño alguno.

3.5.3.3.3 Una vez realizado el ensayo cíclico descrito anteriormente, la resistencia a la corrosión y la integridad de la unión de la combinación entre el material superficial del asiento y el metal base, debe demostrar que es capaz de soportar una inmersión en agua sustituta a $150\text{ }^{\circ}\text{F}$ ($65,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante 12 meses de acuerdo con las exigencias de la norma ASTM D 1 141.

3.5.3.3.4 El procedimiento de aplicación debe llevarse a cabo de acuerdo con los criterios establecidos en el documento 1 983 ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Sec. IX, QW-216. El examen por medio de líquido penetrante en la muestra ensayada no debe mostrar indicaciones lineales o porosidades sobre o adyacente a la superficie de asentamiento.

3.5.3.3.5 Con respecto a cualquier capa superpuesta, es necesario que se cumplan las siguientes características: difusión de la capa superpuesta en el metal base a una profundidad mínima de 50 micrones; una superficie, a simple vista, libre de poros, sin grietas en el metal base adyacente; ausencia de burbujas del metal base fundido dentro de la superficie de la capa superpuesta; y resistencia de adherencia de 1 500 psi mínimo, tal como se describe en la norma ASTM C 633.

3.5.3.3.6 El fabricante debe establecer y mantener un programa escrito de aseguramiento de la calidad mediante el cual pueda controlar la tecnología y la calidad de las partes terminadas.

3.5.3.3.7 La permeabilidad debe demostrarse mediante la realización, durante un período de 20 min a 150 psig de un ensayo de verificación del diseño contra fugas de gas. El ensayo de la producción del asiento debe realizarse de acuerdo con lo establecido en 5.2.2.1 con excepción de que las válvulas cuyo diámetro sea superior a las 20 plg, deben

ser sometidas a ensayo durante un período mínimo de 10 min. No se aplica el ensayo hidrostático alternativo para las fugas, realizado de acuerdo con 5.2.2.2. No se permite la impregnación de las superficies de asentamiento de acople.

3.5.4 Grapas y anillos de retención

Todas las grapas y los anillos de retención para los asientos elásticos deben ser de un material resistente a la corrosión. Todas las tuercas y tornillos empleados con las grapas y los anillos de retención deben ser de acero inoxidable.

3.6 Rodamiento de las válvulas

3.6.1 Rodamientos tipo manguito

Las válvulas deben estar equipadas con cojinetes tipo manguito en las cavidades que para tal efecto tiene el cuerpo de la válvula. La distancia máxima de la parte metálica interna del cuerpo y el borde interno del cojinete no debe exceder 1/8 de plg. Los rodamientos deben estar diseñados para soportar una presión que no exceda la de diseño de carga que trae el material del rodamiento o 1/5 del esfuerzo de compresión del rodamiento o del material del eje. Los ejes de las válvulas o extensiones de los ejes deben ser diseñados para conectarse a operadores tal como se describe en 3.8.

3.6.2 Cojinete de empuje exterior

Con el propósito de proteger el sello del eje contra fuerzas de empuje laterales desarrolladas en el mecanismo de operación, se deberá proveer un cojinete de material resistente a la corrosión en la porción del eje que se encuentra por fuera del sello del eje o en la carcasa del operador.

3.6.3 Cojinetes de empuje

Cada válvula deberá estar equipada con uno o dos cojinetes de empuje, que sostengan el disco de la válvula en forma segura en el centro del sello de la válvula. Para las válvulas cuyos diámetros sean iguales o inferiores a 20 plg, y que no tengan cargas externas o hidráulicas axiales sobre el eje, no se aplica este requisito.

3.6.4 Materiales autolubricantes

Los cojinetes tipo manguito y otros rodamientos suministrados en el cuerpo de la válvula deberán ser de materiales autolubricantes que no tengan efectos nocivos en el agua o en los elementos elásticos y que no tengan un coeficiente de fricción superior a 0,25 cuando giran en presencia de una presión máxima.

3.7 Sellos para los ejes

En caso de que los ejes de las válvulas se proyecten a través del cuerpo de la válvula para conectarse con el operador, deberán estar equipados con un sello.

3.7.1 Diseño del sello

Los sellos para el eje deberán estar diseñados para uso de empaques estándar del tipo V, para sellos estándar del tipo de anillo en "O", o para empaques del tipo de empuje hacia abajo.

3.7.2 En caso de que se empleen sellos del tipo "O", éstos deben conservarse contenidos en una caja removible resistente a la corrosión.

3.7.3 Reemplazo de los sellos. Los sellos deben estar diseñados de tal manera que permitan su reemplazo sin remover el eje de la válvula.

3.7.4 Prensaestopas y collarín de empuje hacia abajo. Cuando se solicite específicamente por parte del comprador que los sellos del eje sean del tipo que utiliza un prensaestopas y un collarín de empuje hacia abajo, el diseño de la válvula y el montaje del prensaestopas debe permitir el ajuste o reemplazo completo del empaque sin que se vea afectada ninguna de las partes de la válvula o del montaje del operador, con excepción del seguidor del casquillo de empaque.

3.7.4.1 El prensaestopas deberá tener una profundidad suficiente como para permitir la instalación de por lo menos cuatro anillos de empaque.

3.7.4.2 El collarín del prensaestopas o los montajes de collarines deben ser de bronce de los grados A, D, ó E, a los cuales se hace referencia en 2.2.10.

3.7.4.3 Los empaques deben ser de materiales elásticos, no metálicos apropiados para el servicio que van a prestar.

3.7.4.4 Los empaques empleados en las válvulas destinadas al manejo del agua potable no deben contener asbesto ni otros constituyentes identificados por la USEPA como inaceptables para el contacto con el agua potable.

3.8 Operadores de válvula

El operador es, fundamentalmente, una parte integral de la válvula de mariposa.

3.8.1 Capacidad de torque

La capacidad nominal de torque de cada operador debe ser suficiente para asentar, retirar del asiento, y mantener rígidamente, en una posición intermedia, el disco de la válvula que controla, bajo las condiciones de operación previamente establecidas por parte del comprador.

3.8.2 Dispositivos de tope límite

Los operadores de las válvulas deben estar equipados con dispositivos mecánicos ajustables de tope límite con el propósito de evitar un recorrido excesivo del disco de la válvula tanto en la posición cerrada como en la posición abierta.

3.8.3 Factor de seguridad

Las cajas del operador, sus soportes y las conexiones a la válvula deben estar diseñadas con un factor de seguridad mínimo de 5, basado en la resistencia a la rotura o un factor de seguridad mínimo de 3 basado en el límite de fluencia de los materiales empleados.

3.8.4 Capacidad del control posicional del operador

El operador debe estar diseñado para controlar la válvula en todas las posiciones, desde la totalmente abierta hasta la totalmente cerrada y al contrario, con un control apropiado en las posiciones intermedias.

3.8.5 Operadores manuales

3.8.5.1 Cada operador manual deberá tener todos los engranajes totalmente encerrados.

3.8.5.2 Los operadores deben estar diseñados de tal manera que generen el torque de operación requerido con una fuerza máxima en el borde de la rueda de manejo o de la rueda dentada para la cadena, igual a 80 lb, y una acometida máxima de entrada de 150 pie-lb en la tuerca principal. Para las posiciones cerrada y abierta, los operadores deben disponer de dispositivos ajustables de tope límite.

Todos los componentes del operador entre la entrada y estos topes deben estar diseñados para soportar, sin daño alguno, una fuerza en el borde de la rueda de mando o de la rueda para cadena, de 200 lb y un torque de entrada de 300 pie-lb en las tuercas principales.

3.8.5.3 Los operadores para válvulas de servicio subterráneo deben ser empacados en grasa en una magnitud no inferior al 90 % y totalmente selladas por medio de empaquetaduras anillos en "O" o dispositivos similares.

3.8.5.4 El fabricante debe seleccionar un operador representativo dentro de cada uno de los intervalos de torque para efectos de los ensayos de verificación del diseño.

3.8.5.5 Sistemas de engranaje. Todos los operadores de engranajes o los operadores de tuerca desplazable deben ser autotrabables y estar diseñados para transmitir dos veces el torque necesario en el operador sin que se presenten daños en los dientes de los engranajes o en las caras de contacto del conjunto tuerca-tornillo.

3.8.5.6 Los operadores del tipo de tuerca desplazable deberán tener tornillos de accionamiento de acero, así como también tuercas roscadas internamente fabricadas en bronce o fundición dúctil. Los operadores deben permanecer encerrados.

3.8.5.7 Los operadores compuestos por engranajes con tornillos sin fin deben estar completamente encerrados en una caja de engranajes y deben tener ruedas dentadas de bronce y tornillos sin fin de acero endurecido que operen como un lubricante.

3.8.5.8 El diseño debe ser evaluado sometiendo un operador prototipo de cada modelo y torque nominal, a un ensayo en fábrica contra un torque igual o superior a dos veces el torque nominal. Adicionalmente, los operadores manuales deben ser sometidos a ensayo cuando los componentes del operador se encuentren enfrentados a los dispositivos de tope límite de abertura y de cierre descritos en 3.8.2, aplicando una fuerza de 200 lb al operador de rueda de mando o de rueda dentada para cadena, y un torque de entrada de 300 lb-pie a la tuerca del operador. Una vez realizado el ensayo, el operador debe ser completamente desmontado y examinado con cuidado en busca de daños que puedan presentarse. Por solicitud del comprador, el fabricante debe suministrar al comprador copias certificadas de los informes en donde se describan los procedimientos y resultados de los ensayos realizados para cada modelo y torque nominal del operador que ha de suministrarse. Los criterios de 2.2 no son aplicables a los materiales especificados en 3.8.5, ya que los materiales del operador no han de estar en contacto con el líquido contenido en la tubería.

3.8.5.9 También se debe evaluar el diseño mediante un ensayo cíclico realizado sobre un operador prototipo de cada modelo, empleado un ciclo total de 90 ° con un torque máximo nominal sobre el operador en el punto de desasiento. El número de ciclos debe estar de acuerdo con lo indicado en la tabla 6. Una vez realizado el ensayo cíclico, el operador debe

desmontarse completamente e inspeccionarse con el propósito de determinar la presencia de desgaste excesivo y/o deformación permanente que pudiera afectar su funcionamiento. La culminación exitosa del ensayo indicará que los métodos de diseño empleados en una serie de operadores dentro de los intervalos de torque correspondientes, son adecuados.

Tabla 6 - Ciclos requeridos para el ensayo del operador prototipo

Intervalos de torque lb-pie	Número de ciclos
Hasta 3 750	10 000
3 751 - 6 250	5 000
de 6 251 en adelante	1 000

3.8.6 Operadores eléctricos

3.8.6.1 Los operadores eléctricos deben ser capaces de producir no menos del torque necesario de operación de la válvula. Adicionalmente, el motor de los operadores eléctricos deberá estar en condiciones de generar una salida del operador no menor a una y media veces el torque de operación requerido de la válvula.

3.8.6.2 Los accionamientos de los motores eléctricos deben estar equipados con interruptores limitadores e interruptores de torque tanto para la posición de cierre como para la posición abierta.

3.8.6.3 Cualquier engranaje directamente asociado con el accionamiento del motor deberá estar totalmente encerrado y deberá operar en presencia de un lubricante.

3.8.6.4 Cada operador eléctrico deberá estar equipado con una rueda de mando auxiliar para operación manual.

3.8.6.5 A menos que se establezca otra cosa, las válvulas accionadas por motores eléctricos deben operar desde su posición totalmente abierta a su posición totalmente cerrada, o al revés, en un período de aproximadamente 60 s.

3.8.6.6 El fabricante deberá colocar una leyenda de advertencia en el lugar en donde se encuentra colocada la rueda de mando auxiliar, en donde se establezca el número máximo de vueltas de la rueda desde su posición totalmente cerrada hasta la posición totalmente abierta o al contrario (90 °).

3.8.6.7 Debe emplearse un operador eléctrico prototipo de cada modelo y condiciones nominales de torque para someterlo a un ensayo de verificación del diseño, el cual consiste en por lo menos 5 000 ciclos espaciados cada 10 min. El operador debe llevar a cabo su carrera hacia el cierre durante un periodo continuo de 60 s, devolverse, e inmediatamente realizar su recorrido hasta abrir en un periodo continuo de 60 s. El torque aplicado al asentamiento deberá ser igual al torque nominal. El valor del torque a lo largo de las carreras de abertura y cierre deberá ser de mínimo 30 % del torque de asentamiento. La repetibilidad de los interruptores limitadores y de torque deberá verificarse durante el 2 % de su recorrido y dentro del 5 % de su torque nominal, respectivamente. Los contactos deberán transmitir la carga eléctrica nominal durante el ensayo y deberán tener condiciones apropiadas de servicio al final del mismo.

3.8.6.8 Cada uno de los operadores debe someterse al ciclo a lo largo de los dos caminos. Se aplica el torque especificado a lo largo del 10 % del recorrido del operador en ambas direcciones. Se aplica el torque de operación (mínimo un 30 % del torque de asentamiento)

durante el resto de cada uno de los recorridos. El tiempo real de recorrido deberá ser ± 10 % del tiempo especificado de recorrido. El funcionamiento tanto del interruptor limitador y del interruptor de torque deben verificarse en ambas direcciones. Se deberá demostrar que los interruptores de torque limitan el torque de salida a un mínimo de 120 % del torque de asentamiento en su posición máxima y un máximo de 100 % del torque de asentamiento en su posición mínima. El amperaje correspondiente a las cargas de funcionamiento y a las cargas de asentamiento debe ser monitoreado y las condiciones nominales establecidas no deben exceder de las del catálogo del fabricante.

3.8.7 Operadores de cilindro

Se establecen las recomendaciones relacionadas con los cilíndricos hidráulicos de agua y los cilindros neumáticos. En 3.8.7.2 a 3.8.7.6 se aplican a los cilindros hidráulicos de agua y a los cilindros neumáticos. Los requisitos específicos relacionados con los cilindros hidráulicos de agua se contemplan en 3.8.7.7 y los de los cilindros neumáticos en 3.8.7.8. Los factores mínimos de seguridad de los torques del cilindro no deben ser inferiores a los establecidos en la tabla 7. El factor de seguridad se define como la relación del torque del cilindro al torque de operación requerido en la válvula.

El torque del cilindro es igual a:

$$\text{Torque} = (A - a) L (P - p) E$$

donde:

- A Área del cilindro ID, en plg².
- a Área del vástago del pistón en una dirección y cero en la otra dirección, en plg².
- L Brazo de palanca (la distancia más corta entre el eje del vástago del pistón y el eje del disco de la válvula para una posición determinada del disco), en plg.
- P Presión de operación del cilindro, en psi.
- p Presión necesaria para mover el pistón, en psi (Véase 3.8.6.5, para valores máximos).
- E Factor de eficiencia, el cual tiene en cuenta el incremento de la fricción en el sello entre el pistón y el vástago del pistón, la fricción de enlace y la fricción del eje de la válvula en el cojinete exterior, ocasionado por el empuje del cilindro.

Tabla 7 - Factores de seguridad para el torque del cilindro

Tipo de servicio	Fluido de operación	Factor de seguridad
Abertura-cierre	Agua	1,25
Estrangulación	Agua	1,25
Abertura-cierre	Aire	1,25
Estrangulamiento con posicionador	Aire	1,5 para cilindro con volúmenes superiores a 80 plg.
		2,0 para cilindros más pequeños.
Estrangulamiento sin posicionador	Aire	10,0

3.8.7.1 La condición nominal de presión de los cilindros hidráulicos de agua será de 150 psig. La condición nominal de presión del cilindro neumático debe ser de 120 psig.

3.8.7.2 Los cilindros deben estar equipados con dispositivos ajustables de control de flujo que controlen el medio de operación que sale del cilindro y en el caso del servicio

para aire, los dispositivos deben localizarse en o cerca del cilindro. A menos que se establezca otra cosa por parte del comprador, las velocidades de abertura y cierre deben estar nominalmente ubicadas en un rango de 30 s a 60 s, variables de acuerdo con el tamaño de la válvula. El comprador deberá realizar los ajustes finales con el propósito de minimizar la presencia de sobre presiones en la línea durante la operación normal.

3.8.7.3 Las presiones de operación tanto en el caso de funcionamiento con agua o aire deben mantenerse en el pistón del cilindro en cada uno de los extremos de su carrera, a menos que se establezca otro sistema para prevenir el ensuciamiento.

3.8.7.4 Los cilindros deben ser equipados con sellos del vástago no ajustables, de compensación de desgaste. Los cilindros deben estar equipados con limpiadores externos de suciedad para proteger los sellos del vástago de la suciedad o de otros materiales extraños. No es necesaria la colocación de limpiadores externos si el vástago se encuentra totalmente protegido por un manguito de sellamiento o una cubierta empaquetada de encerramiento total.

3.8.7.5 Los cilindros no deben necesitar más de 3 psig para ser llevados a un ciclo de recorrido completo en cada dirección antes de que sean conectados al mecanismo de operación de la válvula.

3.8.7.6 Cada cilindro debe ser sometido a un ensayo hidrostático al doble de la presión nominal. Durante este ensayo no deben presentarse fugas a través de los extremos de cabeza y bonete, del cuerpo, de los sellos del vástago, o de los sellos entre el cuerpo y los extremos de cabeza y bonete; asimismo no debe haber evidencia de daños o deformación permanente en ninguna de las partes. La duración de este ensayo debe ser suficiente como para permitir un ensayo visual que verifique la presencia de las fugas y debe tener un período, mínimo de un minuto.

3.8.7.7 Materiales de construcción. Cilindros operados con agua.

3.8.7.7.1 Cuerpo del cilindro - bronce o acero inoxidable. La superficie interior del cuerpo debe tener un pulido igual o superior a las 16 micropulgadas.

3.8.7.7.2 Cabezotes y dados de operación. Bronce, fundición, fundición dúctil, acero inoxidable o acero. Los componentes de acero, fundición dúctil o fundición deben tener todas sus superficies metalizadas. El metalizado debe resistir un ensayo de pulverización con sal, con una duración no inferior a 144 h de acuerdo con lo establecido en ASTM B117.

3.8.7.7.3 Vástago del pistón. Acero inoxidable cromado con un pulido igual o superior a las 8 micropulgadas.

3.8.7.7.4 Manguito del vástago del pistón. Materiales no metálicos o de bronce adecuados para servicio en agua.

3.8.7.7.5 Sellos del vástago. Materiales no metálicos apropiados para servicio en agua.

3.8.7.7.6 Sellos del pistón. Materiales no metálicos apropiados para servicio en agua. Los sellos del pistón deben ser del tipo sensible a la presión.

3.8.7.8 Materiales de construcción. Cilindros neumáticos.

3.8.7.8.1 Cuerpo del cilindro. Bronce o acero inoxidable, ó latón estirado en frío. La superficie interna del cuerpo debe tener un acabado igual o superior a las 16 micropulgadas.

3.8.7.8.2 Cabezotes y dados de operación. Acero, acero inoxidable, fundición dúctil o fundición. Todas las superficies de acero, fundición dúctil o fundición deben ser cromadas o recubiertas con cadmio.

3.8.7.8.3 Pistones del cilindro. Acero inoxidable, acero o fundición. Todas las superficies de acero o de fundición deben ser cromadas o recubiertas con cadmio.

3.8.7.8.4 Vástago del pistón. Acero inoxidable cromado con un acabado igual o superior a las 8 micropulgadas.

3.8.7.8.5 Manguitos del vástago del pistón. Bronce o materiales no metálicos apropiados para servicio con aire.

3.8.7.8.6 Sellos del vástago. Materiales no metálicos apropiados para servicio con aire.

3.8.7.8.7 Sellos del pistón. Materiales no metálicos apropiados para servicio en aire. Los sellos de los pistones deben ser del tipo sensible a la presión.

3.8.7.9 Materiales no metálicos. Cilindros hidráulicos de agua y de operación neumática. Esta norma acepta la utilización de materiales no metálicos en los montajes de los cilindros. Considerando las diferentes propiedades de los materiales no metálicos, tales como la deformación plástica, la absorción de agua, la resistencia al impacto, etc. no es práctico especificar el uso extensivo del material ya que los diseños específicos de los fabricantes delimitan el empleo de diferentes materiales no metálicos que se encuentran disponibles o de ciertas combinaciones de ellos.

3.8.7.10 Debe someterse un operador prototipo de cada modelo y condiciones nominales de torque, a un ensayo de verificación del diseño, que consiste en someter al ensayo cada uno de los tamaños de los orificios a la presión nominal durante 5 000 ciclos completos. La presión debe alcanzar su valor nominal al final de cada uno de los recorridos. Durante la realización del ensayo no deben presentarse fallas en ninguno de los componentes.

3.8.7.11 Cilindros hidráulicos de agua y cilindros neumáticos

Cada cilindro debe someterse a un ensayo hidrostático de funcionamiento a 150 psig (1 034 kPa(g)). Durante la realización del ensayo no deben presentarse fugas en los extremos del cabezote ni del bonete, tampoco en el cuerpo, en los sellos del vástago, o en los sellos entre el cuerpo y los extremos del cabezote o del bonete. No debe haber evidencia de daño o deformación permanente en ninguna de las partes. La duración de este ensayo debe ser de por lo menos un minuto y debe ser suficiente como para permitir un ensayo visual de las fugas. En este ensayo, la presión debe aplicarse individualmente tanto al orificio del cabezote como al orificio del bonete. El operador debe ser sometido a los ciclos mínimo tres veces desde la posición completamente cerrada hasta la posición completamente abierta y al contrario, con el propósito de demostrar que el montaje completo, incluidos los controles, funciona perfectamente. La presión máxima del medio conductor requerido para someter el operador al ciclo no debe ser superior a los 7 psi (48 kPa).

4 ACABADO Y PINTURA

4.1 Acabado

Las diferentes partes de las válvulas deben estar diseñadas y sus tolerancias de fabricación establecidas de tal modo que exista intercambiabilidad de las partes entre los diferentes elementos de un mismo tamaño y tipo producidos por cualquier fabricante. Una vez ensambladas de acuerdo con esta norma, las válvulas deben estar acopladas correctamente y deben operar en forma suave. El sello del cuerpo y eje debe ser hermético.

4.2 Pintura

Todas las superficies internas y externas, excepto las superficies con acabados especiales o las superficies de los manguitos, deben ser preparadas en forma cuidadosa quitando toda la suciedad, grasa y óxido, y se deben limpiar hasta que la cubierta protectora pueda unirse a todas las superficies.

4.2.1 Superficies internas

A menos que se establezca otra cosa por parte del comprador, todas las superficies internas de acero o de fundición, con excepción de las superficies con acabados especiales o las superficies de los manguitos deben ser recubiertas en fábrica con dos capas de barniz asfáltico de acuerdo con la norma Fed. Spec. TT-C-494A. Siempre que las especificaciones adicionales del comprador exijan un recubrimiento interior especial, tal como un epoxy, y a menos que se establezca otra cosa, este sistema de recubrimiento especial debe realizarse de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma AWWA C550.

4.2.2 Superficies externas

4.2.2.1 Todas las superficies externas de las válvulas que han de prestar un servicio subterráneo, han de ser cubiertas en fábrica con dos capas de barniz asfáltico, de acuerdo a lo establecido por la norma Fed. Spec. TT-C-494A.

4.2.2.2 Los sitios en los cuales las válvulas hayan de instalarse superficialmente para ser pintadas luego en campo, el exterior de cada válvula, con excepción de las caras de las bridas, debe ser cubierto en fábrica con dos capas de cromato de Zinc, de acuerdo con lo establecido en la norma TT-P-645A, hasta que se obtenga una capa seca cuyo espesor no sea inferior a las 3 mils. Las caras de las bridas deben pintarse con una capa que les ofrezca una protección temporal contra la corrosión atmosférica, hasta que la válvula quede completamente instalada.

4.2.3 Generalidades

La pintura establecida (véanse 4.2.1 y 4.2.2) está destinada a aplicaciones normales. En caso de que se desee una protección anticorrosiva, el comprador debe especificar el espesor y el tipo de material de recubrimiento para protección tanto del exterior como del interior de la válvula.

5 INSPECCIÓN, PRUEBA Y RECHAZO

5.1 Inspección

Todos los trabajos realizados de acuerdo con los criterios de esta norma deben someterse a inspección y aprobación por parte de un inspector debidamente autorizado por el comprador.

5.1.1 Inspección en planta

El inspector debidamente autorizado por el comprador, deberá tener, en todo momento, acceso a todos los lugares en donde se estén produciendo o procesando los materiales o en los sitios en los cuales se estén llevando a cabo los ensayos. Asimismo deberá disponer de todas las facilidades para la realización de la inspección y observación de los diferentes ensayos.

5.1.2 Certificado de cumplimiento

En caso de que el comprador no disponga de un inspector en planta, el fabricante debe, si así se estableció previamente en la orden de compra, certificar que los ensayos necesarios en los diferentes materiales y en las válvulas fabricadas se realizarán efectivamente y que ningún componente o válvula será suministrado mientras no haya sido sometido a ensayo y no se haya verificado su conformidad con los requisitos de esta norma.

5.2 Ensayos

5.2.1 Pruebas de funcionamiento

Cada una de las válvulas, con el operador montado directamente en la válvula deberá ser accionada tres veces en fábrica, desde su posición totalmente cerrada hasta la totalmente abierta y viceversa, bajo condiciones de cero flujo, con el propósito de demostrar sus condiciones de trabajo.

5.2.2 Ensayos de fuga

5.2.2.1 Cada una de las válvulas deberá ser sometida a ensayo de fuga en fábrica en su posición cerrada. El ensayo debe realizarse con el disco en su posición cerrada y horizontal. En estas condiciones se debe suministrar aire a presión a la superficie inferior del disco durante toda la duración del ensayo en las siguientes condiciones:

Clase 25 A y Clase 25 B	: 25 psi.
Clase 75 A y Clase 75 B	: 75 psi
Clase 150 A y Clase 150 B	: 150 psi.

La superficie superior del disco de la válvula debe quedar visible y estar cubierta con agua a 0 psig de presión. La duración del ensayo debe ser de por lo menos 5 min. No debe haber indicios de fugas a través del disco de la válvula (las cuales se hacen visibles en forma de burbujas en la parte superior del disco) durante el periodo de ensayo.

5.2.2.2 Como alternativa al procedimiento anterior y a la forma de orientar el disco, las válvulas de las clases 150 A ó 150 B pueden someterse a un ensayo hidrostático a 150 psi. Durante la realización del ensayo, las válvulas deben demostrar que son herméticas al paso del agua. La duración mínima del ensayo deberá ser de 5 min para el caso de las válvulas de hasta 20 plg y de 10 min para el caso de las válvulas cuyos diámetros sean iguales o superiores a las 24 plg.

5.2.2.3 Todas las válvulas deberán ser herméticas en ambas direcciones.

5.2.3 Ensayo hidrostático

Todos los cuerpos de las válvulas deben someterse a una presión hidrostática equivalente al doble de la presión nominal. Durante la realización del ensayo hidrostático, no deben presentarse fugas a través del metal, las juntas de los extremos, el sello del eje, ni tampoco se deberá presentar deformación en ninguna de las partes. La duración del ensayo hidrostático debe ser suficiente para permitir un examen visual de verificación de las fugas, y debe ser de por lo menos un minuto para el caso de válvulas de hasta 8 plg, de 3 min para las válvulas comprendidas entre 10 plg y 20 plg, y de 10 min para las válvulas cuyos diámetros sean iguales o superiores a las 24 plg.

5.2.4 Ensayo de verificación del diseño

5.2.4.1 Previa solicitud, el fabricante debe suministrar un certificado en donde se establezca que todos los ensayos relacionados con la verificación del diseño, se llevaron a cabo tal como se describen en esta norma, y de que todos los requisitos fueron satisfechos en forma apropiada.

5.2.4.2 Una válvula de cada tamaño y clase debe ser sometida a ensayo hidrostático a un valor de presión del doble de la presión nominal aplicada a uno de los lados del disco, mientras se aplica una presión de cero al otro lado. El ensayo ha de ser realizado en cada dirección a través del disco, y, en caso de válvulas bridadas, el cuerpo de la válvula ha de ser unido mediante pernos a una cabeza de ensayo bridada. Con base en el ensayo hidrostático, el fabricante puede realizar provisiones especiales para evitar las fugas en los asientos. Ninguna parte del disco o de la válvula debe quedar deformada permanentemente por el ensayo.

5.2.4.3 Cada tipo básico de válvula suministrada por el fabricante debe tener la capacidad para alcanzar su vida útil bajo condiciones de presión de diseño, en las condiciones nominales de aplicación de la válvula durante un número suficiente de operaciones simultáneas. La capacidad ha de ser demostrada sometiendo a ensayo válvulas seleccionadas para representar cada tipo básico de diseño de asiento en cada uno de los grupos de tamaño aplicable en la tabla 8 y en una clase o clases de presión iguales o superiores a las de las válvulas que se están adquiriendo. El número necesario de ciclos aparece en la tabla 8. Cada ciclo debe consistir en la aplicación de la diferencia de presión nominal al disco en la posición cerrada, luego se abre la válvula (lo cual liberará la presión) hasta la posición totalmente abierta, y luego se cierra el disco. La válvula deberá ser hermética en ambas direcciones bajo la diferencia nominal de presiones al cabo del ensayo de ciclo.

Tabla 8 - Ciclos requeridos para el ensayo de la válvula

Tamaño del grupo plg	Número de ciclos
3 - 20	10 000
24 - 42	5 000
48 - 72	1 000

5.2.4.4 El ensayo de la verificación del operador se encuentra contemplado en 3.8.

5.3 Rechazo

Cualquier válvula de mariposa o parte de ella que el inspector pueda rechazar con base en el hecho de que no satisface los requisitos de esta norma, debe fabricarse en forma satisfactoria o debe ser reemplazada.

6 ROTULADO Y EMPAQUE

6.1 Rotulado

El rotulado para el caso de válvulas diferentes a las del tipo wafer debe ser fundido en el cuerpo o fundido en placas con letras en relieve fijas al cuerpo de la válvula. El rótulo debe indicar el tamaño de la válvula, el fabricante, la clase y el año de manufactura. El tamaño mínimo de las letras deberá ser de 1/4 de plg para el caso de las válvulas cuyos diámetros

se encuentren entre 3 plg y 12 plg y de 1/2 plg para el caso de las válvulas con tamaños superiores a las 12 plg. Para las válvulas tipo wafer, se podrán emplear placas de material resistente a la corrosión fijas al cuerpo de la válvula, con letras talladas o grabadas de 1/8 de plg.

6.2 Empaque

Al ser empacadas, las válvulas deben estar totalmente completas. El fabricante debe ser cuidadoso en la preparación de las válvulas para el envío de tal manera que ningún daño pueda atribuirse a negligencia del fabricante durante el manejo o transporte. Toda el agua debe desalojarse de las cavidades de las válvulas. Las válvulas cuyos diámetros sean superiores a las 36 plg deben estar fijas o unidas de otra forma a sus soportes de tal manera que se evite el daño durante el manejo posterior. Todas las superficies de acero o fundición maquinadas que no hayan sido pintadas, deberán ser recubiertas con un compuesto grasoso antioxidante para protegerlas. Los elementos de protección de la cara entera de la brida elaborados en madera resistente al agua o cartón resistente al clima, con una extensión de por lo menos el diámetro exterior de la brida, deben ser acoplados a cada brida con el propósito de proteger tanto la brida como el interior de la válvula. Las válvulas pequeñas pueden, a elección del fabricante, estar completamente empacadas. Los distintos componentes enviados con las válvulas sin que se encuentren acoplados a ellas, deben estar adecuadamente protegidos e identificados con el propósito de realizar un montaje correcto.

ANTECEDENTE

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Rubber-Seated Butterfly Valves. Denver, Colorado, 1987, 26p. (AWWA C504-87).

Anexo A (Informativo)

Método sugerido para el cálculo del torque necesario para operar las válvulas de mariposa con asientos elásticos

Este anexo tiene únicamente propósito informativo y tampoco es parte de la AWWA C504.

Los siguientes factores influyen en el torque requerido para operar las válvulas de mariposa con asientos elásticos:

1. Diámetro de la válvula
2. Diámetro del eje
3. Coeficiente de fricción del cojinete
4. Tipo y material del asiento
5. Presión de cierre
6. Velocidad
7. Tipo de disco
8. Características de la cabeza del sistema
9. Distribución de la tubería

Los factores anteriores se combinan para producir las siguientes cuatro clases de torque:

1. Torque de asiento o desasiento. Es el torque requerido para sobrepasar la fricción del asiento elástico cuando el disco de la válvula se está asentando o desasentando.
2. Torque de fricción del cojinete. Es el torque requerido para sobrepasar la fricción entre el eje de la válvula y los cojinetes del eje.
3. Torque dinámico. Es el torque desarrollado por el disco sobre el eje de la válvula debido a la diferencia de presión que existe entre las dos caras del disco como resultado del flujo.
4. Torque hidrostático. Es el torque resultante de la diferencia en la cabeza estática de agua sobre el disco de la válvula por encima y por debajo del eje de la válvula, cuando el eje se encuentra en posición horizontal. Se añade o se sustrae del torque de asiento o desasiento.

Los torques del operador pueden calcularse mediante el empleo de las siguientes fórmulas:

$$T_s = C_s D^2 \quad (\text{Ec. A.1})$$

$$T_b = 4,71 D^2 dfP \quad (\text{Ec. A.2})$$

$$T_d = C_t D^3 P \quad (\text{Ec. A.3})$$

$$T_h = 3,06 D^4 \quad (\text{Ec. A.4})$$

$$V = C_f \sqrt{P} = Q / (0,785 D^2) \quad (\text{Ec. A.5})$$

donde:

T_s	Torque de asiento o desasiento, en lb-pie
T_b	Torque de cojinete, en lb-pie
T_d	Torque dinámico, en lb-pie
T_h	Torque hidrostático, en lb-pie
Q	Caudal, en pies ³ / s

V	Velocidad, en pies / s
D	Diámetro de la válvula, en pies
d	Diámetro del eje, en plg
P	Caída de presión a través de la válvula, en lb / plg ²
C _s	Coeficiente torque de asiento o desasiento
C _t	Coeficiente de torque dinámico
C _f	Coeficiente de caudal
f	Coeficiente de fricción del cojinete (generalmente se asume un valor de 0,25 para los cojinetes metálicos)

El torque requerido T_a del operador se determina de acuerdo con el mayor de los valores obtenidos en las dos fórmulas siguientes:

$$T_a = (T_b + T_s + T_h) \quad (\text{Ec. A.6})$$

$$T_a = (1,2 T_b \pm T_d) \quad (\text{Ec. A.7})$$

Nota

Cuando se calcula el torque de abertura, se hace uso del valor positivo de T_d y del negativo cuando se calcula el torque de cierre.

La ecuación A.6 se resuelve empleando la caída de presión máxima a través de la válvula con el disco en la posición de cierre; la ecuación A. 7 debe ser resuelta sucesivamente para diferentes valores de velocidad con el propósito de determinar la combinación máxima de los torques dinámico y de cojinete. La pérdida de cabeza que se presentará a través de la válvula para cada valor de velocidad puede determinarse solamente considerando las características hidráulicas totales del sistema.

La figura A.1 ilustra un método gráfico para determinar la caída de presión a través de una válvula para cualquier velocidad entre las posiciones de válvula abierta y válvula cerrada para dos condiciones típicas: (1) cuando la elevación del gradiente de energía en la fuente de suministro es constante, como en el caso de una reserva de grandes dimensiones, y (2) cuando la elevación del gradiente de energía es variable, dependiendo del flujo, como en el caso de una bomba centrífuga. Debe notarse que todas las cabezas se miden en gradientes de energía y, por esa razón, deben incluir la cabeza de velocidad, en caso que hubiere. La diferencia en la ordenada entre la curva (o la línea) de la fuente de cabeza y la curva de cabeza del sistema representa la pérdida de cabeza total (cabeza dinámica total) a través de la válvula a cualquier velocidad; por esta razón, la caída de presión a través de la válvula que corresponde a cada valor de velocidad, puede determinarse y tabularse.

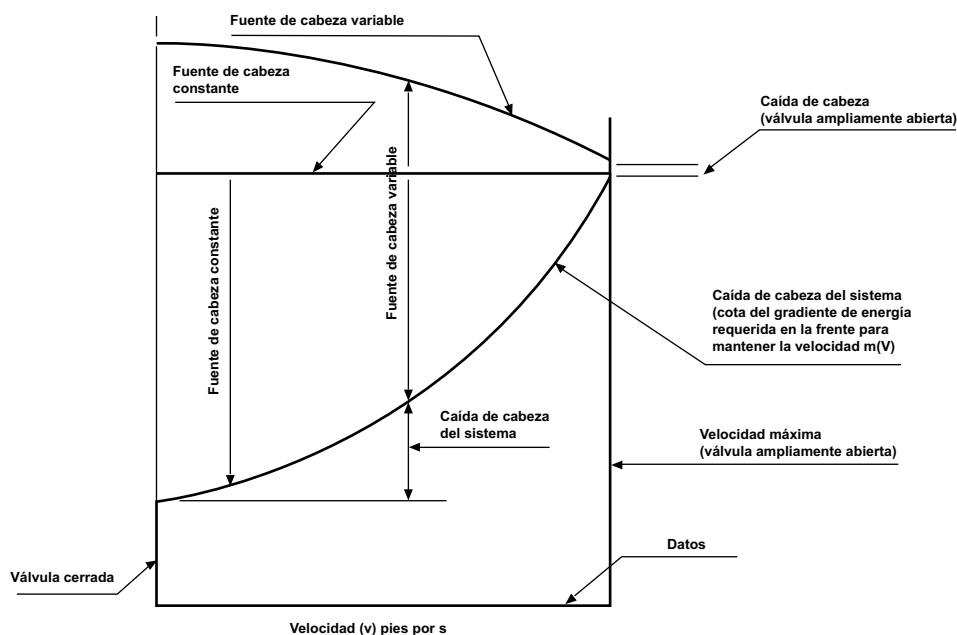


Figura A.1 - Relación entre velocidad y caída de presión en válvulas de mariposa

El coeficiente C_f , que corresponde a cada valor de velocidad puede calcularse mediante la ecuación A.5, y el coeficiente correspondiente C_t puede ser determinado mediante el empleo de las curvas característica de la válvula que muestran la relación de C_t , C_f , y el ángulo del disco. El torque dinámico T_d y el correspondiente torque de cojinete T_b puede calcularse entonces empleando las ecuaciones A.3 y A.2 respectivamente.

El siguiente es un ejemplo que ilustra el método de calcular el torque requerido en el operador.

Datos: una válvula de 54 plg; un caudal nominal máximo de descarga, con la válvula abierta, de 254 pies cúbicos por segundo; una presión máxima de cierre a través de la válvula de 25 psi; un diámetro del eje de 4 7/8 de plg; el eje de la válvula en posición horizontal; una característica del sistema tal que la pérdida de cabeza varia con el cuadrado de la velocidad y la fuente de cabeza es de elevación constante; un C_f de 22 con la válvula totalmente abierta; y un C_s de 85.

Problema: cuál es el torque máximo del operador

Solución: La velocidad y la caída de presión con la válvula totalmente abierta será de:

$$V = 254 / (0,785 \times 4,5^2) = 16 \text{ pies/s} \quad (\text{ver Ec. A.5})$$

$$P = (16 / C_f)^2 = 0,53 \text{ psi} \quad (\text{ver Ec. A.6})$$

Debido a que la pérdida de cabeza varia con el cuadrado de la velocidad, y de que la fuente de cabeza es de una elevación constante, la caída de presión a través de la válvula correspondiente a cualquier valor de velocidad será de:

$$P = 25 - [(25 - 0,53) V^2 / 16^2] = 25 - 0,0956 V^2$$

Tabla A. 1 - Factores indicados para las velocidades a intervalos de 1 pie de la velocidad máxima

Magnitud						
V pies/s	P psi	C _f	C _t	T _d pie-lb	1,2T _b pie-lb	T _d + 1,2T _b s pie/lb
16	0,53	22,0				
15	3,49	8,03	15,12	4 809	487	5 296
14	6,26	5,59	9,36	5 339	873	6 212
13	8,84	4,37	7,49	6 034	1 233	7 267
12	11,23	3,58	6,19	6 334	1 566	7 900
11	13,43	3,00	5,33	6 523	1 873	8 396
10	15,44	2,54	4,18	5 881	2 153	8 034

Para cualquier valor de caída de presión a través de la válvula, el torque en el cojinete será:

$$T_b = 4,71 \times 4,5^2 \times 4,875 \times 0,25 P \quad (\text{ver Ec. A.2})$$

ó

$$T_b = 116,2 P$$

La tabla A.1 presenta los diferentes factores indicados para las velocidades a intervalos de 1 pie, de la velocidad máxima hasta la velocidad inferior a la cual el torque requerido en el operador comienza a decrecer. La tabla A.1 determina el valor máximo de $T_a = (T_d + 1,2 T_b)$ es de 8 396 lb-pie. El torque de desasiento para el ejemplo sería:

$$T_a = (T_b + T_s + T_h) = 116,2 \times 25 + 85 \times 4,5^2 + 3,06 \times 4,5^4 = 2 905 + 1 721 + 1 255$$

$$T_a = 5 881 \text{ pie-lb}$$

Se debe notar que la ecuación A.7 corresponde a la suma algebraica de los dos valores T_d y $1,2 T_b$. Cuando la válvula se encuentre cerrada, T_d será negativa y el torque teórico requerido en el operador será la diferencia entre los dos valores. Se acostumbra, sin embargo, asumir que T_b es cero bajo una condición de cierre ya que la magnitud de la fricción que puede tomarse en consideración es indeterminada.

Se asume, en el ejemplo establecido anteriormente, que la velocidad máxima se presenta solamente bajo la condición de rompimiento de la línea, entonces, el torque requerido en el operador será de 6 523 pie-lb. Este valor ha de ser verificado comparándolo con el torque máximo requerido para operar la válvula bajo la velocidad máxima normal en la tubería y la cabeza de cierre, con el propósito de determinar el requisito máximo del operador.

Los operadores manuales y de motor eléctrico que se han de aplicar a las válvulas de mariposa deben tener una capacidad nominal de torque no inferior al torque máximo requerido en el operador T_a . Los actuadores de cilindro deben dimensionarse sobre la base de la presión mínima del cilindro que ha de esperarse con un factor de seguridad que depende de la clase de servicio.

Anexo B (Informativo)

Instalación, operación y mantenimiento de válvulas de mariposa con asientos elásticos

Este anexo tiene únicamente propósito informativo y tampoco es parte de la AWWA C504.

B.1 GENERALIDADES

Las válvulas de mariposa son un componente significativo en cualquier sistema de distribución de agua o en las operaciones de la planta de tratamiento. Las fallas ocasionadas en la instalación defectuosa, en la operación o mantenimiento inapropiados en tales sistemas, pueden ocasionar desperfectos, pérdidas de tiempo productivo y costosas reparaciones. En el caso de instalaciones bajo tierra, los problemas o fallas de funcionamiento pueden originar operaciones costosas de excavación dirigidas a corregir o eliminar el problema. Muchos de los problemas presentados en las válvulas de mariposa pueden atribuirse a instalaciones, operación o procedimientos de mantenimiento inadecuados.

B.2 DESCARGA DE LAS VÁLVULAS

Las válvulas deben ser inspeccionadas en el momento de recibirlas, verificando la no existencia de daños durante el transporte y la conformidad con la cantidad y descripción que establece la nota de embarque y la orden de compra. Todas las válvulas deben descargarse cuidadosamente hasta el suelo sin dejarlas caer en el caso de válvulas cuyos diámetros sean superiores a las 36 plg, se deben emplear montacargas o cadenas de suspensión debajo de las bases de las válvulas. En el caso de válvulas de tamaño más pequeño, éstas no se deben levantar empleando correas o cadenas alrededor del eje de operación del operador, o a través de la tubería de agua. Estas válvulas deben levantarse empleando pernos especiales o rodillos a través de los agujeros de las bridas o cadenas de agarre en el extremo de las válvulas.

B.3 ALMACENAMIENTO

En caso de que no sea factible almacenar las válvulas bajo techo, tanto ellas como los operadores se deben proteger del clima y de la acumulación de suciedad, rocas y desechos. En caso de que las válvulas se encuentren unidas a operadores de potencia y controles, deben energizarse sus operadores eléctricos o de alguna manera debe protegerse el equipo de control eléctrico con el propósito de prevenir la corrosión de los contactos eléctricos debido a la condensación que se puede presentar debida a las variaciones de temperatura. No deben exponerse los asientos elásticos a la luz o al ozono durante un período prolongado de tiempo. Igualmente deben consultarse las instrucciones del fabricante relacionadas con la forma de almacenamiento.

B.4 INSPECCIÓN PREVIA A LA INSTALACIÓN

Con anterioridad a la instalación, debe verificarse la limpieza de las caras de la brida, de las superficies de sellamiento, de los asientos del cuerpo y de los asientos del disco. Se debe inspeccionar el acople mediante pernos del operador a la válvula con el propósito de determinar si se ha aflojado durante el transporte y la manipulación. En caso de que se encuentre flojo, debe apretarse firmemente la válvula debe abrirse y cerrarse para comprobar su operación apropiada y que los interruptores límites y de tope se encuentran colocados en forma correcta de tal manera que la válvula se asiente completamente. La válvula debe cerrarse antes de la instalación.

B.5 INSTALACIÓN

Es imprescindible que todos los manuales de instrucción suministrados por el fabricante de la válvula sean revisados en detalle antes de proceder a la instalación. Se debe estar seguro, de que en el sitio de trabajo, se realiza la inspección establecida (véase 8.4) antes de proceder a instalar la válvula.

B.5.1 Las válvulas deben colocarse con cuidado en su posición de trabajo, evitando el contacto o el impacto con otros equipos, con las paredes de la bóveda de instalación o con las paredes de la zanja.

B.5.2 Las válvulas han de ser instaladas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

B.5.3 En caso de que las válvulas tengan asientos ajustables, se debe instalar el lado de ajuste del asiento de tal modo que se pueda realizar el acceso y ajuste en servicio.

B.5.4 A menos que se establezca otra cosa en los planos y especificaciones y, siempre que sea factible, las válvulas que vayan a trabajar en instalaciones subterráneas deben localizarse en áreas sin pavimentar.

B.5.5 Los materiales extraños presentes en las válvulas de mariposa pueden deteriorar el asiento elástico cuando se operen las válvulas. Se debe verificar que el interior de las válvulas y la tubería adyacente se encuentra libre de material extraño antes de realizar el montaje de válvula y junta de la tubería.

B.5.6 Se deben preparar los extremos de la tubería, e instalar las válvulas de acuerdo con las instrucciones del fabricante para el tipo de unión empleada. No debe flexionarse la unión entre la tubería y la válvula. No debe emplearse la válvula para que actúe como gato para hacer alinear la tubería. Se debe instalar en planta, de modo que sea mínima la deflexión de la conexión de la válvula con la carga de la tubería.

B.5.7 En el caso de las válvulas de mariposa del tipo wafer, se debe colocar concéntricamente el disco de la válvula entre las bridas de ajuste.

B.5.8 Se debe verificar que el disco de la válvula, en el momento de abrir, no vaya a entrar en contacto con la lumbrera de la tubería. Esto es especialmente necesario en el caso de tuberías que tengan revestimientos y cuando se emplean válvulas del tipo wafer. Debe verificarse un diámetro mínimo requerido en la tubería (ID), para que haya suficiente espacio.

B.5.9 Las válvulas instaladas en posiciones subterráneas deben estar instaladas de tal manera que la caja de la válvula no transmita golpes o esfuerzos al operador como resultado de movimientos de tierra o de paso de vehículos.

8.5.10 En caso de que las válvulas se encuentren instaladas en bóvedas, el diseño de dichas bóvedas debe presentar espacio suficiente para que el conjunto de operador y válvula puedan ser retirados para propósitos de reparación. Debe darse especial atención a la posible entrada de agua subterránea o superficial y al modo de como retirarla. La tuerca de operación de la válvula debe quedar accesible desde la superficie superior de la bóveda mediante el empleo de una llave de tuerca.

B.6 ENSAYOS

En el caso de que se empleen válvulas de mariposa con el propósito de aislar secciones de

tubería que han de someterse a ensayo, es importante tener en cuenta que estas válvulas se encuentran diseñadas o ajustadas en fábrica para soportar solamente la presión nominal. Los valores en la presión de ensayo superiores a la presión nominal de la válvula pueden ocasionar fugas en el asiento elástico.

B.6.1 Con el propósito de prevenir pérdidas de tiempo durante la verificación de las fugas, es recomendable que las excavaciones realizadas para la instalación de las válvulas subterráneas no sean rellenas hasta tanto todos los ensayos de presión se hayan completado.

B.6.2 Las fugas en los asientos pueden originarse en la presencia de material extraño en la tubería. En caso de que ocurra esto; se debe abrir la válvula entre 5 ° y 10 ° con el propósito de obtener una acción de lavado de alta velocidad y luego cerrar. Se debe repetir el mismo procedimiento varias veces con el propósito de limpiar los asientos y obtener un cierre hermético.

B.6.3 Las fugas en los asientos pueden ser el resultado de un desplazamiento rotacional en la posición del disco con relación al asiento del cuerpo. Se debe reajustar el tope de cierre de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

B.7 REGISTROS

Una vez realizada la instalación, la localización de la válvula, su tamaño, marca, tipo, fecha de instalación, número de vueltas que se deben realizar para abrirla, la dirección de abertura, así como cualquier otra información que se considere importante, deberá tener un registro permanente en el archivo del propietario.

B.8 OPERACIÓN

B.8.1 No está permitido el uso u operación de ninguna válvula a una presión superior a la presión nominal de la válvula.

B.8.2 No deben excederse torques de entrada superiores a los 300 pie-lb sobre operadores con tuercas para llave; tampoco deben aplicarse fuerzas mayores de 200 lb en el caso de ruedas de mando o ruedas dentadas para cadenas. En el caso de que se empleen operadores portátiles auxiliares se debe dimensionar el operador o se debe utilizar un dispositivo límite de torque con el propósito de prevenir la aplicación de un torque superior a las 300 lb-pie. En caso de que se emplee un operador sobredimensionado que no disponga de medio para limitar el torque se debe detener el operador antes de que la válvula se encuentre totalmente abierta o cerrada en contra de los topes, completando la operación en forma manual. Se debe verificar el interruptor direccional del operador en comparación con la dirección indicada por la tuerca para llave de tuerca, la rueda de mando o los registros antes de aplicar el torque de abertura o cierre.

B.8.3 En caso de que la válvula se encuentre detenida en alguna posición intermedia entre la abertura y el cierre, se debe verificar si no existe algún atascamiento en el operador. Si ese no es el caso, la interferencia se encuentra dentro de la válvula, debido a lo cual no se debe intentar forzar el disco hacia las posiciones cerrada o abierta ya que un torque excesivo en esta posición podría dañar en forma severa las partes internas.

B.9 MANTENIMIENTO

El mantenimiento de las válvulas de mariposa con asientos elásticos por parte del propietario

se limita generalmente a los operadores y a los sellos del eje. En algunos casos, el diseño de la válvula permite la realización de ajustes en campo o el reemplazo de los asientos elásticos en caso de que se presenten fugas en el disco. A menos que el propietario disponga de personal calificado y de equipo apropiado, cualquier problema interno de importancia probablemente requerirá del retiro de la válvula y su envío al fabricante para su reparación.

B.9.1 El mantenimiento normal se realiza en la zona de los sellos del eje y de los operadores. Las fugas en los sellos, las partes rotas, la operación difícil y en algunos casos, las fugas en los sellos deben corregirse por parte de la brigada de reparaciones tan pronto como sea posible después de que se reporte el defecto.

B.9.2 Si las reparaciones han de ser realizadas en campo, las brigadas de reparación deben llevar un conjunto completo de repuestos hasta el sitio de trabajo. Se debe estar seguro de revisar las instrucciones de mantenimiento del fabricante antes de cualquier trabajo de reparación.

B.9.3 Se debe disponer de medios para detener el flujo en la tubería y aislar la válvula con respecto a la presión antes de la realización de cualquier mantenimiento correctivo.

B.9.4 Una vez terminada la reparación, se debe llevar la válvula a lo largo de un ciclo completo de operación y después de que se haya reestablecido la presión de la tubería, se debe llevar a cabo una inspección relacionada con la presencia de fugas.

B.9.5 En caso de que las reparaciones importantes impliquen remover la válvula con el propósito de repararla, se debe avisar a todas las partes interesadas tanto de los organismos comprometidos en la distribución de agua como de los organismos encargados del control de incendio, de que la válvula y la tubería se encuentran fuera de servicio. Terminada la reparación y la posterior instalación, se debe notificar al mismo personal el hecho de que tanto la válvula como la línea se encuentran nuevamente en servicio.

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Válvulas - Válvulas de compuerta para sistemas de acueducto y alcantarillado - Requisitos

ICS 23.060.30 Válvulas de compuerta

Marzo, 1997

Correspondencia:

Esta norma es idéntica a la norma COPANT 1624:1996 - Válvulas de compuertas para sistemas de acueducto y alcantarillado

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La elaboración de la Norma Boliviana **NB 764 - 97 “Válvulas - Válvulas de compuerta para sistemas de acueducto y alcantarillado - Requisitos”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 13.13 “Válvulas”, habiendo adoptado la Norma COPANT 1624:96 “**Mecánica – Válvulas de compuertas para sistemas de acueducto y alcantarillado**”.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Pedro Aliaga	ANESAPA
Waldo Peñaranda	ANESAPA
Marcelo Gonzales	DINASBA
Ramiro Altamirano	DINASBA
Fernando Carazas	I. I. S. – UMSA
Antonio del Villar	TUBOMAX BOLIVIANA
Felix Zubieta	PLASMAR S.A.
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Federico Koelbl	PLAMAT S.A.
Richard Voss	PLAMAT S. A.
Jaime Sánchez Guzmán	DUCTEC S. R. L.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 1997 - 02 - 06

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 1997 - 02 - 20

Fecha de aprobación por la Junta Directiva de IBNORCA 1997 - 03 - 04

ÍNDICE

Página

1	GENERALIDADES.....	171
1.1	Objeto	171
1.1.1	Valores nominales de la presión en las válvulas	171
1.1.2	Condiciones y materiales que no se encuentran cubiertos por esta norma ..	171
1.2	Definiciones	171
1.2.1	Cliente.....	171
1.2.2	Fabricante.....	171
1.2.3	Inspector	171
1.2.4	Juntas de extremo acampanado	172
1.2.5	Junta mecánica.....	172
1.2.6	Junta de brida	172
1.2.7	Junta de extremo liso.....	172
1.2.8	NPS	172
1.3	Conjunto de datos que deben de ser suministrados por parte del fabricante	172
1.3.1	Datos de catálogo.....	172
1.3.2	Información relacionada con el peso	172
1.3.3	Planos de conjunto	172
1.4	Declaración de cumplimiento.....	172
1.5	Documentos de referencia.....	172
2	MATERIALES.....	174
2.1	Generalidades	174
2.2	Propiedades físicas y químicas	174
2.2.1	Fundición hierro fundido	174
2.2.2	Fundición dúctil.....	174
2.2.3	Latón o bronce.....	174
2.2.4	Acero	175
2.2.5	Elastómeros	175
2.2.6	Empaquetaduras	175
2.2.7	Anillos en "O" (O – Rings).....	176
2.2.8	Pintura	176
3	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	176
3.1	Resistencia al esfuerzo.....	176
3.2	Fundamentos de diseño estructural	176
3.3	Tamaño de la sección de paso de agua	176
3.4	Cuerpo y bonete	176
3.4.1	Pared y espesor.....	176
3.4.2	Secciones metálicas	178
3.4.3	Superficies de asentamiento	178
3.4.4	Cojinetes de empuje	178
3.4.5	Ensamble mediante espigas.....	178
3.4.6	Marcos para válvulas OS&Y	178
3.4.7	Abertura para el vástago en el caso de las válvulas OS&Y	178
3.5	Colocación de pernos en el bonete	178
3.6	Extremos de las válvulas	179
3.6.1	Extremos acampanados para juntas calafateadas.....	179
3.6.2	Extremos con brida.....	179
3.6.3	Extremos de las juntas mecánicas	179

3.6.4	Juntas de extremos lisos	180
3.7	Compuertas y anillos	180
3.7.1	Compuerta de la válvula	180
3.7.2	Anillos de la compuerta	180
3.8	Anillo del asiento del cuerpo de la válvula	181
3.8.1	Materiales y acabado	181
3.8.2	Ancho	181
3.9	Dispositivos para distribución de fuerzas del disco	181
3.9.1	Materiales	181
3.9.2	Materiales opcionales	181
3.9.3	Materiales de caucho	182
3.10	Guías (válvulas de compuerta de cuña partida o de cuña compacta)	182
3.10.1	Materiales	182
3.10.2	Superficies de asiento	182
3.11	Rodillos y recorridos para válvulas horizontales	182
3.11.1	Válvulas de disco doble	182
3.11.2	Rascadores	182
3.12	Vástagos y tuercas de los vástagos	182
3.12.1	Collar del vástago	182
3.12.2	Roscas	183
3.12.3	Maquinado y roscado	183
3.12.4	Diámetro	183
3.12.5	Vástagos de las válvulas OS&Y	183
3.12.6	Materiales	184
3.12.7	Corrosión con esfuerzo	184
3.13	Sistema de sellado del vástago	184
3.13.1	Caja Estopa	184
3.13.2	Anillos en "O"	184
3.14	Empaques	185
3.14.1	Empaque de la caja de estopas	185
3.14.2	Instalación	185
3.15	Casquillos, bridas del casquillo, pernos del casquillo y tuercas para los pernos del casquillo	185
3.15.1	Materiales	185
3.15.2	Bridas del casquillo	185
3.15.3	Pernos para el casquillo	185
3.16	Dados de operación y ruedas de manejo	185
3.16.1	Mecanismo de maniobra	186
3.16.2	Método de aseguramiento	186
3.16.3	Acceso a los pernos del casquillo del prensaestopas	186
3.16.4	Código de colores	186
3.17	Engranajes	186
3.17.1	Materiales	186
3.17.2	Relación de engrane	187
3.18	Caja de engranajes	187
3.19	Indicadores	187
3.20	Derivaciones	187
3.21	Empaquetaduras	188
3.22	Pintura y recubrimiento	188
4	FABRICACIÓN	188
4.1	Acabado	188
4.1.1	Partes intercambiables	188
4.1.2	Fundiciones	188

5	ENSAYO, INSPECCIÓN Y RECHAZO	188
5.1	Ensayo.....	188
5.1.1	Ensayo de operación	189
5.1.2	Ensayo hidrostático	189
5.2	Inspección y rechazo	189
6	ROTULADO Y ENVÍO	189
6.1	Rotulado	189
6.2	Preparación para el embarque	190
7	ANTECEDENTES	190
Anexo A (Informativo) - Instalación, operación y mantenimiento de las válvulas de compuerta.....		191
A.1	GENERALIDADES	191
A.2	PROCEDIMIENTO DE DESCARGA DE LAS VÁLVULAS	191
A.3	INSPECCIÓN PREVIA A LA INSTALACIÓN	191
A.4	ALMACENAMIENTO	191
A.5	INSTALACIÓN	192
A.5.1	Pernos	192
A.5.2	Construcciones bajo tierra	192
A.5.3	Instalaciones superficiales.....	193
A.5.4	Inspección.....	193
A.5.5	Ensayos	193
A.5.6	Registros.....	194
A.5.7	Riesgos presentes en las diferentes aplicaciones.....	194
A.6	PROGRAMA DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO	194
A.7	INSPECCIÓN Y PROCESO DE MANTENIMIENTO	195
A.7.1	Inspección.....	195
A.7.2	Archivo de los datos	195
A.8	REPARACIONES	195

Válvulas - Válvulas de compuerta para sistemas de acueducto y alcantarillado - Requisitos**1 GENERALIDADES****1.1 Objeto**

Esta norma contempla las válvulas de compuerta de vástago no ascendente, con cuerpo en fundición, montadas en bronce con diámetros entre 3 plg NPS y 48 plg NPS, y válvulas de vástago ascendente y tornillo exterior con marco (OS&Y) con diámetros entre 3 plg NPS y 12 plg NPS, bien sea con compuertas de disco doble que tengan asientos inclinados o paralelos, o compuertas de cuña sólida. Estas válvulas son apropiadas para emplearse en sistemas de acueducto y alcantarillado que se encuentren aproximadamente a nivel.

1.1.1 Valores nominales de la presión en las válvulas

La presión de trabajo de diseño del agua será de 200 psig para válvulas de hasta 12 plg NPS de diámetro, y de 150 psig para válvulas con diámetros a partir de 16 plg NPS. Las válvulas destinadas a operar a valores de presión que se encuentren por fuera de los límites citados anteriormente, se encuentran fuera del alcance de esta norma y por lo tanto demandan características de diseño y construcción especiales.

1.1.2 Condiciones y materiales que no se encuentran cubiertos por esta norma

Esta norma no está destinada a contemplar condiciones especiales de instalación y operación de válvulas de compuerta tales como la unidad impulsora empotrada, instalación en tuberías verticales o que tengan una inclinación severa, conducción de un tipo de agua de características inusualmente corrosivas, golpes de ariete excesivos, manipulación frecuente (como la que se presenta en el servicio de los filtros), o en operación en un sitio destinado a la estrangulación. Tales condiciones se encuentran fuera del alcance de esta norma y demandan consideraciones especiales para su diseño y construcción. Los materiales de las juntas para las conexiones de los extremos, tales como los pernos, empaquetaduras, collarines del prensaestopas, anillos seguidores, etc., no se contemplan en esta norma.

1.2 Definiciones

Las siguientes definiciones tienen aplicabilidad en esta norma.

1.2.1 Cliente. Es quien, en desarrollo de un contrato o acuerdo compra los productos que cumplen con esta norma.

1.2.2 Fabricante. Es quien elabora los productos que cumplen con los requisitos de esta norma.

1.2.3 Inspector. Representante del cliente, encargado de la inspección de los productos y registros de producción, así como del seguimiento de las operaciones de producción y de los ensayos de control de calidad destinados a garantizar que los productos cumplen con los requisitos exigidos por el comprador y por esta norma.

1.2.4 Juntas de extremo acampanado. (extremo espiga y campana). Juntas vaciadas o calafateadas (véase 3.6.1).

1.2.5 Junta mecánica. Junta con empaque y pernos tal como se indica en la norma ANSI/AWWA C111/A21.11.

1.2.6 Junta de brida. La junta con brida y perno tal como se describe en la norma ANSI/AWWA C110/A21.10, ANSI B16.1, clase 125, ASME, ANSI B16.42 ó ISO 2 531.

1.2.7 Junta de extremo liso. Junta sencilla con empaque de caucho tal como se describe en la norma ANSI/AWWA C111/A21.11 ó ISO 2 531.

1.2.8 NPS. Tamaño nominal de la tubería.

1.3 Conjunto de datos que deben de ser suministrados por parte del fabricante

A solicitud del comprador, el fabricante debe suministrar la siguiente información al momento de proveer los elementos objeto de la orden de compra.

1.3.1 Datos de catálogo

El fabricante debe suministrar datos de catálogo, que contengan además ilustraciones y un listado de partes que identifique los materiales que se utilizan en la fabricación de las diferentes partes. Dicha información debe ser lo suficientemente detallada como para servir de guía en el montaje y desmontaje de las válvulas de compuerta así como para poder solicitar los repuestos respectivos.

1.3.2 Información relacionada con el peso

El fabricante debe entregar el dato correspondiente al peso total neto de la válvula instalada para cada uno de los tamaños.

1.3.3 Planos de conjunto

El fabricante debe someter a la aprobación por parte del comprador un conjunto de planos certificados que muestren las dimensiones principales, detalles de la construcción y materiales empleados en la construcción de todas las partes de la válvula. Todas las válvulas deben suministrarse de acuerdo con estos planos certificados, una vez los planos hayan sido aceptados por parte del comprador.

1.4 Declaración de cumplimiento

El fabricante debe, cuando así lo haya establecido el comprador en sus especificaciones adicionales, suministrar una declaración de cumplimiento que establezca que las válvulas y todos los materiales empleados en su construcción satisfacen los requisitos pertinentes de esta norma y de las especificaciones adicionales, y de que todos los ensayos especificados en ella se han realizado, cumpliéndose todos los requisitos de los mismos.

1.5 Documentos de referencia

ANSI B16.1 *	Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings Class 25, 125, 250 y 800.
ANSI B18.2.1	Square and Hex Bolts and Screws Including Askew Head Bolts, Hex Cap Screws and Lag Screws.

* American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, NY 10 018.

ANSI/AWWA C110/A21.10	American National Standard for Ductile-Iron and Gray-Iron Fittings 3 In. Through 48 In., for Water and Other Liquids.
ANSI/AWWA C111/A21.11	American National Standard for Rubber-Gasket Joints for Ductile-Iron and Gray-Iron Pressure Pipe and Fittings.
ASME/ANSI B.16.42	Ductile Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings. Classes ISO and 300.
ASTM A 27 *	Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application.
ASTM A 126	Specification for Gray Iron Castings for Valves, Flanges, and Pipe Fittings.
ASTM A 153	Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
ASTM A 165	Specification for Electrodeposited Coatings of Cadmium on Steel.
ASTM A 307	Specification for Carbon Steel Externally Threaded Standard Fasteners.
ASTM A 395	Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure-Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures.
ASTM A 536	Specification for Ductile Iron Castings.
ASTM B 154	Method of Mercurous Nitrate Test for Copper and Copper Alloys.
ASTM B 584	Specification for Copper Alloy Sand Castings for General Applications.
ASTM B 633	Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel.
ASTM D 395	Test Methods for Rubber Property-Compression Set.
ASTM D 471	Test Method for Rubber Property-Effect of Liquids.
ASTM D 1 149	Test Method for Rubber Deterioration-Surface Ozone Cracking in a Chamber (Flat Specimen).
ASTM D 2 000	Classification System for Rubber Products in Automotive Applications.
AWWA C 550	Standard for Protective Interior Coatings for Valves and Hydrants.
MSS SP-9 **	Spot Facing for Bronze, Iron and Steel Flanges.
Fed. Spec. HH-P-34c ***	Packing; Asbestos Rod, Braided.
Fad. Spec. HH-P-106d	Packing; Flax or Hemp.
Fed. Spec. TT-V-51	Varnish; Asphalt.
Fed. Spec. TT-C-494a	Coating Compound, Bituminous, Solvent Type, Acid Resistant.
Aerospace Standard AS-568A ****	Aerospace Size Standard for o rings.
ISO 2 531	Ductile Iron Pipes, fittings and accesories for pressure pipelines.
ISO 7 259	Predominantly Key - operated cast iron gate valves for underground use.

* American Society for Testing and Materials, 1 916 Race Street, Philadelphia, PA 19 103.

** Manufactures Standardization Society of the Valve and Fittings Industry, 127 Park street N.E., Viena, VA 22 180.

*** Las Especificaciones Federales se encuentran disponibles en el Naval Publications and Forms Center, 5801 Tabor Avenue, Philadelphia, PA 19 120.

**** La Aerospace Standard se encuentra disponible en la Society of Automotive Engineers, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15 096.

2 MATERIALES

2.1 Generalidades

Todos los materiales designados de aquí en adelante, cuando se emplean en la fabricación de las válvulas producidas de acuerdo con esta norma, deben estar conformes con las normas a las cuales se hace la respectiva referencia.

2.2 Propiedades físicas y químicas

Los requerimientos físicos y químicos de los componentes de las válvulas de compuerta deben ser los establecidos en las normas AWWA, ANSI, ASTM; o en cualquier otra norma a la cual se haga referencia. Siempre que los componentes de las válvulas satisfagan las normas AWWA, ANSI, ASTM, u otras normas que incluyan requisitos de ensayo o procedimientos de ensayo, tales requisitos o procedimientos deben ser de cumplimiento obligatorio por parte del fabricante de la válvula. Los registros de todos estos ensayos, en caso de que así se requiera, deben encontrarse disponibles para el cliente.

2.2.1 Fundición fierro fundido

La fundición de fierro fundido debe satisfacer o exceder los requisitos establecidos en la norma ASTM A126 clase B.

2.2.2 Fundición dúctil

La fundición dúctil debe satisfacer una de las siguientes normas: ASTM A 395, ó ASTM A 536.

2.2.3 Latón o bronce

El latón o el bronce empleado en las válvulas de compuerta deben cumplir con las siguientes exigencias:

2.2.3.1 Los componentes de bronce o latón en las válvulas deben estar fabricados según las especificaciones para las aleaciones según la ASTM o la Copper Development Association¹ (CDA).

2.2.3.2 Se deben satisfacer los requisitos físicos y químicos que se presentan en la tabla 1.

Tabla 1 - Requisitos físicos y químicos para el bronce

Grado del bronce	Límite elástico mínimo psi	Alargamiento mínimo en 2 plg %	Porcentaje mínimo de cobre %	Porcentaje mínimo de zinc %
A	14 000	15	79	16
B	20 000	15	57	-
C	32 000	10	57	-
D	20 000	15	79	16
E	32 000	10	79	16

¹ Copper Development Association, 405 Lexington Avenue, New York, NY 10 017

2.2.3.3 Cualquier aleación de bronce empleada en su condición de trabajo en frío, debe estar en condiciones de satisfacer el ensayo del nitrato de mercurio realizado de acuerdo con la norma ASTM B 154 con el propósito de minimizar la susceptibilidad a la corrosión.

2.2.3.4 El agua, en algunas zonas ha demostrado contribuir a la corrosión galvánica en forma de disminución del Zinc o de desaluminización. En tal caso no debe emplearse bronce de los grados B y C.

2.2.4 Acero

El material de los pernos debe satisfacer la norma ASTM A 307. Las fundiciones de acero al carbono, en caso de que se utilicen, deben ser del grado U - 60 - 30 ó equivalente según la norma ASTM A 27.

2.2.5 Elastómeros

Los elastómeros deben cumplir con los siguientes requisitos:

2.2.5.1 El caucho debe ser resistente a los ataques microbiológicos, a la contaminación con cobre y al ataque del ozono.

2.2.5.2 Los compuestos de caucho no deben contener más de 8 partes por millón (ppm) de iones de cobre y deben incluir inhibidores de cobre con el propósito de evitar la degradación del cobre del material de caucho. Los elastómeros empleados podrán ser del tipo Neopreno o Acrilonitrilo y deben cumplir con lo estipulado en ASTM D 2 000.

2.2.5.3 Los compuestos de caucho deben ser capaces de resistir un ensayo de resistencia al ozono de acuerdo con lo establecido en ASTM D 1 149. Los ensayos deben realizarse sobre muestras que no se hayan fatigado, durante un periodo de 70 h a 104 °F (40 °C) con una concentración de ozono de 50 partes por cada 100 millones (pphm). Una vez terminados estos ensayos no deben presentarse grietas visibles en las superficies de las muestras de ensayo.

2.2.5.4 Los compuestos de caucho deben tener un valor predeterminado máximo de compresión de 18 % una vez se sometan al ensayo de acuerdo con el método B de la norma ASTM D 395 durante 22 h a 158 °F (71 °C).

2.2.5.5 Los compuestos de caucho deben encontrarse libres de aceites vegetales, o sus derivados de grasas animales y de aceites animales.

2.2.5.6 Los componentes de caucho no deben contener más de 1,5 partes de parafina por cada 100 partes de hidrocarburo de caucho, y deben presentar menos del 2 % de incremento de volumen cuando se encuentren sometidos al ensayo de acuerdo con la norma ASTM D 471 después de que se hayan mantenido sumergidos en agua destilada a 73,4 °F $\pm$ 2 °F (23 °C $\pm$ 1 °C) durante un período de 70 h. No debe emplearse caucho regenerado.

2.2.6 Empaquetaduras

El material de las empaquetaduras debe fabricarse de lámina de asbesto, con composición de caucho, o papel que se encuentre libre de ingredientes corrosivos. En lugar de empaquetaduras pueden emplearse anillos en "O" u otros sellos elastoméricos apropiados.

2.2.7 Anillos en “O” (O – Rings)

Los anillos en “O” deben cumplir los requisitos de la norma ASTM D 2 000 y presentar propiedades físicas acordes con su aplicación.

2.2.8 Pintura

La pintura empleada en el recubrimiento de la válvula debe cumplir con las siguientes exigencias.

2.2.8.1 La pintura empleada en el recubrimiento de la válvula, debe cumplir con 3.2.2 y estar conforme con los requisitos de la norma Fed. Spec. TT-V-51 sobre barniz asfáltico y la Fed. Spec TT-C-494a sobre compuestos de recubrimiento, o equivalentes.

2.2.8.2 En caso de que se empleen recubrimientos especiales por parte del fabricante, éstos deben ser aceptables para el uso con agua potable.

3 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

3.1 Resistencia al esfuerzo

Todas las partes de las válvulas deben estar diseñadas para resistir, sin exceder el límite de fatiga del material o sin resultar estructuralmente dañadas, (1) los esfuerzos resultantes de la presión interna de ensayo igual al doble de la presión nominal de diseño de trabajo de la válvula; y (2) los esfuerzos combinados resultantes de la presión total nominal interna de trabajo cuando la cuña o las compuertas se mueven a través de los asientos, bajo una presión de trabajo total no equilibrada, desde la posición de cierre total hasta el punto de abertura, y de allí hasta completar el cierre. Adicionalmente a estos requisitos de presión, el conjunto de la válvula y el mecanismo debe ser capaz de soportar un torque como el que se define a continuación: 200 lb-pie para 3 plg NPS y 4 plg NPS; 300 lb-pie para 6 plg, 8 plg, 10 plg y 12 plg, NPS.

3.2 Fundamentos de diseño estructural

Todas las partes, incluyendo el cuerpo y el bonete, deben tener tales dimensiones que, si se aplica un momento torsional excesivo al vástago en la dirección de cierre, mientras el disco de la válvula descansa en su asiento y es sometido a la presión de trabajo, no se presente falla del bonete ni del cuerpo de la válvula.

3.3 Tamaño de la sección de paso de agua

Con la válvula en posición abierta, se debe tener una sección de paso de agua libre de obstrucciones. La sección de paso de agua debe tener un diámetro igual o superior al diámetro nominal de la válvula, con excepción de que, si se han colocado topes para insertar o remover los anillos del asiento del cuerpo de la válvula, éstos tengan que permanecer allí una vez la válvula se encuentre ensamblada.

3.4 Cuerpo y bonete

3.4.1 Pared y espesor

Tanto el cuerpo como el bonete de las válvulas deben estar contruidos en fundición de fierro fundido o fierro fundido dúctil y debe cumplir con las exigencias establecida (véanse 3.1 y 3.2). Las mediciones del espesor de pared tomadas en puntos diametralmente opuestos, cuando se suman y se dividen por 2, deben ser iguales o exceder al espesor mínimo del

metal indicado (véanse tabla 2 o tabla 3) de acuerdo con el material. En ningún punto el espesor de pared debe ser inferior en más de 12,5 % al espesor mínimo del metal indicado (véanse tabla 2 o tabla 3), ninguna región de espesor deficiente deberá exceder al 12,5 % del área de la lámina de fundición sometida a la presión.

Tabla 2 - Espesor mínimo del cuerpo y del dado de operación de la válvula

Dimensiones en plg

Diámetro de la válvula NPS	Espesor mínimo*	
3	0,37	(3/8)
4	0,40	(13/32)
6	0,43	(7/16)
8	0,50	(1/2)
10	0,63	(5/8)
12	0,68	(11/16)
16	0,85	(27/32)
20	0,97	(31/32)
24	1,08	(1-5/64)
30	1,39	(1-13/32)
36	1,54	(1-17/32)
42	1,58	(1-19/32)
48	1,73	(1-23/32)

* En caso de que las dos expresiones no sean exactamente equivalentes deberá emplearse el valor decimal.

Tabla 3 - Dimensión cara a cara de válvulas de compuerta de fundición de hierro con gráfico en hojuelas o esferoidal. ISO PN 10 a ISO PN 40.

Dimensiones en mm

DN	Espesor				
	ISO PN 10/16/20		ISO PN 40		ISO PN 40
50	178	250	216	250	216
65	191	270	241	270	241
80	203	280	283	280	283
100	229	300	305	300	305
125	254	325	381	325	381
150	267	350	403	350	403
200	292	400	419	400	419
250	330	460	457	450	457
300	356	500	502	500	502
Series básicas para ISO 5752	3	15	19	15	4

Tolerancias para las dimensiones cara a cara

Dimensiones en mm

Espesor de la válvula sin recubrimiento		Tolerancia
Desde	Hasta (inclusive)	
0	250	± 2
250	500	± 3
500	800	± 4

3.4.2 Secciones metálicas

Todas las secciones de metal y las nervaduras deben estar adecuadamente dimensionadas y las esquinas deben tener aristas redondeadas, de acuerdo con los métodos apropiados de fundición. En el caso de las válvulas de compuerta de doble disco, el cuerpo y el dado de operación deben estar diseñados de tal manera que se minimice el juego lateral de los discos.

3.4.3 Superficies de asentamiento

El cuerpo de la válvula debe encontrarse maquinado y roscado de tal manera que se puedan colocar los anillos para asiento en los topes (o de asiento en la base), y la rosca debe ser lo suficientemente profunda y la superficie de asentamiento lo suficientemente precisa como para impedir la presencia de fugas en la parte posterior de los anillos de asiento.

3.4.4 Cojinetes de empuje

La caja del cojinete de empuje y la abertura del vástago (en caso de que esta abertura se encuentre en contacto con el vástago) en el dado de operación deben estar maquinados o terminados de manera que presenten una superficie uniforme y perpendicular o paralela al eje del vástago con una tolerancia de hasta 0,5 °. En el caso de las válvulas cuyo diámetro sea igual o superior a 16 plg NPS, la superficie del cojinete de empuje debe ser de bronce de grado A, B, C, D, ó E, y la abertura del vástago debe ser forrada en bronce de grado A, B, C, D ó E, en caso de que la abertura se encuentre en contacto con el vástago.

3.4.5 Ensamble mediante espigas

Con el propósito de facilitar el montaje, en el caso de válvulas con vástagos horizontales a partir de 16 plg NPS de diámetro así como en el caso de válvulas con vástagos verticales a partir de 24 plg NPS de diámetro, se deben colocar un par de agujeros para espigas ubicados en forma precisa y un par de espigas de extremos redondeados o cónicos en las bridas del cuerpo y del bonete. Las espigas deben estar colocadas en los extremos opuestos de la brida (una cerca de la línea central lateral y la otra aproximadamente a 2 plg).

3.4.6 Marcos para válvulas OS&Y

En el caso de las válvulas OS&Y, el marco sobre el bonete puede ser de construcción integral o apernado y de tales dimensiones y asegurado de tal manera que sea relativamente tan resistente como las demás partes de la válvula. El diseño debe ser de tales características que la mano del operario no quede trabada entre el marco y la rueda.

3.4.7 Abertura para el vástago en el caso de las válvulas OS&Y

En el caso de las válvulas OS&Y de fundición, la abertura a través de la guía superior (bonette) para el vástago debe encontrarse recubierta con bronce de grado A, B, C, D, ó E y terminada de tal manera en el lado inferior o diseñada de tal manera que forme una junta con el vástago o con la tuerca del vástago cuando la compuerta se encuentre totalmente abierta.

3.5 Colocación de pernos en el bonete

El material empleado en la elaboración de los pernos debe presentar una resistencia física acorde con los criterios de la norma ASTM A 307; los pernos pueden ser de cabeza regular cuadrada o hexagonal con dimensiones que satisfagan los requisitos de la norma ANSI B 18.2.1. Tanto los pernos como los espárragos y tuercas deben encontrarse (1) enchapadas en cadmio (según el grado NS de la norma ASTM A 165) o bañados en Cinc (tal como se encuentra especificado en las normas ASTM A 153 o ASTM B 633) o (2) protegidas contra

la oxidación mediante otros procedimientos previo conocimiento y aceptación por parte del comprador. El comprador puede especificar que los pernos, espárragos y tuercas sean de un material resistente a la corrosión tal como el bronce de bajo contenido de Cinc, las aleaciones de níquel-cobre o el acero inoxidable.

3.6 Extremos de las válvulas

Los extremos de las campanas y espigas, de las bridas y de las juntas mecánicas deben satisfacer las siguientes especificaciones.

3.6.1 Extremos acampanados para juntas calafateadas

3.6.1.1 Las dimensiones de las campanas para válvulas de hasta 12 plg NPS, debe concordar con las establecidas para los accesorios de campana y espiga establecidas en ANSI/AWWA C110/A 21.10.

3.6.1.2 En el caso de válvulas con diámetros NPS iguales o superiores a 16 plg las dimensiones de la campana deben concordar con las establecidas para los accesorios de campanas y espiga establecidas en la norma ANSI/AWWA C110/A21.10 con excepción de los diámetros de la campana.

3.6.1.3 En el caso de válvulas entre 3 plg y 24 plg NPS inclusive, el diámetro interno debe ser el que se indica en tabla 4.

3.6.1.4 En el caso de válvulas con diámetros iguales o superiores a 30 plg NPS, el diámetro interno de la campana de la válvula y el diámetro externo de la tubería que se ha de emplear, deben ser establecidas en las especificaciones adicionales del comprador en caso de que las dimensiones se aparten de aquellas establecidas en tabla 4.

3.6.2 Extremos con brida

Los extremos de las válvulas bridadas deben satisfacer los criterios sobre dimensiones y agujeros según la clase 125 de la norma ANSI B16.1, ANSI B16.42 e ISO 2 531, a menos que se establezca en forma explícita otra cosa en las especificaciones adicionales. Si no se establece el fresado para las tuercas en las especificaciones adicionales, los agujeros de los pernos en los extremos bridados no deben ser fresados excepto cuando el espesor en cualquiera de los puntos localizados en el área de fresado (véase MSS SP- 9), exceda, el espesor mínimo requerido en más de lo indicado en tabla 5.

En caso de que se excedan los límites anteriormente expresados, puede emplearse el fresado para las tuercas o el fresado en la cara posterior con el propósito de satisfacer los requerimientos. Cuando así se requiera, los fresados para tuercas deben realizarse de acuerdo con MSS SP- 9.

3.6.3 Extremos de las juntas mecánicas

Las dimensiones de las campanas de las junta mecánicas deben satisfacer lo establecido en ANSI/AWWA C111/A21.11.

En lugar de agujeros para los pernos en la brida de campana se pueden elaborar ranuras con un ancho similar al del diámetro de dichos agujeros en aquellos lugares en los cuales el cuerpo de la válvula y el bonete interfieran con el montaje de la junta.

3.6.4 Juntas de extremos lisos

Este tipo de juntas debe estar de acuerdo con los requisitos establecidos en ANSI/AWWA C111/A21.11.

3.7 Compuertas y anillos

3.7.1 Compuerta de la válvula

La compuerta de la válvula debe ser de fundición de fierro fundido o dúctil a menos que el cliente, en sus especificaciones establezca en forma explícita que deben ser de bronce.

3.7.2 Anillos de la compuerta

Los anillos de la compuerta deben estar elaborados de bronce grado A. Deben ser arrollados, martillados o colocados mediante presión en las ranuras que se encuentran maquinadas en los discos, o deben ser asegurados mediante otros métodos previamente aceptados por el cliente. Los anillos deben fabricarse con una sección transversal resistente a las deformaciones accidentales a las cuales se encuentran sometidos en el proceso de manipulación y montaje.

3.7.2.1 Una vez que los anillos se hayan asegurado apropiadamente en su lugar, se debe obtener sobre ellos una superficie maquinada pulida.

3.7.2.2 El ancho de las caras de los anillos de la compuerta no debe ser menor que el de los anillos de asentamiento del cuerpo, además debe presentar un sobreespesor lo suficientemente grande como para permitir que las compuertas continúen asentándose en forma hermética permitiendo un desgaste razonable de las caras de los anillos y de las diferentes partes del mecanismo de la compuerta.

Tabla 4 - Diámetro interno (ID) de los extremos de campana

Dimensiones en plg

Tamaño de válvula NPS	ID de la campana *
3	4,66
4	5,70
6	7,80
8	10,00
10	12,10
12	14,20
16	18,80
20	23,06
24	27,32
30	33,74
36	40,16
42	46,58
48	52,98

* Las dimensiones citadas para diámetros entre 30 plg NPS y 48 plg NPS inclusive son las mismas establecidas anteriormente para los accesorios de presión de fundición clase D.

Tabla 5 Espesor en exceso de la brida

Dimensiones en plg

Tamaño nominal de la válvula NPS	Espesor en exceso (min)
2 - 12	1/8
16 - 24	3/16
30 - 48	1/4

3.8 Anillo del asiento del cuerpo de la válvula

3.8.1 Materiales y acabado

Los anillos deben ser fresados en su cara posterior, deben tener filetes cortados en forma precisa y deben encontrarse atornillados en los asientos maquinados de los asientos del cuerpo de la válvula. La cara que se encuentre en contacto con el anillo del asiento de la compuerta debe ser plana y con una superficie maquinada. Los anillos del asiento del cuerpo de la válvula deben ser elaborados en bronce grado A y deben tener una sección transversal lo suficientemente resistente como para soportar deformaciones accidentales durante su manipulación y montaje.

3.8.2 Ancho

El ancho de los anillos del asiento del cuerpo de la válvula debe ser lo suficiente como para presentar una resistencia de apoyo de la compuerta sobre el anillo del asiento del cuerpo de no más de 2 000 psi bajo una presión hidrostática de 400 psi para válvulas hasta 12 plg y 300 psi para válvulas mayores a 16 plg. El espesor del anillo del asiento del cuerpo no debe ser inferior al 20 % del ancho de la cara cuando ésta se calcula a partir de los requerimientos sobre el ancho mencionado anteriormente.

3.9 Dispositivos para distribución de fuerzas del disco

Las válvulas de compuerta del tipo de disco doble, deben estar equipadas con un dispositivo interno de operación positiva y libre, de diseño simple y rugoso, que ha de presionar los asientos del disco firmemente contra los asientos del cuerpo cuando la válvula se encuentre en posición cerrada y deben liberar la carga de ellos antes de que los discos comiencen a moverse una vez se abra la válvula.

3.9.1 Materiales

El bronce empleado en las cuñas debe ser del grado A, B, C, D ó E. Los pasadores y pernos en el mecanismo de cuña de todas las válvulas deben ser de bronce de los grados A, B, C, D ó E. En las válvulas de diámetros de 16 plg NPS en adelante, todas las superficies de acuíñamiento deben ser de bronce a bronce de los mismos grados especificados anteriormente; en las válvulas de diámetros entre 3 plg y 12 plg NPS inclusive, todas las superficies de acuíñamiento pueden ser de grados A, B, C, D o E de bronce a fierro pero no de fierro a fierro.

3.9.2 Materiales opcionales

Alternativamente al uso del bronce, las superficies de acuíñamiento en el caso de las válvulas de hasta 12 plg NPS pueden ser de aleaciones de níquel de acuerdo con ASTM B 584 o acero inoxidable de la serie 300; y para el caso de válvulas de diámetro igual o superior a las 16 plg NPS, ambas superficies de acuíñamiento pueden ser de aleación de níquel según ASTM B 584.

3.9.3 Materiales de caucho

El caucho empleado en los dispositivos de expansión del disco deben corresponder a los compuestos indicados en 2.2.5 con las propiedades mecánicas que se requieran.

3.10 Guías (válvulas de compuerta de cuña partida o de cuña compacta)

En el caso de válvulas de compuerta de cuña compacta y de cuña partida, se debe disponer de guías machihembradas a los lados de la compuerta y en el cuerpo con el propósito de mantener el centramiento de la compuerta entre los asientos a lo largo de la longitud de su recorrido.

3.10.1 Materiales

Para las válvulas de diámetros de 16 plg NPS en adelante, los contactos de las guías deben ser bronce a bronce de grados A, B, C, D, o E.

3.10.2 Superficies de asiento

En las válvulas cuyo diámetro sea igual o superior a 16 plg NPS, la superficie de asiento entre las compuertas y las guías deben tener una longitud igual por lo menos a 50 % del diámetro del orificio de las válvulas.

3.11 Rodillos y recorridos para válvulas horizontales

3.11.1 Válvulas de disco doble

Las válvulas de compuerta del tipo de disco doble de diámetros iguales o superiores a las 16 plg NPS, diseñadas para permanecer en posición horizontal en tuberías horizontales, deben estar equipadas con caminos de acero inoxidable de la serie 300 ó bronce puro de grado A, B, ó D, asegurados en forma apropiada al cuerpo y en el dado de operación. El peso de las compuertas debe ser sobrellevado por rodillos a lo largo de toda la longitud de su recorrido.

3.11.1.1 En las válvulas de compuerta de disco doble del tipo de disco cilíndrico, los propios discos deben servir como rodillos.

3.11.1.2 En el caso de válvulas de compuerta de disco doble diferentes a las del tipo de disco cilíndrico, los discos han de estar soportados en rodillos de bronce de grado A, B, C, D ó E asegurados en forma apropiada.

3.11.2 Rascadores

En todas las válvulas en las cuales se empleen rodillos y pistas, se deben disponer rascadores de bronce de los grados A, B, C, D ó E con el propósito de recorrer las pistas adelante de los rodillos en ambas direcciones del viaje para remover cualquier material extraño que se haya acumulado en la pista.

3.12 Vástagos y tuercas de los vástagos

3.12.1 Collar del vástago

El collar del vástago debe formar parte integral de éste en el caso de las válvulas NRS. Los vástagos de las válvulas OS&Y deben construirse de tal manera que formen un asiento posterior con el lado de presión del dado de operación o del buje una vez la compuerta se encuentre completamente abierta. El asiento posterior debe permitir el reempacamiento establecido en 3.13.1.

3.12.2 Roscas

Las roscas del vástago y de sus tuercas (bujes de disco) deben ser del tipo ACME, ACME modificado o media V, con suficiente número de hilos para evitar la deformación del metal.

3.12.3 Maquinado y roscado

Los vástagos deben maquinarse y rasarse en forma apropiada, precisa y deben deslizarse de manera precisa, suave y en perfecta alineación durante la elevación en la apertura y durante el cierre de la válvula.

3.12.4 Diámetro

Los diámetros del vástago y las vueltas necesarias para abrir la válvula son los indicados en la tabla 6. El diámetro del vástago en la base de la rosca o en cualquier punto por debajo de tal porción, conformado para acoplarse a la tuerca o al engranaje en las válvulas NRS, o el diámetro mínimo de la sección, no roscada del vástago y el diámetro exterior de la rosca en el caso de las válvulas OS&Y, no deben ser inferiores a los especificados.

3.12.5 Vástagos de las válvulas OS&Y

Los vástagos de las válvulas OS&Y deben ser lo suficientemente largos como para que máximo coincidan en el mismo plano con la tuerca del yugo después de que la cuña del disco haya llegado hasta su posición más baja. El diseño debe ser de tales características que evite la posibilidad de que la cuña o el disco se suelten del vástago o del tramo torneado durante la operación de la válvula.

Tabla 6 - Diámetro mínimo del vástago y número mínimo de vueltas necesarias para abrir

Tamaño de la válvula plg	Válvula N R S		Válvulas OS&Y	
	Diámetro mínimo del vástago (en la base de la rosca) plg	Número mínimo de vueltas del vástago para abrir	Diámetro mínimo de la sección no roscada del vástago y del diámetro externo de la rosca plg	Número mínimo de vueltas del vástago para abrir
3	0,8594	9		
4	0,8594	12		
6*	1,000	18		
8*	1,000	24	3/4	9
10*	1,126	30	1	9
12*	1,168	36	1 1/8	20
16	1,468	48	1 1/4	26
20	1,750	40	1 3/8	32
24	1,969	48	1 3/8	38
30	2,188	60		
36	2,50	72		
42	2,76	64		
48	3,50	96		

* Los valores indicados para los tamaños entre 6 plg y 12 plg NPS se refieren a roscas de paso sencillo. En caso de que se empleen válvulas de paso doble, el número mínimo de vueltas sería de 13, 17, 21 y 25 para 6 plg a 12 plg inclusive.

3.12.6 Materiales

El vástago de las válvulas debe ser de bronce laminado, forjado o fundido. El bronce para las válvulas de tamaños hasta de 24 pulgadas NPS debe ser de grado B, C, D ó E, y para el caso de las válvulas de tamaños iguales o superiores a 30 plg NPS, será de los grados C ó E. La tuerca de los vástagos será de bronce de grado A, B, C, D, ó E.

3.12.7 Corrosión con esfuerzo

El vástago de las válvulas y las partes de las válvulas fabricadas a partir de ciertos grados de bronce de magnesio o de algunos otros materiales, se encuentran sometidos a la corrosión con esfuerzo. Si el vástago y las partes de las válvulas han de estar sometidas a esfuerzos elevados bajo condiciones de ensayo u operación, el fabricante debe diseñar la válvula y seleccionar los materiales de tal manera que sea mínima la corrosión con esfuerzo. En caso de que sean necesarios cambios en el diseño, éstos deben cumplir o exceder los requisitos de esta norma.

3.13 Sistema de sellado del vástago

La caja de estopas o la chapa de empaquetadura en forma de anillo en “O” deben estar elaboradas en fierro fundido. Las superficies de apoyo revestidas y las aberturas del vástago o cartucho de sellamiento del vástago deben ser de bronce de los grados A, B, C, D ó E, o de un polímero sintético con propiedades físicas apropiadas para esta aplicación. Los pernos y tuercas de sellamiento del vástago deben satisfacer lo establecido en 3.5.

3.13.1 Caja Estopa

La caja estopa debe diseñarse de tal manera que la válvula puede empaquetarse bajo presión cuando se encuentre completamente abierta.

3.13.1.1 En el caso de las válvulas NRS, la abertura del vástago, el resalte del cojinete de apoyo y la superficie del dado de operación de la caja de estopa deben ser maquinadas y terminadas de manera tal que presente una superficie lisa y paralela o perpendicular al eje del vástago con una tolerancia igual o inferior a 0,5 °. En el caso de válvulas con diámetros a partir de las 16 plg NPS, tanto la abertura del vástago como la superficie del cojinete de apoyo deben encontrarse revestidas con bronce.

3.13.1.2 La caja de estopa debe tener una profundidad igual o superior al diámetro del vástago de la válvula. El diámetro interno debe ser lo suficientemente grande como para contener un adecuado empaquetamiento con el propósito de prevenir fugas alrededor del vástago.

3.13.2 Anillos en “O”

Los anillos en “O” deben satisfacer los requisitos establecidos en la norma ASTM D 2 000 y tener propiedades físicas apropiadas para la aplicación. En caso de que se emplee un anillo en “O” u otro sello accionado por presión para el vástago, el diseño debe incluir dos de tales sellos, sus dimensiones deben satisfacer la norma AS-568A.

3.13.2.1 Los sellos deben estar diseñados para aplicaciones dinámicas. La tolerancia puede alterarse en consideración a razones de economía en la fabricación bajo la condición de que los sellos permanezcan impermeables al agua a las presiones requeridas por esta norma.

3.13.2.2 Los sellos en forma de anillo “O” del vástago deben estar diseñados de tal manera que el sello que se encuentra en la parte superior del collar del vástago se pueda reemplazar con la válvula sometida a presión y en posición totalmente abierta.

3.14 Empaques

3.14.1 Empaque de la caja de estopas

El empaque debe estar fabricado de asbesto de las características del tipo A de la norma Fed. Spec. HH-P-34c o debe ser empaque de lino conforme con la norma Fed. Spec. HH-P-106d. A elección del fabricante, puede emplearse asbesto TFE impregnado. No se debe emplear empaquetadura de cáñamo o yute.

3.14.2 Instalación

La caja de estopa debe ser colocada apropiadamente y debe encontrarse lista para el servicio cuando se envíe la válvula al comprador. En el momento de la instalación puede llegar a ser necesario el ajuste de los pernos de la caja de estopa con el propósito de impedir las fugas.

3.15 Casquillos, bridas del casquillo, pernos del casquillo y tuercas para los pernos del casquillo

El conjunto del casquillo debe corresponder a un diseño sólido, un diseño de revestimiento sólido o un diseño de dos piezas. Las bridas del casquillo conformarse a partir de un extremo bridado en el casquillo o como una parte separada.

3.15.1 Materiales

Los casquillos para el caso de válvulas de hasta 12 plg NPS deben ser de bronce de grados A, B, C, D ó E. Los casquillos para el caso de las válvulas de tamaños superiores a 12 plg NPS pueden ser de fierro fundido con revestimiento de bronce grados A, B, C, D ó E.

3.15.2 Bridas del casquillo

En caso de que se emplee brida en el casquillo, ésta debe ser de fierro fundido o de bronce de los grados A, B, C, D, ó E.

3.15.3 Pernos para el casquillo

Los pernos de los casquillos deben ser de bronce de los grados B, C, D ó E; o de acero a prueba de oxidación de acuerdo con lo establecido en 3.5. Las tuercas para los pernos del casquillo deben fabricarse de bronce de los grados B, C, D ó E.

3.16 Datos de operación y ruedas de manejo

Tanto los dados de operación como las ruedas de manejo deben ser fabricados en fundición fierro fundido o en fierro fundido dúctil. A menos que se establezca otra cosa en las especificaciones adicionales del cliente, los dados para llave deben ser de un cuadrado superior de 1 15/16 de plg y un cuadrado en la base de 2 plg y una altura de 1 3/4 de plg. El diámetro exterior de las ruedas de manejo no debe ser inferior al establecido en tabla 7. Los dados deben tener una base de bridas sobre la cual se debe fundir una flecha de por lo menos 2 plg de longitud que muestre la dirección en la cual se debe abrir. La palabra "ABRIR" en letras de 1/2 plg de altura o superior se debe fundir sobre la base del dado con el propósito de indicar con claridad la dirección en la cual debe girar la llave en el momento de abrir la válvula. Las ruedas de manejo sólo deben ser del tipo indicado anteriormente. No se permite que sean del tipo de disco o de plato. Una flecha que indique la dirección de

giro de la rueda de manejo para la abertura de la válvula, junto con la palabra “ABRIR” en medio de la flecha, se debe fundir en el borde de la rueda de manejo con el propósito de que sea de fácil lectura.

Tabla 7 - Diámetro de las ruedas de manejo

Dimensiones en plg

Tamaño de la válvula NPS	Diámetro mínimo de la rueda de manejo
3	7
4	10
6	12
8	14
10	16
12	16

3.16.1 Mecanismo de maniobra

Las válvulas NRS han de ser suministradas con dados para manejo con llave para servicio subterráneo y las ruedas de manejo para servicio encima de la superficie. Las válvulas OS&Y han de suministrarse con ruedas de manejo.

3.16.2 Método de aseguramiento

Los dados para manejo con llave se deben colocar en el extremo superior del vástago y se deben asegurar en su posición empleando medios mecánicos.

3.16.3 Acceso a los pernos del casquillo del prensaestopas

La base de bridas del dado para llave debe tener una forma o estar cortada de tal manera que permita el acceso desde la superficie hasta los pernos del casquillo del prensaestopas con una llave de casquillo de extensión.

3.16.4 Código de colores

Los dados para manejo con llave y las ruedas de manejo que abren las válvulas girándolas hacia la derecha (en el sentido de las manecillas del reloj) deben pintarse de rojo, y los dados para llave y las ruedas de manejo que abren las válvulas girando hacia la izquierda (en el sentido contrario a las manecillas del reloj) deben pintarse de negro.

3.17 Engranajes

En caso de que se establezca por parte del cliente, en las especificaciones, los engranajes deben ser conformados de manera precisa y deben ser de funcionamiento suave, con un eje de piñón de bronce que opere sobre cojinetes antifricción de bronce o sellados en forma permanente.

3.17.1 Materiales

Las válvulas que disponen de engranajes deben estar equipadas con ruedas de acero a menos que el comprador especifique ruedas de fundición de hierro fundido. El piñón que

hace juego con la rueda de fundición de fierro fundido debe ser de acero. El material para el engranaje de acero deberá ser de los grados U-60-30 según ASTM A 27.

3.17.2 Relación de engrane

Las relaciones de engrane no deben ser inferiores a aquellas establecidas en la Tabla 8.

Tabla 8 - Relación de engrane

Diámetro de la válvula NPS plg	Relación mínima de engrane
16	2 :1
20	2 :1
24	2 :1
30	3 :1
36	3 :1
42	4 :1
48	4 :1

3.18 Caja de engranajes

En caso de que se empleen válvulas para manejo con engranajes, se deben suministrar cajas de engranajes encerrados, a menos que se encuentren excluidos en forma definitiva en las especificaciones adicionales del cliente.

Pueden emplearse dos tipos de trenes de engranajes: el tipo extendido o el tipo totalmente encerrado. El tipo extendido debe acoplarse al dado de operación de la válvula de tal manera que permita el reempaquetamiento del prensaestopa de la válvula sin necesidad de separar la caja de engranajes. El tipo totalmente cerrado, debe incluir tanto el prensaestopas como los engranajes.

3.19 Indicadores

Cuando así se requiera en las especificaciones suplementarias del cliente, las válvulas con engranajes deben estar equipados con indicadores que muestren la posición de la compuerta en relación con el curso del agua.

3.20 Derivaciones¹

Cuando así se establezca en las especificaciones adicionales del cliente, se deben proveer derivaciones de los tamaños indicados en la tabla 9, a menos que se especifique lo contrario en dichas especificaciones. Las válvulas de derivación deben ser del mismo tamaño que la propia derivación y deben estar conformes con los requisitos de esta norma en cuanto al tamaño especificado que se emplee.

¹ Es recomendable el empleo de válvulas de derivación en el caso de válvulas principales que tengan diámetros iguales o superiores a las 16 plg NPS por las siguientes razones: a) Con el propósito de igualar las presiones a través del elemento de cierre y permitir así menores fuerzas de operación durante los procesos de cierre y apertura; b) Con el propósito de llenar la tubería aguas abajo de la válvula principal, eliminando así la posibilidad de daño de estiramiento de alambre en los asientos de la válvula; y c) para presentar un flujo mínimo sin que haya necesidad de estrangular la válvula del conducto principal.

Tabla 9 - Requisitos de tamaño en las derivaciones

Dimensiones en plg

Diámetro de la válvula NPS	Diámetro de la derivación
16 - 20	3
24 - 30	4
36 - 42	6
48	8

3.21 Empaquetaduras

Las empaquetaduras deben corresponder al total de la superficie y deben disponer de agujeros para los pernos o de cortes para realizar el montaje de los pernos. Las empaquetaduras deben emplearse en toda superficie de bridas que haya de ser impermeable al agua.

3.22 Pintura y recubrimiento

Se debe aplicar un barniz asfáltico tal como el que se especifica en 2.2.8.1, sobre las partes ferrosas de las válvulas con excepción de las superficies de asiento o las superficies de acabados especiales. Las superficies deben estar secas, limpias y libres de óxido y grasa antes de proceder a pintarlas. Se deben aplicar dos capas tanto a la parte interna como a la externa del metal ferroso hierro. Tanto en el interior como en el exterior de las superficies de hierro se puede utilizar un recubrimiento conforme al establecido en AWWA C 550.

4 FABRICACIÓN**4.1 Acabado**

Tanto el acabado empleado en la fabricación como el montaje de las válvulas contempladas en esta norma, deben ser de primera categoría en todos los aspectos. Una vez ensambladas, las válvulas deben ser bien terminadas y operar en forma suave.

4.1.1 Partes intercambiables

Las partes de las válvulas deben diseñarse y las tolerancias de fabricación deben establecerse de modo que exista intercambiabilidad de los productos de cualquier fabricante, entre unidades del mismo tamaño y tipo con excepción del ajuste individual de la cuña en el cuerpo.

4.1.2 Fundiciones

Todas las piezas fundidas deben encontrarse limpias y ser de una calidad adecuada, sin que se presenten defectos que vayan en detrimento de sus condiciones de servicio. No se permitirá el taponamiento, soldadura o reparación de tales defectos.

5 ENSAYO, INSPECCIÓN Y RECHAZO**5.1 Ensayo**

Después de la fabricación, cada válvula de compuerta debe someterse a las condiciones de operación y ha de ser sometida a los ensayos de presión hidrostática en la propia planta del fabricante, tal como establece 5.1.2.

5.1.1 Ensayo de operación

Cada válvula debe ser operada en la posición para la cual fue diseñada, con el propósito de garantizar el libre y perfecto funcionamiento de todas sus partes de la manera preestablecida. Todos los defectos de fabricación de materiales deben corregirse y el ensayo debe repetirse hasta que se demuestre un funcionamiento satisfactorio.

5.1.2 Ensayo hidrostático

Cada válvula ha de ser evaluada bajo el ensayo hidrostático.

5.1.2.1 En el caso de las válvulas de compuerta de doble disco, se debe aplicar, entre los discos, una presión hidrostática de ensayo igual al doble de la presión de trabajo nominal de la válvula y (si así se solicita en las especificaciones suplementarias del comprador) se deberá mantener durante un periodo específico de tiempo; este ensayo no debe mostrar la presencia de filtraciones a través del metal, de las juntas de las bridas o de los sellos del vástago. Seguidamente, se debe realizar un ensayo a la presión nominal de trabajo, aplicada entre los discos; este segundo ensayo no debe presentar fugas a través del metal, de las juntas de las bridas o de los sellos del vástago. La filtración, a través de los asientos no debe exceder el valor de 1 oz/h/plg de tamaño nominal de la válvula.

5.1.2.2 En el caso de válvulas de compuerta de cuña sólida, se debe aplicar una presión hidrostática igual al doble de la presión nominal de trabajo de la válvula con ambos extremos taponados y la compuerta abierta, y (si así lo establece el comprador en las especificaciones suplementarias) sostenida durante un periodo predeterminado de tiempo. Durante la realización de este ensayo no deben presentarse filtraciones a través del metal, de las juntas de las bridas, o de los sellos del vástago. Seguidamente se debe llevar a cabo un ensayo a la presión nominal de trabajo, aplicado (por medio de tapones) alternativamente a cada uno de los lados de la compuerta cerrada, con el extremo opuesto abierto con el propósito de realizar la inspección; este segundo ensayo no debe presentar fugas a través del metal, de las juntas de las bridas, o de los sellos del vástago, además, la filtración a través de cualquiera de los asientos no debe exceder el valor de 1 oz/h/plg del tamaño nominal de la válvula.

5.2 Inspección y rechazo

Todo el trabajo realizado de acuerdo con los criterios de esta norma debe someterse a inspección y aceptación por parte del inspector designado por el comprador, quien deberá tener, en cualquier momento acceso a todos los lugares en donde se realice la fabricación, a los lugares en los cuales se producen o elaboran los materiales o a los lugares en los cuales se llevan a cabo los ensayos. A dicho inspector se le deberán ofrecer todas las facilidades para la inspección y la observación de los ensayos. Cualquier válvula o parte de ella que no esté conforme con los requisitos de esta norma debe rechazarse y reponerse con cargo al fabricante. Bien sea que el comprador tenga o no un inspector en la planta; de todos modos se puede solicitar una declaración de cumplimiento por parte del fabricante (véase 1.4).

6 ROTULADO Y ENVÍO

6.1 Rotulado

Las diferentes marcas deben ser realizadas en fundición sobre el bonete o sobre el cuerpo de cada válvula, y deben indicar el nombre o sello del fabricante, el año en el cual fue

realizada la fundición de la válvula, el tamaño de la válvula y la indicación de la presión de trabajo del agua ("150 W" para válvulas entre 16 plg y 48 plg NPS, y "200 W" para válvulas entre 3 plg y 12 plg NPS). En caso de que así se solicite en los requerimientos suplementarios del comprador y de que exista un acuerdo previo entre comprador y fabricante, se pueden colocar marcas o rótulos adicionales.

6.2 Preparación para el embarque

Previo al despacho de las válvulas, todos sus detalles deben estar terminados adecuadamente. El fabricante debe tener especial cuidado al prepararlas para el envío evitando la posibilidad de que resulten dañadas durante su manejo o transporte. Antes del envío, las válvulas deberán estar totalmente secas y completamente cerradas. Las válvulas con diámetros iguales o superiores a 24 plg NPS, deberán disponer de soportes adecuados a los cuales anclarse con el propósito de garantizar que se puedan descargar en forma segura.

7 ANTECEDENTES

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Gate Valves for Water and Sewerage Systems. Denver, Colorado, 1986, 19p. (AWWA C500-86).

Anexo A (Informativo)

Instalación, operación y mantenimiento de las válvulas de compuerta

Este anexo tiene solamente propósitos informativos y no es parte integrante de la AWWA C500.

A.1 GENERALIDADES

Las válvulas de compuerta constituyen un componente importante de cualquier sistema de extinción de incendios o de distribución de agua. Las fallas debidas a la instalación defectuosa o al mantenimiento inapropiado de una válvula de compuerta en dichos sistemas pueden conducir a daños mayores y costosas reparaciones.

Adicionalmente, muchas válvulas de compuerta se instalan bajo tierra o satisfacen necesidades en espacios localizados bajo tierra. Los problemas o el mal funcionamiento de estas válvulas debidas a su instalación defectuosa o a procedimientos de mantenimiento inadecuados pueden generar grandes y costosas operaciones de excavación con el propósito de corregir adecuadamente los problemas que se presenten. Muchos problemas que se presentan en las válvulas de compuerta y las fallas que tienen lugar en ellas pueden atribuirse a procedimientos inadecuados de instalación, operación o mantenimiento.

A.2 PROCEDIMIENTO DE DESCARGA DE LAS VÁLVULAS

Toda válvula debe ser descargada con cuidado. La válvula de compuerta debe ser bajada cuidadosamente del camión al piso y de ninguna manera debe dejarse caer. En el caso de válvulas de compuerta de gran tamaño, se deben emplear montacargas o eslingas alrededor del cuerpo de la válvula o debajo de los soportes que le sirven de anclaje cuando se van a bajar al suelo. Solamente deben emplearse aparatos de descarga y eslingas con una capacidad de carga adecuada para el manejo del peso de la válvula o válvulas. No se deben enganchar estos aparatos ni las cadenas de amarre al rededor de las derivaciones, yunques, engranajes, motores, cilindros o ruedas de mando.

A.3 INSPECCIÓN PREVIA A LA INSTALACIÓN

Las válvulas de compuerta deben inspeccionarse en el momento en que se reciben con el propósito de verificar si recibieron daño durante el envío. La inspección inicial debe verificar el cumplimiento de las especificaciones, la dirección en la que debe abrir, el tamaño y la forma de la tuerca de operación, el número de vueltas y el tipo de las conexiones extremas. Se debe llevar a cabo una inspección visual de los anillos de bronce de las compuertas y de los anillos del cuerpo con el propósito de evaluar la presencia de daños originados durante el viaje o de raspaduras en las superficies de los asientos. El personal encargado de la inspección debe verificar la existencia de vástagos doblados, volantes partidos, partes fracturadas, partes y accesorios faltantes y cualquier otra evidencia de mal manejo durante el transporte. Cada válvula deberá someterse a un ciclo completo de abertura y cierre. En caso de que pueda realizarse, todas las válvulas, a partir de las de 16 plg de diámetro NPS, deben operarse en un ciclo completo de operación en la posición en la cual han de ser instaladas.

A.4 ALMACENAMIENTO

Las válvulas de compuerta deben almacenarse en su posición de cierre total con el propósito de prevenir que se introduzcan materiales extraños que puedan causar daño en las superficies de asentamiento. Siempre que sea posible, las válvulas de compuerta

deben almacenarse en interiores. En caso de que sea necesario el almacenamiento, se deben encontrar métodos para proteger los mecanismos de operación de las válvulas, tales como engranajes, motores, servomotores y cilindros, contra las inclemencias del tiempo. En caso de que el almacenamiento se realice exteriormente, las aberturas y las bridas de las válvulas de compuerta deben protegerse del clima y de los materiales extraños.

En climas fríos, si las válvulas han de estar sometidas a temperaturas de congelamiento, es absolutamente esencial retirar el agua del interior de la válvula y cerrar las compuertas ofreciendo una adecuada impermeabilidad antes de proceder al almacenamiento. El no tener en cuenta la observación anterior puede originar el fisuramiento del material de fundición en la válvula. Las válvulas que se encuentren almacenadas en los climas fríos deben hacerlo con los discos en posición vertical. Si los discos están colocados en posición horizontal, el agua de lluvia se puede acumular en la parte superior del disco, se puede filtrar en la cavidad del cuerpo de la válvula y congelarse produciendo fisuras en la fundición.

A.5 INSTALACIÓN

Los manuales de instrucción suministrados por el fabricante deben ser revisados detalladamente antes de proceder a la instalación de las válvulas. En el sitio en el cual han de trabajar, y con anterioridad a la instalación, cada válvula debe ser inspeccionada visualmente y debe ser retirado cualquier material extraño que se encuentre en la porción interior de la válvula. Una inspección detallada de la válvula, tal como se encuentra descrito en A.3 debe llevarse a cabo antes de la instalación.

A.5.1 Pernos

Todos los pernos deben protegerse contra la corrosión, bien sea por medio de una capa adecuada de pintura o envolviéndolos en polietileno.

A.5.2 Construcciones bajo tierra

Siempre que sea posible, y a menos que se establezca otra cosa en los planos o especificaciones, las válvulas de los sistemas de distribución de agua deben localizarse en áreas sin pavimentar.

A.5.2.1 Durante el proceso de instalación, existe la posibilidad de que penetre, en forma inadvertida, material extraño en la válvula de compuerta. El material extraño puede ocasionar daños en las partes internas de trabajo o puede rayar los anillos de la compuerta o la superficie que guarda los anillos durante la operación de la válvula de compuerta. Por esta razón, la instalación de las válvulas de compuerta debe realizarse en su posición cerrada. La válvula se ha de colocar sobre una base firme en la zanja con el propósito de evitar su hundimiento o la deformación excesiva en la conexión de la tubería. Los sistemas de tubería se deben soportar y alinear de tal forma que sea mínima la deformación de la conexión de la válvula.

A.5.2.2 Se debe construir una caja de distribución para cada una de las válvulas que han de emplearse en aplicaciones subterráneas. La caja de distribución debe instalarse de tal modo que no transmita cargas de impacto o esfuerzos a la válvula. La caja de distribución debe tener su centro en la tuerca de operación de la válvula; la tapa de la caja de distribución debe encontrarse en el mismo plano de la superficie del suelo o de cualquier otra superficie determinada por el comprador. Las válvulas de grandes tamaños que emplean válvulas de derivación más pequeñas deben tener una caja de derivación secundaria, instalada en forma similar, sobre la tuerca de operación de su válvula de operación. Las cajas de

distribución deben ser de un diseño tal que las cargas originadas por el tráfico en la tapa de la caja, no se transmitan a la válvula.

A.5.2.3 Las válvulas de operación subterránea que se encuentren colocadas en zanjas de profundidades excepcionales han de contar con dispositivos especiales para la operación de la válvula (esto puede lograrse con un dispositivo de elevación del vástago que permita que se pueda utilizar una herramienta normal, o una observación en los registros de la válvula que indique que se ha de disponer de una herramienta larga para su operación).

A.5.2.4 En caso de que se instalen bajo tierra válvulas con engranajes o mecanismos de operación expuestos, se debe considerar la construcción de una bóveda diseñada para ofrecer espacio para la instalación de la tubería y evitar su asentamiento. La tuerca de operación debe ser accesible desde la parte superior de la abertura de la bóveda mediante una herramienta para accionamiento de la válvula. El tamaño de la bóveda debe facilitar el desmonte tanto del dado de operación como de las partes internas de la válvula cuando sea necesario realizar operaciones de reparación. Se debe tener en cuenta la posibilidad de que penetre agua subterránea o superficial en la bóveda así como la forma de sacarla de allí.

A.5.3 Instalaciones superficiales

Las válvulas de compuerta instaladas superficialmente o en sistemas de tuberías en las plantas, deben encontrarse adecuadamente soportadas y alineadas de tal forma que sea mínima la flexión en las conexiones de la válvula cuando se llene la tubería.

A.5.4 Inspección

Después de la instalación y antes de la presurización de la válvula, todas las partes que se encuentren apretadas con pernos y sometidas a presión (bonete, láminas sellantes, derivaciones y conexiones extremas) deben evaluarse en cuanto a su impermeabilidad con el propósito de que se eviten las fugas. Adicionalmente, se debe llevar a cabo una evaluación de la hermeticidad de los orificios roscados y tapados que van al interior de la válvula. La adecuada inspección en esta etapa disminuirá la posibilidad de la presencia de fugas después de la presurización del sistema de tuberías.

A.5.5 Ensayos

Con el propósito de evitar pérdida de tiempo en la evaluación de las fugas, se recomienda que las excavaciones para la colocación de las válvulas no se rellenen hasta tanto no se hayan completado los ensayos de presión. Después de la instalación, es conveniente someter nuevamente a ensayo los tramos de la tubería instalados incluyendo las válvulas a un valor de presión superior a la presión de diseño del sistema. Si se emplean válvulas de compuerta con el propósito de aislar tramos diferentes de ensayo, las presiones de ensayo correspondientes no deben exceder al doble de la presión nominal de trabajo de la válvula de compuerta. Después de este ensayo se deben tomar las medidas convenientes para disminuir cualquier presión localizada en el cuerpo de la válvula. La válvula de compuerta no debe operarse ni en su dirección de abertura ni en la de cierre a presiones diferenciales superiores a la presión nominal de trabajo. Los valores de presión superiores al de la presión nominal de trabajo puede causar fugas en el disco superiores a la establecida en 5.1.2.1 de la AWWA C500.

A.5.6 Registros

Al realizar la instalación, localización, tamaño, fabricación, tipo, fecha de instalación, número de vueltas para abrir, dirección de la abertura así como cualquier otra información que se considere de importancia relacionada con la válvula de compuerta debe incluirse en un archivo permanente de registros.

A.5.7 Riesgos presentes en las diferentes aplicaciones

Las válvulas de compuerta no deben emplearse en aplicaciones o para servicios diferentes a los recomendados por el fabricante.

A.5.7.1 Las válvulas de compuerta no deben instalarse en redes de tubería en las cuales la presión de servicio haya de superar la presión nominal de trabajo de la válvula de compuerta.

A.5.7.2 Válvulas de compuerta no deben emplearse como dispositivos de estrangulación, a menos que su diseño sea específicamente recomendado para tal propósito o haya sido aprobado previamente por parte del fabricante.

A.5.7.3 Las válvulas de compuerta de disco doble no se deben instalar en posición invertida o con el vástago inclinado en un ángulo superior a los 45 ° con respecto a la vertical, a menos que la válvula haya sido ordenada y fabricada específicamente para operar en tal orientación.

A.5.7.4 Las válvulas de compuerta no deben emplearse en aplicaciones en las cuales hayan de estar expuestas a temperaturas inferiores a las de congelamiento, a menos que se mantenga un flujo suficiente a través de la válvula de compuerta con el propósito de evitar el congelamiento o que se establezca otra protección para impedirlo.

A.5.7.5 Las válvulas de compuerta no se deben instalar en el extremo terminal de una red de tubería sin que disponga de una sujeción adecuada que pueda sostener la válvula y prevenir el daño en el extremo de la red.

A.5.7.6 Con el propósito de prevenir daños en las válvulas de compuerta, cuyo diámetro sea de 3 plg NPS y 4 plg NPS, no se deben operar con momentos torsionales superiores a los 200 lb-pie. Las válvulas de compuerta cuyos diámetros estén comprendidos entre 6 plg NPS y 12 plg NPS no deben operarse con momentos torsionales superiores a 300 lb-pie.

A.6 PROGRAMA DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

Cada válvula de compuerta debe operarse en un ciclo completo y luego debe ser devuelta a su posición original de acuerdo con un programa diseñado para prevenir la formación de depósitos que puedan generar la inoperabilidad de la válvula o impedir su cierre hermético. El intervalo de tiempo entre las operaciones en las válvulas de gran tamaño, en las que se encuentran en posiciones críticas o en la que se encuentran sometidas a condiciones severas de operación debe ser inferior a la de otras instalaciones de menor importancia, aunque puede realizarse en intervalos que, de acuerdo con la experiencia local, sean satisfactorios. El número de vueltas requerido para completar el ciclo de operación debe registrarse y luego compararse con los registros permanentes de operación para garantizar el recorrido completo del disco.

En caso de que se empleen servomotores auxiliares portátiles cuyas capacidades de momento de torsión excedan los momentos torsionales máximos de operación recomendados en A.5.7.6, se debe tener supremo cuidado de evitar la aplicación de un momento de torsión excesivo sobre el vástago de la válvula. Si el servomotor tiene un dispositivo limitante del momento torsor, se debe graduar con un valor inferior a los valores establecidos en A.5.7.6. En caso de que el servomotor no tenga dicho dispositivo limitante, la práctica recomendada es la de detener el servomotor tres o cuatro vueltas antes de que la válvula quede completamente cerrada o completamente abierta y completar la operación en forma manual. El mantenimiento debe realizarse en el momento en que se detecte un desperfecto en el funcionamiento de la válvula, con el propósito de tener que volverla a revisar y evitar olvidarse totalmente de eso. Se debe adoptar un sistema de archivo de registros que ofrezca un registro escrito de la ubicación, condición y operación de mantenimiento correctivo en la instalación de cada válvula en cada una de las inspecciones que sobre ella se realicen.

A.7 INSPECCIÓN Y PROCESO DE MANTENIMIENTO

A.7.1 Inspección

Cada una de las válvulas de compuerta debe operarse a lo largo de un ciclo completo de operación. En caso de que el desplazamiento del vástago sea forzado debido a la presencia de agua dura en la superficie de la rosca del vástago, se debe repetir varias veces la operación hasta que la abertura y el cierre sea suave y libre. Con los discos en posición abierta, se debe realizar una inspección visual, cuando sea posible, con el propósito de verificar la presencia de fugas en todas las juntas, conexiones y áreas de empaque o sellos. En caso de que se detecte una fuga, todos los anillos en "O", los sellos, los empaques, o los miembros de conexiones de sellamiento que sean defectuosos, se deben reemplazar. Si la fuga no se puede corregir en forma inmediata, la naturaleza de la fuga deberá ser reportada en el mismo momento a los encargados de las reparaciones. Si la válvula no se encuentra en condiciones de ser operada, o resulta irreparable, su localización debe marcarse claramente para evitar la pérdida de tiempo de las brigadas de reparación. Tanto la condición de la válvula de compuerta como la posición del disco cuando sea posible, debe reportarse a las personas responsables de las reparaciones. Adicionalmente, los departamentos de incendio y los demás departamentos municipales que tengan que ver, deben ser informados de que la válvula se encuentra fuera de servicio.

A.7.2 Archivo de los datos

Con el propósito de llevar a cabo una inspección y un programa de mantenimiento que sean significativos, es esencial que se registre la localización, fabricación, tipo, tamaño y fecha de instalación de cada una de las válvulas. Dependiendo del tipo de archivo empleado, puede registrarse otro tipo de información de forma permanente. Cuando se inspeccione una válvula de compuerta, se debe hacer un registro permanente que indique la fecha de inspección y la condición de la válvula de compuerta. En caso de que sea necesario el trabajo de reparación, esto deberá quedar por escrito, así como también, la naturaleza de las reparaciones y la fecha en la cual fueron realizadas.

A.8 REPARACIONES

Las fugas, las partes que se encuentren rotas, la difícil operación así como otros defectos principales deben corregirse por parte de la brigada de reparación tan pronto como sea posible después de que se haya reportado el defecto.

En caso de que las reparaciones hayan de ser realizadas en campo, las brigadas de reparación deben llevar un completo juego de partes de repuesto al sitio de trabajo. Se deben tomar las debidas previsiones para aislar la válvula de compuerta defectuosa de la presión del agua o de cualquier presión interna localizada, antes de la realización de cualquier maniobra de mantenimiento correctivo. El desmontaje de la válvula de compuerta debe realizarse de acuerdo con el procedimiento establecido previamente por parte del fabricante. Después de la reparación de la válvula, el mecanismo de operación se debe someter a un ciclo completo de operación. Bajo la presión total de la tubería sobre la válvula en la posición abierta, se debe realizar una inspección con el propósito de detectar fugas en las áreas alrededor de la lámina de sello, del bonete, del casquillo de empaque y de las conexiones externas del cuerpo de la válvula. Se debe elaborar un registro que indique que la válvula se ha reparado y se encuentra en condiciones de trabajar adecuadamente. Todas las marcas que indicaban que la válvula es inoperable deben retirarse. Adicionalmente, se debe informar a los departamentos de incendio y a cualquier otro departamento que tenga relación con ello, acerca de la reparación satisfactoria de la válvula.

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienzudo y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Válvulas - Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado - Requisitos

ICS 23.060.30 Válvulas de compuerta

Marzo, 1997



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos

Correspondencia:

Esta norma es idéntica la norma COPANT 1625:1996 - Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado

Prefacio

La elaboración de la Norma Boliviana **NB 765 - 97 “Válvulas – Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado - Requisitos”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 13.13 “Válvulas”, habiendo adoptado la Norma COPANT 1625:96 **“Mecánica – Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua sistemas de alcantarillado”**.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Pedro Aliaga	ANESAPA
Waldo Peñaranda	ANESAPA
Marcelo Gonzales	DINASBA
Ramiro Altamirano	DINASBA
Fernando Carazas	I. I. S. – UMSA
Antonio del Villar	TUBOMAX BOLIVIANA
Felix Zubieta	PLASMAR S.A.
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Federico Koelbl	PLAMAT S.A.
Richard Voss	PLAMAT S. A.
Jaime Sánchez Guzmán	DUCTEC S. R. L.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 1997 - 02 - 06

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 1997 - 02 - 20

Fecha de aprobación por la Junta Directiva de IBNORCA 1997 - 03 - 04

ÍNDICE

Página

1	GENERALIDADES.....	205
1.1	Objeto	205
1.1.1	Tamaños	205
1.1.2	Presión nominal de la válvula	205
1.1.3	Condiciones y materiales no tratados en esta norma.....	205
1.2	Definiciones	205
1.2.1	Comprador.....	205
1.2.2	Fabricante.....	205
1.2.3	Inspector	205
1.2.4	Junta mecánica.....	205
1.2.5	Junta de brida	206
1.2.6	Junta de extremo liso.....	206
1.2.7	NPS	206
1.3	Referencias.....	206
1.4	Información que el fabricante debe suministrar.....	207
1.4.1	Información del catálogo.....	207
1.4.2	Información relacionada con el peso	207
1.4.3	Planos del ensamble	207
1.5	Declaración jurada de cumplimiento.....	207
2	MATERIALES.....	207
2.1	Generalidades	207
2.2	Propiedades físicas y químicas	207
2.2.1	Fundición de hierro fundido	207
2.2.2	Fundición nodular	208
2.2.3	Acero	208
2.2.4	Bronce o latón.....	208
2.2.5	Empaques.....	208
2.2.6	Anillos en O (O-ring)	209
2.2.7	Pintura	209
2.2.8	Elastómeros.....	209
3	DISEÑO GENERAL	209
3.1	Resistencia a la tensión.....	209
3.2	Bases del diseño de la estructura.....	210
3.3	Tamaño de la sección de paso de agua	210
4	DISEÑO EN DETALLE.....	210
4.1	Partes que se deben fabricar en fundición de hierro fundido o en fundición nodular	210
4.2	Partes que se deben fabricar en latón o bronce.....	210
4.3	Cuerpos y bonetes.....	210
4.3.1	Espesor de la pared.....	210
4.3.2	Yugos en las válvulas de vástago ascendente	211
4.3.3	Orificios para el vástago en las válvulas de vástago ascendente	211
4.4	Atornillado del bonete	211
4.5	Terminales de la válvula	211
4.5.1	Terminales de bridas.....	211
4.5.2	Terminales de juntas mecánicas.....	211
4.5.3	Terminales de junta de extremo liso	212

4.6	Guías	212
4.7	Vástagos y tuercas de vástagos	212
4.7.1	Collares del vástago	212
4.7.2	Roscas	212
4.7.3	Torneado y roscado	212
4.7.4	Diámetro	212
4.7.5	Vástagos VA	212
4.7.6	Materiales	212
4.8	Sello del vástago	212
4.8.1	Caja de empaquetadura o prensaestopa	212
4.8.2	Anillos en "O"	213
4.8.3	Materiales	213
4.9	Empaquetaduras	213
4.9.1	Material	213
4.9.2	Instalación	214
4.10	Tuercas y volantes	214
4.10.1	Mecanismo de operación	214
4.10.2	Dirección de apertura	214
4.10.3	Fijación de las tuercas de la llave	214
4.10.4	Acceso a los tornillos de la empaquetadura y prensaestopa	215
4.10.5	Codificación de color	215
4.11	Empaques	215
4.12	Asientos de válvula	215
4.13	Refuerzo del asiento	215
4.14	Collarín del prensaestopa	215
4.14.1	Material	215
4.14.2	Brida del prensaestopas	215
4.15	Tornillos y tuercas del prensaestopa	216
5	FABRICACIÓN	216
5.1	Mano de obra	216
5.2	Partes fundidas	216
5.3	Pintura y recubrimiento	216
6	ENSAYO, INSPECCIÓN Y RECHAZO	216
6.1	Ensayo de producción	216
6.1.1	Ensayo de operación	216
6.1.2	Ensayo del cuerpo	216
6.1.3	Ensayo del asiento	216
6.2	Prueba de los ensayos de diseño	217
6.2.1	Ensayo hidrostático	217
6.2.2	Ensayo del torque	217
6.2.3	Ensayo fugas	217
6.2.4	Ensayo de presión	217
6.3	Inspección y rechazo	217
7	ROTULADO Y EMBARQUE	218
7.1	Marcas de rotulado	218
7.2	Preparación para embarque	218

Anexo A (Informativo) - Instalación, operación y mantenimiento de las válvulas de compuerta con asiento elástico	219
A.1 GENERALIDADES	219
A.2 DESCARGA.....	219
A.3 INSPECCIÓN PREVIA A LA INSTALACIÓN	219
A.4 ALMACENAMIENTO	219
A.5 INSTALACIÓN	220
A.5.1 Pernos	220
A.5.2 Construcción subterránea.....	220
A.5.3 Instalaciones sobre el suelo	220
A.5.4 Inspección.....	221
A.5.5 Ensayos	221
A.5.6 Registros.....	221
A.5.7 Riesgos de la aplicación	221
A.6 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO	222
A.6.1 Inspección.....	222
A.6.2 Conservación de los registros	223
A.7 REPARACIONES	223

Válvulas - Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado - Requisitos**1 GENERALIDADES****1.1 Objeto**

Esta norma contempla las válvulas de compuerta con asiento elástico de cuerpo en fierro fundido, con vástagos no ascendentes (VNA) y vástagos ascendentes roscado y no roscado (VA) para instalación en sistemas de agua y alcantarillado.

1.1.1 Tamaños

Las válvulas de compuerta objeto de esta norma son las de diámetro nominal (NPS) de 75 mm, 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm y 300 mm. Los tamaños se refieren al diámetro nominal de la tubería a través de las conexiones de entrada y salida y el área de cierre.

1.1.2 Presión nominal de la válvula

La presión por diseño debida al paso del agua debe ser de 1 380 kPa para todos los tamaños. Las válvulas para presiones operativas superiores a este límite están fuera del alcance de esta norma y requieren consideración especial en diseño y construcción.

1.1.3 Condiciones y materiales no tratados en esta norma

Esta norma no cubre las condiciones especiales de instalación u operación tales como impulso motriz incorporado, instalación en líneas verticales o excesivamente inclinadas, transporte de agua extraordinariamente corrosiva, o excesivo martilleo del agua. Esas condiciones están fuera del alcance propuesto de esta norma y requieren consideración especial en diseño y construcción. Los materiales de juntas para las conexiones de terminales, tales como tornillos, empaques, casquillos y anillos raspadores, están fuera del alcance de esta norma.

1.2 Definiciones

En esta norma se deben aplicar las siguientes definiciones:

1.2.1 Comprador. Es quien en desarrollo de un contrato o acuerdo compra los productos que cumplen con esta norma.

1.2.2 Fabricante. Es quien elabora los productos que cumplen con los requisitos de esta norma.

1.2.3 Inspector. El representante del comprador, encargado de la inspección de los productos, los registros de producción, y el seguimiento de las operaciones de fabricación y ensayos de control de calidad para garantizar que los productos cumplen los requisitos exigidos por el comprador y por esta norma.

1.2.4 Junta mecánica. La junta con empaques y pernos tal y como indica en la norma ANSI/AWWA C111/A21.11.

1.2.5 Junta de brida. La junta con bridas y pernos según se describe en la norma ANSI/AWWA C110/A21.10 o ANSI B16.1, clase 125.

1.2.6 Junta de extremo liso. La junta sencilla con empaque de caucho según se describe en la norma ANSI/AWWA C111/A21.11.

1.2.7 NPS. Tamaño nominal de tubería.

1.3 Referencias

Esta norma hace referencia a los siguientes documentos. En sus ediciones más recientes, las referencias forman parte de esta norma en el grado especificado en ella. En caso de conflicto, deben prevalecer los requisitos de esta norma.

Aerospace Standard ¹ AS-56BA.	Aerospace Size Standard for O rings.
ANSI ² B816.1	Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings, Class 25, 125, 250 and 800.
ANSI B16.10	Face-To-Face and End-To-End Dimensions of Ferrous Valves.
ANSI B18.2.1	Square and Hex Bolts and Screws Inch Series Including Hex Cap Screws and Lag Screws.
ANSI B18.2.2	Square and Hex Nuts (ISO 272).
ANSI/AWWA C110/A21.10	American National Standard, for Ductile - Iron and Grey - Iron Fittings, 3 In Through 48 In, for Water and Other Liquids.
ANSI/AWWA C111/A21.11	American National Standard for Rubber - Gasket Joints for Ductile - Iron and Gray - Iron Pressure Pipe and Fittings.
ASTM ³ A27	Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application.
ASTM A126	Specification for Grey Iron Castings for Valves, Flanges, and Pipe Fittings.
ASTM A 153	Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
ASTM A165	Specification for Electrodeposited Coatings of Cadmium on Steel.
ASTM A276	Specification for Stainless and Heat - Resisting Steel Bars and Shapes.
ASTM A307	Specification for Carbon Steel Externally Threaded Standard Fasteners.
ASTM A395	Specification for Ferritic Ductile Iron Pressure - Retaining Castings for Use at Elevated Temperatures.
ASTM A536	Specification for Ductile Iron Castings.
ASTM B154	Method of Mercurous Nitrate. Test for Copper and Copper Alloys.
ASTM B633	Specification for Electrodeposited Coatings of Zinc on Iron and Steel.
ASTM D395	Test Methods for Rubber Property - Compression Set.
ASTM D429	Test Methods for Rubber Property - Adhesion to Rigid Substrates.
ASTM D471	Test Method for Rubber Property - Effect of Liquids.
ASTM D1149	Test Method for Rubber Deterioration - Surface Ozone Cracking in a Chamber (Flat Specimen).
ASTM D2000	Classifications System for Rubber Products in Automotive Applications.
AWWA C550	Standard for Protective Interior Coatings for Valves and Hydrants.
Fed. Spec. ⁴ HH-P-34C	Packing; Asbestos Rod, Braided.
Fed. Spec. HH-P-106d	Packing; Flax or Hemp.
Fed. Spec. TT-V-51	Varnish; Asphalt.
Fed. Spec. TT-C-494a	Coating Compound, Bituminous, Solvent Type. Acid Resistant.
MSS ⁵	Spot Facing for Bronze, Iron and Steel Flanges.

1 Society of Automotive Engineers, 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096.

2 American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York, NY 10018.

3 American Society for Testing and Materials, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103.

4 Especificaciones Federales que se pueden obtener a solicitud en Naval Publications and Forms Center, 5801 Tabor Av. Filadelfia, PA 19120.

5 Manufactures Standardization Society of the Valve and fittings Industry, 127 Park St. NE, Vienna, VA 22180.

1.4 Información que el fabricante debe suministrar

Si el comprador lo solicita, el fabricante debe suministrar la siguiente información al llenar las órdenes de válvulas de compuerta con asiento elástico.

1.4.1 Información del catálogo

El fabricante debe suministrar información del catálogo, que contenga ilustraciones y un listado de partes que identifique los materiales que se utilizan en la fabricación de las diferentes partes. Esta información debe ser suficientemente detallada para que sirva de guía en el montaje y desmontaje de la válvula, así como para solicitar repuestos.

1.4.2 Información relacionada con el peso

El fabricante debe suministrar una declaración acerca del peso total neto de la válvula instalada para cada uno de los tamaños.

1.4.3 Planos del ensamble

El fabricante debe presentar al comprador un conjunto de planos certificados que muestren las dimensiones principales, los detalles de construcción y los materiales utilizados para todas las partes de la válvula. Una vez que los planos hayan sido aceptados por el comprador, todo el trabajo se debe hacer y todas las válvulas se deben suministrar de acuerdo con esos planos certificados.

1.5 Declaración jurada de cumplimiento

Cuando las especificaciones adicionales del comprador lo requieran, el fabricante le debe suministrar una declaración jurada en la cual se estipule que la válvula y todos los materiales utilizados en su construcción cumplen los requisitos pertinentes, de esta norma y las especificaciones adicionales, y que se han efectuado todos los ensayos estipulados en la misma, habiéndose cumplido todos los requisitos de tales ensayos.

2 MATERIALES

2.1 Generalidades

Cuando se hace referencia a normas ANSI, ASTM, AWWA u otras, se sobreentiende que se debe aplicar la última revisión de las mismas, a menos que por determinada razón también se incluya específicamente la fecha de norma. Todos los materiales utilizados en las válvulas producidas bajo esta norma deben cumplir los requisitos estipulados en las siguientes secciones.

2.2 Propiedades físicas y químicas

Los requisitos de las normas ANSI, ASTM, AWWA u otras, a las cuales se haga referencia en esta norma, deben regir las características físicas y químicas de los componentes de la válvula.

2.2.1 Fundición de hierro fundido

El hierro fundido debe estar conforme o exceder los requisitos de la norma ASTM A 126 clase B.

2.2.2 Fundición nodular

La fundición nodular debe cumplir los requisitos de la ASTM A 395 ó de la ASTM A 536.

Tabla 1 - Requisitos químicos físicos del bronce utilizado en válvulas de compuerta con asiento elástico

Tipo de bronce	Punto mínimo de fluencia kPa	Elongación mínima en 50,8 mm %	Porcentaje mínimo de Cobre %	Porcentaje máximo de cinc %
A	95 500	15	79	16
B	137 800	15	57	-
C	220 500	10	57	-
D	137 800	15	79	16
E	220 500	10	79	16

Valores determinados en el cuello de la probeta de ensayo.

2.2.3 Acero

La fundición de acero al carbón, cuando se utilice, debe estar de acuerdo con ASTM A 27 grado U-60-30 ó igual. Las partes de acero inoxidable, cuando éste se utilice, deben estar de acuerdo con ASTM A276 y el material de los pernos con ASTM A307.

2.2.4 Bronce o latón

El bronce o latón utilizado en las válvulas de compuerta debe estar de acuerdo con lo siguiente:

2.2.4.1 Los componentes de bronce o latón de las válvulas se deben fabricar de acuerdo con especificaciones de aleación de ASTM ó de CDA (Copper Development Association).

2.2.4.2 Se deben aplicar los requisitos químicos y físicos que aparecen en la tabla 1.

2.2.4.3 Cualquier aleación de bronce que se utilice en condiciones de trabajo en frío debe poder soportar el ensayo del nitrato mercurioso, de acuerdo con ASTM B154, con lo cual se garantiza la mínima susceptibilidad a la corrosión.

2.2.4.4 En algunas áreas se ha comprobado que las aguas promueven la corrosión galvánica en la forma de descincado o desaluminización. Los bronce de grado B y C no se deben utilizar en esas aguas. Si se utiliza bronce al aluminio, las aleaciones se deben proteger contra la desaluminización mediante la aplicación adecuada de un recubrimiento en caliente u otros procedimientos adecuados.

2.2.5 Empaques

El material de los empaques debe fabricarse de lámina de asbesto, con composición de caucho, o papel que no tenga ingredientes corrosivos. Los anillos O (o-ring) u otros cierres elásticos apropiados se pueden utilizar como empaques.

2.2.6 Anillos en O (O-ring)

Los anillos en O deben cumplir los requisitos de la ASTM D 2 000 y deben tener propiedades físicas acordes con su aplicación.

2.2.7 Pintura

La pintura utilizada para recubrir las válvulas debe cumplir lo siguiente:

2.2.7.1 La pintura utilizada para recubrir las válvulas, según se especifica en 5.3, debe cumplir los requisitos de las Fed. Spec. TT-V-51, TT-C-494a, AWWA C550, o equivalentes.

2.2.7.2 Si el fabricante utiliza revestimientos especiales, éstos deben ser adecuados para el agua potable.

2.2.8 Elastómeros

Los elastómeros deben cumplir lo siguiente:

2.2.8.1 Los asientos de caucho deben ser resistentes a los ataques microbiológicos, a la contaminación con cobre, al ataque del ozono.

2.2.8.2 Los compuestos del asiento de caucho no deben contener más de 8 mg/kg de iones de cobre, y debe incluir inhibidores de cobre para evitar la degradación por el cobre en el material de caucho.

2.2.8.3 Los compuestos del asiento de caucho deben soportar un ensayo de resistencia al ozono, cuando este ensayo se efectúe de acuerdo con ASTM D 1 149. Los ensayos se deben efectuar sobre muestras no sometidas a esfuerzo, durante 70 h a una temperatura de 40 °C con una concentración de ozono de 50 mg por 100 kg, sin agrietamientos visibles en las superficies de las muestras de ensayo después del ensayo.

2.2.8.4 Los compuestos del asiento de caucho deben tener un valor máximo de compresión del 18 % cuando la prueba se lleva a cabo de acuerdo con ASTM D 395 método B durante 22 h a 70 °C.

2.2.8.5 Los compuestos del asiento de caucho no deben contener más de 1,5 g de cera por 100 g de caucho hidrocarbónico y deben tener menos del 2 % de aumento en volumen cuando se prueben de acuerdo con ASTM D 471 después de estar inmersos en agua destilada a 23 °C ± 1 °C durante 70 h. El caucho recuperado no debe ser utilizado.

2.2.8.6 Los compuestos del asiento de caucho deben estar libres de aceites vegetales, derivados de aceites vegetales, grasas animales y aceites animales.

3 DISEÑO GENERAL

3.1 Resistencia a la tensión

El diseño de todas las partes de las válvulas debe ser tal que éstas resistan, sin exceder el límite de fatiga del material ni sufrir daño estructural, (1) la tensión resultante de una presión interna de ensayo de dos veces la presión nominal de diseño de la válvula; y (2) las tensiones combinadas resultantes de la presión nominal interna total cuando el elemento de cierre efectúa un ciclo completo desde una posición completamente abierta hasta una completamente cerrada contra la presión nominal total del agua en desequilibrio.

Además de estos requisitos de presión, el conjunto y el mecanismo de la válvula deben poder resistir un torque de operación como sigue: 75 mm y 100 mm NPS-270 N.m; 150 mm, 200 mm, 250 mm y 300 mm NPS - 406 N.m

3.2 Bases del diseño de la estructura

Todas las partes, inclusive el cuerpo y el bonete, deben ser tan proporcionadas que si se aplica un torque excesivo al vástago en la dirección de cierre con la compuerta asentada y sometida a la presión del agua, no debe ocurrir falla inicial en el cuerpo ni en el bonete.

3.3 Tamaño de la sección de paso de agua

Con la válvula abierta, debe haber un flujo de agua sin obstrucciones. El flujo de agua debe tener un diámetro no menor que el diámetro nominal total de la válvula.

4 DISEÑO EN DETALLE

4.1 Partes que se deben fabricar en fundición de fierro fundido o en fundición nodular

Las siguientes partes de la válvula se deben fabricar en fundición de fierro fundido o en fundición nodular: bonete, cuerpo, compuerta, yugo, caperuza, tuerca, placa de cierre de los anillos toroidales, y casquillo prensaestopa.

4.2 Partes que se deben fabricar en latón o bronce

Las tuercas del vástago, los casquillos prensaestopa, el manguito para válvulas de vástago no ascendente (VNA), los raspadores y los manguitos del bonete en las válvulas de vástago ascendente (VA), se deben fabricar en bronce de grado A, B, C, D o E. El vástago se debe fabricar en bronce de grado B, C, D, o E.

4.3 Cuerpos y bonetes

4.3.1 Espesor de la pared

Las medidas del espesor de la pared tomadas en puntos diametralmente opuestos el uno del otro, cuando se suman y se dividen por dos, deben igualar o exceder al mínimo espesor de metal dado en la tabla 2. El espesor de la pared en ningún punto debe ser inferior en más del 12,5 % al mínimo espesor de metal determinado en la tabla 2, y ningún área continua de espesor deficiente debe ser más del 12,5 % del área de la pared sometida a presión.

Tabla 2 - Espesor mínimo de los cuerpos y de los bonetes

Dimensiones en mm

Diámetro de válvula	Espesor mínimo
75	9
100	10
150	11
200	13
250	16
300	17
400	22
500	25

4.3.2 Yugos en las válvulas de vástago ascendente

En las válvulas de vástago ascendente, el yugo en los bonetes puede ser parte integral de la construcción o ir atornillado a ésta y debe ser de tales proporciones y estar asegurado en tal forma que sea igualmente fuerte en relación con otras partes de la válvula. El diseño debe ser tal que una mano no pueda quedar atorada entre el yugo y el volante.

4.3.3 Orificios para el vástago en las válvulas de vástago ascendente

En las válvulas de vástago ascendente, el orificio a través del bonete para el vástago debe ser desbrozado con bronce de grado A, B, C, D, o E, y debe terminar en la parte inferior o diseñado en tal forma que forme una junta de sello con el vástago o con la tuerca del vástago cuando la compuerta esté abierta.

4.4 Atornillado del bonete

Los materiales empleados en la elaboración de pernos deben desarrollar los requisitos de resistencia física dados en la norma ASTM A 307 y pueden tener cabezas hexagonales o de cuadrado regular con dimensiones conformes con la norma ANSI B18.2.1. Los tornillos, los espárragos y las tuercas deben ser (1) “cadmiados” (norma ASTM A 165 grado N.S.) o bañados de cinc (“cincado”) (norma ASTM A 153 ó ASTM B 633), o (2) a prueba de oxidación mediante algún otro proceso presentado al comprador y aceptado por éste. El comprador puede especificar que los tornillos, los espárragos y las tuercas se fabriquen con un material resistente a la corrosión, tal como bronce bajo en cinc, aleación de níquel-cobre, o acero inoxidable.

4.5 Terminales de la válvula

Las conexiones terminales deben satisfacer una de las siguientes especificaciones:

4.5.1 Terminales de bridas

Los terminales de bridas de las válvulas de compuerta deben estar de acuerdo en dimensiones y perforaciones con ANSI B16.1 clase 125 ó ANSI/AWWA C110/A21.10, a menos que explícitamente se disponga de otra manera en las especificaciones adicionales. Salvo que las especificaciones adicionales requieran fresado para tuerca, los agujeros de los pernos en los terminales de bridas no deben tener fresado para tuerca, excepto cuando el espesor en cualquier punto dentro del área con fresado para tuerca según se define en la norma MSS SP-9, exceda el espesor mínimo requerido en más de 3,2 mm. Si se excede el límite mencionado, se puede utilizar fresado para tuerca o fresado de la cara trasera para cumplir los requisitos. Cuando se requiera, todo fresado para tuerca se debe hacer de acuerdo con la norma MSS SP-9. Los agujeros de los pernos deben estar alternados sobre el eje vertical de la válvula, salvo que el comprador especifique hacerlo de otra manera. Las longitudes de instalación de las válvulas de bridas deben ser según las dimensiones indicadas en la norma ANSI B16.10.

4.5.2 Terminales de juntas mecánicas

Las dimensiones de la campana de la junta mecánica deben ser según la norma ANSI/AWWA C111/A21.11. Se pueden suministrar muescas del mismo ancho que el diámetro de los agujeros de los pernos en vez de agujeros en la brida de campana solamente en los lugares donde el cuerpo de la válvula y del bonete interfieran con el conjunto de la junta.

4.5.3 Terminales de junta de extremo liso

Las juntas de extremo liso deben cumplir los requisitos de ANSI/AWWA C111/A21.11.

4.6 Guías

Si se requiere una guía para obtener el corte del flujo, el diseño debe ser tal que la corrosión en el área de las guías no afecte el sello.

4.7 Vástagos y tuercas de vástagos

4.7.1 Collares del vástago

Todos los collares del vástago se deben fabricar en forma integral con los vástagos en las válvulas (VNA). En las válvulas de vástago ascendente (VA) se deben construir de tal manera que ajusten la parte superior en el lado a presión del bonete o del buje cuando la compuerta esté completamente abierta. El ajuste inferior debe permitir el reempaque de acuerdo con 4.8.1.

4.7.2 Roscas

Las roscas de vástago y la tuerca de vástago (buje) deben ser Acme, Acme modificada, o del tipo medio V, con suficiente número de filetes para evitar esfuerzos excesivos del metal.

4.7.3 Torneado y roscado

Los vástagos deben estar torneados y roscados en forma recta y alineada. Deben trabajar alineados, en forma suave y en perfecta normalidad durante el levante de apertura y la acometida de cierre de la válvula.

4.7.4 Diámetro

Los diámetros del vástago y las vueltas para abrir deben ser las especificadas en la tabla 3.

4.7.5 Vástagos VA

En las válvulas de vástago ascendente (VA) el vástago debe ser lo suficientemente largo para que al final se empareje con la parte superior del yugo, después de que la compuerta está completamente cerrada. El diseño debe ser de tal forma que elimine cualquier posibilidad de que la compuerta, se aparte del vástago o gire durante la operación de la válvula.

4.7.6 Materiales

Los vástagos de las válvulas deben ser fundidos, forjados o maquinados. Si los vástagos y la partes se han de someter a elevada presión en el ensayo o en las condiciones de operación, el fabricante debe diseñar la válvula y elegir materiales en tal forma que se minimice la corrosión bajo las condiciones de tensión. Si se requieren cambios de diseño, éstos deben cumplir o exceder los requisitos de esta norma.

4.8 Sello del vástago

4.8.1 Caja de empaquetadura o prensaestopa

El diseño de la caja de empaquetadura debe ser tal que la válvula se pueda empaquetar bajo presión cuando esté completamente abierta.

4.8.1.1 En las válvulas VNA la abertura del vástago, la escotadura que conduce la acometida, y la cara del bonete de la caja de empaquetadura se deben maquinar de tal modo que se obtenga una superficie suave y paralela o perpendicular al eje del vástago dentro de $0,50^\circ$ o menos.

Tabla 3 - Diámetro mínimo del vástago y mínimo de vueltas para abrir

Tamaño de la válvula NPS mm	Válvulas VNA		Válvulas VA	
	Diámetro mínimo del vástago (en la base del filete) * mm	Mínimo número de vueltas del vástago para abrir	Mínimo diámetro del vástago en su sección no roscada y diámetro exterior de la rosca mm	Mínimo número de vueltas del vástago para abrir
75	21,82	9	19,1	7
100	21,82	12	25,4	9
150	25,40	18	28,6	18
200	25,40	24	31,8	25
250	28,58	30	34,9	31
300	30,18	36	34,9	37

* diámetro del vástago en la base de la rosca o en cualquier punto por debajo de la zona moldeada para recibir la tuerca en las válvulas VNA, o el diámetro mínimo del vástago en su sección no roscada y el diámetro exterior de la rosca en las válvulas VA no deben estar por debajo de los valores presentados en esta tabla.

4.8.1.2 Las cajas de empaquetadura deben tener una profundidad no menor que el diámetro del vástago de la válvula. El diámetro interno debe ser suficientemente grande para contener empaquetadura adecuada que evite fugas alrededor del vástago.

4.8.2 Anillos en “O”

Cuando se utilice un anillo en “O” u otro sello de vástago que opere a presión, el diseño debe incorporar dos de tales sellos; las dimensiones de estos sellos deben estar de acuerdo con AS-568A. Las tolerancias se pueden alterar por propósitos económicos de fabricación, siempre que el sello permanezca hermético a las presiones requeridas por esta norma. Los sellos se deben diseñar para aplicaciones dinámicas.

4.8.2.1 El sello del vástago de anillo en “O” se debe diseñar en tal forma que el sello sobre el collar del vástago se pueda reemplazar con la válvula bajo presión en la posición completamente abierta.

4.8.3 Materiales

La caja de empaquetadura o el alojamiento del anillo en “O” se deben fabricar en fierro fundido. Las superficies de la acometida reforzadas y las aberturas del vástago, o los cartuchos del sello del vástago, deben ser de bronce de grado A, B, C, D o E, o de un polímero sintético con propiedades físicas adecuadas para la aplicación.

4.9 Empaquetaduras

4.9.1 Material

La caja de empaquetadura o prensaestopa se debe elaborar de asbestos que cumplan los

requisitos de la norma Fed. Spec. HH-P-34c de tipo A o empaquetadura de lino que cumpla los requisitos de la norma Fed. Spec. HH-P-106d a opción del fabricante, se pueden utilizar asbestos impregnados de TFE. No se debe utilizar empaquetadura de cáñamo o yute.

4.9.2 Instalación

Las cajas de empaquetadura deben estar adecuadamente empaquetadas y listas para el servicio cuando las válvulas se envíen al comprador. En el momento de la instalación se puede requerir ajuste de los pernos en la caja de empaquetadura.

4.10 Tuercas y volantes

Salvo que en las especificaciones adicionales del comprador se requiera explícitamente de otra manera, las tuercas deben ser de 49,2 mm² en la parte superior, 50,8 mm² en la base, y 44,5 mm de altura. El diámetro externo de los volantes no debe ser menor que los presentados en la tabla 4. Las tuercas deben tener una base de brida en la cual se fundirá una flecha de al menos 50,8 mm que indique la dirección para abrir.

En la tuerca se debe fundir la palabra “ABRIR”, en letras de 12,7 mm ó más grandes, para indicar claramente la dirección en que debe girar la llave para abrir la válvula. Los volantes deben ser únicamente del tipo de rayo. No son permisibles los tipos de anillo o disco. En la periferia del volante se debe fundir una flecha que muestre la dirección en que éste debe girar para abrir la válvula, con la palabra “ABRIR” en el mango de la flecha de tal modo que se pueda leer fácilmente.

Tabla 4 - Diámetro de los volantes

Dimensiones en mm

Tamaño de la válvula NPS	Diámetro mínimo del volante
75	178
100	254
150	305
200	356
250	406
300	406

4.10.1 Mecanismo de operación

Las válvulas VNA se deben suministrar con llaves de tuerca para el servicio bajo tierra y volantes para el servicio sobre el piso. Las válvulas VA se deben suministrar con volantes.

4.10.2 Dirección de apertura

Para las válvulas VS, la dirección estándar de apertura es en sentido contrario al de las manecillas del reloj al mirar desde la parte superior. Se pueden suministrar válvulas de abrir en la dirección opuesta (en el sentido de las manecillas del reloj), si así se ordena para acomodarse a equipo ya existente. Ambas direcciones de apertura se consideran estándar para las válvulas VNA.

4.10.3 Fijación de las tuercas de la llave

Las tuercas de la llave se deben fijar a la parte superior del vástago de la válvula y deben estar aseguradas en su posición por medios mecánicos.

4.10.4 Acceso a los tornillos de la empaquetadura y prensaestopa

La base de brida en la tuerca de la llave se puede perfilar para permitir el acceso desde la superficie del piso a los tornillos de la empaquetadura con llave de casquillo de extensión.

4.10.5 Codificación de color

Las tuercas y los volantes que abren la válvula mediante giro hacia la derecha (en el sentido de las manecillas del reloj) se deben pintar de rojo, y las tuercas y los volantes que abren la válvula mediante giro hacia la izquierda (en sentido contrario a las manecillas del reloj) se deben pintar de negro.

4.11 Empaques

Los empaques deben estar completos y tener agujeros en toda la superficie para permitir el paso de los tornillos o se deben cortar para que se ajusten al lado interno de los mismos. Se deben utilizar empaques en todas las juntas de brida que tengan que ser herméticas.

4.12 Asientos de válvula

El asiento elástico se puede aplicar al cuerpo o a la compuerta y se debe ajustar sobre una superficie resistente a la corrosión. La superficie puede ser metálica o no metálica, aplicada en una forma, que resista la acción de los fluidos del conducto y la operación de la compuerta de sello en servicio a largo plazo. Una superficie metálica debe tener una resistencia a la corrosión equivalente o mejor que el bronce. Una superficie no metálica debe cumplir los requisitos de la AWWA C550. Los asientos elásticos se deben adherir o pegar mecánicamente bien sea a la compuerta o al cuerpo de la válvula. Si el asiento elástico es de caucho, el método utilizado para conexión o vulcanización se debe probar mediante la ASTM D429; se puede utilizar bien sea el método A o el método B de la ASTM D 429. Para el método A, la resistencia mínima no debe ser menor de 1 725 kPa. Cuando el método B es aplicable, la resistencia de la lámina no debe ser menor de 9,3 kg/m

4.13 Refuerzo del asiento

Los accesorios mecánicos de cierre expuestos y los herrajes para retener los asientos elásticos deben ser de material con adecuado recubrimiento o resistencia a la corrosión.

4.14 Collarín del prensaestopa

El ensamble del collarín de prensaestopa debe ser de diseño sólido, encasquillado sólido, o de dos piezas. Las bridas del collarín del prensaestopa se pueden formar como un terminal de brida en dicho prensaestopa o como una parte separada.

4.14.1 Material

Los prensaestopas para las válvulas de tamaños de 300 mm VNA o menos, deben ser de bronce de grado A, B, C, D o E.

4.14.2 Brida del prensaestopas

Si se utiliza una brida del prensaestopa, se debe elaborar de fierro fundido o de bronce de grado A, B, C, D o E.

4.15 Tornillos y tuercas del prensaestopa

Los tornillos del prensaestopas se deben elaborar de bronce de grado B, C, D o E o de acero protegido contra la oxidación (véase 4.4). Las tuercas del prensaestopas se deben elaborar de bronce de grado B, C, D o E.

5 FABRICACIÓN

5.1 Mano de obra

Todas las partes se deben fabricar según las condiciones requeridas y no deben tener defectos que puedan impedir el funcionamiento adecuado de la válvula. Todas las partes semejantes de las válvulas del mismo modelo y tamaño producidas por el mismo fabricante, deben ser intercambiables.

5.2 Partes fundidas

Todas las partes fundidas deben estar limpias y en buena condición, sin defectos que puedan impedir su servicio. No se admitirán taponamientos, soldaduras o reparaciones de tales defectos.

5.3 Pintura y recubrimiento

Se debe aplicar una pintura de asfalto a las partes terrosas de las válvulas excepto en las superficies mecanizadas o de asiento (véase 2.2.7.1). Las superficies deben estar limpias y secas antes de pintarlas. Es indispensable aplicar dos capas de pintura al metal terroso interno y externo. En las superficies ferrosas interna o externa (o ambas) se debe utilizar un recubrimiento que cumpla la AWWA C550.

6 ENSAYO, INSPECCIÓN Y RECHAZO

6.1 Ensayo de producción

Siempre que se deban fabricar componentes de válvulas de acuerdo con las ANSI, ASTM, AWWA u otras normas, el fabricante de la válvula debe cumplir todos los requisitos de ensayo o los procedimientos de ensayo especificados. Si las especificaciones adicionales del comprador así lo requieren, debe recibir del fabricante los registros de tales ensayos.

6.1.1 Ensayo de operación

Cada válvula debe ser puesta en operación en la posición para la cual fue diseñada, para así asegurar el funcionamiento libre y perfecto de todas las partes en la forma prevista. Cualquier defecto de fabricación se debe corregir, y el ensayo se debe repetir hasta que se demuestre que el funcionamiento es satisfactorio.

6.1.2 Ensayo del cuerpo

Se debe aplicar al cuerpo con la compuerta en la posición abierta, una presión hidrostática de ensayo que sea igual al doble de la presión nominal de la válvula en funcionamiento. El ensayo no debe mostrar fugas a través del metal, juntas de las bridas, o sellos del vástago.

6.1.3 Ensayo del asiento

Desde cada dirección, a la presión nominal de funcionamiento, se debe efectuar un ensayo

para probar la capacidad del sello de cada válvula desde ambas direcciones del flujo. El ensayo no debe mostrar fugas a través del metal, las juntas sometidas a presión, o por delante del asiento.

6.2 Prueba de los ensayos de diseño

6.2.1 Ensayo hidrostático

Una válvula prototipo de cada tamaño y clase del diseño de un fabricante, se debe ensayar hidrostáticamente aplicando en un lado de la compuerta el doble de la presión nominal especificada y presión cero en el otro lado. El ensayo se debe efectuar en cada dirección a través de la compuerta. En este ensayo hidrostático, el fabricante puede tomar precauciones especiales para evitar el goteo por delante de los asientos. Ninguna parte de la válvula o de la compuerta debe ser deformada en forma permanente por el ensayo.

6.2.2 Ensayo del torque

Un prototipo de cada tamaño se debe someter a sobre-torque en las posiciones cerrada y abierta, para demostrar que no hay distorsión del vástago de la válvula o daño al asiento elástico evidenciados por fallas del sello a la presión nominal. El torque aplicado debe ser de 340 N.m para válvulas VNA de 75 mm y 100 mm y 475 N.m para válvulas VNA de 150 mm, 200 mm, 250 mm y 300 mm.

6.2.3 Ensayo fugas

Dos válvulas prototipo de cada tamaño elegidas por el fabricante para representar los extremos de compresión del asiento se deben abrir y cerrar hasta el sello, durante 500 ciclos completos con flujo suficiente para que válvula esté a un diferencial de presión de 1 380 kPa en el punto de cierre.

Las válvulas deben permanecer herméticas bajo el diferencial de presión nominal aplicado alternativamente a cada lado de la compuerta después de la terminación de los ensayos.

6.2.4 Ensayo de presión

Un prototipo de cada tamaño de válvula se debe ensayar para 3 450 kPa con la compuerta de cierre en la posición abierta. No debe haber rotura o rajadura del cuerpo de la válvula, el bonete de la válvula, o la placa del sello. La fuga en las juntas de contención de presión no debe ser causa de falla del ensayo.

6.3 Inspección y rechazo

Todo el trabajo efectuado aplicando esta norma, excepto los ensayos de prototipos, debe estar sometido a inspección y aceptación por el inspector del comprador. En todo momento, el inspector debe tener acceso a todos los lugares de fabricación en donde se estén produciendo o fabricando materiales o en donde se efectúen ensayos, y se deben acordar plenas facilidades para la inspección y la observación de los ensayos. Cualquier válvula o parte que el inspector determine que no cumple los requisitos de esta norma se debe poner en condiciones satisfactorias o debe ser rechazada y reemplazada. Independientemente de que el comprador tenga o no un inspector en la planta, se puede requerir una declaración de cumplimiento expedida por el fabricante (véase 1.5).

7 ROTULADO Y EMBARQUE

7.1 Marcas de rotulado

Las marcas de rotulado deben quedar fundidas en el bonete o en el cuerpo de cada válvula, y debe mostrar el nombre o el sello del fabricante, el año en que se hizo la fundición de la válvula, el tamaño de la válvula y la designación de la presión nominal de funcionamiento, por ejemplo, "200 W". Cuando los requisitos adicionales del comprador lo especifiquen por acuerdo entre el comprador y el fabricante, se pueden incluir marcaciones especiales además de las mencionadas.

7.2 Preparación para embarque

Las válvulas deben estar completas en todos los detalles cuando sean embarcadas. El fabricante debe tener cuidado en la preparación para el embarque, de tal modo que no se presente daño durante el manejo o en transporte. Las válvulas se deben secar antes del embarque.

ANTECEDENTE

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION AWWA, Resilient-Seated Gate Valves for Water and Sewerage Systems, Colorado, 1987, 11 pág, ANSI/AWWA C509-87.

Anexo A (Informativo)

Instalación, operación y mantenimiento de las válvulas de compuerta con asiento elástico

A.1 GENERALIDADES

Las válvulas de compuerta con asiento elástico forman una parte componente significativa de cualquier sistema de extinción de incendios o de distribución de agua. La falla de una válvula de compuerta con asiento elástico en tales sistemas, bien sea debida a instalación defectuosa o a mantenimiento inadecuado, puede ocasionar daño grave y reparaciones costosas. Además, muchas válvulas de compuerta con asiento elástico están instaladas en servicio bajo tierra o en aplicaciones subterráneas. Los problemas de mal funcionamiento de las válvulas por instalación defectuosa o mantenimiento inadecuado pueden originar grandes y costosas operaciones de desenterramiento para corregir o eliminar eficazmente el problema. Muchos problemas y fallas de válvulas de compuerta con asiento elástico pueden tener su origen en instalación, operación o procedimientos de mantenimiento inadecuados.

A.2 DESCARGA

Todas las válvulas se deben descargar cuidadosamente. La válvula se debe bajar con cuidado del camión al piso; no se debe dejar caer. En el caso de válvulas más grandes, para el descargue se deben utilizar montacargas o eslingas alrededor del cuerpo de la válvula o bajo los patines. Únicamente se deben utilizar montacargas y eslingas con adecuada capacidad de carga para manejar el peso de la válvula o de las válvulas. En los yugos, engranajes, motores, cilindros o volantes no se deben amarrar cadenas ni enganchar los montacargas.

A.3 INSPECCIÓN PREVIA A LA INSTALACIÓN

Las válvulas de compuerta con asiento elástico se deben inspeccionar al momento de recibirlas para verificar que no hayan sufrido daño en el embarque. En la inspección inicial se debe verificar el cumplimiento de las especificaciones, la dirección del giro para abrir, el tamaño y la forma de la tuerca de operación, el número de vueltas para abrir o cerrar, y el tipo de conexiones de las terminales. Se debe efectuar una inspección visual de las superficies de los asientos para detectar cualquier daño en el embarque o rayaduras de las superficies de los asientos. El personal de inspección debe fijarse en vástagos doblados, volantes rotos, partes agrietadas, partes y accesorios faltantes, y cualquier otra evidencia de manejo descuidado durante el embarque. Cada válvula se debe hacer funcionar durante un ciclo completo de apertura y cierre.

A.4 ALMACENAMIENTO

Las válvulas se deben almacenar en la posición de cierre completo, para así evitar la entrada de material extraño que pueda ocasionar a las superficies de asiento. Siempre que sea posible, las válvulas se deben almacenar bajo cubierta. Si se requiere almacenamiento en descubierto, se deben prever formas de proteger los mecanismos de operación, tal como engranajes, acondicionadores del motor y cilindros de los elementos atmosféricos. En el almacenamiento externo, los orificios y las bridas de las válvulas de compuerta se deben proteger de los elementos atmosféricos y de los materiales extraños. En climas especialmente fríos en los cuales las válvulas pueden estar sujetas a temperaturas de congelación, es absolutamente esencial eliminar el agua del interior de la válvula y cerrar la válvula antes del almacenamiento. No hacerlo así puede dar lugar a un agrietamiento en la fundición de la válvula.

A.5 INSTALACIÓN

Los manuales de instrucciones suministrados por los fabricantes se deben revisar en detalle antes de instalar las válvulas. En el sitio del trabajo antes de la instalación, cada válvula se debe inspeccionar visualmente y cualquier material extraño que aparezca en el interior de la válvula se debe eliminar. Antes de la instalación, se debe efectuar una inspección detallada de la válvula, según A.3.

A.5.1 Pernos

Todos los pernos se deben proteger, bien sea con una pintura adecuada o mediante envoltura con polietileno para evitar la corrosión.

A.5.2 Construcción subterránea

En tuberías de distribución de agua, siempre que sea posible, las válvulas se deben ubicar en áreas fácilmente accesibles.

A.5.2.1 Durante la instalación, hay la posibilidad de que inadvertidamente penetre material extraño en la válvula. El mismo puede dañar las partes del mecanismo interno durante la operación de la válvula de compuerta. Por esta razón, las válvulas de compuerta se deben instalar en la posición cerrada. Cada válvula se debe colocar sobre base firme en la zanja para evitar hundimiento y tensión excesiva en la conexión a la tubería. Los sistemas de tubería deben estar apoyados y alineados en tal forma que se minimice la flexión de la conexión de la válvula.

A.5.2.2 Para cada válvula que se utilice en una aplicación de servicio bajo tierra se debe suministrar una caja o bóveda. La caja de la válvula se debe instalar de tal modo que no transmita cargas de choque o tensión a la válvula. La caja de la válvula debe estar centrada sobre la tuerca de operación de la válvula con la cubierta de la caja a nivel con la superficie del área terminada u otro nivel semejante según lo indique el propietario. Las cajas de válvulas deben estar diseñadas en tal forma que las cargas de tránsito sobre la parte superior de la válvula no se transmitan a la válvula.

A.5.2.3 Las válvulas bajo tierra en zanjas profundas, deben tener provisiones especiales para la operación, bien sea con tubería vertical sobre el vástago para que se pueda utilizar una llave normal, o una anotación en los registros de la válvula en la cual se indique que se requiere una llave larga.

A.5.2.4 Cuando se instalen por debajo del suelo válvulas con engranajes o mecanismos de operación al descubierto, se debe suministrar una bóveda diseñada para permitir la limpieza de la tubería y evitar la sedimentación sobre la misma. La tuerca de operación debe ser accesible desde la tapa superior de la bóveda con una llave de la válvula. El tamaño de la bóveda debe permitir sacar con facilidad el bonete de la válvula y las partes internas de la misma para propósitos de reparación. Se debe tener en cuenta la posible entrada de agua subterránea o superficial (o ambas) y la necesidad de prever su eliminación.

A.5.3 Instalaciones sobre el suelo

Las válvulas instaladas sobre el suelo o en un sistema de tubería de planta deben estar apoyadas y alineadas en tal forma que se minimice la flexión de las conexiones en los terminales de la válvula como resultado de la carga en la tubería. Las válvulas no se deben utilizar para corregir desalineaciones de la tubería.

A.5.4 Inspección

Después de la instalación y antes de la presurización de la válvula, se debe verificar que estén debidamente apretados todos los pernos de las partes sometidas a presión (bonete, placa del sello, prensaestopas y conexiones terminales) para evitar que se presenten fugas.

Además, se debe verificar que estén debidamente apretadas todas las aperturas roscadas y taponadas hacia el interior de la válvula. La inspección adecuada en este momento minimizará la posibilidad de fugas después de la presurización del sistema de tubería.

A.5.5 Ensayos

Para evitar pérdidas de tiempo buscando fugas, se recomienda no rellenar las excavaciones hechas para colocar la válvula sino después de haber hecho los ensayos de presión. Después de la instalación, es deseable ensayar las secciones de la tubería recién instaladas, incluyendo las válvulas a alguna presión por encima de la presión del diseño del sistema. Si se utilizan válvulas de compuerta con asiento elástico para aislar secciones de ensayo, la presión de ensayo no debe exceder la presión nominal de funcionamiento de la válvula. Después del ensayo, se deben dar pasos para aliviar cualquier presión atrapada en el cuerpo de la válvula. La válvula de compuerta con asiento elástico no se debe operar en la dirección cerrada o abierta a presiones diferenciales superiores a la presión nominal de funcionamiento.

A.5.6 Registros

Al terminar la instalación se deben conservar como registros permanentes la ubicación de la válvula de compuerta, el tamaño, la marca, el tipo, la fecha de instalación, el número de vueltas para abrir, la dirección para abrir, y cualquier otra información que se considere pertinente.

A.5.7 Riesgos de la aplicación

Las válvulas de compuerta con asiento elástico no se deben instalar en aplicaciones o para servicios distintos de los recomendados por el fabricante.

A.5.7.1 Las válvulas de compuerta con asiento elástico no se deben instalar en conductos en los cuales la presión de servicio exceda la presión nominal de funcionamiento de la válvula.

A.5.7.2 Las válvulas de compuerta con asiento elástico no se deben utilizar para servicio de estrangulamiento, salvo que el diseño sea recomendado específicamente para ese propósito o aprobado por anticipado por el fabricante.

A.5.7.3 Las válvulas de compuerta con asiento elástico no se deben utilizar en aplicaciones que estén expuestas a temperaturas inferiores a la de congelación, salvo que se mantenga un flujo suficiente a través de la válvula para evitar la congelación, o que se prevea alguna otra protección.

A.5.7.4 Las válvulas de compuerta con asiento elástico no se deben instalar en el terminal cerrado de una tubería, sin restricción apropiada y adecuada para reforzar la válvula y evitar que ésta desfogue el terminal cerrado de la tubería.

A.5.7.5 Para evitar daño, las válvulas de compuerta con asiento elástico VNA de 75 mm en diámetro y VNA de 100 mm en diámetro no se deben operar con torques de entrada mayores de 270 N.m. Las válvulas de compuerta VNA de 150 mm a VNA de 300 mm en diámetro no se deben operar con torques de entrada mayores de 406 N.m

A.6 INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

Cada válvula de entrada debe ser operada a través de un ciclo completo y devuelta a su posición normal en un programa diseñado para evitar un aumento de sedimentos u otros depósitos que puedan inutilizar la válvula o impedir un cierre hermético. El intervalo de tiempo entre operaciones de las válvulas ubicadas en sitios críticos, o de las válvulas sometidas a condiciones de operación severas, debe ser menor que para otras instalaciones menos importantes; pero puede ser cualquier período de tiempo que resulte ser satisfactorio con base en la experiencia local.

El número de giros requeridos para completar el ciclo de operación se debe registrar y comparar con registros permanentes de instalación para garantizar el recorrido completo de la compuerta.

Cuando se utilicen servomotores auxiliares portátiles con capacidades de torque de entrada que excedan los torques máximos de operación recomendados en A.5.7.5 se debe tener cuidado extremo para evitar la aplicación de torque excesivo a los vástagos de las válvulas de compuerta. Si el servomotor tiene un dispositivo limitador de torque, se debe fijar por debajo de los valores incluidos en A.5.7.5. Si no hay dispositivo limitador de torque, el procedimiento recomendado es detener el servomotor de potencia tres o cuatro giros antes de que la válvula de compuerta esté completamente abierta o completamente cerrada, y completar la operación manualmente.

Cuando se detecte alguna falla de funcionamiento se debe efectuar mantenimiento, para evitar olvidarlo por completo, se debe adoptar un sistema de archivo que suministre un registro escrito sobre localización, condición, mantenimiento de la válvula, y cada inspección posterior de la misma.

A.6.1 Inspección

Cada válvula de compuerta debe ser operada a través de un ciclo de operación completo. Si la acción del vástago se siente apretada como resultado de un aumento de agua dura en las roscas del vástago, la operación se debe repetir varias veces hasta que las acciones de abrir y cerrar sean suaves y libres.

Con la compuerta en la posición abierta parcialmente si es posible se debe efectuar una inspección visual en todas las juntas, conexiones y áreas de empaquetaduras o sellos para verificar si hay fugas. Si los hay se deben reemplazar todos los anillos en "O", sellos, empaques o elementos de sello de las conexiones terminales que estén defectuosos. Si la fuga no se puede corregir de inmediato, se debe informar con prontitud acerca de la naturaleza del mismo a quienes sean responsables de las reparaciones. Si la válvula es inutilizable o irreparable se debe establecer su ubicación claramente para evitar que los miembros del personal de reparación pierdan tiempo. Se debe informar al personal responsable de las reparaciones sobre la condición de la válvula de compuerta y, si es posible, la posición de ésta. Además, se debe informar a todos los departamentos de incendios y otros departamentos municipales apropiados que la válvula está fuera de servicio.

A.6.2 Conservación de los registros

Para llevar a cabo un programa significativo de inspección y mantenimiento de las válvulas, es esencial llevar un registro que incluya para cada una: ubicación, marca, tipo, tamaño y fecha de instalación. Dependiendo del tipo de sistema de conservación, de registros que se utilice, se puede introducir en el registro permanente alguna otra información. Cuando se inspecciona una válvula de compuerta con asiento elástico, se debe hacer una anotación en el registro permanente indicando la fecha de la inspección y la condición de la válvula. Si se necesita trabajo de reparación, se debe indicar, y al terminar este trabajo se debe registrar la naturaleza de las reparaciones y la fecha en que se terminaron.

A.7 REPARACIONES

Las fugas, las partes rotas, la operación difícil y otros defectos importantes deben ser corregidos por un equipo de reparación tan pronto como sea posible, después de que se informe acerca del defecto. Si las reparaciones se tienen que hacer en el campo en que se encuentre la válvula, los equipos de reparación deben llevar al sitio de trabajo un complemento completo de partes de repuesto. Se deben tomar precauciones para suspender la presión del agua en la válvula defectuosa, y eliminar la presión interna remanente, antes de efectuar cualquier mantenimiento correctivo. El desarme de la válvula se debe hacer de acuerdo con el procedimiento especificado por el fabricante. Después de la reparación de la válvula, se debe hacer funcionar el mecanismo de operación en un ciclo completo de funcionamiento. Con presión completa en el conducto, aplicada a la válvula en la posición abierta, se debe hacer una inspección para detectar fugas en las áreas cercanas a la placa de sello, el bonete, el prensaestopas y las conexiones en los terminales del cuerpo. Se debe hacer un registro para indicar que la válvula ha sido reparada y que esta en condiciones de funcionamiento. Se deben retirar las marcas indicativas de que la válvula no funciona. Además se debe informar a los departamentos de incendio y a los municipales pertinentes, acerca de la reparación satisfactoria de la válvula.

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Tuberías y accesorios de plástico - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) clasificación según la presión (serie RDE ó SDR)

Primera revisión
ICS 23.040.20 Tubos plásticos

Noviembre, 2000

Correspondencia:

Esta norma corresponde básicamente con la Norma ASTM D 2241-96 Specification for Poly (Vinil Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series)

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La revisión y actualización de la Norma Boliviana **NB 888 - 00 “Tuberías y accesorios de plástico - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) clasificadas según la presión (serie RDE ó SDR)”, (Primera revisión)**”, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 12.16 “Tuberías y accesorios de plástico”.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Félix Zubieta	PLASMAR S.A. (Coordinador)
Andrés Zegada	A. DEL ILLIMANI (ANESAPA)
Francisco Cuba	M.V.S.B. - D.S.B.
Gregorio Carvajal	I.I.S. – UMSA
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Julio Cardozo	PLAMAT S.A.
Jaime Sánchez Guzmán	DUCTEC S.R.L.
Jaime Villegas	MARIENCO S.R.L.
Delfor Antonio Montero	BELEN S.R.L.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2000-10-20

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2000-10-26

Fecha de aprobación por la Directiva de IBNORCA 2000-11-21

ÍNDICE

Página

1	OBJETO	229
2	REFERENCIAS	229
2.1	Normas ISO	229
2.2	Normas ASTM	229
3	TERMINOLOGÍA.....	230
3.1	Definiciones	230
3.1.1	Generalidades	230
3.2	Términos específicos empleados en esta norma	230
3.2.1	Esfuerzo hidrostático de diseño.....	230
3.2.2	Presión de trabajo (PT).....	230
3.2.3	Relación entre esfuerzo hidrostático de diseño, presión de trabajo y relación dimensional estándar	231
4	CLASIFICACIÓN.....	231
4.1	Generalidades	231
4.2	Relaciones dimensionales estándar para tubería termoplástica (RDE)	231
4.3	Esfuerzo hidrostático de diseño.....	231
5	MATERIALES.....	231
5.1	Generalidades	231
5.2	Materiales básicos	232
5.3	Compuestos.....	232
5.4	Material reprocesado	232
6	REQUISITOS.....	232
6.1	Dimensiones y tolerancias.....	232
6.2	Presión sostenida	232
6.2.1	Prueba de regresión acelerada	232
6.3	Presión de rotura	233
6.4	Aplastamiento transversal	233
6.5	Calidad de extrusión	235
6.6	Resistencia al impacto.....	235
7	ACABADO, TERMINACIÓN Y APARIENCIA.....	235
8	MÉTODOS DE ENSAYO.....	236
8.1	Acondicionamiento	236
8.2	Condiciones del ensayo.....	236
8.3	Muestreo.....	236
8.3.1	Especímenes de muestra	236
8.4	Método de determinación de las dimensiones	236
8.4.1	Aparatos	236
8.4.2	Preparación de las probetas.....	236
8.4.3	Determinación del diámetro exterior.....	236
8.4.3.1	Procedimiento.....	236
8.4.3.2	Cálculo y expresión de los resultados	237
8.4.4	Determinación del espesor de pared.....	237
8.4.4.1	Procedimiento.....	237

8.4.4.2	Cálculo y expresión de los resultados	237
8.4.5	Determinación de longitud	237
8.4.5.1	Procedimiento	237
8.4.5.2	Cálculo y expresión de los resultados	237
8.4.6	Determinación de la redondez	237
8.4.6.1	Procedimiento	237
8.4.6.2	Cálculo y expresión de los resultados	237
8.5	Método de determinación de resistencia a la presión hidrostática interna	238
8.5.1	Resumen del método	238
8.5.2	Aparatos	238
8.5.3	Preparación de las probetas	238
8.5.4	Procedimiento	238
8.5.5	Expresión de los resultados	239
8.5.6	Ensayo de regresión acelerada	239
8.6	Presión de rotura	239
8.7	Método de determinación de la resistencia al aplastamiento transversal	239
8.7.1	Resumen del método	239
8.7.2	Aparatos	239
8.7.3	Preparación de las probetas	239
8.7.4	Procedimiento	239
8.7.5	Expresión de los resultados	240
8.8	Resistencia al impacto	240
9	REPETICIÓN DE PRUEBAS Y RECHAZO	240
10	MARCADO	240
11	CONFORMIDAD CON LA NORMA	240
12	BIBLIOGRAFÍA	240
Anexo A (Informativo)		241

Tuberías y accesorios de plástico - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) clasificadas según la presión (serie RDE o SDR)**1 OBJETO**

Esta norma se aplica a las tuberías de policloruro de vinilo (PVC) elaboradas con base en las relaciones dimensionales estándar (RDE ó SDR), para tuberías termoplásticas y en las presiones establecidas para el agua (véase anexo A). También están incluidos los criterios para la clasificación tanto de los materiales de la tubería plástica de PVC como de las propias tuberías plásticas de PVC; un sistema para establecer la nomenclatura correspondiente a las tuberías de plástico de PVC, así como también requisitos y métodos de ensayo para los materiales, acabados, dimensiones, presiones sostenidas, presión de rotura, aplastamiento, calidad de extrusión y atoxicidad. Igualmente se incluyen diferentes métodos empleados para el marcado.

Los valores establecidos en unidades del Sistema Internacional se deben considerar como los normativos mientras que los que van entre paréntesis sólo tienen carácter informativo.

La siguiente advertencia únicamente está relacionada con el método de ensayo (véase 8).

No es el propósito de esta norma advertir sobre todos los riesgos, en caso de que los haya, asociados con su empleo. Es responsabilidad del usuario establecer prácticas apropiadas de salud y seguridad, así como determinar la aplicabilidad de las restricciones de los reglamentos pertinentes antes de proceder a su aplicabilidad.

Notas:

- 1 Los requisitos de los ensayos de presión de rotura y de presión sostenida, así como las presiones de trabajo indicadas en el anexo A, se calculan a partir de los valores de esfuerzo obtenidos en ensayos realizados en tuberías de hasta 4 plg de diámetro nominal. Sin embargo, ensayos realizados en tuberías de diámetros tan grandes como 24 plg han demostrado que estos valores de esfuerzo son válidos para tuberías de diámetros mayores.
- 2 La tubería de PVC fabricada bajo esta norma, normalmente tiene junta tipo campana para su uso. Detalles sobre campanas rectas para unión con pegamento y para campanas con sello elastomérico, (véase NB 213).

2 REFERENCIAS

NB 213 Tuberías y accesorios de plástico - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable

2.1 Normas ISO

ISO 161-1 Thermoplastic Pipes for the transport of fluids. Nominal external diameters and nominal pressures - Part 1 - Metric Series

2.2 Normas ASTM

ASTM D 618 Practice for Conditioning Plastic and Electrical Insulating Materials for Testing
ASTM D 1 598 Test Method for Time-to-Failure of Plastic Pipe Under Constant Internal Pressure

ASTM D 1 599	Test Method for Short-Time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing and Fittings
ASTM D 1 600	Terminology Relating to Abbreviations, Acronyms and Codes for Terms Relating to Plastics
ASTM D 1 784	Specification for Rigid Poly (Vinyl Chloride) (PVC) compounds and Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC Compounds)
ASTM D 1 785	Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, and 120
ASTM D 2 122	Test Method for Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings
ASTM D 2 152	Test Method for Degree of Fusion of Extruded Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Molded Fittings by Acetone Immersion
ASTM D 2 444	Test Method for Impact. Resistance of Thermoplastic Pipe and Fittings by Means of a Tup (Falling Weight)
ASTM D 2 672	Specification for Joints for IPS PVC Pipe Using Solvent Cement
ASTM D 2 837	Test Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials
ASTM D 3 139	Specification for Joints for Plastic Pressure Pipes Using Flexible Elastomeric Seals
ASTM D 3 212	Specification for Joints for Drain and Sewer Plastic Pipes Using Flexible Elastomeric Seals
ASTM F 412	Terminology Relating to Plastic Piping Systems
ASTM F 442	Specification for Chlorinated Poly (Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe (SDR-PR)

3 TERMINOLOGÍA

3.1 Definiciones

3.1.1 Generalidades

A menos que se establezca lo contrario, las definiciones concuerdan con las que se establecen en la norma ASTM F 412 y las abreviaciones concuerdan con las de la norma ASTM D 1 600.

La abreviación para el plástico de policloruro de vinilo es PVC.

3.2 Términos específicos empleados en esta norma

3.2.1 Esfuerzo hidrostático de diseño

Es el esfuerzo máximo esperado en dirección tangencial en la pared de la tubería, ocasionado por la presión hidrostática interna del agua que puede aplicarse continuamente a la tubería, con un alto grado de certeza de que no tendrá lugar falla de la tubería.

3.2.2 Presión de trabajo (PT)

Valor máximo de la presión que el agua puede ejercer continuamente sobre las paredes de la tubería, con un alto grado de seguridad de que no se van a presentar fallas.

3.2.3 Relación entre esfuerzo hidrostático de diseño, presión de trabajo y relación dimensional estándar

La siguiente expresión, comúnmente denominada ecuación ISO (véase ISO 161-1), se emplea en esta norma para determinar tal relación.

$$2 \frac{\sigma}{P} = R - 1 \quad \text{ó} \quad 2 \frac{\sigma}{P} = \frac{D_o}{e} - 1$$

donde:

σ	Esfuerzo hidrostático de diseño, en MPa (psi)
P	Presión, en MPa (psi)
D_o	Diámetro externo promedio, en mm (plg)
e	Espesor mínimo de pared, en mm (plg)
R	Relación dimensional estándar para tuberías termoplásticas (D_o/e), también conocida como RDE ó SDR (por sus siglas en ingles).

4 CLASIFICACIÓN

4.1 Generalidades

Esta norma contempla las tuberías de PVC elaboradas y marcadas de acuerdo con una de las seis (6) designaciones de tipo / grado / esfuerzo de diseño (véase anexo A) correspondientes a once (11) relaciones dimensionales estándar.

4.2 Relaciones dimensionales estándar para tubería termoplástica (RDE)

Esta norma contempla las tuberías de PVC en once (11) relaciones dimensionales estándar, a saber: 9; 11; 13,5; 17; 21; 26; 32,5; 35; 41; 51 y 64, las cuales son uniformes para todos los tamaños nominales de las tuberías para cada material y presión de trabajo. Estas relaciones se denominan: RDE 9; RDE 11; RDE 13,5; RDE 21; RDE 17; RDE 26; RDE 32,5; RDE 35; RDE 41; RDE 51 y RDE 64, respectivamente.

Cada RDE ó SDR corresponde a una presión específica independientemente del diámetro de la tubería.

4.3 Esfuerzo hidrostático de diseño

Esta norma contempla tuberías elaboradas con plásticos de PVC definidos mediante cuatro (4) valores del esfuerzo hidrostático de diseño desarrollados con base a ensayos a largo plazo (véase anexo A).

5 MATERIALES

5.1 Generalidades

Los plásticos de PVC empleados en la elaboración de tuberías que cumplan los requisitos de esta norma, se clasifican por medio de dos criterios: (1) ensayos de resistencia a corto plazo ó (2) ensayos de resistencia a largo plazo.

Nota 3

La tubería de PVC destinada al transporte de agua potable, deberá ser evaluada y certificada como segura para esta aplicación, por un organismo debidamente autorizado. La evaluación debe hacerse siguiendo los requerimientos de análisis químicos establecidos en 4.2.10 de NB 213.

5.2 Materiales básicos

Esta norma contempla las tuberías elaboradas en plásticos de PVC que tienen las propiedades físico-químicas indicadas en ASTM D 1 784.

5.3 Compuestos

Los compuestos de PVC empleados para estas tuberías deben ser iguales o superiores a una de las siguientes clases descritas en la ASTM D 1 784: PVC 12 454 B, 12 454 C ó 14 333 D.

5.4 Material reprocesado

Se permite el uso de material reprocesado, limpio, proveniente de la elaboración de tuberías de la misma fábrica, siempre y cuando la tubería producida satisfaga los requisitos establecidos en esta norma.

6 REQUISITOS

6.1 Dimensiones y tolerancias

Las dimensiones serán las indicadas en la tabla 1 y tabla 2, cuando se proceda a medir la tubería, de acuerdo a lo indicado en 4.2.1 de NB 213. Las medidas en ovalidad serán aplicadas solo antes del embarque de las tuberías.

La excentricidad circunferencial interna y externa de la tubería, no excederá el 12 % al ser medida de acuerdo al método establecido en 4.2.1 de NB 213.

La longitud de las tuberías y sus tolerancias serán las especificadas a continuación:

- a) La longitud total de la tubería será de 6 m, incluida la unión.
- b) Se podrán proveer otras longitudes a pedido del comprador y de acuerdo con el fabricante.
- c) La longitud total de las tuberías tendrá una tolerancia de - 0,2 % y + 0,5 %.

6.2 Presión sostenida

La tubería no fallará, se inflará, explotará o dañará según lo definido en el método de prueba de la norma ASTM D 1 598, al ser sometida a las presiones determinadas en la tabla 3, cuando se la someta a la prueba descrita en 8.5.

6.2.1 Prueba de regresión acelerada

De acuerdo al fabricante, la prueba de regresión acelerada puede ser utilizada en reemplazo de las pruebas de presión sostenida y de rotura de acuerdo con 4.2.9 de NB 213.

Esta prueba debe realizarse según lo indicado en 8.5.6. La tubería demostrará una proyección básica de diseño hidrostático a las 100 000 horas, que cumpla con la categoría básica de diseño hidrostático (véase tabla 1 y ASTM D 2 837), para el material de PVC usado en la fabricación de la tubería.

Por ejemplo: una (1) tubería de PVC 1 120 que tiene una resistencia de 26,4 MPa (3 830 psi) proyectada a 100 000 h, resistirá 85 % por debajo su límite de confianza (LCL).

6.3 Presión de rotura

La presión mínima de rotura para tuberías de PVC, cuando se prueba de acuerdo al método de prueba de la norma ASTM D 1 599, está indicada en la tabla 3.

Nota 4

Puede ser necesario emplear tiempos superiores a los 60 s para llevar a especímenes de diámetros mayores hasta su presión de rotura. La prueba es más difícil de vencer cuando se usan tiempos de presurización mayores.

6.4 Aplastamiento transversal

Al someter la tubería a la prueba descrita en 8.7, no deberá mostrar daños, fisuras, grietas o roturas.

Tabla 1 - Diámetro exterior

Dimensiones en mm

Diámetro nominal	Diámetro exterior	
	Mínimo	Máximo
1/2	21,2	21,5
3/4	26,6	26,9
1	33,4	33,7
1½	48,1	48,4
2	60,2	60,5
2½	72,8	73,2
3	88,7	89,1
4	114,1	114,5
6	168,0	168,5
8	218,8	219,4
10	272,6	273,4
12	323,4	324,2
14	355,2	356,0
16	406,0	406,9
18	456,7	457,6
20	507,4	508,5
24	608,8	610,4
30	761,0	763,0
36	913,1	915,6

Tabla 2 - Espesor de pared de la tubería

Dimensiones en mm

Diámetro nominal	SDR 64		SDR 41		SDR 32,5		SDR 26		SDR 21		SDR17		SDR 13,5	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1/2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	2,1
3/4	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	2,0	1,6	2,1	2,0	2,5
1	-	-	-	-	-	-	1,5	2,0	1,6	2,1	2,0	2,5	2,5	3,0
1 1/2	-	-	-	-	-	-	1,9	2,4	2,3	2,8	2,8	3,4	3,6	4,1
2	-	-	-	-	-	-	2,3	2,8	2,9	3,4	3,6	4,1	4,5	5,0
2 1/2	-	-	-	-	-	-	2,8	3,3	3,5	4,0	4,3	4,8	5,4	6,0
3	-	-	-	-	2,8	3,3	3,4	3,9	4,3	4,8	5,2	5,9	6,6	7,3
4	-	-	2,8	3,3	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4	6,1	6,7	7,5	8,5	9,5
6	2,6	3,1	4,1	4,6	5,2	5,8	6,5	7,2	8,0	9,0	9,9	11,1	12,5	14,0
8	3,4	3,9	5,3	6,0	6,7	7,5	8,4	9,4	10,4	11,6	12,9	14,4		
10	4,3	4,8	6,7	7,5	8,4	9,4	10,5	11,8	13,0	14,5	16,1	18,0		
12	5,1	5,7	7,9	8,8	10,0	11,2	12,5	14,0	15,4	17,2	19,1	21,3		
14			8,7	9,9	10,9	12,2	13,7	15,3	16,9	19,0	20,9	23,4		
16			9,9	11,3	12,5	14,0	15,6	17,5	19,4	21,7	23,9	26,8		
18			11,2	12,7	14,1	15,7	17,6	19,7	21,8	24,4	26,9	30,1		
20			12,4	14,1	15,6	17,4	19,6	21,9	24,2	27,1	29,9	33,5		
24			14,9	17,0	18,8	21,2	23,4	26,3	29,0	32,5	35,9	40,2		
30			18,6	21,2	23,4	26,2	29,3	32,8	36,3	40,6	44,8	50,2		
36			22,3	25,4	28,1	31,5	35,2	39,4	43,5	48,8	53,8	60,3		

Tabla 3 - Presiones a 23 °C

Dimensiones en Mpa

SDR	Presión de trabajo *	Presión de rotura **
13,5	2,17	6,89
17	1,72	5,52
21	1,38	4,34
26	1,10	3,45
32,5	0,86	2,76
41	0,69	2,17
64	0,43	1,38

* La tensión circunferencial es 14,0 MPa, para las presiones de trabajo con PVC 1 120

** La tensión circunferencial es 44,1 MPa, para las presiones de rotura con PVC 1 120

Tabla 4 - Resistencia al impacto a 23 °C

Dimensiones en J

Diámetro nominal	1/2	3/4	1	1 ½	2	2 ½	3	4	6	8	10	12
Energía	13,6	20,3	27,1	40,7	40,7	54,2	81,3	122,0	162,7	216,9	216,9	216,9

6.5 Calidad de extrusión

Al ser sometido a la prueba descrita en 4.2.5 de NB 213, la tubería no deberá mostrar daños, desintegración ni escamas.

6.6 Resistencia al impacto

Cuando se determine de acuerdo con los criterios expuestos en 8.8, la resistencia mínima al impacto para la tubería plástica de PVC debe ser la indicada en la tabla 4.

Nota 5

El ensayo de resistencia al impacto está destinado solamente a servir como un ensayo de control de calidad y no como un ensayo simulado de servicio. Se ha encontrado que este ensayo, para diámetros nominales superiores a 12 plg, no es significativo en cuanto al control de calidad se refiere.

7 ACABADO, TERMINACIÓN Y APARIENCIA

La tubería debe ser totalmente homogénea y a simple vista estar libre de fisuras, perforaciones, incrustaciones de material extraño u otros defectos. La tubería debe ser tan uniforme como sea comercialmente posible en cuanto a color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas.

Nota 6

El color y la transparencia u opacidad deben encontrarse especificados en el contrato o en la orden de compra correspondiente.

8 MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 Acondicionamiento

Para los ensayos que así lo requieran, todas las muestras, deberán ser previamente acondicionadas en baño de circulación de agua a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante por lo menos una (1) hora y realizar las pruebas, dentro de los 15 min siguientes dependiendo del tipo de ensayo.

Se recomienda que los ensayos sean realizados en un laboratorio y con personal calificado.

8.2 Condiciones del ensayo

Las pruebas se deben realizar en laboratorio acondicionado a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, a no ser que se especifique puntualmente otra cosa.

8.3 Muestreo

La selección de muestras se hará de acuerdo con el solicitante. En caso de no existir otro acuerdo, cualquier muestra tomada por el laboratorio encargado de la prueba, será considerada adecuada.

8.3.1 Especímenes de muestra

No menos del 50 % de los especímenes de prueba requeridos para las pruebas de presión, tendrán visible la marca de procedencia y el tipo de tubería en su parte central. Se entiende por parte central a la porción de la tubería que dista al menos un diámetro de cada extremo.

8.4 Método de determinación de las dimensiones

8.4.1 Aparatos

- Micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato de medición que permita efectuar lecturas hasta de 0,1 mm.
- Cinta métrica de acero, con graduación en mm y precisión de 0,5 mm.

8.4.2 Preparación de las probetas

Las probetas serán tuberías, en su longitud original, a las cuales se les elimina las rebabas y se comprueba que el corte terminal sea perpendicular al eje longitudinal de la tubería.

8.4.3 Determinación del diámetro exterior

8.4.3.1 Procedimiento

- a) Para la determinación del diámetro exterior, preferentemente debe usarse un “circómetro” ó “cinta pi”, calibrada a 0,01 mm para medir la circunferencia de la tubería, permitiendo leer directamente, el diámetro externo promedio.
- b) Alternativamente y solo para tuberías de hasta un diámetro máximo de 6 plg, usar el método de medición con el calibrador Vernier, con el siguiente procedimiento: A través de cada extremo de la probeta, se efectúan una serie de mediciones (como mínimo 6) del diámetro exterior, procurando que cada medición sea hecha a aproximadamente 30° de la anterior.

8.4.3.2 Cálculo y expresión de los resultados

El diámetro exterior promedio, se calcula sacando el promedio aritmético de la serie de mediciones efectuadas y se expresa en unidades del Sistema Internacional.

8.4.4 Determinación del espesor de pared

8.4.4.1 Procedimiento

En cada extremo de la probeta, se efectúa una serie de medidas del espesor de la tubería con el micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato apropiado de medición, asegurándose de obtener los espesores máximo y mínimo. Se recomienda hacer más de seis (6) mediciones en cada sección transversal.

8.4.4.2 Cálculo y expresión de los resultados

El espesor de pared se calcula sacando el promedio de espesores de pared máximo y mínimo y se expresa en unidades del Sistema Internacional. El espesor no deberá ser en ningún caso, menor al mínimo de la tabla 1.

8.4.5 Determinación de longitud

8.4.5.1 Procedimiento

Se coloca la tubería, lo mas recta posible, sobre una superficie plana, de tal manera que la tubería descansa sin deflexión alguna y con la cinta métrica, se mide su longitud con una aproximación de 1 mm.

8.4.5.2 Cálculo y expresión de los resultados

La longitud es la lectura determinada según se indica en 6.1, expresada en unidades del Sistema Internacional.

8.4.6 Determinación de la redondez

8.4.6.1 Procedimiento

Se determinan los diámetros exteriores, máximo y mínimo, como se indica en 6.1.

8.4.6.2 Cálculo y expresión de los resultados

La tolerancia en la redondez, se calcula con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\min}} \times 100$$

donde:

T Tolerancia en la redondez, en %

D_{max} Diámetro exterior máximo medido en la probeta, en mm

D_{min} Diámetro exterior mínimo medido en la probeta, en mm

8.5 Método de determinación de resistencia a la presión hidrostática interna

8.5.1 Resumen del método

El método consiste en la aplicación de una presión hidrostática dada, por tiempo determinado, en el interior de una tubería sumergida en un medio especificado, a una temperatura controlada.

8.5.2 Aparatos

- Un baño de agua, capaz de mantener en todo su interior y durante toda la duración del ensayo una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tapas terminales y piezas de conexión, para el montaje de la tubería y el acople al dispositivo de presión. Las piezas de conexión y el montaje de las tuberías deben asegurar una perfecta estanqueidad del conjunto. El sistema de acople no debe impedir la libre variación longitudinal y radial de la tubería durante el ensayo.
- Un dispositivo de presión hidráulica, capaz de aplicar progresivamente y sin golpes de ariete, en un lapso de 30 s a 40 s, la presión requerida y de mantenerla luego a $\pm 2\%$ de su valor durante toda la duración del ensayo. La presión debe ser aplicada individualmente a cada probeta. Un dispositivo que permita ejercer una presión hidráulica simultánea en diversas probetas, no podrá satisfacer las condiciones del ensayo, ya que, en caso de reventar una de ellas, la presión también caería en las demás, no estando permitido elevar nuevamente la presión a su valor inicial.
- Manómetro de Bourdon, de escala concéntrica de alcance adecuado para permitir que la presión hidrostática a aplicar, esté comprendida entre el 10 % y el 90 % de la capacidad de la escala.
- Es necesario controlar y calibrar regularmente estos manómetros a intervalos de tiempo prudenciales.

8.5.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de una longitud libre entre acoples comprendida entre 250 mm y 750 mm.

8.5.4 Procedimiento

Se limpian las probetas de toda suciedad, restos de aceite, etc. y se montan en sus extremos las piezas de conexión correspondientes, cuidando de no dañar la sección de la tubería.

Se llenan completamente, con agua coloreada, a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se acopla cada probeta a su sistema de presión, se purgan de aire y se sumergen completamente en el baño a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, dejándolas allí, hasta restablecer la temperatura del baño.

Se aplica, gradualmente la presión a cada una de las probetas, hasta alcanzar la presión de ensayo, la que debe mantenerse a $\pm 2\%$ de su valor, durante una (1) hora y a la temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La presión hidrostática de ensayo, a aplicar, será la establecida en la tabla 3 cuyos valores, en promedio, están calculados con la siguiente formula:

$$P = \frac{2 \sigma e}{D_o - e}$$

donde:

P	Presión hidrostática de ensayo, en Pa
σ	Tensión circunferencial, en Pa
e	Espesor mínimo de la pared de la tubería, en mm
Do	Diámetro exterior promedio de la tubería, en mm

8.5.5 Expresión de los resultados

Las probetas deberán cumplir los requisitos especificados en 6.2.

8.5.6 Ensayo de regresión acelerada

Se lleva a cabo el ensayo de acuerdo con los procedimientos de la ASTM D 1598.

8.6 Presión de rotura

Se determina la presión mínima de rotura por lo menos con cinco (5) especímenes, de acuerdo con lo establecido en la ASTM D 1599, considerando las longitudes establecidas en 8.5.3. El tiempo de ensayo de cada espécimen no debe ser inferior a los 60 s.

Nota 7

Para alcanzar la presión de rotura en especímenes de gran tamaño, pueden ser necesarios periodos de tiempo superiores a 60 s.
Es más difícil pasar el ensayo cuando se emplean periodos mayores de presurización.

8.7 Método de determinación de la resistencia al aplastamiento transversal

8.7.1 Resumen del método

El ensayo consiste en aplastar tuberías de PVC rígido, entre las placas paralelas de una prensa.

8.7.2 Aparatos

Una prensa de placas paralelas, las cuales deberán tener una ranura en forma de V, para evitar el desplazamiento de la tubería. La V debe tener un ángulo de abertura de $166^\circ \pm 2^\circ$.

8.7.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de 50 mm de longitud.

8.7.4 Procedimiento

Aplastar transversalmente cada probeta, entre las placas de la prensa hasta que la distancia entre ellas sea equivalente a un 40 % del diámetro exterior original de la probeta.

Controlar la velocidad de carga de tal modo de completar el ensayo en un tiempo entre 2 min y 5 min, a una temperatura de $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Liberar de carga la probeta una vez alcanzadas las condiciones de ensayo.

8.7.5 Expresión de los resultados

Los resultados concordarán con lo especificado en 6.4.

8.8 Resistencia al impacto

Se determina la resistencia al impacto de acuerdo con 6.4 de NB 213 ó con la ASTM D 2 444; atendiendo los requisitos de energía de impacto establecidos en la tabla 4.

9 REPETICIÓN DE PRUEBAS Y RECHAZO

Si los resultados de cualquiera de las pruebas no alcanzan los requerimientos establecidos en esta norma, las pruebas pueden repetirse previo acuerdo entre fabricante y comprador.

En ningún caso podrá acordarse reducir los requisitos establecidos ni modificar la metodología de las pruebas.

En la repetición de las pruebas se debe alcanzar lo requerido en esta norma. Si la falla se repite, quedará establecido que la cantidad de producto representado por las muestras, no cumple con esta norma.

10 MARCADO

Todas las tuberías serán marcadas indeleblemente a intervalos no mayores de 3 m, con un color que contraste notoriamente con el material de las tuberías.

El marcado deberá ser hecho longitudinalmente y deberá indicar lo siguiente:

- Identificación del fabricante
- El diámetro nominal y la clase de tubería de acuerdo a esta norma
- La leyenda "Industria Boliviana" ó Bolivia

11 CONFORMIDAD CON LA NORMA

Al marcar el producto, el fabricante afirma que el mismo se fabricó, inspeccionó, muestreó y sometió a ensayo de acuerdo con esta norma y que el producto cumple con los requisitos correspondientes.

12 BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN STANDARD FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM

ASTM D 2241-96 Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series)

COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS – COPANT

COPANT 1622:1995 Plásticos – Tuberías de policloruro de vinilo (PVC) clasificados según la presión (Serie RDE)

Anexo A (Informativo)

Los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el Instituto de Tuberías Plásticas (PPI), se usan para tuberías de PVC sometidas a presión. Estos esfuerzos son de 14 MPa (2 000 psi); 11 MPa (1 600 psi); 9 MPa (1 250 psi) y 7 MPa (1 000 psi), para agua a 23°C (73 °F). Estos esfuerzos hidrostáticos se aplican solo a la tubería que cumple los requisitos establecidos en esta norma.

Se consideran seis (6) clases de material de PVC, basados en la norma ASTM D 1784 y el PPI:

- Tipo 1 grado 1 (12 454 - B) esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2 000 psi), designado como PVC 1 120
- Tipo 1 grado 2 (12 454 - C) esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2 000 psi), designado como PVC 1 220
- Tipo 2 grado 1 (14 333 - D) esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2 000 psi), designado como PVC 2 120
- Tipo 2 grado 1 (14 333 - D) esfuerzo hidrostático de diseño de 11,2 MPa (1 600 psi), designado como PVC 2 116
- Tipo 2 grado 1 (14 333 - D) esfuerzo hidrostático de diseño de 8,7 MPa (1 250 psi), designado como PVC 2 112
- Tipo 2 grado 1 (14 333 - D) esfuerzo hidrostático de diseño de 7 MPa (1 000 psi), designado como PVC 2 110

El método normalizado para obtener los fundamentos hidrostáticos para los materiales de tuberías termoplásticas, es el de la norma ASTM D 2 837. Se puede obtener información adicional concerniente al método de prueba y otros criterios empleados en el desarrollo de estos esfuerzos hidrostáticos de diseño, en el Instituto de Tuberías Plásticas (PPI), que es una división de la Sociedad de Industrias de Plástico. Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño pueden no ser adecuados para materiales con mucha distorsión de la recta definida por la graficación logarítmica de esfuerzo versus tiempo de falla. Al respecto, toda la información existente y disponible, muestra una línea recta en la gráfica mencionada, para las condiciones establecidas en esta Norma.

La tubería está clasificada para uso con agua a 23 °C (73 °F) a la presión interna máxima mostrada en la tabla 3. Presiones más bajas que las recomendadas en 3.2.3 pueden ser recomendadas según el criterio del fabricante, en cuyo caso, la relación diámetro-espesor de pared SDR (o RDE) deberá incluirse en el marcado de la tubería.

La experiencia en la industria muestra que la tubería que cumple con esta norma, brinda un servicio eficiente durante largos períodos de tiempo, a las presiones indicadas. Los requisitos de presión sostenida están relacionados con la gráfica logarítmica mencionada de los materiales en forma de tubería.

El esfuerzo hidrostático de diseño recomendado por la PPI está basado en pruebas hechas en tuberías de diámetros comprendidos entre ½ plg a 2 ½ plg (12,5 mm a 63,5 mm).

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Tuberías plásticas de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) esquemas 40 y 80 - Especificaciones y dimensiones

ICS 23.040.20 Tubos plásticos

Noviembre, 2000

Correspondencia:

Esta norma corresponde básicamente con la Norma ASTM D 1785-96a
Standard Specification for Poly (Vinil chloride) (PVC) Plastic Pipe. Schedules
40, 80 and 120



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La elaboración de la Norma Boliviana **NB 1069 - 00 “Tuberías plásticas de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) esquemas 40 y 80 - Especificaciones y dimensiones”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 12.16 “Tuberías y accesorios de plástico”.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Félix Zubieta	PLASMAR S.A. (Coordinador)
Andrés Zegada	A. DEL ILLIMANI (ANESAPA)
Francisco Cuba	M.V.S.B. - D.S.B.
Gregorio Carvajal	I.I.S. – UMSA
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Julio Cardozo	PLAMAT S.A.
Jaime Sánchez Guzmán	DUCTEC S.R.L.
Jaime Villegas	MARIENCO S.R.L.
Delfor Antonio Montero	BELEN S.R.L.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2000-10-20

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2000-10-26

Fecha de aprobación por la Directiva de IBNORCA 2000-11-21

ÍNDICE

Página

1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	247
2	REFERENCIAS	247
2.1	Normas ASTM	247
2.2	Norma federal	248
2.3	Norma militar	248
2.4	Normas NSF	248
3	TERMINOLOGÍA.....	248
3.1	Definiciones	248
3.2	Descripción de términos específicos de esta norma	248
3.2.1	Esfuerzo hidrostático de diseño.....	248
3.2.2	Presión sostenida de trabajo	248
3.2.3	Relación entre dimensiones, esfuerzo de diseño y presión sostenida de trabajo	248
4	CLASIFICACIÓN.....	249
4.1	Aspectos generales	249
4.2	Esfuerzo hidrostático de diseño.....	249
5	MATERIALES Y MANUFACTURA.....	249
5.1	Aspectos generales	249
5.2	Materiales básicos	249
5.3	Compuesto	249
5.4	Material reprocesado	249
6	REQUERIMIENTOS	250
6.1	Dimensiones	250
6.2	Presión sostenida	250
6.2.1	Prueba de regresión acelerada	250
6.3	Presión de rotura	250
6.4	Aplastamiento transversal	250
6.5	Calidad de extrusión	250
7	MANUFACTURA, ACABADO Y APARIENCIA	250
8	MÉTODOS DE ENSAYO.....	251
8.1	Acondicionamiento de muestras.....	251
8.2	Condiciones de prueba y muestreo	251
8.2.1	Muestreo.....	251
8.2.2	Especímenes de muestra	251
8.3	Método de determinación de las dimensiones	251
8.3.1	Aparatos	251
8.3.2	Preparación de las probetas.....	251
8.3.3	Determinación del diámetro exterior.....	251
8.3.3.1	Procedimiento.....	251
8.3.3.2	Cálculo y expresión de los resultados	252
8.3.4	Determinación del espesor de pared.....	252
8.3.4.1	Procedimiento.....	252
8.3.4.2	Cálculo y expresión de los resultados	252

8.3.5	Determinación de longitud	252
8.3.5.1	Procedimiento	252
8.3.5.2	Cálculo y expresión de los resultados	252
8.3.6	Determinación de la redondez	252
8.3.6.1	Procedimiento	252
8.3.6.2	Cálculo y expresión de los resultados	252
8.4	Prueba de presión sostenida	253
8.4.1	Resumen del método	253
8.4.2	Aparatos	253
8.4.3	Preparación de las probetas	253
8.4.4	Procedimiento	253
8.4.5	Expresión de los resultados	254
8.4.6	Prueba de regresión acelerada	254
8.5	Presión de rotura	254
8.6	Aplastamiento transversal	254
8.6.1	Resumen del método	254
8.6.2	Aparatos	254
8.6.3	Preparación de las probetas	254
8.6.4	Procedimiento	254
8.6.5	Expresión de los resultados	254
9	REPETICIÓN DE PRUEBAS Y RECHAZO	255
10	MARCADO DE PRODUCTOS	255
11	ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD	255
12	DENOMINACIONES TÍPICAS	255
13	REQUISITOS COMPLEMENTARIOS	255
13.1	Requerimiento para agua potable	255
14	BIBLIOGRAFÍA	255
Anexo A - (Normativo)		257
Anexo B - (Informativo)		258

Tuberías plásticas de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) esquemas 40 y 80 - especificaciones y dimensiones**1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma se aplica a las tuberías de PVC clasificadas en esquema 40 y 80, para conducción de agua a presión. Especifica criterios de clasificación para materias primas empleadas en la fabricación de tuberías de PVC y para tuberías de PVC fabricadas bajo esta norma. Incluye un sistema de nomenclatura de tuberías de PVC; también se incluyen requerimientos y métodos de prueba para materiales, manufactura, dimensiones, presión sostenida de prueba, presión de colapso o rotura, aplastamiento transversal y calidad de extrusión.

También se incluyen métodos de marcado del producto.

Los valores dimensionales establecidos se expresan en mm, las presiones en MPa y han sido calculados a partir de sus valores originales en unidades inglesas.

Las siguientes notas precautorias, se refieren solo a la parte de los métodos de ensayo, descritos (véase 8).

Esta norma no otorga por sí sola, plena seguridad en el uso de esta tubería. Es responsabilidad del usuario, establecer conductas para la seguridad y protección de la salud y determinar la aplicabilidad de limitaciones previas que regulen su uso.

Notas

- 1 No se incluye el esquema 120 por su inaplicabilidad.
- 2 La tubería de PVC fabricada bajo esta norma, normalmente tiene junta tipo campana para su uso. Para detalles sobre las campanas rectas, para unión con pegamento y para campanas con sello elastomérico, véase NB 213.
- 3 Los requisitos de presión de prueba y de rotura y las clasificaciones de presión dadas en el anexo A, están calculados a partir de los valores de esfuerzo obtenidos de pruebas hechas en tuberías de 4 plg y menores. De todas maneras, las pruebas hechas en tuberías de 24 plg, han mostrado que estos valores son válidos para tuberías de diámetro mayor.

2 REFERENCIAS

NB 213 Tuberías plásticas - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable

2.1 Normas ASTM

D 618	Practice for Conditioning Plastics and Electrical Insulating Materials for Testing
D 1 598	Test Method for Time-to-Failure of Plastic Pipe Under Constant Internal Pressure
D 1 599	Test Method for Short-Time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing and Fittings
D 1 600	Terminology for Abbreviated Terms Relating to Plastics
D 1 784	Specification for Rigid Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds
D 2 122	Test Method for Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings

- D 2 152 Test Method for Degree of Fusion of Extruded Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Molded Fittings by Acetone Immersion
- D 2 672 Specification for Joints for IPS PVC Pipe Using Solvent Cement
- D 2 837 Test Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials
- D 3 139 Specification for Joints for Plastic Pressure Pipes Using Flexible Elastomeric Seals
- D 3 212 Specification for Joints for Drain and Sewer Plastic Pipes Using Flexible Elastomeric Seals
- F 412 Terminology Relating to Plastic Piping Systems
- F 441 Specification for Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Plastic Pipe, Schedules 40 and 80

2.2 Norma federal

Federal Standard - Fed. Std. N° 123 Marking for Shipment (Civil Agencies)

2.3 Norma militar

Military Standard - MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage

2.4 Normas NSF

Standard N° 14 for Plastic Piping Components and Related Materials

Standard N°61 for Drinking Water System Components – Health Effects

3 TERMINOLOGÍA

3.1 Definiciones

Las definiciones empleadas están de acuerdo con la terminología de la norma ASTM D 883 o norma ASTM F 412 y las abreviaciones en concordancia con la norma ASTM D 1 600, salvo indicación específica que señale otra cosa. La abreviación para el Polyvinil-cloruro ó cloruro de polivinilo o policloruro de vinilo, es PVC.

3.2 Descripción de términos específicos de esta norma

3.2.1 Esfuerzo hidrostático de diseño

Esfuerzo de tensión máximo estimado sobre las paredes de la tubería en sentido circunferencial, debido a la presión hidrostática interna del agua, que puede ser constantemente aplicada con un alto grado de seguridad de que no ocurrirá falla alguna en la tubería.

3.2.2 Presión sostenida de trabajo

Presión máxima estimada que puede ejercer el agua de manera continua dentro de la tubería, con un alto grado de seguridad de que no ocurrirá falla alguna.

3.2.3 Relación entre dimensiones, esfuerzo de diseño y presión sostenida de trabajo

La siguiente expresión conocida como ecuación ISO, es usada en esta norma, para relacionar dimensiones, esfuerzo hidrostático de diseño y clasificación de presión.

$$2 \frac{\sigma}{P} = R - 1 \quad \text{ó} \quad 2 \frac{\sigma}{P} = \frac{D_o}{e} - 1$$

donde:

σ	Esfuerzo hidrostático de diseño, en MPa (psi)
P	Presión, en MPa (psi)
D_o	Diámetro externo promedio, en mm (plg)
e	Espesor mínimo de pared, en mm (plg)
R	Relación dimensional estándar para tuberías termoplásticas (D_o/e), también conocida como RDE ó SDR (por sus siglas en ingles).

4 CLASIFICACIÓN

4.1 Aspectos generales

Esta norma se aplica a las tuberías de PVC fabricadas y marcadas con uno (1) de los seis (6) denominativos que involucran tipo / grado / esfuerzo de diseño (véase anexo B), con espesores de pared clasificados como esquema 40 y esquema 80.

4.2 Esfuerzo hidrostático de diseño

Esta norma contempla las tuberías de PVC fabricadas de material plástico de PVC definidas por cuatro (4) esfuerzos hidrostáticos de diseño, desarrollados sobre la base de pruebas de larga duración (véase anexo B).

5 MATERIALES Y MANUFACTURA

5.1 Aspectos generales

El PVC usado para fabricar tuberías dentro de los requerimientos exigidos en esta norma, está categorizado sobre la base de dos (2) criterios: pruebas de esfuerzo a corto plazo ó pruebas de esfuerzo a largo plazo.

Nota 4

La tubería de PVC destinada al transporte de agua potable, deberá ser evaluada y certificada como segura para esta aplicación, por un organismo debidamente autorizado. La evaluación debe hacerse siguiendo los requerimientos de análisis químicos establecidos en 4.2.10 de NB 213.

5.2 Materiales básicos

Esta norma se aplica a las tuberías fabricadas a partir de materias primas de PVC que cumplen las propiedades físico químicas descritas en la norma ASTM D 1 784.

5.3 Compuesto

El compuesto de PVC usado para fabricar esta tubería, debe cumplir o superar las clasificaciones descritas en la norma ASTM D 1 784: 12 454 - B, 12 454 - C o 14 333 - D.

5.4 Material reprocesado

Material limpio, reprocesado, del mismo tipo y grado, procedente del mismo proceso, puede ser utilizado por el mismo fabricante, siempre y cuando, la tubería obtenida cumpla con todos los requisitos de esta norma.

6 REQUERIMIENTOS

6.1 Dimensiones

Las dimensiones serán las indicadas en la tabla A.1 ó tabla A.2, de acuerdo a 4.2.1 de NB 213. Las medidas en ovalidad serán aplicadas solo antes del embarque de las tuberías. La excentricidad circunferencial interna y externa de la tubería, no excederá el 12 % al ser medida de acuerdo al método establecido en 4.2.1 de NB 213.

6.2 Presión sostenida

La tubería no fallará, se inflará, explotará o dañará según lo definido en el método de prueba de la norma ASTM D 1 598, al ser sometida a las presiones de la tabla A.1 ó tabla A.2, cuando se la someta a la prueba descrita en 8.4.

6.2.1 Prueba de regresión acelerada

De acuerdo al fabricante, la prueba de regresión acelerada puede ser utilizada en reemplazo de las pruebas de presión sostenida y de rotura de acuerdo con 4.2.9 de NB 213.

Esta prueba debe realizarse según lo determinado en 8.4.6. La tubería demostrará una proyección básica de diseño hidrostático a las 100 000 horas, que cumpla con la categoría básica de diseño hidrostático (véase tabla A.1 y ASTM D 2 837), para el material de PVC usado en la fabricación de la tubería.

Por ejemplo, una tubería de PVC 1 120 que tiene una resistencia de 26,4 MPa (3 830 psi) proyectada a 100 000 horas, resistirá 85 % por debajo de su límite de confianza (LCL).

6.3 Presión de rotura

La presión mínima de rotura para tuberías de PVC, cuando se prueba de acuerdo al método de prueba de la norma ASTM D 1 599, está indicada en la tabla A.1 y tabla A.2.

Nota 5

Puede ser necesario emplear tiempos superiores a los 60 s para llevar a especímenes de diámetros mayores hasta su presión de rotura. La prueba es más difícil de vencer cuando se usan tiempos de presurización mayores.

6.4 Aplastamiento transversal

Al someter la tubería a la prueba descrita en 8.6, ésta no debe mostrar daño, fisuras, grietas o roturas.

6.5 Calidad de extrusión

Al ser sometida a la prueba descrita en 4.2.5 de NB 213, la tubería no deberá mostrar daños, desintegración ni escamas.

7 MANUFACTURA, ACABADO Y APARIENCIA

La tubería debe tener una superficie homogénea externa e interna, libre de rajaduras, grietas visibles, incrustaciones de ningún tipo y debe estar libre de defectos.

Nota 6

El color, la transparencia y la opacidad pueden ser establecidos de acuerdo al requerimiento del comprador.

8 MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 Acondicionamiento de muestras

Para los ensayos que así lo requieran, todas las muestras deberán ser previamente acondicionadas en baño de circulación de agua a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante por lo menos una hora y realizar las pruebas, dentro de los 15 min siguientes dependiendo del tipo de ensayo.

8.2 Condiciones de prueba y muestreo

Las pruebas se deben realizar en laboratorio acondicionado a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, a no ser que se especifique puntualmente otra cosa.

8.2.1 Muestreo

La selección de muestras se hará de acuerdo con el solicitante. En caso de no existir otro acuerdo, cualquier muestra tomada por el laboratorio encargado de la prueba, será considerada adecuada.

8.2.2 Especímenes de muestra

No menos del 50 % de los especímenes de prueba requeridos para las pruebas de presión, tendrán visible la marca de procedencia y el tipo de tubería en su parte central. Se entiende por parte central a la porción de la tubería que dista al menos un diámetro de cada extremo.

8.3 Método de determinación de las dimensiones

8.3.1 Aparatos

- Micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato de medición que permita efectuar lecturas hasta de 0,01 mm.
- Cinta métrica de acero, con graduación en mm y precisión de 0,5 mm.

8.3.2 Preparación de las probetas

Las probetas serán tuberías, en su longitud original, a las cuales se les elimina las rebabas y se comprueba que el corte terminal sea perpendicular al eje longitudinal de la tubería.

8.3.3 Determinación del diámetro exterior

8.3.3.1 Procedimiento

- a) Para la determinación del diámetro exterior, preferentemente debe usarse un “circómetro” ó “cinta pi”, calibrada a 0,01 mm para medir la circunferencia de la tubería, permitiendo leer directamente, el diámetro externo promedio.
- b) Alternativamente y solo para tuberías de hasta un diámetro máximo de 6 plg, usar el método de medición con el calibrador Vernier, con el siguiente procedimiento:

A través de cada extremo de la probeta, se efectúan una serie de mediciones (como mínimo 6) del diámetro exterior, procurando que cada medición sea hecha a aproximadamente 30° de la anterior.

8.3.3.2 Cálculo y expresión de los resultados

El diámetro exterior promedio, se calcula sacando el promedio aritmético de la serie de mediciones efectuadas y se expresa en unidades del Sistema Internacional.

8.3.4 Determinación del espesor de pared

8.3.4.1 Procedimiento

En cada extremo de la probeta, se efectúa una serie de medidas del espesor de la tubería con el micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato de medición, asegurándose de obtener los espesores máximo y mínimo. Se recomienda hacer más de seis (6) mediciones en cada sección transversal.

8.3.4.2 Cálculo y expresión de los resultados

El espesor de pared se calcula sacando el promedio de espesores de pared máximo y mínimo y se expresa en unidades del Sistema Internacional. El espesor no deberá ser en ningún caso, menor al mínimo de la tabla A.1 ó tabla A.2.

8.3.5 Determinación de longitud

8.3.5.1 Procedimiento

Se coloca la tubería, lo más recta posible, sobre una superficie plana, de tal manera que la tubería descanse sin deflexión alguna y con la cinta métrica, se mide su longitud con una aproximación de 1 mm.

8.3.5.2 Cálculo y expresión de los resultados

La longitud es la lectura determinada según se indica en 8.3.5.1, expresada en unidades del Sistema Internacional.

8.3.6 Determinación de la redondez

8.3.6.1 Procedimiento

Se determinan los diámetros exteriores, máximo y mínimo, como se indica en 8.3.3.1.

8.3.6.2 Cálculo y expresión de los resultados

La tolerancia en la redondez, se calcula con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\min}} \times 100$$

donde:

T Tolerancia en la redondez, en %

D_{max} Diámetro exterior máximo medido en la probeta, en mm

D_{min} Diámetro exterior mínimo medido en la probeta, en mm

8.4 Prueba de presión sostenida

8.4.1 Resumen del método

El método consiste en la aplicación de una presión hidrostática dada, por tiempo determinado, en el interior de una tubería sumergida en un medio especificado, a una temperatura controlada.

8.4.2 Aparatos

- Un baño de agua, capaz de mantener en todo su interior y durante toda la duración del ensayo una temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- Tapas terminales y piezas de conexión, para el montaje de la tubería y el acople al dispositivo de presión. Las piezas de conexión y el montaje de las tuberías deben asegurar una perfecta estanqueidad del conjunto. El sistema de acople no debe impedir la libre variación longitudinal y radial de la tubería durante el ensayo.
- Dispositivo de presión hidráulica, capaz de aplicar progresivamente y sin golpes de ariete, en un lapso de 30 s a 40 s, la presión requerida y mantenerla luego a $\pm 2\%$ de su valor durante toda la duración del ensayo. La presión debe ser aplicada individualmente a cada probeta. Un dispositivo que permita ejercer una presión hidráulica simultánea en diversas probetas, no podrá satisfacer las condiciones del ensayo, ya que, en caso de reventar una de ellas, la presión también caería en las demás, no estando permitido elevar nuevamente la presión a su valor inicial.
- Manómetro Bourdon, de escala concéntrica de alcance adecuado para permitir que la presión hidrostática a aplicar, esté comprendida entre el 10 % y el 90 % de la capacidad de la escala.

Es necesario controlar y calibrar regularmente estos manómetros a intervalos de tiempo prudenciales.

8.4.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de una longitud libre entre acoples comprendida entre 250 mm y 750 mm.

8.4.4 Procedimiento

Se limpian las probetas de toda suciedad, restos de aceite, etc. y se montan en sus extremos las piezas de conexión correspondientes, cuidando de no dañar la sección de la tubería.

Se llenan completamente, con agua coloreada, a una temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Se acopla cada probeta a su sistema de presión, se purgan de aire y se sumergen completamente en el baño a $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, dejándolas allí, hasta restablecer la temperatura del baño.

Se aplica, gradualmente la presión a cada una de las probetas, hasta alcanzar la presión de ensayo, la que debe mantenerse a $\pm 2\%$ de su valor, durante una hora y a la temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

La presión hidrostática de ensayo, a aplicar, será la establecida en la tabla A.1 ó tabla A.2, cuyos valores, en promedio, están calculados con la siguiente formula:

$$P = \frac{2 \sigma e}{D - e}$$

donde:

P	Presión hidrostática de ensayo, en Pa
σ	Tensión circunferencial, en Pa
e	Espesor mínimo de la pared de la tubería, en mm
D	Diámetro exterior mínimo de la tubería, en mm

8.4.5 Expresión de los resultados

Las probetas deberán cumplir los requisitos especificados en 6.2.

8.4.6 Prueba de regresión acelerada

Se procede de acuerdo al método de la norma ASTM D 1 598.

8.5 Presión de rotura

Determinar la presión mínima de rotura con al menos cinco (5) especímenes, siguiendo el método de prueba de la norma ASTM D 1 599. La duración de la prueba para cada espécimen será entre 60 s y 70 s.

8.6 Aplastamiento transversal

8.6.1 Resumen del método

El ensayo consiste en aplastar tuberías de PVC rígido, entre las placas paralelas de una prensa.

8.6.2 Aparatos

Prensa de placas paralelas, las cuales deberán tener una ranura en forma de V, para evitar el desplazamiento de la tubería. La V deberá tener un ángulo de abertura de $166^\circ \pm 2^\circ$.

8.6.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de 50 mm de longitud.

8.6.4 Procedimiento

Aplastar transversalmente cada probeta, entre las placas de la prensa hasta que la distancia entre ellas sea equivalente a un 40 % del diámetro exterior original de la probeta.

Controlar la velocidad de carga de tal modo de completar el ensayo en un tiempo entre 2 min y 5 min, a una temperatura de $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$.

Liberar de carga la probeta una vez alcanzadas las condiciones de ensayo.

8.6.5 Expresión de los resultados

Los resultados concordarán con lo especificado en 6.3.

9 REPETICIÓN DE PRUEBAS Y RECHAZO

Si los resultados de cualquiera de las pruebas no alcanzan los requerimientos establecidos en esta norma, las pruebas pueden repetirse previo acuerdo entre fabricante y comprador.

En ningún caso podrá acordarse reducir los requisitos establecidos ni modificar la metodología de las pruebas. En la repetición de las pruebas se debe alcanzar lo requerido en esta norma. Si la falla se repite, quedará establecido que la cantidad de producto representado por las muestras, no cumple con esta norma.

10 MARCADO DE PRODUCTOS

Todas las tuberías serán marcadas indeleblemente a intervalos no mayores de 3 m, con un color que contraste notoriamente con el material de las tuberías.

El marcado deberá ser hecho longitudinalmente y deberá indicar lo siguiente:

- Identificación del fabricante
- Diámetro nominal y clase de tubería de acuerdo a esta norma
- Leyenda "Industria Boliviana" ó Bolivia

11 ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Cuando el producto es marcado con la designación NB 1 069, el fabricante afirma que ha sido fabricado, inspeccionado, muestreado y probado, en estricto cumplimiento con esta norma y que cumple los requisitos establecidos en la misma.

12 DENOMINACIONES TÍPICAS

Se utilizarán las siguientes denominaciones típicas: "Tubería de presión"; "Tubería de PVC"; "Esquema 40"; "Esquema 80"; "E-40" ó "E-80".

13 REQUISITOS COMPLEMENTARIOS

Los requisitos complementarios, se aplican cada vez que los usuarios o alguna autoridad reguladora requieren este tipo de productos para transporte o almacenaje temporal de agua potable.

13.1 Requerimiento para agua potable

Las tuberías destinadas para entrar en contacto con agua potable, deben ser evaluadas, probadas y certificadas para cumplir los requisitos establecidos las normas ANSI/NSF N° 61 o los aspectos referidos a los efectos en la salud indicados en la norma NSF N° 14. Este cumplimiento debe ser certificado por una entidad que tenga autoridad y jurisdicción para ello.

14 BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN STANDARD FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM

ASTM D 1785-96a Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, and 120

Anexo A – (Normativo)**Tabla A.1 - Esquema 40**

Diámetro nominal	Diámetro exterior		Espesor		Presión de:	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Trabajo	Rotura
	mm	mm	mm	mm	MPa	MPa
½	21,2	21,5	2,8	3,3	4,14	13,17
¾	26,6	26,9	2,9	3,4	3,31	10,62
1	33,4	33,7	3,4	3,9	3,10	9,93
1 ½	48,1	48,4	3,7	4,2	2,28	7,31
2	60,2	60,5	3,9	4,4	1,93	6,14
2 ½	72,8	73,2	5,2	5,8	2,07	6,69
3	88,7	89,1	5,5	6,1	1,79	5,79
4	114,1	114,5	6,0	6,7	1,52	4,90
6	168,0	168,5	7,1	8,0	1,24	3,86
8	218,8	219,4	8,2	9,2	1,10	3,45
10	272,6	273,4	9,3	10,4	0,97	3,10
12	323,4	324,2	10,3	11,5	0,90	2,90

La tensión circunferencial es 14,0 MPa, para las presiones de trabajo con PVC 1 120

La tensión circunferencial es 44,1 MPa, para las presiones de rotura con PVC 1 120

Tabla A.2 - Esquema 80

Diámetro nominal	Diámetro exterior		Espesor		Presión de:	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Trabajo	Rotura
	mm	mm	mm	mm	MPa	MPa
½	21,2	21,5	3,7	4,2	5,86	18,76
¾	26,6	26,9	3,9	4,4	4,76	15,17
1	33,4	33,7	4,6	5,1	4,34	13,93
1 ½	48,1	48,4	5,1	5,7	3,24	10,41
2	60,2	60,5	5,6	6,2	2,76	8,89
2 ½	72,8	73,2	7,0	7,8	2,90	9,38
3	88,7	89,1	7,6	8,5	2,55	8,27
4	114,1	114,5	8,6	9,6	2,21	7,17
6	168,0	168,5	11,0	12,3	1,93	6,14
8	218,8	219,4	12,7	14,2	1,72	5,45
10	272,6	273,4	15,1	16,9	1,59	5,17
12	323,4	324,2	17,5	19,5	1,59	5,03

La tensión circunferencial es 14,0 MPa, para las presiones de trabajo con PVC 1 120

La tensión circunferencial es 44,1 MPa, para las presiones de rotura con PVC 1 120

Anexo B – (Informativo)

Los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el Instituto de Tuberías Plásticas (PPI), se usan para tuberías de PVC sometidas a presión.

Estos esfuerzos para agua a 23 °C (73 °F), son de :

14 Mpa	2 000 psi
11 Mpa	1 600 psi
9 Mpa	1 250 psi
7 Mpa	1 000 psi

Estos esfuerzos hidrostáticos se aplican solo a la tubería que cumple los requisitos establecidos en esta norma.

Se consideran seis (6) clases de material de PVC, basados en la norma ASTM D 1784 y el PPI:

- Tipo 1 grado 1 (12 454 - B) esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2 000 psi), designado como PVC 1 120
- Tipo 1 grado 2 (12 454 - C) esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2 000 psi), designado como PVC 1 220
- Tipo 2 grado 1 (14 333 - D) esfuerzo hidrostático de diseño de 14 MPa (2 000 psi), designado como PVC 2 120
- Tipo 2 grado 1 (14 333 - D) esfuerzo hidrostático de diseño de 11,2 MPa (1 600 psi), designado como PVC 2 116
- Tipo 2 grado 1 (14 333 - D) esfuerzo hidrostático de diseño de 8,7 MPa (1 250 psi), designado como PVC 2 112
- Tipo 2 grado 1 (14 333 - D) esfuerzo hidrostático de diseño de 7 MPa (1 000 psi), designado como PVC 2 110

El método normalizado para obtener los fundamentos hidrostáticos para los materiales de tuberías termoplásticas, es la norma ASTM D 2 837. Se puede obtener información adicional concerniente al método de prueba y otros criterios empleados en el desarrollo de estos esfuerzos hidrostáticos de diseño, en el Instituto de Tuberías Plásticas PPI, que es una división de la Sociedad de Industrias de Plástico. Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño pueden no ser adecuados para materiales con mucha distorsión de la recta definida por la graficación logarítmica de esfuerzo versus tiempo de falla. Al respecto, toda la información existente y disponible muestra una línea recta en la gráfica mencionada, para las condiciones establecidas en esta norma.

La tubería está clasificada para uso con agua a 23 °C (73 °F) a la presión interna máxima mostrada en la tabla A.1. Presiones más bajas que las recomendadas (véase 3.2.3) pueden ser recomendadas según el criterio del fabricante, en cuyo caso, la relación diámetro-espesor de pared SDR (o RDE) deberá incluirse en el marcado de la tubería.

La experiencia en la industria muestra que la tubería que cumple con esta norma, brinda un servicio eficiente durante largos períodos de tiempo, a las presiones indicadas. Los requisitos de presión sostenida están relacionados con la gráfica logarítmica mencionada de los materiales en forma de tubería.

El esfuerzo hidrostático de diseño recomendado por la PPI está basado en pruebas hechas en tuberías de diámetros comprendidos entre ½ plg a 2 ½ plg (12,5 mm a 63,5 mm).

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienzudo y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

**MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS**

Especificaciones para tuberías y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado - Tipo PSM

ICS 23.040.20 Tubos plásticos

Noviembre, 2000

Correspondencia:

Esta norma corresponde básicamente con la Norma ASTM D 3034-96
Specification for Type PSM Poly (Vinil Chloride) (PVC) Sewer Pipe and Fittings

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad



**Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos**



Prefacio

La elaboración de la Norma Boliviana **NB 1070 - 00 “Especificaciones para tuberías y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado - Tipo PSM”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización CTN 12.16 “Tuberías y accesorios de plástico”.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	ENTIDAD
Félix Zubieta	PLASMAR S.A. (Coordinador)
Andrés Zegada	A. DEL ILLIMANI (ANESAPA)
Francisco Cuba	M.V.S.B. - D.S.B.
Gregorio Carvajal	I.I.S. – UMSA
Justy Quisbert	PLASBOL BOLIVIAN PLASTIC
Julio Cardozo	PLAMAT S.A.
Jaime Sánchez Guzmán	DUCTEC S.R.L.
Jaime Villegas	MARIENCO S.R.L.
Delfor Antonio Montero	BELEN S.R.L.
Gonzalo Dalence Ergueta	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2000-10-20

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2000-10-26

Fecha de aprobación por la Directiva de IBNORCA 2000-11-21

ÍNDICE

Página

1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	265
2	REFERENCIAS	265
2.1	Normas ASTM	265
2.2	Norma federal	266
2.3	Norma militar.....	266
3	TERMINOLOGÍA.....	266
3.1	Definiciones	266
4	SIGNIFICADO Y USO	266
5	MATERIALES.....	266
5.1	Materiales básicos	266
5.2	Material reprocesado	266
6	SISTEMAS DE UNIONES.....	267
6.1	Uniones soldables	267
6.2	Uniones flexibles.....	267
7	REQUISITOS.....	267
7.1	Manufactura	267
7.2	Dimensiones de la tubería	267
7.2.1	Diámetro	267
7.2.2	Espesor de pared	267
7.2.3	Diámetro exterior y espesor de la pared.....	268
7.3	Dimensiones de la campana para uniones soldables.....	268
7.3.1	Diámetro de la campana	268
7.3.2	Profundidad de la campana.....	268
7.4	Dimensiones del accesorio.....	269
7.4.1	Espesor de pared de los accesorios moldeados	269
7.5	Aplastamiento de la tubería	269
7.6	Resistencia al impacto.....	269
7.7	Rigidez de la tubería.....	269
7.8	Unión flexible	270
7.9	Estanqueidad de las uniones.....	270
7.10	Calidad de extrusión	270
7.11	Accesorios prefabricados	270
7.11.1	Accesorios revestidos.....	270
7.11.2	Requisitos generales	270
7.11.3	Requisitos de ensayo	271
8	MÉTODOS DE ENSAYO.....	272
8.1	Acondicionamiento	272
8.2	Condiciones de ensayo	272
8.3	Muestreo.....	272
8.3.1	Especímenes de muestra	272
8.4	Método de determinación de las dimensiones	272
8.4.1	Aparatos	272
8.4.2	Preparación de las probetas.....	273

8.4.3	Determinación del diámetro exterior	273
8.4.3.1	Procedimiento	273
8.4.3.2	Cálculo y expresión de los resultados	273
8.4.4	Determinación del espesor de pared	273
8.4.4.1	Procedimiento	273
8.4.4.2	Cálculo y expresión de los resultados	273
8.4.5	Determinación de longitud	273
8.4.5.1	Procedimiento	273
8.4.5.2	Cálculo y expresión de los resultados	273
8.4.6	Determinación de la redondez	274
8.4.6.1	Procedimiento	274
8.4.6.2	Cálculo y expresión de los resultados	274
8.5	Método de determinación de la resistencia al aplastamiento transversal	274
8.5.1	Resumen del método	274
8.5.2	Aparatos	274
8.5.3	Preparación de las probetas	274
8.5.4	Procedimiento	274
8.5.5	Expresión de los resultados	274
8.6	Resistencia al impacto	274
8.6.1	Especímenes de ensayo	275
8.6.2	Requisitos de ensayo (diámetros nominales de 1/4 plg a 12 plg)	275
8.7	Rigidez de la tubería	275
8.8	Estanqueidad de las uniones	275
8.9	Método de determinación de la calidad de la extrusión	275
8.9.1	Resumen del método	275
8.9.2	Aparatos	275
8.9.3	Reactivos	275
8.9.4	Preparación de las probetas	275
8.9.5	Procedimiento	
8.9.6	Expresión de los resultados	
9	INSPECCIÓN	276
10	REPETICION DE PRUEBAS	276
11	CERTIFICACIÓN.....	276
12	MARCADO	276
13	CONFORMIDAD CON LA NORMA.....	276
14	BIBLIOGRAFÍA.....	277
Anexo A - (Informativo)		279
A.1	DIÁMETRO INTERNO BASE PARA CALCULAR LOS LÍMITES DE APLASTAMIENTO	279
A.2	LÍMITES RECOMENDADOS PARA DEFLEXIÓN DE TUBERÍAS INSTALADAS.....	280
A.3	CONFIGURACIONES	280

Especificaciones para tuberías y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado - Tipo PSM**1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACION**

Esta norma establece los requisitos y métodos de ensayo para materiales, dimensiones, acabado, resistencia al aplastamiento, resistencia al impacto, rigidez de la tubería, calidad de extrusión, sistemas de juntas y forma de rotulado para tuberías y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado, tipo PSM.

Las tuberías y accesorios fabricados bajo esta norma se deben instalar de acuerdo con lo estipulado en la norma ASTM D 2 321.

Los valores expresados en unidades del Sistema Internacional se consideran normativos. Los valores que se dan entre paréntesis tienen carácter informativo.

La siguiente advertencia es pertinente para los métodos de ensayo de esta norma (véase 8). Esta norma no cubre todos los problemas de seguridad, asociados con su uso, en caso de que existan. Es responsabilidad del usuario de esta norma, establecer prácticas apropiadas de salud y seguridad y determinar la aplicabilidad de las limitaciones regulatorias antes de su uso.

2 REFERENCIAS

NB 213 Tuberías y accesorios de plástico - Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable

2.1 Normas ASTM

- D 618 Practice for Conditioning Plastics and Electrical Insulating Materials for Testing
- D 1 600 Terminology for Abbreviated Terms Relating to Plastics
- D 1 784 Specification for Rigid Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Compounds and Chlorinated Poly(Vinyl Chloride) (CPVC) Compounds
- D 1 785 Standard Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe, Schedules 40, 80, and 120
- D 2 122 Test Method for Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings
- D 2 152 Test Method for Degree of Fusion of Extruded Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Molded Fittings by Acetone Immersion
- D 2 241 Specification for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Pressure-Rated Pipe (SDR Series)
- D 2 321 Practice for Underground Installation of Thermoplastic Pipe for Sewers and Other Gravity Flow Applications.
- D 2 412 Test Method for Determination of External Loading Characteristics of Plastic Pipe by Parallel-Plate Loading.
- D 2 444 Test Method for Impact Resistance of Thermoplastic Pipe and Fittings by Means of a Tup (Falling Weight)
- D 2 564 Specification for Solvent Cements for Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Piping Systems
- D 2 749 Symbols for Dimensions of Plastic Pipe Fittings

- D 2 855 Practice for Making Solvent-Cemented Joints with Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Pipe and Fittings
- D 3 212 Specification for Joints for Drain and Sewer Plastic Pipes Using Flexible Elastomeric Seals
- F 412 Terminology Relating to Plastic Piping Systems

2.2 Norma federal

Federal Standard - Fed. Std.N° 123 Marking for Shipment (Civil Agencies)

2.3 Norma militar

Military Standard - MIL-STD-129 Marking for Shipment and Storage

3 TERMINOLOGÍA

3.1 Definiciones

Las definiciones están de acuerdo con la norma ASTM F 412 y las abreviaturas, con la norma ASTM D 1 600, a menos que se especifique otra cosa. La abreviatura de plásticos de Policloruro de vinilo es PVC

El término PSM no es una abreviatura sino una designación arbitraria para un producto que tiene determinadas dimensiones.

4 SIGNIFICADO Y USO

El propósito de los requisitos de esta norma es lograr el suministro de tuberías y accesorios adecuados para conducción de sistemas sin presión de aguas de alcantarillado sanitario y pluvial.

NOTA

Las tuberías para disposición de desechos industriales se deben instalar sólo con la aprobación específica de las autoridades que conocen la materia, ya que podrían aparecer productos químicos que por lo general no se encuentran en desagües y alcantarillas, así como temperaturas que sobrepasan los 60 °C.

5 MATERIALES

5.1 Materiales básicos

Las tuberías de PVC para alcantarillado se deben fabricar con compuestos de policloruro de vinilo 12 454 - B, 12 454 - C, 12 364 - C, o 13 364 - B (dentro de un módulo de tensión mínimo de 3 450 MPa), como se define en la norma ASTM D 1 784. Se pueden admitir los compuestos que tengan diferente clasificación de celda, debido a que una o más propiedades son superiores a las de los compuestos especificados.

5.2 Material reprocesado

El fabricante puede utilizar material reprocesado, limpio, proveniente de la elaboración de tuberías o accesorios de la misma fábrica, siempre que el material cumpla los requisitos establecidos (véase 5.1) y que las tuberías y accesorios producidos cumplan los requisitos indicados en esta norma.

6 SISTEMAS DE UNIONES

6.1 Uniones soldables

En la unión soldable, la espiga de la tubería encaja en la campana y las superficies se fusionan por la acción de un pegamento especial para PVC. La campana puede ser parte del accesorio moldeado o un extremo acampanado de la sección de la tubería. Las campanas formadas deben ser concéntricas con el eje de la tubería.

El ensamble de las juntas debe efectuarse según la norma ASTM D 2 855.

6.2 Uniones flexibles

Deben permitir un sello hermético.

La unión flexible es del tipo espiga campana con un anillo de goma, la espiga deberá estar biselada según lo dispuesto en esta norma, la unión será realizada a la temperatura ambiente, según las recomendaciones del fabricante.

7 REQUISITOS

7.1 Manufactura

Las tuberías y accesorios deben ser homogéneos en toda la pared y libres de grietas visibles, agujeros, inclusiones extrañas y otros defectos nocivos. La tubería debe ser uniforme en color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas, que se requieran comercialmente.

7.2 Dimensiones de la tubería

7.2.1 Diámetro

El diámetro promedio externo de la tubería debe satisfacer los requisitos indicados en la tabla 1, cuando su medición se realiza según lo especificado (véase 8.4.3).

Tabla 1 - Diámetro exterior

Dimensiones en mm

Diámetro nominal	Mínimo	Máximo
4	106,8	107,3
6	159,1	159,7
8	213,1	213,7
9	239,4	240,1
10	266,3	267,1
12	317,0	318,0
15	388,0	389,2

7.2.2 Espesor de pared

El espesor de la pared debe ser el indicado en la tabla 2, cuando se mide según 8.4.4. En caso de tuberías y accesorios acampanados provenientes de secciones de tuberías, el espesor de la campana se considera satisfactorio si ésta fue formada de tuberías que satisfacen los requisitos indicados.

Tabla 2 – Espesor de pared

Dimensiones en mm

Diámetro nominal	SDR - 41		SDR - 35		SDR - 26		SDR - 23,5	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
4	-	-	3,0	3,4	4,1	4,5	4,5	5,0
6	3,9	4,3	4,6	5,0	6,1	6,7	6,7	7,2
8	5,2	5,7	6,1	6,7	8,2	9,0	-	-
9	5,8	6,4	-	-	-	-	-	-
10	6,5	7,2	7,6	8,4	10,3	11,3	-	-
12	7,7	8,5	9,1	10,1	12,2	13,4	-	-
15	9,5	10,5	11,1	12,2	14,9	16,4	-	-

7.2.3 Diámetro exterior y espesor de la pared

Los diámetros exteriores y espesores de pared de las tuberías para cada valor de la presión nominal están especificados en la tabla 1.

7.3 Dimensiones de la campana para uniones soldables**7.3.1 Diámetro de la campana**

El diámetro interno de la campana debe ser como indica la tabla 3.

7.3.2 Profundidad de la campana

No debe ser inferior a lo indicado en la tabla 3, según la figura 1.

Tabla 3 - Dimensiones de la campana

Dimensiones en mm

Diámetro nominal	A Diámetro de entrada	B Diámetro del fondo	L Longitud de la campana
4	107,6	106,9	44,5
6	160,1	159,3	76,2
8	214,0	213,1	101,6
9	240,9	239,4	114,3
10	267,5	266,3	127,0
12	318,4	317,0	152,4
15	389,8	388,0	190,5

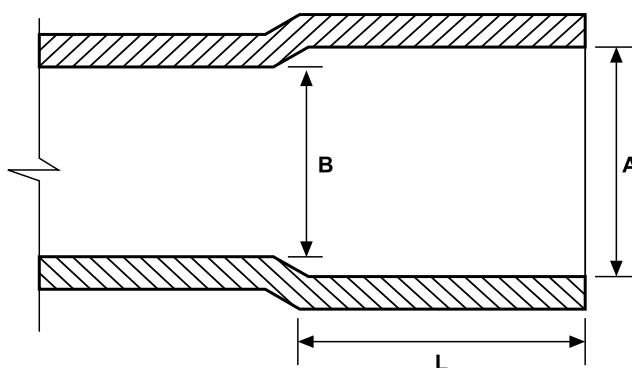


Figura 1 – Esquema de la campana

7.4 Dimensiones del accesorio

7.4.1 Espesor de pared de los accesorios moldeados

El espesor de la pared de la vía por donde circula el agua y de la boquilla o campana de los accesorios moldeados, no debe ser menor de los respectivos espesores mínimos determinados para tuberías equivalentes en la tabla 1. Para accesorios reductores o para los que tienen bocas de entrada más pequeñas, el espesor mínimo de cada entrada no debe ser menor del mínimo indicado para dicho tipo de tubería. El espesor se debe determinar de acuerdo con lo determinado (véase 8.4).

7.5 Aplastamiento de la tubería

No debe haber evidencia de hendiduras, agrietamientos o fracturas cuando se ensaya la tubería según 8.5.

7.6 Resistencia al impacto

No debe ser inferior a los valores indicados en la tabla 4, cuando se ensaya según 8.6.

Nota

Este ensayo está previsto sólo para utilizarlo como ensayo de control de calidad y no como ensayo simulado de servicio.

Tabla 4 - Resistencia al impacto

Dimensiones en J

Diámetro nominal	Energía
4	203
6	284
8	284
9	299
10	299
12	299
15	299

7.7 Rigidez de la tubería

Los valores de rigidez de la tubería deben cumplir lo indicado en la tabla 5, cuando se ensaya según 8.7.

Tabla 5 - Rigidez mínima de la tubería al 5 % de deflexión

Dimensiones en kPa

Diámetro nominal	SDR-41	SDR-35	SDR-26	SDR-27
4	-	320	790	1 055
6	190	320	790	1 055
8	190	320	790	1 055
9	190	-	-	-
10	190	320	790	1 055
12	190	320	790	1 055
15	190	320	790	1 055

7.8 Unión flexible

Las anillas de goma a emplearse en la unión flexible, deberán cumplir con lo establecido en ASTM D 3 212.

7.9 Estanqueidad de las uniones

Las uniones fabricadas con tuberías y accesorios o con tuberías de extremos acampanados, no deben mostrar señales de fuga cuando se ensayan de acuerdo a 8.8.

7.10 Calidad de extrusión

Las tuberías no deben descascararse ni desintegrarse cuando se ensaya según 8.9.

7.11 Accesorios prefabricados

Cualquier accesorio elaborado a partir de tubería o por combinación de tuberías y partes moldeadas se debe considerar como accesorio prefabricado y se le aplican las siguientes disposiciones:

7.11.1 Accesorios revestidos

Los accesorios prefabricados, que tengan un revestimiento de resina termoendurecida reforzada de fibra de vidrio u otros materiales similares, deben cumplir los requisitos establecidos (véanse 7.11.2 y 7.11.3).

Nota

Para configuraciones geométricas de algunos de los accesorios, consúltase el anexo A; para tramos de instalación, consúltase al fabricante.

7.11.2 Requisitos generales

Las tuberías empleadas para los accesorios prefabricados, deben cumplir los requisitos de calidad y dimensiones que se enumeran en la norma para esas tuberías.

Las tuberías empleadas en los accesorios prefabricados, deben tener un espesor de pared igual o mayor al de las tuberías a las que se unirá el accesorio. Ninguna parte de la derivación debe sobresalir dentro de la vía de paso del agua del accesorio, más de 1,8 mm (0,070 plg).

Todos los bordes y juntas expuestas al alcantarillado deben ser redondeadas y libres de partes ásperas o rugosas que puedan retener sólidos.

Ningún accesorio debe tener un diámetro interno menor del diámetro interno base, indicado en la tabla A.1, para su tamaño y RD.

Todas las soldaduras y juntas por cemento solvente deben ser homogéneas y libres de defectos visibles.

7.11.3 Requisitos de ensayo

Estos requisitos se aplican sólo a “codos”, “tes” y “yes”.

Se somete al accesorio a aplastamiento, aplicándole al cuerpo la carga prescrita (véanse figura 1 y tabla 6). Se aplica la carga durante 1 min a 2 min y se mantiene por 5 min. Se inspeccionan las soldaduras y juntas mientras la carga está aplicada. Cualquier evidencia de agrietamiento o separación se considera falla en el cumplimiento de este requisito.

Después de completar el ensayo de carga, se conectan todas las entradas y se presuriza el sistema a una presión de 7,5 m (25 pies) de nivel de agua durante 10 min. Cualquier fuga visible de agua en la junta o en el cuerpo se considera falla en el cumplimiento de este requisito.

Los accesorios que hayan pasado satisfactoriamente los ensayos de carga y presión son aptos para venta y uso.

Nota

Estos requisitos se han seleccionado para evaluar la calidad de la fabricación. No están previstos para simular condiciones de servicio, ni para solicitar ensayos de todos los accesorios.

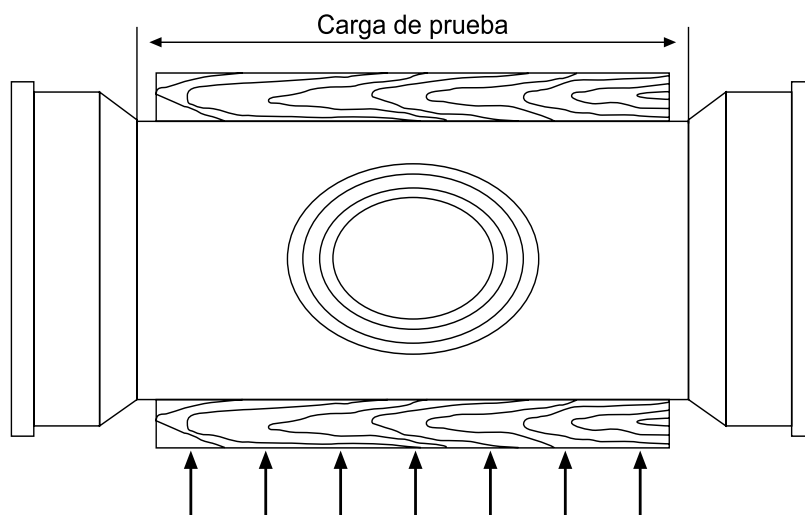


Figura 2 - Ensayo de deflexión para accesorios prefabricados de PVC

Nota 1

Longitud del cuerpo del accesorio: Para codos prefabricados se usa la longitud central (Los bloques deben ser 2 plg más cortos que el cuerpo).

Nota 2

Este ensayo se aplica a codos prefabricados, tes y yes. Los accesorios se deben apoyar en un bloque de madera plana y la carga se aplica a un segundo bloque, tal como se ilustra. La carga de ensayo se calcula multiplicando el valor F de la tabla 6, por la longitud del cuerpo del accesorio.

Tabla 6 - Cargas para el ensayo de accesorios prefabricados - F^A

Diámetro del cuerpo del accesorio		F ^A	
mm	plg	kg/cm	lb/plg
107	4	2,38	13,3
159	6	3,57	20,0
213	8	4,77	26,7
239	9	5,36	30,0
266	10	5,95	33,3
317	12	7,15	40,0
388	15	8,93	50,0

F^A Es la carga requerida para producir una deflexión de 7,5 % en un tubería RDE 35 (PS 46) de PVC.

8 MÉTODOS DE ENSAYO

8.1 Acondicionamiento

Para los ensayos que así lo requieran, todas las muestras, deberán ser previamente acondicionadas en baño de circulación de agua a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante por lo menos una hora y realizar las pruebas, dentro de los 15 min siguientes dependiendo del tipo de ensayo.

Se recomienda que los ensayos sean realizados en un laboratorio y con personal calificado.

8.2 Condiciones de ensayo

Las pruebas se deben realizar en laboratorio acondicionado a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, a no ser que se especifique otra cosa.

8.3 Muestreo

La selección de muestras se hará de acuerdo con el solicitante. En caso de no existir otro acuerdo, cualquier muestra tomada por el laboratorio encargado de la prueba, será considerada adecuada.

8.3.1 Especímenes de muestra

No menos del 50 % de los especímenes de prueba requeridos para las pruebas de presión, tendrán visible la marca de procedencia y el tipo de tubería en su parte central. Se entiende por parte central a la porción de la tubería que dista al menos un diámetro de cada extremo.

8.4 Método de determinación de las dimensiones

8.4.1 Aparatos

- Micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato de medición que permita efectuar lecturas hasta de 0,01 mm.
- Cinta métrica de acero, con graduación en mm y precisión de 0,5 mm.

8.4.2 Preparación de las probetas

Las probetas serán tuberías, en su longitud original, a las cuales se les elimina las rebabas y se comprueba que el corte terminal sea perpendicular al eje longitudinal de la tubería.

8.4.3 Determinación del diámetro exterior

8.4.3.1 Procedimiento

- a) Para la determinación del diámetro exterior, preferentemente debe usarse un “circómetro” ó “cinta pi”, calibrada a 0,01 mm para medir la circunferencia de la tubería, permitiendo leer directamente, el diámetro externo promedio.
- b) Alternativamente y solo para tuberías de hasta un diámetro máximo de 6 plg, usar el método de medición con el calibrador Vernier, con el siguiente procedimiento: A través de cada extremo de la probeta, se efectúan una serie de mediciones (como mínimo 6) del diámetro exterior, procurando que cada medición sea hecha a aproximadamente 30 ° de la anterior.

8.4.3.2 Cálculo y expresión de los resultados

El diámetro exterior promedio, se calcula sacando el promedio aritmético de la serie de mediciones efectuadas y se expresa en unidades del Sistema Internacional.

8.4.4 Determinación del espesor de pared

8.4.4.1 Procedimiento

En cada extremo de la probeta, se efectúa una serie de medidas del espesor de la tubería con el micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato de medición, asegurándose de obtener los espesores máximo y mínimo. Se recomienda hacer mas de seis (6) mediciones en cada sección transversal.

8.4.4.2 Cálculo y expresión de los resultados

El espesor de pared se calcula sacando el promedio de los espesores de pared máximo y mínimo y se expresa en unidades del Sistema Internacional. El espesor no deberá ser en ningún caso, menor al mínimo de la tabla 2.

8.4.5 Determinación de longitud

8.4.5.1 Procedimiento

Se coloca la tubería, lo más recta posible, sobre una superficie plana, de tal manera que la tubería descansa sin deflexión alguna y con la cinta métrica, se mide su longitud con una aproximación de 1 mm.

8.4.5.2 Cálculo y expresión de los resultados

La longitud es la lectura determinada, expresada en unidades del Sistema Internacional.

8.4.6 Determinación de la redondez

8.4.6.1 Procedimiento

Se determinan los diámetros exteriores, máximo y mínimo.

8.4.6.2 Cálculo y expresión de los resultados

La tolerancia en la redondez, se calcula con la siguiente fórmula:

$$T = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\min}} \times 100$$

donde:

T	Tolerancia en la redondez, en %
D _{max}	Diámetro exterior máximo medido en la probeta, en mm
D _{min}	Diámetro exterior mínimo medido en la probeta, en mm

8.5 Método de determinación de la resistencia al aplastamiento transversal

8.5.1 Resumen del método

El ensayo consiste en aplastar tuberías de PVC rígido, entre las placas paralelas de una prensa.

8.5.2 Aparatos

Una prensa de placas paralelas, las cuales deberán tener una ranura en forma de V, para evitar el desplazamiento de la tubería. La V deberá tener un ángulo de abertura de $166^{\circ} \pm 2^{\circ}$.

8.5.3 Preparación de las probetas

Las probetas serán secciones de tubería de 50 mm de longitud.

8.5.4 Procedimiento

Aplastar transversalmente cada probeta, entre las placas de la prensa hasta que la distancia entre ellas sea equivalente a un 40 % del diámetro exterior original de la probeta.

Controlar la velocidad de carga de tal modo de completar el ensayo en un tiempo entre 2 min y 5 min, a una temperatura de $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

Liberar de carga la probeta una vez alcanzadas las condiciones de ensayo.

8.5.5 Expresión de los resultados

Los resultados concordarán con lo especificado en 7.5.

8.6 Resistencia al impacto

Se determina la resistencia al impacto de acuerdo a 6.4 de la NB 213 o de acuerdo con la ASTM D 2 444; atendiendo los requisitos de energía de impacto establecidos en la tabla 4.

8.6.1 Especímenes de ensayo

Los especímenes de tubería empleados en el ensayo de impacto deben cortarse hasta las longitudes establecidos en la norma ASTM D 2 444.

8.6.2 Requisitos de ensayo (diámetros nominales de 1/4 plg a 12 plg)

En el caso de tuberías con tamaños entre 1/4 de plg hasta 12 plg, se deben someter a ensayo, diez (10) especímenes.

Si nueve (9) o más especímenes pasan, se debe aceptar todo el lote. Si dos (2) o más especímenes fallan, todo el lote se debe rechazar.

8.7 Rigidez de la tubería

Se determina la rigidez de la tubería al 5 % de aplastamiento utilizando el método de ensayo de la norma ASTM D 2 412. Se ensayan tres (3) especímenes cada uno de 150 mm (6 plg) de longitud y se determina la rigidez promedio de la tubería al 5 % de aplastamiento. La rigidez debe ser igual o mayor que el valor mínimo indicado en la tabla 5.

Nota

El criterio de 5% de aplastamiento, que se eligió arbitrariamente por conveniencia del ensayo, no se debe considerar como limitante con respecto al aplastamiento corriente. El ingeniero es responsable de establecer el límite de aplastamiento aceptable (véase anexo A).

8.8 Estanqueidad de las uniones

Se unen dos (2) piezas de tubería por medio de una campana o accesorio, de acuerdo con lo indicado en la norma ASTM D 2 855 y utilizando cemento solvente (véase 7.8). Se deja la unión en reposo por 24 h a temperatura ambiente. Se somete la unión a una presión interna de agua de 170 kPa (25 psi) a temperatura ambiente por 1 h y se examina la tubería, los accesorios y las uniones, para determinar si existen filtraciones.

8.9 Método de determinación de la calidad de la extrusión

8.9.1 Resumen del método

Las probetas son sumergidas completamente en acetona anhidra durante 2 h, después de transcurrido este tiempo, se determinará la calidad de la extrusión por inspección visual.

8.9.2 Aparatos

Recipientes individuales con tapa, para cada probeta.

8.9.3 Reactivos

Acetona anhidra: Grado analítico, con una densidad máxima de 0,7857 g/ml a 25 °C. La acetona antes de ser usada es secada por agitación con sulfato de calcio anhidro u otro agente deshidratante, que luego es separado por filtración.

8.9.4 Preparación de las probetas

Las probetas, serán secciones de tubería de 50 mm de longitud como mínimo. Para diámetros pequeños, se sumergirá la sección completa y para diámetros grandes, se cortará en pedazos para facilitar su inmersión.

8.9.5 Procedimiento

Se coloca la acetona en los recipientes, en cantidad suficiente para asegurar la completa inmersión de las probetas colocadas dentro de ellos.

Se cierran los recipientes y se los deja en reposo durante 2 h a temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se completa el tiempo de ensayo y se sacan las probetas.

8.9.6 Expresión de los resultados

Los resultados deben ser acordes a lo especificado (véase 7.10).

9 INSPECCIÓN

La inspección del material se debe realizar según acuerden el comprador y el vendedor en el contrato de compra.

10 REPETICIÓN DE PRUEBAS

Si los resultados de un ensayo no satisfacen los requisitos de esta norma, el ensayo se debe realizar nuevamente previo acuerdo entre el cliente y el proveedor.

No debe existir ninguna decisión que disminuya los requisitos mínimos de la norma mediante la omisión de ensayos que sean parte de la misma, sustitución o modificación de un método de ensayo o el cambio en las especificaciones límites. Al realizar el reensayo se deben satisfacer los requisitos de esta norma y se deben respetar los métodos de ensayo diseñados. Si, en la realización de un reensayo, se presenta falla, todo el lote representado por la muestra se debe rechazar.

11 CERTIFICACIÓN

Cuando la orden de compra o el contrato lo especifiquen, se debe entregar una certificación del fabricante al comprador, de que el material fue fabricado, sometido a muestreo, a ensayo e inspección de acuerdo con lo indicado en esta norma y que satisface todos los requisitos. Cuando esté especificado en la orden de compra o en el contrato, se debe entregar un reporte de los resultados. Toda certificación debe llevar la firma autorizada del fabricante.

12 MARCADO

Todas las tuberías serán marcadas indeleblemente a intervalos no mayores de 3 m, con un color que contraste notoriamente con el material de las tuberías.

El marcado deberá ser hecho longitudinalmente y deberá indicar lo siguiente:

- Identificación del fabricante
- El diámetro nominal y la clase de tubería de acuerdo a esta norma
- La leyenda "Industria Boliviana" ó Bolivia

13 CONFORMIDAD CON LA NORMA

Al marcar el producto, el fabricante afirma que el mismo se fabricó, inspeccionó, muestreó y sometió a ensayo de acuerdo con esta norma y que el producto cumple con los requisitos correspondientes.

14 BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM

ASTM 3 034-96 Specification for Type PSM Poly(Vinyl Chloride) (PVC) Sewer Pipe and Fittings.

Anexo A (Informativo)

A.1 DIÁMETRO INTERNO BASE PARA CALCULAR LOS LÍMITES DE APLASTAMIENTO

La tabla A.1 establece un número uniforme que representa el diámetro interno que se va a utilizar como base para calcular los límites de aplastamiento. Con el propósito de monitorear la calidad de la instalación, un experto puede aplicar un límite de aplastamiento que considere apropiado, al diámetro interno base para alcanzar una dimensión de mandril para un calibrador pasa/no pasa. Por economía en la fabricación de mandriles, se sugiere que el diámetro externo de cada mandril se aproxime al 0,01 ó 0,02 más próximo para propósitos de maquinación.

Aquí se da una demostración para el límite de 7,5 % recomendado de A.2 [ejemplo: $(100\% - 7,5\%) / 100 \times 5\,800 = 5,37$].

Este diámetro interno base no es un requisito de control de calidad del producto, ni se debe utilizar para cálculos.

Tabla A.1 - Diámetros internos base y dimensión del mandril al 7,5 % de deflexión

Dimensiones en mm

Diámetro nominal	SDR - 41			SDR - 35			SDR - 26			SDR - 23,5		
	Diámetro interno promedio	Diámetro interno base ^A	Mandril al 7,5 % de deflexión	Diámetro interno promedio	Diámetro interno base ^A	Mandril al 7,5 % de deflexión	Diámetro interno promedio	Diámetro interno base ^A	Mandril al 7,5 % de deflexión	Diámetro interno promedio	Diámetro interno base ^A	Mandril al 7,5 % de deflexión
6	151,2	147,3	136,3	149,7	145,8	134,9	146,4	142,5	131,8	145,1	141,3	130,6
8	202,3	196,6	181,8	200,4	194,7	180,1	195,9	190,2	175,9	-	-	-
9	227,4	220,7	204,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	252,9	245,3	226,9	250,5	242,9	224,7	244,9	237,3	219,5	-	-	-
12	301,1	291,5	269,7	298,1	288,6	266,9	266,9	281,9	260,9	-	-	-
15	368,4	356,3	329,6	365,1	353,0	326,5	326,5	344,8	318,9	-	-	-

A: El diámetro interno base es un diámetro interno de la tubería, derivado de la sustracción de la tolerancia específica, del diámetro interno promedio de la tubería. La tolerancia específica se define como la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de las tolerancias estándar de fabricación.

Diámetro interno promedio = diámetro externo promedio – $2(1,06)t$

Tolerancia específica = $(A^2 + 2B^2 + C^2)^{1/2}$

donde:

t Espesor mínimo de pared (tabla 2), en mm
 A Tolerancia del diámetro externo (tabla 1), en mm
 B Tolerancia del exceso de espesor de pared = $0,06t$, en mm
 C Tolerancia de la deformación circunferencial (tabla A.2), en mm

Los valores de C se derivaron estadísticamente de unos datos de medición de campo y se dan como se indica a continuación para varios tamaños de tubería:

Tabla A.1 – Tolerancia de deformación circunferencial

Diámetro nominal	Valor para C
	mm
6	3,81
8	5,72
9	6,60
10	7,62
12	9,52
15	12,06

A.2 LÍMITES RECOMENDADOS PARA DEFLEXIÓN DE TUBERÍAS INSTALADAS

A.2.1 Los ingenieros de diseño, agencias públicas y otras personas que tienen la responsabilidad de establecer las especificaciones para los máximos límites permisibles de deflexión de tuberías de PVC para alcantarillado, han solicitado orientación relativa a dicho límite.

A.2.2 Se espera que las tuberías de PVC fabricadas según indica esta norma, e instaladas como prescribe la norma ASTM D 2 321, tengan un desempeño satisfactorio si el diámetro interno del cuerpo no se reduce más de 7,5 % de su diámetro interior base, medido no menos de 30 días después de terminar la instalación.

A.3 CONFIGURACIONES

A.3.1 Los siguientes accesorios, descripciones y términos se utilizan comúnmente en la industria de la tubería plástica para alcantarillados. Sin embargo, estas ilustraciones pueden no mostrar todas las configuraciones producidas. Por tanto, se debe consultar a los fabricantes individuales sobre tamaños y tramos de instalación (véase ASTM D 2 749).

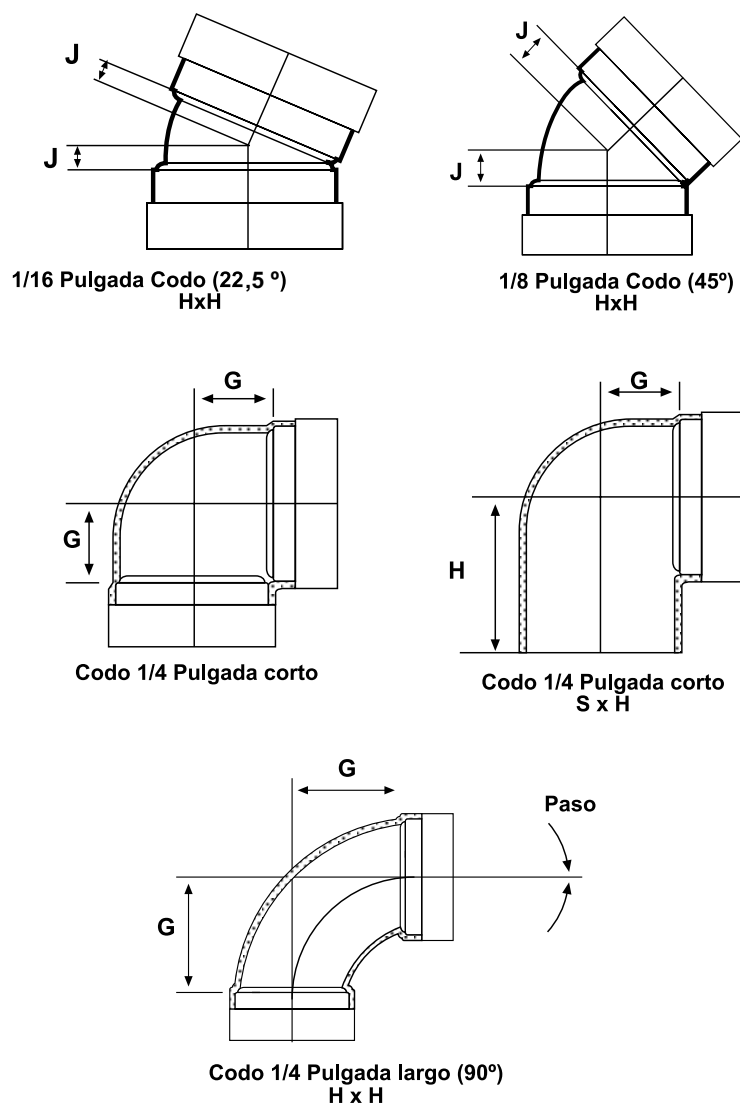


Figura 3 - Codos

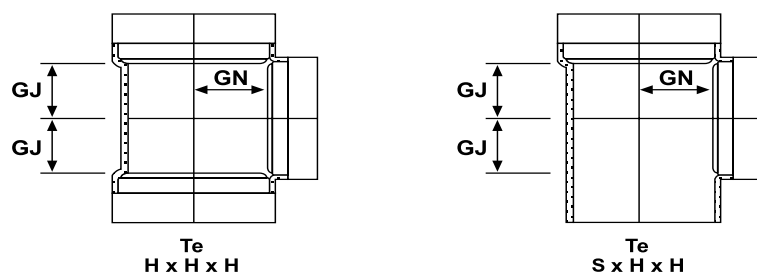


Figura 4 - Tes

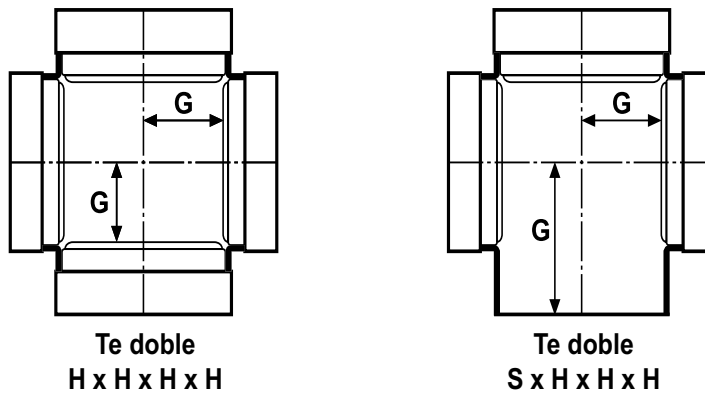


Figura 5 - Tes dobles

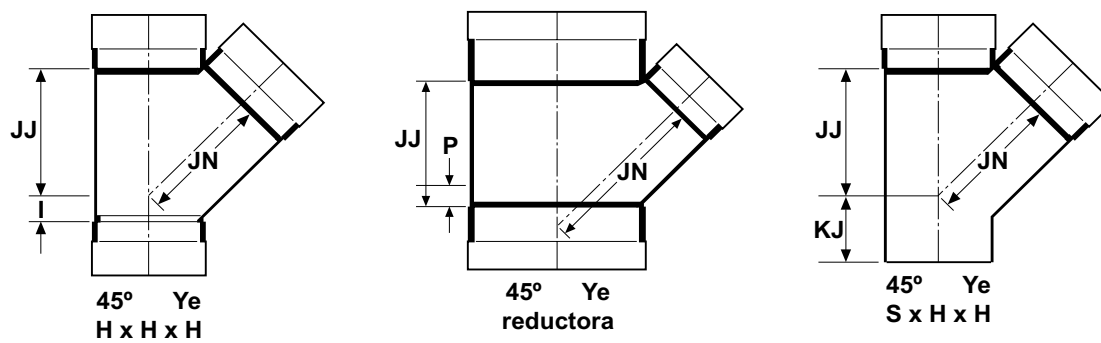


Figura 6 - Yes

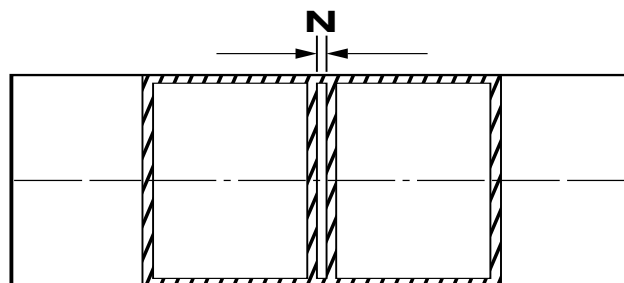


Figura 7 - Acople de cierre

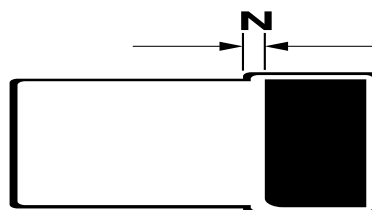


Figura 8 - Adaptador de boca de limpieza del accesorio

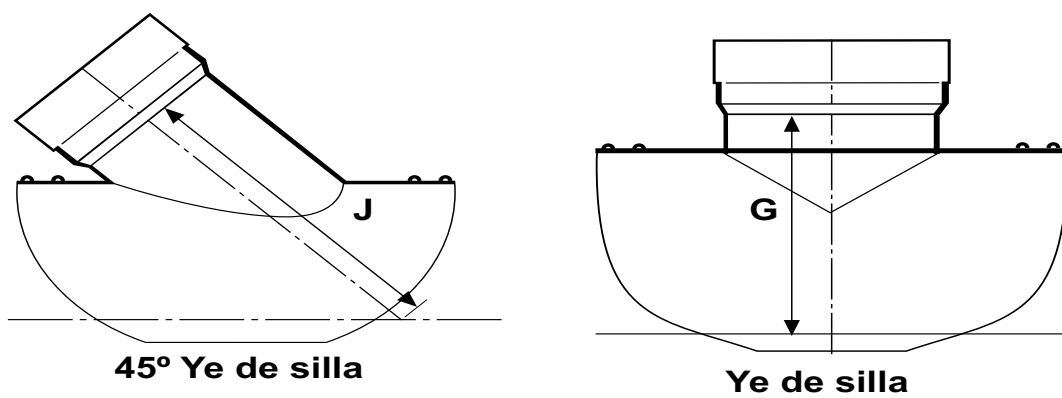


Figura 9 - Silletas

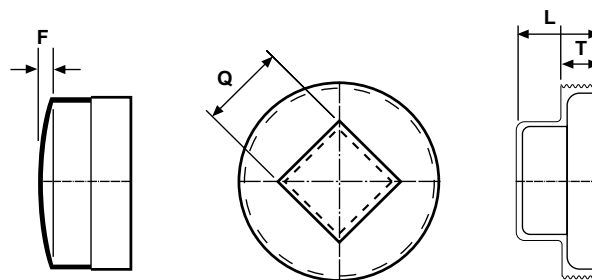


Figura 10 – Tapones/conectores

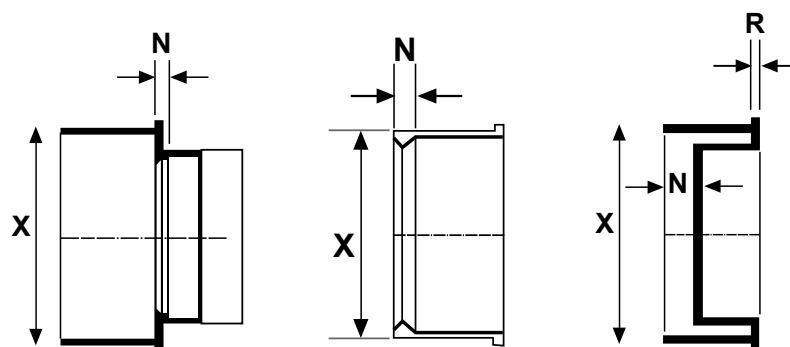


Figura 11 - Reductores/aumentadores

**NB 1070
2000****IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad**

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

Norma Boliviana



República de Bolivia



Ministerio del Agua
Viceministerio de Servicios Básicos

Normas de Materiales de Saneamiento Básico

NB: 645 - 646 - 647- 648
649 - 650 y 127001

Volumen 2 de 2



Tercera revisión
Abril 2007

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Norma Boliviana

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Normas de Materiales de Saneamiento Básico NB: 645 - 646 - 647 - 648 649 - 650 y 127001

Abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Prefacio

La revisión y actualización de las Normas Bolivianas **NB 645 a la NB 650 y la NB 127001 “Normas de materiales de saneamiento básico”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización .

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	INSTITUCIÓN
Reynaldo Villalba	UNI/VSB (Coordinador)
Luís Víctor Rico	ABIS
José Luís Castagné	ABIS
Grover Rivera	IIS-UMSA
José Díaz	IIS-UMSA
Ronny Vega	ANESAPA
Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Fernando Inchauste	CONSULTOR
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR
Gonzalo Dalence E.	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2007-02-12

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2007-03-29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2007-04-13



República de
Bolivia



Ministerio del Agua

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N°
La Paz

09 JUN 2007

N° 050

CONSIDERANDO:

El literal e) del Artículo 3° de la Ley N° 3351 Ley de Organización del Poder Ejecutivo, de fecha 21 de febrero de 2006, establece como atribuciones generales de los Ministros, entre otras: "Dictar normas relativas al ámbito de su competencia y resolver en última instancia, todo asunto administrativo que corresponde al Ministerio".

Que, el literal c) del Artículo 4° de la Ley N° 3351 Ley de Organización del Poder Ejecutivo, de fecha 21 de febrero de 2006, establece que es atribución específica del Ministro del Agua, plantear y ejecutar, evaluar y fiscalizar las políticas y planes de servicio de agua potable y saneamiento básico, riego y manejo de cuencas, aguas internacionales y transfronterizas.

El Artículo 61 del Decreto Supremo N° 28631 Reglamento a la Ley de Organización del Poder Ejecutivo, de fecha 8 de marzo de 2006, establece que dentro de la estructura del Ministerio del Agua, se encuentra el Viceministerio de Servicios Básicos.

Los literales d) y e) del Artículo 63 del Decreto Supremo N° 28631 Reglamento de Organización del Poder Ejecutivo, de fecha 8 de marzo de 2006, dispone que son funciones del Viceministro de Servicios Básicos, entre otras, las siguientes: d) Promover normas técnicas, disposiciones reglamentarias e instructivos para el buen aprovechamiento y regulación de los servicios básicos y proponer por conducto regular proyectos de leyes y otras disposiciones para el sector; e) Difundir y vigilar la aplicación de políticas, planes, proyectos y normas técnicas para el establecimiento y operación de los servicios básicos, ejerciendo función sobre la Superintendencia de Saneamiento Básico.

Que, el Ministerio del Agua, a través del Viceministerio de Servicios Básicos, ha planificado dentro de sus políticas actualizar las Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, NB 645 a NB 650, en el marco del proyecto de Asistencia Técnica (PROAT), que cuenta con financiamiento de la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (AsDI).

Que, IBNORCA, determina que las Normas Bolivianas deben ser actualizadas en forma ordinaria cada cinco (5) años y en forma extraordinaria cuando las necesidades o requerimientos así lo exijan. Asimismo, IBNORCA cuenta con una serie de Normas Bolivianas de Materiales relacionados al sector de saneamiento básico.

Que en las presentes Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, se han incorporado y desarrollado algunas normas de materiales adicionales, que son empleadas en el sector.

Que, IBNORCA, ha elaborado Normas adicionales de Materiales que son empleadas en el Sector de Saneamiento Básico, el año 2000, a través del Comité Técnico de





República de
Bolivia



Ministerio del Agua

Normalización CTN 12.16 "Tuberías y accesorios de plástico", las mismas que deben ser utilizadas en complementación a las presentes Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico.

Que, mediante Informe Técnico VSB/UNI N° 001/2007, de 31 de enero de 2007, elaborado por la Unidad de Normas e Institucionalidad y aprobado por el Viceministro de Servicios Básicos, en sus conclusiones determina: "En este sentido, el contenido de las Normas actualizadas queda aprobado, para posteriormente ser editado y difundido en el Sector de Saneamiento Básico a nivel nacional, para su uso e implementación en los proyectos sectoriales".

Que, es necesaria la difusión pública de las Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, para permitir su aplicación por parte de los profesionales del sector con carácter obligatorio en el ámbito urbano y rural del país.

Que, la Unidad de Normas e Institucionalidad, del Viceministerio de Servicios Básicos, mediante Informes Técnicos: VSB/UNI N° 001/2007, de 31 de enero de 2007; VSB/UNI N° 008/2007, de 16 de marzo de 2007; y VSB/UNI N° 011/2007, de 29 de marzo de 2007, e Informe Jurídico MDA/DGAJ/CGT -0012/07, de fecha 17 de mayo de 2007, se evidencia que corresponde dar curso a la aprobación de la norma precitada así como a sus reglamentos.

POR TANTO:

El Ministro del Agua, en aplicación de sus atribuciones conferidas por ley.

RESUELVE:

Artículo 1°.- Aprobar las Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, en sus siete (7) normas bolivianas, las cuales contemplan las seis (6) normas bolivianas actualizadas en su primera revisión (NB 645 a NB 650): la Norma Boliviana **NB 645** "Tuberías de fierro fundido dúctil, uniones y accesorios para líneas de tubería de presión", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 646** "Plásticos - Tuberías de polietileno (PE) especificadas por su diámetro interior (RDIE)", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 647** "Productos químicos para uso Industrial - Cal viva y Cal hidratada", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 648** "Productos químicos para uso Industrial - Cloro líquido", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 649** "Productos químicos para uso Industrial - Hipocloritos usados para el tratamiento de aguas", en sus seis (6) capítulos y la Norma Boliviana **NB 650** "Productos químicos para uso Industrial - Sulfato de aluminio", en sus seis (6) capítulos. Igualmente la Norma Boliviana **NB 127001** "Revestimiento Interno con mortero de cemento centrífugo para tubería de fierro fundido dúctil con o sin presión -Prescripciones generales", en sus cuatro (4) capítulos.

Artículo 2°.- Asimismo, aprobar las Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico, que fueron elaboradas y aprobadas por el IBNORCA, en sus once (11) normas bolivianas: la Norma Boliviana **NB 213 - 00** "Tuberías plásticas -Tuberías de policloruro de vinilo (PVC-U) no plastificado para conducción de agua potable", en sus nueve (9) capítulos; la Norma Boliviana **NB 888 - 00** "Tuberías y accesorios de plástico -Tuberías de





polícloruro de vinilo (PVC) clasificadas según la presión (serie RDE o SDR)", en sus doce (12) capítulos; la Norma Boliviana **NB 1069 - 00** "Tuberías plásticas de polícloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) esquemas 40 y 80 - Especificaciones y dimensiones", en sus catorce (14) capítulos; la Norma Boliviana **NB 1070 - 00** "Especificaciones para tuberías y accesorios de polícloruro de vinilo (PVC) para alcantarillado -Tipo PSM", en sus catorce (14) capítulos; la Norma Boliviana **NB 707 - 99** "Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material, termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interna lisa -Dimensiones", en sus siete (7) capítulos; la Norma Boliviana **NB 708 - 99** "Tuberías y accesorios de pared perfilada, fabricadas en material termoplástico con superficie exterior corrugada y superficie interna lisa -Requisitos técnicos", en sus nueve (9) capítulos; la Norma Boliviana **NB 686** "Tuberías de hormigón -Tuberías de hormigón para alcantarillado", en sus dieciséis (16) capítulos; la Norma Boliviana **NB 687** "Tuberías de hormigón - Tuberías de hormigón armado para alcantarillado", en sus dieciocho (18) capítulos; la Norma Boliviana **NB 763 - 97** "Válvulas - Válvulas de mariposa con asiento elástico", en sus seis (6) capítulos; la Norma Boliviana **NB 764 - 97** "Válvulas - Válvulas de compuerta para sistemas de acueducto y alcantarillado - Requisitos", en sus siete (7) capítulos; la Norma Boliviana **NB 765 - 97** "Válvulas - Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado - Requisitos", en sus siete (7) capítulos.

Artículo 3°.- Se autoriza al Viceministerio de Servicios Básicos para que en coordinación con la Dirección General de Asuntos Administrativos del Ministerio del Agua proceda a la publicación, difusión y distribución gratuita de la Primera Revisión de las "Normas Bolivianas de Materiales de Saneamiento Básico", a Municipios, Entidades e Instituciones del Sector, bibliotecas universitarias, profesionales que participaron en la actualización de las presentes Normas, programas y Proyectos del sector y otros priorizados por el Viceministerio de Servicios Básicos.

Artículo 4°.- El Viceministerio de Servicios Básicos y la Dirección General de Asuntos Administrativos del Ministerio del Agua, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución Ministerial.

Regístrese, comuníquese, cúmplase y archívese.


Abel P. Mamani Marca
MINISTRO DEL AGUA

Informe

La actualización de estas Normas fue realizada por el Viceministerio de Servicios Básicos/ Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, a través del Proyecto de Asistencia Técnica PROAT/Asdi y la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

Estas Normas han sido actualizadas en el marco de una consultoría y su revisión y aprobación fueron realizadas por el Comité Técnico de Normalización.

FINANCIADOR: Agencia Sueca de Cooperación para el para el Desarrollo Internacional (Asdi)

PRESENTACIÓN

El Ministerio del Agua, a través del Viceministerio de Servicios Básicos, en el marco de sus competencias normativas, pone a disposición de profesionales del país la presente “Normas de Materiales de Saneamiento Básico”, actualizada en base a los nuevos requerimientos del sector y los avances tecnológicos desarrollados en Bolivia en los últimos años.

Estas Normas tienen como objetivo fundamental, regir el diseño y consecuentemente la construcción de sistemas de agua y saneamiento, para mejorar las condiciones de vida del ciudadano boliviano.

Las presentes Normas se constituyen en un instrumento que debe ser conocido y aplicado de forma obligatoria por los responsables de las diferentes etapas de implementación de proyectos de saneamiento básico.

En las presentes Normas se han incluido nuevos conceptos y criterios de diseño de acuerdo con los adelantos tecnológicos y prácticas de la ingeniería sanitaria de manera que puedan ser aplicados en proyectos tanto a nivel urbano, periurbano como rural.

La actualización de estas Normas fueron posibles gracias a la participación de profesionales, instituciones y el apoyo de organizaciones como la Agencia Sueca de Cooperación para el Desarrollo Internacional (Asdi), y otras que de manera desinteresada contribuyeron para que nuestro país cuente con este valioso instrumento técnico normativo.

ÍNDICE GENERAL

		Página
NB 645	TUBERÍAS DE FIERRO FUNDIDO DÚCTIL, UNIONES Y ACCESORIOS PARA LÍNEAS DE TUBERÍA DE PRESIÓN	11
NB 646	PLÁSTICOS - TUBERÍAS DE POLIETILENO (PE) ESPECIFICADAS POR SU DIÁMETRO INTERIOR (RDIE)	109
NB 647	PRODUCTOS QUÍMICOS PARA USO INDUSTRIAL - CAL VIVA Y CAL HIDRATADA	159
NB 648	PRODUCTOS QUÍMICOS PARA USO INDUSTRIAL - CLORO LÍQUIDO	187
NB 649	PRODUCTOS QUÍMICOS PARA USO INDUSTRIAL - HIPOCLORITOS USADOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS	213
NB 650	PRODUCTOS QUÍMICOS PARA USO INDUSTRIAL - SULFATO DE ALUMINIO	233
NB 127001	REVESTIMIENTO INTERNO CON MORTERO DE CEMENTO CENTRIFUGADO PARA TUBERÍA DE FIERRO FUNDIDO DÚCTIL CON O SIN PRESIÓN - PRESCRIPCIONES GENERALES	269

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Tuberías de fierro fundido dúctil, uniones y accesorios para líneas de tubería de presión

Primera revisión

ICS 77.140.75 Canalizaciones y tubos de acero para usos específicos

Abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La revisión y actualización de la Norma Boliviana **NB 645-07 “Tuberías de fierro fundido dúctil, uniones y accesorios para líneas de tubería de presión (Primera revisión)”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización **CTN 12.17 “Tuberías y accesorios metálicos”**.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	INSTITUCIÓN
Reynaldo Villalba	UNI/VSB (Coordinador)
Luís Víctor Rico	ABIS
José Luís Castagné	ABIS
Grover Rivera	IIS-UMSA
José Díaz	IIS-UMSA
Ronny Vega	ANESAPA
Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Fernando Inchauste	CONSULTOR
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR
Gonzalo Dalence E.	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2007-02-12

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2007-03-29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2007-04-13

Informe

La actualización de esta Norma fue realizada por el Viceministerio de Servicios Básicos/ Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, con financiamiento del Proyecto de Asistencia Técnica/ASDI y la supervisión de la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

Esta Norma ha sido elaborada en el marco de una consultoría y su revisión y aprobación fueron realizadas por el Comité Técnico de Normalización CTN 12.17.

Asimismo, la revisión de esta Norma se realizó en talleres técnicos regionales en las ciudades de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, con la participación y el aporte de los siguientes profesionales e instituciones:

VALLE

Severo Vega	ABIS – Cochabamba	Edgar Armaza	SEMAPA
Jhony Pérez	ABIS – Cochabamba	Carlos Peláez	SEMAPA
Marcelo Crespo	ABIS – Cochabamba	Jorge Heredia	SEMAPA
Julio Fuentes	ABIS – Cochabamba	Leonardo Salinas	SEMAPA
J. Carlos Guzmán	GM – Cochabamba	Vanessa Selaya	SEMAPA
Cristian Cuellar	GM – Cochabamba	Vladimir Valda	ELAPAS – Sucre
Franco Burgulla	GM – Quillacollo	Edgar A. Nava	ELAPAS – Sucre
Eduard Montalvo	GM – Tapacarí	Marcelo Encalada	FUNDACION SODIS
Jorge P. Vargas	GM – Tapacarí	Leonardo Anaya	AGUILAR & ASOCIADOS
Julio Mercado	GM – Colcapirhua	Edwing Miranda	FHI
Luis Coca	FPS – Cochabamba	Franklin Antezana	EMPROCIV SRL
Jenny Rojas	CASA – UMSS	Oscar Zelada	EMPRESIB
Fernando Pérez	AMDECO	Wilfredo Veizaga	MONTERREY SRL
Ronald Baldellon	MACOTI	José Veizaga	MONTERREY SRL
Mirtha Baptista	CONSULTORA	Marcelo Calizaya	CONSULTOR

TRÓPICO

Marco A. Gutiérrez	VSBS – PROAT	Rolando de Chazal	SAGUAPAC
Alexis Meruvia	VSBS – PROAT	Milton Von Borries	SAGUAPAC
Eduardo Ugarteche	ABIS Santa Cruz	Erwin Medrano	SAGUAPAC
Guido Casso	SIB Santa Cruz	Roberto Cruz	ACSAACRUZ
Mauricio Flores	SIB Santa Cruz	Eladio Arequino	COOP. SAJUBA
Luisa Dorado	PREFECTURA SCZ	Ciriaco Coro	COOP. SAJUBA
Saud Yuja Gomez	GM Trinidad, Beni	Teresa Romero	COOP. SAJUBA
Ramiro Plaza	FPS Santa Cruz	Luis Bravo	COOP. EL CARMEN
Eduardo Cuestas	FPS Santa Cruz	Ariel Méndez	COOP. COSPOL
Germán Palenque	UAGRM	David Saavedra	COOP. COSPOL
Efraín Capobianco	UAGRM – SIMAC	José A. Chacón	COSIMBO LTDA
Juan E. Ribera	UAGRM – SIMAC	Rubén Angulo	RAS – AVALUOS
Silvana Balcázar	CADECO – Santa Cruz	Mario E. Sandy	PLAN INTERNACIONAL
José L. Padilla	CONSULTOR		

ALTIPLANO

Marco A. Gutiérrez	VSB – PROAT	Carlos España	UMSA Postgrado
Alexis Meruvia	VSB – PROAT	Ángel Aliaga	UMSA – IIH
Víctor Rico	ABIS – La Paz	Gualberto Gutiérrez	UTO
Jose L. Castagné	ABIS – La Paz	Armando Garnica	UTO
Orlando Camacho	ABIS – La Paz	Amilkar Ilaya	UTO
Oswaldo Sánchez	ABIS – La Paz	Lina Fernández	UTO
Iván Bolívar	PREFECTURA LP	José Huanca	CARITAS
Marcial Medina	PREFECTURA LP	Adolfo Gallardo	ISERV ARQUITECTURA
Edson Aranibar	PREFECTURA LP	Israel Antequera	GREGORY MORRIS
Carlos R. Morales	PREFECTURA PT	Daly Salvatierra	AGUILAR & ASOCIADOS
Marco A. Gómez	PREFECTURA PT	Marvin Botello	PLAMAT S.A.
Ronald Beltrán	GM – La Paz	Gonzalo Vargas	PLASMAR S.A.
Carlos García	GM – La Paz	Oscar Quiroga	PLASMAR S.A.
Ramiro Encinas	FPS – Nacional	Marcelo Barrero	SUMINDUS
Eufracio Choque	FPS – La Paz	Alfonso Pomarino	CONSULTOR
Alexandra Sandi	FPS – La Paz	Francisco Alvizuri	CONSULTOR
Ingrid Vásquez	FNDR	Juan C. Fernández	CONSULTOR
Hugo Jiménez	SISAB	Humberto Cordero	CONSULTOR
Roger Yugar	PROAGUAS	Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Juan Correa	AAPOS – Potosí		

ELABORACIÓN:

Fernando Inchauste Morales	Consultor principal
Humberto Obleas Arandia	Consultor
Patricia Ancalle Mamani	Consultora

FINANCIADOR:

Agencia Sueca de Cooperación para el
para el Desarrollo Internacional (Asdi)

ÍNDICE

	Página
0 INTRODUCCIÓN	19
0.1 Sistema de unidades	19
0.2 Variables	19
0.3 Abreviaturas.....	20
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	20
2 REFERENCIAS	20
3 DEFINICIONES	20
3.1 Diámetro nominal.....	21
4 CLASIFICACIÓN.....	21
4.1 Por su fabricación	21
4.2 Por su forma	21
4.3 Por su diámetro	21
5 PROPIEDADES.....	21
5.1 Calidad de las tuberías y accesorios	21
5.2 Recubrimiento.....	22
6 ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	22
6.1 Tuberías.....	22
6.1.1 Tipos	22
6.1.1.1 Tubería con extremos espiga y campana.....	22
6.1.1.2 Tubería con bridas	23
6.1.2 Dimensiones	23
6.1.2.1 Espesor normal de tuberías.....	23
6.1.2.2 Tubería con extremos espiga y campana.....	24
6.1.2.3 Tubería con bridas	26
6.1.3 Tolerancias.....	30
6.1.3.1 Tolerancias en el espesor	30
6.1.3.2 Tolerancias en longitud	30
6.1.3.3 Tolerancias de rectitud de las tuberías de fundición centrífuga.....	30
6.1.3.4 Tolerancia en peso.....	30
6.1.3.5 Tuberías con extremos espiga y campana, tolerancia relacionada a la longitud	31
6.1.3.6 Tuberías con bridas, tolerancia relacionada a la longitud.....	31
6.2 Uniones	31
6.2.1 Tipos	31
6.2.2 Dimensiones y tolerancias.....	32
6.3 Bridas.....	32
6.3.1 Tipos	33
6.3.2 Tolerancias.....	33
6.3.2.1 Tolerancia de espesor.....	33
6.3.2.2 Tolerancia con relación a los diámetros.....	33
6.3.2.3 Tolerancias de altura de la cara de la junta con resalte.....	35
6.3.2.4 Tolerancia de las perforaciones de la brida	35
6.3.2.5 Tolerancia de paralelismo de la superficie de apoyo de los pernos con relación a la superficie de la junta	35

6.3.3	Dimensiones	35
6.3.3.1	Dimensiones de las perforaciones para los pernos.....	35
6.3.3.2	Dimensiones y detalles de las perforaciones de bridas PN 10.....	36
6.3.3.3	Dimensiones y detalles de las perforaciones de bridas PN 16.....	39
6.3.3.4	Dimensiones y detalles de las perforaciones de bridas PN 25.....	42
6.3.3.5	Dimensiones y detalles de las perforaciones de bridas PN 40.....	46
6.4	Accesorios	49
6.4.1	Tipos	50
6.4.2	Ensayo de control de estanqueidad en fábrica.....	51
6.4.3	Tolerancias.....	51
6.4.3.1	Tolerancias en espesor.....	51
6.4.3.2	Tolerancias en longitud	51
6.4.3.3	Diferencia en las longitudes útiles normalizadas.....	52
6.4.3.4	Tolerancia en peso.....	52
6.4.4	Dimensiones	53
6.4.4.1	Espesor normal de accesorios	53
6.4.4.2	Adaptador brida-campana	53
6.4.4.3	Adaptador brida-espiga	55
6.4.4.4	Adaptador campana - campana	56
6.4.4.5	Codo de 1/4 de doble extremo campana	57
6.4.4.6	Codo de 1/8 de doble extremo campana	58
6.4.4.7	Codo de 1/16 de doble extremo campana	60
6.4.4.8	Codo de 1/32 de doble extremo campana	61
6.4.4.9	Te doble extremo campana con ramal en brida - DN 40 a DN 200	62
6.4.4.10	Te doble extremo campana con ramal en brida – DN 250 a DN 600	63
6.4.4.11	Te doble extremo campana con ramal en brida – DN 700 a DN 1 200	64
6.4.4.12	Te doble extremo campana con ramal en brida – DN 1 400 a DN 2 600	65
6.4.4.13	Te con todos los extremos campana	66
6.4.4.14	Cono de doble extremo campana.....	68
6.4.4.15	Cono de doble extremo brida	70
6.4.4.16	Brida ciega PN 10.....	71
6.4.4.17	Brida ciega PN 16.....	73
6.4.4.18	Brida ciega PN 25.....	74
6.4.4.19	Brida ciega PN 40.....	74
6.4.4.20	Brida de reducción PN 10.....	75
6.4.4.21	Brida de reducción PN 16.....	76
6.4.4.22	Brida de reducción PN 25.....	77
6.4.4.23	Brida de reducción PN 40.....	78
6.4.4.24	Codo de 1/4 de doble extremo brida	78
6.4.4.25	Codo de pie pato de 1/4 de doble extremo brida.....	79
6.4.4.26	Codo de 1/8 de doble extremo brida	80
6.4.4.27	Te de tres bridas, para DN 40 a DN 200.....	82
6.4.4.28	Te de tres bridas, para DN 250 a DN 600.....	83
6.4.4.29	Te de tres bridas, para DN 700 a DN 1 000.....	84
6.4.4.30	Te de tres bridas, para DN 1 200 a DN 2 000.....	86
6.4.4.31	Te de tres bridas, para DN 2 200 a DN 2 600.....	87
6.4.4.32	Te de tres bridas para nuevos materiales transformables, DN 250 a DN 600	88
6.5	Simbología.....	90
7	MÉTODOS DE ENSAYO.....	91
7.1	Actividades preliminares y tipos de ensayo.....	91
7.1.1	Actividades preliminares.....	91

7.1.2	Tipos de ensayos.....	91
7.2	Ensayo de tracción	91
7.2.1	Resumen del método.....	91
7.2.2	Muestreo.....	91
7.2.2.1	Tuberías fabricadas por fundición centrífuga	91
7.2.2.2	Tuberías y accesorios fabricados por fundición no centrífuga.....	91
7.2.3	Preparación de la probeta	92
7.2.3.1	Probeta para tuberías de fundición centrífuga.....	92
7.2.3.2	Probeta para tuberías y accesorios no centrifugados	92
7.2.4	Procedimiento.....	93
7.2.5	Interpretación de resultados	93
7.3	Ensayo de dureza Brinell.....	94
7.3.1	Resumen del método.....	94
7.3.2	Muestreo.....	94
7.3.3	Preparación de la probeta	94
7.3.4	Procedimiento.....	94
7.3.5	Interpretación de resultados	94
7.4	Ensayo de presión máxima de trabajo y de presión interna.....	94
7.4.1	Resumen del método.....	94
7.4.2	Muestreo.....	94
7.4.3	Preparación de la probeta	94
7.4.4	Procedimiento.....	95
7.4.5	Interpretación de resultados	95
7.5	Repetición de pruebas.....	96
7.6	Rechazo.....	96
8	INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES	96
8.1	Inspección.....	96
8.2	Certificado de cumplimiento o análisis certificado	96
9	MARCADO Y ROTULADO	96
9.1	Marcado y rotulado	96
Anexo A (Informativo) Detalle de tuberías, uniones y accesorios más utilizados		99

Tuberías de fierro fundido dúctil, uniones y accesorios para líneas de tubería de presión

0 INTRODUCCIÓN

0.1 Sistema de unidades

%	porcentaje
°	grado sexagesimal
m	metro
m ³	metro cúbico
mm	milímetro
mm ²	milímetro cuadrado
kg	kilogramo
t	tonelada
s	segundo
N	Newton
Pa	Pascal
Bar	10 ⁵ Pascal

0.2 Variables

a	Ancho de brida ciega	mm
b	Tolerancia de espesor de brida	mm
b ₁	Tolerancia de espesor de brida (móvil)	mm
C	Ancho de brida (fija)	mm
C ₁	Ancho de brida (móvil)	mm
c	Altura de la cara de la junta con resalte (brida ciega)	mm
c ₁	Altura de la cara de la junta con resalte (brida de reducción)	mm
c ₂	Altura de la cara de reducción con resalte (brida de reducción)	mm
D	Diámetro de la brida	mm
d ₁	Diámetro de la cara de junta con resalte (fija)	mm
d ₂	Diámetro de la cara de junta con resalte (móvil)	mm
DE	Diámetro exterior, véase 6.1.2	mm
e	Espesor normal de la pared, véanse 6.1.2 y 6.4	mm
e ₁ , e ₂	Espesor normal de la pared menor, véase 6.4	mm
f ₁	Altura de la cara de la junta con resalte (fija)	mm
f ₂	Altura de la cara de la junta con resalte (móvil)	mm
f _m	flecha máxima de la tubería	mm
h	Altura de accesorios, véase 6.4	mm
HB	Dureza superficial Brinell	adimensional
k	Coefficiente para determinar espesor de pared	adimensional

K	Diámetro del círculo de los centros de las perforaciones de paso en bridas	mm
L	Longitud útil normal de tuberías, accesorios	m (mm)
L_2	Diámetro de la perforación en brida	mm
p	Presión de ensayo hidrostático	Bar
PN	Presión nominal	Bar
R_m	Resistencia mínima a la tracción	N/mm ²
$R_{p0,2}$	Límite mínimo de elasticidad a 0,2%	N/mm ²
s	Ancho de la cara de la junta de resalte (fija)	mm
t	Longitud de accesorios, véase 3.4	mm

0.3 Abreviaturas

DN	Diámetro nominal
FFD	Fierro fundido dúctil
ISO	International Organization for Standardization
M	Grado de los pernos para bridas

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece determinaciones referentes a sus dimensiones, tolerancias, especificaciones, ensayos, inspecciones, certificaciones, empaque, envío y rotulado.

Esta norma se aplica a: Tuberías de fierro fundido dúctil fabricadas por medio de fundición centrífuga en moldes metálicos con o sin superficie de recubrimiento interior; fundición centrífuga en moldes de arena; fundición en moldes de arena; o fundición en moldes metálicos. Asimismo para los accesorios de fierro fundido dúctil fabricados por fundición en moldes de arena; o fundición en moldes metálicos.

La norma se aplica a tuberías y accesorios que son sometidos a presión de agua y a otros líquidos.

2 REFERENCIAS

Las normas de referencia que se presentan, contienen disposiciones y requisitos que son parte de esta norma y se consideran valederas para la presente norma.

En caso de conflicto prevalecerá lo establecido en esta norma.

ISO 13	Grey iron pipes, special catings and grey iron parts for pressure main lines.
ISO 2 531	Ductile Iron Pipers, Fittings and Accesories for Presure Pipelines. Tubos, empalmes y accesorios de fundición dúctil para canalizaciones con presión
ISO 4 179	Tubos de fundición dúctil para canalizaciones con o sin presión – Revestimiento interno de mortero de cemento centrifugado – Prescripciones generales
ISO 6 506	Metallic materials - Hardness test - Brinell test.
ISO 6 600	Tubos de fundición dúctil - Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado - Control de composición del mortero recién aplicado.
ISO 6 708	Pipe components - Definition of nominal size. Elementos de tuberías definición del diámetro nominal
ISO 7 186	Tubos y accesorios de fundición dúctil para canalizaciones sin presión.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Diámetro nominal

Para los propósitos de esta norma se aplicará la definición de diámetro nominal (DN) que se establece en la norma ISO 6 708.

4 CLASIFICACIÓN

4.1 Por su fabricación

Por la forma de fabricación se tiene a:

a) Tuberías de fierro fundido dúctil fabricadas por medio de uno de los siguientes procesos:

- Fundición centrífuga en moldes metálicos con o sin superficie de recubrimiento interior;
- Fundición centrífuga en moldes de arena;¹
- Fundición en moldes de arena;
- Fundición en moldes metálicos;

b) Accesorios de fierro fundido dúctil fabricados por cualquiera de los siguientes dos (2) procesos:

- Fundición en moldes de arena;
- Fundición en moldes metálicos.

4.2 Por su forma

Las tuberías y accesorios varían por su tipo de unión.

Estas especificaciones se refieren, a uniones para tuberías y accesorios (campana / espiga) con material elastomérico y a uniones con brida, las que pueden ser fijas o móviles.

Se puede aplicar a tuberías y accesorios que tengan otros tipos de unión como las uniones de recorrido calafateado.

4.3 Por su diámetro

Las tuberías se fabrican en función de sus diámetros nominales, el intervalo se extiende desde un diámetro nominal DN 40 hasta un diámetro nominal DN 2 600.

5 PROPIEDADES

5.1 Calidad de las tuberías y accesorios

Una vez realizado el proceso de fundición, las tuberías y accesorios de fierro fundido se pueden someter, en caso que sea necesario, a un tratamiento térmico adecuado con el propósito que obtengan las características mecánicas requeridas.

Las tuberías y accesorios no deben presentar ningún defecto que pueda perjudicar su utilización.

¹ La expresión de arena hace referencia a arena u otros materiales de base mineral empleados en la fundición, sin tener en cuenta el tipo de aglutinante.

Las tuberías y accesorios que presenten pequeñas imperfecciones, inevitables como consecuencia del mismo proceso de fabricación no deben ser rechazadas siempre y cuando no afecten de ninguna manera su uso posterior. Bajo su propia responsabilidad, el fabricante puede reparar pequeñas imperfecciones superficiales de una manera adecuada.

Previo consentimiento del cliente o su representante, pueden corregirse determinados defectos mediante un proceso previamente aprobado como el de soldadura. En tales casos, el cliente puede solicitar la realización de alguno de los ensayos que se describen más adelante.

Las tuberías deben aceptar los procesos de corte, taladrado o ser pasibles a efectos mecánicos; en caso de desacuerdo se considerarán aceptables siempre y cuando su dureza superficial no exceda el valor de 230 HB (véase 7.3). La dureza superficial de los accesorios no debe ser superior a los 250 HB.²

5.2 Recubrimiento

A menos que se especifique de diferente manera, todas las tuberías y accesorios deben estar recubiertos tanto interna como externamente.

El recubrimiento debe secar rápidamente, tener una buena adherencia y no formar escamas. El recubrimiento interno no debe contener elementos solubles en el agua o ingredientes que puedan ocasionar olor o sabor al agua después de un lavado apropiado de las tuberías. En el caso de las tuberías para transporte del agua o de fluidos destinados a la alimentación, el recubrimiento interno no debe contener elementos tóxicos.

Los criterios relacionados con el revestimiento para los diferentes tipos de fundiciones, son los que se presentan en la norma ISO 13, para las tuberías y accesorios de fierro fundido.

Las especificaciones técnicas relacionadas con los recubrimientos internos con mortero de cemento para las tuberías, son las establecidas en las normas ISO 4 179 e ISO 6 600.

6 ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

6.1 Tuberías

Las tuberías se encuentran en función de un intervalo de diámetros nominales (DN), que se extienden desde un diámetro nominal DN 40 hasta un diámetro nominal DN 2 600.

El DN 60, que se indica entre paréntesis en las tablas existe en algunos países, sin embargo es recomendable, en tanto sea posible, se reemplace por DN 65.

6.1.1 Tipos

Esta norma especifica los siguientes tipos de tubería de fierro fundido dúctil:

6.1.1.1 Tubería con extremos espiga y campana

a) Generalidades

En esta norma se define (véase tabla 6.2) la gama de tuberías de fierro fundido dúctil que satisface la mayor parte de las necesidades comunes, en particular con relación al transporte y distribución del agua.

² En el caso de que las tuberías o accesorios se fabriquen con elementos soldados, se admite una mayor dureza ocal en los emplazamientos de las soldaduras

El espesor de las tuberías se encuentra definido en función de su diámetro mediante una fórmula lineal, tal como define la norma ISO 13 para las tuberías de fierro fundido. Si se presentan exigencias o requerimientos particulares, se puede considerar otra gama de tuberías que tengan espesores de pared más anchas o más delgadas.

La tabla 6.2 define las tuberías de extremos espiga y campana de fierro fundido dúctil empleadas en el transporte y distribución de agua. Se aplica igualmente a las tuberías de doble extremo espiga.

6.1.1.2 Tubería con bridas

a) Generalidades

En esta norma se definen seis tipos de tuberías con bridas de fierro fundido dúctil en función del espesor y la forma como van acopladas las bridas a la tubería:

- Tuberías con bridas incorporadas (véanse figura 6.2 y tabla 6.3),
- Tuberías con bridas soldadas (de casquillo para soldar) (véanse figura 6.2 y tabla 6.3),
- Tuberías con bridas superpuestas, ya sean roscadas (véanse la figura 6.3 y tabla 6.4),
- Tuberías con bridas de deslizamiento para soldar (véanse figura 6.3 y tabla 6.4).

El diseño de la impermeabilidad a las fugas en las bridas roscadas se deja a elección del fabricante.

6.1.2 Dimensiones

6.1.2.1 Espesor normal de tuberías

El espesor normal en tuberías de fierro fundido, se determina en función del diámetro nominal mediante la siguiente fórmula:

$$e = k (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

donde:

- e: espesor normal de la pared, en mm;
 DN: diámetro nominal;
 k: coeficiente elegido entre una serie de números enteros (... , 9, 10, 11, 12,...), tal como se establece en 6.1.2.2, 6.1.2.3, y 6.4.4.1.

- k = 9 (véase tabla 6.2),
 k = 9; 12; 14 (véase tabla 6.3),
 k = 9; 10; 12 (véase tabla 6.4),

Cuando sea necesario, cada especificación particular indica una fórmula adicional aplicable a piezas de diámetro reducido.

El diámetro externo de las tuberías, expresado en milímetros, se determina en función del diámetro nominal e independientemente del espesor de la pared de la tubería. El incremento o disminución del espesor de la pared de la tubería se obtiene modificando el diámetro real interno.

6.1.2.2 Tubería con extremos espiga y campana

a) Espesor

El espesor (e) de hierro fundido, (véase figura 6.1) se determina en función del diámetro nominal DN, empleando la fórmula que se describe en 6.1.2.1, considerando el valor $k = 9$; bajo lo siguiente:

$$e = 4,5 + 0,009 \text{ DN}$$

Sin embargo, para las tuberías DN 40 a DN 200 el espesor se calcula mediante la fórmula:

$$e = 5,8 + 0,003 \text{ DN}$$

con un valor de e, mínimo de 6 mm.

donde:

e: Espesor nominal de la pared, en mm

DN: Diámetro nominal de la tubería, adimensional

b) Longitud útil normal

Las longitudes útiles normales de las tuberías de extremos espiga y campana se describen en tabla 6.1.

Tabla 6.1 - Longitud útil normal

Diámetro nominal DN				Longitud útil normal (L) m
40	≤	DN	≤ 65	2 - 3 - 4 - 5 - 5,5 - 6
80	≤	DN	≤ 500	4 - 5 - 5,5 - 6
600	≤	DN	≤ 2 600	4 - 5 - 5,5 - 6 - 7 - 8 - 9

NOTA

No todos los valores de longitud útil normal se encuentran disponibles en todos los proveedores; por tanto, no se pueden exigir ni solicitar.

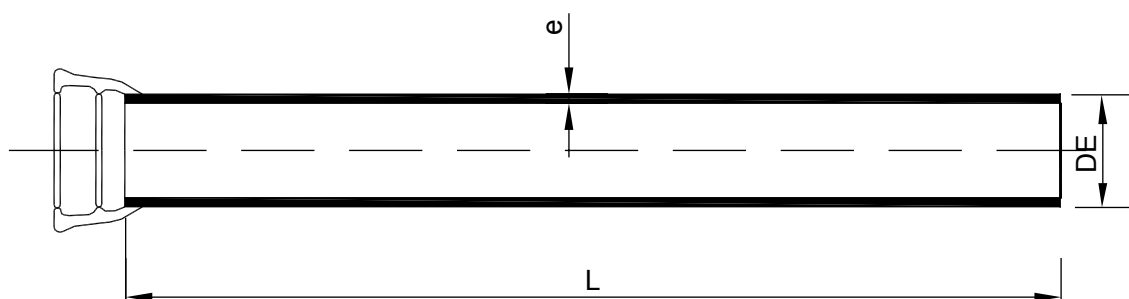


Figura 6.1 - Tubería con extremos espiga y campana

c) Dimensiones y pesos para tuberías clase k = 9

En tabla 6.2, se establecen las características que deben cumplir este tipo de tuberías en función a lo establecido en figura 6.1, donde:

$e = 5,8 + 0,003 \text{ DN}$, con un valor mínimo de 6 mm para DN 40 a DN 200, y

$e = 4,5 + 0,009 \text{ DN}$, para DN 250 a DN 2 600

Tabla 6.2 - Características de las tuberías con extremos espiga y campana

Diámetro Nominal (DN)	Cuerpo			Peso del encaje (aprox) kg	Peso total (aproximado) para una longitud útil (L) de:								
	(DE) mm	(e) mm	Peso por ml (aprox) kg		2m kg	3m kg	4m kg	5m kg	5,5m kg	6m kg	7m kg	8m kg	9m kg
40	56	6,0	6,6	1,7	15,0	21,5	28,0	34,5	38,0	41,5			
50	66	6,0	8,0	2,1	18,0	26,0	34,0	42,0	46,0	50,0			
(60)	77	6,0	9,4	2,5	21,5	30,5	40,0	49,5	54,0	59,0			
65	82	6,0	10,1	2,7	23,0	33,0	43,0	53,0	58,5	63,5			
80	98	6,0	12,2	3,4			52,0	64,5	70,5	76,5			
100	118	6,1	15,1	4,3			64,5	80,0	87,5	95,0			
125	144	6,2	18,9	5,7			81,5	100	110	119			
150	170	6,3	22,8	7,1			98,5	121	133	144			
200	222	6,4	30,6	10,3			133	163	179	194			
250	274	6,8	40,2	14,2			175	215	235	255			
300	326	7,2	50,8	18,6			222	273	298	323			
350	378	7,7	63,2	23,7			277	340	371	403			
400	429	8,1	75,5	29,3			331	407	445	482			
500	532	9,0	104,3	42,8			460	564	616	669			
600	635	9,9	137,3	59,3			608	745	813	882	1 019	1 156	1 293
700	738	10,8	173,9	79,1			775	949	1 036	1 123	1 296	1 470	1 644
800	842	11,7	215,2	102,6			963	1 179	1 286	1 394	1 609	1 824	2 039
900	945	12,6	260,2	129,9			1 171	1 431	1 561	1 691	1 951	2 212	2 472
1 000	1 048	13,5	309,3	161,3			1 399	1 708	1 862	2 017	2 326	2 636	2 945
1 200	1 255	15,3	420,1	237,7			1 918	2 338	2 548	2 758	3 178	3 599	4 019
1 400	1 462	17,1	547,2	279,3			2 468	3 015	3 289	3 563	4 110	4 657	5 204
1 600	1 668	18,9	690,3	375,4			3 137	3 827	4 172	4 517	5 208	5 898	6 588
1 800	1 875	20,7	850,1	490,6			3 891	4 741	5 166	5 591	6 441	7 291	8 142
2 000	2 082	22,5	1 026,3	626,4			4 732	5 758	6 271	6 784	7 811	8 837	9 863
2 200	2 288	24,3	1 218,3	784,2			5 657	6 876	7 485	8 094	9 312	10 531	11 749
2 400	2 495	26,1	1 427,2	966,2			6 675	8 102	8 816	9 529	10 957	12 384	13 811
2 600	2 702	27,9	1 652,4	1 173,7			7 783	9 423	10 262	11 088	12 741	14 393	16 045

6.1.2.3 Tubería con bridas

a) Espesor

El espesor de pared “e” se determina en función del diámetro nominal DN empleando la fórmula lineal (véase 6.1.2.1).

$$e = k (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

donde:

k = 12 y 14 para el caso de tuberías con bridas incorporadas;

k = 10 y 12 para el caso de tuberías con bridas roscadas; y

k = 9 para tuberías con bridas soldadas (de casquillo para soldar o con deslizamiento para soldar).

Al igual que en el caso de tuberías con extremos espiga y campana, el espesor de pared para tuberías de diámetros pequeños se determina empleando la siguiente fórmula:

$$e = 5,8 + 0,003 \text{ DN (con un valor mínimo de 6 mm)}$$

aplicable a las tuberías DN 40 a DN 200, clase k = 9 y a los DN 40 a DN 125 para las tuberías clase k = 10.

Lo establecido en estas normas o, en su defecto, los catálogos de los fabricantes, deben especificar cual de los valores del coeficiente k deben emplearse en el cálculo de los espesores de pared para tuberías con bridas incorporadas y tuberías con bridas superpuestas.

De acuerdo con 6.3, se encuentran disponibles cuatro tipos de bridas, que corresponden a las presiones nominales PN 10, PN 16, PN 25 y PN 40, y pueden conectarse a tuberías de manera fija o móvil. La última configuración tiene la ventaja de hacer más fácil el montaje de la pieza fundida y el cambio de PN.

Además del espesor de pared, la tabla 6.3 y tabla 6.4 establecen el peso convencional por unidad de longitud, en kilogramos por metro, así como el peso unitario aproximado de la brida correspondiente, en kilogramos.

En caso de tuberías con bridas incorporadas o de bridas soldadas con casquillo (véanse la figura 6.2 y tabla 6.3), el peso unitario de la brida se ha incrementado considerando los espesores de conexión.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Clase } k = 9 \\ \text{Clase } k = 12 \\ \text{Clase } k = 14 \end{array} \right\} e = \left\{ \begin{array}{l} 5,8 + 0,003 \text{ DN, con valor mínimo de 6 mm, desde DN 40 a DN 200} \\ 4,5 + 0,009 \text{ DN, desde DN 250 a DN 2 600} \\ 6 + 0,012 \text{ DN, con valor mínimo de 7 mm, desde DN 40 a DN 2 600} \\ 7 + 0,014 \text{ DN, desde DN 40 a DN 2 600} \end{array} \right.$$

**Tabla 6.3 - Espesor de pared y pesos de tuberías con bridas
incorporadas o soldadas con casquillo**

Diámetro nominal DN	Cuerpo de la tubería						Brida			
	k = 9 ¹⁾		k = 12 ²⁾		k = 14 ²⁾		Peso unitario ³⁾			
	e mm	Peso por m. lineal kg/m	e mm	Peso por m. lineal kg/m	e mm	Peso por m. lineal kg/m	PN 10 kg	PN 16 kg	PN 25 kg	PN 40 kg
40	6	6,6	7	7,6	7,6	8,1	1,7	1,7	1,7	1,7
50	6	8,0	7	9,1	7,7	9,9	2,1	2,1	2,1	2,1
(60)	6	9,4	7	10,9	7,8	12,0	2,2	2,2	2,1	2,1
65	6	10,1	7	11,6	7,9	13,0	2,5	2,5	2,4	2,4
80	6	12,2	7	14,1	8,1	16,1	2,9	2,9	2,9	2,9
100	6,1	15,1	7,2	17,7	8,4	20,4	3,3	3,3	3,8	3,8
125	6,2	18,9	7,5	22,7	8,8	26,4	4,0	4,0	4,6	5,9
150	6,3	22,8	7,8	28,0	9,1	32,4	4,9	4,9	5,9	8,0
200	6,4	30,6	8,4	39,7	9,8	46,1	6,8	6,6	8,7	14,0
250	6,8	40,2	9,0	52,8	10,5	61,3	9,6	9,2	13,1	23,2
300	7,2	50,8	9,6	67,3	11,2	78,1	12,8	12,4	18,0	33,5
350	7,7	63,2	10,2	83,1	11,9	96,5	14,1	17,2	25,5	-
400	8,1	75,5	10,8	100,0	12,6	116,2	16,3	21,9	33,2	-
500	9,0	104,3	12,0	138,2	14,0	160,6	21,8	37,0	48,7	-
600	9,9	137,1	13,2	181,8	15,4	211,3	30,8	57,3	71,5	-
700	-	-	14,4	230,8	16,8	268,4	40,5	55,6	-	-
800	-	-	15,6	285,5	18,2	332,1	54,8	74,0	-	-
900	-	-	16,8	345,4	19,6	401,7	64,3	88,2	-	-
1 000	-	-	18,0	410,6	21,0	477,7	81,4	122,9	-	-
1 200	-	-	20,4	557,8	23,8	649,0	120,9	185,2	-	-
1 400	-	-	22,8	726,8	26,6	845,7	147,8	215,9	-	-
1 600	-	-	25,2	916,9	29,4	1 067,0	206,4	308,4	-	-
1 800	-	-	27,6	1 129,3	32,2	1 314,2	236,3	362,2	-	-
2 000	-	-	30,0	1 363,4	35,0	1 586,8	279,4	432,2	-	-
2 200	-	-	32,4	1 618,6	37,8	1 883,9	345,6	512,3	-	-
2 400	-	-	34,8	1 896,2	40,6	2 207,0	398,8	601,1	-	-
2 600	-	-	37,2	2 195,6	43,4	2 555,5	436,9	672,0	-	-

1) aplicable a tuberías centrifugadas con bridas soldadas con casquillo

2) aplicable a tuberías moldeadas con bridas incorporadas

3) ver la parte achurada de la figura 6.2.

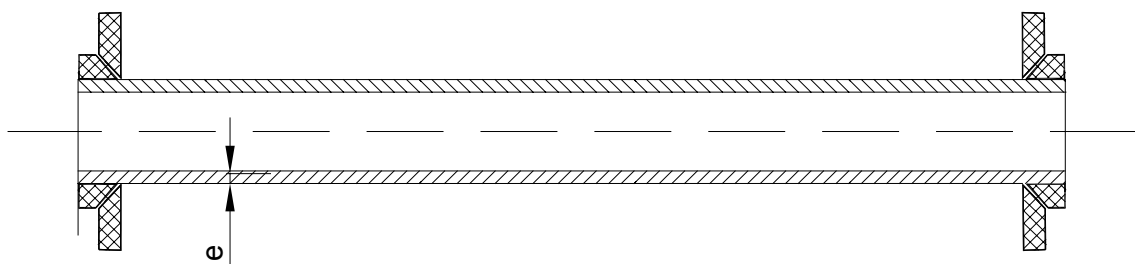


Figura 6.2 - Tubería con bridas incorporadas o con bridas soldadas con casquillo

Para las tuberías roscadas o con bridas soldadas con deslizamiento (véanse figura 6.3 y tabla 6.4), el peso unitario de la brida se ha incrementado en una cantidad que tiene en cuenta los espesores de conexión calculados a partir de una fórmula correspondiente al promedio de los valores utilizados en diferentes países.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Clase } k = 9 \\ \text{Clase } k = 10 \\ \text{Clase } k = 12 \end{array} \right\} e = \left\{ \begin{array}{l} 5,8 + 0,003 \text{ DN, con valor mínimo de 6 mm, de DN 40 a DN 200} \\ 4,5 + 0,009 \text{ DN, desde DN 250 a DN 2 600} \\ 5,8 + 0,003 \text{ DN, con valor mínimo de 6 mm, de DN 40 a DN 100} \\ 5 + 0,010 \text{ DN, desde DN 125 a DN 2 600} \\ 6 + 0,012 \text{ DN, desde DN 40 a DN 2 600} \end{array} \right.$$

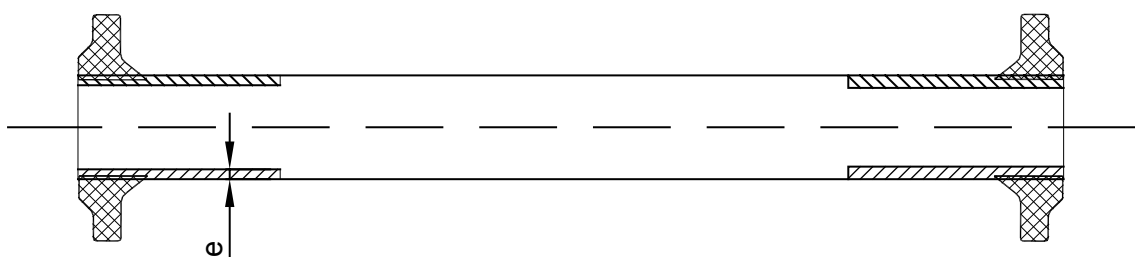


Figura 6.3 - Tubería con bridas roscadas o con bridas soldadas con deslizamiento

Tabla 6.4 - Espesor de pared y pesos de tuberías con bridas roscadas o soldadas con deslizamiento

Diámetro nominal DN	Cuerpo de la tubería						Brida			
	k = 9 ¹⁾		k = 12 ²⁾		k = 14 ²⁾		Peso unitario ³⁾ (kg)			
	e mm	Peso por m. lineal kg/m	e mm	Peso por m. lineal kg/m	e mm	Peso por m. lineal kg/m	PN 10 kg	PN 16 kg	PN 25 kg	PN 40 kg
40	6	6,6	6	6,6	6,5	7,1	2,0	2,0	2,0	2,0
50	6	8,0	6	8,0	6,6	8,7	2,5	2,5	2,5	2,5
(60)	6	9,4	6	9,4	6,7	10,4	2,7	2,7	2,6	2,6
65	6	10,1	6	10,1	6,8	11,3	3,0	3,0	2,9	2,9
80	6	12,2	6	12,2	7,0	14,1	3,5	3,5	3,5	3,5
100	6,1	15,1	6,1	15,1	7,2	17,7	4,0	4,0	4,5	4,5
125	6,2	18,9	6,3	19,2	7,5	22,7	5,0	5,0	5,6	6,9
150	6,3	22,8	6,5	23,5	7,8	28,0	6,1	6,1	7,1	9,2
200	6,4	30,6	7,0	33,3	8,4	39,7	8,5	8,3	10,4	15,7
250	6,8	40,2	7,5	44,3	9,0	52,8	11,8	11,4	15,3	25,4
300	7,2	50,8	8,0	56,3	9,6	67,3	15,6	15,2	20,8	36,3
350	7,7	63,2	8,5	69,6	10,2	83,1	17,6	20,7	29,0	
400	8,1	75,5	9,0	83,7	10,8	100,0	20,5	26,1	37,4	-
500	9,0	104,3	10	115,6	12,0	138,2	27,6	42,8	54,5	-
600	9,9	137,1	11	152,0	13,2	181,8	38,4	54,9	79,1	-
700	10,8	173,9	12	193,0	14,4	230,8	50,2	65,3	.	-
800	11,7	215,2	13	238,7	15,6	285,5	66,7	85,9	-	-
900	12,6	260,2	14	288,7	16,8	345,4	78,7	102,6	.	-
1 000	13,5	309,3	15	343,2	18,0	410,6	98,6	140,1	-	
1 200	15,3	420,1	17	466,1	20,4	557,8	144,2	208,5	-	-
1 400	17,1	547,2	19	607,2	22,8	726,8	178,2	246,3	-	.
1 600	18,9	690,3	21	766,0	25,2	916,9	244,7	346,7	-	-
1 800	20,7	850,1	23	943,4	27,6	1 129,3	283,5	409,4	-	-
2 000	22,5	1 026,3	25	1 139,0	30,0	1 363,4	336,4	489,2	-	-
2 200	24,3	1 218,3	27	1 352,1	32,4	1 618,6	413,2	579,9	-	-
2 400	26,1	1 427,2	29	1 583,9	34,8	1 896,2	478,0	680,3	-	-
2 600	27,9	1 652,4	31	1 833,9	37,2	2 195,6	528,6	763,7	-	-

1) aplicable a tuberías centrífugas con bridas soldadas con deslizamiento

2) aplicable a tuberías centrífugas con bridas roscadas

3) ver la parte achurada de la figura 6.3.

6.1.3 Tolerancias

6.1.3.1 Tolerancias en el espesor

Las tolerancias en el espesor de pared se determinan en función al tipo de fundición y se establecen en tabla 6.5, donde DN es el diámetro nominal.

Tabla 6.5 - Tolerancias en espesor de pared

Dimensiones en mm

Tipo de fundición	Tolerancia
Tuberías de fundición por centrifugado	- (1,3 + 0,001 DN)*
Tuberías de fundición no centrifugado	- (2,3 + 0,001 DN)*

* No se tiene establecido límite para la tolerancia positiva

6.1.3.2 Tolerancias en longitud

Del total de tuberías campana y espiga, el fabricante puede suministrar hasta un máximo de un 10 % de ellas para cada diámetro, en longitudes más cortas que las longitudes normales especificadas (véase 6.1.2.2), a pesar que la disminución máxima permitida en longitud es la que se presenta en tabla 6.6.

Tabla 6.6 - Disminución máxima en las longitudes de tuberías

Longitud especificada, L m	Disminución máxima en longitud cantidad
$L \leq 4$	1
$4 < L \leq 6$	2
$6 < L$	3

6.1.3.3 Tolerancias de rectitud de las tuberías de fundición centrífuga

Cuando se hace rodar la tubería sobre dos carriles, distantes aproximadamente una distancia de dos tercios de la longitud L de la tubería sometida a verificación, la flecha máxima f_m expresada en milímetros, no debe ser superior a 1,25 veces la longitud L, expresada en metros, es decir:

$$f_m \leq 1,25 L$$

6.1.3.4 Tolerancia en peso

Los valores de los pesos de los extremos campanas que se presentan en las tablas de esta norma, presentan valores aproximados.

El peso de las tuberías debe ser el establecido en esta norma, o, cuando no sea el caso, se adoptarán de catálogos de los fabricantes; y deben ser calculados tomando como valor de la densidad de la fundición de hierro una magnitud de 7 050 kg/m³.

El peso de las tuberías se determina considerando que el peso del extremo campana se ha establecido mediante una fórmula lineal, correspondiente al promedio de peso de los extremos campanas que se fabrican. Los valores indicados para el peso por metro de longitud de tubería y el peso de los extremos campanas se han redondeado al décimo de kilogramo más próximo.

Las piezas de fierro fundido con un peso superior al máximo se aceptan siempre y cuando cumplan con los otros requisitos de esta norma. Las tuberías menores a DN 150 no necesitan pesarse individualmente a menos que así se especifique en la solicitud u orden de compra, por parte del comprador.

Las tolerancias de los pesos figuran en tabla 6.7.

Tabla 6.7 - Tolerancias en peso en función al tipo de fundición

Dimensiones en %

Tipo de fundición	Tolerancia del peso normalizado
Tuberías de fundición centrífuga hasta DN 200	± 8
Tuberías de fundición centrífuga con DN mayor a DN 200	± 5
Tuberías de fundición no centrífuga	± 8

6.1.3.5 Tuberías con extremos espiga y campana, tolerancia relacionada a la longitud

La tolerancia relacionada a la longitud útil normal de fabricación se determina en tabla 6.8 y se aplica independientemente del diámetro nominal DN.

Tabla 6.8 - Tolerancia relacionada a la longitud

Dimensiones en mm

Tolerancia relacionada a la longitud útil de fabricación	± 30

6.1.3.6 Tuberías con bridas, tolerancia relacionada a la longitud

La tolerancia normal aplicable a la longitud útil de fabricación de las tuberías con bridas se determina en tabla 6.9 y se aplica independientemente del DN.

Tabla 6.9 - Tolerancia relacionada a la longitud

Dimensiones en mm

Tolerancia relacionada a la longitud útil de fabricación	± 10

A solicitud del cliente en la orden de compra, y por acuerdo entre el fabricante y el cliente, se pueden aceptar tolerancias más estrictas pero nunca superiores a ± 3 mm.

6.2 Uniones

Las tuberías y accesorios pueden encontrarse provistas de diferentes tipos de unión.

6.2.1 Tipos

Estas especificaciones se refieren, fundamentalmente, a uniones para tuberías y accesorios (campana / espiga) con material elastomérico y a uniones con brida.

También pueden emplearse en tuberías y accesorios que tengan otros tipos de unión como por ejemplo las uniones de recorrido calafateado. La forma de desarrollo de este tipo de uniones mantienen las mismas dimensiones exteriores, haciendo posible a los fabricantes utilizar piezas intercambiables.

El diámetro externo normal del extremo espiga de las tuberías y accesorios permanece igual para todos los tipos de unión. Además, este diámetro externo es el mismo, en la serie de los diámetros nominales comunes, al del extremo espiga de las piezas de fierro fundido (véase la norma ISO 13), lo cual facilita la unión de las tuberías o accesorios de fierro fundido dúctil a las redes existentes de tubería de fierro fundido.

6.2.2 Dimensiones y tolerancias

Con el propósito de garantizar el intercambio entre piezas y accesorios de diferentes procedencias, la tolerancia máxima en los diámetros externos de los extremos espigas de las tuberías y accesorios, medida circunferencialmente a la perpendicular de la unión, no deberá ser superior a 1 mm.

Las tolerancias en las uniones dependen de las características peculiares de cada tipo de unión, y deberán ser las especificadas en estas normas nacionales, cuando no se cuente con especificación, se debe recurrir a lo establecido en los catálogos del fabricante para cada tipo de unión, en función a su diámetro nominal.

Como regla general, las tolerancias en los extremos campana son más restringidas que las tolerancias en el cuerpo de la tubería o accesorio debido al mayor espesor y la mayor rigidez de los extremos campanas.

6.3 Bridas

En la norma ISO 13 se ha adoptado un tipo único de brida para el caso de tuberías de fierro fundido.

Se tienen cuatro tipos de bridas correspondientes a las presiones nominales PN 10, PN 16, PN 25 y PN 40 respectivamente.

Debido a que los detalles de las perforaciones son idénticos, se adopta un diseño único para bridas correspondientes a tuberías DN 40 y DN 50 para las presiones nominales PN 10, PN 16, PN 25 y PN 40 y para las correspondientes a tuberías DN 60 y DN 65, una forma común para las presiones nominales PN 10, PN 16, PN 25 y PN 40 y diseño común para las presiones nominales PN 10 y PN 16 por un lado y PN 25 y PN 40 por otro.

Además, por la semejanza de forma y/o semejanza de las perforaciones para DN 80 a DN 300, para las presiones nominales mencionadas anteriormente, se han globalizado tanto las formas como las perforaciones de acuerdo a lo que se muestra en tabla 6.10.

Como se especifica en la norma ISO 13 las bridas PN 10 (véanse tabla 6.16 y tabla 6.17) pueden usarse en tuberías con extremos campana hasta presiones de aproximadamente 15 Bar.

Los requisitos de dimensiones de las bridas se establecen en tabla 6.16 a tabla 6.27 para los diámetros y presiones nominales establecidos.

Tabla 6.10 - Características de las bridas según DN y PN

Diámetro nominal DN	Equivalencia de forma de brida para presión nominal PN	Equivalencia de plantilla de perforaciones para presiones nominales PN
40 y 50	10 - 16 - 25 - 40	10 - 16 - 25 - 40
60 y 65	10 - 16 - 25 - 40	10 - 16 / 25 - 40
80	10 - 16 - 25 - 40	10 - 16 - 25 - 40
100	10 - 16 / 25 - 40	10 - 16 / 25 - 40
125 y 150	10 - 16	10 - 16 / 25 - 40
200 a 300	10 - 16	

Las bridas pueden fundirse juntamente con la pieza correspondiente o, por el contrario, en forma separada para luego unirse de manera manual, es decir, mediante procesos adicionales como el atornillado y la soldadura.

6.3.1 Tipos

Las bridas son fijas o móviles. Su configuración hace que el montaje y el cambio de PN sean más fáciles.

Las bridas móviles se pueden emplear en las mismas condiciones de uso que las bridas fijas.

La brida móvil está compuesta por un anillo, unido en una o varias partes mediante pernos, los cuales llevan un collar de unión extremo. El anillo puede ser rotado libremente alrededor del eje de la tubería y puede en esas condiciones posesionarse para que sea alineado con los agujeros de los pernos. El diámetro externo y los detalles de los agujeros son similares tanto para las bridas fijas como para las móviles.

6.3.2 Tolerancias

6.3.2.1 Tolerancia de espesor

La tolerancia en el espesor de la brida, b , se determina en tabla 6.11. Se considera el espesor de brida, como:

$$b = C - f_1$$

Tabla 6.11 - Tolerancia del espesor de brida

Dimensiones en mm	
Tipo de brida	Tolerancia
Brida fija (integral fundida)	$\pm (3 + 0,05 b)$
Brida móvil (soldada y atornillada)	$\pm (2 + 0,05 b)$

6.3.2.2 Tolerancia con relación a los diámetros

Las tolerancias del diámetro externo de la brida y del diámetro de la cara de la junta con resalte se determinan en figura 6.4 y tabla 6.12.

Tabla 6.12 - Tolerancia de diámetro externo y de la cara de junta con resalte, en función del DN

Dimensiones en mm

DN	Tolerancias	
	Diámetro externo D	Diámetro de la cara de junta con resalte d ₁
40	± 4,0	± 4,0
50		
60		
65	± 4,5	
80		
100		
125		
150	± 5,5	+ 4,5 - 4,0
200		+ 5,5 - 4,5
250		
300		
350	± 6,5	
400		+ 6,5 - 5,0
500		
600		
700	± 7,5	
800		+ 7,5 - 5,5
900		
1 000		
1 200	± 8,5	
1 400	± 10,0	
1 600	± 12,0	+ 9,0 - 5,5
1 800		+ 10,0 - 6,0
2 000		
2 200		
2 400		
2 600		

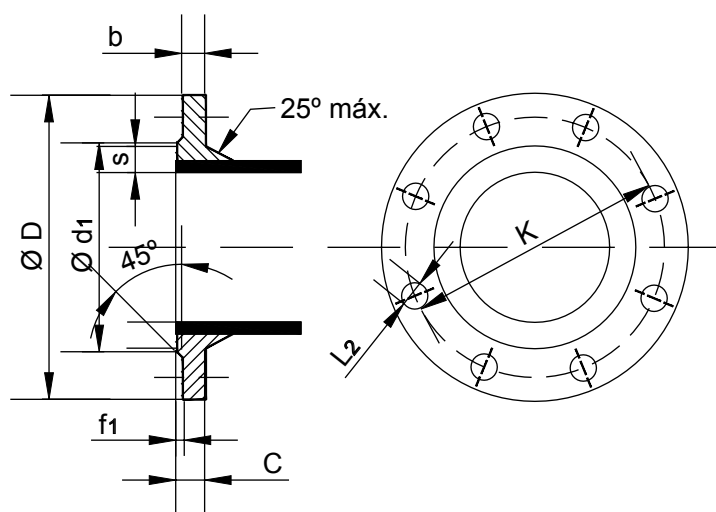


Figura 6.4 - Esquema de dimensiones y perforaciones por brida (sin escala)

6.3.2.3 Tolerancias de altura de la cara de la junta con resalte

Las tolerancias para la altura de la cara de la junta con resalte se presentan en tabla 6.13.

Tabla 6.13 - Tolerancias de la cara de la junta con resalte

Dimensiones en mm

Altura de la cara de la junta con resalte, f_1	Tolerancia
3	+ 1,5
	- 2,0
4	+ 2,0
	-3,0
5	+ 2,5
	- 4,0

6.3.2.4 Tolerancia de las perforaciones de la brida

Las tolerancias en los diámetros de las perforaciones para los pernos y su posición con respecto a la normal se establece en tabla 6.14, describiendo tolerancias para el diámetro de la perforación (L_2), diámetro del círculo de los ejes de las perforaciones y de la distancia entre ejes de las perforaciones adyacentes.

Tabla 6.14 - Tolerancias de las perforaciones en brida

Dimensiones en mm

Dimensión	Tolerancia del diámetro de la perforación		
	de 19 a 28	de 31 a 56	> a 62
Diámetro de las perforaciones para paso de tornillo, L_2	+ 0,5 0	+0,5 0	+ 1,0 0
Diámetro del círculo de los ejes de las perforaciones de paso, K	± 2,0	± 2,8	± 4,8
Distancia entre ejes de dos perforaciones de paso adyacentes	± 2,0	± 2,8	± 4,8

6.3.2.5 Tolerancia de paralelismo de la superficie de apoyo de los pernos con relación a la superficie de la junta

La tolerancia de paralelismo de la superficie o cara de apoyo de los pernos, posterior a la brida, con respecto a la cara de apoyo de la junta con resalte deberá ser de máximo 2°.

6.3.3 Dimensiones

6.3.3.1 Dimensiones de las perforaciones para los pernos

El diámetro de las perforaciones se ha fijado de acuerdo con el diámetro nominal de los pernos en concordancia con el criterio de tabla 6.15.

Tabla 6.15 - Tolerancias de las perforaciones en brida

Dimensiones en mm

Tipo de perno	Tolerancia en la perforación
Para pernos $\leq$ M20	diámetro nominal del perno + 3 mm
Para pernos $>$ M20 pero $\leq$ M52	diámetro nominal del perno + 4 mm
Para pernos $>$ M52	diámetro nominal del perno + 6 mm

6.3.3.2 Dimensiones y detalles de las perforaciones de bridas PN 10**a) Brida fija PN 10**

Las dimensiones y características de la brida fija se muestra en figura 6.4, tabla 6.16 y tabla 6.17. El valor de b y s, se calcula mediante:

$$b = \begin{cases} 10 + 0,035 \text{ DN, con valor mínimo de 16 mm, desde DN 40 a DN 300} \\ 10 + 0,025 \text{ DN, con valor mínimo de 20,5 mm, desde DN 350 a DN 1 200} \\ 20 + 0,015 \text{ DN, desde DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} 0,8 C, \text{ de DN 40 a DN 600} \\ 0,7 C, \text{ de DN 700 a DN 2 600} \end{cases}$$

En figura 6.4 y figura 6.5, se presenta un número de perforaciones de paso que pueden no coincidir con el número real de perforaciones, que se obtiene de la columna "Cantidad de perforaciones de paso" en tabla 6.17.

Véase tabla 6.17 para establecer el valor de K, como distancia entre ejes de perforaciones y el diámetro de perforación de paso L_2 .

Tabla 6.16 - Dimensiones de brida fija PN 10

Diámetro nominal DN	D mm	d₁ mm	C mm	b mm	f₁ mm	s * mm	Peso aproximado de brida ** kg
40	150	84	19	16	3	15	1,7
50	165	99	19	16	3	15	2,1
(60)	175	108	19	16	3	15	2,2
65	185	118	19	16	3	15	2,5
80	200	132	19	16	3	15	2,9
100	220	156	19	16	3	15	3,3
125	250	184	19	16	3	15	4,0
150	285	211	19	16	3	15	4,9
200	340	266	20	17	3	16	6,8
250	400	319	22	19	3	17,5	9,6
300	455	370	24,5	20,5	4	19,5	12,8
350	505	429	24,5	20,5	4	19,5	14,1
400	565	480	24,5	20,5	4	19,5	16,3
500	670	582	26,5	22,5	4	21,0	21,8
600	780	682	30,0	25,0	5	22,0	30,8
700	895	794	32,5	27,5	5	23,0	40,5
800	1 015	901	35,0	30,0	5	24,5	54,8
900	1 115	1 001	37,5	32,5	5	26,5	64,3
1 000	1 230	1 112	40	35	5	28,0	81,4
1 200	1 455	1 328	45	40	5	31,5	120,9
1 400	1 675	1 530	46	41	5	32,0	147,8
1 600	1 915	1 750	49	44	5	34,5	206,4
1 800	2 115	1 950	52	47	5	36,5	236,3
2 000	2 325	2 150	55	50	5	38,5	279,4
2 200	2 550	2 370	59	53	6	41,5	345,6
2 400	2 750	2 570	62	56	6	43,5	398,8
2 600	2 960	2 780	65	59	6	45,5	436,9

* Dimensión s, especificada para cálculo del peso

** Parte achurada en figura 6.4

Tabla 6.17 - Cantidad y diámetro de perforaciones de paso y tipo de perno PN 10

Dimensiones en mm

Diámetro nominal DN	D	K	Perforaciones de paso		Pernos
			Cantidad	Diámetro L ₂	Diámetro Nominal de rosca
40	150	110	4	19	M16
50	165	125	4	19	M16
(60)	175	135	4	19	M16
65	185	145	4	19	M16
80	200	160	8 *	19	M16
100	220	180	8	19	M16
125	250	210	8	19	M16
150	285	240	8	23	M20
200	340	295	8	23	M20
250	400	350	12	23	M20
300	455	400	12	23	M20
350	505	460	16	23	M20
400	565	515	16	28	M24
500	670	620	20	28	M24
600	780	725	20	31	M27
700	895	840	24	31	M27
800	1 015	950	24	34	M30
900	1 115	1 050	28	34	M30
1 000	1 230	1 160	28	37	M33
1 200	1 455	1 380	32	40	M36
1 400	1 675	1 590	36	43	M39
1 600	1 915	1 820	40	49	M45
1 800	2 115	2 020	44	49	M45
2 000	2 325	2 230	48	49	M45
2 200	2 550	2 440	52	56	M52
2 400	2 750	2 650	56	56	M52
2 600	2 960	2 850	60	56	M52

* Para bridas con diámetro nominal DN 80 y presión PN 10, el número de perforaciones se puede reducir hasta 4 a solicitud del cliente con el propósito de permitir el acoplamiento con la brida con una tubería anterior.

b) Brida móvil PN 10

Las dimensiones y características de la brida móvil se muestran en figura 6.5 y tabla 6.18. El valor de b_1 , se calcula mediante:

$$b_1 = 14 + 0,06 \text{ DN, con un valor mínimo de 19 mm.}$$

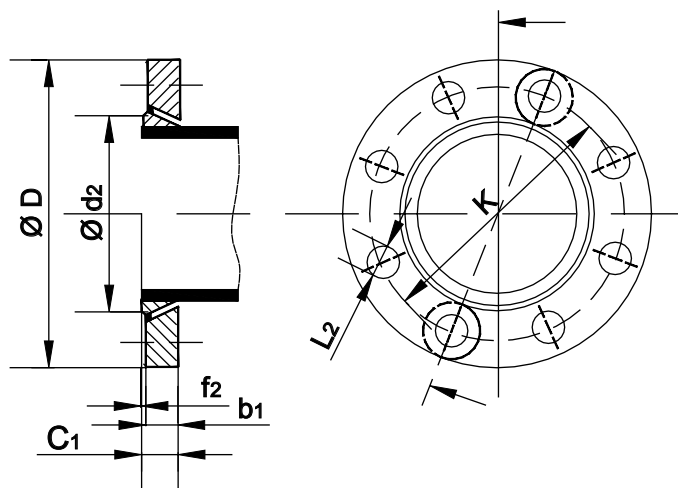


Figura 6.5 - Esquema de dimensiones y perforaciones por brida PN 10 (sin escala)

Tabla 6.18 - Dimensiones de bridas móviles PN 10

Diámetro nominal DN	D mm	d ₂ mm	C ₁ mm	b ₁ mm	f ₂ mm	Peso aproximado de brida *** kg
40	150	84	22	19	3	1,8
50	165	99	22	19	3	2,1
(60)	175	108	22	19	3	2,3
65	185	118	22	19	3	2,8
80	200	132	22	19	3	2,9
100	220	156	23	20	3	3,4
125	250	184	24,5	21,5	3	4,4
150	285	211	26	23	3	5,7
200	340	266	29	26	3	8,2
250	400	319	32	29	3	11,7
300	455	370	36	32	4	15,3
350	505	429	39	35	4	19,5
400	565	480	42	38	4	22,1
500	670	582	48	44	4	33,0
600	780	682	55	50	5	43,9

*** Parte achurada en figura 6.5.

6.3.3.3 Dimensiones y detalles de las perforaciones de bridas PN 16

a) Brida fija PN 16

Las dimensiones y características de la brida fija se muestran en figura 6.6, tabla 6.19 y tabla 6.20. El valor de b y s, se calcula mediante:

$$b = \begin{cases} 10 + 0,035 \text{ DN, con valor mínimo de 16 mm, desde DN 40 a DN 1 200} \\ 20 + 0,025 \text{ DN, desde DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} 0,8 C, \text{ para DN 40 a DN 600} \\ 0,7 C, \text{ para DN 700 a DN 2 600} \end{cases}$$

Tabla 6.19 - Dimensiones de brida fija PN 16

Diámetro nominal DN	D mm	d ₁ mm	C mm	b mm	f ₁ mm	s *	Peso aproximado de brida ** kg
40	150	84	19	16	3	15	1,7
50	165	99	19	16	3	15	2,1
(60)	175	108	19	16	3	15	2,2
65	185	118	19	16	3	15	2,5
80	200	132	19	16	3	15	2,9
100	220	156	19	16	3	15	3,3
125	250	184	19	16	3	15	4,0
150	285	211	19	16	3	15	4,9
200	340	266	20	17	3	16	6,6
250	400	319	22	19	3	17,5	9,2
300	455	370	24,5	20,5	4	19,5	12,4
350	520	429	26,5	22,5	4	21,0	17,2
400	580	480	28,0	24,0	4	22,5	21,9
500	715	609	31,5	27,5	4	25,0	37,0
600	840	720	36,0	31,0	5	27,0	57,3
700	910	794	39,5	34,5	5	29,5	65,6
800	1 025	901	43,0	38,0	5	30,0	74,0
900	1 125	1 001	46,5	41,5	5	32,5	88,2
1 000	1 255	1 112	50	45	5	35,0	122,9
1 200	1 485	1 328	57	52	5	40,0	185,2
1 400	1 685	1 530	60	55	5	42,0	215,9
1 600	1 930	1 750	65	60	5	45,5	308,4
1 800	2 130	1 950	70	65	5	49,0	362,2
2 000	2 345	2 150	75	70	5	52,5	432,2
2 200	2 555	2 370	81	75	6	56,5	512,3
2 400	2 765	2 570	86	80	6	60,0	601,0
2 600	2 965	2 780	91	85	6	63,5	672,0

* Dimensión s, especificada para cálculo del peso

** Parte achurada en figura 6.6.

Véase tabla 6.20 para establecer el valor de K, como distancia entre ejes de perforaciones y el diámetro de perforación de paso L₂.

Tabla 6.20 - Cantidad y diámetro de perforaciones de paso y tipo de perno PN 16

Dimensiones en mm

Diámetro nominal DN	D	K	Perforaciones de paso		Pernos
			Cantidad	Diámetro L_2	Diámetro Nominal de rosca
40	150	110	4	19	M16
50	165	125	4	19	M16
(60)	175	135	4	19	M16
65	185	145	4	19	M 16
80	200	160	8	19	M16
100	220	180	8	19	M16
125	250	210	8	19	M16
150	285	240	8	23	M20
200	340	295	12	23	M20
250	400	355	12	28	M24
300	455	410	12	28	M24
350	520	470	16	28	M24
400	580	525	16	31	M27
500	715	650	20	34	M30
600	840	770	20	37	M33
700	910	840	24	37	M33
800	1 025	950	24	40	M36
900	1 125	1 050	28	40	M36
1 000	1 255	1 170	28	43	M39
1 200	1 485	1 390	32	49	M45
1 400	1 685	1 590	36	49	M45
1 600	1 930	1 820	40	56	M52
1 800	2 130	2 020	44	56	M52
2 000	2 345	2 230	48	62	M56
2 200	2 555	2 440	52	62	M56
2 400	2 765	2 650	56	62	M56
2 600	2 965	2 850	60	62	M56

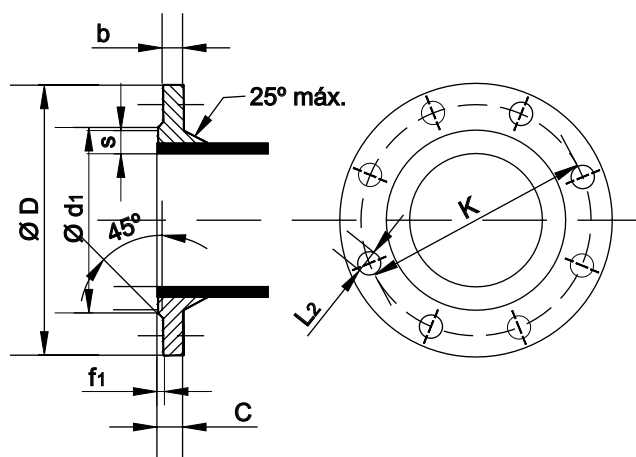


Figura 6.6 - Esquema de dimensiones y perforaciones por brida PN 16 (sin escala)

En figura 6.6 y figura 6.7, se presenta un número de perforaciones de paso que pueden no coincidir con el número real de perforaciones, que se obtiene de la columna "Cantidad de perforaciones de paso" en tabla 6.20.

b) Brida móvil PN 16

Las dimensiones y características de la brida móvil se muestra en figura 6.7 y tabla 6.21. El valor de b_1 , se calcula mediante:

$$b_1 = 14 + 0,06 \text{ DN, con un valor mínimo de 19 mm.}$$

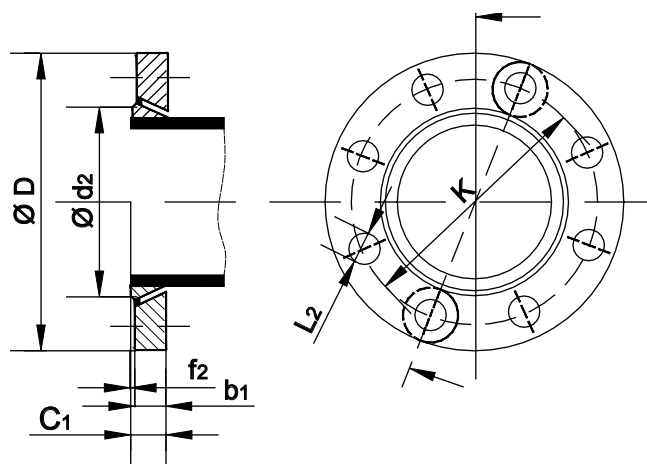


Figura 6.7 - Esquema de dimensiones y perforaciones por brida PN 16 (sin escala)

Tabla 6.21 - Dimensiones de las bridas móviles PN 16

Diámetro nominal DN	D mm	d ₂ mm	C ₁ mm	b ₁ mm	f ₂ mm	Peso aproximado de brida *** kg
40	150	84	22	19	3	1,8
50	165	99	22	19	3	2,1
(60)	175	108	22	19	3	2,3
65	185	118	22	19	3	2,8
80	200	132	22	19	3	2,9
100	220	156	23	20	3	3,4
125	250	184	24,5	21,5	3	4,4
150	285	211	26	23	3	5,7
200	340	266	29	26	3	8,1
250	400	319	32	29	3	11,3
300	455	370	36	32	4	14,6
350	520	429	39	35	4	20,3
400	580	480	42	38	4	26,6
500	715	609	48	44	4	46,0
600	840	720	55	50	5	68,9

*** Parte achurada en figura 6.7

6.3.3.4 Dimensiones y detalles de las perforaciones de bridas PN 25

a) Brida fija PN 25

Las dimensiones y características de la brida fija se muestra en figura 6.8, tabla 6.22 y tabla 6.23. El valor de b y s , se calcula mediante:

$$b = \begin{cases} 10 + 0,045 \text{ DN, con valor mínimo de 16 mm, desde DN 40 a DN 1 200} \\ 20 + 0,035 \text{ DN, desde DN 1 400 a DN 2 000} \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} 0,8 C, \text{ para DN 40 a DN 600} \\ 0,7 C, \text{ para DN 700 a DN 2 000} \end{cases}$$

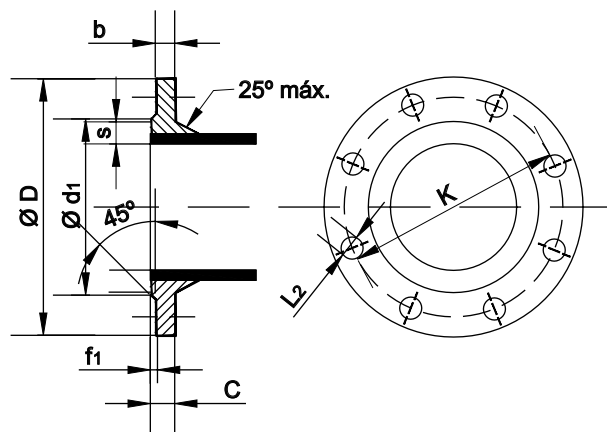


Figura 6.8 - Esquema de dimensiones y perforaciones por brida PN 25 (sin escala)

En figura 6.8 y figura 6.9, se presenta un número de perforaciones de paso que pueden no coincidir con el número real de perforaciones, que se obtiene de la columna "Cantidad de perforaciones de paso" en tabla 6.23.

Véase tabla 6.23 para establecer el valor de K, como distancia entre ejes de perforaciones y el diámetro de perforación de paso L_2 .

Tabla 6.22 - Dimensiones de brida fija PN 25

Diámetro nominal DN	D mm	d₁ mm	C mm	b mm	f₁ mm	s * mm	Peso aproximado de brida ** kg
40	150	84	19	16	3	15	1,7
50	165	99	19	16	3	15	2,1
(60)	175	108	19	16	3	15	2,1
65	185	118	19	16	3	15	2,4
80	200	132	19	16	3	15	2,9
100	235	156	19	16	3	15	3,8
125	270	184	19	16	3	15	4,6
150	300	211	20	17	3	16	5,9
200	360	274	22	19	3	17,5	8,7
250	425	330	24,5	21,5	3	19,5	13,1
300	485	389	27,5	23,5	4	22,0	18,0
350	555	448	30,0	26,0	4	24,0	25,5
400	620	503	32,0	28,0	4	25,5	33,2
500	730	609	36,5	32,5	4	29,0	48,7
600	845	720	42,0	37,0	5	30,5	71,5
700	960	820	46,5	41,5	5	32,5	90,3
800	1 085	928	51,0	46,0	5	35,5	123,2
900	1 185	1 028	55,5	50,5	5	39,0	148,6
1 000	1 320	1 140	60	55	5	42,0	200,7
1 200	1 530	1 350	69	64	5	48,5	284,7
1 400	1 755	1 560	74	69	5	52,0	368,1
1 600	1 975	1 780	81	76	5	56,5	485,5
1 800	2 195	1 985	88	83	5	61,5	601,9
2 000	2 425	2 210	95	90	5	66,5	784,9

* Dimensión s, especificada para cálculo del peso

** Parte achurada en figura 6.8.

Tabla 6.23 - Cantidad y diámetro de perforaciones de paso y tipo de perno PN 25

Dimensiones en mm

Diámetro nominal DN	D	K	Perforaciones de paso		Pernos
			Cantidad	Diámetro L_2	Diámetro nominal de rosca
40	150	110	4	19	M16
50	165	125	4	19	M16
(60)	175	135	8	19	M16
5	185	145	8	19	M16
80	200	160	8	19	M16
100	235	190	8	23	M20
125	270	220	8	28	M24
150	300	250	8	28	M24
200	360	310	12	28	M24
250	425	370	12	31	M27
300	485	430	16	31	M27
350	555	490	16	34	M30
400	620	550	16	37	M33
500	730	650	20	37	M33
600	845	770	20	40	M36
700	960	875	24	43	M39
800	1 085	990	24	49	M45
900	1 185	1 090	28	49	M45
1 000	1 320	1 210	28	56	M52
1 200	1 530	1 420	32	56	M52
1 400	1 755	1 640	36	62	M56
1 600	1 975	1 860	40	62	M56
1 800	2 195	2 070	44	70	M64
2 000	2 425	2 300	48	70	M64

b) Brida móvil PN 25

Las dimensiones y características de la brida móvil se muestran en figura 6.9 y tabla 6.24. El valor de b_1 , se calcula mediante:

$$b_1 = 14 + 0,06 \text{ DN, con un valor mínimo de 19 mm.}$$

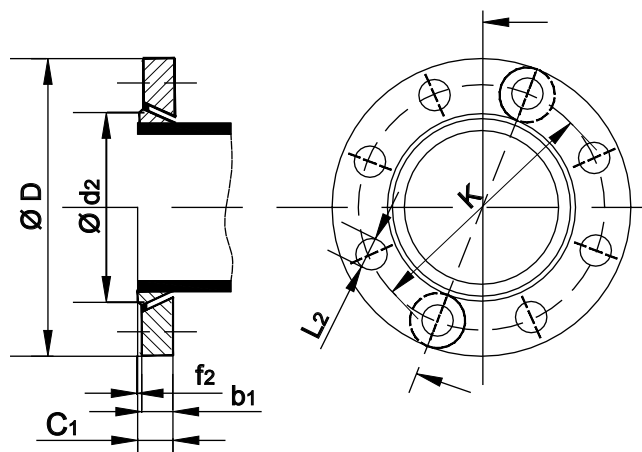


Figura 6.9 - Esquema de dimensiones y perforaciones por brida PN 25 (sin escala)

Tabla 6.24 - Dimensiones de la brida móvil PN 25

Diámetro nominal DN	D mm	d ₂ mm	C ₁ mm	b ₁ mm	f ₂ mm	Peso aproximado de brida *** kg
40	150	84	22	19	3	1,8
50	165	99	22	19	3	2,1
(60)	175	108	22	19	3	1,9
65	185	118	22	19	3	2,9
80	200	132	22	19	3	3,0
100	235	156	23	20	3	3,9
125	270	184	24,5	21,5	3	5,3
150	300	211	26	23	3	6,7
200	360	274	29	26	3	9,2
250	425	330	32	29	3	14,2
300	485	389	36	32	4	18,2
350	555	448	39	35	4	26,4
400	620	503	42	38	4	36,6
500	730	609	48	44	4	52,0
600	845	720	55	50	5	71,9

*** Parte achurada en figura 6.9

6.3.3.5 Dimensiones y detalles de las perforaciones de bridas PN 40

a) Brida fija PN 40

Las dimensiones y características de la brida fija se muestran en figura 6.10, tabla 6.25 y tabla 6.26. El valor de b y s, se calcula mediante:

$$b = \begin{cases} 10 + 0,045 \text{ DN, con valor mínimo de 16 mm, desde DN 40 a DN 100} \\ 10 + 0,085 \text{ DN, desde DN 125 a DN 400} \\ 20 + 0,055 \text{ DN, desde DN 500 a DN 600} \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} 0,8 \text{ C, para DN 40 a DN 100} \\ 0,7 \text{ C, para DN 125 a DN 600} \end{cases}$$

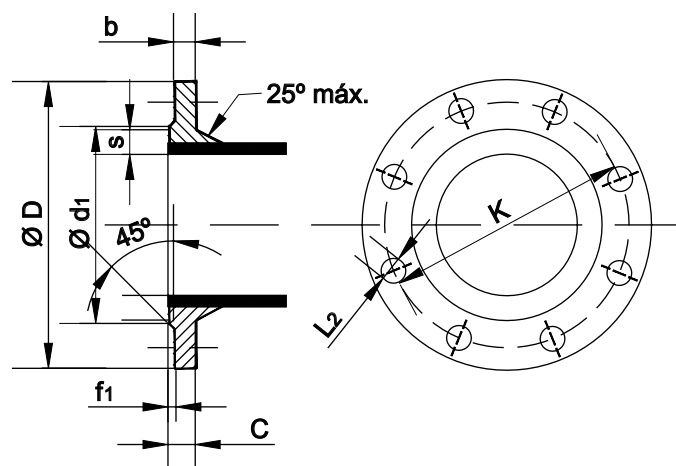


Figura 6.10 - Esquema de dimensiones y perforaciones por brida PN 40 (sin escala)

Tabla 6.25 - Dimensiones de brida fija PN 40

Diámetro nominal DN	D mm	d ₁ mm	C mm	b mm	f ₁ mm	s * mm	Peso aproximado de brida ** kg
40	150	84	19	16	3	15	1,7
50	165	99	19	16	3	15	2,1
(60)	175	108	19	16	3	15	2,1
65	185	118	19	16	3	15	2,4
80	200	132	19	16	3	15	2,9
100	235	156	19	16	3	15	3,8
125	270	184	23,5	20,5	3	16,5	5,9
150	300	211	26,0	23,0	3	18,0	8,0
200	375	284	30,0	27,0	3	21,0	14,0
250	450	345	34,5	31,5	3	24,0	23,2
300	515	409	39,5	35,5	4	27,5	33,5
350	580	465	44	40	4	31,0	46,7
400	660	535	48	44	4	33,5	66,9
500	765	615	52	48	4	36,5	82,3
600	890	735	58	53	5	40,5	124,1

* Dimensión s, especificada para cálculo del peso

** Parte achurada en figura 6.10

En figura 6.10 y figura 6.11, se presenta un número de perforaciones de paso que pueden no coincidir con el número real de perforaciones, que se obtiene de la columna "Cantidad de perforaciones de paso" en tabla 6.26.

Véase tabla 6.26, para establecer el valor de K, como distancia entre ejes de perforaciones y el diámetro de perforación de paso L_2 .

Tabla 6.26 - Cantidad y diámetro de perforaciones de paso y tipo de perno PN 40

Dimensiones en mm

Diámetro nominal DN	D	K	Perforaciones de paso		Pernos
			Cantidad	Diámetro L_2	Diámetro nominal de rosca
40	150	110	4	19	M16
60	165	125	4	19	M16
(60)	175	135	8	19	M16
65	185	145	8	19	M16
80	200	160	8	19	M16
100	235	190	8	23	M20
125	270	220	8	28	M24
150	300	250	8	28	M24
200	375	320	12	31	M27
250	450	385	12	34	M30
300	515	450	16	34	M30
350	580	510	16	37	M33
400	660	585	16	40	M36
500	755	670	20	43	M39
600	890	795	20	49	M45

b) Brida móvil PN 40

Las dimensiones y características de la brida móvil se muestran en figura 6.11 y tabla 6.27. El valor de b_1 , se calcula mediante:

$$b_1 = \begin{cases} 14 + 0,06 \text{ DN, con un valor mínimo de 19 mm., para DN 40 a DN 150} \\ 14 + 0,08 \text{ DN, para DN 200 a DN 350} \end{cases}$$

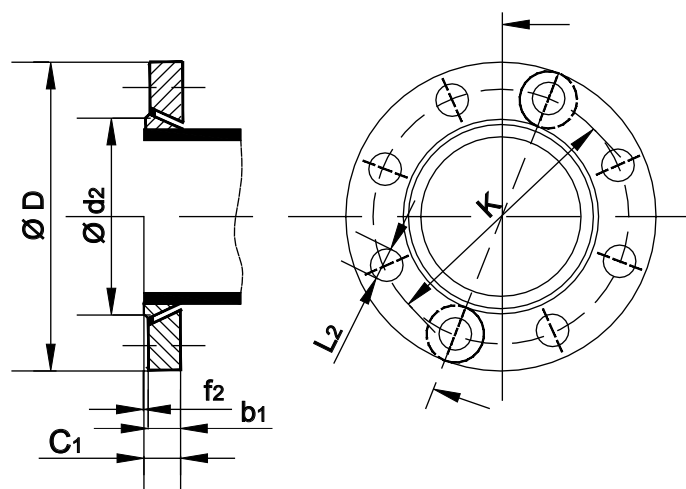


Figura 6.11- Esquema de dimensiones y perforaciones por brida PN 40 (sin escala)

Tabla 6.27 - Dimensiones de la brida móvil PN 40

Diámetro nominal DN	D mm	d ₂ mm	C ₁ mm	b ₁ mm	f ₂ mm	Peso aproximado de brida *** kg
40	150	84	22	19	3	1,8
50	165	99	22	19	3	2,1
(60)	175	108	22	19	3	1,9
65	185	118	22	19	3	2,9
80	200	132	22	19	3	3,0
100	235	156	23	20	3	3,9
125	270	184	24,5	21,5	3	5,3
150	300	211	26	23	3	6,7
200	375	284	33	30	3	11,4
250	450	345	37	34	3	22,9
300	515	409	42	38	4	31,3
350	580	465	46	42	4	43,2

*** Parte achurada en figura 6.11

6.4 Accesorios

En general, los accesorios de fierro fundido dúctil son de diseños similares a los de fierro fundido (véase norma ISO 13). Así por ejemplo sus extremos son de brida - brida, brida - espiga, extremos campana - espiga o brida - campana³.

³ Esta preferencia por los accesorios de enchufe, se justifica por las numerosas ventajas que figuran a continuación: En las tuberías, los emplazamientos de los accesorios: codos, tes, etc., están casi siempre determinados por la disposición del trazado de la red de tuberías y raramente coincide con el extremo de la tubería. Por lo general, es preciso colocar entre la última tubería y el accesorio una sección de longitud reducida, obtenida por corte de una tubería entera en dos secciones. La primera sección se utiliza antes del accesorio y la segunda inmediatamente después, una de estas secciones está desprovista de enchufe campana. Los accesorios con doble extremo campana garantizan la existencia en las redes de tuberías de un extremo campana adicional que de otro modo faltaría y, debido a esto, no es necesario desperdiciar tramos de tubería con doble extremo espiga.

La mayor resistencia mecánica del fierro fundido dúctil permite mejorar los diseños de los accesorios así como reducir sus dimensiones. De ello se deriva una mayor facilidad de paso en el subsuelo, que hace posible realizar redes de tuberías en el área urbana de las grandes ciudades, reduciendo el tamaño de las cámaras de válvulas, cuyas dimensiones dependen fundamentalmente del espacio ocupado por los accesorios.

En tabla 6.32 y siguientes, se describen los accesorios de fierro fundido dúctil para redes de tuberías a presión destinadas al transporte y distribución de agua, líquidos de diversa índole o de gases a presión.

6.4.1 Tipos

Los accesorios brida - campana (véase tabla 6.32), o brida - espiga (véase tabla 6.33), así como los collares rectos (véase tabla 6.34) presentan un diámetro interior suficientemente amplio como para permitir que las tuberías adyacentes se deslicen a lo largo, facilitando el desmontaje y el ajuste longitudinal de las secciones de tubería.

El empleo de codos de doble extremo campana (véanse tabla 6.35 a tabla 6.38) presentan longitudes desarrolladas proporcionales a su ángulo de desvío. Su superficie de apoyo sobre los macizos de tope o de anclaje guarda la debida proporción con la importancia de los esfuerzos laterales que ejercen sobre estos apoyos.

Se ha hecho posible simplificar el intervalo de tes con doble extremo campana con ramal en brida (véanse tabla 6.39 a tabla 6.42), además de las tes de tres bridas (véanse tabla 6.58 a tabla 6.63), con la creación de los conos en campana y brida (véanse tabla 6.44 y tabla 6.45), así como las placas de reducción (véanse tabla 6.50 a tabla 6.53); puesto que el empleo de una combinación de estos accesorios hace posible que los usuarios dispongan de un elevado número de posibilidades con un reducido número de tipos de piezas de fierro fundido.

Entre los elementos con bridas se tiene a los codos en sus diversos ángulos (véanse tabla 6.54 a tabla 6.57)

Estas configuraciones basadas en estadísticas de mercado, tienen por efecto reducir el almacenamiento tanto en el recinto del fabricante como en los locales del cliente y también facilitar los aprovisionamientos.

Los accesorios con doble extremo campana, en comparación con los otros tipos de accesorios, brindan las siguientes ventajas:

- Mayor resistencia mecánica por la presencia en cada uno de sus extremos, de un extremo campana sumamente resistente.
- Excelente estabilidad sobre los topes y anclajes que se pueden extender libremente sobre toda la longitud de los accesorios.
- Accesibilidad total a las juntas que se encuentran fuera de la zona de topes o anclajes.
- Simplificación de pedidos y suministro de piezas de recambio debido a la eliminación de numerosos tipos de accesorios que constituyen una partida repetida.
- Facilidad de moldeo en placa modelo simétrico en correctas condiciones de precisión y de productividad.

Los conos con doble extremo campana (véase tabla 6.44), empleados fundamentalmente en la reducción del diámetro, presentan las longitudes más cortas que se pueden obtener en la práctica.

Los conos con doble extremo campana (véase tabla 6.44), generalmente colocada entre dos diámetros sucesivos, presenta una longitud proporcional a la variación en el diámetro, cada uno de los lados con una pendiente de 5° que corresponde a un semiángulo en el vértice, con relación a la línea de centros, y, elegida de tal modo que se reducen las pérdidas de presión en el caso en que el cono se emplee para incrementar el diámetro.

También se tienen accesorios como la te con todos los extremos campana (véase tabla 6.43).

Por último, se tiene a las bridas ciegas (véanse tabla 6.46 a tabla 6.49).

6.4.2 Ensayo de control de estanqueidad en fábrica

Los accesorios se someten en fábrica a un control de estanqueidad (véase 7.4.4) mediante aire a una presión de 1 Bar o bien con agua a presión según la presión precisada en tabla 6.28.

Tabla 6.28 - Presión hidrostática de ensayo a la estanqueidad al agua

Diámetro nominal DN	Presión hidrostática de ensayo a la estanqueidad al agua Bar
$40 \leq DN \leq 300$	25
$350 \leq DN \leq 600$	16
$700 \leq DN \leq 2600$	10

6.4.3 Tolerancias

6.4.3.1 Tolerancias en espesor

Las tolerancias en espesor de pared se determinan en función al tipo de hierro fundido y se establecen en tabla 6.29, donde DN es el diámetro nominal.

Tabla 6.29 - Tolerancias en espesor de pared

Dimensiones en mm	
Tipo de fundición	Tolerancia
Tuberías y accesorios de fundición no centrifugado	$-(2,3 + 0,001 DN)^*$
* No se tiene establecido límite para la tolerancia positiva	

6.4.3.2 Tolerancias en longitud

La tolerancia normal de longitud admisible para las longitudes útiles de fabricación para todos los accesorios con bridas se ha determinado uniformemente a ± 10 mm para todos los accesorios de brida y todos los diámetros nominales.

Según especificación debidamente formulada en el pedido y tras acuerdo entre el cliente y el proveedor, se podrán admitir tolerancias más estrictas, pero sin que, de ningún modo sean inferiores a:

$$\begin{aligned} &\pm 3 \text{ mm para } DN \leq DN 600, \text{ y} \\ &\pm 4 \text{ mm para } DN = DN 700 \end{aligned}$$

6.4.3.3 Diferencia en las longitudes útiles normalizadas

Las diferencias permitidas en las longitudes admisibles con respecto a las longitudes útiles normalizadas de los accesorios con extremos campanas y accesorios con bridas se presentan en tabla 6.30.

Tabla 6.30 - Diferencia en las longitudes útiles normalizadas

Tipo de junta	Longitud interesada	Diferencia mm
Encaje de brida, espiga de brida, collar y cono	L	DN 40 a DN 1 200 : ± 25 DN 1 400 a DN 2 600 : ± 35
Codo de 1/4	t	$\pm (15 + 0,03 \text{ DN})$
Codo de 1/8	t	$\pm (10 + 0,025 \text{ DN})$
Codo de 1/16, Codo de 1/32	t	DN 40 a DN 1 000: $\pm (10 \pm 0,02 \text{ DN})$ DN 1 200 a DN 2 600: $\pm (10 \pm 0,025 \text{ DN})$
Te	L y h	DN 40 a DN 1 200 + 50 - 25 DN 1 400 a DN 2 600 + 75 - 35

6.4.3.4 Tolerancia en peso

El peso de los accesorios correspondientes a cada uno de los tipos de juntas deben ser los establecidos en las normas, o, cuando ese no sea el caso, se adoptarán de los catálogos de los fabricantes; que deberían haber sido calculados tomando como valor de la densidad de la fundición de hierro una magnitud de 7 050 kg/m³.

Los valores indicados para los pesos de los accesorios se encuentran redondeados de la siguiente manera:

- Hasta el décimo de kilogramo más cercano para los pesos inferiores a 20 kg.
- Hasta el medio kilogramo más cercano para pesos entre 20 kg y 100 kg.
- Hasta el kilogramo más próximo para los pesos superiores a los 100 kg.

Las piezas de fierro fundido con un peso superior al máximo se aceptan siempre y cuando cumplan con los otros requisitos de esta norma. Los accesorios menores a DN 150 no necesitan pesarse individualmente a menos que así se especifique en la solicitud u orden de compra, por parte del comprador.

Las tolerancias de los pesos figuran en tabla 6.31.

Tabla 6.31 - Tolerancias en función al tipo de fundición

Dimensiones en %

Tipo de fundición	Tolerancia con respecto al peso normalizada %
Accesorios normalizados con excepción de los que se establecen en el siguiente renglón	± 8
Codos, accesorios con ramales y accesorios no normalizados	± 12

6.4.4 Dimensiones

6.4.4.1 Espesor normal de accesorios

El espesor normal en accesorios de hierro fundido, se calcula en función del diámetro nominal mediante la siguiente fórmula:

$$e = k (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

donde:

e: Espesor normal de la pared, en mm;
 DN: Diámetro nominal;
 K: Coeficiente elegido entre una serie de números enteros

k = 14 para tes, $e = 7 + 0,014 \text{ DN}$

k = 12 para otros accesorios, $e = 6 + 0,012 \text{ DN}$

Cuando sea necesario, cada especificación particular indica una fórmula adicional aplicable a piezas de diámetro reducido.

Es admitido que el espesor de pared de los accesorios, guarde proporción con las fuerzas que actúan en cada punto, en particular a las originadas por los esfuerzos y tensiones mecánicas resultantes por la presión interna. En los codos, por ejemplo, el espesor de pared de las zonas internas puede ser superior al de las zonas externas.

El aumento o disminución del espesor de pared de los accesorios puede obtenerse modificando, bien sea su diámetro interno o externo.

El espesor (e) indicado en las tablas y en las figuras, representa un espesor promedio correspondiente al peso de cada pieza. Los esfuerzos locales en cada punto varían en función del espesor real y están en función de la forma de la pieza.

Para las referencias entre DN 40 hasta DN 65, el espesor de los accesorios se ha limitado a 7 mm, de tal manera que, teniendo en cuenta las tolerancias, el espesor de los accesorios siempre es igual al menos a aquel de las tuberías del mismo diámetro nominal.

6.4.4.2 Adaptador brida-campana

Las dimensiones y características de los adaptadores brida-campana se muestran en figura 6.12 y tabla 6.32. El valor de e, d y L, se calcula mediante:

$$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN}), \text{ con valor mínimo de } 7\text{mm}$$

$$d = \begin{cases} 25 + 1,05 \text{ DN}, & \text{para DN 40 a DN 1 200} \\ 35 + 1,03 \text{ DN}, & \text{para DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

$$L = \begin{cases} 120 + 0,1 \text{ DN (redondeado a } \pm 5), & \text{para DN 40 a DN 1 200} \\ 170 + 0,1 \text{ DN (redondeado a } \pm 5), & \text{para DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

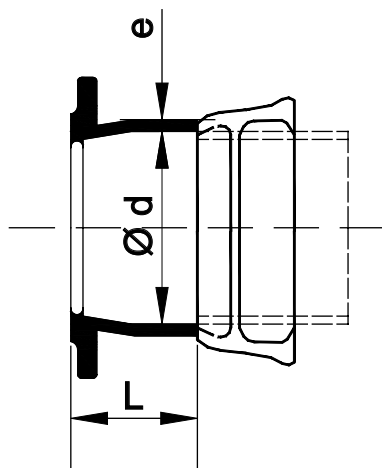


Figura 6.12 - Esquema de dimensiones adaptador campana - brida (sin escala)

Tabla 6.32 - Dimensiones de adaptador brida - campana

Diámetro nominal DN	e mm	d mm	L mm	Peso(aproximado) con brida			
				PN10 kg	PN16 kg	PN25 kg	PN40 kg
40	7,0	67	125	4,5	4,5	4,5	4,5
50	7,0	78	125	5,4	5,4	5,4	5,4
(60)	7,0	88	125	6,0	6,0	5,9	5,9
65	7,0	93	125	6,4	6,4	6,3	6,3
80	7,0	109	130	7,4	7,4	7,4	7,4
100	7,2	130	130	9,0	9,0	9,5	9,5
125	7,5	156	135	11,5	11,5	12,1	13,4
150	7,8	183	135	14,2	14,2	15,2	17,3
200	8,4	235	140	20,5	20,0	22,0	27,5
250	9,0	288	145	28	27,5	31,5	41,5
300	9,6	340	150	37	36,5	42,0	57,5
350	10,2	393	155	45	48,0	56,0	-
400	10,8	445	160	55	60,0	71,0	-
500	12,0	550	170	78	93,0	104,0	-
600	13,2	655	180	108	135,0	149,0	-
700	14,4	760	190	144	159,0	-	-
800	15,6	865	200	189	208,0	-	-
900	16,8	970	210	235	258,0	-	-
1 000	18,0	1 075	220	293	324,0	-	-
1 200	20,4	1 285	240	456	521,0	-	-
1 400	22,8	1 477	310	654	723,0	-	-
1 600	25,2	1 683	330	887	989,0	-	-
1 800	27,6	1 889	350	1 125	1 251	-	-
2 000	30,0	2 095	370	1 414	1 567	-	-
2 200	32,4	2 301	390	1 767	1 934	-	-
2 400	34,8	2 507	410	2 150	2 352	-	-
2 600	37,2	2 713	480	2 563	2 798	-	-

6.4.4.3 Adaptador brida-espiga

Las dimensiones y características del adaptador brida-espiga se muestran en figura 6.13 y tabla 6.33. El valor de e y L, se calcula mediante:

$$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN}), \text{ con valor mínimo de 7mm}$$

$$L = \begin{cases} 320 + 0,4 \text{ DN (redondeado a } \pm 5 \text{ con valor máximo de 600), para DN 40 a DN 1 200} \\ 220 + 0,35 \text{ DN, para DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

Tabla 6.33 - Dimensiones del adaptador brida - espiga

Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Peso (aproximado) con brida			
			PN10 kg	PN16 kg	PN25 kg	PN40 kg
40	7,0	335	4,2	4,2	4,2	4,2
50	7,0	340	5,2	5,2	5,2	5,2
(60)	7,0	345	5,8	5,8	5,7	5,7
65	7,0	345	6,5	6,5	6,4	6,4
80	7,0	350	7,8	7,8	7,8	7,8
100	7,2	360	9,6	9,6	10,2	10,2
125	7,5	370	12,4	12,4	13,0	14,3
150	7,8	380	15,6	15,6	16,6	18,7
200	8,4	400	22,5	22,5	24,5	30,0
250	9,0	420	32	31,5	35,5	45,5
300	9,6	440	43	42,5	47,5	63,0
350	10,2	460	52	55,0	64,0	-
400	10,8	480	64	70,0	81,0	-
500	12,0	520	94	109	121	-
600	13,2	560	133	159	173	-
700	14,4	600	179	194	-	-
800	15,6	600	226	245	-	-
900	16,8	600	272	295	-	-
1 000	18,0	600	328	369	-	-
1 200	20,4	600	456	520	-	-
1 400	22,8	710	664	732	-	-
1 600	25,2	780	922	1 024	-	-
1 800	27,6	850	1 196	1 322	-	-
2 000	30,0	920	1 534	1 687	-	-
2 200	32,4	990	1 948	2 115	-	-
2 400	34,8	1 060	2 408	2 611	-	-
2 600	37,2	1 130	2 918	3 153	-	-

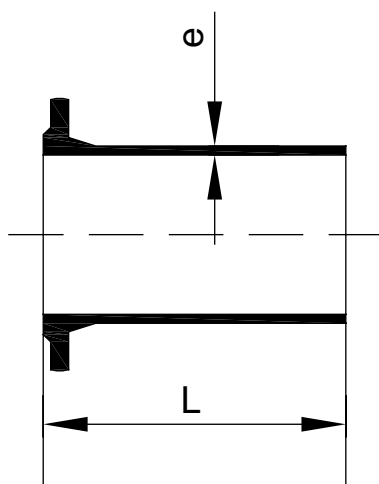


Figura 6.13 - Esquema de dimensiones adaptador espiga - brida (sin escala)

6.4.4.4 Adaptador campana - campana

Las dimensiones y características del adaptador campana - campana se muestran en figura 6.14 y tabla 6.34. El valor de e, d y L, se calcula mediante:

$$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN}), \text{ con valor mínimo de 7mm}$$

$$d = \begin{cases} 25 + 1,05 \text{ DN}, & \text{para DN 40 a DN 1 200} \\ 35 + 1,03 \text{ DN}, & \text{para DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

$$L = \begin{cases} 150 + 0,1 \text{ DN (redondeado a } \pm 5), & \text{para DN 40 a DN 1 200} \\ 200 + 0,1 \text{ DN} & \text{para DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

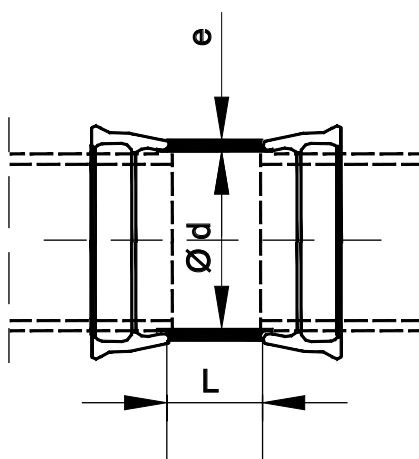


Figura 6.14 - Esquema de dimensiones del adaptador campana - campana (sin escala)

Tabla 6.34 - Dimensiones del adaptador campana - campana

Diámetro nominal DN	e mm	d mm	L mm	Peso (aproximado) kg
40	7,0	67	155	4,6
50	7,0	78	155	5,4
(60)	7,0	88	155	6,3
65	7,0	93	155	6,6
80	7,0	109	109	7,9
100	7,2	130	160	9,9
125	7,5	156	165	12,9
150	7,8	183	165	15,9
200	8,4	235	170	23,0
250	9,0	288	175	31,5
300	9,6	340	180	41,0
350	10,2	393	185	52,0
400	10,8	445	190	64,0
500	12,0	550	200	93,0
600	13,2	655	210	129
700	14,4	760	220	172
800	15,6	865	230	223
900	16,8	970	240	282
1 000	18,0	1 075	250	349
1 200	20,4	1 285	270	560
1 400	22,8	1 477	340	816
1 600	25,2	1 683	360	1 947
1 800	27,6	1 889	380	1 427
2 000	30,0	2 095	400	1 818
2 200	32,4	2 301	420	2 272
2 400	34,8	2 507	440	2 794
2 600	37,2	2 713	460	3 390

6.4.4.5 Codo de 1/4 de doble extremo campana

Las dimensiones y características del codo de 1/4 de doble extremo campana, se muestran en figura 6.15 y tabla 6.35. El valor de e y t, se calcula mediante:

$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$, con un valor mínimo de 7 mm.

$t = 20 + \text{DN}$

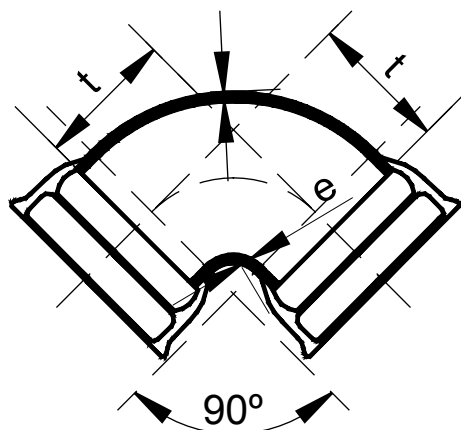


Figura 6.15 - Esquema de dimensiones de codo de 1/4 de doble extremo campana (sin escala)

Tabla 6.35 - Dimensiones del codo de 1/4 de doble extremo campana

Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Peso (aproximado) Kg
40	7,0	60	4,2
50	7,0	70	5,3
(60)	7,0	80	6,3
65	7,0	85	6,9
80	7,0	100	8,6
100	7,2	120	11,4
125	7,5	145	15,7
150	7,8	170	20,5
200	8,4	220	33,0
250	9,0	270	48,5
300	9,6	320	68,0

6.4.4.6 Codo de 1/8 de doble extremo campana

Las dimensiones y características del codo de 1/8 de doble extremo campana, se muestran en figura 6.16 y tabla 6.36. El valor de e y t, se calcula mediante:

$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$, con un valor mínimo de 7 mm.

$$t = \begin{cases} 20 + 0,44 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) & \text{para DN 40 a DN 1 200} \\ 180 + 0,24 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) & \text{para DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

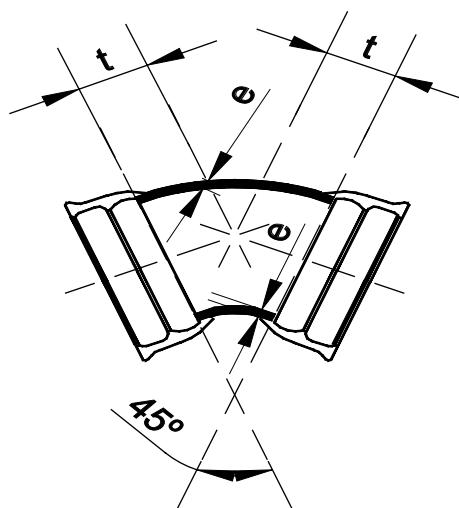


Figura 6.16 - Esquema de dimensiones de codo de 1/8 de doble extremo campana (sin escala)

Tabla 6.36 - Dimensiones del codo de 1/8 de doble extremo campana

Diámetro nominal DN	e mm	t mm	Peso (aproximado) kg
40	7,0	40	4,0
50	7,0	40	5,0
(60)	7,0	45	5,3
65	7,0	50	6,3
80	7,0	55	7,7
100	7,2	65	10,1
125	7,5	75	13,6
150	7,8	85	17,4
200	8,4	110	27,0
250	9,0	130	38,5
300	9,6	150	53,0
350	10,2	175	70,0
400	10,8	195	89,0
500	12,0	240	139
600	13,2	285	202
700	14,4	330	282
800	15,6	370	378
900	16,8	415	496
1 000	18,0	460	635
1 200	20,4	550	986
1 400	22,8	515	1 273
1 600	25,2	565	1 740
1 800	27,6	610	2 296
2 000	30,0	660	2 970
2 200	32,4	710	3 762
2 400	34,8	755	4 665
2 600	37,2	805	5 721

6.4.4.7 Codo de 1/16 de doble extremo campana

Las dimensiones y características del codo de 1/16 de doble extremo campana, se muestran en figura 6.17 y tabla 6.37. El valor de e y t, se calcula mediante:

$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$ con un valor mínimo de 7 mm

$$t = \begin{cases} 20 + 0,22 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) \text{ para DN 40 a DN 1 200} \\ 90 + 0,12 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) \text{ para DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

Tabla 6.37 - Dimensiones del codo de 1/16 de doble extremo campana

Diámetro nominal DN	e mm	t mm	Peso (aproximado) kg
40	7,0	30	3,8
50	7,0	30	4,8
(60)	7,0	35	5,5
65	7,0	35	6,0
80	7,0	40	7,3
100	7,2	40	9,3
125	7,5	50	12,6
150	7,8	55	15,9
200	8,4	65	24,0
250	9,0	75	33,5
300	9,6	85	44,5
350	10,2	95	58,0
400	10,8	110	74,0
500	12,0	130	111
600	13,2	150	157
700	14,4	175	217
800	15,6	195	287
900	16,8	220	373
1 000	18,0	240	470
1 200	20,4	255	716
1 400	22,8	260	933
1 600	25,2	280	1 259
1 800	27,5	305	1 663
2 000	30,0	330	2 144
2 200	32,4	355	2 707
2 400	34,8	380	3 359
2 600	37,2	400	4 087

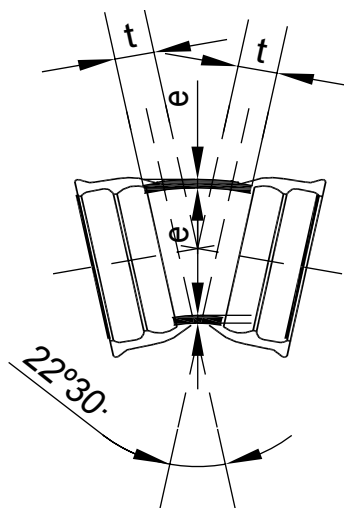


Figura 6.17 - Esquema de dimensiones de codo de 1/16 de doble extremo campana (sin escala)

6.4.4.8 Codo de 1/32 de doble extremo campana

Las dimensiones y características del codo de 1/32 de doble extremo campana, se muestran en figura 6.18 y tabla 6.38. El valor de e y t , se calcula mediante:

$$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN}) \text{ con un valor mínimo de } 7 \text{ mm}$$

$$t = \begin{cases} 20 + 0,11 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) \text{ para DN } 40 \text{ a DN } 1\,200 \\ 45 + 0,06 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) \text{ para DN } 1\,400 \text{ a DN } 2\,000 \\ 60 + 0,06 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) \text{ para DN } 2\,200 \text{ a DN } 2\,600 \end{cases}$$

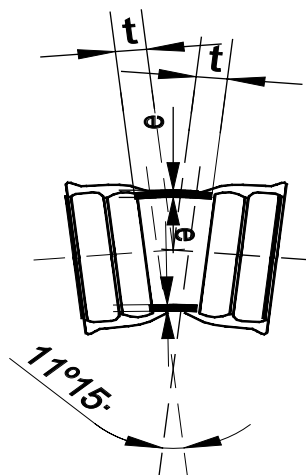


Figura 6.18 - Esquema de dimensiones codo de 1/32 de doble extremo campana (sin escala)

Tabla 6.38 - Dimensiones del codo de 1/32 de doble extremo campana

Diámetro nominal DN	e mm	t mm	Peso (aproximado) kg
40	7,0	25	3,7
50	7,0	25	4,7
(60)	7,0	25	5,4
65	7,0	25	5,9
80	7,0	30	7,1
100	7,2	30	8,9
125	7,5	35	11,9
150	7,8	35	14,8
200	8,4	40	22,0
250	9,0	50	30,5
300	9,6	55	40,5
350	10,2	60	52,0
400	10,8	65	65,0
500	12,0	75	96,0
600	13,2	85	134
700	14,4	95	181
800	15,6	110	239
900	16,8	120	305
1 000	18,0	130	381
1 200	20,4	150	568
1 400	22,8	130	747
1 600	25,2	140	1 007
1 800	27,6	155	1 331
2 000	30,0	165	1 702
2 200	32,4	190	2 183
2 400	34,8	205	2 709
2 600	37,2	215	3 290

6.4.4.9 Te doble extremo campana con ramal en brida - DN 40 a DN 200

Las dimensiones y características de la Te doble extremo campana con ramal en brida, se muestran en figura 6.19 y tabla 6.39. El valor de e, e₁, L y h, se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$L = 70 + 0,06 \text{ DN} + 1,16 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

$$h = 100 + 0,6 \text{ DN} + 0,2 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

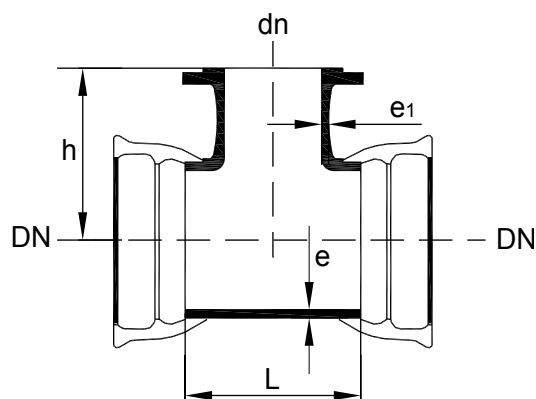


Figura 6.19 - Esquema de dimensiones Te doble extremo campana con ramal en brida DN 40 a DN 200 (sin escala)

Tabla 6.39 - Dimensiones Te doble extremo campana con ramal en brida - DN 40 a DN 200

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida			
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg	PN 25 kg	PN40 kg
40	7,6	120	40	7,6	130	6,9	6,0	6,9	6,9
50	7,7	130	50	7,7	140	8,6	8,6	8,5	8,5
(60)	7,8	145	(60)	7,8	150	10,0	10,0	9,9	9,9
65	7,9	150	65	7,9	150	10,9	10,9	10,8	10,8
80	8,1	170	80	8,1	165	13,5	13,5	13,5	13,5
100	8,4	170	80	8,1	175	15,8	15,8	15,8	15,8
100	8,4	190	100	8,4	180	17,2	17,2	17,7	17,7
125	8,8	170	80	8,1	190	19,4	19,4	19,4	19,4
125	8,8	195	100	8,4	195	21,0	21,0	21,5	21,5
125	8,8	225	125	8,8	200	23,0	23,0	24,0	25,5
150	9,1	170	80	8,1	205	23,0	23,0	23,0	23,0
150	9,1	195	100	8,4	210	24,5	24,5	25,0	25,0
150	9,1	255	150	9,1	220	29,5	29,5	30,5	32,5
200	9,8	175	80	8,1	235	31,5	31,5	31,5	31,5
200	9,8	200	100	8,4	240	33,5	33,5	34,0	34,0
200	9,8	255	150	9,1	250	39,0	39,0	40,0	42,0
200	9,8	315	200	9,8	260	45,6	46,0	47,5	53,0

6.4.4.10 Te doble extremo campana con ramal en brida – DN 250 a DN 600

Las dimensiones y características de la Te doble extremo campana con ramal en brida, se muestran en figura 6.20 y tabla 6.40. El valor de e, e₁, L y h, se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$L = 70 + 0,06 \text{ DN} + 1,16 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

$$h = 100 + 0,6 \text{ DN} + 0,2 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

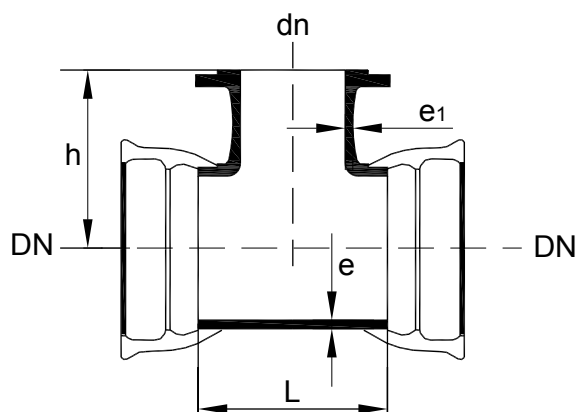


Figura 6.20 - Esquema de dimensiones Te doble extremo campana con ramal en brida DN 250 a DN 600 (sin escala)

Tabla 6.40 - Dimensiones Te doble extremo campana con ramal en brida - DN 250 a DN 600

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida			
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg	PN 25 kg	PN40 kg
250	10,5	200	100	8,4	270	43,5	43,5	44	44
250	10,5	315	200	9,8	290	57	57	59	64.5
250	10,5	375	250	10,5	300	65	66	69	79
300	11,2	205	100	8,4	300	55	55	56	56
300	11,2	320	200	9,8	320	71	70	73	73
300	11,2	435	300	11,2	340	89	91	95	110
350	11,9	205	100	8,4	330	68	68	68	-
350	11,9	325	200	9,8	350	86	86	88	-
350	11,9	495	350	11,9	380	117	120	129	-
400	12,6	210	100	8,4	360	83	83	83	-
400	12,6	325	200	9,8	380	103	102	104	-
400	12,6	560	400	12,6	420	150	156	167	-
500	14,0	215	100	8,4	420	116	116	117	-
500	14,0	330	200	9,8	440	142	141	143	-
500	14,0	565	400	12,6	480	199	205	216	-
500	14,0	680	500	14,0	500	232	247	259	-
600	15,4	340	200	9,8	500	189	189	191	-
600	15,4	570	400	12,6	540	258	263	274	-
600	15,4	800	600	15,4	580	340	366	380	-

6.4.4.11 Te doble extremo campana con ramal en brida – DN 700 a DN 1 200

Las dimensiones y características de la Te doble extremo campana con ramal en brida, se muestra en figura 6.21 y tabla 6.41. El valor de e, e₁, L y h, se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$L = 70 + 0,06 \text{ DN} + 1,16 \text{ dn (redondeando a } \pm 5)^4$$

$$h = 75 + 0,6 \text{ DN} + 0,15 \text{ dn (redondeando a } \pm 5)$$

⁴ La longitud L de la te para los diámetros nominales DN superiores a 600, es equivalente a la te que tiene el mismo diámetro nominal

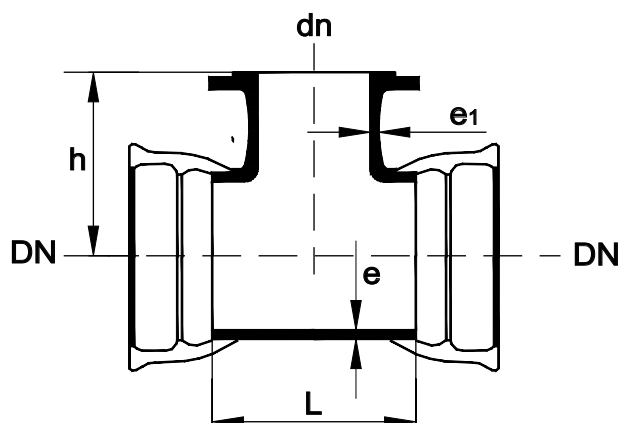


Figura 6.21 - Esquema de dimensiones Te doble extremo campana con ramal en brida DN 700 a DN 1 200 (sin escala)

Tabla 6.41- Dimensiones Te doble extremo campana con ramal en brida - DN 700 a DN 1 200

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida		
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg	PN 25 kg
700	16,8	345	200	9,8	525	242	242	-
700	16,8	575	400	12,6	555	320	325	-
700	16,8	925	700	16,8	600	460	475	-
800	18,2	350	200	9,8	585	306	306	-
800	18,2	580	400	12,6	615	398	403	-
800	18,2	1 045	600	15,4	645	579	605	-
800	18,2	1 045	800	18,2	675	623	642	-
900	19,6	355	200	9,8	645	379	379	-
900	19,6	590	400	12,6	675	490	495	-
900	19,6	1 170	600	15,4	705	748	774	-
900	19,6	1 170	900	19,6	750	814	838	-
1 000	21,0	360	200	9,8	705	462	462	-
1 000	21,0	595	400	12,6	735	591	596	-
1 000	21,0	1 290	600	15,4	765	947	973	-
1 000	21,0	1 290	1 000	21,0	825	1 044	1 086	-
1 200	23,8	840	600	15,4	885	1 000	1 027	-
1 200	23,8	1 070	800	18,2	915	1 190	1 210	-
1 200	23,8	1 300	1 000	21,0	945	1 406	1 448	-

6.4.4.12 Te doble extremo campana con ramal en brida – DN 1 400 a DN 2 600

Las dimensiones y características de la Te doble extremo campana con ramal en brida, se muestran en figura 6.22 y tabla 6.42. El valor de e, e₁, L y h, se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$L = 250 + 0,06 \text{ DN} + 1,16 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

$$h = 120 + 0,55 \text{ DN} + 0,15 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

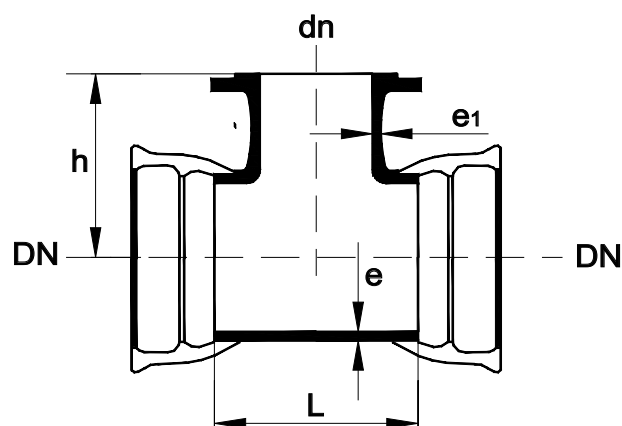


Figura 6.22 - Esquema de dimensiones Te doble extremo campana con ramal en brida DN 1 400 a DN 2 600 (sin escala)

Tabla 6.42 - Dimensiones Te doble extremo campana con ramal en brida - DN 1 400 a DN 2 600

Cuerpo			Brida			Peso aprox. con brida	
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg
1 400	26,6	1 030	600	15,4	980	1 478	1 505
1 400	26,6	1 260	800	18,2	1 010	1 709	1 728
1 400	26,6	1 495	1 000	21,0	1 040	1 955	1 996
1 600	29,4	1 040	600	15,4	1 090	1 908	1 934
1 600	29,4	1 275	800	18,2	1 120	2 192	2 211
1 600	29,4	1 505	1 000	21,0	1 150	2 480	2 522
1 600	29,4	1 740	1 200	23,8	1 180	2 799	2 863
1 800	32,2	1 055	600	15,4	1 200	2 414	2 440
1 800	32,2	1 285	800	18,2	1 230	2 748	2 767
1 800	32,2	1 520	1 000	21,0	1 260	3 095	3 137
1 800	32,2	1 750	1 200	23,8	1 290	3 460	2 524
2 000	35,0	1 065	600	15,4	1 310	2 988	3 015
2 000	35,0	1 530	1 000	21,0	1 370	3 790	3 832
2 000	35,0	1 995	1 400	26,6	1 430	4 645	4 713
2 200	37,8	1 080	600	15,4	1 420	3 647	3 674
2 200	37,8	1 775	1 200	23,8	1 510	5 056	5 119
2 200	37,8	2 470	1 800	32,2	1 600	6 579	6 705
2 400	40,6	1 090	600	15,4	1 530	4 383	4 409
2 400	40,6	1 785	1 200	23,8	1 620	6 005	6 069
2 400	40,6	2 480	1 800	32,2	1 710	7 734	7 860
2 600	43,4	1 100	600	15,4	1 640	5 205	5 231
2 600	43,4	2 030	1 400	26,5	1 750	7 704	7 772
2 600	43,4	2 725	2 000	35,0	1 850	9 713	9 886

6.4.4.13 Te con todos los extremos campana

Las dimensiones y características de la te con todos los extremos en campana, se muestra en figura 6.23 y tabla 6.43. El valor de e, e₁, L y h, se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$L = 70 + 0,06 \text{ DN} + 1,16 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

$$h = 36 + 0,55 \text{ DN} + 0,11 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

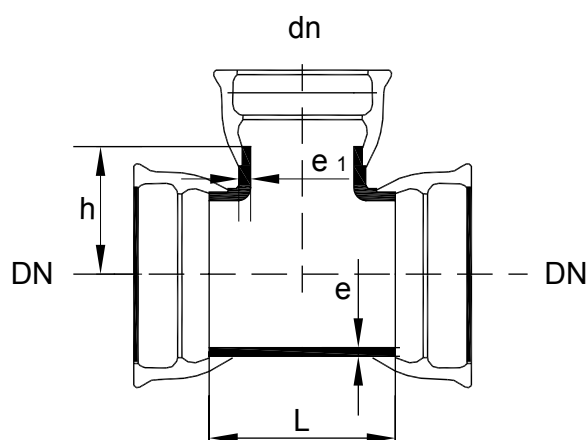


Figura 6.23 - Esquema de dimensiones Te con extremos en campana (sin escala)

Tabla 6.43 - Dimensiones Te con todos los extremos en campana

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) kg
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	
40	7,6	120	40	7,6	60	4,5
50	7,7	130	50	7,7	65	5,6
(60)	7,8	145	(60)	7,8	70	6,9
65	7,9	150	65	7,9	75	7,5
80	8,1	120	40	8,1	80	10,2
80	8,1	170	80	8,1	85	12,4
100	8,4	120	40	8,4	90	12,3
100	8,4	145	(60)	8,4	90	13,8
100	8,4	170	80	8,4	95	14,8
100	8,4	190	100	8,4	95	16,1
125	8,8	125	40	8,8	100	15,3
125	8,8	225	125	8,8	110	22,0
150	9,1	125	40	9,1	115	18,7
150	9,1	170	80	9,1	120	21,5
150	9,1	195	100	9,1	120	23,5
150	9,1	255	150	9,1	125	28,0
200	9,8	130	40	9,8	140	26,4
200	9,8	175	80	9,8	145	30,0
200	9,8	200	100	9,8	145	32,0
200	9,8	255	150	9,8	150	37,0
200	9,8	315	200	9,8	155	43,0

6.4.4.14 Cono de doble extremo campana

Las dimensiones y características del cono de doble extremo campana, se muestra en figura 6.24 y tabla 6.44. El valor de e_1 , e_2 y L , se calcula mediante:

$e_1 = 12 (0,5 + 0,001 DN)$, con un valor mínimo de 7 mm

$e_2 = 12 (0,5 + 0,001 dn)$, con un valor mínimo de 7 mm

$$L = \begin{cases} 50 + 2 (DN - dn), & \text{de DN } 50 \text{ a DN } 300 \\ 60 + 2 (DN - dn), & \text{de DN } 350 \text{ a DN } 600 \\ 80 + 2 (DN - dn), & \text{de DN } 700 \text{ a DN } 1\,200 \\ 160 + 2 (DN - dn), & \text{de DN } 1\,400 \text{ a DN } 2\,600 \end{cases}$$

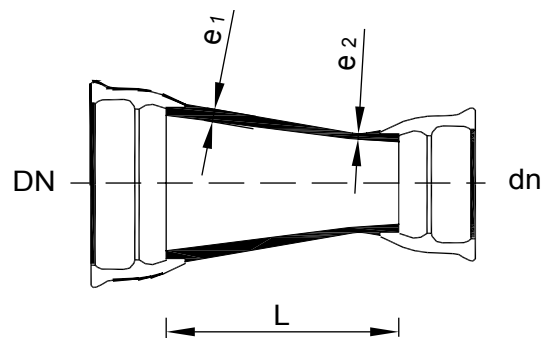


Figura 6.24 - Esquema de dimensiones cono de doble extremo campana (sin escala)

Tabla 6.44 - Dimensiones de cono de doble extremo campana

Diámetro mayor		Diámetro menor		L	Peso (aproximado)
Diámetro nominal DN	e ₁ mm	Diámetro nominal dn	e ₂ mm		
50	7,0	40	7,0	70	4,2
(60)	7,0	50	7,0	70	5,2
65	7,0	50	7,0	80	5,7
80	7,0	(60)	7,0	90	7,1
80	7,0	65	7,0	80	6,6
100	7,2	80	7,0	90	8,5
125	7,5	80	7,0	140	10,8
125	7,5	100	7,2	100	11,1
150	7,8	80	7,0	190	13,5
150	7,8	100	7,2	150	13,8
150	7,8	125	7,5	100	14,1
200	8,4	100	7,2	250	20,5
200	8,4	125	7,5	200	20,5
200	8,4	150	7,8	150	21,0
250	9,0	125	7,5	300	29,0
250	9,0	150	7,8	250	29,0
250	9,0	200	8,4	150	29,0
300	9,6	150	7,8	350	39,5
300	9,6	200	8,4	250	39,5
300	9,6	250	9,0	150	38,5
350	10,2	200	8,4	360	52,0
350	10,2	250	9,0	260	51,0
350	10,2	300	9,6	160	49,5
400	10,8	250	9,0	360	66,0
400	10,8	300	9,6	260	64,0
400	10,8	350	10,2	160	62,0
500	12,0	350	10,2	360	98,0
500	12,0	400	10,8	260	94,0
600	13,2	400	10,8	460	142
600	13,2	500	12,0	260	131
700	14,4	500	12,0	480	194
700	14,4	600	13,2	280	178
800	15,6	600	13,2	480	252
800	15,6	700	14,4	280	229
900	16,8	700	14,4	480	318
900	16,8	800	15,6	280	288
1 000	18,0	800	15,6	480	392
1 000	18,0	900	16,8	280	354
1 200	20,4	1 000	18,0	480	570
1 400	22,8	1 200	20,4	360	711
1 600	25,2	1 400	22,8	360	951
1 800	27,6	1 600	25,2	360	1 235
2 000	30,0	1 800	27,6	360	1 566
2 200	32,4	2 000	30,0	360	1 948
2 400	34,8	2 200	32,4	360	2 374
2 600	37,2	2 400	34,8	360	2 877

6.4.4.15 Cono de doble extremo brida

Las dimensiones y características del cono de doble extremo brida, se muestran en figura 6.25 y tabla 6.45. El valor de e_1 , e_2 y L , se calcula mediante:

$e_1 = 12 (0,5 + 0,001 DN)$, con un valor mínimo de 7 mm

$e_2 = 12 (0,5 + 0,001 dn)$, con un valor mínimo de 7 mm

$$L = \begin{cases} 150 & \text{de } (DN - dn) = 10 \\ 200 & \text{de } 15 < (DN - dn) < 25 \\ 300 & \text{de } (DN - dn) = 50 \\ 600 & \text{de } (DN - dn) = 100 \end{cases}$$

$L = 2,15 DN - 1,85 dn + 60$, para DN 1 200 a DN 2 600

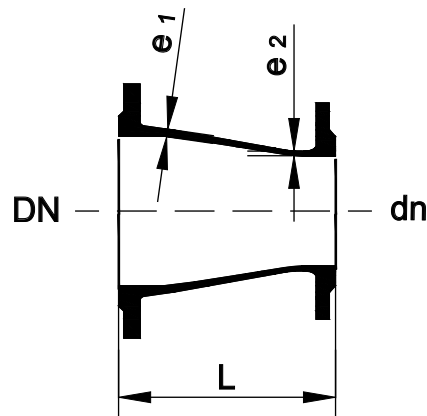


Figura 6.25 - Esquema de dimensiones cono de doble extremo brida (sin escala)

Tabla 6.45 - Dimensiones de cono de doble extremo brida

Diámetro mayor		Diámetro menor		L	Peso (aproximado) con brida			
Diámetro nominal DN	e ₁ mm	Diámetro nominal dn	e ₂ mm		PN10 kg	PN16 kg	PN 25 kg	PN40 kg
50	7,0	4,0	7,0	150	5,1	5,1	5,1	5,1
(60)	7,0	50	7,0	160	5,8	5,8	5,7	5,7
65	7,0	50	7,0	200	6,7	6,7	6,6	6,6
80	7,0	(60)	7,0	200	7,5	7,5	7,4	7,4
80	7,0	65	7,0	200	7,9	7,9	7,8	7,8
100	7,2	80	7,0	200	9,3	9,3	9,8	9,8
125	7,5	100	7,2	200	11,3	11,3	12,5	13,8
150	7,8	125	7,5	200	14,0	14,0	15,5	18,9
200	8,4	150	7,3	300	22,0	21,5	25,0	31,5
250	9,0	200	8,4	300	30,0	29,5	35,5	51,0
300	9,6	250	9,0	300	40,5	39,5	49,0	74,5
350	10,2	300	9,6	300	49,5	52,0	66,0	-
400	10,8	350	10,2	300	58,0	67,0	86,0	-
500	12,0	400	10,3	600	110	130	153	-
600	13,2	500	12,0	600	149	190	216	-
700	14,4	600	13,2	600	195	236	-	-
800	15,6	700	14,4	600	250	285	-	-
900	16,8	800	15,6	600	308	352	-	-
1 000	18,0	900	16,8	600	373	438	-	-
1 200	20,4	1 000	18,0	790	586	692	-	-
1 400	22,8	1 200	20,4	850	814	947	-	-
1 600	25,2	1 400	22,8	910	1 103	1 273	-	-
1 800	27,6	1 600	25,2	970	1 436	1 664	-	-
2 000	30,0	1 800	27,6	1 030	1 800	2 079	-	-
2 200	32,4	2 000	30,0	1 090	2 250	2 570	-	-
2 400	34,8	2 200	32,4	1 150	2 765	3 134	-	-
2 600	37,2	2 400	34,8	1 210	3 311	3 748	-	-

6.4.4.16 Brida ciega PN 10

Las dimensiones y características de la brida ciega PN 10, se muestra en figura 6.26 y tabla 6.46. El valor de b, se calcula mediante:

$$b = \begin{cases} 10 + 0,035 \text{ DN, con un valor mínimo de } 16 \text{ mm, para DN } 40 \text{ a DN } 300 \\ 10 + 0,025 \text{ DN, con un valor mínimo de } 20,5 \text{ mm, para DN } 350 \text{ a DN } 1\,200 \\ 20 + 0,015 \text{ DN, para DN } 1\,400 \text{ a DN } 2\,600 \end{cases}$$

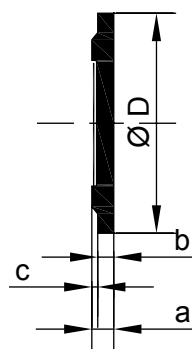


Figura 6.26 - Esquema de dimensiones brida ciega PN 10 (sin escala)

Tabla 6.46 - Dimensiones de brida ciega PN 10

Diámetro nominal DN	D mm	a mm	b mm	c mm	Peso (aproximado) kg
40	150	19	16	3	2,0
50	165	19	16	3	2,4
(60)	175	19	16	3	2,7
65	185	19	16	3	3,1
80	200	19	16	3	3,5
100	220	19	16	3	4,3
125	250	19	16	3	5,6
150	285	19	16	3	7,2
200	340	20	17	3	11,0
250	400	22	19	3	16,9
300	455	24,5	20,5	4	24,0
350	505	24,5	20,5	4	29,5
400	565	24,5	20,5	4	36,5
500	670	26,5	22,5	4	56,0
600	780	30,0	25,0	5	85,0
700	895	32,5	27,5	5	123
800	1 015	35,0	30,0	5	172
900	1 115	37,5	32,5	5	224
1 000	1 230	40	35	5	293
1 200	1 455	45	40	5	575
1 400	1 675	46	41	5	739
1 600	1 915	49	44	5	1 239
1 800	2 115	52	47	5	1 717
2 000	2 325	55	50	5	2 272
2 200	2 550	59	53	6	2 253
2 400	2 760	62	56	6	2 781
2 600	2 960	65	59	6	3 365

NOTA

Para las bridas de diámetro nominal DN 350 y superiores, el centro de las bridas ciegas, puede ser en forma de disco

6.4.4.17 Brida ciega PN 16

Las dimensiones y características de la brida ciega, se muestra en figura 6.27 y tabla 6.47. El valor de b , se calcula mediante:

$$b = \begin{cases} 10 + 0,035 \text{ DN, con un valor mínimo de 16 mm, para DN 40 a DN 1 200} \\ 20 + 0,025 \text{ DN, para DN 1 400 a DN 2 600} \end{cases}$$

Tabla 6.47 - Dimensiones de la brida ciega PN 16

Diámetro nominal DN	D mm	a mm	b mm	c mm	Peso (aproximado) kg
40	150	19	16	3	2,0
50	165	19	16	3	2,4
(60)	175	19	16	3	2,7
65	185	19	16	3	3,1
80	200	19	16	3	3,5
100	220	19	16	3	4,3
125	250	19	16	3	5,6
150	285	19	16	3	7,2
200	340	20	17	3	10,8
250	400	22	19	3	16,6
300	455	24,5	20,5	4	23,5
350	520	26,5	22,5	4	33,5
400	580	28,0	24,0	4	44,5
500	715	31,5	27,5	4	77,0
600	840	36,0	31,0	5	121
700	910	39,5	34,5	5	156
800	1 025	43,0	38,0	5	218
900	1 125	46,5	41,5	5	286
1 000	1 255	50	45	5	387
1 200	1 485	57	52	5	662
1 400	1 685	60	55	5	994
1 600	1 930	65	60	5	1 409
1 800	2 130	70	65	5	1 858
2 000	2 345	75	70	5	2 407
2 200	2 555	81	75	6	3 097
2 400	2 765	86	80	6	3 863
2 600	2 965	91	85	6	4 716

NOTA

Para las bridas de diámetro nominal DN 350 y superiores, el centro de las bridas ciegas, puede ser en forma de disco.

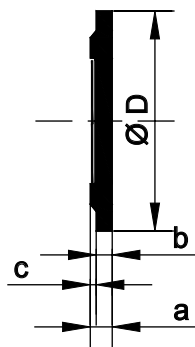


Figura 6.27 - Esquema de dimensiones brida ciega PN 16 (sin escala)

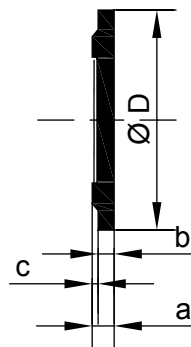


Figura 6.28 - Esquema de dimensiones brida ciega PN 25 (sin escala)

6.4.4.18 Brida ciega PN 25

Las dimensiones y características de la brida ciega, se muestra en figura 6.28 y tabla 6.48. El valor de b , se calcula mediante:

$b = 10 + 0,045 \text{ DN}$, con un valor mínimo de 16 mm.

Tabla 6.48 - Dimensiones de la brida ciega PN 25

Diámetro nominal DN	D mm	a mm	b mm	c mm	Peso (aproximado) kg
40	150	19	16	3	2,0
50	165	19	16	3	2,4
(60)	175	19	16	3	2,7
65	185	19	16	3	2,9
80	200	19	16	3	3,5
100	235	19	16	3	4,8
125	270	19	16	3	6,2
150	300	20	17	3	8,3
200	360	22	19	3	13,3
250	425	24,5	21,5	3	21,0
300	485	27,5	23,5	4	30,0
350	555	30,0	25,0	4	43,5
400	620	32,0	28,0	4	58,0
500	730	36,5	32,5	4	94,0
600	845	42,0	37,0	5	144,0

6.4.4.19 Brida ciega PN 40

Las dimensiones y características de la brida ciega, se muestra en figura 6.29 y tabla 6.49. El valor de b, se calcula mediante:

$b = 10 + 0.085 \text{ DN}$, con un valor mínimo de 16 mm.

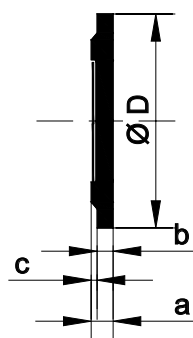


Figura 6.29 - Esquema de dimensiones brida ciega PN 40 (sin escala)

Tabla 6.49 - Dimensiones de la brida ciega PN 40

Diámetro nominal DN	D mm	a mm	b mm	c mm	Peso (aproximado) kg
40	150	19	16	3	2,0
50	165	19	16	3	2,4
(60)	175	19	16	3	2,6
65	185	19	16	3	2,9
80	200	19	16	3	3,7
100	235	19	16	3	5,1
125	270	23,5	20,5	3	8,3
150	300	26,0	23,0	3	11,4
200	375	30,0	27,0	3	20,5
250	450	34,5	31,5	3	34,5
300	515	39,5	35,5	4	51,0

6.4.4.20 Brida de reducción PN 10

Las dimensiones y características de la brida de reducción, se muestra en la figura 6.30 y la tabla 6.50. El valor de b , se calcula mediante:

$$b = \begin{cases} 10 + 0,035 \text{ DN, con un valor mínimo de 16 mm, hasta DN 200} \\ 10 + 0,025 \text{ DN, con un valor mínimo de 20,5 mm para DN 350 a DN 1 000} \end{cases}$$

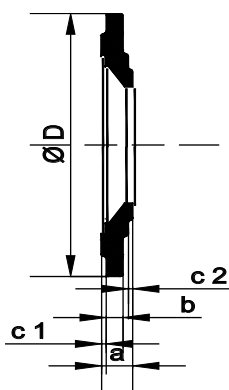


Figura 6.30 - Esquema de dimensiones brida de reducción PN 10 (sin escala)

Tabla 6.50 - Dimensiones de la brida de reducción PN 10

Diámetro mayor				Diámetro menor		a	Peso (aproximado) kg
Diámetro nominal DN	D mm	b mm	c ₁ mm	Diámetro nominal dn	c ₂ mm		
200	340	17	3	80	3	40	13,3
200	340	17	3	100	3	40	13,2
200	340	17	3	125	3	40	13,5
350	505	20,5	4	250	3	48	32,0
400	565	20,5	4	250	3	48	39,0
400	565	20,5	4	300	4	49	38,0
700	895	27,5	5	500	4	56	102
900	1 115	32,5	5	700	5	63	165
1 000	1 230	35,0	6	700	5	63	222
1 000	1 230	35,0	6	800	5	68	209

6.4.4.21 Brida de reducción PN 16

Las dimensiones y características de la brida de reducción, se muestra en figura 6.31 y tabla 6.51. El valor de b, se calcula mediante:

$b = 10 + 0,035 \text{ DN}$, con un valor mínimo de 16 mm.

Tabla 6.51 - Dimensiones de la brida de reducción PN 16

Diámetro mayor				Diámetro menor		a	Peso (aproximado) kg
Diámetro nominal DN	D mm	b mm	c ₁ mm	Diámetro nominal dn	c ₂ mm		
200	340	17	3	80	3	40	13,0
200	340	17	3	100	3	40	13,0
200	340	17	3	125	3	40	13,3
350	520	22,5	4	250	3	54	36,5
400	580	24,0	4	250	3	54	46,0
400	580	24,0	4	300	4	55	44,5
700	910	34,5	5	500	4	67	134
900	1 125	41,5	5	700	5	73	200
1 000	1 255	45,0	5	700	5	73	285
1 000	1 255	45,0	5	800	5	77	260

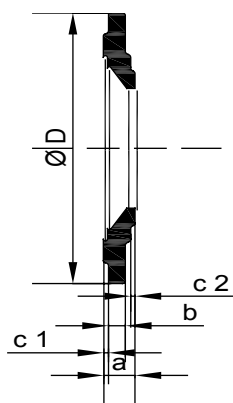


Figura 6.31 - Esquema de dimensiones brida de reducción PN 16 (sin escala)

6.4.4.22 Brida de reducción PN 25

Las dimensiones y características de la brida de reducción, se muestra en figura 6.32 y tabla 6.52. El valor de b , se calcula mediante:

$b = 10 + 0,045 \text{ DN}$, con un valor mínimo de 16 mm.

Tabla 6.52 - Dimensiones de la brida de reducción PN 25

Diámetro mayor				Diámetro menor		a mm	Peso (aproximado) kg
Diámetro nominal DN	D mm	b mm	c ₁ mm	Diámetro nominal dn	c ₂ mm		
200	360	19	3	80	3	40	15,0
200	360	19	3	100	3	47	16,8
200	360	19	3	125	3	53	18,8
350	555	26	4	250	3	60	48,5
400	620	28	4	250	3	60	61,0
400	620	28	4	300	4	61	60,0

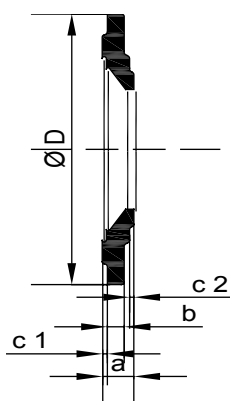


Figura 6.32 - Esquema de dimensiones brida de reducción PN 25 (sin escala)

6.4.4.23 Brida de reducción PN 40

Las dimensiones y características de la brida de reducción, se muestra en figura 6.33 y tabla 6.53. El valor de b, se calcula mediante:

$$b = 10 + 0,085 \text{ DN}$$

Tabla 6.53 - Dimensiones de la brida de reducción PN 40

Diámetro mayor				Diámetro menor		a mm	Peso (aproximado) kg
Diámetro nominal DN	D mm	b mm	c ₁ mm	Diámetro nominal dn	c ₂ mm		
200	375	27	3	80	3	40	20,5
200	375	27	3	100	3	47	21,5
200	375	27	3	125	3	53	22,5

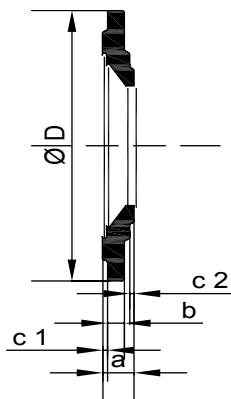


Figura 6.33 - Esquema de dimensiones brida de reducción PN 40 (sin escala)

6.4.4.24 Codo de 1/4 de doble extremo brida

Las dimensiones y características del codo de 1/4 de doble extremo brida, se muestra en figura 6.34 y tabla 6.54. El valor de e y t, se calcula mediante:

$$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN}) \text{ con un valor mínimo de } 7 \text{ mm}$$

$$t = \begin{cases} 100 + \text{DN, de DN 40 a DN 65} \\ 100 + 0,8 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) \text{ para DN 80 a DN 200} \\ 100 + \text{DN, de DN 250 a DN 1 000} \end{cases}$$

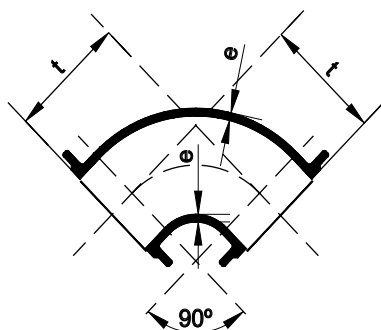


Figura 6.34 - Esquema de dimensiones codo de 1/4 de doble extremo brida (sin escala)

Tabla 6.54 - Dimensiones del codo de 1/4 de doble extremo brida

Diámetro nominal DN	e mm	t mm	Peso con brida			
			PN 10 kg	PN16 kg	PN25 kg	PN40 kg
40	7,0	140	5,2	5,2	5,2	5,2
50	7,0	150	6,5	6,5	6,5	6,5
(60)	7,0	160	7,3	7,3	7,1	7,1
65	7,0	165	8,2	8,2	8,0	8,0
80	7,0	165	9,6	9,6	9,6	9,8
100	7,2	180	11,9	11,9	12,6	13,0
125	7,5	200	15,6	15,6	16,9	19,5
150	7,8	220	20,0	20,0	22,0	26,5
200	8,4	260	31,0	30,5	34,5	45,0
250	9,0	350	50,0	49,5	57,0	77,0
300	9,6	400	70,0	70,0	81,0	111
350	10,2	450	90,0	96,0	113	-
400	10,8	500	116	127	149	-
500	12,0	600	181	211	235	-
600	13,2	700	272	325	353	-
700	14,4	800	386	416	-	-
800	15,6	900	533	572	-	-
900	16,8	1 000	698	745	-	-
1 000	18,0	1 100	907	990	-	-

6.4.4.25 Codo de pie pato de 1/4 de doble extremo brida

Las dimensiones y características del codo de pie pato de 1/4 de doble extremo brida, se muestra en figura 6.35 y tabla 6.55. El valor de e, c, d y t, se calcula mediante:

$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$, con un valor mínimo de 7mm.

$$t = \begin{cases} 100 + \text{DN}, & \text{para DN 40 a DN 65} \\ 100 + 0,8 \text{ DN (redondeado a } \pm 5) & \text{para DN 80 a DN 200} \\ 100 + \text{DN}, & \text{para DN 250 a DN 1 000} \end{cases}$$

$$c = 60 + 0,65 \text{ DN (redondeado a } \pm 5)$$

$$d = \begin{cases} t, & \text{para DN 40 a DN 65} \\ 100 + \text{DN}, & \text{para DN 80 a DN 600} \end{cases}$$

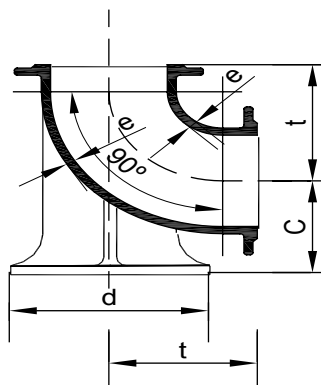


Figura 6.35 - Esquema de codo de pie pato de 1/4 de doble extremo brida (sin escala)

Tabla 6.55 - Dimensiones de codo de pie pato de 1/4 de doble extremo brida

Diámetro nominal DN	e mm	t mm	c mm	d mm	Peso con brida			
					PN 10 kg	PN16 kg	PN25 kg	PN40 kg
50	7,0	150	95	150	9,1	9,1	9,1	9,1
(60)	7,0	160	100	160	10,3	10,3	10,1	10,1
65	7,0	165	100	165	11,5	11,5	11,3	11,3
80	7,0	165	110	180	14,1	14,1	14,1	14,2
100	7,2	180	125	200	17,3	17,8	18,8	18,8
125	7,5	200	140	225	23,5	23,5	24,5	27,5
150	7,8	220	160	250	30,0	30,0	32,0	36,5
200	8,4	250	190	300	46,5	46,0	50,5	61,0
250	9,0	350	225	350	75,0	75,0	82,0	102
300	9,6	400	255	400	106	105	116	146
350	10,2	450	290	450	139	145	162	.
400	10,8	500	320	500	178	189	212	-
500	12,0	600	385	600	283	313	337	-
600	13,2	700	450	700	428	481	509	-

6.4.4.26 Codo de 1/8 de doble extremo brida

Las dimensiones y características del codo de 1/8 de doble extremo brida, se muestra en figura 6.36, tabla 6.56 y tabla 6.57. El valor de e y t, se calcula mediante:

$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$ con un valor mínimo de 7 mm

$$t = \begin{cases} 100 + \text{DN}, & \text{para DN 40 a DN 65} \\ 100 + 0,4 \text{ DN (redondeado a } \pm 5), & \text{para DN 80 a DN 200} \\ 100 + \text{DN}, & \text{para DN 250 y DN 300} \\ 117,8 + 0,514 \text{ DN}, & \text{para DN 350 a DN 1 000} \\ 100 + 0,54 \text{ DN}, & \text{para DN 1 200} \\ 300 + 0,34 \text{ DN}, & \text{para DN 1 400 a DN 2 000} \\ 200 + 0,31 \text{ DN}, & \text{para DN 2 200 a DN 2 600} \end{cases}$$

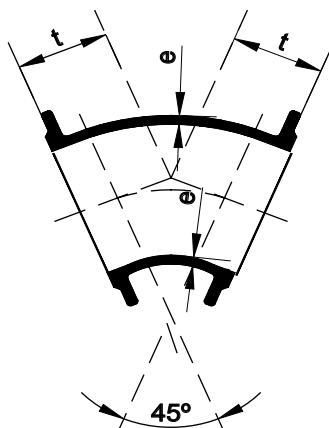
**Figura 6.36 - Esquema de dimensiones codo de 1/8 de doble extremo brida (sin escala)**

Tabla 6.56 - Dimensiones de codo de 1/8 de doble extremo brida

Diámetro nominal DN	e mm	t mm	Peso con brida			
			PN 10 kg	PN16 kg	PN25 kg	PN40 kg
40	7,0	140	4,5	4,5	4,5	4,5
50	7,0	150	5,6	5,6	5,6	5,6
(60)	7,0	160	6,1	6,1	5,9	5,9
65	7,0	165	6,9	6,9	6,7	6,7
80	7,0	130	9,3	9,3	9,3	9,3
100	7,2	140	11,3	11,3	12,4	12,4
125	7,5	150	14,6	14,6	15,9	18,5
150	7,8	160	18,5	18,5	20,5	24,5
200	8,4	180	27,5	27,0	31,0	41,5
250	9,0	350	55,0	54,0	62,0	82,0
300	9,6	400	78,0	77,0	88,0	118
350	10,2	298	76,0	83,0	89,0	-
400	10,8	324	96,0	107	129	.
500	12,0	375	145	175	198	-
600	13,2	426	212	266	294	-
700	14,4	478	296	326	-	-
800	15,6	529	403	442	-	-
900	16,8	581	519	567	-	-
1 000	18,0	632	668	751	-	-
1 200	20,4	750	1 050	1 178	-	-
1 400	22,8	775	1 388	1 524	-	.
1 600	25,2	845	1 915	2 119	-	-
1 800	27,6	910	2 465	2 717	-	-
2 000	30,0	980	3 149	3 455	.	-
2 200	32,4	980	3 446	3 804	.	-
2 400	34,8	945	4 277	4 719	.	-
2 600	37,2	1 005	5 177	5 695	-	-

NOTAS

1. Para DN 250 a DN 600

Para el uso de nuevos elementos de fierro fundido comunes para los codos de doble extremo campana y codos de doble extremo brida, las dimensiones de los nuevos elementos deben guardar conformidad con las establecidas en tabla 6.57.

2. Para los DN 1 200 a DN 1 600, son admisibles otras longitudes acordes a las fabricaciones nacionales.

Para:

$$e = 12 (0,5 + 0,001 \text{ DN}), y$$

$$t = 85 + 0,63 \text{ DN}$$

Tabla 6.57 - Dimensiones de codo de 1/8 de doble extremo brida - DN 250 a DN 600

Diámetro nominal DN	e mm	t mm	Peso con brida			
			PN 10 kg	PN16 kg	PN25 kg	PN40 kg
250	9,0	243	44	44	51	71
300	9,6	274	62	61	72	102
350	10,2	306	78	84	101	.
400	10,8	337	98	109	132	-
500	12,0	400	151	182	205	-
600	13,0	463	225	278	307	-

6.4.4.27 Te de tres bridas, para DN 40 a DN 200

Las dimensiones y características de la Te de tres bridas, se muestra en figura 6.37 y tabla 6.58. El valor de e, e₁, h y L, se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$L = \begin{cases} 200 + 2 \text{ DN}, & \text{para DN 40 a DN 65} \\ 200 + 1,6 \text{ DN (redondeado a } \pm 5), & \text{para DN 80 a DN 200} \end{cases}$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$h = \begin{cases} 100 + \text{DN de DN} = \text{dn} & \text{para DN 40 a DN 65} \\ 100 + 0,5 \text{ DN} + 0,5 \text{ dn}, & \text{para dn} < \text{DN} \\ 100 + 0,6 \text{ DN} + 0,2 \text{ dn (redondeado } \pm 5), & \text{para DN 80 a DN 200} \end{cases}$$

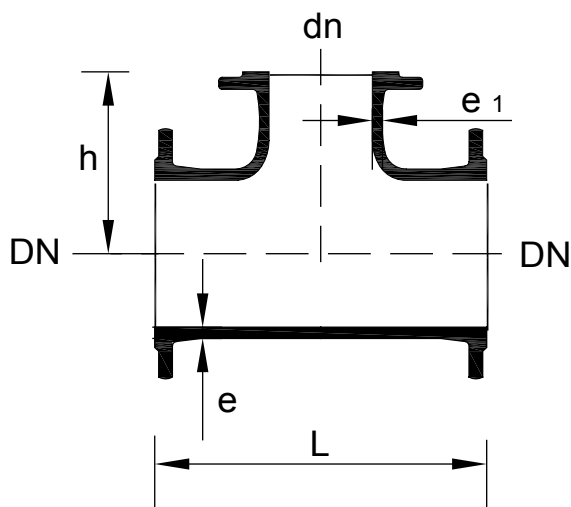


Figura 6.37 - Esquema de dimensiones Te de tres bridas DN 40 a DN 200 (sin escala)

Tabla 6.58 - Dimensiones de Te de tres bridas DN 40 a DN 200

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida			
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg	PN 25 kg	PN40 kg
40	7,6	280	40	7,6	140	8,2	8,2	8,2	8,2
50	7,7	300	50	7,7	150	10,4	10,4	10,4	10,4
(60)	7,8	320	(60)	7,8	160	11,8	11,8	11,5	11,5
65	7,9	330	65	7,9	165	13,3	13,3	13,0	13,0
80	8,1	330	80	8,1	165	15,6	15,6	15,6	15,6
100	8,4	360	80	8,1	175	18,4	18,4	19,5	19,5
100	8,4	360	100	8,4	180	19,4	19,4	21,0	21,0
125	8,8	400	80	8,1	190	23,0	23,0	24,5	27,0
125	8,8	400	100	8,4	195	24,0	24,0	26,0	28,5
125	8,8	400	125	8,8	200	25,5	25,5	27,5	31,5
150	9,1	440	80	8,1	205	28,5	28,5	31,0	36,0
150	9,1	440	100	8,4	210	29,5	29,5	32,0	36,5
150	9,1	440	150	9,1	220	32,5	32,5	36,0	42,0
200	9,8	520	80	8,1	235	42,0	41,5	46,0	57,0
200	9,8	520	100	8,4	240	43,0	42,0	47,5	58,0
200	9,8	520	150	9,1	250	46,0	45,5	51,0	64,0
200	9,8	520	200	9,8	260	49,5	49,0	56,0	71,0

6.4.4.28 Te de tres bridas, para DN 250 a DN 600⁽⁵⁾

Las dimensiones y características de la Te de tres bridas, se muestra en figura 6.38 y tabla 6.59. El valor de e, e₁, h y L, se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$L = \begin{cases} 200 + 2 \text{ DN, para DN 250 y DN 300} \\ 500 + \text{DN, para DN 350 a DN 600} \end{cases}$$

$$h = \begin{cases} \begin{cases} 100 + \text{DN de DN} = \text{dn} \\ 100 + 0,5 \text{ DN} + 0,5 \text{ dn, para dn} < \text{DN} \end{cases} & \text{para DN 250 y DN 300} \\ \begin{cases} 150 + 0,5 \text{ DN, para dn} < 250 \\ 250 + 0,5 \text{ DN, para dn} > 300 \end{cases} & \text{para DN 350 a DN 600} \end{cases}$$

⁵ En caso de creación de nuevos materiales transformables comunes para Te de enchufe y Te de bridas, sus dimensiones deben guardar conformidad con las especificaciones en 6.4.4.32.

Tabla 6.59 - Dimensiones de Te de tres bridas DN 250 a DN 600

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida			
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg	PN 25 kg	PN40 kg
250	10,5	700	100	8,4	275	68	67	75	96
250	10,5	700	200	9,8	325	76	75	85	110
250	10,5	700	250	10,5	350	82	81	93	123
300	11,2	800	100	8,4	300	94	93	105	136
300	11,2	800	200	9,8	350	102	101	114	150
300	11,2	800	300	11,2	400	116	115	131	178
350	11,9	850	100	8,4	325	116	122	139	-
350	11,9	850	200	9,8	325	121	128	146	-
350	11,9	850	350	11,9	425	142	151	176	-
400	12,6	900	100	8,4	350	143	154	177	-
400	12,6	900	200	9,8	350	148	159	184	-
400	12,6	900	400	12,6	450	174	191	225	-
500	14,0	1 000	100	8,4	400	210	241	265	-
500	14,0	1 000	200	9,8	400	215	245	271	-
500	14,0	1 000	400	12,6	500	242	276	311	-
500	14,0	1 000	500	14,0	500	252	297	332	-
600	15,4	1 100	200	9,8	450	305	358	388	-
600	15,4	1 100	400	12,6	550	329	387	427	-
600	15,4	1 100	600	15,4	550	355	434	477	-

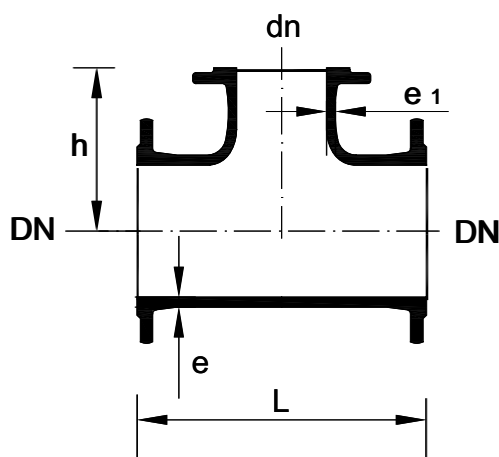


Figura 6.38 - Esquema de dimensiones Te de tres bridas DN 250 a DN 600 (sin escala)

6.4.4.29 Te de tres bridas, para DN 700 a DN 1 000

Las dimensiones y características de la Te de tres bridas, se muestra en figura 6.39 y tabla 6.60. El valor de e, e₁, h y L, se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ Dn})$$

$$L = \begin{cases} 150 + 0,4 \text{ DN} + 1,1 \text{ dn}, & \text{para } \text{dn} < 600 \\ 150 + 1,5 \text{ DN}, & \text{para } \text{dn} \geq 600 \end{cases}$$

$$h = 75 + 0,6 \text{ DN} + 0,15 \text{ dn}$$

Tabla 6.60 - Dimensiones de Te de tres bridas DN 700 a DN 1 000

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida	
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg
700	16,8	650	200	9,8	525	258	298
700	16,8	870	400	12,6	555	343	379
700	16,8	1 200	700	16,8	600	477	523
800	18,2	690	200	9,8	585	352	390
800	18,2	910	400	12,6	615	441	484
800	18,2	1 350	600	15,4	645	613	678
800	18,2	1 350	800	18,2	675	657	715
900	19,6	730	200	9,8	645	436	484
900	19,6	950	400	12,6	675	541	594
900	19,6	1 500	600	15,4	705	787	860
900	19,6	1 500	900	19,6	750	853	924
1 000	21,0	770	200	9,8	705	546	629
1 000	21,0	990	400	12,5	735	668	755
1 000	21,0	1 650	600	15,4	765	1 007	1 116
1 000	21,0	1 650	1 000	21,0	825	1 105	1 229

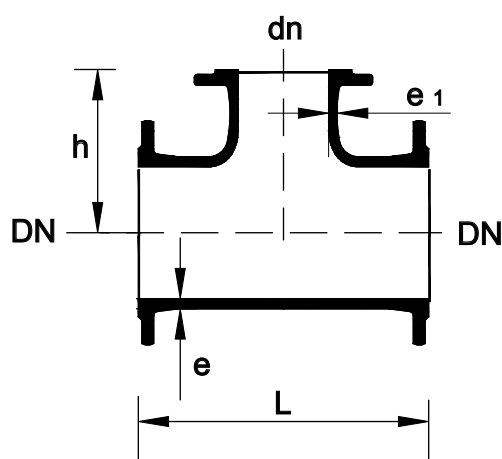


Figura 6.39 - Esquema de dimensiones Te de tres bridas DN 700 a DN 1 000 (sin escala)

6.4.4.30 Te de tres bridas, para DN 1 200 a DN 2 000

Las dimensiones y características de la Te de tres bridas, se muestra en figura 6.40 y tabla 6.61. El valor de e , e_1 , h y L , se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 DN)$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 dn)$$

$$L = \begin{cases} 230 + 0,26 DN + 1,16 dn, & \text{para DN 1 200} \\ 490 + 0,26 DN + 1,16 dn, & \text{para DN 1 400 a DN 2 000} \end{cases}$$

$$h = \begin{cases} 75 + 0,6 DN + 0,15 dn, & \text{para DN 1 200} \\ 120 + 0,55 DN + 0,15 dn, & \text{para DN 1 400 a DN 2 000} \end{cases}$$

Tabla 6.61 - Dimensiones de Te de tres bridas DN 1 200 a DN 2 000

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida	
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e_1 mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg
1 200	23,8	1 240	600	15,4	885	1 101	1 256
1 200	23,8	1 470	800	18,2	915	1 291	1 439
1 200	23,8	1 700	1 000	21,0	945	1 494	1 664
1 400	26,6	1 550	600	15,4	980	1 550	1 818
1 400	26,6	1 760	800	18,2	1 010	1 886	2 041
1 400	26,6	2 015	1 000	21,0	1 040	2 131	2 309
1 600	29,4	1 600	600	15,4	1 090	2 167	2 398
1 600	29,4	1 835	800	18,2	1 120	2 452	2 675
1 600	29,4	2 065	1 000	21,0	1 150	2 740	2 986
1 600	29,4	2 300	1 200	23,8	1 180	3 058	3 327
1 800	32,2	1 655	600	15,4	1 200	2 694	2 972
1 800	32,2	1 885	800	18,2	1 230	3 023	3 299
1 800	32,2	2 120	1 000	21,0	1 260	3 375	3 669
1 800	32,2	2 350	1 200	23,8	1 290	3 740	4 056
2 000	35,0	1 705	600	15,4	1 310	3 309	3 642
2 000	35,0	2 170	1 000	21,0	1 370	4 112	4 459
2 000	35,0	2 635	1 400	28,6	1 430	4 966	5 340

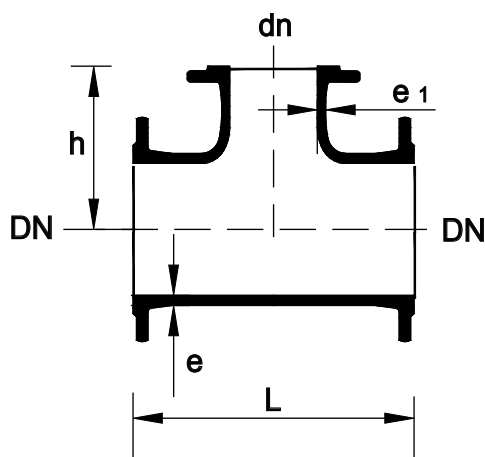


**Figura 6.40 - Esquema de dimensiones Te de tres bridas
DN 1 200 a DN 2 000 (sin escala)**

6.4.4.31 Te de tres bridas, para DN 2 200 a DN 2 600

Las dimensiones y características de la Te de tres bridas, se muestra en figura 6.41 y tabla 6.62. El valor de e , e_1 , h y L , se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$L = 240 + 0,3 \text{ DN} + 1,1 \text{ dn}$$

$$h = 120 + 0,55 \text{ DN} + 0,15 \text{ dn}$$

Tabla 6.62 - Dimensiones de Te de tres bridas DN 2 200 a DN 2 600

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida	
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e_1 mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg
2 200	37,8	1 560	600	15,4	1 420	3 675	4 034
2 200	37,8	2 220	1 200	23,8	1 510	5 026	5 413
2 200	37,8	2 880	1 800	32,2	1 600	6 474	6 394
2 400	40,6	1 620	600	15,4	1 530	4 418	4 849
2 400	40,6	2 280	1 200	23,8	1 620	5 963	6 432
2 400	40,6	2 940	1 800	32,2	1 710	7 614	8 145
2 600	43,4	1 680	600	15,4	1 640	5 214	5 711
2 600	43,4	2 560	1 400	26,6	1 760	7 585	8 123
2 600	43,4	3 220	2 000	35,0	1 850	9 505	10 128

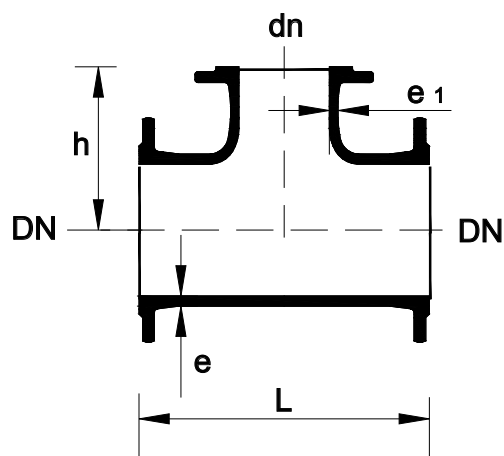


**Figura 6.41 - Esquema de dimensiones Te de tres bridas
DN 2 200 a DN 2 600 (sin escala)**

6.4.4.32 Te de tres bridas para nuevos materiales transformables, DN 250 a DN 600

Las dimensiones y características de la Te de tres bridas, se muestra en figura 6.42 y tabla 6.63. El valor de e , e_1 , h y L , se calcula mediante:

$$e = 14 (0,5 + 0,001 \text{ DN})$$

$$e_1 = 14 (0,5 + 0,001 \text{ dn})$$

$$L = 200 + 0,44 \text{ DN} + 1,16 \text{ dn (redondeando a } \pm 5 \text{)}$$

$$h = 100 + 0,6 \text{ DN} + 0,2 \text{ dn}$$

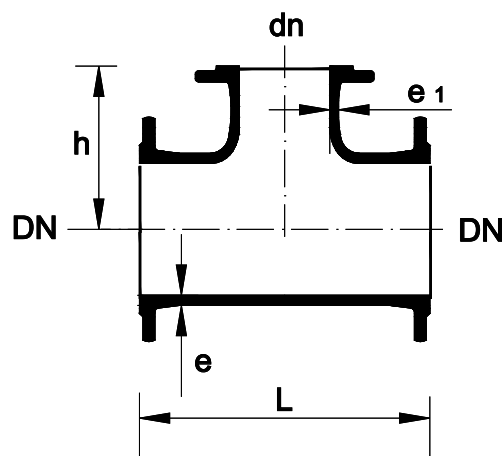


**Figura 6.42 - Esquema de dimensiones Te de tres bridas DN 250 a DN 600
(sin escala)**

Tabla 6.63 - Dimensiones de Te de tres bridas DN 250 a DN 600

Cuerpo			Brida			Peso (aproximado) con brida			
Diámetro nominal DN	e mm	L mm	Diámetro nominal dn	e ₁ mm	h mm	PN10 kg	PN16 kg	PN 25 kg	PN40 kg
250	10,5	425	100	8,4	270	51	51	59	79
250	10,5	540	200	9,8	290	64	64	73	99
250	10,5	600	250	10,5	300	73	72	84	114
300	11,2	450	100	8,4	300	66	66	77	108
300	11,2	585	200	9,8	320	82	81	94	130
300	11,2	680	300	11,2	340	102	101	117	164
350	11,9	470	100	8,4	330	80	86	103	-
350	11,9	585	200	9,8	350	98	104	122	-
350	11,9	750	350	11,9	380	129	138	163	-
400	12,5	490	100	8,4	360	96	107	130	-
400	12,5	610	200	9,8	380	116	127	152	.
400	12,5	840	400	12,6	420	163	180	214	-
500	14,0	535	100	8,4	420	137	167	191	
500	14,0	650	200	9,3	440	161	192	217	.
500	14,0	885	400	12,5	480	218	254	289	.
500	14,0	1 000	500	14,0	500	252	297	32	-
600	15,4	700	200	9,3	500	223	276	307	
600	15,4	930	400	12,6	540	292	360	390	-
600	15,4	1 165	600	15,4	580	374	454	486	-

6.5 Simbología

Tubería o accesorio	Simbología
Tubería con extremos espiga y campana	
Tubería con bridas	
Accesorio brida - campana	
Accesorio brida - espigatorio	
Collar recto	
Codo de 1/4 de doble extremo campana	
Codo de 1/8 de doble extremo campana	
Codo de 1/16 de doble extremo campana	
Codo de 1/32 de doble extremo campana	
Te de doble extremo campana con ramal en brida	
Te con todos los extremos campanas	
Cono de doble extremo campana	
Cono de doble extremo brida	
Brida ciega	
Brida de reducción	
Codo de 1/4 de doble extremo brida	
Codo de pie pato de 1/4 de doble extremo brida	
Codo de 1/8 de doble extremo brida	
Te de tres bridas	

7 MÉTODOS DE ENSAYO

7.1 Actividades preliminares y tipos de ensayo

7.1.1 Actividades preliminares

Los ensayos de las tuberías y accesorios se realizarán en los laboratorios del fabricante.

Tanto el equipo (aparatos de ensayo) como las tareas (planillas y personal) necesarias para la realización de los ensayos deben ser responsabilidad del fabricante.

7.1.2 Tipos de ensayos

De acuerdo a lo especificado en la presente norma, se establecen tres (3) tipos de ensayos, a saber:

- Ensayo de tracción, véase 7.2.
- Ensayo de dureza Brinell, véase 7.3.
- Ensayo de presión máxima de trabajo y de presión interna, véase 7.4.

7.2 Ensayo de tracción

7.2.1 Resumen del método

El ensayo de tracción, se realiza sobre una probeta que es parte de la muestra, a la cual se verifica si cumple los valores de resistencia mínima a la tracción, con los límites mínimos de elasticidad al 0,2% y alargamiento mínimo a la rotura, especificados.

7.2.2 Muestreo

Las tuberías de las cuales se toman las probetas de ensayo, deben ser parte del suministro.

Los ensayos mecánicos de aceptación se deben llevar a cabo en las piezas fundidas reunidas por lotes de acuerdo con lo siguiente:

7.2.2.1 Tuberías fabricadas por fundición centrífuga

Cada lote debe estar constituido por tuberías fundidas fabricadas sucesivamente como se establece a continuación.

DN 40 a DN 300	: 200 tuberías
DN 350 a DN 600	: 100 tuberías
DN 700 a DN 1 000	: 50 tuberías
DN 1 200 a DN 2 600	: 25 tuberías

7.2.2.2 Tuberías y accesorios fabricados por fundición no centrífuga

Se considera como lote a las piezas de composición virtualmente idéntica, que hubieran sido tratadas térmicamente, si es el caso, procediendo de la misma manera que el anterior caso.

El volumen de cada lote se limita a 4 t de piezas brutas fundidas, excluyendo las reservas de material fundido destinado a compensar la contracción interna de la fundición a medida que solidifica.

Una pieza fundida es considerada como un lote cuando su peso es igual o excede a 4 t.

7.2.3 Preparación de la probeta

Las probetas de ensayo se determinan según la forma de fabricación establecida en 4.1.

En todos los casos, los extremos de las probetas de ensayo deben ser de tales características que se acoplen adecuadamente con la máquina de ensayo.

7.2.3.1 Probeta para tuberías de fundición centrífuga

La probeta mecanizada para el ensayo debe tomarse del extremo espiga (liso) de la tubería, aproximadamente en la zona media de la pared.

Se deja a criterio del fabricante, el tomar la probeta en forma perpendicular o paralela al eje de la tubería. En caso de desacuerdo, la probeta debe tomarse paralela al eje de la tubería.

La probeta de ensayo debe incluir un sector cilíndrico cuya longitud entre marcas debe ser por lo menos cinco veces su diámetro; el diámetro de la probeta de ensayo se debe determinar a partir de tabla 7.1., en función del espesor (e) de la tubería.

Tabla 7.1 - Diámetro de la probeta de ensayo para pieza centrifugadas

Dimensiones en mm

Espesor (e) de la tubería					Diámetro de la probeta de ensayo
		e	<	6	2,5
6	≤	e	<	8	3,5
8	≤	e	<	12	5,0
12	≤	e			6,0

7.2.3.2 Probeta para tuberías y accesorios no centrifugados

La probeta mecanizada destinada al ensayo de tracción puede, a elección del fabricante, escogerse a partir de una muestra de la propia pieza fundida o de una muestra fundida en forma separada.

En este último caso, debe ser fundida a partir del mismo material de hierro que el empleado en el proceso original.

Si la fundición se somete a un proceso de tratamiento térmico, la muestra debe someterse al mismo tratamiento.

La elección del método a seguir para la fundición de la muestra se debe dejar a elección del fabricante con el propósito de obtener probetas de ensayo apropiadas.

El espesor de la muestra y el diámetro de la probeta de ensayo figura en tabla 7.2 en función del espesor promedio de la pieza fundida.

Tabla 7.2 - Diámetro de la probeta de ensayo para piezas no centrifugadas

Dimensiones en mm

Espesor promedio de la pieza	Espesor máx. de la muestra	Diámetro de la probeta de ensayo
< 12	12,5	6
≥ 12	25,0	12

La longitud entre marcas de la probeta de ensayo, debe ser de por lo menos cinco (5) veces su diámetro.

7.2.4 Procedimiento

Los ensayos mecánicos que debe realizar el fabricante, se deben llevar a cabo durante el proceso de la fabricación.

El fabricante debe tomar una probeta de ensayo, la cual deberá satisfacer los requisitos de tabla 7.3 de una tubería de cada lote (véase 7.2.2.1) o de una muestra del lote (véase 7.2.2.2).

Todas las precauciones que se toman para dividir tuberías y accesorios en lotes, junto con la determinación de tener diámetros de las probetas de ensayo de acuerdo con el espesor y el tipo de fundición, contribuyen a la exactitud del ensayo.

7.2.5 Interpretación de resultados

Cuando la probeta de ensayo, satisface los requisitos mínimos a la tracción, se toma en cuenta el lote de tuberías en prueba.

Tabla 7.3 - Resistencia y valores que debe cumplir las tuberías por tipo de fundición

Tipo de pieza	Resistencia mínima a la tracción R_m (N/mm²)	Límite mínimo de elasticidad a 0,2% $R_{p0,2}$ (N/mm²) *	Alargamiento mínimo a la rotura (%)	
	DN 40 a DN 2 600	DN 40 a DN 2 600	DN 400 a DN 1 000	DN 1 200 a DN 2 600
Tubería de fundición centrifugada	420	300 **	10	7
Tuberías y accesorios de fundición no centrifugada	400	300	5	5

* El esfuerzo de prueba (límite de elasticidad al 0,2 %) se debe medir en caso que exista un acuerdo previo entre el fabricante y el cliente y bajo las condiciones que deben encontrarse especificadas en la orden de compra o pedido.

** Valores de $R_{p0,2}$ que oscilan entre 270 N/mm² y 300 N/mm² son permitidos cuando el alargamiento a la rotura es mayor o igual a 12 % para tuberías entre DN 40 y DN 1 000 y para tuberías entre DN 1 200 y DN 2 600 cuando es mayor o igual al 10%.

7.3 Ensayo de dureza Brinell

7.3.1 Resumen del método

El ensayo de dureza, se realiza para determinar si las tuberías aceptan procesos de corte, taladrado o corte mecanizado, con límites máximos de dureza que varían para tuberías y accesorios.

7.3.2 Muestreo

Las tuberías de las cuales se toman las probetas de ensayo, deben ser parte del suministro y deben ser muestreadas de acuerdo a lo establecido en 7.2.2.

7.3.3 Preparación de la probeta

Las probetas deben cumplir lo establecido en 7.2.3.

7.3.4 Procedimiento

La verificación de la dureza Brinell (HB), especificada en 5.1, se verifica mediante un ensayo realizado sobre la superficie exterior de las piezas después de un proceso suave de esmerilado.

El ensayo de dureza Brinell se debe realizar de acuerdo con la norma ISO 6506, con una bola de acero de 10 mm, 5 mm ó 2,5 mm de diámetro.

7.3.5 Interpretación de resultados

Las tuberías deben ser de tales características que su dureza superficial no exceda el valor de 230 HB. La dureza superficial de los accesorios no debe ser superior a los 250 HB.⁶

7.4 Ensayo de presión máxima de trabajo y de presión interna

7.4.1 Resumen del método

Las tuberías de fundición centrífuga se someten a un ensayo hidrostático en fábrica durante un período de tiempo a una presión mínima definida por su DN.

En cambio las tuberías y accesorios que no son de fundición centrífuga deben someterse a un ensayo de estanqueidad realizado con agua o aire, bajo las condiciones indicadas por la especificación particular correspondiente.

7.4.2 Muestreo

No se realiza ningún muestreo.

7.4.3 Preparación de la probeta

No se realiza ningún tipo de preparación de la probeta.

⁶ En el caso de que las tuberías o accesorios se fabriquen con elementos soldados, se admite una mayor dureza local en los emplazamientos de las soldaduras

7.4.4 Procedimiento

Las tuberías y accesorios se someten a una presión máxima de trabajo.

Debido a su elevada resistencia mecánica, las tuberías y accesorios de hierro fundido dúctil pueden emplearse en un amplio intervalo de condiciones de trabajo. Por tanto, las presiones correspondientes al ensayo hidrostático o al ensayo de estanqueidad, se establecen de acuerdo con las características específicas de la pieza fundida.

Las tuberías de fundición centrífuga deben someterse a un ensayo hidrostático en fábrica durante un período de por lo menos 10 s a una presión mínima definida por su DN.

Se recomienda que la presión (p), expresada en bares como función del coeficiente k (véase 6.1.2.1), se calcule utilizando las siguientes formulas:

DN 40 a DN 300	: $p = 0,5 (k + 1)^2$
DN 350 a DN 600	: $p = 0,5 (k)^2$
DN 700 a DN 1 000	: $p = 0,5 (k - 1)^2$
DN 1 200 a DN 2 000	: $p = 0,5 (k - 2)^2$
DN 2 200 a DN 2 600	: $p = 0,5 (k - 3)^2$

Asimismo, la presión real en el ensayo debe resistir al menos los siguientes valores:

DN 40 a DN 300	: $p = 100$ bar
DN 350 a DN 600	: $p = 80$ bar
DN 700 a DN 1 000	: $p = 60$ bar
DN 1 200 a DN 2 000	: $p = 40$ bar
DN 2 200 a DN 2 600	: $p = 25$ bar

Para las tuberías indicadas en tabla 6.2 se presenta en tabla 7.4 la presión hidrostática de ensayo en fábrica ($k = 9$)

Tabla 7.4 - Presión de ensayo hidrostático según diámetro nominal

Diámetro nominal DN mm					Presión de ensayo hidrostático en fábrica Bar
40	≤	DN	≤	300	50
350	≤	DN	≤	600	40
700	≤	DN	≤	1 000	32
1 200	≤	DN	≤	2 000	25
2 200	≤	DN	≤	2 600	18

Se debe considerar que 1 Bar = 10^5 Pa

Las tuberías y accesorios que no son de fundición centrífuga deben someterse a un ensayo de estanqueidad realizado con agua o aire, bajo las condiciones indicadas por la especificación particular correspondiente.

7.4.5 Interpretación de resultados

Una vez realizado completamente el ensayo, no debe haber signos visibles de fuga, transpiraciones o cualquier defecto visible.

7.5 Repetición de pruebas

Si los resultados de los ensayos son inferiores a los valores mínimos especificados, se deben tomar otras dos probetas de ensayo de la misma tubería, o de la misma muestra en el caso de accesorios, y éstos deberán satisfacer los mismos requisitos especificados.

7.6 Rechazo

Si en la realización de un reensayo, se presenta falla, todo el lote representado por la muestra, debe ser rechazado.

8 INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES

8.1 Inspección

Si el cliente lo desea, llevará a cabo la inspección de las tuberías y accesorios en el propio recinto del fabricante. Tanto el equipo (aparatos de ensayo) como las tareas (planillas y personal) necesarias para la realización de los ensayos deben ser responsabilidad del fabricante.

El inspector designado por el cliente y acreditado ante el fabricante, será notificado con anticipación acerca del momento en el cual se llevarán a cabo las operaciones de inspección.

El inspector puede presenciar el muestreo, preparación y prueba de las probetas de ensayo, la verificación de las dimensiones, el pesaje y los ensayos hidráulicos.

La inspección y pesaje de las tuberías y accesorios, puede realizarse después de que se efectúe el recubrimiento.

En caso de que el cliente o su representante no estén presentes cuando se lleven a cabo estas operaciones en el momento en el que fue previamente acordado, el fabricante estará autorizado para proceder con la inspección sin que el cliente o su representante se encuentren presentes.

Los requisitos relacionados con la inspección de diferentes piezas de fundición se basan en criterios similares o los que se establecen en la norma ISO 13 para las tuberías y accesorios de hierro fundido.

8.2 Certificado de cumplimiento o análisis certificado

El comprador puede solicitarle al fabricante o al vendedor un certificado de cumplimiento, donde se establezca que el material suministrado se encuentra bajo la orden de compra establecida y que cumple con todos los requisitos de esta norma.

9 MARCADO Y ROTULADO

9.1 Marcado y rotulado

Cada tubería o accesorio debe llevar, al menos las siguientes indicaciones:

- Marca del fabricante;
- Indicación de que se trata de hierro fundido dúctil;
- Indicación de su diámetro nominal (DN).

En caso de que sea necesario, cada accesorio debe llevar una indicación de sus características principales.

Las tuberías, elementos y accesorios con diámetros nominales superiores a DN 300 también deben indicar el año de fabricación.

El rotulado puede provenir del proceso de fundición, ser pintado o estampado en frío.

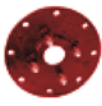
Anexo A (Informativo)

Detalle de tuberías, uniones y accesorios más utilizados

Se adjunta el detalle de las tuberías, uniones y accesorios más utilizados en fierro fundido dúctil (FFD)

Detalle de tuberías, uniones y accesorios más utilizados

Para recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales		Tuberías, conexiones y accesorios en fierro fundido dúctil para recolección y evacuación de aguas residuales y pluviales. Con revestimientos diferenciados, dando respuestas adecuadas a los problemas más comunes en los sistemas. Disponible en DN 80 a DN 2 000 mm.	
Esgurrimiento por gravedad			
a) Tuberías			
Junta elástica	Junta trabada	Junta con brida	
			
			
			
b) Conexiones			
			
c) Conexiones al colector			
			
d) Dispositivos de acceso a la red			
			
Sistema bajo presión			
a) Tuberías - Ídem anterior			
Junta elástica	Junta trabada	Junta con brida	
			
			
			

b) Curvas			
Junta elástica		Junta trabada	Junta con brida
			
			
			
			
c) Tes y Ramales			
Junta elástica	Junta trabada	Junta con brida	
			
			
d) Reducciones			
Junta con brida			
			
e) Cuplas			
Junta elástica	Junta trabada	Junta trabada	Para DN ≥ 1400
			
f) Piezas de transición			
Junta a brida	Bolsas		Punta
	Junta elástica	Junta trabada	
			
g) Piezas de complemento y ajuste			
			

h) Brida ciega para tapón**i) Piezas de intervención y montaje****j) Piezas con alas de defensa****k) Accesorios para bridas**

Para sistemas de agua potable

Tuberías y conexiones en hierro fundido dúctil para sistemas de agua bruta, agua tratada e irrigación. Cuenta con diversos tipos de juntas adecuadas a cada situación. Disponible en grandes diámetros (DN 1 400 a DN 2 000 mm).

a) Tuberías

Tipo	Junta elástica	Junta trabada	Junta con brida
K7			
K9			

b) Curvas

Tipo	Junta elástica	Junta trabada	Junta con brida
90°			
45°			
22,5°			

11,25°			
c) Tes y ramales			
Junta elástica	Junta trabada	Junta con brida	
			
			
d) Crucetas			
Junta elástica		Junta trabada	
			
e) Reducciones			
Junta elástica	Junta trabada	Junta con brida	
			
			
f) Cuplas			
Junta elástica	Junta con brida	Junta trabada	Para DN ≥ 1400
			
g) Piezas de transición			
Junta a brida	Bolsas		Punta
	Junta elástica	Junta trabada	
			
h) Piezas de complemento de ajuste			
			

i) Piezas para tapón				
Junta elástica		Junta trabada		Junta con brida
				
j) Piezas para intervención y montaje				
				
				
j) Piezas con alas de defensa				
				
k) Accesorios para bridas				
				
Válvulas y accesorios		Válvulas y accesorios para saneamiento. Se muestran las válvulas de gaveta con cuña tipo Euro 20 y la gama de piezas de Intervención y Montaje (Junta de Desmontaje, Ultralink y Ultraquick).		
a) Válvulas de gaveta Euro 20				
				
b) Válvulas de gaveta				
Equivalencia de válvulas				
Válvulas de Gaveta Euro 20				
Registros Convencionales				
c) Válvula mariposa con bridas				
				

d) Equipo contra incendios**e) Protección de redes y casa de bombas****f) Equipos para reservorios****g) Piezas de intervención y montaje****h) Accesorios de maniobra****i) Válvulas de control (SÉRIE E2001)**

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Plásticos - Tuberías de polietileno (PE) especificadas por su diámetro interior (RDIE)

Primera revisión

ICS 23.040.20 Canalizaciones de materiales plásticos

Abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La revisión y actualización de la Norma Boliviana **NB 646-07 “Plásticos - Tuberías de polietileno (PE) especificadas por su diámetro interior (RDIE) (Primera revisión)”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización **CTN 12.17 “Tuberías y accesorios metálicos”**.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	INSTITUCIÓN
Reynaldo Villalba	UNI/VSB (Coordinador)
Luís Víctor Rico	ABIS
José Luís Castagné	ABIS
Grover Rivera	IIS-UMSA
José Díaz	IIS-UMSA
Ronny Vega	ANESAPA
Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Fernando Inchauste	CONSULTOR
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR
Gonzalo Dalence E.	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2007-02-12

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2007-03-29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2007-04-13

Informe

La actualización de esta Norma fue realizada por el Viceministerio de Servicios Básicos/ Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, con financiamiento del Proyecto de Asistencia Técnica/ASDI y la supervisión de la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

Esta Norma ha sido elaborada en el marco de una consultoría y su revisión y aprobación fueron realizadas por el Comité Técnico de Normalización CTN 12.16.

Asimismo, la revisión de esta Norma se realizó en talleres técnicos regionales en las ciudades de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, con la participación y el aporte de los siguientes profesionales e instituciones:

VALLE

Severo Vega	ABIS – Cochabamba	Edgar Armaza	SEMAPA
Jhony Pérez	ABIS – Cochabamba	Carlos Peláez	SEMAPA
Marcelo Crespo	ABIS – Cochabamba	Jorge Heredia	SEMAPA
Julio Fuentes	ABIS – Cochabamba	Leonardo Salinas	SEMAPA
J. Carlos Guzmán	GM – Cochabamba	Vanesa Selaya	SEMAPA
Cristian Cuellar	GM – Cochabamba	Vladimir Valda	ELAPAS – Sucre
Franco Burgulla	GM – Quillacollo	Edgar A. Nava	ELAPAS – Sucre
Eduard Montalvo	GM – Tapacarí	Marcelo Encalada	FUNDACION SODIS
Jorge P. Vargas	GM – Tapacarí	Leonardo Anaya	AGUILAR & ASOCIADOS
Julio Mercado	GM – Colcapirhua	Edwing Miranda	FHI
Luis Coca	FPS – Cochabamba	Franklin Antezana	EMPROCIV SRL
Jenny Rojas	CASA – UMSS	Oscar Zelada	EMPRESIB
Fernando Pérez	AMDECO	Wilfredo Veizaga	MONTERREY SRL
Ronald Baldellon	MACOTI	José Veizaga	MONTERREY SRL
Mirtha Baptista	CONSULTORA	Marcelo Calizaya	CONSULTOR

TRÓPICO

Marco A. Gutiérrez	VSF – PROAT	Rolando de Chazal	SAGUAPAC
Alexis Meruvia	VSF – PROAT	Milton Von Borries	SAGUAPAC
Eduardo Ugarteche	ABIS Santa Cruz	Erwin Medrano	SAGUAPAC
Guido Casso	SIB Santa Cruz	Roberto Cruz	ACSAACRUZ
Mauricio Flores	SIB Santa Cruz	Eladio Arequino	COOP. SAJUBA
Luisa Dorado	PREFECTURA SCZ	Ciriaco Coro	COOP. SAJUBA
Saud Yuja Gomez	GM Trinidad, Beni	Teresa Romero	COOP. SAJUBA
Ramiro Plaza	FPS Santa Cruz	Luis Bravo	COOP. EL CARMEN
Eduardo Cuestas	FPS Santa Cruz	Ariel Méndez	COOP. COSPOL
Germán Palenque	UAGRM	David Saavedra	COOP. COSPOL
Efraín Capobianco	UAGRM – SIMAC	José A. Chacón	COSIMBO LTDA
Juan E. Ribera	UAGRM – SIMAC	Rubén Angulo	RAS – AVALUOS
Silvana Balcázar	CADECO – Santa Cruz	Mario E. Sandy	PLAN INTERNACIONAL
José L. Padilla	CONSULTOR		

ALTIPLANO

Marco A. Gutiérrez	VSB – PROAT	Carlos España	UMSA Postgrado
Alexis Meruvia	VSB – PROAT	Ángel Aliaga	UMSA – IIH
Víctor Rico	ABIS – La Paz	Gualberto Gutiérrez	UTO
Jose L. Castagné	ABIS – La Paz	Armando Garnica	UTO
Orlando Camacho	ABIS – La Paz	Amilkar Ilaya	UTO
Oswaldo Sánchez	ABIS – La Paz	Lina Fernández	UTO
Iván Bolívar	PREFECTURA LP	José Huanca	CARITAS
Marcial Medina	PREFECTURA LP	Adolfo Gallardo	ISERV ARQUITECTURA
Edson Aranibar	PREFECTURA LP	Israel Antequera	GREGORY MORRIS
Carlos R. Morales	PREFECTURA PT	Daly Salvatierra	AGUILAR & ASOCIADOS
Marco A. Gómez	PREFECTURA PT	Marvin Botello	PLAMAT S.A.
Ronald Beltrán	GM – La Paz	Gonzalo Vargas	PLASMAR S.A.
Carlos García	GM – La Paz	Oscar Quiroga	PLASMAR S.A.
Ramiro Encinas	FPS – Nacional	Marcelo Barrero	SUMINDUS
Eufracio Choque	FPS – La Paz	Alfonso Pomarino	CONSULTOR
Alexandra Sandi	FPS – La Paz	Francisco Alvizuri	CONSULTOR
Ingrid Vásquez	FNDR	Juan C. Fernández	CONSULTOR
Hugo Jiménez	SISAB	Humberto Cordero	CONSULTOR
Roger Yugar	PROAGUAS	Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Juan Correa	AAPOS – Potosí		

ELABORACIÓN:

Fernando Inchauste Morales	Consultor principal
Humberto Obleas Arandia	Consultor
Patricia Ancalle Mamani	Consultora

FINANCIADOR:

Agencia Sueca de Cooperación para el
para el Desarrollo Internacional (Asdi)

ÍNDICE

Página

0	INTRODUCCIÓN.....	115
0.1	Sistema de unidades.....	115
0.2	Variables.....	115
0.3	Abreviaturas	115
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....	115
2	REFERENCIAS.....	116
3	DEFINICIONES.....	116
3.1	Esfuerzo hidrostático de diseño	117
3.2	Presión nominal.....	117
3.3	Ecuación ISO	117
3.4	Relación dimensional estándar para la tubería termoplástica (RDIE)	117
3.5	Código estándar para la designación del material termoplástico de la tubería	118
4	CLASIFICACIÓN	118
4.1	Generalidades	118
4.2	Relaciones dimensionales estándar para la tubería termoplástica (RDIE).....	118
4.3	Presión nominal de la tubería termoplástica (PN).....	118
4.4	Propiedades	119
4.4.1	Acabado	119
4.4.2	Adhesión	119
4.4.3	Negro de humo.....	119
4.4.4	Densidad	119
4.5	Materiales.....	120
4.5.1	Generalidades	120
4.5.2	Materiales básicos.....	120
4.5.3	Esfuerzo hidrostático de diseño	120
4.5.4	Tipos de materiales	120
4.5.5	Compuesto	121
4.5.6	Material recuperado	121
5	ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	122
5.1	Tuberías	122
5.1.1	Tipos.....	122
5.1.2	Dimensiones y tolerancias	123
5.1.2.1	Diámetro interno	123
5.1.2.2	Espesor de pared	124
5.1.2.3	Gama de variación del espesor de pared	124
5.1.2.4	Espesor de la capa exterior.....	124
5.1.3	Especificaciones técnicas	126
5.1.3.1	Presión sostenida.....	126
5.1.3.2	Presión de rotura.....	126
5.1.3.3	Esfuerzo de agrietamiento ambiental.....	127
5.1.3.4	Presión sostenida a temperatura elevada.....	127
5.2	Uniones	127
6	MÉTODOS DE ENSAYO	127
6.1	Actividades preliminares y tipos de ensayo	127

6.1.1	Actividades preliminares	127
6.1.1.1	Acondicionamiento	127
6.1.1.2	Condiciones de ensayo	128
6.1.1.3	Muestreo	128
6.1.1.4	Especímenes de ensayo	128
6.1.2	Tipos de ensayos	128
6.2	Ensayo de negro de humo	128
6.2.1	Resumen del método	128
6.2.2	Muestreo	128
6.2.3	Preparación de los especímenes	128
6.2.4	Procedimiento	128
6.2.5	Interpretación de resultados	128
6.3	Ensayo de densidad	129
6.3.1	Resumen del método	129
6.3.2	Muestreo	129
6.3.3	Preparación de los especímenes	129
6.3.4	Procedimiento	129
6.3.5	Interpretación de resultados	129
6.3.5.1	Densidad de la base, compuestos clase C	129
6.3.5.2	Densidad de la base, compuestos clase B	129
6.4	Ensayo de presión sostenida (ensayo tipo)	129
6.4.1	Resumen del método	129
6.4.2	Muestreo	129
6.4.3	Preparación de los especímenes	130
6.4.4	Procedimiento	130
6.4.5	Interpretación de resultados	130
6.4.5.1	Falla	130
6.4.5.2	Englobamiento	130
6.4.5.3	Rotura	130
6.4.5.4	Filtración o goteo	131
6.5	Ensayo de esfuerzo de agrietamiento ambiental	131
6.5.1	Resumen del método	131
6.5.2	Muestreo	131
6.5.3	Preparación de los especímenes	131
6.5.4	Procedimiento	131
6.5.5	Interpretación de resultados	131
6.6	Ensayo a temperatura elevada	132
6.6.1	Resumen del método	132
6.6.2	Muestreo	132
6.6.3	Preparación de los especímenes	132
6.6.4	Procedimiento	132
6.6.4.1	Determinación de categoría	132
6.6.4.2	Proceso	133
6.6.5	Interpretación de resultados	133
6.7	Repetición de pruebas	133
6.8	Rechazo	133
7	INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES	134
7.1	Inspección	134
7.2	Certificado de cumplimiento o análisis certificado	134
8	MARCADO Y ROTULADO	134
8.1	Marcado y rotulado	134

Anexo A (Informativo) Detalle de tuberías, uniones y accesorios más utilizados	135

Plásticos - Tuberías de polietileno (PE) especificadas por su diámetro interior (RDIE)

0 INTRODUCCIÓN

0.1 Sistema de unidades

%	porcentaje
°C	grados Celsius
°F	grados Fahrenheit
mm	milímetro
cm ³	centímetro cúbico
m	metro
plg	pulgada
plg ²	pulgada cuadrado
pie	pie
g	gramo
lb	libra
min	minuto
h	hora
psi	libra por pulgada cuadrado
MPa	mega Pascal

0.2 Variables

C	Porcentaje en peso del negro de humo	%
D _i	Diámetro interior promedio de la tubería	mm (plg)
D _e	Diámetro promedio externo	mm (plg)
D _R	Densidad de la resina	g/cm ³
D _p	Densidad del compuesto de la tubería	g/cm ³
PN	Presión nominal	MPa (psi)
R	Relación dimensional estándar de la tubería termoplástica, relación también conocida como RDIE,	adimensional
RDIE	Relación dimensional estándar	adimensional
S	Esfuerzo hidrostático de diseño	MPa (psi)
t	Espesor mínimo de pared	mm (plg)

0.3 Abreviaturas

Las abreviaciones concuerdan con las de la norma ASTM D1 600.

ASTM	American Society for Testing Material
DN	Diámetro Nominal
ISO	International Organization for Standardization
PE	Plástico de Polietileno
PPI	Plastic Pipe Institute

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a la tubería de polietileno (PE) elaborada en base a las relaciones dimensionales estándar para tuberías termoplásticas y presiones establecidas para el agua.

También se incluyen criterios para la clasificación tanto de los materiales de la tubería, un sistema para establecer la nomenclatura correspondiente a la tubería así como, también, requisitos y métodos de ensayo para los materiales, acabados, dimensiones, presión sostenida, esfuerzos de agrietamiento ambiental y a temperatura elevada. Igualmente se incluyen los diferentes métodos empleados en el rotulado.

Los valores establecidos en unidades del Sistema Internacional se deben considerar como los correspondientes a la norma mientras que los que van entre paréntesis sólo tienen carácter informativo. Esta norma se ha desarrollado en base a normas ASTM, por ello cuando se definen dimensiones en mm, se adopta lo establecido en la ISO 4 427.

La siguiente advertencia únicamente está relacionada con los métodos de ensayo (véase 6). No es el propósito de esta norma advertir sobre todos los riesgos, en caso de que los haya asociados con su empleo. Es responsabilidad del usuario establecer prácticas apropiadas de salud y seguridad, así como determinar la aplicabilidad de las restricciones de los reglamentos pertinentes antes de proceder a su aplicación.

2 REFERENCIAS

Las normas de referencia que se presentan, contienen disposiciones y requisitos que son parte de esta norma y se consideran valederas para la presente norma.

En caso de conflicto prevalecerá lo establecido en esta norma.

ASTM D 618	Practice for Conditioning Plastics and Electrical Insulating Materials for Testing.
ASTM D 792	Test Methods for Specific Gravity (Relative Density) and Density of Plastics by Displacement.
ASTM D 883	Definitions of Terms Relating to Plastics.
ASTM D 1238	Test Method for Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer.
ASTM D 1248	Specification for Polyethylene Plastics Molding and Extrusion Materials.
ASTM D 1505	Test Method for Density of Plastics by the density - Gradient Technique.
ASTM D 1598	Test Method for Time-to-Failure of Plastic Pipe Under Constant Internal Pressure.
ASTM D 1599	Test Method for Short-Time Hydraulic Failure Pressure of Plastic Pipe, Tubing, and Fittings.
ASTM D 1600	Terminology Relating to Abbreviations, Acronyms and Codes for Terms Relating to Plastics.
ASTM D 1603	Test Method for Carbon Black in Olefin Plastics.
ASTM D 2122	Test Method for Determining Dimensions of Thermoplastic Pipe and Fittings.
ASTM D 2837	Test Method for Obtaining Hydrostatic Design Basis for Thermoplastic Pipe Materials.
ASTM D 3350	Specification for Polyethylene Plastics Pipe and Fittings Materials.
ASTM F 412	Terminology Relating to Plastic Piping Systems.
ISO 4427	Polyethylene (PE) pipes for water supply - Specifications.

3 DEFINICIONES

A menos que se establezca lo contrario, las definiciones concuerdan con las que se establecen en las normas ASTM D 883 y ASTM F 412.

Para los propósitos de esta norma, se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Esfuerzo hidrostático de diseño

Es el esfuerzo máximo esperado en dirección tangencial a la pared de la tubería (ocasionado por la presión hidrostática interna del agua) que puede aplicarse continuamente a la tubería con un alto grado de certeza de que tendrá lugar la falla de la tubería.

3.2 Presión nominal

Valor máximo estimado de la presión que el agua puede ejercer continuamente sobre las paredes de la tubería, con un alto grado de seguridad de que no se van a presentar fallas.

3.3 Ecuación ISO

Relación entre el esfuerzo hidrostático de diseño, la presión nominal y la relación dimensional estándar (véase figura 1), según:

$$\frac{2 S}{PN} = R + 1$$

$$R = \frac{D_i}{t}$$

donde:

S: Esfuerzo hidrostático de diseño, en MPa (psi)

PN: Presión nominal, en MPa (psi)

R: Relación dimensional estándar de la tubería termoplástica, relación también conocida como RDIE.

D_i : Diámetro interior promedio de la tubería, en mm (plg).

t: Espesor mínimo de pared, en mm (plg).

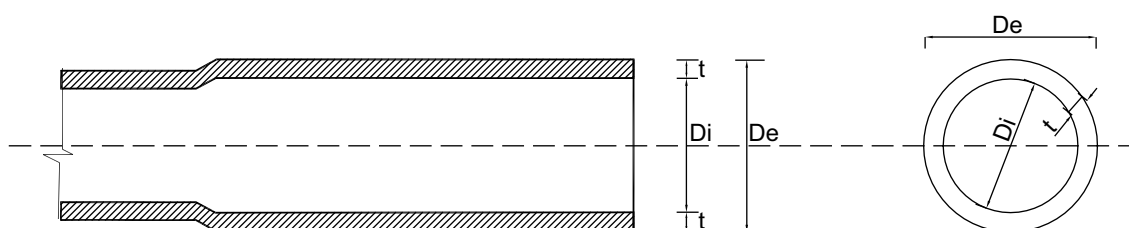


Figura 1 - Esquema de la tubería

3.4 Relación dimensional estándar para la tubería termoplástica (RDIE)

Es la relación que se obtiene al dividir el diámetro interno de la tubería por el espesor de pared. En el caso de la tubería de PE se calcula dividiendo el diámetro interior promedio de la tubería en milímetros o en plg por el espesor mínimo de pared en milímetros o plg (se debe mantener las mismas unidades). (Véase figura 1).

Si el espesor de pared empleado en esta fórmula es inferior a 1,52 mm (0,060 plg), se debe incrementar en forma arbitraria hasta 1,52 mm (0,060 plg). El valor RDIE debe aproximarse hasta el décimo más próximo.

3.5 Código estándar para la designación del material termoplástico de la tubería

El código para la designación del material de la tubería consta de la abreviatura PE correspondiente al tipo de plástico, seguida del grado ASTM en números arábigos y del esfuerzo hidrostático de diseño en cientos de psi sin decimales. En caso de que el código correspondiente al esfuerzo hidrostático de diseño contenga menos de dos cifras, se debe colocar un cero antes de dicho número.

En estas condiciones el código completo del material consta de dos (2) letras y cuatro (4) cifras para los materiales de la tubería de PE. (véase 4.5.4).

4 CLASIFICACIÓN

4.1 Generalidades

Esta norma contempla las tuberías PE elaboradas a partir de cuatro (4) materiales de plásticos PE (véase 4.5) en seis relaciones dimensionales estándar y seis valores para la presión nominal del agua.

4.2 Relaciones dimensionales estándar para la tubería termoplástica (RDIE)

Esta norma contempla tuberías de PE para seis (6) relaciones dimensionales estándar, a saber 5; 3; 7; 9; 11,5; 15 y 19.

Estas relaciones se conocen como:

- RDIE 5,3;
- RDIE 7;
- RDIE 9;
- RDIE 11,5;
- RDIE 15; y
- RDIE 19

respectivamente. La presión nominal es uniforme para todos los tamaños nominales de tubería para un material de tubería PE y un RDIE dados.

4.3 Presión nominal de la tubería termoplástica (PN)

Esta norma contempla tuberías de PE para seis presiones nominales, estas presiones son:

- PN 1,73 MPa (250 psi)
- PN 1,38 MPa (200 psi)
- PN 1,10 MPa (160 psi)
- PN 0,86 MPa (125 psi)
- PN 0,69 MPa (100 psi)
- PN 0,55 MPa (80 psi)

4.4 Propiedades

4.4.1 Acabado

La tubería debe ser totalmente homogénea y a simple vista estar libre de fisuras, perforaciones, incrustaciones de material extraño u otros defectos.

La tubería debe ser tan uniforme como sea comercialmente posible en cuanto a color, opacidad, densidad y otras propiedades físicas.

4.4.2 Adhesión

En el caso de tubería elaborada mediante extrusión múltiple simultánea, la adhesión entre las diferentes capas debe ser fuerte y uniforme.

No debe ser posible separar dos capas con un probador o con el extremo de la hoja de un cuchillo de tal forma que, en cualquier punto, las capas se separen limpiamente.

4.4.3 Negro de humo

El compuesto de extrusión para la tubería de PE Clase C debe tener por lo menos un 2 % de negro de humo cuando se sometan a ensayos que se realicen de acuerdo con lo establecido en 6.2.

En el caso de tuberías producidas por extrusión múltiple simultánea, este requisito solo se debe aplicar a la capa exterior.

Aparte de que el compuesto debe satisfacer todos los demás requisitos y que la tubería debe satisfacer los requisitos a corto y largo plazo especificados en esta norma, no se establece la cantidad de pigmento en el polietileno de clase B.

Existe evidencia que indica que el tipo, el tamaño de la partícula y la calidad de la dispersión del negro de humo afectan la capacidad de resistencia a la intemperie en la tubería, pero todavía se encuentra bajo investigación y, una vez que se desarrollen métodos de ensayo confiables, se incluirán en una revisión de esta norma los requisitos de resistencia a la intemperie u otros requisitos apropiados.

4.4.4 Densidad

La resina base del polietileno (PE incoloro) en el compuesto de la tubería de acuerdo con la norma ASTM D 1248, debe cumplir con los siguientes valores:

- para tuberías de Grado P14, de 0,910 g/cm³,
- para tuberías de Grado P23 y Grado P24, de 0,926 g/cm³ a 0,940 g/cm³,
- para tuberías de Grado P33, de 0,941 g/cm³ a 0,965 g/cm³, y
- para tuberías de Grado P34, de 0,941 g/cm³ a 0,965 g/cm³.

cuando se determinan de acuerdo con el criterio establecido en 6.3 y cumple lo determinado en 4.5.2.

4.5 Materiales

4.5.1 Generalidades

Los plásticos de polietileno empleados con el propósito de que la tubería satisfaga los requisitos de esta norma, deben cumplir los siguientes ensayos:

- ensayos de resistencia a corto plazo, y
- ensayos de resistencia a largo plazo.

4.5.2 Materiales básicos

Esta norma es aplicable a la tubería de PE elaborada a partir de los tipos de polietileno que se encuentran definidos en la norma ASTM D1248, en la cual los requisitos se basan en ensayos a corto plazo. Estos son:

- grado P14,
- grado P23,
- grado P24,
- grado P33 y
- grado P34.

Los plásticos PE también se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de celda tal como se establece en la norma ASTM D 3350.

Los requisitos de comportamiento a la presión sostenida a 80 °C establecidos (véase 6.6) no son los mismos que para los materiales PE de las normas ASTM D 1 248 ó ASTM D 3 350.

Para identificar la correcta categoría del ensayo de la tubería (C1 a C7), la densidad de la resina base del material PE así como su índice de fusión, éstos valores deben ser indicados por el proveedor del material PE.

4.5.3 Esfuerzo hidrostático de diseño

Esta norma se aplica a la tubería PE elaborada a partir de los plásticos PE tal como se encuentran definidos por medio de cuatro (4) valores de esfuerzo hidrostático de diseño establecidos con base en ensayos a largo plazo.

Los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el Plastic Pipe Institute (PPI) se emplean para clasificar la presión de las tuberías de plástico PE. Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño son:

- 2,76 MPa (400 psi),
- 3,45 MPa (500 psi),
- 4,34 MPa (630 psi), y
- 5,25 MPa (800 psi)

para agua a 23 °C (73 °F). Estos esfuerzos hidrostáticos de diseño se aplican solamente a la tubería que satisface todos los requisitos de esta norma.

4.5.4 Tipos de materiales

Se incluyen siete (7) tipos de materiales para la tubería PE basados en los requisitos de la norma ASTM D 1248 y en los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el PPI, tal como se establece a continuación:

- grado P14 con esfuerzo hidrostático de diseño de 2,76 MPa (400 psi) para agua a 23 °C (73 °F), designado como PE 1404
- grado P23 con esfuerzo hidrostático de diseño de 3,45 MPa (500 psi) para agua a 23 °C (73 °F), designado como PE 2305
- grado P23 con esfuerzo hidrostático de diseño de 4,34 MPa (630 psi) para agua a 23 °C (73 °F), designado como PE 2306
- grado P24 con esfuerzo hidrostático de diseño de 4,34 MPa (630 psi) para agua a 23 °C (73 °F), designado como PE 2406
- grado P33 con esfuerzo hidrostático de diseño de 4,34 MPa (630 psi) para agua a 23 °C (73 °F), designado como PE 3306
- grado P34 con esfuerzo hidrostático de diseño de 4,34 MPa (630 psi) para agua a 23 °C (73 °F), designado como PE 3406
- grado P34 con esfuerzo hidrostático de diseño de 5,34 MPa (800 psi) para agua a 23 °C (73 °F), designado como PE 3408

Los esfuerzos hidrostáticos de diseño pueden no ser adecuados para los materiales que presentan una notable desviación con relación a la línea recta en el gráfico de logaritmo de tensión contra el logaritmo del tiempo de falla. Los datos disponibles, sobre los materiales de las tuberías PE, presentan una gráfica con una línea recta bajo estas condiciones.

4.5.5 Compuesto

El compuesto de extrusión de plástico PE debe satisfacer los requisitos del material:

- grado P14, clase B ó C;
- grado P23, clase B ó C;
- grado P24, clase B ó C;
- grado P33, clase B ó C; ó
- grado P34, clase B ó C,

tal como se describe en la norma ASTM D 1248.

Los plásticos PE también se pueden describir de acuerdo con la clasificación de celda correspondiente tal como se define en la norma ASTM D 3350.

Los compuestos de la clase B deben tener suficiente estabilizador de ultravioleta como para proteger la tubería de los efectos venenosos debidos a la exposición continua en el exterior durante el almacenamiento y el transporte.

Las tuberías producidas a partir de los compuestos de la Clase B no son apropiados para aplicaciones de exposición a la intemperie.

Los compuestos de las clases B y C deben tener suficientes antioxidantes para satisfacer los requisitos de la norma ASTM D 3350.

NOTA

Los usuarios de la tubería deben consultar con el fabricante en relación con la vida útil del producto con respecto a su exposición al exterior.

4.5.6 Material recuperado

Se permite el uso de material recuperado, limpio, proveniente de la elaboración de tuberías de la misma fábrica, siempre y cuando la tubería producida satisfaga los requisitos establecidos en esta norma.

5 ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

5.1 Tuberías

Las tuberías de PE, se pueden encontrar según los fabricantes desde 1/2 plg hasta 63 plg, no todos los fabricantes tienen a disposición de los compradores esta gama de diámetros, por ello, para su adquisición se debe consultar a los proveedores. En muchos casos, pueden desarrollarla pero no la tienen disponible.

Los diámetros más comerciales que se elaboran son:

1/2 plg	3/4 plg	1 plg	1 1/4 plg	1 1/2 plg	2 plg
2 plg	4 plg	6 plg	8 plg	10 plg	12 plg
14 plg	16 plg	18 plg	20 plg	22 plg	24 plg
26 plg	28 plg	30 plg	32 plg	34 plg	36 plg
38 plg	40 plg	42 plg	44 plg	47 plg	51 plg
55 plg	59 plg	63 plg			

Tampoco todas estas tuberías se encuentran disponibles para los cuatro (4) materiales de plásticos PE, en las seis (6) relaciones de dimensionales estándar y seis (6) valores para la presión nominal del agua que establecen esta norma.

También existen tuberías con diámetros en mm, elaboradas en los equivalentes establecidos. El largo de las tuberías varía, algunas se fabrican de 6 m de largo y la mayoría por rollos de 50 m, 100 m y 200 m.

5.1.1 Tipos

Las tuberías se clasifican, por su empleo con agua a una temperatura de 23 °C (73 °F), según la máxima presión interna indicada en la tabla 1.

A elección del fabricante puede ser recomendable considerar presiones nominales inferiores a las establecidas en 3.3 y en 3.4, en cuyo caso el RDIE se debe incluir en el rotulado.

Los esfuerzos hidrostáticos de diseño recomendados por el Plastic Pipe Institute se basan en ensayos realizados en tuberías cuyos diámetros están comprendidos entre 1/2 plg y 2 plg.

Tabla 1 - Relaciones dimensionales estándar de la tubería termoplástica (RDIE) y presiones nominales de agua a 23 °C (73 °F)

Dimensiones en MPa (psi)

RDIE	Material de tuberías PE				
	PE 3408	PE 3306 PE 3406	PE 2306 PE 2406	PE 2305	PE 1404
	Presión nominal (PN)				
5,3	1,73 (250)	1,38 (200)	1,38 (200)	1,10 (160)	0,86 (125)
7	1,38 (200)	1,10 (160)	1,10 (160)	0,86 (125)	0,69 (100)
9	1,10 (160)	0,86 (125)	0,86 (125)	0,69 (100)	0,55 (80)
11,5	0,86 (125)	0,69 (100)	0,69 (100)	0,55 (80)	
15	0,69 (100)	0,55 (80)	0,55 (80)		
19	0,55 (80)				
PN			RDIE		
1,73 (250)	5,3				
1,38 (200)	7	5,3	5,3		
1,10 (160)	9	7	7	5,3	
0,86 (125)	11,5	9	9	7	5,3
0,69 (100)	15	11,5	11,5	9	7
0,55 (80)	19	15	15	11,5	9

Véanse 3.5 y 4.5.4, sobre el código de designación.

5.1.2 Dimensiones y tolerancias

5.1.2.1 Diámetro interno

El diámetro interno y sus tolerancias deben ser las establecidas en la tabla 2, cuando se midan de acuerdo con el método establecido en la norma ASTM D 2122, estos valores se establecen para las tuberías más comúnmente usadas que son:

- 1/2 plg,
- 3/4 plg,
- 1 plg,
- 1 1/4 plg,
- 1 1/2 plg,
- 2 plg,
- 3 plg,
- 4 plg y
- 6 plg.

Tabla 2 - Diámetros internos y tolerancias

Dimensiones en plg

Diámetro nominal DN	Diámetro interno promedio	Tolerancia
1/2	0,622	+ 0,010 - 0,010
3/4	0,824	+ 0,010 - 0,015
1	1,049	+ 0,010 - 0,020
1 1/4	1,380	+ 0,010 - 0,020
1 1/2	1,610	+ 0,015 - 0,020
2	2,067	+ 0,015 - 0,020
2 1/2	2,469	+ 0,015 - 0,020
3	3,068	+ 0,015 - 0,030
4	4,026	+ 0,015 - 0,035
6	6,065	+ 0,020 - 0,035

5.1.2.2 Espesor de pared

El espesor de pared y sus tolerancias deben ser las establecidas en la tabla 3, cuando se midan de acuerdo con el método establecido en la norma ASTM D 2122.

5.1.2.3 Gama de variación del espesor de pared

La gama del espesor de pared debe ser de 12 % cuando se establece de acuerdo con el método indicado en la norma ASTM D 2122.

5.1.2.4 Espesor de la capa exterior

En el caso de tuberías fabricadas por medio de extrusión múltiple simultánea, es decir, tuberías que contienen dos o más capas concéntricas, la capa exterior debe tener un espesor mínimo de 0,50 mm (0,020 plg).

Tabla 3 – Espesor mínimo de pared y tolerancias

Dimensiones en plg

Diámetro nominal	Espesor de pared A											
	RDIE 19		RDIE 15		RDIE 11,5 B		RDIE 9		RDIE 7		RDIE 5,3	
	mínimo	tolerancia	mínimo	tolerancia	mínimo	tolerancia	mínimo	tolerancia	mínimo	tolerancia	mínimo	tolerancia
½	0,060	+ 0,020	0,060	+ 0,020	0,060	+ 0,020	0,069	+ 0,020	0,089	+ 0,020	0,117	+ 0,020
¾	0,060	+ 0,020	0,060	+ 0,020	0,072	+ 0,020	0,092	+ 0,020	0,118	+ 0,020	0,155	+ 0,020
1	0,060	+ 0,020	0,070	+ 0,020	0,091	+ 0,020	0,117	+ 0,020	0,150	+ 0,020	0,198	+ 0,024
1 ¼	0,073	+ 0,020	0,092	+ 0,020	0,120	+ 0,020	0,153	+ 0,020	0,197	+ 0,024	0,260	+ 0,031
1 ½	0,085	+ 0,020	0,107	+ 0,020	0,140	+ 0,020	0,179	+ 0,020	0,230	+ 0,028	0,304	+ 0,036
2	0,109	+ 0,020	0,138	+ 0,020	0,180	+ 0,020	0,230	+ 0,028	0,295	+ 0,035	0,390	+ 0,047
2 ½	0,130	+ 0,020	0,165	+ 0,020	0,215	+ 0,025						
3	0,161	+ 0,020	0,205	+ 0,020	0,267	+ 0,032						
4	0,212	+ 0,025	0,268	+ 0,032	0,350	+ 0,042						
6	0,319	+ 0,038	0,404	+ 0,048	0,527	+ 0,063						

A El espesor mínimo es el menor espesor de pared de la tubería en cualquier sección transversal. El espesor máximo de pared permitido, en cualquier sección transversal es el espesor mínimo de pared más la tolerancia establecida. Todas las tolerancias se encuentran en el lado positivo del requerimiento mínimo.

B No se incluyen las tuberías de 2 1/2 plg a 6 plg con valores de presión nominal de 0,70 MPa (100 psi).

5.1.3 Especificaciones técnicas

5.1.3.1 Presión sostenida

La tubería no debe presentar fallas, englobamientos, reventamientos, o filtraciones tal como se establece en el método indicado en la norma ASTM D 1598, a la presión de ensayo que se establece en la tabla 4 y tabla 5, cuando se realice el ensayo de acuerdo con los criterios establecidos en 6.4.

Tabla 4 - Condiciones de ensayo de presión sostenida para el agua

RDIE	PE 2306 PE 2406 PE 3306 PE 3406		PE 2305		PE 1404		PE 3408	
	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi
	Presión de prueba a 38 °C (100 °F)							
5,3	2,48	360	1,86	270	1,24	180	2,90	420
7	1,86	270	1,45	210	0,93	135	2,28	330
9	1,48	215	1,17	170	0,76	110	1,83	265
11,5	1,17	170	0,93	135			1,45	210
15	0,93	135					1,14	165
19							0,90	132
RDIE	Presión de prueba a 23 °C (73 °F)							
5,3	2,86	415	2,28	330	1,83	265	3,51	508
7	2,28	330	1,83	265	1,45	210	2,76	400
9	1,83	265	1,45	210	1,14	165	2,20	320
11,5	1,45	210	1,14	165			1,76	256
15	1,14	165					1,38	200
19							1,10	160

Los esfuerzos en la fibra, empleados para obtener estas presiones son los que se establecen en la tabla 5.

Tabla 5 - Esfuerzos en la fibra

	a 38 °C (100 °F)		a 23 °C (73 °C)	
	MPa	psi	MPa	psi
PE 3408	9,10	1 320	11,2	1 600
PE 2306, PE 2406, PE 3306, PE 3406	7,38	1 070	9,10	1 320
PE 2305	5,86	850	7,24	1 050
PE 1404	3,93	570	5,65	820

5.1.3.2 Presión de rotura

La presión mínima de rotura para las tuberías plásticas PE debe ser la que se establece en la tabla 6 y tabla 7, cuando se determina de acuerdo con el método establecido en la norma ASTM D 1599.

Tabla 6 - Requisitos de presión mínima de rotura para agua a 23 °C (73 °F)

RDIE	PE2306 PE2406 PE3306 PE3406 PE3408		PE2305		PE 1404	
	MPa	psi	MPa	psi	MPa	psi
5,3	5,52	800	4,34	630	2,76	400
7	4,34	630	3,45	500	2,21	320
9	3,45	500	2,76	400	1,72	250
11,5	2,76	400	2,21	320		
15	2,21	320				
19	1,73	252				

Los esfuerzos en la fibra, empleadas para obtener estas presiones son los que se establecen en la tabla 7.

Tabla 7 - Esfuerzos en la fibra a 23 °C (73 °F)

	MPa	psi
PE 2306, PE 2406, PE 3306, PE 3406, PE 3408	17,37	2 520
PE 2305	13,79	2 000
PE 1404	8,62	1 250

5.1.3.3 Esfuerzo de agrietamiento ambiental

No debe presentarse pérdida de presión en la tubería cuando se realiza el ensayo de acuerdo con los criterios establecidos en 6.5.

5.1.3.4 Presión sostenida a temperatura elevada

El tiempo promedio para que falle la tubería, deberá ser igual o mayor que el mínimo promedio de horas (véase tabla 8) (considerando la tensión correspondiente a una categoría de tubería de ensayo) cuando la prueba se realiza de acuerdo a lo establecido (véase 6.6).

5.2 Uniones

Se registra en el Anexo A, detalles de las uniones y accesorios más utilizados para el PE.

6 MÉTODOS DE ENSAYO

6.1 Actividades preliminares y tipos de ensayo

6.1.1 Actividades preliminares

6.1.1.1 Acondicionamiento

En aquellos casos en los cuales sea necesario el acondicionamiento de los especímenes, éste debe realizarse a $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ($73,4\text{ °F} \pm 3,6\text{ °F}$) antes de realizar el ensayo de acuerdo con el procedimiento A de los métodos indicados en la norma ASTM D 618.

6.1.1.2 Condiciones de ensayo

A menos que se establezca otra cosa en los métodos de ensayo o en esta norma, se deben llevar a cabo los ensayos en las condiciones atmosféricas normalizadas de laboratorio, a una temperatura de $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ($73,4\text{ °F} \pm 3,6\text{ °F}$).

6.1.1.3 Muestreo

La selección de muestras se debe llevar a cabo previo acuerdo entre cliente y proveedor. En caso de que no exista un acuerdo previo, cualquier muestra seleccionada por parte del laboratorio que lleva a cabo el ensayo, debe tener características apropiadas.

6.1.1.4 Especímenes de ensayo

Por lo menos 50 % de los especímenes requeridos para cualquier ensayo de presión, debe tener una parte del rotulado en su sección central. La sección central es aquella porción de la tubería que esta a una distancia mínima de un diámetro con respecto al extremo.

6.1.2 Tipos de ensayos

De acuerdo a lo especificado, se establecen cinco (5) tipos de ensayos, a saber:

- ensayo de negro de humo.
- ensayo de densidad.
- ensayo de presión sostenida
- ensayo de esfuerzo de agrietamiento ambiental
- ensayo a temperatura elevada

6.2 Ensayo de negro de humo

6.2.1 Resumen del método

El ensayo se fundamenta en determinar para todas las tuberías, el porcentaje de negro de humo que contiene el compuesto de extrusión clase C, o para el caso de la capa externa de una tubería fabricada por medio de extrusión múltiple simultánea.

6.2.2 Muestreo

El ensayo determina la obligación de realizar esta determinación en todas las tuberías, que contienen el compuesto de extrusión clase C.

6.2.3 Preparación de los especímenes

No existe preparación de los especímenes.

6.2.4 Procedimiento

Se determina por duplicado el contenido de negro de humo de acuerdo con los criterios indicados en la norma ASTM D 1603.

6.2.5 Interpretación de resultados

El compuesto de extrusión para la tubería de PE Clase C debe tener por lo menos un 2 % de negro de humo.

6.3 Ensayo de densidad

6.3.1 Resumen del método

El ensayo se fundamenta en determinar la densidad en la resina base del PE, en el compuesto de la tubería.

6.3.2 Muestreo

El ensayo determina que se deben tomar tres (3) especímenes.

6.3.3 Preparación de los especímenes

No existe preparación de los especímenes.

6.3.4 Procedimiento

La densidad del compuesto se determina para los tres (3) especímenes del muestreo, de acuerdo con el método indicado en la norma ASTM D 1505, o el método establecido en la norma ASTM D 792.

6.3.5 Interpretación de resultados

6.3.5.1 Densidad de la base, compuestos clase C

El porcentaje en peso del negro de humo se determina de acuerdo con los métodos establecidos y se calcula la densidad de la resina base de PE (PE incoloro) de la composición de la tubería tal como sigue:

$$D_R = D_P - 0,0044 C$$

donde:

D_R	Densidad de la resina, g/cm ³
D_P	Densidad del compuesto de la tubería, g/cm ³
C	Porcentaje en peso del negro de humo.

6.3.5.2 Densidad de la base, compuestos clase B

Los métodos empleados para determinar el porcentaje de pigmento en los compuestos Clase B y su efecto sobre la densidad varía de acuerdo con el pigmento tipo. Se debe consultar al fabricante del compuesto de la tubería acerca del procedimiento que va a emplearse para determinar la densidad de la base de los compuestos específicos.

6.4 Ensayo de presión sostenida (ensayo tipo)

6.4.1 Resumen del método

En el ensayo de presión sostenida, se determina la capacidad de la tubería de soportar presiones de prueba a dos (2) tipos de temperaturas, los valores de la presión se determinan en función del RDIE y tipo de material.

6.4.2 Muestreo

El muestreo se realiza de acuerdo a lo establecido en 6.1.1.3.

6.4.3 Preparación de los especímenes

De la muestra, se seleccionan al azar doce (12) especímenes de ensayo.

6.4.4 Procedimiento

Se someten a ensayo en forma individual los doce (12) especímenes, con agua, a dos (2) niveles controlados de temperatura bajo las presiones establecidas en la tabla 4.

Cada espécimen debe tener una longitud de por lo menos diez (10) veces su diámetro nominal, pero no inferior a 250 mm (10 plg) ni mayor de 1 000 mm (3 pies) de modo que el rotulado permanente quede en el espécimen.

Se someten a prueba seis especímenes para cada temperatura.

Se mantienen los especímenes a las presiones indicadas para la temperatura apropiada por un período de 1 000 h.

Se sostiene la presión en ± 70 kPa (± 10 psi). Se acondicionan los especímenes durante un período de por lo menos 2 h hasta ± 2 °C de las temperaturas de ensayo especificadas.

Se mantiene la temperatura del ensayo dentro de ± 2 °C de la temperatura especificada. Se lleva a cabo el ensayo de acuerdo con ASTM D 1598, con excepción de utilizar la presión con los valores que se establecen en la tabla 4 durante 1 000 h.

6.4.5 Interpretación de resultados

Los especímenes deben poder cumplir la presión establecida, dentro de los plazos acordados para este tipo de material, caso contrario se realiza el reensayo.

La falla de dos (2) de los seis (6) especímenes sometidos a ensayo a cualquiera de las dos (2) temperaturas constituye falla en el ensayo. La falla de uno (1) de los seis (6) especímenes ensayados a cualquier temperatura origina el reensayo de seis (6) especímenes adicionales a esa temperatura. La falla de uno (1) de los seis (6) especímenes reensayados a cualquier temperatura constituye falla en el ensayo.

La falla de la tubería debe definirse tal como se tiene especificado (véase ASTM D 1598):

6.4.5.1 Falla

Cualquier pérdida continua de presión originada en la transmisión del líquido de prueba a lo largo del cuerpo del espécimen sometido a ensayo.

6.4.5.2 Englobamiento

Cualquier expansión anormal localizada de un espécimen mientras se encuentre sometido a la presión hidráulica interna.

6.4.5.3 Rotura

Falla por rompimiento en la tubería con pérdida inmediata del líquido de ensayo y pérdida continuada para un valor nulo de presión.

6.4.5.4 Filtración o goteo

Falla que se presenta a través de fisuras microscópicas en la pared de la tubería, con frecuencia solo a valores cercanos a la presión de ensayo. A presiones inferiores la tubería puede transportar líquidos sin que se evidencie pérdida de líquido.

6.5 Ensayo de esfuerzo de agrietamiento ambiental

6.5.1 Resumen del método

En el ensayo de esfuerzo de agrietamiento ambiental, se determina la capacidad de la tubería de soportar presiones cuando se encuentra sumergida en agua.

6.5.2 Muestreo

El muestreo se realiza de acuerdo a lo establecido en 6.1.1.3.

6.5.3 Preparación de los especímenes

De la muestra, se seleccionan al azar seis (6) especímenes de ensayo.

6.5.4 Procedimiento

Se seleccionan al azar seis (6) especímenes que tengan una longitud de 250 mm (10 plg) y que incluyen el rotulado permanente.

Se conecta uno de los extremos de cada espécimen a un manómetro con un margen de 400 psi y el otro extremo a una corriente de aire o nitrógeno a través de una válvula apropiada. Se someten los especímenes a las presiones que se indican en la tabla 4 para una temperatura de 23 °C, se cierra la válvula, y se desconecta de tal manera que la presión se retenga dentro del espécimen. Se aplica suficiente presión en exceso del valor indicado para compensar la pérdida de presión que se presenta durante la desconexión de la fuente de presión.

Mediante inmersión en agua se verifica que no se presenten fugas. En caso dado se eliminan las fugas o se sustituyen los especímenes por unos que no presenten fugas. Se tiene cuidado de secar completamente el espécimen de ensayo después de la inmersión. Se aplica un recubrimiento de nonilfenoxipoli (etilenoxi) etanol a la superficie de la tubería con una brocha. Se debe tener cuidado de mantener el agente humectante por lo menos 12 mm (0,5 plg) lejos de las mordazas empleadas en cada uno de los extremos de la tubería.

Se emplea un reactivo nuevo para cada ensayo y se tiene cuidado de almacenar el reactivo en recipientes cerrados debido a que es higroscópico.

6.5.5 Interpretación de resultados

Se mantiene el conjunto de la tubería recubierta a la temperatura ambiente durante un período de 3 h y luego se examina.

No debe existir pérdida de presión al menos en cuatro (4) de los seis (6) especímenes. Se descartan los especímenes que presentaron fuga en la conexión y se lleva a cabo un nuevo ensayo.

La pérdida de presión originada en la expansión de la tubería no debe ser causa de rechazo.

6.6 Ensayo a temperatura elevada

6.6.1 Resumen del método

El ensayo a temperatura elevada se aplica a tuberías, a las que se determina su categoría en base a su índice de fusión y la densidad de la resina base, su categoría.

Con la categoría y el esfuerzo hidrostático, se determina la cantidad de horas que se debe someter a las tuberías a la presión de agua.

6.6.2 Muestreo

El muestreo se realiza de acuerdo a lo establecido en 6.1.1.3.

6.6.3 Preparación de los especímenes

De la muestra, se seleccionan al azar tres (3) especímenes de ensayo.

6.6.4 Procedimiento

6.6.4.1 Determinación de categoría

En la tabla 8 se determina la categoría de la tubería para el ensayo para un material dado.

El índice de fusión de la resina base se determina de acuerdo con la norma ASTM D 1238 mientras que la densidad de la resina base se determina de acuerdo con el método indicado en la norma ASTM D 1505.

**Tabla 8 - Cantidad de horas que debe soportar la tubería
la presión sostenida a 80 °C (176 °F)**

Categoría de tubería de ensayo	Índice de fusión de la resina base ASTM D 1238 g/10min	Densidad de la resina base ASTM D 1505 g/cm ³	Mínimo promedio de horas para la falla		
			S = 5 MPa (725 psi)	S = 4 MPa (580 psi)	S = 3 MPa (435 psi)
C1	< 0,05	0,941 – 0,948	100	200	
C2	< 0,05	0,935 – 0,940	100	200	
C3	0,05 – 0,25	0,941 – 0,948	60	150	
C4	0,05 – 0,25	0,935 – 0,940	60	150	
C5	> 0,25	0,941 – 0,948	45	100	
C6	> 0,25	0,935 – 0,940	45	100	
C7	> 0,50	0,926 – 0,940		80	150

En la tabla 8:

- C1 a C7 Categoría de la tubería, el proveedor determina la categoría adecuada de la tubería según sus características.
- S Esfuerzo hidrostático, MPa (psi)

Para tuberías con diámetro interior determinado, se calcula la presión interna mediante:

$$P = \frac{2 S}{\frac{D_i}{t} + 1}$$

Para tuberías con diámetro exterior determinado, se calcula la presión interna mediante:

$$P = \frac{2 S}{\frac{D_e}{t} + 1}$$

donde:

D_e Diámetro exterior promedio de la tubería, en mm (plg).

NOTA

Las categorías para la tubería de agua con densidades de resina inferiores a 0,926 g/cm³ o superiores a 0,948 g/cm³ se deben adicionar cuando se disponga de los datos correspondientes.

6.6.4.2 Proceso

Se someten los tres especímenes de ensayo a una temperatura de 80 °C (176 °F) y a un esfuerzo hidrostático (S) establecido en la tabla 1, en función de la categoría de la tubería dada de acuerdo con la norma ASTM D 1598.

Se emplea agua como medio de ensayo interno.

6.6.5 Interpretación de resultados

Por lo menos dos (2) de los especímenes deben satisfacer o exceder el mínimo de horas promedio especificado.

6.7 Repetición de pruebas

Si los resultados de un ensayo no satisfacen los requisitos de esta norma, el ensayo se debe realizar nuevamente previo acuerdo entre el cliente y el proveedor. No debe existir ninguna decisión que disminuya los requisitos mínimos de la norma mediante la omisión de ensayos que sean parte de la misma, la sustitución o modificación de un método de ensayo o el cambio en las especificaciones límites. Al realizar el reensayo los requisitos en esta norma se deben satisfacer y se deben respetar los métodos de ensayo diseñados.

6.8 Rechazo

Si en la realización de un reensayo, se presenta falla, todo el lote representado por la muestra, debe ser rechazado.

7 INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES

7.1 Inspección

El proveedor puede realizar inspecciones a la fábrica, tanto en el proceso de fabricación, transporte y carguío para verificar el cumplimiento de lo establecido por el fabricante.

7.2 Certificado de cumplimiento o análisis certificado

El comprador puede solicitarle al fabricante o al vendedor un certificado de cumplimiento, donde se establezca que el material suministrado se encuentra bajo la orden de compra establecida y que cumple con todos los requisitos de esta norma.

8 MARCADO Y ROTULADO

8.1 Marcado y rotulado

El marcado y rotulado de la tubería debe incluir los siguientes datos, espaciados a intervalos no superiores a 1,5 m (5 pies) a lo largo de la tubería:

- Tamaño nominal de la tubería (por ejemplo, 2 plg).
- Tipo de material plástico de la tubería de acuerdo con el código de designación que se indica en 3.5 (por ejemplo PE 2305).
- La relación dimensional estándar de la tubería termoplástica, de acuerdo con el código de designación establecido (véase 4.2), (por ejemplo RDIE 9), o la presión nominal en lb/plg² para agua a 23 °C (73,4 °F) (por ejemplo: 100 psi) excepto cuando se destine para aplicación a presión, en tal caso se debe indicar la presión nominal (por ejemplo: 100 psi). Cuando la presión nominal es menor a la calculada de acuerdo con 3.3.4.2 y 4.3 también se debe incluir la asignación del RDIE.
- Referencia a esta norma.
- Nombre del fabricante (o marca de fábrica) y código.
- Las tuberías destinadas al transporte de agua potable también deben incluir el sello o marca del laboratorio que lleva a cabo la evaluación para este propósito, espaciado a intervalos especificados por el laboratorio, o en su defecto poseer la certificación respectiva.

NOTA

Los fabricantes que hacen uso del sello o marca de un laboratorio deben obtener previa autorización del mismo.

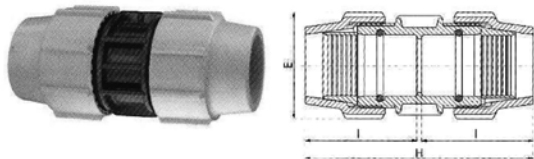
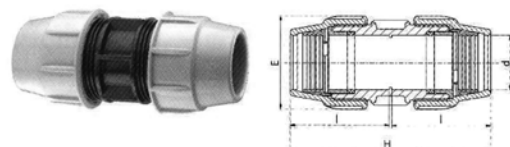
- Categoría de la tubería de ensayo de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.

Anexo A (Informativo)

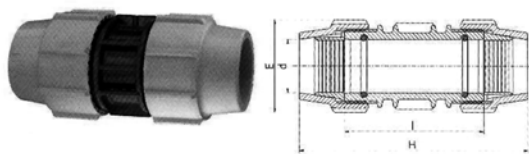
Detalle de tuberías, uniones y accesorios más utilizados

Se adjunta el detalle de las tuberías, uniones y accesorios más utilizados en polietileno (PE).

Se recomienda que las tuberías sean de diferente color según su aplicación, en caso que no sean de colores diferentes, se puede aplicar códigos de colores en el rotulado.

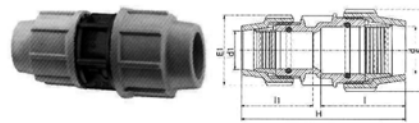
Tuberías y accesorios	Dimensión mm	Unidad	Cantidad m																																																																																											
Tubería de PEAD Presión PN16 Con coextrusión con 4 líneas azules 	20	rollo	200																																																																																											
	25	rollo	100																																																																																											
	32	rollo	100																																																																																											
	40	rollo	100																																																																																											
	50	rollo	50																																																																																											
Tubería de PEAD Presión PN16 Sin coextrusión 	20	rollo	200																																																																																											
	25	rollo	100																																																																																											
	32	rollo	100																																																																																											
	40	rollo	100																																																																																											
	50	rollo	50																																																																																											
Tubería de PEAD ASTM (politubo) Sin coextrusión 	1/2	rollo	100																																																																																											
	3/4	rollo	100																																																																																											
	1	rollo	100																																																																																											
	1.1/2	rollo	50																																																																																											
	2	rollo	50																																																																																											
	2.1/2	rollo	50																																																																																											
	3	rollo	50																																																																																											
	4	barra	6																																																																																											
6	barra	6																																																																																												
Cupla 	20	pieza	1																																																																																											
	25	pieza	1																																																																																											
	32	pieza	1																																																																																											
	40	pieza	1																																																																																											
	50	pieza	1																																																																																											
Accesorios																																																																																														
Accesorios de compresión																																																																																														
Enlace recto 		Enlace recto (01) 																																																																																												
<table><tr><th>d x d</th><th>E</th><th>H</th><th>I</th><th>UB</th><th>UC</th><th>W</th></tr><tr><td>16 x 16</td><td>39</td><td>105</td><td>50</td><td>10</td><td>400</td><td>52</td></tr><tr><td>20 x 20</td><td>48</td><td>121</td><td>58</td><td>10</td><td>200</td><td>93</td></tr><tr><td>25 x 25</td><td>54</td><td>125</td><td>60</td><td>10</td><td>180</td><td>120</td></tr><tr><td>32 x 32</td><td>64</td><td>145</td><td>70</td><td>5</td><td>100</td><td>190</td></tr><tr><td>40 x 40</td><td>82</td><td>177</td><td>86</td><td>—</td><td>75</td><td>328</td></tr><tr><td>50 x 50</td><td>96</td><td>201</td><td>98</td><td>—</td><td>45</td><td>475</td></tr><tr><td>63 x 63</td><td>113</td><td>230</td><td>112</td><td>—</td><td>30</td><td>724</td></tr><tr><td>125 x 125</td><td>212</td><td>460</td><td>225</td><td>—</td><td>3</td><td>5266</td></tr></table>	d x d	E	H	I	UB	UC	W	16 x 16	39	105	50	10	400	52	20 x 20	48	121	58	10	200	93	25 x 25	54	125	60	10	180	120	32 x 32	64	145	70	5	100	190	40 x 40	82	177	86	—	75	328	50 x 50	96	201	98	—	45	475	63 x 63	113	230	112	—	30	724	125 x 125	212	460	225	—	3	5266	<table><tr><th>d x d</th><th>E</th><th>H</th><th>I</th><th>UB</th><th>UC</th><th>W</th></tr><tr><td>75 x 75</td><td>132</td><td>281</td><td>139</td><td>—</td><td>16</td><td>1251</td></tr><tr><td>90 x 90</td><td>152</td><td>323</td><td>160</td><td>—</td><td>9</td><td>1893</td></tr><tr><td>110 x 110</td><td>181</td><td>393</td><td>195</td><td>—</td><td>5</td><td>3303</td></tr></table>			d x d	E	H	I	UB	UC	W	75 x 75	132	281	139	—	16	1251	90 x 90	152	323	160	—	9	1893	110 x 110	181	393	195	—	5	3303
d x d	E	H	I	UB	UC	W																																																																																								
16 x 16	39	105	50	10	400	52																																																																																								
20 x 20	48	121	58	10	200	93																																																																																								
25 x 25	54	125	60	10	180	120																																																																																								
32 x 32	64	145	70	5	100	190																																																																																								
40 x 40	82	177	86	—	75	328																																																																																								
50 x 50	96	201	98	—	45	475																																																																																								
63 x 63	113	230	112	—	30	724																																																																																								
125 x 125	212	460	225	—	3	5266																																																																																								
d x d	E	H	I	UB	UC	W																																																																																								
75 x 75	132	281	139	—	16	1251																																																																																								
90 x 90	152	323	160	—	9	1893																																																																																								
110 x 110	181	393	195	—	5	3303																																																																																								

Enlace recto reparador



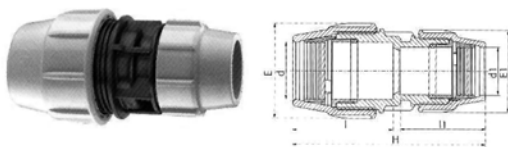
d x d	E	H	I	UB	UC	W
20 x 20	48	121	78	10	240	92
25 x 25	54	134	90	10	150	120
32 x 32	64	173	119	5	80	190
40 x 40	82	216	149	—	55	376
50 x 50	96	244	158	—	44	534
63 x 63	113	270	170	—	24	825
125 x 125	212	460	265	—	3	5250

Enlace recto reductor



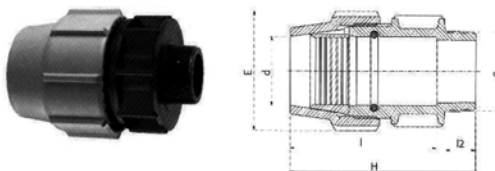
d x d1	E	EI	H	I	II	UB	UC	W
20 x 16	48	39	111	56	50	10	300	74
25 x 16	54	39	120	55	50	10	220	88
25 x 20	54	48	119	60	54	10	200	104
32 x 20	64	48	135	62	53	5	150	142
32 x 25	64	54	131	66	57	5	120	154
40 x 25	82	54	155	81	60	—	90	230
40 x 32	82	64	155	81	66	—	90	255
50 x 25	96	54	176	93	59	—	70	300
50 x 32	96	64	173	97	61	—	70	341
50 x 40	96	82	182	92	82	—	60	400
63 x 25	113	54	187	108	50	—	50	461
63 x 32	113	64	199	110	64	—	45	486
63 x 40	113	82	209	110	82	—	40	546
63 x 50	113	96	215	110	95	—	36	587

Enlace recto reductor



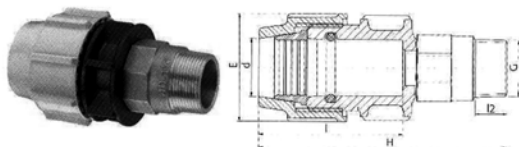
d x d1	E	EI	H	I	II	UB	UC	W
75 x 50	132	96	251	138	98	—	22	894
75 x 63	132	113	255	138	110	—	18	966
90 x 63	152	113	282	152	110	—	12	1368
90 x 75	152	132	311	156	140	—	12	1608
110 x 90	181	152	377	195	162	—	8	2715

Enlace mixto rosca - espiga



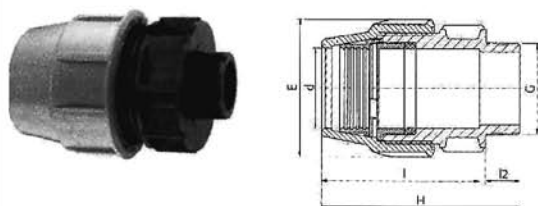
d x G	E	H	I	I2	UB	UC	W
16 x 3/8"	32	73	59	13	10	600	33
16 x 1/2"	39	79	59	16	10	500	34
16 x 3/4"	39	80	59	17	10	500	35
20 x 1/2"	48	91	70	17	10	350	60
20 x 3/4"	48	92	70	18	10	350	62
20 x 1"	48	88	53	20	10	350	60
25 x 1/2"	54	95	72	17	10	250	68
25 x 3/4"	54	95	72	18	10	250	76
"25 x 1"	54	96	72	20	10	250	79
32 x 3/4"	64	104	82	18	5	150	107
32 x 1"	64	106	82	20	5	150	122
32 x 1 1/4"	64	110	82	22	5	150	114
32 x 1 1/2"	64	111	82	22	5	140	126
40 x 1"	82	114	86	20	—	110	191
40 x 1 1/4"	82	116	88	22	—	110	192
40 x 1 1/2"	82	119	91	22	—	100	198
40 x 2"	82	121	91	26	—	100	208
50 x 1"	96	130	105	20	—	70	265
50 x 1 1/4"	96	132	113	22	—	70	265
50 x 1 1/2"	96	135	107	22	—	70	276
50 x 2"	96	139	107	26	—	65	283
63 x 1 1/4"	113	154	125	22	—	48	405
63 x 1 1/2"	113	152	124	22	—	48	473
63 x 2"	113	167	134	26	—	48	461
63 x 2 1/2"	113	158	122	29	—	45	423

Enlace mixto rosca - espiga de latón



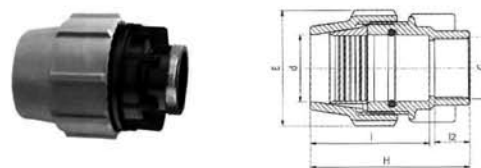
d x G	E	H	I	I2	UB	UC	W
32 x 1"	64	141	82	20	1	100	260
32 x 1 1/2"	64	141	82	22	1	100	295
32 x 1 1/2"	64	141	82	20	1	100	320
40 x 1"	82	147	86	20	1	65	390
40 x 1 1/4"	82	150	86	22	1	65	405
40 x 1 1/2"	82	147	86	22	1	65	410
50 x 1"	96	163	101	20	1	45	515
50 x 1 1/4"	96	168	101	22	1	45	545
50 x 1 1/2"	96	168	101	22	1	45	545
63 x 1 1/4"	113	187	124	26	1	30	820
63 x 1 1/2"	113	189	124	26	1	30	830
63 x 2"	113	193	124	26	1	30	855

Enlace mixto rosca - espiga



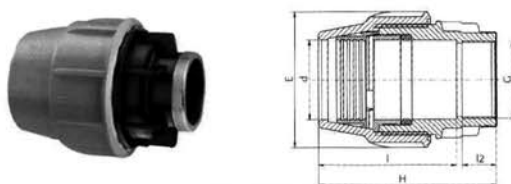
d x G	E	H	I	I2	UB	UC	W
75 x 2"	132	188	154	26	—	28	737
75 x 2 1/2"	132	191	154	29	—	28	752
75 x 3"	132	195	154	33	—	25	751
90 x 2"	152	240	162	26	—	16	1103
90 x 2 1/2"	152	233	160	29	—	16	1097
90 x 3"	152	230	163	33	—	16	1090
90 x 4"	152	223	181	38	—	14	1131
110 x 2"	181	263	215	26	—	8	1929
110 x 3"	181	258	215	33	—	8	1929
110 x 4"	181	267	215	42	—	8	1940

Enlace mixto rosca - campana



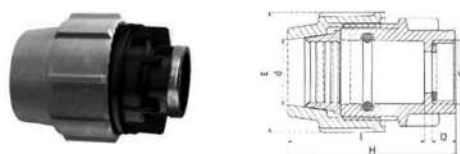
d x G	E	H	I	I2	UB	UC	W
16 x 1/2"	39	77	55	19	10	500	40
16 x 3/4"	39	79	56	19	10	500	36
20 x 1/2"	48	82	59	19	10	350	60
20 x 3/4"	48	82	59	19	10	350	58
20 x 1"	48	92	57	21	10	300	68
25 x 3/4"	54	89	64	21	10	250	83
25 x 1"	54	89	64	21	10	250	87
32 x 3/4"	64	85	63	19	5	150	107
32 x 1"	64	93	67	21	5	150	115
32 x 1 1/4"	64	95	66	25	5	140	140
40 x 1"	82	109	83	21	—	110	178
40 x 1 1/4"	82	107	77	25	—	110	202
40 x 1 1/2"	82	115	85	25	—	100	225
50 x 1 1/4"	96	120	89	25	—	75	275
50 x 1 1/2"	96	126	93	25	—	70	287
50 x 2"	96	129	94	30	—	70	293
63 x 1 1/4"	113	148	119	25	—	48	417
63 x 1 1/2"	113	148	119	25	—	48	420
63 x 2"	113	145	119	30	—	48	431

Enlace mixto rosca - campana



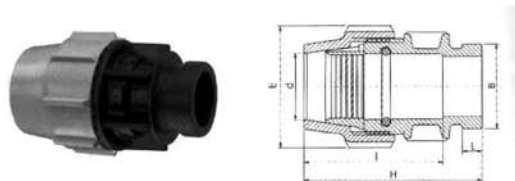
d x G	E	H	I	I2	UB	UC	W
75 x 2"	132	193	135	30	—	27	692
75 x 2 1/2"	132	176	135	33	—	27	730
90 x 2"	152	203	168	35	—	14	1130
90 x 3"	152	223	184	39	—	14	1196
90 x 4"	152	244	184	43	—	12	1426
110 x 3"	180	263	215	39	—	8	2003
110 x 4"	180	275	215	46	—	8	2132

Enlace mixto rosca - campana



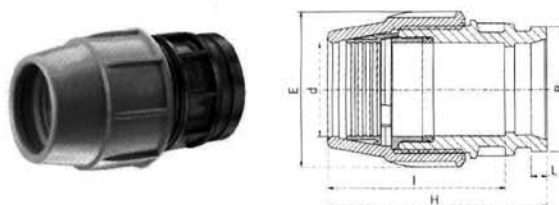
d x G	E	H	I	I2	UB	UC	W
25 x 3/4"	54	89	64	12	10	250	83
25 x 1"	54	89	64	14	10	250	78
32 x 1"	64	85	69	14	5	150	115

Adaptador



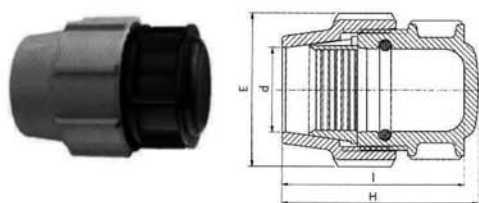
D x d	E	I	L	H	B	UB	UC	W
50 x 2"	96	108	16	138	67	—	65	292
63 x 2"	113	109	16	170	67	—	45	437

Adaptador



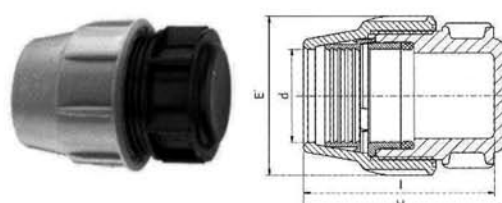
D x d	E	I	L	H	B	UB	UC	W
90 x 4"	152	183	16	225	123	—	14	1250
110 x 4"	180.5	215	16	257	123	—	8	1964

Tapón



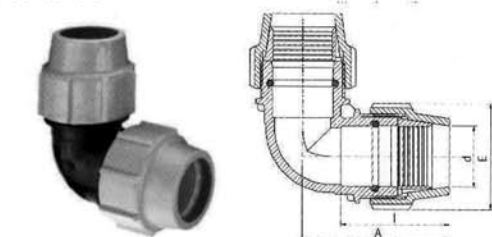
d	E	I	H	UB	UC	W
25	54	76	82	10	250	75
32	64	81	87	5	180	108
40	82	88	98	—	110	192
50	96	109	116	—	75	269
63	113	133	140	—	45	410

Tapón



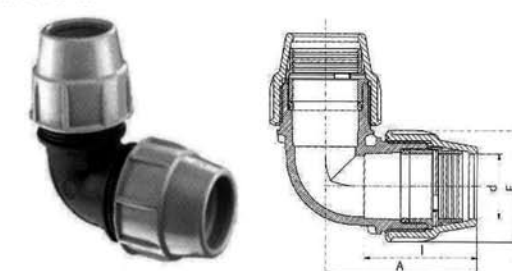
d	E	I	H	UB	UC	W
75	132	161	171	—	28	740
90	152	198	207	—	16	1088
110	181	215	233	—	10	1920

Codo de 90°



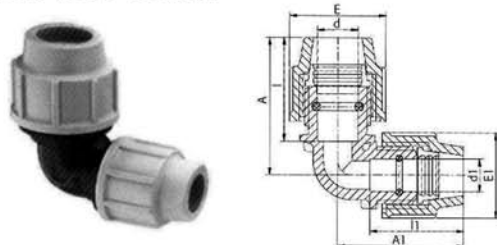
d x d	E	I	A	UB	UC	W
16 x 16	39	51	64	10	400	57
20 x 20	48	54	73	10	200	102
25 x 25	54	57	76	10	150	126
32 x 32	64	66	92	5	100	202
40 x 40	82	83	109	—	60	356
50 x 50	96	93	123	—	35	514
63 x 63	113	110	151	—	24	796

Codo de 90°



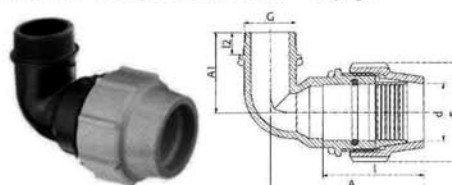
d x d	E	I	A	UB	UC	W
75 x 75	132	135	179	—	12	1362
90 x 90	152	163	218	—	8	2171
110 x 110	181	196	294	—	4	3997

Codo de 90° reductor



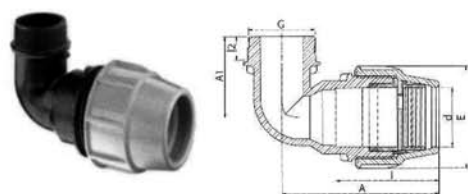
d x d1	E	EI	I	II	A	AI	UB	UC	W
25 x 20	54	48	57	56	86	81	10	180	114

Codo de 90° compresión rosca - espiga



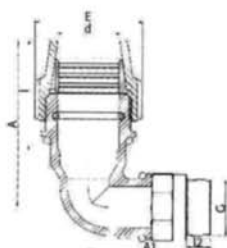
d x G	E	I	I2	A	AI	UB	UC	W
20 x 1/2"	48	52	17	69	41	10	320	67
20 x 3/4"	48	57	18	76	43	10	300	64
25 x 1/2"	54	57	17	88	47	10	240	73
25 x 3/4"	54	57	18	89	48	10	240	80
25 x 1"	54	52	20	84	52	10	240	90
32 x 1"	64	66	20	103	58	5	140	128
32 x 1 1/4"	64	66	20	103	58	5	140	135
40 x 1"	82	82	20	127	69	—	90	240
40 x 1 1/4"	82	82	22	127	71	—	90	233
40 x 1 1/2"	82	82	22	127	71	—	80	241
50 x 1"	96	94	20	141	71	—	55	290
50 x 1 1/4"	96	94	22	145	77	—	55	334
50 x 1 1/2"	96	94	22	145	77	—	55	331
63 x 1 1/4"	113	110	22	170	77	—	35	451
63 x 1 1/2"	113	110	22	170	77	—	35	515
63 x 2"	113	110	26	170	92	—	35	518

Codo de 90° compresión rosca - espiga



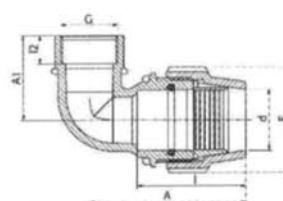
d x G	E	I	I2	A	AI	UB	UC	W
75 x 2 1/2"	132	136	30	206	105	—	18	886
75 x 3"	132	136	33	206	110	—	18	934
90 x 3"	152	164	34	232	110	—	12	1380
110 x 4"	181	196	43	276	140	—	6	2359

Codo espiga integral de latón



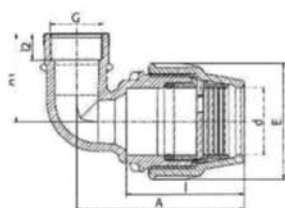
Size d x G	E	I	I2	A	AI	UB	UC	W
32 x 1"	64	57	17	86	89	—	70	280
32 x 1 1/4"	64	57	18	86	89	—	70	310
32 x 1 1/2"	64	66	20	86	89	—	70	330
40 x 1"	82	82	20	127	92	—	55	435
40 x 1 1/4"	82	82	22	127	95	—	55	450
40 x 1 1/2"	82	82	22	127	95	—	55	460
50 x 1"	96	94	20	145	104	—	40	560
50 x 1 1/4"	96	94	22	145	106	—	40	580
50 x 1 1/2"	96	94	22	145	106	—	40	585
63 x 1 1/4"	113	110	22	170	125	—	27	895
63 x 1 1/2"	113	110	22	170	125	—	27	915
63 x 2"	113	110	26	170	129	—	27	935

Codo de 90° compresión rosca - campana



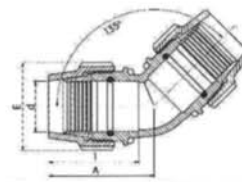
d x G	E	I	I2	A	AI	UB	UC	W
16 x 1/2"	39	50	19	66	39	10	500	38
20 x 1/2"	48	54	19	78	40	10	350	61
20 x 3/4"	48	52	19	72	44	10	300	71
25 x 1/2"	54	57	18	80	46	10	250	75
25 x 3/4"	54	57	19	80	46	10	250	87
25 x 1"	54	57	21	82	50	10	220	90
32 x 3/4"	64	66	18	94	54	5	150	143
32 x 1"	64	66	22	94	54	5	150	136
32 x 1 1/4"	64	66	25	98	60	5	120	167
40 x 1"	82	85	21	116	52	—	100	201
40 x 1 1/4"	82	85	25	120	61	—	90	245
40 x 1 1/2"	82	85	25	120	61	—	80	261
40 x 2"	82	85	30	125	80	—	65	293
50 x 1"	96	93	21	133	57	—	70	280
50 x 1 1/4"	96	93	25	133	67	—	60	312
50 x 1 1/2"	96	93	25	135	66	—	60	348
50 x 2"	96	93	30	138	85	—	45	384
63 x 1 1/4"	113	110	25	160	65	—	35	466
63 x 1 1/2"	113	110	25	160	69	—	35	480
63 x 2"	113	110	30	160	90	—	35	553

Codo de 90° compresión rosca - campana



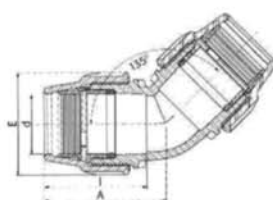
d x G	E	I	I2	A	AI	UB	UC	W
75 x 2"	132	136	30	191	100	—	22	860
75 x 2 1/2"	132	136	36	195	105	—	18	933
75 x 3"	132	136	36	195	195	—	18	982

Codo de 45°



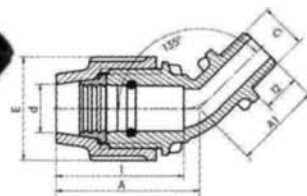
d x d	E	I	A	UB	UC	W
32 x 32	64	66	84	—	—	—
40 x 40	82	83	98	—	60	330
50 x 50	96	93	110	—	40	486
63 x 63	113	110	130	—	24	755

Codo de 45°



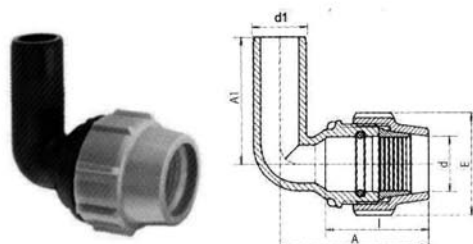
d x d	E	I	A	UB	UC	W
75 x 75	132	135	157	—	12	1265
90 x 90	152	162	192	—	8	2062
110 x 110	181	194	235	—	4	3575

Codo de 45° compresión rosca - espiga



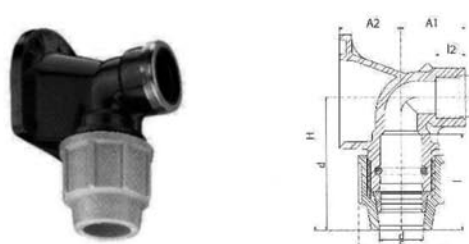
d x G	E	I	I2	A	AI	UB	UC	W
20 x 1/2"	48	57	17	65	40	10	350	54
20 x 3/4"	48	57	18	65	41	10	350	56

Codo espiga



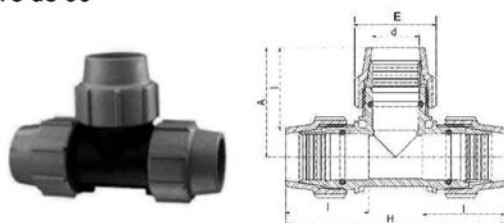
d x d1	E	I	A	A1	UB	UC	W
40 x 40	82	84	118	106	—	80	230
40 x 50	82	84	118	120	—	70	275
50 x 40	96	93	136	106	—	60	308
50 x 50	96	93	136	120	—	55	355
63 x 40	113	110	160	106	—	40	456
63 x 50	113	110	160	120	—	35	495

Adaptador para muro



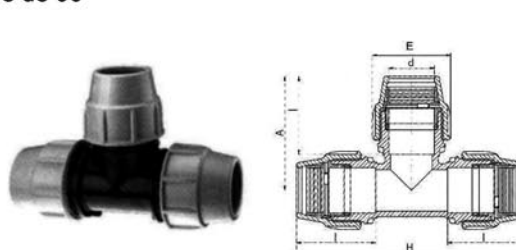
d x G	E	I	I2	A	A1	A2	H	UB	UC	W
16 x 1/2"	48	53	18	79	40	38	113	1	150	970
20 x 1/2"	48	58	18	79	40	38	113	1	150	92
25 x 3/4"	54	60	19	83	40	38	122	1	100	115

Te de 90°



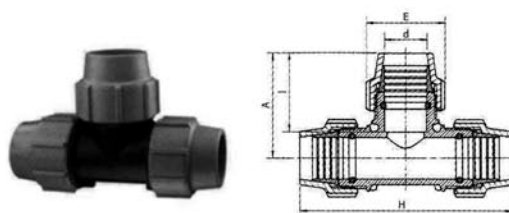
d x d x d	E	H	I	A	UB	UC	W
16 x 16 x 16	39	126	50	63	10	220	83
20 x 20 x 20	48	145	57	74	10	120	151
25 x 25 x 25	54	152	57	77	5	100	191
32 x 32 x 32	64	175	65	88	5	60	301
40 x 40 x 40	82	221	84	111	—	40	517
50 x 50 x 50	96	251	93	126	—	25	748
63 x 63 x 63	113	292	109	146	—	16	1145

Te de 90°



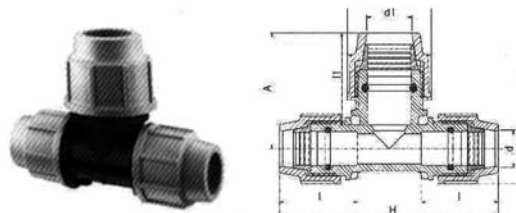
d x d x d	E	H	I	A	UB	UC	W
75 x 75 x 75	132	359	136	180	—	8	1947
90 x 90 x 90	152	436	163	218	—	8	3165
110 x 110 x 110	181	588	196	294	—	5	5868

Te de 90° reparador



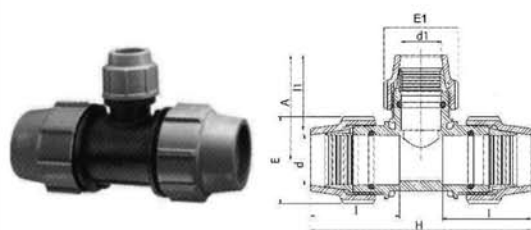
d x d x d	E	H	I	A	UB	UC	W
20 x 20 x 20	48	145	57	74	10	140	146
25 x 25 x 25	54	152	57	77	5	100	185
32 x 32 x 32	64	175	65	88	5	60	294
40 x 40 x 40	82	221	84	111	—	40	509
50 x 50 x 50	96	251	93	126	—	25	735
63 x 63 x 63	113	292	109	146	—	16	1125

Te de 90° alargado



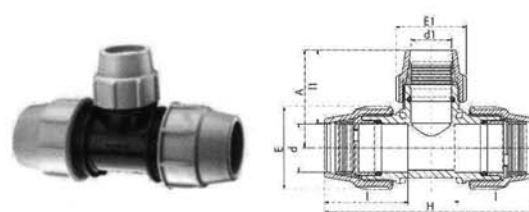
Size d x d1 x d	E	E1	H	I	I1	A	UB	UC	W
25 x 32 x 25	54	64	152	59	65	91	5	80	—

Te de 90° reductor



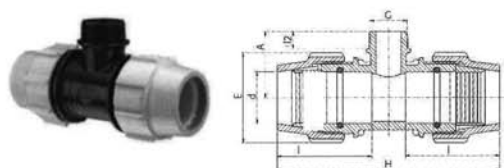
dxd1xd	E	E1	H	I	I1	A	UB	UC	W
20 x 16 x 20	48	39	142	60	53	65	10	150	125
25 x 20 x 25	53	48	154	60	58	76	5	100	178
32 x 25 x 32	63	53	171	66	60	85	5	60	266
40 x 25 x 40	82	53	202	82	60	85	—	45	405
40 x 32 x 40	82	63	209	82	66	96	—	40	441
50 x 25 x 50	96	53	222	93	78	107	—	30	587
50 x 32 x 50	96	63	222	93	66	116	—	30	613
50 x 40 x 50	96	82	236	93	82	114	—	30	657
63 x 32 x 63	113	63	266	112	66	116	—	20	893
63 x 40 x 63	113	82	266	112	84	139	—	20	945
63 x 50 x 63	113	96	273	109	93	135	—	18	1005

Te de 90° reductor



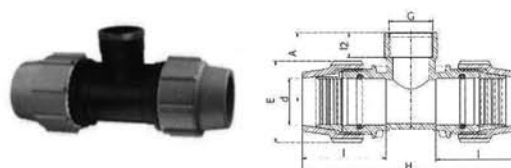
dxd1xd	E	E1	H	I	I1	A	UB	UC	W
75 x 63 x 75	134	113	332	130	109	150	—	10	1668

Te de 90° compresión rosca - espiga



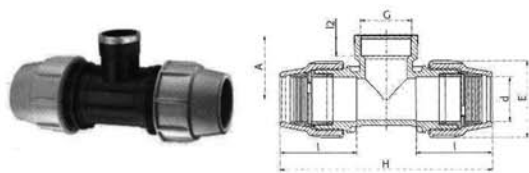
d x G x d	E	H	I	I2	A	UB	UC	W
20 x 1/2" x 20	48	138	58	16	46	10	180	105
20 x 3/4" x 20	48	138	58	16	46	10	180	108
25 x 1/2" x 25	54	150	61	16	50	5	140	134
25 x 3/4" x 25	54	150	61	18	50	5	140	138
32 x 1" x 32	64	168	66	20	58	5	80	218
40 x 1 1/4" x 40	82	206	84	22	71	—	50	373
40 x 1 1/2" x 40	82	206	84	22	71	—	50	376
50 x 1 1/4" x 50	96	230	93	22	79	—	36	543
50 x 1 1/2" x 50	96	230	93	22	77	—	36	542
63 x 1 1/4" x 63	113	271	110	22	79	—	20	822
63 x 1 1/2" x 63	113	271	110	22	83	—	20	829
63 x 2" x 63	113	271	110	26	92	—	20	824

Te de 90° compresión rosca - campana



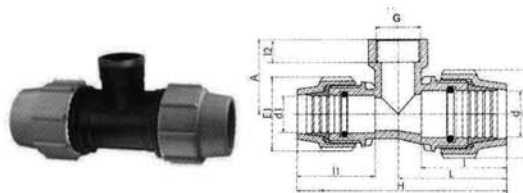
d x G x d	E	H	I	I2	A	UB	UC	W
16 x 1/2" x 16	39	124	51	19	30	10	240	66
16 x 3/4" x 16	39	122	50	19	30	10	240	65
20 x 1/2" x 20	48	144	57	19	42	10	180	113
20 x 3/4" x 20	48	144	57	19	45	10	180	110
25 x 1/2" x 25	54	150	58	19	45	5	140	126
25 x 3/4" x 25	54	150	58	19	48	5	140	140
25 x 1" x 25	54	158	63	21	66	5	100	162
25 x 1 1/4" x 25	54	158	63	25	74	5	100	194
32 x 3/4" x 32	64	174	66	19	51	5	80	177
32 x 1" x 32	64	174	66	21	54	5	80	213
32 x 1 1/4" x 32	64	180	72	25	67	5	60	268
32 x 1 1/2" x 32	64	178	70	25	71	5	60	282
40 x 1" x 40	82	200	80	20	61	—	60	356
40 x 1 1/4" x 40	82	208	83	24	63	—	55	403
40 x 1 1/2" x 40	82	216	81	25	76	—	50	453
40 x 2" x 40	82	218	85	30	84	—	45	435
50 x 1 1/2" x 50	96	242	93	25	78	—	36	602
50 x 2" x 50	96	244	93	30	87	—	30	599
63 x 1 1/4" x 63	113	291	110	25	95	—	20	875
63 x 1 1/2" x 63	113	291	110	25	95	—	20	866
63 x 2" x 63	113	291	110	30	95	—	20	904

Te de 90° compresión rosca - campana



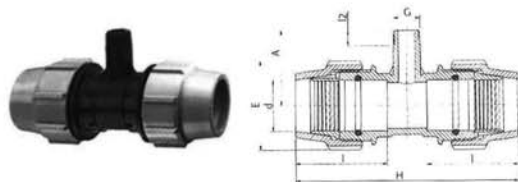
dxGxd	E	H	I	I2	A	UB	UC	W
75 x 2" x 75	132	366	135	30	110	—	9	1517
75 x 2 1/2" x 75	132	338	132	35	85	—	9	1570
75 x 3" x 75	132	366	135	36	110	—	9	1627
90 x 3" x 90	152	413	162	41	116	—	7	2351
110 x 4" x 110	181	511	198	52	140	—	4	4189

Te de 90° reducción compresión rosca - campana



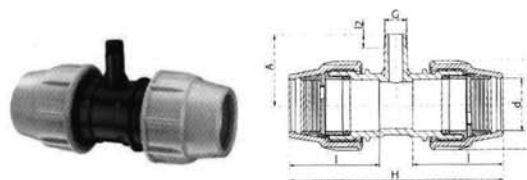
dxGxd	E	E1	H	L	I	I1	I2	A	UB	UC	W
20 x 3/4" x 16	48	39	133	70	53	50	19	42	10	180	86
25 x 3/4" x 20	54	48	141	72	54	53	22	42	5	160	141
32 x 1" x 25	64	54	172	95	67	62	22	66	5	100	223

Enlace recto con derivación rosca - espiga



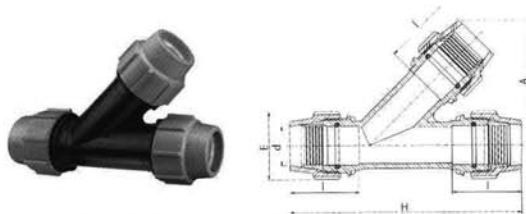
dxGxd	E	I	I2	H	A	UB	UC	W
40 x 3/4" x 40	82	89	18	216	85	—	50	372
50 x 3/4" x 50	96	98	18	244	90	—	36	525
50 x 1" x 50	96	98	20	244	90	—	36	550
63 x 3/4" x 63	113	110	18	270	95	—	24	781
63 x 1" x 63	113	110	20	270	95	—	24	821

Enlace recto con derivación rosca - espiga



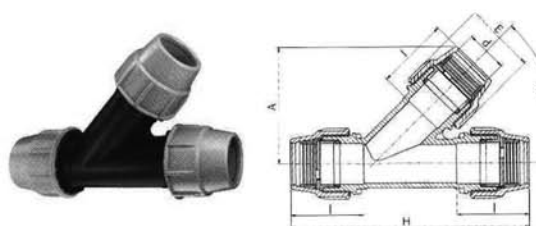
dxGxd	E	I	I2	H	A	UB	UC	W
75 x 3/4" x 75	132	136	18	322	105	—	12	1300
75 x 1" x 75	132	136	20	322	105	—	12	1310

Te de 45°



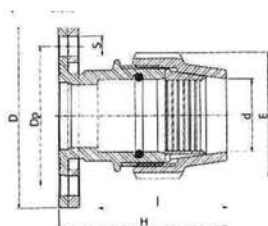
dx dxd	E	H	I	A	UB	UC	W
63 x 63 x 63	113	373	110	207	—	10	1390

Te de 45°



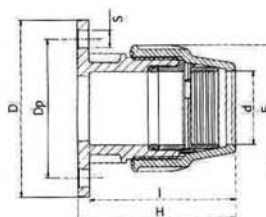
dx dxd	E	H	I	A	UB	UC	W
75 x 75 x 75	132	442	135	204	—	6	2500
90 x 90 x 90	152	514	162	233	—	4	3674
110 x 110 x 110	181	625	194	284	—	2	6229

Adaptador compresión-bridra con anillo de refuerzo metálico



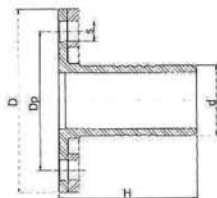
d x DN (inch)	E	H	I	D	Dp	S	No. of Holes	Metal-Flange	UC	W
50 x 40 (1 1/2")	96	128	93	150	110	18	4	50x40	20	1198
50 x 50 (2")	96	128	93	165	125	18	4	50x50	15	1595
63 x 50 (2")	113	145	110	165	125	18	4	63/75x50	15	1509
125 x 125 (5")	212	270	250	250	240	22	8	125/160x125	4	3232
125 x 150 (6")	212	270	250	285	240	22	8	125/160x150	3	3450

Adaptador compresión-bridra con anillo de refuerzo metálico



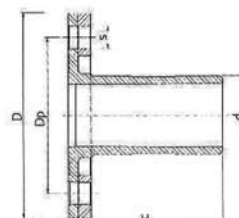
d x DN (inch)	E	H	I	D	Dp	S	No. of Holes	Metal-Flange	UC	W
75 x 65 (2 1/2")	132	165	153	185	145	18	4	75/90x65	12	2200
90 x 80 (3")	152	192	180	200	160	18	8	90/110x80	10	2429
90 x 100 (4")	152	192	180	220	180	18	8	90x100	8	3012
110 x 100 (4")	181	225	212	216	180	18	8	110x100	8	3398

Adaptador espiga-bridra con anillo de refuerzo metálico



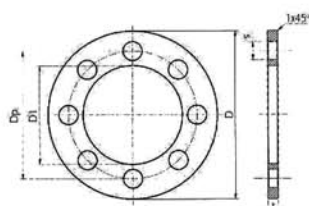
d x DN (inch)	H	D	Dp	S	No. of Holes	Metal-Flange	UC	W
50 x 40 (1 1/2")	99	150	110	18	4	50x40	20	1064
50 x 50 (2")	99	165	125	18	4	50x50	20	1094
63 x 50 (2")	124	165	125	18	4	63/75x50	18	1311
63 x 65 (2 1/2")	124	185	145	18	4	63x65	15	1787

Adaptador espiga-bridra con anillo de refuerzo metálico



d x DN (inch)	H	D	Dp	S	No. of Holes	Metal-Flange	UC	W
75 x 50 (2")	142	165	125	18	4	63/75x50	15	1402
75 x 65 (2 1/2")	142	185	145	18	4	75/90x65	15	1568
75 x 80 (3")	142	200	160	18	8	75x80	12	1981
90 x 65 (2 1/2")	175	185	145	18	4	75/90x65	12	1755
90 x 80 (3")	175	200	160	18	8	90/110x80	12	1858
90 x 100 (4")	175	220	180	18	8	90x100	10	2181
110 x 80 (3")	210	200	160	18	8	90/110x80	10	2020
110 x 100 (4")	210	220	180	18	8	90x100	8	2330
110 x 125 (5")	214	250	210	18	8	110x125	6	3988

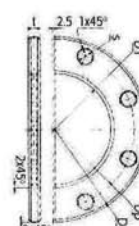
Bridra de metal



d x DN (inch)	D	Dp	D1	S	t	Th*	No. of Holes	W
50 x 40 (1 1/2")	150	110	82	18	10	M16 5/8	4	877
50 x 50 (2")	165	125	82	18	10	M16 5/8	4	877
63/75 x 50 (2")	165	125	96	18	10	M16 5/8	4	1035
63 x 65 (2 1/2")	185	145	96	18	10	M16 5/8	4	1490
75/90 x 65 (2 1/2")	185	145	112	18	10	M16 5/8	4	1141
75 x 80 (3")	200	160	112	18	10	M16 5/8	8	1650
90/110 x 80 (3")	200	160	132	18	10	M16 5/8	8	1200
90 x 100 (4")	220	180	132	18	10	M16 5/8	8	1734
110 x 100 (4")	220	180	151	18	10	M16 5/8	8	1416
110 x 125 (5")	250	210	151	18	10	M16 5/8	8	2880

* diámetro nominal del tornillo

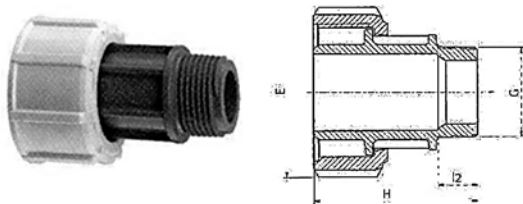
Bridra de metal



d x DN (inch)	D	Dp	D1	S	t	Th*	No. of Holes	W
125/160 x 125 (5")	250	210	170	18	12	M16 5/8	8	1100
125/160 x 150 (6")	250	240	170	22	12	M16 3/4	8	1800

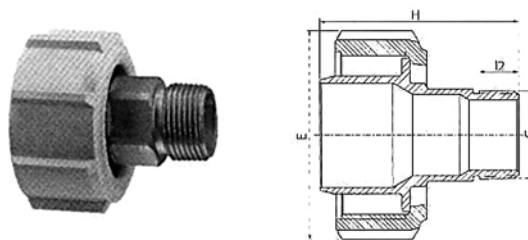
* diámetro nominal del tornillo

Adaptador compresión rosca - espiga



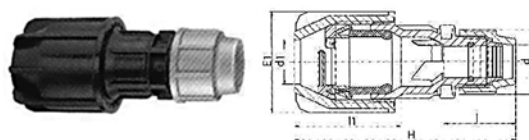
d x G	E	H	l2	UB	UC	W
32 x 1/2"	64	85	17	2	180	66
32 x 3/4"	64	86	18	2	180	65
32 x 1"	64	87	20	2	180	68
40 x 1"	82	95	20	2	130	106
40 x 1 1/4"	82	96	22	2	130	112
40 x 1 1/2"	82	96	22	2	130	108
50 x 1"	96	102	22	2	80	147
50 x 1 1/4"	96	104	24	2	80	148
50 x 1 1/2"	96	104	24	2	80	149
50 x 2"	96	107	27	2	80	158
63 x 1"	113	108	20	2	60	228
63 x 1 1/4"	113	111	22	2	60	230
63 x 1 1/2"	113	111	22	2	60	230
63 x 2"	113	114	26	2	60	236
63 x 2 1/2"	113	116	29	2	60	250
75 x 1 1/2"	134	128	22	2	30	404
75 x 2"	134	132	26	2	30	402
75 x 2 1/2"	134	134	29	2	30	412
75 x 3"	134	137	33	2	30	430

Adaptador rosca de latón completo



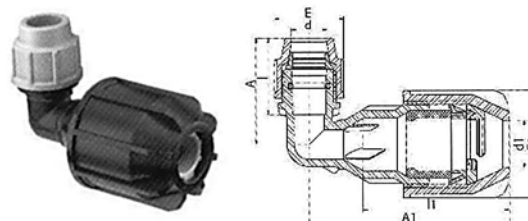
d x G	G	l2	H	E	UB	UC	W
32 x 1"	33	19	77	64	1	50	279
40 x 1"	33	19	81	82	1	50	363
40 x 1 1/4"	41	21	90	82	1	50	487
50 x 1 1/4"	41	21	95	96	1	30	523
50 x 1 1/2"	47	21	97	96	1	30	554
63 x 1 1/4"	41	21	105	113	1	20	767
63 x 1 1/2"	47	21	107	113	1	20	762
63 x 2"	59	25	112	113	1	20	973

Enlace universal



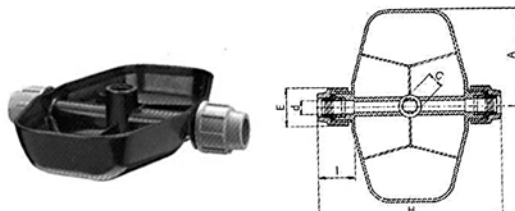
d x d1	E	EI	I	l1	H	UB	UC	W
25 x 15 - 22	54	64	60	105	128	1	90	195
25 x 20 - 27	54	71	60	105	139	1	80	238
25 x 27 - 35	54	83	60	112	153	1	60	305
32 x 27 - 35	63	83	70	110	193	1	60	312
50 x 35 - 50	96	118	96	123	280	—	—	880

Codo universal



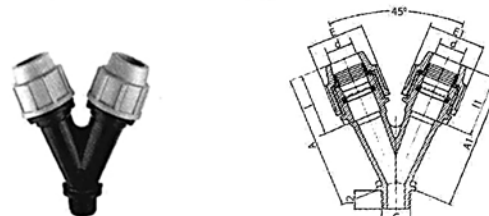
d x d1	E	EI	I	l1	A	A1	UB	UC	W
25 x 15 - 22	54	64	60	105	13	128	1	90	183
25 x 20 - 27	54	71	60	105	83	139	1	80	222
25 x 27 - 35	54	83	60	112	83	153	1	60	290

Te estabilizadora con rosca - campana



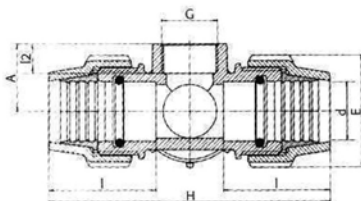
d x G x d	E	H	I	l2	A	UB	UC	W
16 x 1/2" x 16	39	271	50	18	151	1	22	296
20 x 3/4" x 20	48	278	54	20	151	1	22	322
25 x 3/4" x 25	54	284	55	20	151	1	22	344

Ye compresión rosca - espiga



d x d x G	E	EI	I	l1	l2	A	A1	UB	UC	W
16 x 16 x 3/4"	39	39	50	50	18	98	98	10	200	75
20 x 16 x 3/4"	48	39	58	51	18	104	100	10	180	103
20 x 20 x 3/4"	48	48	58	58	18	115	115	10	140	130
25 x 25 x 3/4"	54	54	58	58	18	125	125	5	100	154

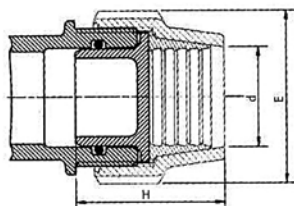
Cruz compresión rosca - campana



d x d x d x d x G	E	I	I2	H	A	UB	UC	W
20 x 20 x 20 x 20 x 3/4"	48	58	21	151	34	5	80	204

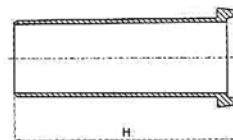
Adaptadores de PE a cobre, PVC y tubería galvanizada

Tapón ciego



d	E	H	UB	UC	W
20	48	47	10	3000	4
25	54	51	10	2000	7
32	64	56	10	1200	15
40	82	66	—	720	24
50	96	80	—	400	38
63	113	96	—	200	76

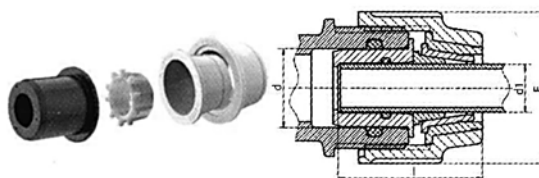
Refuerzo de tubería



d*	H	UB	UC	W
20 x 2.3	65	30	3000	6
25 x 2.3	67	20	1800	11
32 x 3.0	84	20	900	18
40 x 3.7	97	10	480	26
50 x 4.6	125	10	250	56
63 x 5.8	146	5	130	90

* diámetro externo del tubo x espesor del refuerzo

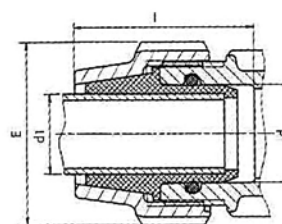
Juego reductor



d x d1	E	I	UB	UC	W
• 25 x 20	54	56	—	300	23
• 32 x 20	64	62	—	250	38
• 32 x 25	64	60	—	250	35
• 40 x 32	82	77	—	200	62
50 x 25	96	85	—	120	111
50 x 32	96	87	—	120	112
• 50 x 40	96	85	—	120	97
63 x 25	113	103	—	80	217
63 x 32	113	102	—	80	206
63 x 40	113	103	—	80	204
63 x 50	113	105	—	80	186

* reductor de goma

Adaptador universal para acero galvanizado, cobre y PVC



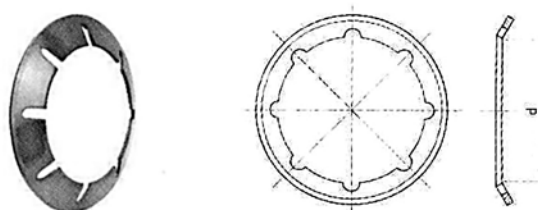
d x d1	E	I	UB	UC	W
20 x 15	48	66	25	1500	15
25 x 22	54	64	10	1200	16
32 x 28	64	74	10	700	28
40 x 35	82	92	10	300	54
50 x 42	96	105	10	160	108

Adaptador de compresión para tubería de cobre



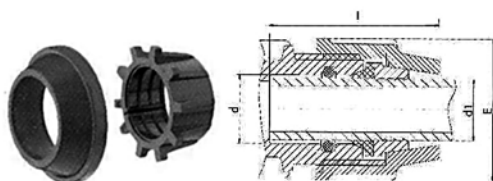
d x d1	E	I	UB	UC	W
20 x 15	48	67	10	600	20
25 x 15	54	69	10	500	33
25 x 22	54	67	10	500	23
32 x 28	64	77	10	350	35
40 x 35	82	92	10	300	38
50 x 42	96	105	10	250	64
63 x 54	113	121	1	150	102

Casquillo de ajuste para tubería de PVC



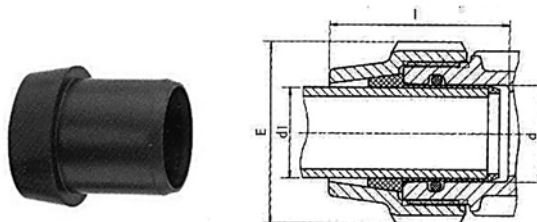
d	UB	UC	W
20	10	—	2
25	10	—	2
32	10	—	4
40	10	—	6
50	10	—	11
63	10	—	18

Adaptador de compresión para tubería de plomo



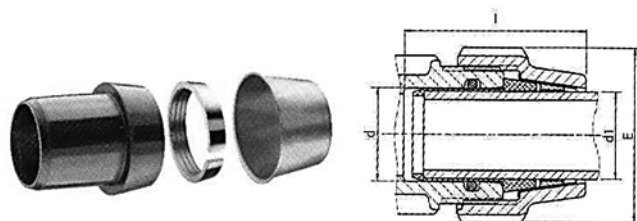
d x d1	E	I	UB	UC	W
25 x 3/8" 5LB	54	67	20	1000	80
25 x 1/2" 7LB	54	64	20	1800	150
32 x 1/2" 9LB	64	77	10	500	235
32 x 3/4" 9LB	64	76	10	1000	130
40 x 3/4" 11LB	82	95	10	400	420
50 x 1" 16LB	96	104	5	250	680

Adaptador de goma para tubería de acero galvanizado



d x d1	E	I	UB	UC	W
40 x 1"	82	89	5	200	60
50 x 1 1/4"	96	98	5	150	71
50 x 1 1/2"	96	90	5	150	36
63 x 2"	113	108	5	120	89

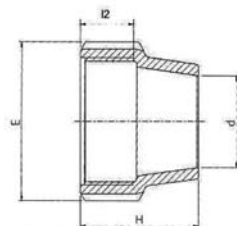
Adaptador de compresión para tubería de acero galvanizado



d x d1	E	I	UB	UC	W
40 x 1"	82	96	5	200	117
50 x 1 1/4"	96	105	5	150	182
50 x 1 1/2"	96	115	5	150	125
63 x 2"	113	117	5	120	226

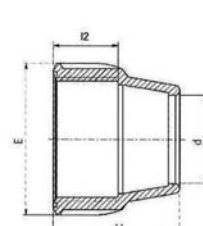
Accesorios a compresión

Racor



d	E	H	l2	UB	UC	W
16	39	40	23	—	—	12
20	48	45	26	—	—	22
25	54	46	26	—	—	29
32	64	51	30	—	—	43
40	82	63	34	—	—	70
50	96	71	34	—	—	105
63	113	84	38	—	—	159

Racor



d	E	H	l2	UB	UC	W
75	132	110	56	—	50	291
90	153	135	73	—	30	447
110	181	170	97	—	16	827

Junta elastomérica



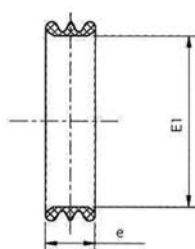
d	EI	e	UB	UC	W
16	15	3	—	—	—
20	19	3	—	—	—
25	24	4	—	—	1
32	31	5	—	—	2

Junta elastomérica



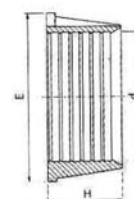
d	EI	e	UB	UC	W
40	39	6	—	—	5
50	49	7	—	—	8
63	62	7	—	—	10

Junta elastomérica



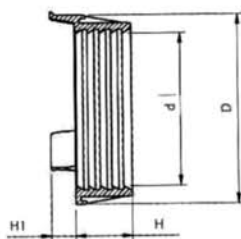
d	EI	e	UB	UC	W
75	77	22	—	400	26
90	92	22	—	300	35
110	112	24	—	250	45

Casquillo de ajuste



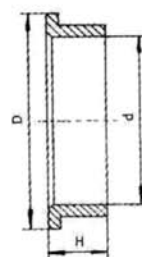
d	E	H	UB	UC	W
16	23	12	100	12000	1
20	31	13	100	6500	2
25	36	13	100	5000	4
32	44	19	50	2200	9
40	55	24	50	1200	12
50	67	30	20	500	24
63	83	37	10	300	47
125	161	72	—	—	—

Casquillo de ajuste



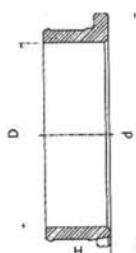
d	D	H	HI	UB	UC	W
75	89	29	13	—	300	52
90	105	34	14	—	150	76
110	126	44	16	—	80	133

Inserto de PP



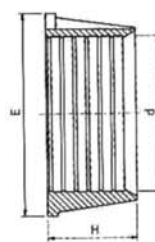
d	D	H	UB	UC	W
16	—	—	—	—	—
125 upper	164	48	—	—	154
125 lower	142	18	—	—	43

Inserto de PP



d	D	H	UB	UC	W
75	94	23	—	300	37
90	116	32	—	200	48
110	138	36	—	100	80

Casquillo de ajuste (PVC)



d	E	H	UB	UC	W
16	23	12.3	100	12000	2
20	31	13	100	6500	4
25	36	13	100	5000	5
32	44	19	50	2200	10
40	55	24	50	1200	19
50	67	30	20	500	32
63	83	37	10	300	53

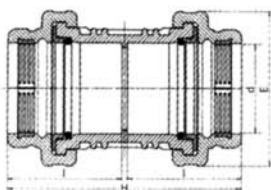
Herramienta para biselar



Dimensiones	UB	UC	W
20 x 63	—	64	202

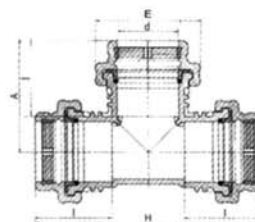
Accesorios para tuberías de 160 mm

Enlace recto



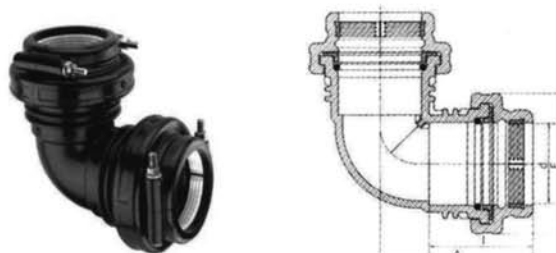
d x d	E	I	H	UB	UC	W
160 x 160	280	204	418	—	2	9185

Te de 90°



d x d x d	E	I	H	A	UB	UC	W
160 x 160 x 160	280	204	601	301	—	1	14738

Codo de 90°



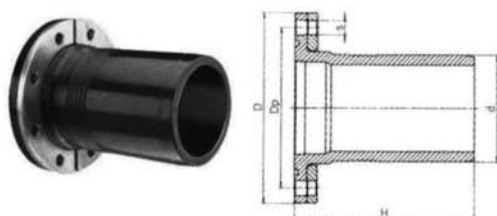
d x d	E	I	A	UB	UC	W
160 x 160	280	204	301	—	2	10232

Adaptador compresión - brida con anillo de refuerzo metálico



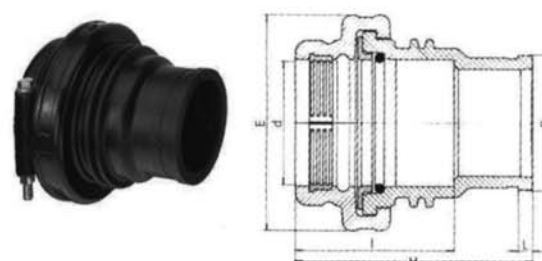
d x DN (inch)	E	H	I	D	Dp	S	No. of Holes	Metal-Flange Size	UC	W
160 x 125 (5")	280	304	204	250	210	18	8	125/160x125	3	9095
160 x 150 (6")	280	304	204	285	240	22	8	125/160x150	3	9350

Adaptador brida - espiga con anillo de refuerzo metálico



d x DN (inch)	H	D	Dp	S	No. of Holes	Metal-Flange Size	UC	W
160 x 125 (5")	265	250	210	18	8	125/160x125	6	4345
160 x 150 (6")	265	285	240	22	8	125/160x150	5	5650

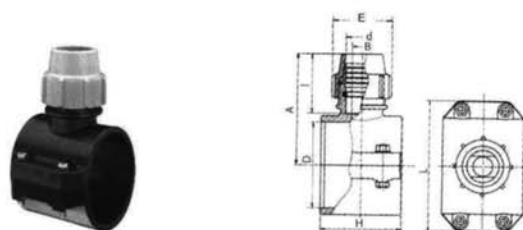
Adaptador



d x DN (inch)	E	H	I	L	B	UB	UC	W
160 x 150 (6")	280	304	204	175	175	—	4	5404

Collar

Collar simple de compresión



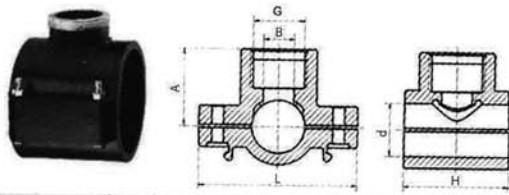
D x d	I	H	L	A	E	B	No. of Bolts	UB	UC	W
90 x 50	97	130	150	154	96	32	4	1	24	655
110 x 50	97	130	170	164	96	32	4	1	18	723
140 x 50	97	130	210	182	96	32	4	1	16	921
160 x 50	97	130	230	192	96	32	4	1	14	1000

Collar simple de compresión con adaptador espiga



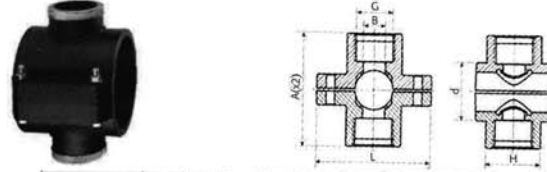
D x G	A	E	No. of Bolts	UB	UC	W
90 x 1"	172	96	4	1	25	670
90 x 1 1/4"	174	96	4	1	25	680
90 x 1 1/2"	174	96	4	1	25	690
90 x 2"	177	96	4	1	25	690
110 x 1"	182	96	4	1	20	738
110 x 1 1/4"	184	96	4	1	20	765
110 x 1 1/2"	184	96	4	1	20	765
110 x 2"	187	96	4	1	20	748
140 x 1"	200	96	4	1	14	950
140 x 1 1/4"	202	96	4	1	14	950
140 x 1 1/2"	202	96	4	1	14	950
140 x 2"	205	96	4	1	14	950
160 x 1"	210	96	4	1	12	1035
160 x 1 1/2"	212	96	4	1	12	1035
160 x 2"	215	96	4	1	12	1035

Collar simple con anillo de refuerzo



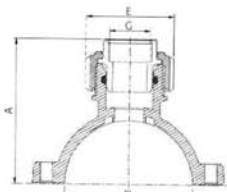
d x G	B	L	H	A	No. of Bolts	UB	UC	W
20 x 1/2"	10	70	45	33	2	1	400	62
25 x 1/2"	15	75	50	36	2	1	300	70
25 x 3/4"	15	75	50	37	2	1	300	73
32 x 1/2"	16	92	60	40	2	1	150	133
32 x 3/4"	19	92	60	41	2	1	150	135
32 x 1"	19	92	60	42	2	1	150	142
40 x 1/2"	16	92	60	46	2	1	150	141
40 x 3/4"	19	92	60	46	2	1	150	143
40 x 1"	25	92	60	49	2	1	150	151
50 x 1/2"	16	106	73	51	2	1	100	178
50 x 3/4"	21	106	73	52	2	1	100	180
50 x 1"	25	106	73	54	2	1	100	187
50 x 1 1/4"	25	106	73	58	2	1	100	212
63 x 1/2"	16	116	84	58	4	1	70	277
63 x 3/4"	20	116	84	59	4	1	70	280
63 x 1"	25	116	84	61	4	1	70	286
63 x 1 1/4"	32	116	84	66	4	1	70	308
63 x 1 1/2"	39	116	84	67	4	1	60	322
75 x 1/2"	16	122	98	64	4	1	60	369
75 x 3/4"	20	122	98	65	4	1	55	369
75 x 1"	25	122	98	67	4	1	55	376
75 x 1 1/4"	32	122	98	72	4	1	55	398
75 x 1 1/2"	40	122	98	73	4	1	50	411
75 x 2"	40	122	98	78	4	1	50	433
90 x 1/2"	16	141	105	72	4	1	45	453
90 x 3/4"	20	141	105	73	4	1	45	454
90 x 1"	25	141	105	75	4	1	45	460
90 x 1 1/4"	32	141	105	80	4	1	40	482
90 x 1 1/2"	40	141	105	81	4	1	40	493
90 x 2"	50	141	105	86	4	1	40	511
110 x 1/2"	16	165	116	83	4	1	45	561
110 x 3/4"	20	165	116	84	4	1	45	562
110 x 1"	25	165	116	87	4	1	36	566
110 x 1 1/4"	32	165	116	91	4	1	36	588
110 x 1 1/2"	40	165	116	92	4	1	36	600
110 x 2"	50	165	116	97	4	1	30	615
125 x 3/4"	20	184	124	91	6	1	30	749
125 x 1"	25	184	124	94	6	1	30	754
125 x 1 1/4"	32	184	124	98	6	1	30	779
125 x 1 1/2"	40	184	124	99	6	1	30	781
125 x 2"	50	184	124	104	6	1	30	796
140 x 1"	25	201	136	101	6	1	24	893
140 x 1 1/4"	32	201	136	106	6	1	24	912
140 x 1 1/2"	40	201	136	107	6	1	24	922
140 x 2"	50	201	136	112	6	1	20	938
160 x 1"	25	223	145	116	6	1	20	1039
160 x 1 1/4"	32	223	145	117	6	1	20	1061
160 x 1 1/2"	40	223	145	118	6	1	20	1071
160 x 2"	50	223	145	123	6	1	20	1080
180 x 1"	25	245	154	122	6	1	16	1300
180 x 1 1/4"	32	245	154	127	6	1	16	1319
180 x 1 1/2"	40	245	154	128	6	1	16	1327
180 x 2"	50	245	154	133	6	1	16	1334

Collar doble con anillo de refuerzo



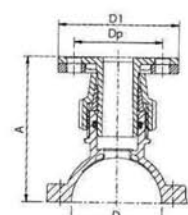
d x G	B	L	H	A	No. of Bolts	UB	UC	W
20 x 1/2"	10	70	45	66	2	1	300	73
25 x 1/2"	15	75	50	71	2	1	250	81
25 x 3/4"	15	75	50	73	2	1	250	86
32 x 1/2"	16	92	60	80	2	1	140	145
32 x 3/4"	19	92	60	82	2	1	140	148
32 x 1"	19	92	60	84	2	1	147	163
40 x 1/2"	16	92	60	89	2	1	120	154
40 x 3/4"	19	92	60	91	2	1	120	158
40 x 1"	25	92	60	98	2	1	120	174
50 x 1/2"	16	106	73	102	2	1	80	193
50 x 3/4"	21	106	73	104	2	1	80	196
50 x 1"	25	106	73	109	2	1	80	210
50 x 1 1/4"	25	106	73	117	2	1	80	260
63 x 1/2"	16	116	84	116	4	1	80	293
63 x 3/4"	20	116	84	118	4	1	80	297
63 x 1"	25	116	84	123	4	1	70	310
63 x 1 1/4"	32	116	84	132	4	1	60	355
63 x 1 1/2"	39	116	84	133	4	1	60	382
75 x 1/2"	16	122	98	128	4	1	60	382
75 x 3/4"	20	122	98	130	4	1	60	382
75 x 1"	25	122	98	135	4	1	50	396
75 x 1 1/4"	32	122	98	144	4	1	50	439
75 x 1 1/2"	40	122	98	145	4	1	50	465
75 x 2"	40	122	98	155	4	1	40	513
90 x 1/2"	16	141	105	143	4	1	45	467
90 x 3/4"	20	141	105	146	4	1	45	469
90 x 1"	25	141	105	151	4	1	45	481
90 x 1 1/4"	32	141	105	160	4	1	40	526
90 x 1 1/2"	40	141	105	162	4	1	40	547
90 x 2"	50	141	105	172	4	1	36	585
110 x 1/2"	16	165	116	166	4	1	40	575
110 x 3/4"	20	165	116	168	4	1	40	577
110 x 1"	25	165	116	173	4	1	40	587
110 x 1 1/4"	32	165	116	182	4	1	30	629
110 x 1 1/2"	40	165	116	187	4	1	30	654
110 x 2"	50	165	116	196	4	1	30	684
125 x 3/4"	20	184	124	182	6	1	30	769
125 x 1"	25	184	124	187	6	1	30	777
125 x 1 1/4"	32	184	124	196	6	1	20	814
125 x 1 1/2"	40	184	124	198	6	1	20	834
125 x 2"	50	184	124	208	6	1	20	861
140 x 1"	25	201	136	202	6	1	20	908
140 x 1 1/4"	32	201	136	212	6	1	20	947
140 x 1 1/2"	40	201	136	213	6	1	20	967
140 x 2"	50	201	136	223	6	1	20	1001
160 x 1"	25	223	145	223	6	1	16	1055
160 x 1 1/4"	32	223	145	233	6	1	16	1098
160 x 1 1/2"	40	223	145	235	6	1	16	1119
160 x 2"	50	223	145	245	6	1	16	1137
180 x 1"	25	245	154	243	6	1	16	1310
180 x 1 1/4"	32	245	154	253	6	1	16	1335
180 x 1 1/2"	40	245	154	255	6	1	16	1349
180 x 2"	50	245	154	265	6	1	16	1368

Collar simple de compresión con adaptador campana



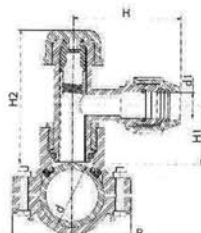
D x G	A	E	No. of Bolts	UB	UC	W
90 x 1 1/4"	132	96	4	1	24	705
90 x 1 1/2"	132	96	4	1	24	705
110 x 1 1/4"	142	96	4	1	22	770
110 x 1 1/2"	142	96	4	1	22	770
140 x 1 1/4"	159	96	4	1	18	970
140 x 1 1/2"	159	96	4	1	18	970
160 x 1 1/4"	170	96	4	1	14	1055
160 x 1 1/2"	170	96	4	1	14	1055

Collar simple de compresión con adaptador brida



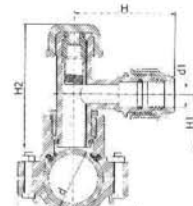
D x Dn	D1	Dp	A	No. of Bolts	UB	UC	W
90 x 40 (1 1/2")	150	110	173	4	1	24	705
90 x 50 (2")	165	125	173	4	1	24	705
110 x 40 (1 1/2")	150	110	183	4	1	22	770
110 x 50 (2")	165	125	183	4	1	22	770
140 x 40 (1 1/2")	150	110	116	4	1	18	970
140 x 50 (2")	165	125	116	4	1	18	970
160 x 40 (1 1/2")	150	110	116	4	1	14	1055
160 x 50 (2")	165	125	116	4	1	14	1055

Collar con salida rotatoria y corta-tubería integral para tubos de PE



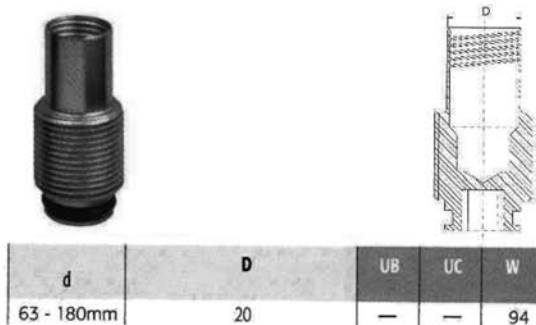
d x d1	H	B	H1	H2	No. of Bolts	UB	UC	W
63 x 25	106	116	57	130	4	1	40	584
63 x 32	111	116	57	130	4	1	40	614
75 x 25	106	122	57	130	4	1	30	700
75 x 32	111	122	57	130	4	1	30	725
90 x 25	106	141	58	131	4	1	25	761
90 x 32	111	141	58	131	4	1	25	781
110 x 25	106	165	59	132	4	1	20	872
110 x 32	111	165	59	132	4	1	20	902
125 x 25	106	184	58	131	6	1	16	1058
125 x 32	111	184	58	131	6	1	16	1088
140 x 25	106	201	59	132	6	1	14	1228
140 x 32	111	201	59	132	6	1	14	1228
160 x 25	106	223	59	132	6	1	10	1344
160 x 32	111	223	59	132	6	1	10	1374
180 x 25	106	245	60	133	6	1	8	1606
180 x 32	111	245	60	133	6	1	8	1640

Collar con salida rotatoria y corta-tubería integral para tubos de PVC

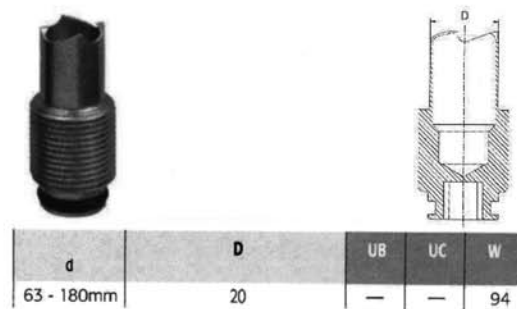


d x d1	H	B	H1	H2	No. of Bolts	UB	UC	W
63 x 25	106	116	57	130	4	1	40	584
63 x 32	111	116	57	130	4	1	40	614
75 x 25	106	122	57	130	4	1	30	700
75 x 32	111	122	57	130	4	1	30	725
90 x 25	106	141	58	131	4	1	25	761
90 x 32	111	141	58	131	4	1	25	781
110 x 25	106	165	59	132	4	1	20	872
110 x 32	111	165	59	132	4	1	20	902
125 x 25	106	184	58	131	6	1	16	1058
125 x 32	111	184	58	131	6	1	16	1088
140 x 25	106	201	59	132	6	1	14	1228
140 x 32	111	201	59	132	6	1	14	1228
160 x 25	106	223	59	132	6	1	10	1344
160 x 32	111	223	59	132	6	1	10	1374
180 x 25	106	245	60	133	6	1	8	1606
180 x 32	111	245	60	133	6	1	8	1640

Corta-tuberías para tuberías de PE (con sello incluido)

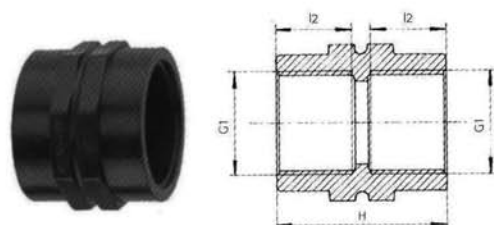


Corta-tuberías para tuberías de PVC (con sello incluido)



Accesorios

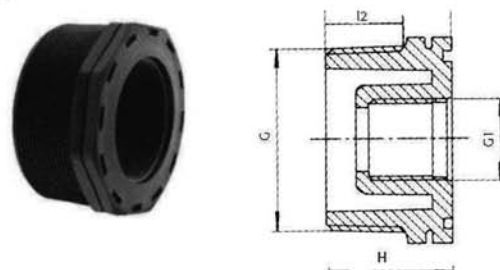
Manguito rosca campana - campana



G1 x G1	H	I2	UB	UC	W
1/2" x 1/2"	39	17	10	1200	15
3/4" x 3/4"	41	19	10	1000	20
1" x 1"	45	21	10	600	31
1 1/4" x 1 1/4"	54	25	10	250	65
1 1/2" x 1 1/2"	54	25	10	250	75
2" x 2"	65	30	5	150	92

• con anillo de refuerzo

Manguito rosca



G x G1	H	I2	UB	UC	W
3/4" x 1/2"	30	17	10	2000	7
1" x 1/2"	32	19	10	1200	16
1" x 3/4"	32	19	10	1000	11
1 1/4" x 1/2"	37	21	10	700	27
1 1/4" x 3/4"	37	21	10	700	29
1 1/4" x 1"	37	21	10	700	21
1 1/2" x 1/2"	37	21	10	600	35
1 1/2" x 3/4"	37	21	10	600	32
1 1/2" x 1"	37	21	10	500	33
1 1/2" x 1 1/4"	37	21	10	500	20
2" x 1/2"	41	25	5	350	58
2" x 3/4"	41	25	5	350	60
2" x 1"	41	26	5	350	61
2" x 1 1/4"	41	26	5	320	55
2" x 1 1/2"	41	26	5	320	44
2 1/2" x 2"	44	29	5	200	75
3" x 1"	48	33	2	150	117
3" x 1 1/4"	48	33	2	150	119
3" x 1 1/2"	48	33	2	150	118
3" x 2"	48	33	2	150	103
3" x 2 1/2"	48	33	2	150	76
4" x 2"	56	41	2	80	238
4" x 3"	56	41	2	80	222

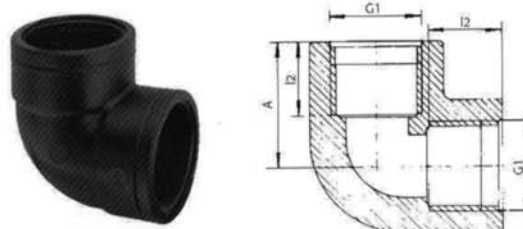
Te de 90° rosca - campana



G1	H	I2	UB	UC	W
1/2"	58	17	10	800	28
3/4"	64	18	10	500	39
1"	81	21	10	260	61
1 1/4"	96	25	5	140	114
1 1/2"	108	25	5	90	157
2"	130	30	5	60	205

* con anillo de refuerzo

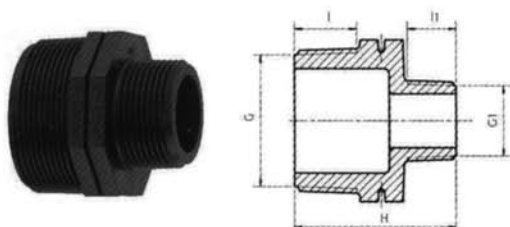
Codo de 90° rosca - campana



G1 x G1	A	I2	UB	UC	W
1/2" x 1/2"	29	17	10	1000	22
3/4" x 3/4"	32	18	10	700	31
1" x 1"	41	21	10	400	45
1 1/4" x 1 1/4"	48	25	10	200	87
1 1/2" x 1 1/2"	54	25	5	150	116
2" x 2"	65	30	5	80	157

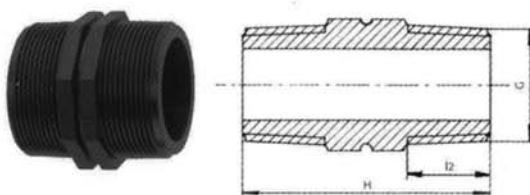
* con anillo de refuerzo

Niple reductor



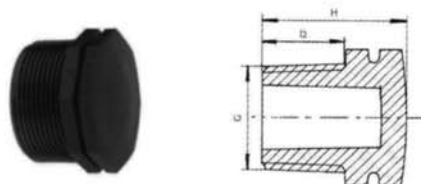
G x G1	H	I	I2	UB	UC	W
3/4" x 1/2"	46.5	16.5	15.5	10	1500	10
1" x 1/2"	48.5	18.5	15.5	10	800	17
1" x 3/4"	49.5	18.5	16.5	10	800	18
1 1/4" x 1/2"	53	21	15.5	10	500	28
1 1/4" x 3/4"	54	21	16.5	10	500	29
1 1/4" x 1"	56	21	18.5	10	500	31
1 1/2" x 1/2"	54	21	15.5	5	500	35
1 1/2" x 3/4"	55	21	16.5	5	500	34
1 1/2" x 1"	57	21	18.5	5	400	37
1 1/2" x 1 1/4"	59	21	21	5	400	40
2" x 1/2"	57.5	25	15.5	5	280	51
2" x 3/4"	58.5	25	16.5	5	260	52
2" x 1"	60.5	25	18.5	5	260	54
2" x 1 1/4"	63	25	21	5	240	58
2" x 1 1/2"	63	25	21	5	240	59

Niple doble



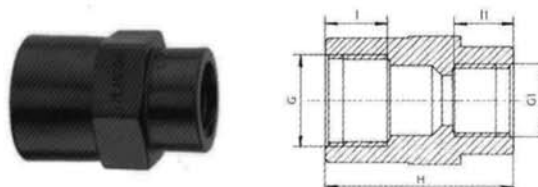
G x G	H	I2	UB	UC	W
1/2" x 1/2"	45	15	10	2000	8
3/4" x 3/4"	49	17	10	1500	12
1" x 1"	55	19	10	800	23
1 1/4" x 1 1/4"	60	22	10	400	35
1 1/2" x 1 1/2"	61	22	5	300	48
2" x 2"	71	26	5	180	78

Tapón rosca - espiga



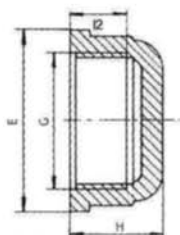
G	H	I2	UB	UC	W
3/8"	24	13	10	4500	5
1/2"	29	16	10	2500	8
3/4"	31	17	10	1500	12
1"	34	19	10	1000	17
1 1/4"	38	22	10	700	26
1 1/2"	39	22	10	500	38
2"	45	26	10	300	60

Manguito reductor rosca hembra-hembra



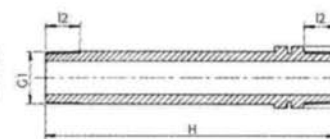
G x G1	H	I	I2	UB	UC	W
3/4" x 1/2"	54	20	18	10	800	25

Tapón rosca campana



G	E	H	I2	UB	UC	W
1/2"	37	25	14.5	10	1600	13
3/4"	41.5	26	16	10	1500	14
1"	49.5	31.5	19	10	800	27
1 1/4"	59	34	21.5	10	500	39
1 1/2"	64.5	34	21	10	450	43
2"	80	39	25	5	250	78

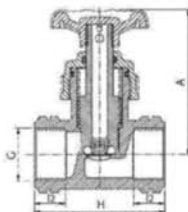
Espiga roscada



G x G1	H	I2	E	UB	UC	W
1/2" x 1/2"	150	17.5	22	10	600	30
3/4" x 1/2"	112.5	17.5	27	10	500	26
3/4" x 3/4"	150	17.5	27	10	400	44
1 1/4" x 1 1/4"	150	22	46	5	150	93
1 1/2" x 1 1/4"	150	22	50	5	140	115
1 1/2" x 1 1/2"	150	22	50	5	140	120

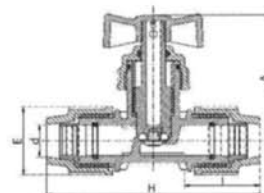
Válvulas

Válvula de línea rosca campana



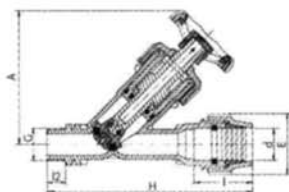
G x G	H	I2	A	UB	UC	W
3/4" x 3/4"	78	18	92	5	140	115
1" x 1"	82	20	92	5	120	129

Válvula de línea compresión



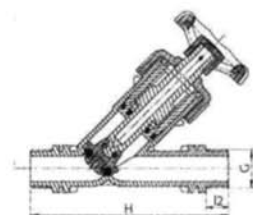
d x d	E	H	I	A	UB	UC	W
20 x 20	48	147	58	101	5	120	160
25 x 25	54	157	60	91	5	100	190
32 x 32	64	163	70	95	5	70	250

Válvula de asiento angular – compresión – rosca espiga



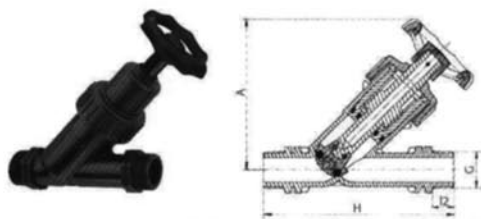
G x d	E	H	I	I2	A	UB	UC	W
20 x 1/2"	48	172	58	16	113	—	100	176
25 x 3/4"	54	187	60	18	121	—	80	238
32 x 1"	64	212	70	20	140	—	50	360
40 x 1 1/4"	82	258	86	22	180	—	26	618
50 x 1 1/2"	96	296	98	22	207	—	17	939
63 x 2"	113	338	112	26	246	—	10	1518

Válvula de asiento angular – rosca espiga



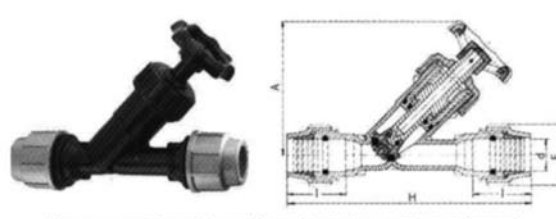
G x G	H	I2	A	UB	UC	W
1/2" x 1/2"	134	16	113	5	120	136
3/4" x 3/4"	151	18	121	5	100	191
1" x 1"	170	20	140	—	70	280
1 1/4" x 1 1/4"	200	22	180	—	40	474
1 1/2" x 1 1/2"	225	22	207	—	24	733
2" x 2"	254	26	246	—	15	1186

Válvula de asiento angular - rosca espiga



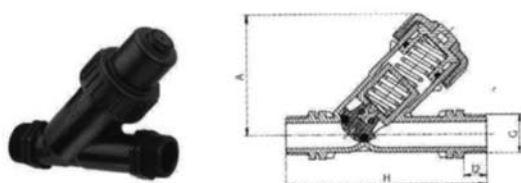
G x G	H	I2	A	UB	UC	W
1/2" x 1/2"	134	16	113	5	120	136
3/4" x 3/4"	151	18	121	5	100	191
1" x 1"	170	20	140	—	70	280
1 1/4" x 1 1/4"	200	22	180	—	40	474
1 1/2" x 1 1/2"	225	22	207	—	24	733
2" x 2"	254	26	246	—	15	1208

Válvula de asiento angular – compresión



d x d	E	H	I	A	UB	UC	W
32 x 32	64	254	70	140	—	40	438

Válvula de flujo



G x G	H	I2	A	UB	UC	W
3/4" x 3/4"	151	18	92	5	140	141
1" x 1"	170	20	106	5	100	229
1 1/4" x 1 1/4"	200	22	134	—	55	382
1 1/2" x 1 1/2"	225	22	155	—	35	586
2" x 2"	254	26	182	—	20	975

Válvula de acople rápido



G	H	I2	UB	UC	W
3/4"	146	17	5	150	144
1"	148	18	5	150	148

Conexión de acople rápido



G	H	I2	UB	UC	W
3/4"	173	18	5	250	66

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienzudo y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Productos químicos para uso industrial - Cal viva y cal hidratada

Primera revisión

ICS 71.060.10 Elementos químicos

Abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La revisión y actualización de la Norma Boliviana **NB 647-07 “Productos químicos para uso industrial - Cal viva y cal hidratada (Primera revisión)”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización **CTN 7.3 “Productos químicos”**.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	INSTITUCIÓN
Reynaldo Villalba	UNI/VSB (Coordinador)
Luís Víctor Rico	ABIS
José Luís Castagné	ABIS
Grover Rivera	IIS-UMSA
José Díaz	IIS-UMSA
Ronny Vega	ANESAPA
Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Fernando Inchauste	CONSULTOR
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR
Gonzalo Dalence E.	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2007-02-12

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2007-03-29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2007-04-13

Informe

La actualización de esta Norma fue realizada por el Viceministerio de Servicios Básicos/ Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, con financiamiento del Proyecto de Asistencia Técnica/ASDI y la supervisión de la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

Esta Norma ha sido elaborada en el marco de una consultoría y su revisión y aprobación fueron realizadas por el Comité Técnico de Normalización CTN 7.3.

Asimismo, la revisión de esta Norma se realizó en talleres técnicos regionales en las ciudades de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, con la participación y el aporte de los siguientes profesionales e instituciones:

VALLE

Severo Vega	ABIS – Cochabamba	Edgar Armaza	SEMAPA
Jhony Pérez	ABIS – Cochabamba	Carlos Peláez	SEMAPA
Marcelo Crespo	ABIS – Cochabamba	Jorge Heredia	SEMAPA
Julio Fuentes	ABIS – Cochabamba	Leonardo Salinas	SEMAPA
J. Carlos Guzmán	GM – Cochabamba	Vanesa Selaya	SEMAPA
Cristian Cuellar	GM – Cochabamba	Vladimir Valda	ELAPAS – Sucre
Franco Burgulla	GM – Quillacollo	Edgar A. Nava	ELAPAS – Sucre
Eduard Montalvo	GM – Tapacarí	Marcelo Encalada	FUNDACION SODIS
Jorge P. Vargas	GM – Tapacarí	Leonardo Anaya	AGUILAR & ASOCIADOS
Julio Mercado	GM – Colcapirhua	Edwing Miranda	FHI
Luis Coca	FPS – Cochabamba	Franklin Antezana	EMPROCIV SRL
Jenny Rojas	CASA – UMSS	Oscar Zelada	EMPRESIB
Fernando Pérez	AMDECO	Wilfredo Veizaga	MONTERREY SRL
Ronald Baldellon	MACOTI	José Veizaga	MONTERREY SRL
Mirtha Baptista	CONSULTORA	Marcelo Calizaya	CONSULTOR

TRÓPICO

Marco A. Gutiérrez	VSBS – PROAT	Rolando de Chazal	SAGUAPAC
Alexis Meruvia	VSBS – PROAT	Milton Von Borries	SAGUAPAC
Eduardo Ugarteche	ABIS Santa Cruz	Erwin Medrano	SAGUAPAC
Guido Casso	SIB Santa Cruz	Roberto Cruz	ACSAACRUZ
Mauricio Flores	SIB Santa Cruz	Eladio Arequino	COOP. SAJUBA
Luisa Dorado	PREFECTURA SCZ	Ciriaco Coro	COOP. SAJUBA
Saud Yuja Gomez	GM Trinidad, Beni	Teresa Romero	COOP. SAJUBA
Ramiro Plaza	FPS Santa Cruz	Luis Bravo	COOP. EL CARMEN
Eduardo Cuestas	FPS Santa Cruz	Ariel Méndez	COOP. COSPOL
Germán Palenque	UAGRM	David Saavedra	COOP. COSPOL
Efraín Capobianco	UAGRM – SIMAC	José A. Chacón	COSIMBO LTDA
Juan E. Ribera	UAGRM – SIMAC	Rubén Angulo	RAS – AVALUOS
Silvana Balcázar	CADECO – Santa Cruz	Mario E. Sandy	PLAN INTERNACIONAL
José L. Padilla	CONSULTOR		

ALTIPLANO

Marco A. Gutiérrez	VSBS – PROAT	Carlos España	UMSA Postgrado
Alexis Meruvia	VSBS – PROAT	Ángel Aliaga	UMSA – IIH
Víctor Rico	ABIS – La Paz	Gualberto Gutiérrez	UTO
Jose L. Castagné	ABIS – La Paz	Armando Garnica	UTO
Orlando Camacho	ABIS – La Paz	Amilkar Ilaya	UTO
Oswaldo Sánchez	ABIS – La Paz	Lina Fernández	UTO
Iván Bolívar	PREFECTURA LP	José Huanca	CARITAS
Marcial Medina	PREFECTURA LP	Adolfo Gallardo	ISERV ARQUITECTURA
Edson Aranibar	PREFECTURA LP	Israel Antequera	GREGORY MORRIS
Carlos R. Morales	PREFECTURA PT	Daly Salvatierra	AGUILAR & ASOCIADOS
Marco A. Gómez	PREFECTURA PT	Marvin Botello	PLAMAT S.A.
Ronald Beltrán	GM – La Paz	Gonzalo Vargas	PLASMAR S.A.
Carlos García	GM – La Paz	Oscar Quiroga	PLASMAR S.A.
Ramiro Encinas	FPS – Nacional	Marcelo Barrero	SUMINDUS
Eufracio Choque	FPS – La Paz	Alfonso Pomarino	CONSULTOR
Alexandra Sandi	FPS – La Paz	Francisco Alvizuri	CONSULTOR
Ingrid Vásquez	FNDR	Juan C. Fernández	CONSULTOR
Hugo Jiménez	SISAB	Humberto Cordero	CONSULTOR
Roger Yugar	PROAGUAS	Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Juan Correa	AAPOS – Potosí		

ELABORACIÓN:

Fernando Inchauste Morales	Consultor principal
Humberto Obleas Arandia	Consultor
Patricia Ancalle Mamani	Consultora

FINANCIADOR:

Agencia Sueca de Cooperación para el
para el Desarrollo Internacional (Asdi)

ÍNDICE

Página

0	INTRODUCCIÓN	165
0.1	Sistema de Unidades	165
0.2	Variables	165
0.3	Abreviaturas.....	165
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	165
2	REFERENCIAS	166
3	DEFINICIONES	166
3.1	Cal viva	166
3.2	Cal hidratada	166
3.3	Fabricante	166
3.4	Comprador	166
3.5	Vendedor	166
4	CLASIFICACIÓN.....	166
4.1	Cal viva	166
4.1.1	Cales grasas	167
4.1.2	Cales magras	167
4.2	Cal hidratada	167
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	167
5.1	Descripción	167
5.1.1	Especificaciones técnicas	167
5.1.1.1	Cal viva	167
5.1.1.2	Cal hidratada	168
5.2	Requisitos	168
5.2.1	Requisitos físicos.....	168
5.2.1.1	Equipo alimentador de material seco	168
5.2.1.2	Equipo neumático	168
5.2.1.3	Equipo mecánico	169
5.2.2	Requisitos químicos	169
5.2.2.1	Cal viva	169
5.2.2.2	Cal hidratada	169
5.3	Impurezas	169
5.3.1	Impurezas generales	169
5.3.2	Límites específicos de impurezas.....	169
6	MÉTODOS DE ENSAYO	169
6.1	Muestreo general y tipos de ensayo	169
6.1.1	Muestreo general.....	169
6.1.1.1	Muestreo.....	169
6.1.1.2	Tamaño	170
6.1.1.3	Método.....	170
6.1.1.4	Manejo de las muestras.....	171
6.1.2	Tipos de ensayos.....	171
6.2	Ensayo granulométrico	171
6.2.1	Resumen del método.....	171

6.2.2	Aparatos	172
6.2.3	Muestreo	172
6.2.4	Preparación de la muestra.....	172
6.2.5	Procedimiento	172
6.2.5.1	Para equipo alimentador de material seco	172
6.2.5.2	Para equipo neumático	172
6.2.5.3	Para equipo mecánico	172
6.2.6	Interpretación de resultados	173
6.3	Ensayo de la determinación del óxido de calcio disponible.....	173
6.3.1	Resumen del método.....	173
6.3.2	Reactivos	173
6.3.3	Muestreo	173
6.3.3.1	Cal viva	173
6.3.3.2	Cal hidratada	174
6.3.3.3	Muestra compuesta	174
6.3.4	Preparación de la muestra.....	174
6.3.5	Procedimiento	174
6.3.6	Interpretación de resultados	175
6.3.6.1	Cálculo del CaO.....	175
6.3.6.2	Determinación del $\text{Ca}(\text{OH})_2$	175
6.3.6.3	Cálculo para $\text{Ca}(\text{OH})_2$	175
6.4	Ensayo para determinar la velocidad de apagado	175
6.4.1	Resumen del método.....	175
6.4.1.1	Principio	175
6.4.2	Aparatos	176
6.4.3	Muestreo	176
6.4.4	Preparación de la muestra.....	176
6.4.5	Procedimiento	176
6.4.5.1	Ensamble de agitador mecánico	177
6.4.6	Interpretación de resultados	179
6.5	Ensayo para la determinación de la materia insoluble objetable.....	180
6.5.1	Resumen del método.....	180
6.5.2	Aparatos	180
6.5.3	Muestreo	180
6.5.4	Preparación de la muestra.....	181
6.5.5	Procedimiento	181
6.5.6	Interpretación de resultados	181
6.6	Repetición de pruebas	182
6.7	Rechazo.....	182
6.7.1	Criterios de rechazo de la cal viva.....	182
6.7.2	Cal hidratada	182
6.7.3	Informe de no conformidad.....	182
6.8	Retiro del material.....	183
7	INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES	183
7.1	Certificación de peso	183
7.1.1	Peso neto.....	183
7.2	Certificación de cumplimiento	183
8	EMPAQUE, ENVÍO, MANEJO Y ROTULADO.....	183
8.1	Empaque y envío	183
8.1.1	Cal viva	183
8.1.2	Cal pulverizada	183
8.1.3	Cal hidratada	183
8.2	Manejo	183
8.3	Rotulado	184
9	BIBLIOGRAFÍA.....	184

Productos químicos para uso industrial - Cal viva y cal hidratada

0 INTRODUCCIÓN

0.1 Sistema de Unidades

cm	centímetro
cm ³	centímetro cúbico
g	gramo
l	litro
m	metro
ml	mililitro
min	minuto
mm	milímetro
plg	pulgada
kg	kilogramo
rpm	revoluciones por minuto
s	segundo
%	porcentaje
°C	grados Celsius

0.2 Variables

CaO	óxido de calcio	adimensional
Ca(OH) ₂	hidróxido de calcio	adimensional
HCl	ácido hidroclicóric	adimensional
CO ₂	dióxido de carbono	adimensional
M	materia insoluble objetable	%
A	residuo	g

0.3 Abreviaturas

ANSI	American National Standards Institute
AWWA	American Water Works Association

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece criterios para clasificación de la cal, especificaciones técnicas, requisitos físicos y químicos e impurezas, asimismo, métodos de ensayo del material y criterios para sus certificaciones e inspecciones además de su empaque, envío y rotulado.

Esta norma se aplica a la cal viva en forma de guijarros, terrones o molida, así como la cal hidratada empleada en el tratamiento de agua.

La aplicación de la cal y de otros materiales apropiados como coadyuvantes de coagulación utilizados para el tratamiento de aguas, se establece en la tabla 10.26 de NB 689.

2 REFERENCIAS

Las normas de referencia que se presentan en la norma, contienen disposiciones y requisitos que son parte de esta norma y se consideran valederas para la presente norma.

En caso de conflicto prevalecerá lo establecido en esta norma.

NB 689 Instalaciones de agua - Diseño para sistemas de agua potable

3 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Cal viva

Producto resultante de la calcinación de la piedra caliza, de las conchas o equivalentes (tal como el sedimento seco de un proceso de reblandecimiento de la caliza en un análisis apropiado). Esencialmente consiste en una asociación natural de óxido de calcio con una cantidad menor de óxido de magnesio.

3.2 Cal hidratada

Polvo finamente dividido resultante de la hidratación de la cal viva con una cantidad suficiente de agua para satisfacer su afinidad química. Es esencialmente hidróxido de calcio o una mezcla de hidróxido de calcio e hidróxido de magnesio, dependiendo del tipo de cal viva empleada en el proceso de apagado.

3.3 Fabricante

Entidad que manufactura, fabrica o produce materiales o productos.

3.4 Comprador

Persona, compañía u organización que compra cualquier material o servicio.

3.5 Vendedor

Parte que suministra materiales o servicios. Un vendedor (proveedor) puede o no ser fabricante.

4 CLASIFICACIÓN

La cal se clasifica de acuerdo con los siguientes criterios:

4.1 Cal viva

La cal viva es aquel material que cuenta con la presencia de un 90 % de óxido de calcio disponible en el material suministrado, además de las características propias particulares establecida en la presente norma.

Según el % de óxido de calcio que contengan las cales vivas, se clasifican en dos variedades:

4.1.1 Cales grasas

Son las más blancas, fabricadas con piedras calizas de gran pureza, que en presencia de agua reaccionan con fuerte desprendimiento de calor.

4.1.2 Cales magras

Son más amarillentas, más impuras porque poseen sustancias como arcilla, óxido de magnesio, etc., que en presencia de agua reaccionan con poco desprendimiento de calor.

4.2 Cal hidratada

La cal hidratada, tiene la presencia de al menos 68 % de óxido de calcio disponible, además de las características propias particulares establecidas en las presentes normas.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Descripción

5.1.1 Especificaciones técnicas

La cal debe suministrarse bajo los siguientes criterios:

5.1.1.1 Cal viva

La cal viva debe contar con la presencia de un 90 % de óxido de calcio disponible en el material suministrado, junto con una escala de bonificación para porcentajes superiores de óxido de calcio disponible y una escala de penalización para porcentajes inferiores.

La cal viva debe ser de “apagado rápido” y debe apagar satisfactoriamente, además de desintegrarse fácilmente en una suspensión de material finamente dividido sin que se produzcan cantidades indeseables de materia insoluble en agua o sin apagar en el apagador.

Las escalas de bonificación y de penalización deben basarse en el contenido disponible de óxido de calcio (véase 6.3).

Dichas escalas son las siguientes:

- una bonificación de 2 % por cada 1 %, o fracción, de contenido óxido de calcio disponible por encima del 90 %
- una penalización de 2 % por cada 1 %, o fracción, de deficiencia en el contenido de óxido de calcio disponible con relación al 90 % y hasta el 80 % inclusive

Un “apagado rápido” satisfactorio producirá, por lo general, una elevación de temperatura en el material de 40 °C en 3 min. La reacción debe completarse en un período no mayor de 10 min cuando la cal se somete a ensayo para determinar la velocidad de apagado (véase 6.4).

La cal viva de características satisfactorias para el tratamiento del agua, apagará sin producir cantidades indeseables de material insoluble.

5.1.1.2 Cal hidratada

La cal hidratada debe contar con un 68 % de contenido de óxido de calcio disponible, junto con una escala de bonificación para porcentajes superiores y una escala de penalización para porcentajes inferiores.

Las escalas de bonificación y de penalización para el contenido de óxido de calcio disponible son las siguientes:

- una bonificación de un 2 % por cada 1 %, o fracción, de contenido de óxido de calcio disponible por encima del valor de 68 %.
- una penalización de 2 % por cada 1 %, o fracción, por deficiencia en el contenido de óxido de calcio disponible con relación al 68 % y hasta un 62 % inclusive.

El comprador puede definir escalas de bonificación y de penalización diferentes con el propósito de satisfacer condiciones particulares, o, por el contrario, puede renunciar a la utilización de tales escalas y simplemente solicitar que el contenido de óxido de calcio disponible sea por lo menos igual a la cantidad de referencia, siempre y cuando se haya acordado previamente con el vendedor.

5.2 Requisitos

5.2.1 Requisitos físicos

El tamaño máximo de la cal se determina en función de satisfacer los requisitos de los diferentes tipos de equipos que se utilizarán en su manipulación o uso.

5.2.1.1 Equipo alimentador de material seco

Si la cal viva se utiliza mediante una máquina alimentadora de material seco, se deberá, en las instalaciones del vendedor, triturar y cribar de tal modo que no se retenga nada en un tamiz de 19 mm (3/4 plg) y que no pase más de un 5 % por el tamiz patrón N° 100 US (la cal suave puede generar algunos granos finos durante un proceso vigoroso de cribado. Con el propósito de disminuir esta posibilidad, es aconsejable emplear un tamiz intermedio de 9,51 mm (3/8 plg), que reducirá la carga sobre un tamiz patrón N° 100 US y con ese procedimiento se reduce la acción pulverizadora de la cal contra la cal. Si el análisis del tamizado del comprador indica que más del 5 % pasa un tamiz patrón N° 100 US, el comprador puede solicitar que el análisis de cribado se realice en el lugar del cargamento).

La cal hidratada debe ser blanca, seca, finamente pulverizada y libre de cúmulos de cualquier material extraño que pudiera interferir con la operación de la máquina alimentadora de material seco. La uniformidad del tamaño de la partícula es una característica importante, la cual podrá ser definida y exigida por el comprador.

5.2.1.2 Equipo neumático

Si la cal viva se va a manipular en o con un equipo de transporte neumático, se deberá triturar y cribar de tal manera que no se retenga material en un tamiz de 25 mm (1 plg) y que no más de un 5 % pase por un tamiz patrón N° 100 US. Estas operaciones deberán realizarse en la planta del fabricante.

5.2.1.3 Equipo mecánico

Si la cal viva va a ser manipulada por un equipo de transporte mecánico adecuado, los trozos de cal no deben ser superiores a 51 mm, excepto piezas laminares que pueden alcanzar una longitud de hasta 76 mm.

5.2.2 Requisitos químicos

5.2.2.1 Cal viva

La cal viva no debe tener menos de un 80 % de óxido de calcio disponible (véanse 5.1.1.1, 6.7 y 6.8).

Deberá elevar la temperatura en una cantidad superior a los 10 °C en 3 min y alcanzar la temperatura máxima, como mínimo, en 20 min en el proceso de apagado de acuerdo con lo establecido (véase 6.4).

La cal viva suministrada bajo los criterios de esta norma debe haber sido quemada recientemente y estar fundamentalmente libre de sólidos de carbonato y residuos silíceos. A menos que exista un acuerdo previo entre el comprador y el vendedor, no más de un 5% de la cal viva debe ser material insoluble (véase 6.5).

5.2.2.2 Cal hidratada

La cal hidratada no debe tener menos de un 62 % de óxido de calcio disponible, el cual es equivalente al 81,9 % de hidróxido de calcio.

5.3 Impurezas

5.3.1 Impurezas generales

La cal viva e hidratada suministrada de acuerdo con los criterios de esta norma no debe contener material soluble o sustancias orgánicas en cantidades capaces de producir efectos nocivos o perjudiciales para la salud de aquellos que van a consumir el agua tratada con estos productos.

5.3.2 Límites específicos de impurezas

La cal viva o hidratada no debe contener impurezas superiores a las cantidades establecidas en el Water Chemicals Codex.

6 MÉTODOS DE ENSAYO

6.1 Muestreo general y tipos de ensayo

6.1.1 Muestreo general

6.1.1.1 Muestreo

Con el propósito de minimizar el contacto con el aire, las muestras deben tomarse tan pronto como sea posible, en el punto de destino y deben colocarse inmediatamente en un recipiente hermético y a prueba de humedad.

6.1.1.2 Tamaño

El tamaño de la muestra debe ser tomada de acuerdo a lo siguiente:

Cuando el material se encuentre a granel, en terrón o finamente dividido deberán tomarse como mínimo 22,7 kg de muestra por cada 22,7 toneladas métricas de material.

Cuando se trate de una producción entre 22,7 y 45,4 toneladas métricas semanales, deberán tomarse una muestra compuesta de la producción semanal y se deberá guardar en un recipiente hermético. Cuando sea apropiado, se debe extraer una muestra compuesta de la producción diaria.

Si la producción o el envío es inferior a 22,7 toneladas métricas semanales, debe obtenerse de cada producción o envío una muestra de 14,5 kg para realizar los ensayos.

6.1.1.3 Método

El método de muestreo será el siguiente:

Para el caso de material empacado en bolsas y transportado en furgones o camiones, por lo menos el 2 % del material ha de ser sometidos al proceso de muestreo. Cada muestra se ha de tomar de posiciones distintas en el furgón o camión. Se debe evitar tomar muestras de bolsas rotas.

En el caso de material pulverizado y empacado en bolsas, se deberá emplear una muestra con un diámetro no inferior a 13 mm, se debe introducir en forma lateral en la bolsa, de tal manera que tome una fracción de cal en forma espaciada uniformemente de toda la longitud de la bolsa.

Cuando la manipulación del material se lleve a cabo mediante transportador o elevador, se podrá utilizar un muestreador mecánico, teniendo el cuidado de ajustar su colocación y el tiempo de muestreo con el fin de obtener una muestra representativa.

Para material que contenga terrones y sea transportado ya sea en furgones, vehículos u otros o sea a granel, los puntos de muestreo deben seleccionarse uniformemente sobre toda la superficie del material. Se deben seleccionar un mínimo de ocho puntos localizados a intervalos regulares. En cada uno de esos puntos deberá tomarse la muestra a una profundidad de 1,22 m por debajo de la superficie superior de la caliza en el banco establecido (que puede ser el transporte).

En el caso de material a granel finamente dividido, se deberá realizar el muestreo mediante una muestra, que tome una cantidad de caliza de por lo menos 25 mm de diámetro. Las muestras deberán tomarse por lo menos en ocho partes diferentes con el propósito de garantizar su representatividad. Es satisfactorio el uso de una muestra que tenga una longitud de 1,52 m.

Es claro que en el caso de entregas de material mediante transporte, la toma de muestras en las diferentes partes no es igualmente factible, razón por la cual el criterio del encargado de tomar la muestra debe primar. Se debe llevar un archivo del método empleado y los puntos elegidos para la realización del muestreo. Es esencial contar con la documentación adecuada sobre el método de muestreo y la localización de la muestra.

6.1.1.4 Manejo de las muestras

Las muestras deben seleccionarse y almacenarse para los análisis posteriores de acuerdo con los siguientes criterios:

La muestra total debe mezclarse completamente y tomar por lo menos una cantidad de 14,5 kg, representativa de toda la muestra, que se debe cuartear. En caso de que se tenga que realizar el ensayo para detectar partes insolubles objetables, se tritura una muestra de 3,6 kg hasta un tamaño de tamiz de 9,51 mm, se mezcla bien y se divide en cuatro partes. Si no es necesaria la realización del ensayo para detectar partes insolubles objetables, se tritura una de las muestras de 3,6 kg hasta que pueda pasar por un tamiz que tenga un tamaño de malla N° 6, se mezcla bien y se divide en cuatro partes. Se almacenan las cuatro muestras de 0,9 kg y se guardan en recipientes cerrados, de la forma que se establece a continuación.

Las cuatro (4) muestras de 0,9 kg se deben depositar en recipientes de vidrio herméticos y a prueba de humedad. Una de las muestras está destinada al comprador para su empleo inmediato a fin de realizar la prueba del cargamento. Las otras tres (3) muestras deben guardarse hasta que se conozca si el envío es o no aceptable en base a los resultados del examen de laboratorio.

En caso de que sea aceptable y el vendedor acepte los ajustes al precio correspondientes a las bonificaciones o penalizaciones, se pueden descartar. En caso de que el envío no sea satisfactorio, entonces las muestras se deben guardar hasta que todas las diferencias entre el comprador y el vendedor se hayan solucionado. Tanto la segunda como la tercera muestra son para uso del vendedor y del laboratorio de referencia si existe cualquier controversia relacionada con el análisis. La cuarta muestra es para el comprador con el objeto de que pueda verificar los análisis llevados a cabo por parte del vendedor y del laboratorio imparcial en caso de que exista alguna controversia relacionada con los análisis.

Cada muestra debe rotularse con registros de nombre de comprador, nombre de fabricante, número correspondiente al transporte, fecha de entrega y otros particulares que se puedan registrar. Cada rótulo debe estar adecuadamente firmado por la persona encargada de realizar el muestreo.

Otra muestra de 1,2 kg, debe tomarse en la muestra total y colocarse en un recipiente hermético con el propósito de que sirva para el análisis granulométrico que ha de realizar el comprador.

6.1.2 Tipos de ensayos

De acuerdo a lo especificado en la presente Norma, se establecen (4) cuatro tipos de ensayos, a saber:

- Ensayo de granulometría
- Ensayo de determinación del óxido de calcio disponible
- Ensayo para determinar la velocidad de apagado
- Ensayo para la determinación de la materia insoluble objetable

6.2 Ensayo granulométrico

6.2.1 Resumen del método

El ensayo de laboratorio, realizado sobre la muestra debe completarse antes de (5) cinco días hábiles después de recibido el pedido.

El ensayo se realiza mediante el tamizado de la muestra en función del equipo que se pretenda utilizar, de acuerdo a los requisitos físicos del material establecido (véanse 5.2.1.1; 5.2.1.2 y 5.2.1.3) o los establecidos entre comprador y vendedor, que deben estar registrados en la orden de compra.

6.2.2 Aparatos

De acuerdo a lo establecido (véanse 5.2.1.1; 5.2.1.2 y 5.2.1.3), se adoptan los tamices necesarios, entre los que se tiene:

- tamiz de 51 mm (2 plg)
- tamiz de 25 mm (1 plg)
- tamiz de 19 mm (3/4 plg)
- tamiz de 9,51 mm (3/8 plg)
- tamiz N° 6 US
- tamiz N° 30 US
- tamiz N° 100 US

6.2.3 Muestreo

La muestra de 1,2 kg que se toma para el análisis de granulometría, se obtiene de acuerdo a lo establecido (véase 6.1.1.4).

6.2.4 Preparación de la muestra

La muestra tomada para el análisis de granulometría (véase 6.2.3.) no necesita una preparación adicional. El análisis granulométrico debe realizarse inmediatamente después de haber realizado la toma de la muestra.

6.2.5 Procedimiento

6.2.5.1 Para equipo alimentador de material seco

Si la cal viva utiliza para alimentarse mediante una máquina alimentadora de material seco, el material debe pasar completamente (100 %) un tamiz de 19 mm (3/4 plg) y no debe pasar más de un 5 % por el tamiz patrón N° 100 US.

En caso de contar con una cal suave, que puede generar granos finos durante el proceso de cribado y para disminuir esta posibilidad, es aconsejable emplear un tamiz de 9,51 mm (3/8 plg), que reduce la carga sobre el tamiz patrón N° 100 US.

6.2.5.2 Para equipo neumático

Si la cal viva se va a manipular en o con un equipo de transporte neumático, el material debe pasar completamente (100 %) un tamiz de 25 mm (1 plg) y no debe pasar más de un 5 % por el tamiz patrón N° 100 US.

6.2.5.3 Para equipo mecánico

Si la cal viva va a ser manipulada por un equipo de transporte mecánico adecuado, los trozos de cal deben pasar en un 100 % el tamiz de 51 mm (2 plg), excepto las piezas laminares que pueden alcanzar una longitud de hasta 76 mm.

6.2.6 Interpretación de resultados

Se pesa cada muestra de los tamices utilizados inmediatamente después del ensayo con el propósito de evitar el contacto excesivo con el aire, en base a los pesos se determinan los porcentajes correspondientes a los tamices seleccionados, para su posterior comprobación con los requisitos establecidos (véase 6.2.5) que son concordantes a los establecidos en 5.2.1.

6.3 Ensayo de la determinación del óxido de calcio disponible

6.3.1 Resumen del método

El contenido de óxido de calcio disponible en la cal viva y en la cal hidratada es el elemento que entra en la reacción bajo las condiciones del método rápido del azúcar (véase 6.3.5). El método adoptado en esta norma tiene amplia aceptación y da resultados satisfactorios cuando se lo realiza cuidadosamente.

En este procedimiento, el término “muestra de cal” significa aquella que puede pasar un tamiz patrón N° 100 US, y para la cual la temperatura de titulación debe estar comprendida entre 20 °C y 25 °C.

6.3.2 Reactivos

- Solución de ácido clorhídrico (HCl). Se prepara una solución que contenga 15,7 ml por l de HCl (gravedad específica 1,19). Esta solución resulta ligeramente más concentrada de lo necesario. Se normaliza la solución HCl con 0,85 g de carbonato de sodio puro y seco, empleando metil de naranja como indicador. Cuando la solución tome una coloración rosado salmón se indica el punto final de la titulación. Se ajusta la solución bien sea añadiendo agua destilada libre de CO₂ si es demasiado concentrada o mediante la adición de HCl si se encuentra demasiado diluida, de tal manera que únicamente 0,85 g de carbonato de sodio neutralicen 90 ml de la solución patrón de HCl. Un ml de esta solución es equivalente a 1,0 % CaO ó 1,32 % Ca(OH)₂ cuando se somete a ensayo 0,5 g de la muestra.
- Indicador de fenolftaleína, solución al 4 %. Se disuelve 4 g de fenolftaleína seca en 100 ml de etanol al 95 %.
- Agua destilada libre de dióxido de carbono.
- Azúcar de caña.

6.3.3 Muestreo

6.3.3.1 Cal viva

La “muestra de cal” viva para el laboratorio debe prepararse a partir de la muestra de 0,9 kg que ha sido colocada aparte de acuerdo con lo establecido (véase 6.1.1.4), se debe proceder de la siguiente manera:

Se tritura la mitad de la muestra de 0,9 kg de tal modo que pase por un tamiz patrón N° 6 US, empleando un triturador mecánico no metálico, preferiblemente, o empleando un mortero con mano de vidrio. Se mezcla completamente la muestra triturada y se coloca en un recipiente de vidrio hermético a prueba de humedad.

Se pulveriza mecánicamente una porción de 50 g de la muestra triturada hasta que pueda pasar por un tamiz N° 100 US, si no se encuentra disponible el equipo mecánico, puede emplearse un mortero. Se mezcla totalmente y se almacena la muestra pulverizada en un recipiente de vidrio, hermético y a prueba de agua.

6.3.3.2 Cal hidratada

La “muestra de cal” hidratada para el laboratorio debe prepararse a partir de la muestra de 0,9 kg que ha sido separada para el comprador (véase 6.1.1.4), según 6.3.3.2 una porción de 50 g de muestra debe pulverizarse mecánicamente de tal modo que pueda pasar por un tamiz N° 100 US, ser mezclada y almacenada en un recipiente de vidrio hermético y a prueba de humedad.

6.3.3.3 Muestra compuesta

En el caso de una muestra compuesta, ésta debe ser extraída de acuerdo a lo establecido. (véase 6.1.1)

6.3.4 Preparación de la muestra

Una vez que se ha pulverizado la porción de 50 g (véase 6.3.3), se mezcla toda la muestra y se almacena en un recipiente de vidrio, que debe ser hermético y a prueba de agua.

6.3.5 Procedimiento

Se toma la muestra de 0,5 g de la muestra pulverizada y se esparce dentro de un Erlenmeyer de 250 ml que contiene 10 ml de agua destilada libre de CO_2 e inmediatamente se tapa con un tapón de caucho sin ejercer presión (es importante tener esa pequeña cantidad de agua en el Erlenmeyer antes de adicionar la muestra, principalmente para el caso de la cal viva, ya que si el agua se añade encima de una carga seca en el frasco, el material tiende a aglutinarse formando cúmulos difíciles de disolver completamente en la solución azucarada que se emplea más adelante. Por otra parte, si la cal se añade a una pequeña cantidad de agua, existen unas condiciones mucho mejores para una dispersión total de las partículas finas produciendo una solución más rápida. En el caso de la cal viva, se presenta probablemente un apagado que facilita la dispersión y la solución).

Se retira la tapa y se coloca el Erlenmeyer sobre una superficie caliente, e inmediatamente se añaden 50 ml de agua hirviendo destilada libre de CO_2 , se agita el Erlenmeyer y se hace hervir durante un min para que se complete el apagado. Se retira de la superficie caliente, se tapa sin presión el Erlenmeyer y se coloca en un baño de agua fría para llevarlo a la temperatura ambiente. Se añaden 50 ml de agua destilada libre de CO_2 y luego 15 g a 17 g de azúcar pura de caña. Se tapa el frasco, se agita manualmente y se le permite reposar durante 15 min para que reaccione. El tiempo de reacción no debe ser inferior a 10 min ni superior a 20 min y nuevamente se agita a intervalo de 5 min durante la reacción. Se retira la tapa y se añaden cuatro (4) gotas o cinco (5) gotas de indicador de fenolftaleína al 4 %, se lava el tapón y las paredes del Erlenmeyer con agua destilada libre de CO_2 y se titula, en el frasco original con la solución patrón de HCl.

Si se desea se puede emplear un agitador mecánico durante la titulación. Se coloca una barra agitadora mecánica limpia, de 10 mm x 38 mm dentro del Erlenmeyer y se coloca el frasco sobre el agitador mecánico. Se ajusta para que la agitación se realice lo más rápidamente posible sin que se presenten pérdidas por salpicadura.

En el proceso de titulación, primero se añade, sin agitar, un 90 % del ácido requerido desde una bureta de 100 ml luego se sacude el frasco tan vigorosamente como sea posible y se finaliza la titulación de una forma más cuidadosa, hasta la primera desaparición completa del color rosado. Se anota la lectura y se ignora el restablecimiento del color. Si el operario no está familiarizado con análisis anteriores de cal bajo ensayo y si el contenido de cal

disponible varía hacia valores externos, es una buena práctica realizar un examen preliminar por medio de una titulación lenta para determinar la cantidad apropiada que ha de añadirse sin una primera sacudida del frasco.

6.3.6 Interpretación de resultados

6.3.6.1 Cálculo del CaO

El número de ml de la solución de ácido patrón empleada en procedimiento (véase 6.3.5) equivale al % de óxido de calcio disponible en la muestra.

6.3.6.2 Determinación del Ca(OH)_2

Para determinar el Ca(OH)_2 se sigue el mismo procedimiento que para determinar CaO, excepto que se omite el proceso de ebullición y enfriamiento al cual se somete el agua destilada y libre de CO_2 .

6.3.6.3 Cálculo para Ca(OH)_2

El número de ml de la solución ácida patrón empleada en el procedimiento establecido (véase 6.3.5) se multiplica por 1,32 y representa el % de hidróxido de calcio disponible en la muestra.

6.4 Ensayo para determinar la velocidad de apagado

6.4.1 Resumen del método

Este ensayo mide la reactividad, una cualidad que tiene el producto en función de la pureza de la cal y del proceso por medio del cual fue fabricada. De acuerdo con el resultado del ensayo la reactividad puede clasificarse de la siguiente manera:

- Cal de alta reactividad: Aquella cuya temperatura asciende a 40 °C en máximo 3 min y cuya reacción se completa en 10 min
- Cal de media reactividad: Aquella cuya temperatura asciende lentamente a 40 °C entre 3 min y 6 min y cuya reacción se completa entre 10 min y 20 min
- Cal de baja reactividad: Aquella que requiere más de 6 min para mostrar un ascenso de la temperatura hasta 40 °C y que requiere más de 20 min para completar la reacción.

6.4.1.1 Principio

Las muestras de cal viva se apagan bajo condiciones controladas con resultados reproducibles.

Las condiciones que deben controlarse son:

- la velocidad de agitación
- la relación agua/cal
- la pérdida de calor
- el tamaño del vaso de reacción
- el tamaño y la forma de varilla de agitación
- la posición de la varilla de agitación en el vaso de reacción
- el tamaño de partícula de la muestra de cal y
- la cantidad de la cal usada para el ensayo.

6.4.2 Aparatos

- Agitador mecánico con una velocidad de 400 rpm. $\pm$ 50 rpm., acoplado con una varilla de agitación en acero inoxidable; puede controlarse la velocidad de agitación con un transformador de alto voltaje o con un reóstato.
- Vaso Dewar, de Pyrex de 665 ml de capacidad y con tapas de caucho.
- Soporte para sostener el agitador, provisto de una abrazadera para mantener firmemente un vaso Dewar.
- Termómetro, tipo aguja, con un rango de temperatura entre 0 °C - 100 °C con divisiones cada 1 °C.
- Balanza analítica.
- Tamiz N° 6 de 200 mm (8 plg) de diámetro con tapa y plato.
- Triturador de mandíbulas o mortero de hierro.
- Cronómetro.
- Indicador de velocidad o tacómetro.
- Recipiente o cuchara con capacidad adecuada para contener 100 g de muestra.

6.4.3 Muestreo

Las muestras de cal viva se apagan bajo condiciones controladas con resultados reproducibles. Sin embargo, debido a que la temperatura puede presentar variaciones en intervalos pequeños de temperatura se recomienda efectuar tres (3) ensayos consecutivos con tres (3) muestras y debe reportarse el valor promedio de las tres (3) lecturas.

Cada una de las muestras es de 100 g y se toma de la muestra obtenida de acuerdo con lo establecido (véase 6.3.3.1).

6.4.4 Preparación de la muestra

Siendo que las muestras se introducen en forma directa, no requieren de preparación adicional, solamente llevar a cabo el pesaje de los 100 g para cada una de las muestras.

6.4.5 Procedimiento

Se enciende el agitador mecánico (véanse figura 1 y figura 2) de acuerdo a 6.4.5.1, ajustándolo a una velocidad de 400 rpm $\pm$ 50 rpm por lo menos durante 5 min.

Se ajusta la temperatura de 500 cm³ de agua a 25 °C, luego de ésta se toman 400 cm³ y se vierten dentro del vaso Dewar, la temperatura del agua en la botella debe ser de 25 °C $\pm$ 0,5 °C y se inicia la agitación a 400 rpm $\pm$ 50 rpm.

Se pesan con la cuchara de pesaje 100 g de muestra obtenida de acuerdo con lo indicado (véase 6.4.4), se transfiere el material pesado al vaso de reacción tan rápido como sea posible cuidando de que se deslice suavemente dentro del mismo. Esta operación debe efectuarse en máximo 10 seg.

Se pone en funcionamiento cronómetro y se colocan los empaques y el termómetro en su lugar.

Se toma una lectura de la temperatura 30 s, después de adicionar la muestra al vaso de reacción y se continúan tomando valores de temperatura cada 30 s, durante 5 min, luego cada min durante 10 min o hasta que después de tres (3) lecturas consecutivas la variación de la temperatura sea menos de 0,5 °C. Todas las lecturas deben hacerse con aproximación al 0,5 °C. Todas las lecturas se registran.

Este procedimiento debe efectuarse por triplicado y los valores obtenidos en cada intervalo se promedian.

6.4.5.1 Ensamble de agitador mecánico

Un aparato similar se muestra en la figura 1 y figura 2, el aparato agitador consta de:

- Vaso de reacción con tapa acoplada con un termómetro y un agitador mecánico provisto de una varilla de agitación de acero inoxidable terminado en forma circular con el fin de facilitar la completa homogeneización. Debe disponerse de medios apropiados para controlar y medir la velocidad de agitación.

El vaso de reacción al vacío debe tener una tapa con dos empaque circulares de caucho de aproximadamente 3 mm de espesor. El primer empaque tiene una sola abertura radial, para que esta se deslice sobre la varilla del agitador y del termómetro. La segunda pieza tiene una abertura similar para colocar el termómetro. Con el propósito de que los dos empaques queden en la posición correcta, la abertura superior con el vástago del termómetro prolongándose a través de la abertura inferior.

- Aunque no se muestra en la figura 2, la abrazadera puede ser usada para sostener firmemente el recipiente de reacción. Se puede emplear cualquier equipo de soporte adecuado, pero un soporte con una base grande en forma de "C" es particularmente estable.

La posición del collar mostrado asegura que la distancia entre la base de la varilla del agitador y la base del recipiente de reacción sea la misma para todos los ensayos.

- Una cuchara con un tamaño aproximadamente igual al indicado en la figura 1 que puede contener 100 g de cal triturada. Debe permitir que la muestra se deslice fácilmente hasta el vaso de reacción.

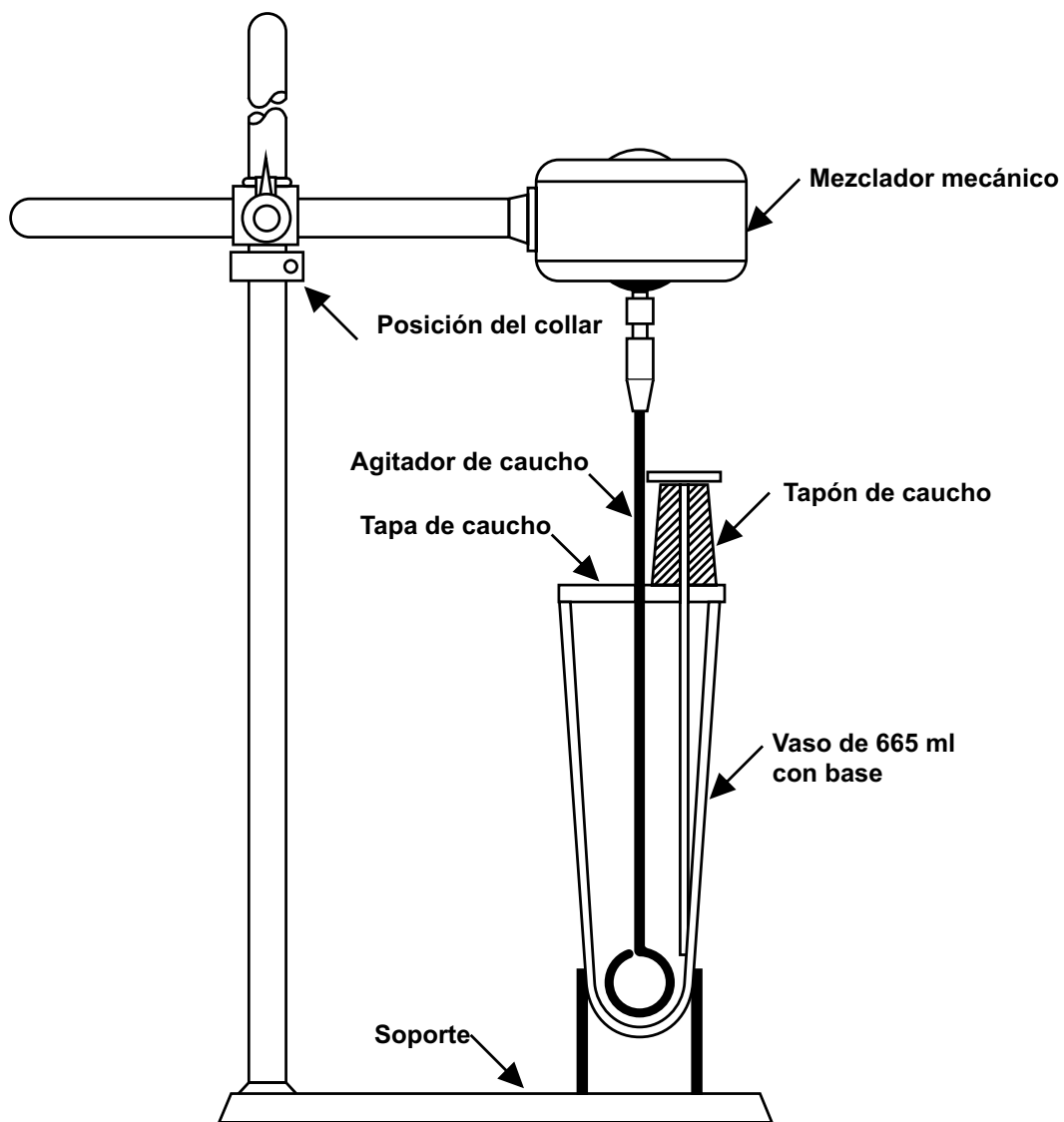


Figura 1 - Ensamble del aparato para el ensayo de velocidad de apagado

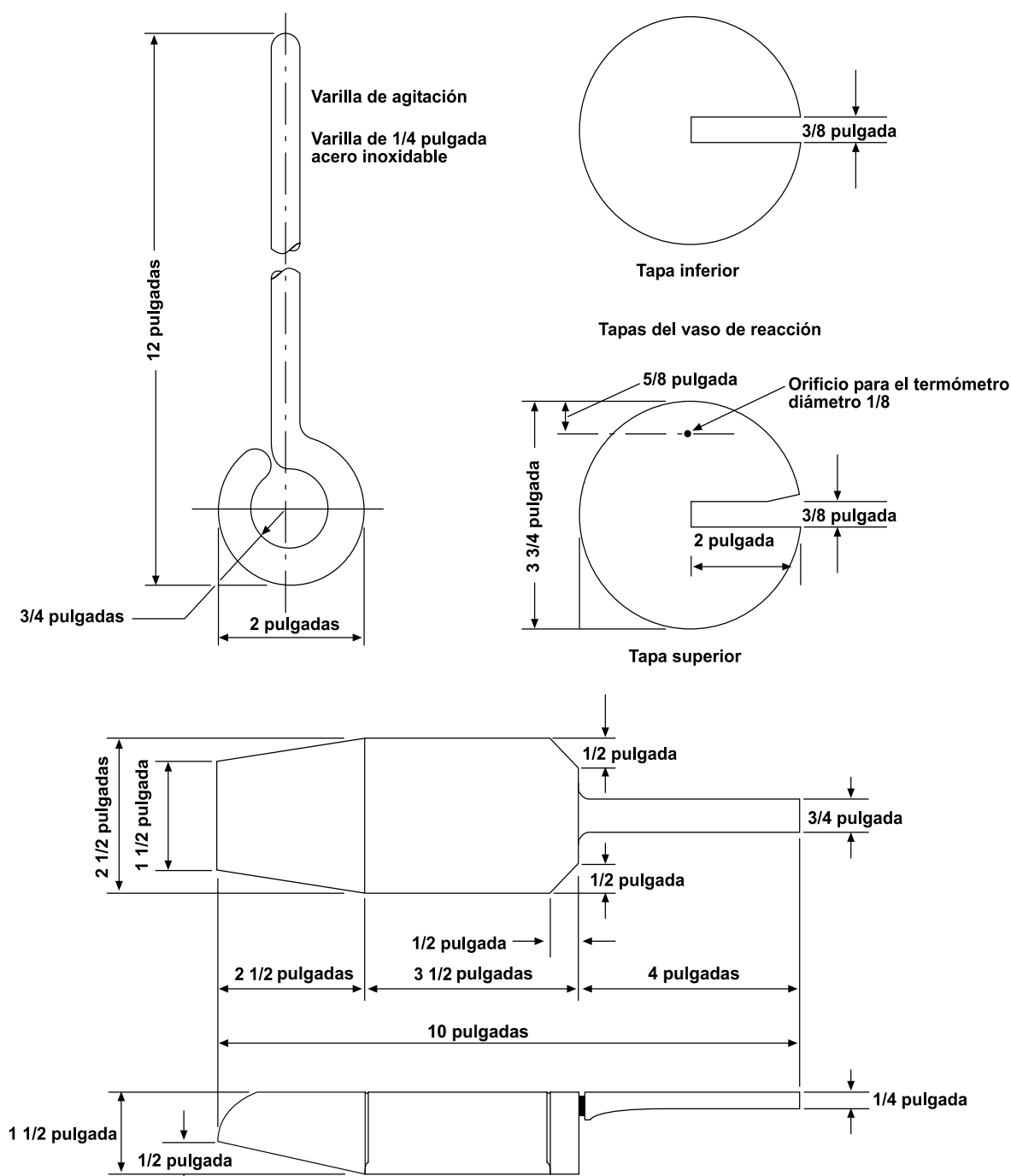


Figura 2 - Detalles de equipo para el ensayo de velocidad de apagado

6.4.6 Interpretación de resultados

El tiempo total de apagado activo se considera como el tiempo en el cual la primera de las tres últimas lecturas fue tomada y la temperatura de este tiempo se considero como la final de reacción. La elevación de temperatura a los 3 min se obtiene restando de la temperatura promedio de los 3 min la temperatura inicial. La elevación total de temperatura se obtiene restando la temperatura inicial de la temperatura final promedio de la reacción.

Se elabora una gráfica de tiempo contra temperatura de apagado donde la temperatura de apagado corresponde a la ordenada y el tiempo en min a la abcisa.

Los resultados pueden expresarse como:

- Incremento de temperatura, en tres (3) min
- Incremento total de la temperatura
- Tiempo total de apagado activo

6.5 Ensayo para la determinación de la materia insoluble objetable

6.5.1 Resumen del método

El propósito del presente ensayo es determinar el material insoluble objetable en la cal viva, como materiales gruesos, arena, piedras y cal apagada, los cuales en gran cantidad podrían sobrecargar el removedor de partículas o necesitar un lavado en exceso del apagador o recipiente de reacción.

El procedimiento no determina la cantidad total de material insoluble, debido a que éste podría incluir una cantidad relativamente alta de hidróxido de calcio insoluble en la lechada de cal.

No hay una separación marcada en el tamaño de las partículas retenidas en un separador de partículas y el tamaño de las que pasarán a través del separador de partículas y entran en el recipiente de reacción.

La separación no solo depende del tamaño de partícula sino también de la gravedad específica, la viscosidad de la lechada, y la velocidad de alimentación de la cal y la agitación en el agitador.

El tamaño del tamiz recomendado para separar el material insoluble, es aquél por el cual pasarían casi todos los insolubles en la lechada cuando sale del separador, pero retendría la mayoría de las partículas más grandes que podrían ser retenidas en el separador.

6.5.2 Aparatos

- Agitador mecánico de velocidad variable entre 250 rpm y 600 rpm (véase 6.4.2).
- Vaso de acero inoxidable de 600 ml.
- Soporte para sostener el agitador, el cual debe estar provisto de una abrazadera adecuada para sujetar el vaso firmemente en su lugar.
- Balanza analítica.
- Cuchara de pesaje con una capacidad mínima de 125 g.
- Triturador de mandíbula o mortero y mano.
- Tamiz de 9,51 mm (3/8 plg) de 200 mm (8 plg) de diámetro.
- Tamiz N° 30 US.

6.5.3 Muestreo

Se recomienda efectuar tres (3) ensayos, por ello, se toman 0,45 kg de la muestra general (véase 6.1.1) y se tritura de tal manera que el 100 % pase a través del tamiz de 9,51 mm se mezcla bien y se lleva al recipiente original.

Cada muestra para el ensayo debe pesar 125 g de la muestra triturada.

6.5.4 Preparación de la muestra

Siendo que las muestras se introducen en forma directa, no requieren de preparación adicional, solamente llevar a cabo el pesaje de los 125 g para cada una de las (3) tres muestras.

6.5.5 Procedimiento

Se recomienda efectuar tres (3) ensayos y promediar los resultados.

El sistema de agitación es similar al utilizado para el ensayo de velocidad de apagado o excepción del vaso que es de acero inoxidable. Debido a que el tamaño del material empleado es mayor que el empleado en el ensayo de apagado se requiere un material de mayor resistencia al choque.

Se ajusta el agitador de modo que la distancia entre la varilla y el fondo del vaso sea 13 mm.

El tamiz N° 30 se introduce con la tapa en un horno de secado a 105 °C durante 1 h, se deja enfriar en un desecador, se pesa con aproximación al 0,1 g.

Se toman 500 ml de agua y se ajusta la temperatura a 25°C se adicionan 375 ml de esta agua al vaso de agitación de acero inoxidable y se pone en marcha el aparato a 250 rpm.

Se toma la muestra de 125 g y se adiciona al agua.

En el momento en que la cal empiece a apagarse y se empiecen a desintegrar los terrones se aumenta lentamente la velocidad de agitación hasta 500 rpm y 600 rpm, cuando la temperatura aumenta de 40 °C a 50 °C indica que la muestra se apaga satisfactoriamente, se continúa la agitación durante 20 min se detiene el agitador y se retira el vaso.

Si la cal tiende a incrustarse en las paredes del vaso debe removerse con ayuda de una varilla de agitación, sin parar la agitación.

Se vierte la cal en pequeñas porciones dentro del tamiz N° 30 (previamente tarado), rociando las porciones con agua corriente. Se enjuaga el vaso dentro del tamiz y se lava el residuo con agua corriente.

Se remueve el exceso de agua por debajo del tamiz secándolo con una toalla. Se coloca el tamiz dentro del plato y se seca a 105 °C durante 1 h se enfría en desecador y se pesa.

6.5.6 Interpretación de resultados

La materia insoluble objetable se calcula bajo la siguiente formula en función del residuo que se lo pesa en gr.

$$M = \frac{A}{125} 100$$

donde:

M: Materia insoluble objetable, en %

A: Residuo, en g

6.6 Repetición de pruebas

Si las muestras ensayadas no corresponden a las especificaciones determinadas en la presente norma, se debe realizar nuevos ensayos con las muestras (véase 6.1.1.4) y de acuerdo a criterios establecidos (véase 6.7).

6.7 Rechazo

La cal que debe cumplir los criterios de esta norma se rechazará en los siguientes casos:

6.7.1 Criterios de rechazo de la cal viva

- Cuando el material tenga un contenido disponible de óxido de calcio inferior al 80 % (requisito químico mínimo).
- Por la incapacidad de la cal para generar más de 10 °C de incremento de temperatura en un período de 3 min o su incapacidad para alcanzar la temperatura prevista en 20 min en desarrollo del proceso de apagado (véase 6.4).
- La producción de más de un 5 % de material insoluble cuando se ensaya de acuerdo con los criterios de 6.5 (Algunos compradores prefieren cambiar el tamaño del tamiz y el % aceptable de material insoluble objetable de acuerdo con la operación del apagador particular. Por esta razón, estos límites pueden variar previo acuerdo entre comprador y vendedor).
- Exceso de impurezas con relación a las cantidades establecidas (véase 5.3).

6.7.2 Cal hidratada

El criterio de rechazo, basado en requisitos químicos mínimos, será un contenido de óxido de calcio disponible inferior al 62 %.

6.7.3 Informe de no conformidad

Si el cargamento de cal viva o hidratada no satisface los requisitos de esta norma, se deberá enviar un aviso de no conformidad por parte del comprador al vendedor dentro de los 15 días calendario después de su recibo en el punto de destino.

Los resultados de los ensayos realizados por el comprador son concluyentes a menos que el vendedor notifique al comprador, dentro de cinco días hábiles después de recibido el informe de no conformidad, que desea una nueva realización del ensayo.

Una vez recibida la solicitud de un reensayo, el comprador debe enviar al vendedor una de las muestras selladas tomadas de acuerdo con lo establecido (véase 6.1.1.4).

En caso de que los resultados obtenidos por el vendedor, en desarrollo del reensayo, no estén de acuerdo con los resultados del ensayo realizado por el comprador, se enviará la otra muestra sellada, sin abrir, para que sea analizada por un laboratorio imparcial elegido previamente por las dos partes.

Los resultados de este análisis imparcial deberán ser aceptados como definitivos y serán pagados por el vendedor si el material no satisface los requisitos de esta norma o por el comprador si el material los satisface.

6.8 Retiro del material

Si el material no satisface los requisitos de esta norma, el vendedor debe retirar el material del ambiente donde lo hubiera depositado el comprador a menos que se llegue a un acuerdo entre el vendedor y el comprador.

7 INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES

7.1 Certificación de peso

El comprador puede solicitar que los envíos a granel sean acompañados por certificados de peso o pesajes certificados o también los pesos pueden ser verificados por el comprador en el propio envío.

7.1.1 Peso neto

El peso neto de cualquier bolsa con cal, no debe diferir con relación al peso registrado en la bolsa en 1,5 % en caso de que no se cumpla esta condición, la inspección debe basarse en el peso unitario certificado de no menos del 10 % de todas las bolsas enviadas y seleccionadas al azar a partir del envío total.

7.2 Certificación de cumplimiento

El comprador puede solicitar al vendedor un certificado en el cual conste que la cal viva o hidratada suministrada en cumplimiento de la orden de compra, satisface todos los requisitos correspondientes a esta norma.

8 EMPAQUE, ENVÍO, MANEJO Y ROTULADO

8.1 Empaque y envío

El empaque depende de la presentación de la sustancia, y puede ser realizado a granel, en bolsas (generalmente de papel de pared múltiple), en barriles u otros.

8.1.1 Cal viva

La cal viva, bien sea en forma de guijarros, terrones o molida, se debe enviar a granel, en carros o remolques de carga, o en bolsas de papel de pared múltiple cuyo contenido neto sea determinado en kg.

8.1.2 Cal pulverizada

La cal pulverizada puede enviarse a granel, en carros o camiones o en bolsas de papel de múltiples paredes cuyo contenido neto debe estar identificado en kg.

8.1.3 Cal hidratada

La cal hidratada puede enviarse a granel, en carros o camiones o en bolsas de paredes múltiples de papel con contenido neto descrito en kg.

8.2 Manejo

Las etapas de la manipulación de las sustancias químicas desde su recepción hasta su

aplicación, se encuentran determinadas en el capítulo 6 del reglamento técnico de diseño para plantas potabilizadoras de agua, de la NB 689.

8.3 Rotulado

Cada envío de material debe considerar medios apropiados de identificación tal como exijan las disposiciones locales o nacionales. Cada envío debe marcarse en forma legible con los siguientes datos como mínimo:

- el peso del contenido
- el nombre del fabricante
- la marca comercial
- el código de manufactura
- el número de lote y
- la dirección del fabricante.

El rotulado también puede incluir la frase: «Garantizado por (nombre del fabricante) de acuerdo con la presente norma».

9 BIBLIOGRAFÍA

COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS - COPNAT

COPANT 1632:1996 Productos químicos para uso industrial - Cal viva y cal hidratada

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA

ANSI/AWWA B202-93 Standard for Quicklime and Hydrated Lime

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Productos químicos para uso industrial - Cloro líquido

Primera revisión

ICS 71.060.10 Elementos químicos

Abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La revisión y actualización de la Norma Boliviana **NB 648-07 “Productos químicos para uso industrial - Cloro líquido (Primera revisión)”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización **CTN 7.3 “Productos químicos”**.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	INSTITUCIÓN
Reynaldo Villalba	UNI/VSB (Coordinador)
Luís Víctor Rico	ABIS
José Luís Castagné	ABIS
Grover Rivera	IIS-UMSA
José Díaz	IIS-UMSA
Ronny Vega	ANESAPA
Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Fernando Inchauste	CONSULTOR
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR
Gonzalo Dalence E.	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2007-02-12

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2007-03-29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2007-04-13

Informe

La actualización de esta Norma fue realizada por el Viceministerio de Servicios Básicos/ Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, con financiamiento del Proyecto de Asistencia Técnica/ASDI y la supervisión de la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

Esta Norma ha sido elaborada en el marco de una consultoría y su revisión y aprobación fueron realizadas por el Comité Técnico de Normalización CTN 7.3.

Asimismo, la revisión de esta Norma se realizó en talleres técnicos regionales en las ciudades de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, con la participación y el aporte de los siguientes profesionales e instituciones:

VALLE

Severo Vega	ABIS – Cochabamba	Edgar Armaza	SEMAPA
Jhony Pérez	ABIS – Cochabamba	Carlos Peláez	SEMAPA
Marcelo Crespo	ABIS – Cochabamba	Jorge Heredia	SEMAPA
Julio Fuentes	ABIS – Cochabamba	Leonardo Salinas	SEMAPA
J. Carlos Guzmán	GM – Cochabamba	Vanesa Selaya	SEMAPA
Cristian Cuellar	GM – Cochabamba	Vladimir Valda	ELAPAS – Sucre
Franco Burgulla	GM – Quillacollo	Edgar A. Nava	ELAPAS – Sucre
Eduard Montalvo	GM – Tapacarí	Marcelo Encalada	FUNDACION SODIS
Jorge P. Vargas	GM – Tapacarí	Leonardo Anaya	AGUILAR & ASOCIADOS
Julio Mercado	GM – Colcapirhua	Edwing Miranda	FHI
Luis Coca	FPS – Cochabamba	Franklin Antezana	EMPROCIV SRL
Jenny Rojas	CASA – UMSS	Oscar Zelada	EMPRESIB
Fernando Pérez	AMDECO	Wilfredo Veizaga	MONTERREY SRL
Ronald Baldellon	MACOTI	José Veizaga	MONTERREY SRL
Mirtha Baptista	CONSULTORA	Marcelo Calizaya	CONSULTOR

TRÓPICO

Marco A. Gutiérrez	VSF – PROAT	Rolando de Chazal	SAGUAPAC
Alexis Meruvia	VSF – PROAT	Milton Von Borries	SAGUAPAC
Eduardo Ugarteche	ABIS Santa Cruz	Erwin Medrano	SAGUAPAC
Guido Casso	SIB Santa Cruz	Roberto Cruz	ACSAACRUZ
Mauricio Flores	SIB Santa Cruz	Eladio Arequino	COOP. SAJUBA
Luisa Dorado	PREFECTURA SCZ	Ciriaco Coro	COOP. SAJUBA
Saud Yuja Gomez	GM Trinidad, Beni	Teresa Romero	COOP. SAJUBA
Ramiro Plaza	FPS Santa Cruz	Luis Bravo	COOP. EL CARMEN
Eduardo Cuestas	FPS Santa Cruz	Ariel Méndez	COOP. COSPOL
Germán Palenque	UAGRM	David Saavedra	COOP. COSPOL
Efraín Capobianco	UAGRM – SIMAC	José A. Chacón	COSIMBO LTDA
Juan E. Ribera	UAGRM – SIMAC	Rubén Angulo	RAS – AVALUOS
Silvana Balcázar	CADECO – Santa Cruz	Mario E. Sandy	PLAN INTERNACIONAL
José L. Padilla	CONSULTOR		

ALTIPLANO

Marco A. Gutiérrez	VSB – PROAT	Carlos España	UMSA Postgrado
Alexis Meruvia	VSB – PROAT	Ángel Aliaga	UMSA – IIH
Víctor Rico	ABIS – La Paz	Gualberto Gutiérrez	UTO
Jose L. Castagné	ABIS – La Paz	Armando Garnica	UTO
Orlando Camacho	ABIS – La Paz	Amilkar Ilaya	UTO
Oswaldo Sánchez	ABIS – La Paz	Lina Fernández	UTO
Iván Bolívar	PREFECTURA LP	José Huanca	CARITAS
Marcial Medina	PREFECTURA LP	Adolfo Gallardo	ISERV ARQUITECTURA
Edson Aranibar	PREFECTURA LP	Israel Antequera	GREGORY MORRIS
Carlos R. Morales	PREFECTURA PT	Daly Salvatierra	AGUILAR & ASOCIADOS
Marco A. Gómez	PREFECTURA PT	Marvin Botello	PLAMAT S.A.
Ronald Beltrán	GM – La Paz	Gonzalo Vargas	PLASMAR S.A.
Carlos García	GM – La Paz	Oscar Quiroga	PLASMAR S.A.
Ramiro Encinas	FPS – Nacional	Marcelo Barrero	SUMINDUS
Eufracio Choque	FPS – La Paz	Alfonso Pomarino	CONSULTOR
Alexandra Sandi	FPS – La Paz	Francisco Alvizuri	CONSULTOR
Ingrid Vásquez	FNDR	Juan C. Fernández	CONSULTOR
Hugo Jiménez	SISAB	Humberto Cordero	CONSULTOR
Roger Yugar	PROAGUAS	Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Juan Correa	AAPOS – Potosí		

ELABORACIÓN:

Fernando Inchauste Morales	Consultor principal
Humberto Obleas Arandia	Consultor
Patricia Ancalle Mamani	Consultora

FINANCIADOR:

Agencia Sueca de Cooperación para el
para el Desarrollo Internacional (Asdi)

ÍNDICE

	Página
0	INTRODUCCIÓN..... 193
0.1	Sistema de unidades 193
0.2	Compuestos químicos 193
0.3	Variables 193
0.4	Abreviaturas..... 194
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 194
2	REFERENCIAS 194
3	DEFINICIONES 194
3.1	Cloro Líquido 194
3.2	Cloro disponible 195
3.3	Cloro gaseoso..... 195
3.4	Comprador 195
3.5	Envasador 195
3.6	Fabricante 195
3.7	Humedad 195
3.8	Presión de vapor 196
3.9	Punto de ebullición 195
3.10	Punto de licuefacción..... 195
3.11	Solubilidad en agua 195
3.12	Temperatura crítica y presión crítica..... 195
3.13	Vendedor 196
4	CLASIFICACIÓN..... 196
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 196
5.1	Descripción 196
5.1.1	Generalidades 196
5.1.2	Reactividad 196
5.2	Requisitos 196
5.2.1	Requisitos químicos..... 196
5.3	Impurezas 196
5.3.1	Generalidades 196
5.3.2	Humedad 197
5.3.3	Metales pesados 197
5.3.4	Residuos no volátiles..... 197
5.3.5	Tetracloruro de carbono..... 197
5.3.6	Trihalometanos 197
6	MÉTODOS DE ENSAYO 197
6.1	Muestreo general y tipos de ensayo..... 197
6.1.1	Muestreo general..... 197
6.1.1.1	Muestreo..... 197
6.1.1.2	Precauciones 198
6.1.1.3	Procedimiento..... 198
6.1.1.4.	Preparación de la muestra para la determinación de compuestos orgánicos volátiles 198
6.1.2	Tipos de ensayo 198
6.1.2.1	Pureza 198
6.1.2.2	Humedad y residuos no volátiles..... 198
6.1.2.3	Tetracloruro de carbono y trihalometanos 199
6.1.2.4	Metales pesados..... 199
6.2	Ensayo de determinación de compuestos volátiles orgánicos 199
6.2.1	Resumen del método..... 199
6.2.2	Aparatos 200

6.2.2.1	Reactivos	200
6.2.2.2	Material	200
6.2.2.3	Aparatos e instrumentos.....	200
6.2.3	Muestreo.....	200
6.2.4	Preparación de la muestra.....	200
6.2.5	Procedimiento.....	201
6.2.5.1	Encendido del instrumento	201
6.2.5.2	Condiciones de operación	201
6.2.5.3	Determinación de cloro, para determinar el tamaño de muestra.....	202
6.2.5.4	Verificación de la calibración	202
6.2.5.5	Análisis de la muestra.....	202
6.2.6	Interpretación de resultados	202
6.2.6.1	Cálculos y expresión de los resultados	202
6.2.6.2	Calibración.....	203
6.3	Ensayo de determinación de residuos no volátiles y humedad	204
6.3.1	Resumen del método.....	204
6.3.2	Aparatos	205
6.3.2.1	Reactivos	205
6.3.2.2	Material	205
6.3.2.3	Aparatos e instrumentos.....	205
6.3.3	Muestreo.....	205
6.3.4	Preparación de la muestra.....	205
6.3.5	Procedimiento.....	205
6.3.5.1	Preparación y acondicionamiento del bulbo nesbitt	205
6.3.5.2	Determinación de humedad y residuos no volátiles	206
6.3.6	Interpretación de resultados	206
6.3.6.1	Contenido de residuos no volátiles, RNV	206
6.3.6.2	Contenido de humedad	206
6.4	Ensayo de determinación de pureza del cloro.....	207
6.4.1	Resumen del método.....	207
6.4.2	Aparatos	207
6.4.2.1	Reactivos	207
6.4.2.2	Material	207
6.4.2.3	Aparatos e instrumentos.....	208
6.4.3	Muestreo.....	208
6.4.4	Preparación de la muestra.....	208
6.4.5	Procedimiento.....	208
6.4.5.1	Encendido del instrumento	208
6.4.5.2	Verificación de la calibración	208
6.4.5.3	Análisis de la muestra.....	208
6.4.6	Interpretación de resultados	209
6.5	Repetición de pruebas.....	209
6.6	Rechazo.....	209
6.7	Retiro del material.....	209
7	INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES	210
7.1	Inspección.....	210
7.2	Certificado de cumplimiento o análisis certificado	210
8	EMPAQUE, ENVÍO, MANEJO Y ROTULADO.....	210
8.1	Empaque y envío.....	210
8.1.1	Precauciones en el empaque	210
8.1.2	Densidad de llenado	211
8.1.3	Almacenamiento	211
8.2	Manejo	211
8.3	Rotulado	211
9	BIBLIOGRAFÍA.....	211

Productos químicos para uso industrial - Cloro líquido

0 INTRODUCCIÓN

0.1 Sistema de unidades

%	porcentaje
°C	grados Celsius
μl	microlitro
μg	microgramo
cm	centímetro
cm ³	centímetro cúbico
g	gramo
h	hora
kg	kilogramo
kPa	kilo pascal
l	litro
m	metro
min	minuto
ml	mililitro
mm	milímetro
ppm	partes por millón
psi	pound square inch (lb/pulg ²)
pulg	pulgada
rpm	revoluciones por minuto
s	segundo
u.a.p.	ultra alta pureza

0.2 Compuestos químicos

Cl ₂	Cloro	adimensional
O ₂	Oxígeno	adimensional
N ₂	Nitrógeno	adimensional
H ₂	Hidrógeno	adimensional
CO ₂	Bióxido de carbono	adimensional
KHC ₈ H ₄ O ₄	Ftalato ácido de potasio	adimensional
CCl ₄	Tetracloruro de carbono	adimensional
CHCl ₃	Cloruro ácido de carbono	adimensional
K Br	Bromuro de potasio	adimensional
Mg(ClO ₄) ₂	Perclorato de magnesio	adimensional
CH ₃ COCH ₃	Acetona	adimensional
Mg(ClO ₄) ₂	Perclorato de magnesio anhidro	adimensional

0.3 Variables

N	Normalidad	-
M	Peso	g
CPU	Unidad central de proceso	adimensional
V	Volumen de muestra (6.2.5.3)	ml (l)

Vo	Volumen de muestra (6.2.5.3)	ml
R	Resultado del análisis cromatográfico (6.2.6.1)	µg/l
FR	Factor de respuesta (6.2.6.2)	adimensional
A	Respuesta para el estándar en agua (6.2.6.2)	adimensional
Ao	Respuesta para el estándar (6.2.6.2)	adimensional
C	Concentración del estándar en agua (6.2.6.2)	adimensional
Co	Concentración del estándar en la matriz (6.2.6.2)	adimensional
TR	Tiempo de retención	min
RNV	Residuos no volátiles	mg/kg (%)
M1	Peso inicial	g
M2	Peso final	g
M	Peso de muestra	g
Cont. H ₂ O	Contenido de humedad (6.3.6.2)	mg/kg (%)
% Pureza Cl ₂	Porcentaje de pureza del cloro líquido	%

0.4 Abreviaturas

ANSI	American National Standard Institute
AWWA	American Water Works Association Standard
ASTM	American Standard for Testing Materials

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece las especificaciones que debe cumplir el cloro líquido utilizado para la potabilización del agua para uso y consumo humano (tratamiento de suministros de agua potable e industrial), así como la metodología de muestreo y los métodos de prueba para determinarlas.

La aplicación del cloro y de otros materiales apropiados como desinfectantes utilizados para el tratamiento de aguas, se establece en la tabla 10.31 de NB 689.

2 REFERENCIAS

Las normas de referencia que se presentan en la norma, contienen disposiciones y requisitos que son parte de esta norma y se consideran valederas para la presente norma.

En caso de conflicto prevalecerá lo establecido en esta norma.

NB 689 Instalaciones de agua - Diseño para sistemas de agua potable

3 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Cloro Líquido¹

La forma comercialmente disponible de gas cloro elemental licuado.

¹ El termino cloro liquido se usa a veces para designar la solución de hipoclorito, sin embargo no debe aplicarse el uso de este término. Véase norma AWWA B300, Norma para hipocloritos.

3.2 Cloro disponible

Se refiere al cloro liberado por la acción de los ácidos hipoclorosos disueltos. Puede ser expresado en porcentaje en peso o como concentración en gramos por litro.

3.3 Cloro gaseoso

Es el cloro en estado elemental que a presión normal se encuentra en estado gaseoso.

3.4 Comprador

La persona, compañía u organización que compra algún material o servicio.

3.5 Envasador

Compañía u organización que generalmente no produce el cloro líquido, en cambio, normalmente compra el cloro líquido en grandes bloques (tanques o carro-tanques) o tubería y lo transfiere a cilindros, a contenedores de una tonelada, o a carro-tanques para despacho al comprador. Algunos envasadores suministran a sus consumidores despachos en tanques o carro-tanques, en tales casos el cloro se carga en los contenedores directamente en las instalaciones del fabricante. El envasador puede o no ser el vendedor.

3.6 Fabricante

La parte que fabrica o produce materiales o productos.

3.7 Humedad

Cantidad de agua contenida en una sustancia.

3.8 Presión de vapor

Presión ejercida por las moléculas de un líquido para volatilizarse y pasar a la fase de vapor. Es directamente proporcional a la temperatura.

3.9 Punto de ebullición

Temperatura a la cual la presión de vapor de un líquido iguala a la presión del sistema. Es directamente proporcional a la presión.

3.10 Punto de licuefacción

Temperatura a la que a una determinada presión, un gas pasa a la forma líquida.

3.11 Solubilidad en agua

Capacidad que tiene un compuesto o soluto de disolverse en el agua. Está dada por la relación entre el peso de soluto disuelto en un determinado volumen de agua. Dicha solubilidad depende directamente de la temperatura e inversamente de la presión.

3.12 Temperatura crítica y presión crítica

Temperatura máxima y presión máxima a las cuales los estados físicos líquido y vapor, de una sustancia, coexisten. Por encima de dichas temperatura y presión críticas no es posible distinguir entre líquido y vapor de esa sustancia como entidades separadas.

3.13 Vendedor

La parte que suministra materiales o servicios. El vendedor puede ser o no el fabricante.

4 CLASIFICACIÓN

Esta norma solo se aplica para el cloro líquido que cumple las siguientes designaciones:

Nombre químico	Cloro
Sinónimos	Ninguno
Fórmula química condensada	Cl ₂

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Descripción

Las siguientes son las características del cloro líquido:

5.1.1 Generalidades

En estado líquido el cloro es de color ámbar y tiene una densidad de 1,409 veces la del agua, es decir 1,409 g/ml a 20 °C. a presión de 1 atmósfera (100 kPa), el cloro líquido tiene su grado o punto de ebullición a los - 34 °C y se congela (punto de licuefacción) a - 101 °C.

Ejerce una presión de vapor que varía con la temperatura, a una temperatura de 20 °C, la presión de vapor es de 669 kPa, a 37,8 °C la presión del vapor aumenta hasta 1 000 kPa.

Cuando baja la presión el cloro líquido se vaporiza en un gas de color amarillo verdoso con una densidad de 2,5 veces la densidad del aire, y un volumen de cloro líquido es igual a 457,6 volúmenes de cloro gaseoso. A 15,6 °C y a presión de 1 atmósfera, 8 kg de cloro son solubles en 1 000 kg de agua, tiene un olor característico y sofocante.

5.1.2 Reactividad

Ni el cloro gaseoso o el líquido son explosivos o inflamables, pero reaccionan químicamente con muchas sustancias.

Aunque el cloro seco no reacciona (corroe) con muchos metales, es muy reactivo (fuertemente corrosivo) en presencia de humedad. Reacciona espontáneamente con hierro o acero a 251 °C.

5.2 Requisitos

5.2.1 Requisitos químicos

El cloro líquido suministrado bajo esta norma debe tener una pureza del 99,5 % en volumen, cuando se analice con el método especificado (véase 6.4).

5.3 Impurezas

5.3.1 Generalidades

El cloro líquido suministrado bajo esta norma no debe contener sustancias minerales u orgánicas solubles en cantidades capaces de producir efectos dañinos o peligrosos para la salud de las personas que consuman el agua que ha sido tratada con el cloro líquido.

5.3.2 Humedad

El cloro líquido suministrado debe ser cloro seco. La humedad no debe exceder 150 ppm (0,015 %) en peso.

5.3.3 Metales pesados

La suma de todos los metales pesados no debe exceder 30 ppm (0,003 %) expresado como plomo.

El plomo no debe exceder 10 ppm (0,001 %) reportado como plomo.

El mercurio no debe exceder 1 ppm (0,0001 %) reportado como mercurio.

El arsénico no debe exceder 3 ppm (0,0003 %) reportado como arsénico metálico.

Las pruebas de estos contenidos se deben desarrollar como mínimo una vez al año. Se debe controlar también si existen otros metales pesados como el Bario, Cadmio, Cobre, Cromo total, Zinc y Selenio.

5.3.4 Residuos no volátiles

El residuo total no debe exceder 50 ppm (0,005 %) en peso en cloro líquido cargado por el fabricante en tanques y carro-tanques o 150 ppm (0,015%) en peso en cloro líquido envasado en cilindros o contenedores.

5.3.5 Tetracloruro de carbono

No debe exceder 100 ppm (0,010 %).

5.3.6 Trihalometanos

No deben exceder 300 ppm (0,030 %).

6 MÉTODOS DE ENSAYO

Muchos compradores exigirán que el fabricante o el vendedor suministren un certificado de análisis que cubran los requerimientos de la presente norma; por tanto, los métodos de ensayo que se enumeran hacen referencia a los métodos aplicables de ASTM y las normas establecidas en 9.

6.1 Muestreo general y tipos de ensayo

6.1.1 Muestreo general

6.1.1.1 Muestreo

Si el comprador especifica que el cloro se debe ensayar, las muestras se deben tomar en el sitio de despacho como lo establecen las normas ASTM E410, ASTM E412 y ASTM E806.

Véase también folleto N° 7 del Instituto del Cloro para muestreo. También se debe seguir este sistema para análisis de tetracloruro de carbono y trihalometanos.

Los métodos para el muestreo y los correspondientes métodos de ensayo son proporcionados para ser realizados por personal capacitado, observando las normas de seguridad durante su manejo.

6.1.1.2 Precauciones

El cloro es un material corrosivo y tóxico. El manejo de la muestra dentro del laboratorio debe realizarse con equipo adecuado para la extracción de gases y su análisis debe efectuarlo personal que esté familiarizado con el manejo del cloro. El operador debe utilizar el equipo adecuado de protección respiratoria y de ojos, aunque sea personal experimentado no debe realizar el muestreo y análisis solo, debido a los riesgos que implica el manejo de este producto.

6.1.1.3 Procedimiento

Verificar con el operador del área, que haya vacío en el sistema de evacuación y que el cloro esté recirculando.

Conectar el equipo de muestreo al sistema de vacío y al punto de muestreo del almacén de cloro.

6.1.1.4. Preparación de la muestra para la determinación de compuestos orgánicos volátiles

Adicionar 100 ml de la disolución absorbente a la botella lavadora de gases (véase 6.2.).

Colocar la botella lavadora dentro del vaso de precipitado y adicionar suficiente hielo y agua para mantener fría la disolución.

Conectar un tubing a la válvula del cilindro. Conectar el tubing a la entrada de la botella lavadora de gases. Abrir la válvula del cilindro cuidadosamente y ajuste el flujo de tal manera que permita un burbujeo lento y continuo en la disolución absorbente, pero sin permitir que ésta se caliente.

Cerrar la válvula del cilindro hasta que todo el cloro haya pasado por la disolución absorbente (cantidad recomendable de 5 g a 10 g de cloro). Desconectar la botella lavadora de gases y transferir el contenido a un matraz volumétrico de 500 ml. Lavar la botella lavadora de gases con pequeñas cantidades de agua desionizada y adicionar al matraz volumétrico y finalmente llevar a aforo.

6.1.2 Tipos de ensayo

Las determinaciones de pureza, humedad, residuos no volátiles, tetracloruro de carbono, trihalometanos y metales pesados, se debe hacer concordante con:

6.1.2.1 Pureza

Véase 6.4 y el procedimiento establecido en la norma ASTM E412.

6.1.2.2 Humedad y residuos no volátiles

Véase 6.3 y el procedimiento establecido en la norma ASTM E410.

6.1.2.3 Tetracloruro de carbono y trihalometanos

Véase 6.2 y el procedimiento establecido en la norma ASTM E806.

6.1.2.4 Metales pesados

a) Preparación de la solución para determinar arsénico, metales pesados, plomo y mercurio

Para preparar la solución que se utiliza como muestra, se disuelve el residuo (obtenido en el ensayo para residuo no volátil) en 2,5 ml de agua recientemente preparada. Se diluye con agua a un volumen en mililitros equivalente al peso en gramos de la muestra inicial del cloro, de manera que 1 ml de la dilución final sea equivalente a 1 g de cloro.

b) Determinación de arsénico

Para determinar la presencia de arsénico, 1 ml de la solución de la muestra diluida en agua a 35 ml, debe cumplir los requisitos de ~~ensayo de arsénico~~ del Codex Alimentarius.

c) Metales pesados

Una porción de 0,67 ml de la solución de la muestra, diluida con agua a 25 ml, debe cumplir los requisitos de metales pesados del Codex Alimentarius, utilizando 20 g del ión plomo en el control.

d) Plomo

Una porción de 1 ml de la solución de la muestra, mezclada con 5 ml de agua y 11 ml de solución de prueba de ácido clorhídrico, deben cumplir los requisitos de límites de plomo del Codex Alimentarius, utilizando 10 g de ión plomo en el control.

e) Mercurio

El mercurio se determina según el procedimiento establecido en la norma ASTM E506.

6.2 Ensayo de determinación de compuestos volátiles orgánicos

Este método es aplicable para la determinación de cloroformo (trihalometanos) y tetracloruro de carbono en muestras de cloro líquido por cromatografía acoplada con espectrometría de masas.

6.2.1 Resumen del método

Los compuestos volátiles orgánicos son transferidos de la fase acuosa a vapor por burbujeo de un gas inerte a través de una muestra líquida contenida en un depósito de purga a temperatura ambiente. Los vapores son barridos a través de una trampa absolvedora para coleccionar los compuestos orgánicos. Después que la purga es completada, la trampa es calentada y barrida con el mismo gas inerte para direccionar los compuestos hacia la columna de un cromatógrafo de gas. El cromatógrafo consta de un programa de temperaturas para la separación de los compuestos y como detector un espectrómetro de masas.

6.2.2 Aparatos

6.2.2.1 Reactivos

- Hielo
- Helio grado ultra alta pureza (u.a.p.)
- Metanol (grado pesticida ó para análisis de trazas orgánicas)
- Agua (para análisis de trazas orgánicas)
- Disolución absorbente de hipofosfito de sodio monohidratado
- Disolución de rojo de metilo
- Agua libre de sustancias orgánicas
- Disolución de hidróxido de sodio 0,5 N

6.2.2.2 Material

- Jeringa de 5 ml
- Micro jeringas
- Botella lavadora de gases de 250 ml con tubo difusor
- Matraz volumétrico de 500 ml
- Botella aspiradora de 4 l
- Vaso de precipitado de 2 l
- Tubing de teflón o equivalente de ¼ pulg
- Matraz con tapón de teflón o equivalente o de preferencia vial de 10 ml

6.2.2.3 Aparatos e instrumentos

- Cromatógrafo de gases acoplado a un detector selectivo de masas y un sistema de purga y trampa
- Espectrómetro de masas
- Sistema de purga y trampa, capaz de aceptar muestras de 5 ml y una columna de agua de por lo menos 3 cm, trampa de al menos 25 cm de longitud con un diámetro interno mínimo de 3 mm
- Sistema para muestreo (con cilindro y tubing muestreador)

6.2.3 Muestreo

El material se toma con la utilización del cilindro y tubing muestreador.

6.2.4 Preparación de la muestra

Siendo que la muestra se introduce en forma directa, no requiere de preparación adicional.

Pero en forma paralela se realizan las siguientes preparaciones de disoluciones:

- Agua desionizada.

Llenar una botella aspiradora con agua desmineralizada o bidestilada y burbujear helio a través del agua por un mínimo de 20 min.

- Disolución absorbente
Disolver 240 g de hipofosfito de sodio monohidratado y 120 g de bromuro de potasio en 600 ml de agua purgada y desionizada con helio y diluir en 1 l

- Disolución de indicador rojo de metilo
Disolver 0,1 g de rojo de metilo en 100 ml de metanol y mezclar por 30 minutos
- Disolución de hidróxido de sodio 0,5 N
Disolver 20 g de hidróxido de sodio en agua hervida libre de CO₂ y llevar a aforo a 1 l en un matraz volumétrico.
- Estandarización de la disolución de hidróxido de sodio
Poner a secar Ftalato ácido de potasio (KHC₈H₄O₄) grado estándar, en un recipiente de vidrio a 120 °C durante 2 h, enfriar en el desecador.
Pesar 4,5 g de ftalato ácido de potasio en un vaso de precipitado de 250 ml previamente tarado y disolver en 100 ml de agua neutra, adicionar 3 ó 4 gotas del indicador fenolftaleína y titular con la disolución estándar de hidróxido de sodio hasta la aparición de un color rosa tenue.

Para determinar la normalidad de la disolución estándar de hidróxido de sodio se utiliza la siguiente formula:

$$N = \frac{M}{0,20423 \cdot V}$$

donde:

N: Normalidad de la disolución estándar de hidróxido de sodio

M: Peso del ftalato ácido de potasio utilizado, en g

0,20423: Mili equivalente del ftalato ácido de potasio

V: Volumen de hidróxido de sodio requerido en la titulación, en ml

6.2.5 Procedimiento

6.2.5.1 Encendido del instrumento

Ponga en posición de encendido los interruptores del monitor, impresora, CPU y cromatógrafo de gases, siga las instrucciones del fabricante para inicializar el software correspondiente así como el sistema de purga y trampa y las condiciones que el cromatógrafo de gases debe tener para iniciar el análisis respectivo.

Esperar el tiempo necesario para su estabilización.

6.2.5.2 Condiciones de operación

Seguir las instrucciones del fabricante para introducir las condiciones de operación.

Verificar que se encuentren establecidas las siguientes condiciones de operación, las que pueden variar de acuerdo al equipo:

Temperatura del horno = (45 °C durante 1 min) (240 °C durante 5 min) con incrementos de 20 °C/min

Flujo total de entrada = 22 a 24 ml/min

Presión del flujo de entrada = 10,3 kPa (1,5 psi)

Temperatura del flujo de entrada = 240 °C

Temperatura del auxiliar 2 = 280 °C

Flujo de la fase móvil (helio) = 1,4 ml/min

6.2.5.3 Determinación de cloro, para determinar el tamaño de muestra

Adicionar 10 ml de la muestra a un matraz Erlenmeyer de 250 ml

Adicionar de 2 gotas a 4 gotas de indicador rojo de metilo y titular con una disolución valorada de hidróxido de sodio hasta el viraje de rosa a rosa-naranja, registrar los ml requeridos en la titulación.

Calcular el peso del cloro, en g, usando la siguiente ecuación:

$$\text{Cl}_2 = \frac{V \cdot N \cdot 0,03546 \cdot 500}{V_0}$$

donde:

Cl_2 : Peso del cloro, en g

V: Volumen disolución estándar de hidróxido de sodio requerido en la titulación, en ml

N: Normalidad de la disolución estándar de hidróxido de sodio

V_0 : Volumen de muestra, en ml

6.2.5.4 Verificación de la calibración

Con base en la curva de calibración correspondiente.

- En una jeringa con 5 ml de agua desionizada, adicione 10 µl de disolución estándar (100 µg/ml) de CCl_4 y 10 µl de disolución estándar (100 µl/ml) de CHCl_3 .
- Inyectar en el depósito de purga del concentrador purga y trampa.
- Verificar una desviación máxima de + 5 % con respecto al valor del estándar.
- Si cumple continuar con el análisis de la muestra.
- Repetir del paso 2 al 5 las veces necesarias para comprobar la desviación y proceder a recalibrar.

6.2.5.5 Análisis de la muestra

Seguir las instrucciones del fabricante para iniciar el software e inyectar 5 ml de muestra, iniciar el proceso de purga y trampa así como el análisis por cromatografía.

6.2.6 Interpretación de resultados

6.2.6.1 Cálculos y expresión de los resultados

Calcular la concentración de compuestos orgánicos contenidos en la muestra, con la siguiente ecuación y expresar el resultado como mg/kg.

$$\text{mg/kg de CCl}_4 \text{ en} = \frac{(R)(V)}{M}$$

$$\text{mg/kg de CCl}_3 \text{ en} = \frac{(R)(V)}{M}$$

donde:

- V: Volumen de la disolución absorbadora = 0,5 l
 R: Resultado del análisis cromatográfico, en µg/l
 M: Peso de cloro líquido absorbido, en g

6.2.6.2 Calibración

Los pasos para preparar la curva de calibración son:

Antes de efectuar la calibración, corra un blanco de agua libre de sustancias orgánicas, para análisis de trazas o equivalente. El resultado de la concentración de los contaminantes no deberá exceder el 0,1 µg/l.

Preparar la solución estándar de referencia a partir de materiales estándares certificados puros.

- Tarar el recipiente donde se va a efectuar la preparación. (matraz con tapón de teflón o equivalente o de preferencia vial de 10 ml).
- Coloque 9,8 ml de metanol (grado pesticida o equivalente).
- Dejar reposar sin tapar por 10 min o hasta que todo el metanol que hubiera en las paredes del recipiente se haya evaporado.
- Anotar el peso del alcohol contenido en el recipiente con una precisión de 0,1 mg.
- Adicione inmediatamente dos gotas del material de referencia utilizando una micro jeringa de 100 µl o una micro pipeta capilar de vidrio.
- Pese nuevamente el recipiente, tápelo y mezcle el contenido por inversiones sucesivas durante 1 min. El tapón o sello deberá ser de teflón o equivalente.
- Calcule la concentración de la disolución obtenida en microgramos por microlitro. Corrija la concentración a partir de la pureza del material -10 °C.
- Almacene estas disoluciones de referencia a temperaturas entre -10 °C y -20 °C, protegido de la luz, mantener un mínimo espacio entre el líquido y el tapón.

Utilice la solución estándar de referencia para la preparación de soluciones estándares secundarias diluidas en metanol, de tal forma que se obtenga una concentración cercana a los 100 µg/ml; éstas pueden prepararse individualmente o mezclando los componentes de interés.

Almacene estas disoluciones a 4 °C protegido de la luz. Estos estándares pueden ser almacenados hasta por un mes siempre y cuando no haya espacio entre el líquido y el tapón, de lo contrario desecharse después de 24 h (Alternativamente pueden adquirirse comercialmente estas disoluciones certificadas con la concentración deseada).

Utilizando una micro jeringa de 25 µl, prepare por lo menos tres disoluciones de diferentes concentraciones para cada componente a evaluar, midiendo 20 µl de la disolución secundaria y diluyendo a 50, 250, 500 o al volumen de agua (libre de sustancias orgánicas, para análisis de trazas o equivalente) necesaria para que las concentraciones estén dentro del rango esperado para las muestras.

Estos estándares en solución acuosa pueden ser almacenados hasta por 24 h siempre y cuando no haya espacio entre el líquido y el tapón, de lo contrario desecharse después de una hora.

Coloque 10 µl del estándar acuoso (obtenido en el paso anterior) directamente en la jeringa de 5 ml conteniendo agua (libre de sustancias orgánicas, para análisis de trazas o equivalente) e inyecte de la misma manera que analiza las muestras. Repita para cada uno de las diferentes concentraciones de los estándares necesarios para la elaboración de la curva.

Repita el paso anterior usando la matriz (disolución de hipofosfito de sodio + bromuro de potasio K Br) en la jeringa de 5 ml.

Tabular los valores de respuesta obtenidos contra las concentraciones de cada componente para elaborar la gráfica, o bien, utilizar el software adecuado para la calibración del equipo introduciendo los datos obtenidos.

Una vez obtenidos los datos calcule el factor de respuesta como sigue:

$$FR = \frac{(A) (C_0)}{(A_0) (C)}$$

donde:

FR: Factor de respuesta
A: Respuesta para el estándar en agua
A₀: Respuesta para el estándar en la matriz
C: Concentración del estándar en agua
C₀: Concentración del estándar en la matriz

Los tiempos de retención pueden variar, sus valores aproximados son:

TR Cloroformo = 3,73 min
TR Tetracloruro de carbono = 3,96 min

6.3 Ensayo de determinación de residuos no volátiles y humedad

Este procedimiento aplica para la determinación de humedad y residuos no volátiles en muestras de cloro líquido.

6.3.1 Resumen del método

La humedad es determinada por el paso de la muestra vaporizada a través de un bulbo nesbitt empacado con perclorato de magnesio Mg(ClO₄)₂ el cual absorbe la humedad y se determina gravimétricamente.

Los residuos no volátiles, por definición, son los residuos que se retienen en el frasco después de que el cloro líquido ha sido evaporado completamente y brevemente aireado con aire seco.

Esta determinación es también un procedimiento gravimétrico.

6.3.2 Aparatos

6.3.2.1 Reactivos

- Acetona CH_3COCH_3
- Perclorato de magnesio anhidro $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$
- Fibra de vidrio
- Nitrógeno prepurificado
- Disolución de hidróxido de amonio 1:1

6.3.2.2 Material

- Material común de laboratorio.

6.3.2.3 Aparatos e instrumentos

- Balanza analítica con una precisión de 0,0001 g.
- Balanza de precisión.

6.3.3 Muestreo

El material se toma sin muestreo, se aplica al cloro líquido preparado.

6.3.4 Preparación de la muestra

Siendo que la muestra se introduce en forma directa, no requiere de preparación adicional.

Pero en forma paralela se realizan las siguientes preparaciones de disoluciones:

- Disolución de hidróxido de amonio 1:1.

Adicionar 500 ml de hidróxido de amonio en 500 ml de agua destilada y mezclar.

6.3.5 Procedimiento

El procedimiento para este ensayo determina primero preparar y acondicionar el tubo nesbitt y posteriormente, determinar la humedad y residuos no volátiles del cloro líquido.

6.3.5.1 Preparación y acondicionamiento del bulbo nesbitt

- Remover todos los lubricantes de las juntas de vidrio y la humedad de los bulbos de absorción por enjuague de acetona primero, luego con agua destilada y secar en la estufa a 105 °C durante 1 h.
- Colocar en el fondo del bulbo nesbitt, 2,5 cm de fibra de vidrio, agregar el perclorato de magnesio $\text{Mg}(\text{ClO}_4)_2$, dejando 2,5 cm libre para colocar otra capa de fibra de vidrio, poner grasa de silicón en las juntas y sujetar la tapa al cuerpo del bulbo nesbitt con ligas de hule para evitar fugas.
- Conectar el bulbo absorbedor de humedad a un cilindro de cloro, dejar pasar una cantidad de cloro gas equivalente a 500 g de cloro líquido, luego pase aire seco a 800 ml por min durante 20 min (acondicionar de esta manera los bulbos nesbitt nuevos).

6.3.5.2 Determinación de humedad y residuos no volátiles

- Ponga el bulbo nesbitt acondicionado y el matraz Erlenmeyer esmerilado de 500 ml, en la balanza analítica por 10 min y anote los pesos.
- Ponga el matraz en la balanza y pese 200 g de cloro líquido, (dentro de la campana extractora) anote el peso de la muestra.
- Coloque al matraz un tapón con junta de vidrio, abrir la válvula del bulbo nesbitt, ensamblar, permitir el paso del gas a través del bulbo y que el cloro se volatilice (se requieren de 1 ½ h a 2 h); purgar la salida en sosa diluida.
- Limpiar el matraz y colocarlo a una línea de vacío para eliminar por completo los gases de cloro que se encuentren dentro del matraz.
- Pasar a través del bulbo nesbitt nitrógeno prepurificado con flujo suave por 10 min.
- Cerrar la válvula del nitrógeno y la válvula del bulbo nesbitt y retirar del sistema.
- Limpiar con una franela y permitir se acondicione por 30 min. Pesar con precisión de 0,0001 g y anotar el peso del matraz que contiene los residuos no volátiles y del bulbo absorbedor de humedad.

6.3.6 Interpretación de resultados

6.3.6.1 Contenido de residuos no volátiles, RNV

El contenido de residuos no volátiles, RNV, expresado en mg/kg, se obtiene por la siguiente ecuación:

$$\text{RNV} = \frac{(m_2 - m_1) \times 10^6}{m}$$

donde:

RNV: Residuos no volátiles, en mg/kg

m_1 : Peso inicial del matraz, en g

m_2 : Peso final del matraz, en g

m : Peso de la muestra, en g

Para la determinación del contenido de residuos no volátiles, en %, se aplica la siguiente ecuación:

$$\text{RNV} = \frac{(m_2 - m_1) \times 10^2}{m}$$

donde:

RNV: Residuos no volátiles, en %

m_1 : Peso inicial del matraz, en g

m_2 : Peso final del matraz, en g

m : Peso de la muestra, en g

6.3.6.2 Contenido de humedad

El contenido de humedad, expresado en mg/kg, se obtiene por la siguiente ecuación:

$$\text{Cont. H}_2\text{O} = \frac{(m_2 - m_1) \times 10^6}{m}$$

donde:

Cont. H₂O: Contenido de humedad, en mg/kg
 m₁: Peso inicial del bulbo nesbitt, en g
 m₂: Peso final del bulbo nesbitt, en g
 m: Peso de la muestra, en g

El contenido de humedad, expresado en %, se obtiene por la siguiente ecuación:

$$\text{Cont. H}_2\text{O} = \frac{(m_2 - m_1) \times 10^2}{m}$$

donde:

Cont. H₂O: Contenido de humedad, en %
 m₁: Peso inicial del bulbo nesbitt, en g
 m₂: Peso final del bulbo nesbitt, en g
 m: Peso de la muestra, en g

6.4 Ensayo de determinación de pureza del cloro

Se utiliza para la determinación de la pureza del cloro y el contenido de oxígeno, nitrógeno y bióxido de carbono.

6.4.1 Resumen del método

El cloro vaporizado es inyectado en un cromatógrafo de gases a través del puerto de inyección utilizando una válvula de muestreo de gases de 10 puertos y una válvula para controlar el flujo.

La separación tiene lugar en una columna empacada de Porapak Q o equivalente, con un tamiz molecular de 5 ángstrom de una longitud apropiada para que los picos no coincidan (no se encimen).

Cualquier componente que aparezca al mismo tiempo que los componentes de interés, puede interferir con este análisis.

6.4.2 Aparatos

6.4.2.1 Reactivos

- Concentraciones aproximadas: % v/v/ O₂ = 0,20
- Concentraciones aproximadas: % v/v/ N₂ = 0,10
- Concentraciones aproximadas: % v/v/ CO₂ = 0,30
- Solución de hidróxido de sodio al 15%
- Disolución de ácido clorhídrico 1:1

6.4.2.2 Material

- Jeringas de plástico de 20 ml

6.4.2.3 Aparatos e instrumentos

- Cromatógrafo de gases equipado con detector de conductividad térmica

6.4.3 Muestreo

La muestra es el cloro líquido preparado.

6.4.4 Preparación de la muestra

Siendo que la muestra se introduce en forma directa, no requiere de preparación previa. Pero en forma paralela se realizan las siguientes preparaciones de las disoluciones:

- Disolución de ácido clorhídrico 1:1

Diluya 500 ml de ácido clorhídrico concentrado en 500 ml de agua destilada.

6.4.5 Procedimiento

6.4.5.1 Encendido del instrumento

Ponga en posición de encendido los interruptores del monitor, impresora y el CPU, del cromatógrafo de gases equipado con detector de conductividad térmica.

6.4.5.2 Verificación de la calibración

Determinar la respuesta de cada componente (O_2 , N_2 y CO_2) del estándar de calibración, y analizarlo como la muestra.

En todos los casos aparecerá al final de la corrida un reporte con el cromatograma del estándar y los porcentajes en volumen de cada impureza (hidrógeno (H_2), oxígeno (O_2), nitrógeno (N_2) y bióxido de carbono (CO_2)) detectadas en la muestra.

Se recomienda efectuar por lo menos tres corridas y usar el promedio de los valores como el factor de respuesta.

Si ya están dentro de los límites, capturarlos en el registro correspondiente; caso contrario, repetir la recalibración máximo 2 veces.

6.4.5.3 Análisis de la muestra

Conectar la muestra al puerto de inyección del cromatógrafo de gases, la salida del mismo debe estar siempre sumergida en una solución diluida de hidróxido de sodio.

Ajustar el flujo del cloro de tal manera que el burbujeo en la solución diluida sea lento y constante (barrer por 10 s a 15 s) e iniciar la corrida.

El tiempo de análisis dependerá de cada instrumento; generalmente el tiempo máximo de análisis será de 10 min.

Calcular el área (en algunos casos aparecerá al final de la corrida un reporte con el cromatograma de la muestra y los porcentajes en volumen de cada impureza o áreas de hidrógeno (H_2), oxígeno (O_2), nitrógeno (N_2) y bióxido de carbono (CO_2) detectada en la muestra.

Depende del equipo utilizado para registrar las señales (registrador, integrador o computadora).

6.4.6 Interpretación de resultados

Calcular el % en volumen de pureza en la muestra de cloro líquido, aplicando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Pureza Cl}_2 = 100 \% - (\text{O}_2 + \text{N}_2 + \text{CO}_2)$$

donde:

% Pureza Cl₂: Porcentaje de pureza del cloro líquido

O₂: Oxígeno, en % en volumen

N₂: Nitrógeno, en % en volumen

CO₂: Bióxido de carbono, en % en volumen.

6.5 Repetición de pruebas

Si el cloro enviado no cumple con los requisitos de esta norma, el comprador debe enviar un informe de no conformidad al vendedor dentro de los 10 días hábiles después de recibido el despacho en el punto de destino.

El resultado de la prueba del comprador prevalecerá a menos que el vendedor notifique al comprador dentro de los 5 días hábiles después de recibido el informe de no conformidad que se desea una nueva prueba.

Recibido el requerimiento para una reprueba el vendedor notificará al comprador que realizará repruebas con muestras tomadas de acuerdo a 6.1.1.

En el caso de que los resultados obtenidos por el vendedor en reprueba no estén acordes con los resultados obtenidos por el comprador, una última muestra deberá enviarse a un laboratorio calificado acordado por ambas partes para el análisis.

Los resultados del análisis de este laboratorio deberán aceptarse como finales. El costo de los análisis de este laboratorio deberá ser pagado por el vendedor del material, si el material no cumple los parámetros de esta norma; o por el comprador, si satisface esta norma.

6.6 Rechazo

El cloro líquido debe cumplir los criterios de esta norma y se rechazará el material siempre y cuando el material no cumpla con las especificaciones establecidas en esta norma y las adicionales que el comprador pueda establecer en la orden de compra, se debe notificar al vendedor inmediatamente se detecte este incumplimiento, pero en cualquier caso, dentro de los 30 días siguientes a la recepción del material.

6.7 Retiro del material

En este caso el vendedor debe retirar el producto no conforme de las bodegas del comprador y reemplazarlo por cantidad igual de producto que cumpla con las especificaciones pactadas.

Si existe una solución apropiada y segura, se puede acordar un ajuste de precio entre el comprador y el vendedor.

7 INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES

7.1 Inspección

Todos los contenedores deben ser cuidadosamente examinados por el proveedor como se indica en el folleto 17 del Instituto del Cloro, incluyendo la verificación de contenedores de propiedad privada con el fin de detectar la existencia de fugas antes de llenarlos.

Cualquier contenedor que presente evidencias de fugas, daños o corrosión debe ser rechazado.

Los cilindros contenedores de cloro, las válvulas, sus empaques y roscados deben estar en buena condición mecánica y deben operar normalmente con una llave no mayor a 0,2 m (8 plg).

Si alguno de los contenedores no cumple las condiciones establecidas en los anteriores documentos en todos sus aspectos aplicables, el fabricante o envasador que suministra el cloro debe ser notificado inmediatamente y se deben tomar acciones para corregir el problema tan pronto como sea posible.

El proveedor debe realizar inspecciones de rutina y limpieza del interior de los contenedores, dada la posibilidad de formación de contaminantes cuando el cloro es retirado como gas.

7.2 Certificado de cumplimiento o análisis certificado

El comprador puede solicitarle al fabricante o al envasador un certificado en donde se establezca que el cloro líquido suministrado bajo la orden de compra en el momento de cargar el contenedor, cumple con todos los requisitos de esta norma, o que el fabricante o el envasador suministren análisis certificados del cloro líquido en el momento de la carga, en donde se contemplen los ensayos requeridos.

8 EMPAQUE, ENVÍO, MANEJO Y ROTULADO

8.1 Empaque y envío

El fabricante o envasador debe despachar el cloro líquido en contenedores que cumplan todas las condiciones establecidas en las reglamentaciones para materiales peligrosos.

Los contenedores se deben inspeccionar, reacondicionar, limpiar, mantener y cargar de acuerdo con la última versión del folleto N° 17 del Instituto del Cloro.

8.1.1 Precauciones en el empaque

Los envasadores que reciban cloro líquido de un fabricante deben tener cuidado especial en las operaciones de envase, de manera que no se adicione humedad u otros contaminantes que aumenten la formación del cloruro férrico u otro material peligroso que pueda tapar las válvulas, los evaporadores o los clorinadores.

8.1.2 Densidad de llenado

La densidad de llenado máxima permitida es 125 %, la densidad de llenado se define como la relación porcentual del peso del cloro en el contenedor al peso del agua que el contenedor soporta a 15,6 °C.

8.1.3 Almacenamiento

Los recipientes con cloro deben estar ubicados en sitios aislados abiertos o cerrados, siempre y cuando tengan estos últimos sistemas de extracción y absorción de Cloro.

8.2 Manejo

Las etapas de la manipulación de las sustancias químicas desde su recepción hasta su aplicación, se encuentran determinadas en el capítulo 6 del reglamento técnico de diseño para plantas potabilizadoras de agua, de la NB 689.

8.3 Rotulado

Cada contenedor debe tener la identificación del material que contiene y debe llevar la información preventiva requerida, según la legislación vigente relacionada con la naturaleza peligrosa del cloro.

El cloro líquido se clasifica como gas comprimido no inflamable.

Se debe tomar en cuenta lo establecido en la norma NTC 1692.

9 BIBLIOGRAFÍA

Las normas de referencia que se presentan en este numeral, contienen disposiciones y requisitos que son parte de esta norma y se consideran valederas para la presente norma.

En caso de conflicto prevalecerá lo establecido en esta Norma.

ASTM E410	Cloro líquido. Determinación de humedad y residuos
ASTM E412	Cloro líquido. Método de ensayo (Método de amalgama de zinc).
ASTM E506	Cloro líquido. Determinación de Mercurio
ASTM E806	Cloro líquido. Determinación de tetracloruro de carbono y de cloroformo por inyección directa (método de cromatografía de gas).
AWWA B300	Hipocloritos (NTC 1847)
ANSI/AWWA B301	Standard for liquid chlorine
Instituto del Cloro Folleto # 17	Procedimientos para envasar cloro en cilindros y contenedores
Instituto del Cloro Folleto # 7	Cloro líquido. Muestreo. Seguridad.
COMPRESSED GAS	Inspección visual para cilindros de gas comprimido.
ASSOCIATION # C6	

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Productos químicos para uso industrial - Hipocloritos usados para el tratamiento de aguas

Primera revisión

ICS 71.060.10 Elementos químicos

Abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La revisión y actualización de la Norma Boliviana **NB 649-07 “Productos químicos para uso industrial - Hipocloritos utilizados para el tratamiento de aguas (Primera revisión)”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización **CTN 7.3 “Productos químicos”**.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	INSTITUCIÓN
Reynaldo Villalba	UNI/VSB (Coordinador)
Luís Víctor Rico	ABIS
José Luís Castagné	ABIS
Grover Rivera	IIS-UMSA
José Díaz	IIS-UMSA
Ronny Vega	ANESAPA
Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Fernando Inchauste	CONSULTOR
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR
Gonzalo Dalence E.	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2007-02-12

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2007-03-29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2007-04-13

Informe

La actualización de esta Norma fue realizada por el Viceministerio de Servicios Básicos/ Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, con financiamiento del Proyecto de Asistencia Técnica/ASDI y la supervisión de la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

Esta Norma ha sido elaborada en el marco de una consultoría y su revisión y aprobación fueron realizadas por el Comité Técnico de Normalización CTN 12.17.

Asimismo, la revisión de esta Norma se realizó en talleres técnicos regionales en las ciudades de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, con la participación y el aporte de los siguientes profesionales e instituciones:

VALLE

Severo Vega	ABIS – Cochabamba	Edgar Armaza	SEMAPA
Jhony Pérez	ABIS – Cochabamba	Carlos Peláez	SEMAPA
Marcelo Crespo	ABIS – Cochabamba	Jorge Heredia	SEMAPA
Julio Fuentes	ABIS – Cochabamba	Leonardo Salinas	SEMAPA
J. Carlos Guzmán	GM – Cochabamba	Vanessa Selaya	SEMAPA
Cristian Cuellar	GM – Cochabamba	Vladimir Valda	ELAPAS – Sucre
Franco Burgulla	GM – Quillacollo	Edgar A. Nava	ELAPAS – Sucre
Eduard Montalvo	GM – Tapacarí	Marcelo Encalada	FUNDACION SODIS
Jorge P. Vargas	GM – Tapacarí	Leonardo Anaya	AGUILAR & ASOCIADOS
Julio Mercado	GM – Colcapirhua	Edwing Miranda	FHI
Luis Coca	FPS – Cochabamba	Franklin Antezana	EMPROCIV SRL
Jenny Rojas	CASA – UMSS	Oscar Zelada	EMPRESIB
Fernando Pérez	AMDECO	Wilfredo Veizaga	MONTERREY SRL
Ronald Baldellon	MACOTI	José Veizaga	MONTERREY SRL
Mirtha Baptista	CONSULTORA	Marcelo Calizaya	CONSULTOR

TRÓPICO

Marco A. Gutiérrez	VSBS – PROAT	Rolando de Chazal	SAGUAPAC
Alexis Meruvia	VSBS – PROAT	Milton Von Borries	SAGUAPAC
Eduardo Ugarteche	ABIS Santa Cruz	Erwin Medrano	SAGUAPAC
Guido Casso	SIB Santa Cruz	Roberto Cruz	ACSAACRUZ
Mauricio Flores	SIB Santa Cruz	Eladio Arequino	COOP. SAJUBA
Luisa Dorado	PREFECTURA SCZ	Ciriaco Coro	COOP. SAJUBA
Saud Yuja Gomez	GM Trinidad, Beni	Teresa Romero	COOP. SAJUBA
Ramiro Plaza	FPS Santa Cruz	Luis Bravo	COOP. EL CARMEN
Eduardo Cuestas	FPS Santa Cruz	Ariel Méndez	COOP. COSPOL
Germán Palenque	UAGRM	David Saavedra	COOP. COSPOL
Efraín Capobianco	UAGRM – SIMAC	José A. Chacón	COSIMBO LTDA
Juan E. Ribera	UAGRM – SIMAC	Rubén Angulo	RAS – AVALUOS
Silvana Balcázar	CADECO – Santa Cruz	Mario E. Sandy	PLAN INTERNACIONAL
José L. Padilla	CONSULTOR		

ALTIPLANO

Marco A. Gutiérrez	VSB – PROAT	Carlos España	UMSA Postgrado
Alexis Meruvia	VSB – PROAT	Ángel Aliaga	UMSA – IIH
Víctor Rico	ABIS – La Paz	Gualberto Gutiérrez	UTO
Jose L. Castagné	ABIS – La Paz	Armando Garnica	UTO
Orlando Camacho	ABIS – La Paz	Amilkar Ilaya	UTO
Oswaldo Sánchez	ABIS – La Paz	Lina Fernández	UTO
Iván Bolívar	PREFECTURA LP	José Huanca	CARITAS
Marcial Medina	PREFECTURA LP	Adolfo Gallardo	ISERV ARQUITECTURA
Edson Aranibar	PREFECTURA LP	Israel Antequera	GREGORY MORRIS
Carlos R. Morales	PREFECTURA PT	Daly Salvatierra	AGUILAR & ASOCIADOS
Marco A. Gómez	PREFECTURA PT	Marvin Botello	PLAMAT S.A.
Ronald Beltrán	GM – La Paz	Gonzalo Vargas	PLASMAR S.A.
Carlos García	GM – La Paz	Oscar Quiroga	PLASMAR S.A.
Ramiro Encinas	FPS – Nacional	Marcelo Barrero	SUMINDUS
Eufracio Choque	FPS – La Paz	Alfonso Pomarino	CONSULTOR
Alexandra Sandi	FPS – La Paz	Francisco Alvizuri	CONSULTOR
Ingrid Vásquez	FNDR	Juan C. Fernández	CONSULTOR
Hugo Jiménez	SISAB	Humberto Cordero	CONSULTOR
Roger Yugar	PROAGUAS	Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Juan Correa	AAPOS – Potosí		

ELABORACIÓN:

Fernando Inchauste Morales	Consultor principal
Humberto Obleas Arandia	Consultor
Patricia Ancalle Mamani	Consultora

FINANCIADOR:

Agencia Sueca de Cooperación para el
para el Desarrollo Internacional (Asdi)

ÍNDICE

	Página
0	INTRODUCCIÓN..... 219
0.1	Sistema de unidades 219
0.2	Compuestos químicos 219
0.3	Variables 219
0.4	Abreviaturas..... 219
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 219
2	REFERENCIAS 220
3	DEFINICIONES 220
3.1	Cal clorada 220
3.2	Comprador 220
3.3	Fabricante 220
3.4	Hipoclorito de calcio 220
3.5	Hipoclorito de sodio 220
3.6	Vendedor 220
4	CLASIFICACIÓN..... 220
4.1	Cal clorada..... 221
4.2	Hipoclorito de calcio..... 221
4.3	Hipoclorito de sodio 221
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 221
5.1	Descripción 221
5.1.1	Cal clorada..... 221
5.1.2	Hipoclorito de calcio..... 221
5.1.3	Hipoclorito de sodio 221
5.1.4	Cloro disponible 222
5.2	Requisitos 222
5.2.1	Requisitos físicos..... 222
5.2.2	Requisitos químicos..... 222
5.3	Impurezas 222
5.3.1	Impurezas generales 222
5.3.2	Límite específico de impurezas 223
6	MÉTODOS DE ENSAYO..... 223
6.1	Muestreo general y tipos de ensayo 223
6.1.1	Muestreo general..... 223
6.1.1.1	Punto de muestreo 223
6.1.1.2	Procedimiento de muestreo..... 223
6.1.2	Tipos de ensayo 223
6.2	Ensayo para determinar el cloro disponible en la cal clorada y en hipoclorito de calcio..... 224
6.2.1	Resumen del método..... 224
6.2.2	Reactivos 224
6.2.3	Muestreo..... 224
6.2.4	Preparación de la muestra..... 224
6.2.5	Procedimiento..... 224
6.2.6	Interpretación de resultados 225

6.3	Ensayo para determinar el cloro disponible en el hipoclorito de sodio.....	225
6.3.1	Resumen del método.....	225
6.3.2	Reactivos	225
6.3.3	Muestreo	225
6.3.4	Preparación de la muestra.....	225
6.3.5	Procedimiento	226
6.3.6	Interpretación de resultados	226
6.4	Ensayo para determinar el álcali libre en el hipoclorito de sodio	226
6.4.1	Resumen del método.....	226
6.4.2	Reactivos	226
6.4.3	Muestreo	226
6.4.4	Preparación de la muestra.....	227
6.4.5	Procedimiento	227
6.4.6	Interpretación de resultados	227
6.5	Ensayo para determinar la materia insoluble en el hipoclorito de sodio.....	227
6.5.1	Resumen del método.....	227
6.5.2	Reactivos, aparatos e instrumentos	227
6.5.3	Muestreo	227
6.5.4	Preparación de la muestra.....	228
6.5.5	Procedimiento	228
6.5.6	Interpretación de resultados	228
6.6	Repetición de pruebas	228
6.7	Rechazo.....	229
6.8	Retiro del material.....	229
7	INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES	229
7.1	Declaración de conformidad	229
8	EMPAQUE, ENVÍO, MANEJO Y ROTULADO.....	229
8.1	Empaque y envío	229
8.1.1	Cal clorada.....	229
8.1.2	Hipoclorito de calcio.....	229
8.1.3	Hipoclorito de sodio	230
8.2	Peso o volumen neto	230
8.3	Manejo	230
8.4	Rotulado	230
9	BIBLIOGRAFÍA.....	231

Productos químicos para uso industrial - Hipocloritos usados para el tratamiento de aguas

0 INTRODUCCIÓN

0.1 Sistema de unidades

%	Porcentaje
°C	Grados Celsius
°F	Grados Fahrenheit
cm ³	Centímetro cúbico
g	Gramo
kg	Kilogramo
l	Litro
lb	Libra
ml	Mililitro
pie ³	Pie cúbico

0.2 Compuestos químicos

CaO 2CaOCl ₂ 3H ₂ O	Cal clorada	adimensional
Ca(OCl) ₂	Hipoclorito de calcio	adimensional
NaOCl	Hipoclorito de sodio	adimensional
NaOH	Hidróxido de sodio	adimensional
HCl	Ácido clorhídrico	adimensional

0.3 Variables

N	Normalidad	
CD	Cloro disponible	%
V	Volumen	ml
AL	Álcali libre	%
MI	Materia insoluble	%

0.4 Abreviaturas

ANSI	American National Standard Institute
AWWA	American Water Works Association Standard

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica a la cal clorada, el hipoclorito de sodio y el hipoclorito de calcio y establece especificaciones que deben cumplir para el uso de cualquiera de estos materiales en su uso para potabilización del agua para uso y consumo humano (tratamiento de suministros de agua potable e industrial), así como la metodología de muestreo y los métodos de prueba para determinarlas.

Los hipocloritos son materiales oxidantes usados generalmente como un desinfectante por las empresas de servicio público encargadas del tratamiento de agua.

Los hipocloritos y el cloro (véase NB 648), son los más importantes materiales usados para la desinfección en plantas de agua, entre otros materiales se tiene al ozono, la radiación UV, el pH alcalino, metales como el cobre y la plata, surfantes, permanganato potásico e irradiación por haces.

2 REFERENCIAS

Las normas de referencia que se presentan en esta norma, contienen disposiciones y requisitos que son parte de esta norma y se consideran valederas para la presente norma.

En caso de conflicto prevalecerá lo establecido en esta norma.

NB 689 Instalaciones de agua - Diseño para sistemas de agua potable

NB 648 Productos químicos para uso industrial - Cloro líquido

3 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Cal clorada

Polvo fino de color blanco amarilloso e higroscópico con una densidad que varía entre 0,61 g/cm³ a 0,85 g/cm³ (38 lb/pie³ y 55 lb/pie³) que contiene cierta cantidad en peso de cloro disponible.

3.2 Comprador

La persona, compañía u organización que adquiere cualquier materia o trabajo para ser posteriormente utilizado.

3.3 Fabricante

La parte que fabrica o produce materiales o productos.

3.4 Hipoclorito de calcio

El hipoclorito de calcio es un polvo blanco, amarillento granular, o en forma de tableta que contiene un cierto porcentaje en peso de cloro disponible.

3.5 Hipoclorito de sodio

La solución del hipoclorito de sodio es un líquido transparente de color amarillo que contiene cierta cantidad de cloro disponible.

3.6 Vendedor

La parte que suministra materiales o servicios. El vendedor puede ser o no ser el fabricante.

4 CLASIFICACIÓN

La presente norma se aplica para los siguientes materiales:

4.1 Cal clorada

Polvo fino de color blanco amarilloso e higroscópico con una densidad que varía entre 0,61 g/cm³ a 0,85 g/cm³ (38 lb/pie³ y 55 lb/pie³) que contiene cierta cantidad en peso de cloro disponible.

4.2 Hipoclorito de calcio

El hipoclorito de calcio es un polvo blanco, amarillento granular, o en forma de tableta que contiene un cierto porcentaje en peso de cloro disponible.

4.3 Hipoclorito de sodio

La solución del hipoclorito de sodio es un líquido transparente de color amarillo que contiene cierta cantidad de cloro disponible.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Descripción

Cada uno de los materiales que hace referencia esta norma, tiene las siguientes características:

5.1.1 Cal clorada

Polvo fino de color blanco amarilloso e higroscópico con una densidad que puede fluctuar entre 0,61 g/cm³ a 0,85 g/cm³ (38 lb/pie³ y 55 lb/pie³), que contiene entre 25 partes y 375 partes en peso de cloro disponible.

La cal clorada se obtiene por la acción del cloro sobre una cal apagada seleccionada. El material contiene algo de cal libre. La fórmula exacta es materia de controversia. Una de las fórmulas mas aceptadas es $\text{CaO} \cdot 2\text{CaOCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$.

5.1.2 Hipoclorito de calcio

El hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ es un polvo blanco, amarillento granular, o en forma de tableta que contiene de 65 % a 70 % en peso de cloro disponible.

La densidad aparente del polvo granular varía de 0,51 g/cm³ a 0,80 g/cm³ (32 lb/pie³ a 50 lb/pie³) y la densidad aparente de las tabletas fluctúa de 1,1 g/cm³ a 1,3 g/cm³ (68 lb/pie³ a 80 lb/pie³).

Puede fabricarse por reacción controlada del cloro sobre la lechada de cal, la cual puede prepararse por mezclado de la cal hidratada con agua o apagando la cal viva con agua.

5.1.3 Hipoclorito de sodio

La solución del hipoclorito de sodio (NaOCl) es un líquido transparente de color amarillo que contiene por encima de 160 g/l de cloro disponible (16 %).

Un método de obtenerlo es fabricarlo pasando cloro (gaseoso) a través de una solución de soda cáustica o a través de una mezcla de soda cáustica y carbonato de sodio.

5.1.4 Cloro disponible

El cloro disponible es un término usado para expresar el poder oxidante del cloro contenido en los compuestos descritos en esta norma.

Puede ser expresado por cualquiera de los tres modos siguientes, cuyas fórmulas básicas son:

$$\text{Volumen \%} = \frac{\text{gramos disponibles de cloro por litro}}{10}$$

$$\% \text{ en peso de cloro disponible} = \frac{(\% \text{ volumen})}{\text{gravedad específica de la solución}}$$

$$\% \text{ en peso de cloro disponible} = \frac{\text{gramos / litro}}{10 \cdot \text{gravedad específica de la solución}}$$

5.2 Requisitos

5.2.1 Requisitos físicos

La cal clorada debe estar substancialmente libre de terrones y no contener suciedad o material extraño.

El hipoclorito de calcio en polvo granular debe estar libre de terrones y máximo el 10 % del polvo pasará a través del tamiz N° 100 US, además no contendrá suciedad ni material extraño.

Las tabletas de hipoclorito de calcio deben ser uniformes. El peso de las tabletas no variará más de 5 % del valor promedio establecido en la etiqueta. No más del 2 % de las tabletas deberán estar rotas.

5.2.2 Requisitos químicos

La cal clorada contendrá mínimo el 25 % en peso de cloro disponible.

El hipoclorito de calcio contendrá mínimo el 65 % en peso del cloro disponible en el momento de su envío.

El hipoclorito de sodio contendrá mínimo 100 g/l de cloro disponible, equivalente al 10 % en peso (véase 5.1.4). El total de base disponible (como NaOH) en el hipoclorito de sodio no excederá del 1,5 % en peso.

5.3 Impurezas

5.3.1 Impurezas generales

Los hipocloritos suministrados bajo esta norma no contendrán material insoluble o sustancias orgánicas en cantidades capaces de producir efectos peligrosos o deterioro en la salud de quienes consumen el agua que es tratada con estos hipocloritos.

5.3.2 Límite específico de impurezas

El Water Chemicals Codex y sus complementos contienen la información detallada para la determinación de la aceptación de aditivos para uso en tratamiento de agua potable. Se recomienda que el comprador solicite para las especificaciones complementarias el cumplimiento con la Water Chemicals Codex.

6 MÉTODOS DE ENSAYO

6.1 Muestreo general y tipos de ensayo

6.1.1 Muestreo general

6.1.1.1 Punto de muestreo

Las muestras deben ser tomadas en el punto de destino.

6.1.1.2 Procedimiento de muestreo

Como mínimo el 5 % de los paquetes o recipientes deben ser muestreados y no debe tomarse muestras de paquetes o recipientes rotos.

El hipoclorito en forma de gránulos o pulverizado, debe muestrearse utilizando un tubo muestreador con un diámetro mínimo de 19 mm (3/4 de plg). Las tabletas deberán seleccionarse al azar de cada recipiente muestreado.

La muestra total de hipoclorito que se presente en sus formas sólidas deberá pesar como mínimo 16 lb (7,3 kg), debe mezclarse completamente y dividirse para suministrar tres muestras de 1 lb (0,45 kg).

Las muestras obtenidas se colocan en recipientes de vidrio resistentes a la humedad y sellados herméticamente. Cada muestra debe identificarse con su rotulo respectivo, el cual debe ser fechado y firmado por la persona que realizó el muestreo. Lo anterior, deberá hacerse rápida y cuidadosamente para evitar la pérdida de cloro.

El hipoclorito de sodio debe mezclarse completamente en recipientes adecuados antes del muestreo. La muestra total recogida en un recipiente limpio de porcelana o vidrio deberá contener como mínimo 9,5 l.

Esta muestra debe mezclarse completamente y dividirse para suministrar tres muestras de 0,47 l, éstas deben protegerse de la humedad, colocarse en un recipiente de plástico o de vidrio y sellarse herméticamente. Cada muestra deberá identificarse con su rótulo respectivo, el cual debe ser fechado y firmado por la persona que realizó el muestreo.

6.1.2 Tipos de ensayo

Las determinaciones de cloro disponible en cal clorada, hipoclorito de calcio y en hipoclorito de sodio, del álcali libre y de la materia insoluble en el hipoclorito de sodio se determinan bajo los siguientes ensayos:

- Ensayo para determinar el cloro disponible en la cal clorada y en hipoclorito de calcio. (véase 6.2)
- Ensayo para determinar el cloro disponible en hipoclorito de sodio. (véase 6.3)

- Ensayo para determinar el álcali libre en el hipoclorito de sodio. (véase 6.4)
- Ensayo para determinar la materia insoluble en el hipoclorito de sodio. (véase 6.5)

6.2 Ensayo para determinar el cloro disponible en la cal clorada y en hipoclorito de calcio

6.2.1 Resumen del método

El cloro disponible tanto en la cal clorada como en el hipoclorito de calcio, se determina con la adición de cristales de yoduro de potasio (libres de yodato), de ácido acético glacial y titulación con tiosulfato de sodio.

6.2.2 Reactivos

- Yoduro de potasio en cristales (libre de yodato)
- Solución indicadora de almidón
- Tiosulfato de sodio 0,1 N
- Ácido acético glacial

6.2.3 Muestreo

Las muestras de cal clorada e hipoclorito de calcio deben dividirse cuidadosa y rápidamente en porciones de 100 g. Después de mezclarse estas muestras deben almacenarse en recipientes de vidrio herméticos y deben mantenerse en un lugar oscuro, frío y seco, excepto cuando estas muestras se están pesando, los recipientes deben mantenerse cerrados para evitar la pérdida de cloro disponible.

La evaluación de las muestras en el laboratorio, debe hacerse inmediatamente después de la recepción del despacho.

Las muestras deben almacenarse durante un mínimo de treinta (30) días o partir de la fecha de recepción del despacho, antes de proceder a eliminarlas.

6.2.4 Preparación de la muestra

De una de las muestras de cal clorada e hipoclorito de calcio que se ha colocado en recipientes de vidrio herméticos y que se mantienen en lugar oscuro, frío y seco que tienen porciones de 100 g, se toma una muestra de 5 g, que será la muestra para el ensayo.

6.2.5 Procedimiento

Se colocan 5 g de cal clorada o hipoclorito de calcio en un mortero no metálico, se humedece con agua destilada y se tritura hasta que las partículas sean impalpables.

Se transfiere a un balón aforado de 1 l adicionando agua destilada, posteriormente se lleva a volumen y se mezcla.

Se toman 25 ml de la solución del balón aforado de 1 l y se colocan en un Erlenmeyer de 250 ml, a continuación se adiciona 1 g de cristales de yoduro de potasio y se acidifica con más o menos 4 ml de ácido acético glacial, después se titula con tiosulfato de sodio 0,1 N hasta que el color amarillo del yodo tiende a desaparecer. Se adiciona alrededor de 1 ml de la solución de almidón y continuar con la titulación hasta que el color azul desaparezca completamente.

6.2.6 Interpretación de resultados

El cloro disponible en la muestra de 5 g que se ha ensayado, en porcentaje, viene determinado por:

$$CD = \frac{40 \cdot 0,03545 \cdot 100}{\text{gramos de muestra}} (V) \cdot N \text{ de Tiosulfato de sodio}$$

donde:

CD: Porcentaje de cloro disponible por peso, en %
 V: Volumen de la solución para la titulación, en ml
 N de tiosulfato de sodio: N de titulación del tiosulfato de sodio.

Para nuestro ensayo, en el cual se tiene $V = 1$ l y 5 g de muestra

$$CD \text{ en } 5 \text{ g} = N \text{ de tiosulfato de sodio} \cdot 28,37$$

6.3 Ensayo para determinar el cloro disponible en el hipoclorito de sodio

6.3.1 Resumen del método

El cloro disponible que se encuentra en el hipoclorito de sodio, se determina con la adición de cristales de yoduro de potasio (libres de yodato), de ácido acético glacial y titulación con tiosulfato de sodio y solución indicadora de almidón.

6.3.2 Reactivos

- Yoduro de potasio en cristales (libre de yodato)
- Tiosulfato de sodio 0,1 N
- Ácido acético glacial
- Solución indicadora de almidón

6.3.3 Muestreo

Las soluciones de hipoclorito de sodio deben mezclarse completamente antes de suministrar las porciones para su análisis y estar en botellas de plástico o vidrio resistentes a la humedad que deben almacenarse en lugares oscuros, fríos y secos y mantenerse perfectamente sellados después de que se han suministrado las porciones.

La evaluación de las muestras en el laboratorio, debe hacerse inmediatamente después de la recepción del despacho.

Las muestras deberán almacenarse durante un mínimo de treinta (30) días a partir de la fecha de recepción del despacho, antes de proceder a eliminarlas.

6.3.4 Preparación de la muestra

Las soluciones de hipoclorito de sodio deben mezclarse completamente antes de suministrar las porciones para su análisis y se presentan en botellas de plástico o vidrio resistentes a la humedad.

6.3.5 Procedimiento

Se toman 20 ml de la muestra, se transfieren a un balón volumétrico de 1 l y se lleva a volumen con agua destilada.

Se toman 25 ml de la solución y se colocan en un Erlenmeyer de 250 ml, se adiciona 1 g de yoduro de potasio y se adicionan 4 g de ácido acético glacial. Se titula con solución 0,1 N de tiosulfato de sodio hasta que el color amarillo del yodo haya desaparecido prácticamente. Se adiciona cerca de 1 ml de solución de almidón y se continua la titulación hasta que el color azul desaparece totalmente.

6.3.6 Interpretación de resultados

El porcentaje de cloro disponible (CD) en peso, se determina con la formula presentada, y en base a los siguientes parámetros:

$$\text{CD en peso, en \%} = \frac{40 \cdot 50 \cdot 0,03545}{10} \cdot \text{N Tiosulfato de sodio (ml)} \cdot \text{Normalidad}$$

para el caso de la determinación del volumen en porcentaje por volumen, se tiene:

$$\text{CD en volumen, en \%} = \text{N Tiosulfato de sodio (ml)} \cdot \text{Normalidad} \cdot 7,092$$

donde:

CD:	% de cloro disponible, en peso o en volumen
Normalidad:	Normalidad para la titulación
N Tiosulfato de sodio:	N de titulación de tiosulfato de sodio.

6.4 Ensayo para determinar el álcali libre en el hipoclorito de sodio

6.4.1 Resumen del método

En la presente norma, se determina la cantidad de álcali libre que se encuentra en el hipoclorito de sodio.

6.4.2 Reactivos

- Ácido clorhídrico 0,1 N
- Peróxido de hidrogeno en solución, al 3 %
- Indicador naranja de metilo

6.4.3 Muestreo

Las soluciones de hipoclorito de sodio deben mezclarse completamente antes de suministrar las porciones para su análisis. Las botellas de plástico o vidrio resistentes a la humedad deben almacenarse en lugares oscuros, fríos y secos y mantenerse perfectamente sellados después de que se han suministrado las porciones.

La evaluación de las muestras en el laboratorio, debe hacerse inmediatamente después de la recepción del despacho.

Las muestras deben almacenarse durante un mínimo de treinta (30) días a partir de la fecha de recepción del despacho, antes de proceder a eliminarlas.

6.4.4 Preparación de la muestra

Las soluciones de hipoclorito de sodio deben mezclarse completamente antes de suministrar las porciones para su análisis y se presentan en botellas de plástico o vidrio resistentes a la humedad.

Para este ensayo la muestra de análisis debe tener 10 g de peso del hipoclorito de sodio.

6.4.5 Procedimiento

La muestra se pesa en un vaso de precipitados de 200 ml y se adiciona la solución de peróxido de hidrogeno hasta que cese la reacción. Se anota la cantidad de peróxido adicionada. Se deja en ebullición durante 2 min y luego se enfría.

Se titula con ácido clorhídrico 0,1 N usando naranja de metilo como indicador.

Para la preparación del blanco se mide la misma cantidad de peróxido de hidrógeno que se adicionó a la muestra, hasta que cese la reacción y se titula con ácido clorhídrico 0,1 N usando naranja de metilo como indicador.

Se sustrae esta cantidad de la obtenida en la titulación efectuada con ácido clorhídrico 0,1 N usando naranja de metilo como indicador.

6.4.6 Interpretación de resultados

El porcentaje de álcali libre (AL %), como NaOH, se determina con la siguiente formula:

$$AL \% = \frac{HCl \text{ netos} \cdot Normalidad \cdot 0,04 \cdot 100}{10 \text{ g (tamaño de la muestra)}} \quad HCl \text{ ml neto con normalidad} \cdot 0,4$$

6.5 Ensayo para determinar la materia insoluble en el hipoclorito de sodio

6.5.1 Resumen del método

En la presenta norma, se determinan la cantidad de materia insoluble que se presenta en el hipoclorito de sodio.

6.5.2 Reactivos, aparatos e instrumentos

- Agua destilada
- Vaso de precipitados de 400 ml
- Balanza con precisión de 0,1 g
- Crisol Gooch
- Estufa con capacidad de 250 °F y precisión de 1 °F

6.5.3 Muestreo

Las soluciones de hipoclorito de sodio deben mezclarse completamente antes de suministrar las porciones para su análisis, las soluciones deben presentarse en botellas de plástico o vidrio

resistentes a la humedad, las mismas que deben almacenarse en lugares oscuros, fríos y secos y mantenerse perfectamente selladas después de que han suministrado las porciones.

La evaluación de las muestras en el laboratorio, debe hacerse inmediatamente después de la recepción del despacho.

Las muestras deben almacenarse durante un mínimo de treinta (30) días a partir de la fecha de recepción del despacho, antes de proceder a eliminarlas.

6.5.4 Preparación de la muestra

Las soluciones de hipoclorito de sodio deben mezclarse completamente antes de suministrar las porciones para su análisis y se presentan en botellas de plástico o vidrio resistentes a la humedad.

Para este ensayo la muestra de análisis debe tener 100 ml del hipoclorito de sodio.

6.5.5 Procedimiento

Se vierten 100 ml de hipoclorito de sodio en un vaso de precipitados de 400 ml colocado en una balanza de laboratorio, con aproximación de 0,1 g. Se adicionan 100 ml de agua destilada y se mezcla completamente.

Se filtra a través de un Crisol Gooch previamente pesado (tarado).

Se lava el vaso de precipitados y las paredes del Crisol con agua destilada.

Se coloca en una estufa que registre entre 100 °C y 105 °C (212 °F y 221 °F) hasta obtener peso constante.

6.5.6 Interpretación de resultados

El porcentaje de materia insoluble (MI %), se determina con la siguiente formula:

$$\text{MI \%} = \frac{\text{gramos de residuo}}{\text{gramos de muestra}} \times 100$$

6.6 Repetición de pruebas

Si el hipoclorito enviado no cumple con los requisitos de esta norma, el comprador debe enviar un informe de no conformidad al vendedor dentro de los diez (10) días hábiles después de recibido el despacho en el punto de destino.

El resultado de la prueba del comprador prevalecerá a menos que el vendedor notifique al comprador dentro de los cinco (5) días hábiles después de recibido el informe de no conformidad que se desea una nueva prueba.

Recibido el requerimiento para una reprueba el comprador enviará al vendedor una de las muestras selladas tomadas de acuerdo a 5.1.

En el caso de que los resultados obtenidos por el vendedor en reprueba no estén acordes con los resultados obtenidos por el comprador, la otra muestra sellada debe enviarse sin abrir a un laboratorio imparcial acordado por ambas partes para el análisis.

Los resultados del análisis de este laboratorio deben aceptarse como finales. El costo de los análisis de este laboratorio deberá ser pagado por el vendedor si el material no cumple lo establecido en la presente norma; o por el comprador si satisface lo establecido.

6.7 Rechazo

Cualquier material ensayado, ya sea la cal clorada o el hipoclorito de calcio o el hipoclorito de sodio deben cumplir los criterios de esta norma y se rechazará el material siempre y cuando el material no cumpla con las especificaciones establecidas en esta norma y las adicionales que el comprador pueda establecer en la orden de compra, se debe notificar al vendedor inmediatamente se detecte este incumplimiento, pero en cualquier caso, dentro de los treinta (30) días siguientes a la recepción del material.

6.8 Retiro del material

En este caso el vendedor debe retirar el producto no conforme de las bodegas del comprador y reemplazarlo por cantidad igual de producto que cumpla con las especificaciones pactadas y que se encuentre envasado en un contenedor adecuado.

Si existe una solución apropiada y segura para el problema, se puede acordar un ajuste de precio entre el comprador y el vendedor.

7 INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES

7.1 Declaración de conformidad

El comprador puede solicitar un certificado de cumplimiento al fabricante o vendedor de que la cal clorada o el hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio suministrado bajo las ordenes de compra, cumple con todos los requisitos establecidos en esta norma.

8 EMPAQUE, ENVÍO, MANEJO Y ROTULADO

8.1 Empaque y envío

El empaque y el envío (despachos) de todos o de cualquiera de los materiales regulados por la presente norma deben estar conformes con las reglamentaciones vigentes.

8.1.1 Cal clorada

Puede ser despachada en tambores metálicos con peso determinado.

Los recipientes deben estar bien sellados de tal forma que el material no sufra roturas, pero no necesita ser hermético, los compuestos sellantes no deberán usarse en las costuras del tambor metálico.

Se debe considerar que en tambores herméticos se puede desarrollar altas presiones que descomponen rápidamente la cal clorada.

8.1.2 Hipoclorito de calcio

Puede despacharse en recipientes aprobados como resistentes a la corrosión o en tambores metálicos, los compuestos sellantes no deben usarse en las costuras de los tambores metálicos.

8.1.3 Hipoclorito de sodio

Las soluciones de hipoclorito de sodio pueden despacharse en recipientes de vidrio, o plástico aprobados, tambores con recubrimiento de caucho o con otro recubrimiento apropiado, carro-tanques totalmente limpios con capacidad entre 11 300 l y 13 600 l.

8.2 Peso o volumen neto

El peso neto o volumen neto del material empacado o envasado no podrá desviarse del peso o volumen registrado en más del 2,5 % en valor absoluto. A menos que se tome el peso o el volumen de material recibido, la aceptación o rechazo debe hacerse con base al 10 % como mínimo del peso o volumen del cargamento, seleccionado al azar.

8.3 Manejo

Las etapas de la manipulación de las sustancias químicas desde su recepción hasta su aplicación, se encuentran determinadas en el capítulo 6 del reglamento técnico de diseño para plantas potabilizadoras de agua, de la NB 689.

8.4 Rotulado

Los hipocloritos usados en la desinfección deben ser registrados, sellados y marcados como lo establece la legislación nacional vigente.

Los rótulos deben servir como un indicador de que el material es un agente oxidante fuerte y que en contacto con calor, ácidos, materiales orgánicos o combustibles puede generar fuego.

Los despachos deben identificarse con rótulos como se establece en la reglamentación nacional vigente.

Cada empaque deberá indicar en forma legible al menos lo siguiente:

- Ingrediente activo y su contenido,
- Peso neto del contenido,
- Nombre del productor o distribuidor,
- Número del lote,
- Marca de fábrica (en caso de que se requiera) y
- Otras indicaciones (según lo establezcan las leyes y reglamentaciones).

Se debe indicar además, el número del registro otorgado por la autoridad competente.

Para las tabletas de hipoclorito de calcio, cada rótulo debe mostrar, adicionalmente a la información indicada anteriormente, ya sea el peso de cada tableta o el peso unitario de cada unidad de empaque.

Como opción del fabricante, cada empaque llevará la inscripción:

“Garantizado por (nombre del fabricante) de acuerdo a los requerimientos de esta norma, para hipocloritos, (clase de hipoclorito contenido en el empaque)”.

9 BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA

ANSI/ AWWA B300 Standard for hypochlorites

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienical y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Productos químicos para uso industrial - Sulfato de aluminio

Primera revisión

ICS 71.060.10 Elementos químicos

Abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La revisión y actualización de la Norma Boliviana **NB 650-07 “Productos químicos para uso industrial - Sulfato de aluminio (Primera revisión)”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización **CTN 7.3 “Productos químicos”**.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	INSTITUCIÓN
Reynaldo Villalba	UNI/VSB (Coordinador)
Luís Víctor Rico	ABIS
José Luís Castagné	ABIS
Grover Rivera	IIS-UMSA
José Díaz	IIS-UMSA
Ronny Vega	ANESAPA
Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Fernando Inchauste	CONSULTOR
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR
Gonzalo Dalence E.	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2007-02-12

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2007-03-29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2007-04-13

Informe

La actualización de esta Norma fue realizada por el Viceministerio de Servicios Básicos/ Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, con financiamiento del Proyecto de Asistencia Técnica/ASDI y la supervisión de la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

Esta Norma ha sido elaborada en el marco de una consultoría y su revisión y aprobación fueron realizadas por el Comité Técnico de Normalización CTN 7.3.

Asimismo, la revisión de esta Norma se realizó en talleres técnicos regionales en las ciudades de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, con la participación y el aporte de los siguientes profesionales e instituciones:

VALLE

Severo Vega	ABIS – Cochabamba	Edgar Armaza	SEMAPA
Jhony Pérez	ABIS – Cochabamba	Carlos Peláez	SEMAPA
Marcelo Crespo	ABIS – Cochabamba	Jorge Heredia	SEMAPA
Julio Fuentes	ABIS – Cochabamba	Leonardo Salinas	SEMAPA
J. Carlos Guzmán	GM – Cochabamba	Vanesa Selaya	SEMAPA
Cristian Cuellar	GM – Cochabamba	Vladimir Valda	ELAPAS – Sucre
Franco Burgulla	GM – Quillacollo	Edgar A. Nava	ELAPAS – Sucre
Eduard Montalvo	GM – Tapacarí	Marcelo Encalada	FUNDACION SODIS
Jorge P. Vargas	GM – Tapacarí	Leonardo Anaya	AGUILAR & ASOCIADOS
Julio Mercado	GM – Colcapirhua	Edwing Miranda	FHI
Luis Coca	FPS – Cochabamba	Franklin Antezana	EMPROCIV SRL
Jenny Rojas	CASA – UMSS	Oscar Zelada	EMPRESIB
Fernando Pérez	AMDECO	Wilfredo Veizaga	MONTERREY SRL
Ronald Baldellon	MACOTI	José Veizaga	MONTERREY SRL
Mirtha Baptista	CONSULTORA	Marcelo Calizaya	CONSULTOR

TRÓPICO

Marco A. Gutiérrez	VSF – PROAT	Rolando de Chazal	SAGUAPAC
Alexis Meruvia	VSF – PROAT	Milton Von Borries	SAGUAPAC
Eduardo Ugarteche	ABIS Santa Cruz	Erwin Medrano	SAGUAPAC
Guido Casso	SIB Santa Cruz	Roberto Cruz	ACSAACRUZ
Mauricio Flores	SIB Santa Cruz	Eladio Arequino	COOP. SAJUBA
Luisa Dorado	PREFECTURA SCZ	Ciriaco Coro	COOP. SAJUBA
Saud Yuja Gomez	GM Trinidad, Beni	Teresa Romero	COOP. SAJUBA
Ramiro Plaza	FPS Santa Cruz	Luis Bravo	COOP. EL CARMEN
Eduardo Cuestas	FPS Santa Cruz	Ariel Méndez	COOP. COSPOL
Germán Palenque	UAGRM	David Saavedra	COOP. COSPOL
Efraín Capobianco	UAGRM – SIMAC	José A. Chacón	COSIMBO LTDA
Juan E. Ribera	UAGRM – SIMAC	Rubén Angulo	RAS – AVALUOS
Silvana Balcázar	CADECO – Santa Cruz	Mario E. Sandy	PLAN INTERNACIONAL
José L. Padilla	CONSULTOR		

ALTIPLANO

Marco A. Gutiérrez	VSB – PROAT	Carlos España	UMSA Postgrado
Alexis Meruvia	VSB – PROAT	Ángel Aliaga	UMSA – IIH
Víctor Rico	ABIS – La Paz	Gualberto Gutiérrez	UTO
Jose L. Castagné	ABIS – La Paz	Armando Garnica	UTO
Orlando Camacho	ABIS – La Paz	Amilkar Ilaya	UTO
Oswaldo Sánchez	ABIS – La Paz	Lina Fernández	UTO
Iván Bolívar	PREFECTURA LP	José Huanca	CARITAS
Marcial Medina	PREFECTURA LP	Adolfo Gallardo	ISERV ARQUITECTURA
Edson Aranibar	PREFECTURA LP	Israel Antequera	GREGORY MORRIS
Carlos R. Morales	PREFECTURA PT	Daly Salatierra	AGUILAR & ASOCIADOS
Marco A. Gómez	PREFECTURA PT	Marvin Botello	PLAMAT S.A.
Ronald Beltrán	GM – La Paz	Gonzalo Vargas	PLASMAR S.A.
Carlos García	GM – La Paz	Oscar Quiroga	PLASMAR S.A.
Ramiro Encinas	FPS – Nacional	Marcelo Barrero	SUMINDUS
Eufracio Choque	FPS – La Paz	Alfonso Pomarino	CONSULTOR
Alexandra Sandi	FPS – La Paz	Francisco Alvizuri	CONSULTOR
Ingrid Vásquez	FNDR	Juan C. Fernández	CONSULTOR
Hugo Jiménez	SISAB	Humberto Cordero	CONSULTOR
Roger Yugar	PROAGUAS	Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Juan Correa	AAPOS – Potosí		

ELABORACIÓN:

Fernando Inchauste Morales	Consultor principal
Humberto Obleas Arandia	Consultor
Patricia Ancalle Mamani	Consultora

FINANCIADOR:

Agencia Sueca de Cooperación para el
para el Desarrollo Internacional (Asdi)

ÍNDICE

Página

0	INTRODUCCIÓN.....	241
0.1	Sistema de unidades	241
0.2	Compuestos químicos	241
0.3	Variables	241
0.4	Abreviaturas.....	242
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	242
2	REFERENCIAS	242
3	DEFINICIONES	242
3.1	Alumbre ácido	242
3.2	Alumbre básico	242
3.3	Comprador.....	242
3.4	Fabricante.....	243
3.5	Quelatos	243
3.6	Sulfato de aluminio	243
3.7	Sulfato de aluminio purificado	243
3.8	Vendedor	243
4	CLASIFICACIÓN.....	243
5	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	243
5.1	Descripción	243
5.2	Requisitos	243
5.2.1	Requisitos físicos.....	244
5.2.1.1	Sulfato de aluminio en forma de terrón.....	244
5.2.1.2	Sulfato de aluminio en forma de grano.....	244
5.2.1.3	Claridad de sulfato de aluminio	244
5.2.2	Requisitos químicos.....	244
5.2.2.1	Contenido del aluminio	244
5.2.2.2	Alumbre básico y ácido.....	244
5.2.2.3	Materia insoluble en agua.....	244
5.3	Impurezas	244
5.3.1	Impurezas generales	244
5.3.2	Límites de impureza específicas	244
6	MÉTODOS DE ENSAYO.....	245
6.1	Muestreo general y tipos de ensayo.....	245
6.1.1	Muestreo General	245
6.1.1.1	Sitio de muestreo	245
6.1.1.2	Muestreo del sulfato de aluminio en terrón o en grano	245
6.1.1.3	Alúmina líquida	246
6.1.2	Preparación de la muestra.....	246
6.1.2.1	Cuarteo	246
6.1.2.2	Periodo de análisis de las muestras	246
6.1.2.3	Seguridad	246
6.1.3	Tipos de ensayos.....	246
6.2	Ensayo para la determinación del contenido de materia insoluble.....	247

6.2.1	Resumen del método.....	247
6.2.2	Aparatos y material.....	247
6.2.2.1	Aparatos, instrumentos.....	247
6.2.2.2	Material.....	247
6.2.3	Muestreo.....	247
6.2.4	Preparación de la muestra.....	247
6.2.5	Procedimiento.....	247
6.2.5.1	Procesos previos.....	247
6.2.5.2	Disolución.....	247
6.2.5.3	Filtrado.....	247
6.2.5.4	Residuo.....	248
6.2.6	Interpretación de resultados.....	248
6.3	Ensayo para la determinación del contenido de alúmina total soluble y de aluminio.....	248
6.3.1	Resumen del método.....	248
6.3.1.1	Aplicación.....	248
6.3.1.2	Principio.....	248
6.3.1.3	Interferencia.....	248
6.3.2	Aparatos, instrumentos y reactivos.....	248
6.3.2.1	Aparatos, instrumentos.....	248
6.3.2.2	Reactivos.....	249
6.3.3	Muestreo.....	250
6.3.4	Preparación de la muestra.....	250
6.3.4.1	Preparación de la muestra estándar para el sulfato de aluminio líquido y para el sulfato de aluminio líquido libre de hierro.....	250
6.3.4.2	Preparación de la muestra para los otros productos del sulfato de aluminio.....	250
6.3.5	Procedimiento.....	251
6.3.6	Interpretación de resultados.....	251
6.3.6.1	Cálculos.....	251
6.3.6.2	Notas.....	252
6.4	Ensayo para la determinación del contenido de hierro total soluble en agua.....	252
6.4.1	Resumen del método.....	252
6.4.2	Aparatos y reactivos.....	252
6.4.2.1	Aparatos.....	252
6.4.2.2	Reactivos.....	252
6.4.3	Muestreo.....	253
6.4.4	Preparación de la muestra.....	253
6.4.5	Procedimiento.....	253
6.4.6	Interpretación de resultados.....	254
6.4.6.1	Cálculos.....	254
6.4.6.2	Ion férrico.....	254
6.4.6.3	Hierro ferroso.....	254
6.5	Ensayo para determinar la basicidad y/o ácido libre.....	255
6.5.1	Resumen del método.....	255
6.5.2	Reactivos.....	255
6.5.2.1	Solución alcohólica al 0,1 % de fenolftaleína.....	255
6.5.2.2	Solución de fluoruro de potasio.....	255
6.5.2.3	Soluciones 0,5 N de ácido sulfúrico y 0,5 N de hidróxido de sodio.....	255
6.5.3	Muestreo.....	255
6.5.4	Preparación de la muestra.....	255

6.5.5	Procedimiento	255
6.5.6	Interpretación de resultados	256
6.5.6.1	Cálculos	256
6.5.6.2	Interpretación de resultados	256
6.6	Ensayo alternativo para determinar alúmina total	256
6.6.1	Resumen del método.....	256
6.6.2	Reactivos y aparatos	256
6.6.2.1	Reactivos	256
6.6.2.2	Aparatos	257
6.6.3	Muestreo.....	257
6.6.4	Preparación de la muestra.....	257
6.6.5	Procedimiento	257
6.6.5.1	Preparaciones adicionales.....	257
6.6.5.2	Optimización de parámetros	258
6.6.5.3	Medición de absorbancia	258
6.6.5.4	Curva de calibración	258
6.6.6	Interpretación de resultados	258
6.6.6.1	Cálculos	258
6.6.6.2	Registro de datos.....	258
6.7	Repetición de pruebas.....	258
6.8	Rechazo.....	259
6.9	Retiro de material	259
7	INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES	259
7.1	Certificado de cumplimiento	259
7.2	Certificación del peso	259
8	EMPAQUE, ENVÍO, MANEJO Y ROTULADO.....	259
8.1	Empaque y envío.....	259
8.1.1	Sulfato de aluminio en forma de terrón y/o en grano.....	260
8.1.2	Sulfato de aluminio en forma líquida	260
8.2	Contaminación.....	260
8.3	Manejo	260
8.4	Rotulado	260
9	BIBLIOGRAFÍA.....	261
Anexo A (Informativo) Coagulación - Principales productos.....		263
A.1	COAGULACIÓN	263
A.2	PRINCIPALES PRODUCTOS COAGULANTES, REACCIONES QUÍMICAS EN LA COAGULACIÓN	263
A.3	FABRICACIÓN INDUSTRIAL DEL SULFATO DE ALÚMINA.....	266

Productos químicos para uso industrial - Sulfato de aluminio**0 INTRODUCCIÓN****0.1 Sistema de unidades**

%	Porcentaje
°C	Grado centígrado
cm	Centímetro
cm ³	Centímetro cúbico
g	Gramo
kg	Kilogramo
l	Litro
m	Metro
ml	Mililitro
plg	Pulgada
s	Segundo

0.2 Compuestos químicos

H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico	adimensional
Al	Aluminio	adimensional
ZnSO ₄	Sulfato de zinc	adimensional
AA	Porcentaje de Al ₂ O ₃	%
KCNS	Tiocianato de potasio	adimensional
NaOH	Hidróxido de sodio	adimensional
KMnO ₄	Permanganato de potasio	adimensional
Fe	Hierro	adimensional
CO ₂	Bióxido de carbono	adimensional
KCl	Cloruro de potasio	adimensional
HNO ₃	Ácido nítrico	adimensional
Al ₂ O ₃	Óxido de aluminio	adimensional
Fe ₂ O ₃	Óxido de hierro	adimensional
N ₂ O	Óxido nitroso (óxido dinitrogeno)	adimensional

0.3 Variables

A	Peso de la muestra (6.3.4.2)	g
Av	Volumen de H ₂ SO ₄ (6.5.6.1)	ml
AA	Porcentaje de Al ₂ O ₃ y de Fe total	%
Aci	H ₂ SO ₄ libre	%
AB	Porcentaje de Al ₂ O ₃ libre en la muestra	%
B	Volumen total de la solución en ensayo, dividida por la porción usada	adimensional
Bv	Volumen de NaOH (6.5.6.1)	ml
Bas	Aluminio libre Al ₂ O ₃ (6.5.6.1)	%
C	Factor de conversión de Fe a Fe ₂ O ₃ (6.4.6.1)	adimensional
Con de Al	Concentración de aluminio en la muestra	mg/l
D	Factor de conversión (6.4.6.1)	mg

Df	Factor de dilución (6.6.6.1)	adimensional
F	Factor de relación	adimensional
M	Molaridad	
MM	Miligramos de Fe (6.4.6.1)	mg
MI	Materia insoluble	%
N	Normalidad	
W	Peso de la muestra (6.4.6.1)	g

0.4 Abreviaturas

ANSI	American National Standards Institute
AWWA	American Water Works Association Estándar
ASTM	American Society for Testing Material
AAS	Espectrofotómetro de absorción atómica
EDTA	Ácido etilen diamino tetracético

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma se aplica al sulfato de aluminio y establece las especificaciones que debe cumplir en estado líquido o en forma de terrón o en grano, el cual es usado en el tratamiento de aguas municipales o industriales.

Esta norma establece también especificaciones de sus requisitos físicos, químicos, impurezas; los métodos de ensayo y su forma de empaque, envío, manejo y rotulado.

Para la transferencia de iones y favorecer la formación de flóculos, se tienen una serie de coagulantes para el tratamiento de aguas, uno de los más importantes es el sulfato de aluminio, pero existen otros materiales que se establecen en la tabla 10.25 de NB 689.

2 REFERENCIAS

Las normas de referencia que se presentan en esta norma, contiene disposiciones y requisitos que son parte de esta norma y se consideran valederas para la presente norma. En caso de conflicto prevalecerá lo establecido en esta norma.

NB 689 Instalaciones de agua - Diseño para sistemas de agua potable

3 DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se aplican las siguientes definiciones:

3.1 Alumbre ácido

El alumbre ácido contiene ácido sulfúrico, el cual no se ha combinado con sulfato de aluminio (expresado como " H_2SO_4 libre").

3.2 Alumbre básico

El alumbre básico contiene aluminio soluble en agua, que no se ha combinado como sulfato de aluminio (expresado como " Al_2O_3 libre").

3.3 Comprador

La persona, compañía u organización que adquiere cualquier material o trabajo para ser posteriormente utilizado.

3.4 Fabricante

Es la parte que manufactura, fabrica, o produce materiales o productos.

3.5 Quelatos

Formación de anillos que incluyen al centro metálico en compuestos de coordinación.

3.6 Sulfato de aluminio

Es el producto obtenido por la reacción entre el ácido sulfúrico y un mineral rico en aluminio como la bauxita.

3.7 Sulfato de aluminio purificado

Es el producto que en forma de terrón o grano cumple con los requisitos de esta norma y contiene máximo 0,5 % de materia insoluble en agua.

3.8 Vendedor

La parte que suministra materiales o servicios. Un vendedor puede ser o no ser el fabricante.

4 CLASIFICACIÓN

El sulfato de aluminio se clasifica por su forma de presentación en:

- Sulfato de aluminio seco y,
- Sulfato de aluminio líquido

Asimismo, el sulfato de aluminio seco, se puede presentar en forma de terrones y en forma de granos.

5 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

5.1 Descripción

El sulfato de aluminio es el producto de la reacción entre el ácido sulfúrico y un mineral rico en aluminio como la bauxita, que para su utilización en el tratamiento de aguas, debe cumplir una serie de requisitos físicos y químicos.

5.2 Requisitos

El sulfato de aluminio en estado sólido debe estar seco, limpio y se presentará en forma de terrón o en grano.

El producto en estado líquido es una solución prácticamente saturada de sulfato de aluminio.

La gravedad específica de la solución de sulfato de aluminio debe determinarse utilizando un hidrómetro de precisión adecuado, también puede utilizarse una balanza para gravedad específica o un picnómetro. El fabricante de la solución de sulfato de aluminio está en la obligación de suministrar información acerca del contenido de aluminio expresado como

Al_2O_3 . Para soluciones de diferentes lecturas de gravedad específica esta medición debe efectuarse cuando el producto esté a temperatura ambiente.

5.2.1 Requisitos físicos

5.2.1.1 Sulfato de aluminio en forma de terrón

Tendrá un tamaño de partícula tal que el 100 % pase a través de un tamiz de 7,62 cm (3 plg) y que al menos el 75 % quede retenido en el tamiz de 1,27 cm (1/2 plg) (véase ASTM E 11).

5.2.1.2 Sulfato de aluminio en forma de grano

Este sulfato de aluminio tendrá un tamaño de partícula tal que el 90 % pase a través del tamiz N° 10 y que el 100 % pase a través del tamiz N° 4 (véase ASTM E 11).

5.2.1.3 Claridad de sulfato de aluminio

El sulfato de aluminio, tendrá una turbiedad que permita efectuar lecturas de medidas de flujo sin dificultad.

5.2.2 Requisitos químicos

5.2.2.1 Contenido del aluminio

- a) El sulfato de aluminio en terrón o en grano, purificado, tendrá un contenido de alúmina soluble en agua mínimo del 9,0 % como Al o del 17,0 % como Al_2O_3 .
- b) El alumbre líquido tendrá como mínimo 4,23 % de aluminio soluble en agua como Al, u 8,0 % como Al_2O_3 .

5.2.2.2 Alumbre básico y ácido

El rango de basicidad o acidez del alumbre será acordado entre comprador y vendedor.

5.2.2.3 Materia insoluble en agua

- a) El sulfato de aluminio purificado es el material que se presenta en forma de terrón o en grano y que contiene como máximo 0,5 % de materia insoluble en agua.
- b) El alumbre líquido tendrá máximo 0,2 % de materia insoluble en agua.

5.3 Impurezas

5.3.1 Impurezas generales

El sulfato de aluminio suministrado de acuerdo con las especificaciones de esta norma, puede contener materiales no solubles ó sustancias orgánicas en cantidades que no produzcan deterioro y efectos en la salud del consumidor del agua que va a tratarse con el sulfato de aluminio.

5.3.2 Límites de impureza específicas

El hierro soluble en agua (expresado como Fe_2O_3) contenido en el sulfato de aluminio debe ser máximo del:

- 0,75 %, en una base de 17 % de Al_2O_3 (9 % de Al), en el sulfato de aluminio seco, ó
- 0,35 %, en una base de 8 % de Al_2O_3 (4,23 % de Al), en el sulfato de aluminio líquido.

6 MÉTODOS DE ENSAYO

6.1 Muestreo general y tipos de ensayo

6.1.1 Muestreo General

El muestreo general se desarrollará de acuerdo con lo establecido a continuación.

6.1.1.1 Sitio de muestreo

Las muestras de sulfato de aluminio deben ser tomadas en el punto de destino.

6.1.1.2 Muestreo del sulfato de aluminio en terrón o en grano

Si el producto es manejado en transportador o elevador, puede convenirse un muestreo mecánico.

Si el producto está empacado, debe muestrearse el 5 % de los empaques que estén en perfectas condiciones.

Para muestrear el producto que está en forma de grano a granel se seleccionarán puntos de muestreo uniformemente repartidos en la superficie del material, cuando sea posible, se seleccionarán mínimo 10 (diez) puntos para tomar la muestra, los cuales deben estar separados entre si regularmente. En cada punto debe tomarse como mínimo 3,2 kg.

La muestra debe tomarse cuidadosamente para que sea representativa e incluya cantidades proporcionales de terrón y material en grano.

Para el sulfato de aluminio sólido a granel en vagones o en empaques, se extraerá la muestra usando un tubo muestreador u otro dispositivo que tenga como mínimo 2 cm (3/4 plg) de diámetro.

El material grueso que debe pesar al menos 23 kg debe ser triturado si es necesario, mezclado completamente y dividido en tres porciones de 0,5 kg. Estas muestras deben guardarse en recipientes de vidrio, sellarse herméticamente y protegerlas de la humedad.

Las muestras de 0,5 kg de sulfato de aluminio en grano, destinado a laboratorio debe ser cuarteado en porciones de 100 g, cantidad que se debe moler, ya sea mecánicamente o manualmente en un mortero, hasta un tamaño tal que pase totalmente por un tamiz N° 30 (véase ASTM E11).

Después de ser completamente mezclada, la muestra se coloca en un recipiente hermético. Las muestras de sulfato de aluminio en terrón se dividen de la misma manera, excepto que las muestras no necesitan ser pulverizadas. La cantidad de sustancias debe ser pesada rápidamente para evitar cambios en el contenido de la humedad.

Cada muestra debe rotularse para identificarla y debe aparecer en el rótulo la firma de quien efectuó el muestreo. Las muestras se acompañan de un formulario de control que debe ser llenado por la persona encargada de tomar las muestras.

6.1.1.3 Alúmina líquida

Se toman porciones iguales cinco (5) veces a intervalos regulares de tiempo durante la descarga del carro-tanque o vehículo que transporta el producto. La cantidad de muestra total en este procedimiento será de 2 l.

La muestra total de 2 l debe mezclarse completamente y dividirse en tres porciones de 0,5 l, las cuales se conservarán en un recipiente de vidrio sellado herméticamente.

Cada muestra debe rotularse para identificarla y debe aparecer en el rótulo la firma de quien efectuó el muestreo. Las muestras se acompañan de un formulario de control que debe ser llenado por la persona encargada de tomar las muestras.

6.1.2 Preparación de la muestra

6.1.2.1 Cuarteo

De la muestra de 0,5 kg (aproximadamente 1 lb) de sulfato de aluminio en grano, se trituran 100 g por medios mecánicos o en un mortero manualmente de tal manera que toda la muestra pase a través del tamiz N° 30. Se mezcla y se almacena en un recipiente de vidrio hermético.

La muestra de sulfato de aluminio en terrón se prepara siguiendo el mismo procedimiento indicado para el sulfato de aluminio en grano excepto que la muestra no necesita pulverización.

La cantidad de muestra necesaria para efectuar los ensayos se tomará rápidamente del recipiente de vidrio para evitar que cambie el contenido de humedad.

6.1.2.2 Periodo de análisis de las muestras

El examen de laboratorio realizado por el comprador a una de las tres muestras se hará dentro de los 5 días hábiles siguientes a la recepción del cargamento.

6.1.2.3 Seguridad

Cualquier persona que intervenga en cualquiera de las etapas determinadas en la presente norma, que no tenga cabal conocimiento con el cuidado que se debe tener con cualquiera de los reactivos usados, debe consultar la hoja de datos de higiene y seguridad del fabricante para el producto u otro material de referencia.

6.1.3 Tipos de ensayos

De acuerdo a lo establecido en la presente norma, se establecen (5) cinco tipos de ensayo, a saber:

- Ensayo para la determinación del contenido de materia insoluble, véase 6.2.
- Ensayo para la determinación del contenido de alúmina total soluble y de aluminio, véase 6.3.
- Ensayo para la determinación del contenido de hierro total soluble en agua, véase 6.4.
- Ensayo para la determinación de la basicidad y/o ácido libre, véase 6.5.
- Ensayo alternativo para determinar alúmina total, véase 6.6.

6.2 Ensayo para la determinación del contenido de materia insoluble

6.2.1 Resumen del método

Este método tiene el propósito de determinar el material insoluble en el sulfato de aluminio, mediante su disolución en agua destilada, para que después de un proceso de agitación, se filtre y se determine el porcentaje de materia insoluble en agua por peso.

6.2.2 Aparatos y material

6.2.2.1 Aparatos, instrumentos

- Filtro de fibra de vidrio Wathamn GFA o equivalente.
- Crisol Gooch.
- Desecador.
- Balanza para secado con capacidad de hasta 150 °C, con indicador de temperatura con precisión de 1 °C.

6.2.2.2 Material

- Agua destilada.
- Solución al 5 % de cloruro de bario.

6.2.3 Muestreo

El muestreo se realiza de acuerdo a lo establecido en 6.1.1, para el material en seco (véase 6.1.1.2) y para el material líquido (véase 6.1.1.3).

6.2.4 Preparación de la muestra

La muestra a ensayar se prepara según lo establecido en 6.1.2.1, de la cual se toma:

- Para material en seco, una muestra de 20 g de sulfato de aluminio.
- Para material líquido, una muestra de 40 ml de sulfato de aluminio.

6.2.5 Procedimiento

6.2.5.1 Procesos previos

Se coloca el filtro de fibra de vidrio Wathamn GFA o su equivalente dentro del Crisol Gooch, se deja secar entre 105 °C y 110 °C y se transfiere a un desecador, se deja enfriar y se pesa con aproximación al 0,001 g.

6.2.5.2 Disolución

Se pesan 20 g de sulfato de aluminio seco o 40 ml de sulfato de aluminio líquido con aproximación a 0,01 g, se disuelve el sulfato de aluminio seco en 150 ml de agua destilada caliente y se agita durante unos pocos minutos. En la misma forma se diluye el sulfato de aluminio en 150 ml de agua destilada caliente y se agita.

6.2.5.3 Filtrado

Se filtra la preparación en el Crisol Gooch, preparado según lo determina 6.2.5.1.

6.2.5.4 Residuo

Se lava el residuo con agua destilada caliente hasta que el filtrado esté libre de sulfatos (esto se evidencia cuando la solución no se precipita después de añadir una solución al 5 % de cloruro de bario).

El residuo se seca en horno a una temperatura que varíe entre 105 °C y 110 °C, se lleva a peso constante y se pesa con aproximación al 0,001 g.

6.2.6 Interpretación de resultados

Se calcula el porcentaje de materia insoluble en agua, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$MI = \frac{\text{peso de residuo insoluble}}{\text{peso de la muestra}} \cdot 100$$

donde:

MI: Materia insoluble en agua, en %

6.3 Ensayo para la determinación del contenido de alúmina total soluble y de aluminio

6.3.1 Resumen del método

6.3.1.1 Aplicación

Este método es aplicable en presencia de cantidades regulares de hierro libre en sulfato de aluminio en estado líquido o sólido. Provee especificaciones para alúminas líquidas ácidas y altamente básicas.

La aplicación está restringida al sulfato de aluminio, cuyo porcentaje de ácido sulfúrico libre con relación al porcentaje de Al_2O_3 no excede en 0,85 %.

6.3.1.2 Principio

El aluminio en la muestra es acomplejado con un exceso de solución estándar de EDTA en ebullición en presencia de una solución reguladora de acetato de amonio. Se usa el naranja de xilenol como indicador.

6.3.1.3 Interferencia

El hierro, si está presente, es titulado también; por ello debe hacerse una corrección.

6.3.2 Aparatos, instrumentos y reactivos

6.3.2.1 Aparatos, instrumentos

- Balanza analítica, con resolución de 0,0001 g
- Balanza con resolución de 0,1 g
- Vasos de precipitados de 1.500 ml, 400 ml, 250 ml, 150 ml, 100 ml
- Probetas graduadas de 500 ml, 100 ml, 50 ml y 25 ml
- Goteros o pipetas de polietileno de 125 ml y de 60 ml

- Frascos de polietileno de 1 l
- Buretas clase A de 25 ml y 10 ml
- Erlenmeyer de 500 ml y 250 ml
- Matraces de 1 l y 500 ml
- Pipetas volumétricas de transferencia clase A, de 50 ml.
- Jeringa desechable sin aguja de 1 ml, se usa una para cada una de las muestras que van a ensayarse.
- Perlas de ebullición, agitador y pinzas

6.3.2.2 Reactivos

a) Agua

El agua usada para la preparación de los reactivos y en el proceso del ensayo debe ser destilada y desionizada.

b) Solución reguladora de acetato de amonio

Se disuelve 500 g de acetato de amonio en 500 ml de agua y se colocan en un vaso de precipitados de 1 500 ml. Se adiciona 20 ml de ácido acético glacial.

c) Solución de EDTA 0,05M

La solución se prepara y se estandariza de acuerdo con lo indicado en la ASTM E200.

d) Solución de ácido sulfúrico 1:1

A 25 ml de agua se adicionan cuidadosamente y agitando 25 ml de ácido sulfúrico, se deja enfriar, se almacena en un frasco de polietileno o vidrio con gotero.

e) Solución indicadora de naranja de xilenol, al 0,1 %

Se prepara disolviendo 0,1 g de sal tetrasódica de naranja de xilenol en 100 ml de agua. Se almacena en una botella con gotero, la vida útil de esta solución es de aproximadamente 6 meses.

f) Solución estándar 0,05M de sulfato de zinc

Se prepara disolviendo 15 g de sulfato de zinc heptahidratado con agua, transfiriéndolo a un matraz aforado de 1 000 ml de capacidad.

Esta solución se diluye hasta la marca con agua. Se estandariza la solución de zinc de la siguiente manera:

Se toman con la pipeta 25 ml de la solución estándar 0,05 M de EDTA y se colocan dentro del Erlenmeyer de 250 ml de capacidad. Se adicionan 50 ml de agua y entre 24 ml a 25 ml de solución reguladora de acetato de amonio, y 3 gotas ó 4 gotas de la solución indicadora de naranja de xilenol.

El EDTA titula con la solución de sulfato de zinc desde una bureta de 25 ml hasta que el color cambie de amarillo a rojo violeta.

El factor F se calcula de la siguiente manera:

$$F = \frac{\text{EDTA usados, en ml}}{\text{ZnSO}_4 \text{ usados, en ml}}$$

6.3.3 Muestreo

El muestreo se realiza de acuerdo a lo establecido en 6.1.1.

6.3.4 Preparación de la muestra

Para la preparación de las muestras se tienen dos procedimientos:

- muestra estándar para el sulfato de aluminio líquido y para el sulfato de aluminio líquido libre de hierro, y
- para los otros productos del sulfato de aluminio

6.3.4.1 Preparación de la muestra estándar para el sulfato de aluminio líquido y para el sulfato de aluminio líquido libre de hierro

- a) En un Erlenmeyer de 500 ml o en un vaso de precipitados de 400 ml se adicionan 50 ml de agua.
- b) Con la jeringa de 1 ml se toma una cantidad de muestra hasta la marca de la jeringa, se seca la jeringa y se pesa con aproximación al 0,1 mg.
- c) Se transfiere la muestra a un vaso de precipitados y se pesa nuevamente la jeringa con aproximación al 0,1 mg y se obtiene el peso de la muestra por diferencia.
- d) Se adicionan 2 gotas de la solución 1:1 de ácido sulfúrico y se mezcla.
- e) Se continúa con el procedimiento (véase 6.3.5).

6.3.4.2 Preparación de la muestra para los otros productos del sulfato de aluminio

- a) Se calcula el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula:

$$\text{gramos de muestra} = \frac{115}{\text{porcentaje total de Al}_2\text{O}_3 \text{ esperado}}$$

Se toma una muestra de este tamaño con una precisión de $\pm 0,1$ g y se pesa con una precisión de $\pm 0,001$ g. Se transfiere cuantitativamente a los vasos de precipitados de 400 ml y se diluye con 300 ml con agua.

- b) Se adiciona la solución de ácido sulfúrico en la cantidad especificada, de la siguiente manera:
 - Para productos de sulfato de aluminio que contienen no más de unas pocas décimas de porcentaje de Al_2O_3 libre o de ácido sulfúrico libre se adicionan entre 18 gotas y 20 gotas de la solución de ácido sulfúrico en el vaso de precipitados.
 - Para acidificar productos de sulfato de aluminio, se calcula la cantidad de ácido sulfúrico que debe ser adicionada como sigue (véase 6.3.6.2 inciso a).

$$\text{gotas de H}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{peso de muestra (g)} \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ en muestra (\%)}}{5}$$

Esa es la cantidad de ácido sulfúrico 1:1 que debe adicionarse al vaso de precipitados.

- Para valores especialmente altos de productos de sulfuro de aluminio (alúmina que contiene más de unas décimas de porcentaje de Al_2O_3 libre), se calcula la cantidad de ácido sulfúrico que debe adicionarse como sigue:

$$\text{gotas de H}_2\text{SO}_4 = 19 + (A \cdot AB \cdot 0,06)$$

donde:

A: peso de la muestra, en g

AB: porcentaje de Al_2O_3 libre en la muestra, en %

Esa es la cantidad de H_2SO_4 que debe adicionarse al vaso de precipitados.

- Para muestras de alúmina seca, se agita con una varilla de vidrio y se calienta si es necesario, para disolver completamente la muestra. Se deja enfriar la solución a temperatura ambiente y se transfiere cuantitativamente a un balón aforado de 500 ml, se diluye hasta la marca con agua.
- Se toman con la pipeta 50 ml de la muestra y se colocan en un Erlenmeyer de 500 ml o en un vaso de precipitados de 400 ml (véase 6.3.6.2, inciso b).
- Se continúa con el procedimiento indicado en 6.3.5.

6.3.5 Procedimiento

- Se toman con la pipeta 50 ml de la solución estándar 0,05 M de EDTA y se adicionan a la muestra que esta preparada en solución. Se adicionan 25 ml de la solución reguladora de acetato de amonio. Se agita suavemente y se mezcla adicionando perlas de ebullición.
- Se calienta el contenido en una estufa y se continúa la ebullición por 2 min a 3 min (véase 6.3.6.2 inciso c). Se enfría la solución a temperatura ambiente.
- Se adicionan de 3 gotas a 4 gotas de la solución indicadora de naranjado de xilenol, se titula el exceso de EDTA con la solución estándar 0,05 M de sulfato de zinc desde una bureta de 25 ml hasta que el color cambie de amarillo a rojo violeta.
- Se determina el contenido total de hierro en la muestra como Fe_2O_3 con el método descrito en 6.4.5. (Se omite este paso cuando se analiza el hierro libre).

6.3.6 Interpretación de resultados

6.3.6.1 Cálculos

El porcentaje de Al_2O_3 , se determina con la siguiente formula:

$$\% \text{ de } \text{Al}_2\text{O}_3 = AA - (\% \text{ de Fe total como } \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 0,6385)$$

Donde, el porcentaje de Fe total como Fe_2O_3 se determina de acuerdo a lo establecido en 6.4 (ensayo para la determinación del contenido de hierro total soluble en agua); y AA es el porcentaje de Al_2O_3 y de Fe total expresado como Al_2O_3 , que se calcula con:

$$AA = \frac{\{ [(\text{EDTA})(\text{ml}) - (\text{Zn SO}_4)] F \} \cdot \text{molalidad de EDTA} \cdot 5,098}{\text{peso de la muestra titulada en g}}$$

donde:

EDTA: Volumen de EDTA corregidos a 20°C.

ZnSO₄: Volumen de ZnSO₄ determinado en el inciso f) de 6.3.2.2.

F: Factor determinado en el inciso f) de 6.3.2.2.

6.3.6.2 Notas

- a) El cómputo de la cantidad de ácido sulfúrico adicionado a las soluciones acidificadas de sulfato de aluminio está entre 0 gotas y 19 gotas de solución ácida 1:1.

Si el cómputo particular muestra un resultado pequeño o negativo en su valor para el número de gotas, (esto es de 1 a 3), no se adiciona la solución de NaOH 6N.

Si resultan 4 gotas o más, se adicionan 3 gotas de la solución de NaOH 6N por cada gota de H₂SO₄ 1:1 calculadas.

- b) La alícuota de la muestra en solución, para la titulación contendrá entre 0,110 g y 0,125 g de aluminio calculado como Al₂O₃.

Si la muestra que se toma es de buen tamaño, el cambio de color puede darse al adicionar la primera gota de sulfato de zinc. En este caso el análisis se hace con alícuota de 25 ml de la solución que va a ensayarse.

- c) A la muestra en solución, se le adiciona un exceso de EDTA en solución y la solución reguladora de acetato de amonio, luego la mezcla, se coloca en ebullición hasta que el aluminio forme el complejo con el EDTA. Un tiempo de ebullición de 2 min a 3 min es adecuado. No se requiere un estricto control del volumen, sin embargo no se debe dejar evaporar a sequedad la muestra.

- d) Quelatos de EDTA con cationes multivalentes en base 1:1, la valencia del hierro no tiene incidencia y debe corregirse sólo para el hierro total expresado como Al₂O₃.

6.4 Ensayo para la determinación del contenido de hierro total soluble en agua

6.4.1 Resumen del método

En este ensayo se determina el porcentaje del contenido de hierro total soluble en agua, mediante la aplicación de varias soluciones y se determina el porcentaje con la ayuda de un espectrofotómetro, para ciertos intervalos de contenido de hierro en el sulfato de aluminio.

6.4.2 Aparatos y reactivos

6.4.2.1 Aparatos

Espectrofotómetro.

6.4.2.2 Reactivos

- a) Solución al 10 % en peso de tiocianato de potasio (KCNS)

- b) Solución 1:1 de ácido sulfúrico en volumen 18 N. Se prepara mezclando cuidadosamente, mientras se agita, igual volumen de agua y ácido sulfúrico en un vaso de precipitados, solución que debe dejarse enfriar a temperatura ambiente, se debe considerar también que siempre debe adicionarse el ácido al agua.
- c) Solución al 1 % de permanganato de potasio KMnO_4 . Esta solución debe guardarse en frascos de vidrio de color ámbar, bajo esas condiciones tiene un tiempo de vida útil de seis (6) meses.
- d) Solución patrón de Fe (0,10 Fe/ml). Se prepara por disolución de la solución patrón de 1,0 mg Fe/ ml, a la cual se incluyen 10 ml de la solución de H_2SO_4 1:1 por cada litro de la solución patrón.

6.4.3 Muestreo

El muestreo se prepara de acuerdo a lo establecido (véase 6.1.1).

6.4.4 Preparación de la muestra

- a) En un balón aforado de 100 ml de capacidad se coloca 1 ml de solución patrón de hierro (véase 6.4.2.2) con una pipeta, luego se adicionan 50 ml de agua, 10 ml de solución 1:1 de ácido sulfúrico, y gota a gota solución de permanganato de potasio hasta obtener un color rosado que sea persistente. Finalmente se adicionan 10 ml de solución al 10 % de tiocianato de potasio y se diluye hasta la marca. Se lee en el espectrofotómetro a 475 mm, dentro de los 10 min siguientes contrastando contra un blanco, el cual se prepara adicionando 10 ml de solución de KCNS, 10 ml de solución 1:1 de ácido sulfúrico en un balón aforado de 100 ml y diluyendo con agua hasta la marca y mezclando.
- b) Se repite el procedimiento utilizando 2 ml, 3 ml, 4 ml y 5 ml de solución patrón de hierro (0,10 mg/ml).

Las lecturas deben efectuarse dentro de los 10 (diez) min, siguientes a la preparación de las soluciones

- c) Si el espectrofotómetro no permite la lectura directa debe elaborarse una curva de calibración utilizando los valores de la absorbancia en función de los miligramos de hierro o elaborando una gráfica del porcentaje de transmitancia en función de los miligramos de hierro en papel semilogarítmico. Es preferible encontrar la relación utilizando una ecuación.
- d) Para las muestras se pesan 10 g de sulfato de aluminio líquido con aproximación al 0,01 g ó 5 g de sulfato de aluminio seco.

6.4.5 Procedimiento

Las muestras de 10 g de sulfato de aluminio líquido o de 5 g de sulfato de aluminio seco se diluyen en 1 l, en un balón aforado de 100 ml de capacidad se adicionan 10 ml de la muestra que está en solución, 50 ml de agua, 10 ml de solución 1:1 de ácido sulfúrico, gota a gota solución del 1 % de permanganato de potasio hasta obtener un color rosado persistente. Se deja enfriar a temperatura ambiente. Se adicionan 10 ml de la solución de tiocianato de potasio y se diluye hasta la marca. Se efectúa la lectura en un espectrofotómetro a 475 μm , utilizando un blanco para contrastar y se efectúan las lecturas dentro de los 10 min siguientes a la preparación de la muestra.

Este procedimiento es utilizado para determinar el contenido de hierro en el sulfato de aluminio líquido en un intervalo entre 0,1 % y 0,7 % de Fe_2O_3 . Si el contenido de hierro esta fuera de este intervalo, se debe tomar una alícuota adecuada, la cual debe tenerse en cuenta en el momento de efectuar el cálculo establecido (véase 6.4.6.1).

6.4.6 Interpretación de resultados

Para la interpretación de los resultados del contenido de hierro total soluble en agua, en el sulfato de aluminio, se tiene:

6.4.6.1 Cálculos

$$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{ en } (\%) = \frac{\text{MM} \cdot \text{B} \cdot \text{C} \cdot 100}{\text{W} \cdot \text{D}}$$

donde:

MM: son miligramos de Fe

B: es el volumen total de la solución en ensayo, dividida por la porción usada:

$$1\,000\text{ ml}/10\text{ ml} = 100$$

C: es el factor de conversión de Fe a $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,4297$

W: es el peso de la muestra, en g

D: es el factor de conversión, peso de la muestra en gramos a miligramos = 1 000

En consecuencia, aplicando los valores del ensayo:

$$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{ en } (\%) = \frac{\text{MM} \cdot 100 \cdot 1,4297 \cdot 100}{\text{W} \cdot 1\,000}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3, \text{ en } (\%) = \frac{\text{M} \cdot 14,297}{\text{W}}$$

Cuando la ecuación es usada para la conversión de la absorbancia

para:

MM = 0,106 mg Fe

W = 10,2 g

$$0,15\% \text{ de Fe como } \text{Fe}_2\text{O}_3 = \frac{0,106 \cdot 14,297}{10,2}$$

6.4.6.2 Ion férrico

Para determinar el ión férrico, se utiliza el procedimiento indicado para el ensayo de hierro total, excepto que no se usa el permanganato de potasio.

6.4.6.3 Hierro ferroso

Se resta del valor obtenido para el ión férrico expresado como Fe_2O_3 (véase 6.4.6.2) del total de óxido de hierro (véase 6.4.6.1) expresado como Fe_2O_3 . Esta diferencia representa la cantidad de hierro ferroso en términos de Fe_2O_3 . Si se multiplica este resultado por 0,90 se obtiene el contenido de ión ferroso en términos de óxido ferroso (FeO).

6.5 Ensayo para determinar la basicidad y/o ácido libre

6.5.1 Resumen del método

El método descrito para determinar la basicidad y/ ácido libre, se denomina como método directo y está basado en la descomposición de las sales de aluminio por exceso de fluoruro de potasio neutro para formar dos compuestos estables y neutros a la fenolftaleína.

6.5.2 Reactivos

Entre los reactivos se tienen las soluciones descritas a continuación:

6.5.2.1 Solución alcohólica al 0,1 % de fenolftaleína

6.5.2.2 Solución de fluoruro de potasio

Se prepara disolviendo 1 000 g de fluoruro de potasio puro en 1 200 ml de agua caliente y destilada libre de CO_2 y 0,5 ml de fenolftaleína (véase 6.5.2.1), luego se neutraliza con la solución de hidróxido de potasio o de ácido sulfúrico hasta que 1 ml de la solución en 10 ml de agua destilada libre de CO_2 presente un leve color rosado.

Si existe materia insoluble debe filtrarse la solución sin lavar. Finalmente se diluye en 2 000 ml con agua libre de CO_2 . Debe almacenarse en envases plásticos.

6.5.2.3 Soluciones 0,5 N de ácido sulfúrico y 0,5 N de hidróxido de sodio

Se estandariza el álcali contra un ácido en 40 ml de agua destilada a la cual se le han adicionado 10 ml de la solución de fluoruro de potasio (véase 6.5.2.2), debe adicionarse fenolftaleína como indicador (véase 6.5.2.1).

6.5.3 Muestreo

El muestreo se prepara de acuerdo a lo establecido en 6.1.1.

6.5.4 Preparación de la muestra

Se usa la muestra en solución equivalente en:

3,5 g de sulfato de aluminio seco ó 7,0 ml de sulfato de aluminio líquido.

6.5.5 Procedimiento

Se toma la muestra en solución equivalente y se disuelve en 1 000 ml de agua destilada caliente y se calienta hasta su ebullición.

Se adiciona a la solución caliente 10 ml de solución de ácido sulfúrico 0,5 N. Se enfría a temperatura ambiente. Se adiciona de 18 ml a 20 ml de solución de fluoruro de potasio y 0,5 ml de solución de fenolftaleína. Se titula con solución 0,5 N de hidróxido de sodio, gota a gota, hasta que el color rosado persista durante 1 min. La titulación indica si la muestra es ácida o básica.

6.5.6 Interpretación de resultados

6.5.6.1 Cálculos

Para la determinación de la alúmina libre en Al_2O_3 :

$$\text{Bas} = \frac{(\text{Av} - \text{Bv}) \cdot 0,0085}{\text{Peso de la muestra}} \cdot 100$$

donde:

Bas: es la alúmina libre Al_2O_3 , en %

Av: es el volumen de H_2SO_4 0,5 N, en ml

Bv: es el volumen de NaOH 0,5 N, en ml

Para la determinación del porcentaje de H_2SO_4 libre, se tiene:

$$\text{Aci} = \frac{(\text{Bv} - \text{Av}) \cdot 0,0245 \cdot 100}{\text{Peso de la muestra}} \cdot 100$$

donde:

Aci: es el H_2SO_4 libre, en %

Av: es el volumen de H_2SO_4 0,5 N, en ml

Bv: es el volumen de NaOH 0,5 N, en ml

6.5.6.2 Interpretación de resultados

La alúmina es básica, si la retrotitulación con hidróxido de sodio es menor que la cantidad de ácido sulfúrico adicionado (esto es menos de 10 ml).

Existe ácido libre, si la cantidad de hidróxido de sodio utilizada en la retrotitulación es mayor que la cantidad de ácido sulfúrico adicionado (esto es mayor que 10 ml).

La muestra es neutra, si la cantidad de hidróxido de sodio utilizada en la retrotitulación es igual a la cantidad de ácido sulfúrico adicionada.

6.6 Ensayo alternativo para determinar alúmina total

6.6.1 Resumen del método

El método alternativo se refiere al método analítico, que determina la alúmina total por espectroscopia de absorción atómica.

6.6.2 Reactivos y aparatos

6.6.2.1 Reactivos

a) Agua desionizada

b) Solución de cloruro al 25 %

Para la solución de cloruro al 25 %, se debe disolver 125 g de cloruro de potasio (KCl)

grado reactivo, en agua desionizada, en un balón volumétrico de 500 cm³ y completar a volumen.

- c) Ácido nítrico (HNO₃), concentrado, grado reactivo.
- d) Solución de referencia de aluminio, que contenga 1 000 mg/l de Al
- e) Soluciones de referencia de aluminio, de trabajo

En una serie de balones volumétricos de 100 ml, se adiciona mediante una pipeta, a cada uno de los balones 0,0 ml; 1,0 ml; 2,5 ml y 5,0 ml de la solución de referencia de aluminio 1.000 mg Al/l. Se adiciona 2,0 ml de solución de KCl al 25 % y 1,0 ml de ácido nítrico concentrado a cada balón. En seguida, se diluye con agua desionizada y se completa a volumen, y se mezcla. Estas soluciones de referencia tienen una concentración de 0 mg/l, 10 mg/l, 25 mg/l y 50 mg/l de Al, respectivamente.

6.6.2.2 Aparatos

- a) Espectrofotómetro de absorción atómica (AAS)
- b) Lámpara de cátodo de aluminio
- c) Balones volumétricos de varios tamaños
- d) Balanza analítica de precisión 0,001 g
- e) Pipetas volumétricas de varios tamaños

Asimismo, las condiciones de operación del instrumento, deben ser:

- Longitud de onda: 309,3 nm
- Ancho de rejilla: 0,7 nm
- Energía de la lámpara: 15 miliamperios (mA).
- Combustible: N₂O - Acetileno, oxidante (delgada, azul).
- Presión del gas: según recomendaciones del fabricante, dependiendo del tipo de control de gas en uso.

6.6.3 Muestreo

El muestreo se realiza de acuerdo a lo establecido (véase 6.1.1)

6.6.4 Preparación de la muestra

Para preparar la muestra, se hacen diluciones, con agua desionizada, hasta lograr que la dilución se encuentre dentro del rango lineal de trabajo del instrumento (menos de 50 mg/l de Al).

Generalmente, la primera dilución es 1:50, todas las muestras deben ser pesadas con precisión de 0,001 g, para preparar la segunda dilución, se toma con una pipeta 5,0 ml de la solución anterior y se llevan a un balón volumétrico de 100 ml.

6.6.5 Procedimiento

6.6.5.1 Preparaciones adicionales

Con una pipeta, se colocan 2,0 ml de la solución de KCl al 25 % y 1,0 ml de HNO₃ concentrado en el balón volumétrico y se complementa a volumen con agua desionizada y se mezcla. Se debe preparar un blanco, repitiendo este paso, utilizando un balón volumétrico limpio y seco.

6.6.5.2 Optimización de parámetros

Optimizar los parámetros experimentales, tales como longitud de onda, posición del quemador, alineación de la lámpara, relaciones combustible oxidante, velocidad de nebulización, según las instrucciones del fabricante.

6.6.5.3 Medición de absorbancia

Aspirar y medir la absorbancia del blanco y de una serie de soluciones de referencia de trabajo. El rango de concentración de las soluciones de referencia varía de 0 mg/l a 50 mg/l de Al.

Aspirar y medir la absorbancia de las soluciones diluidas de la muestra.

6.6.5.4 Curva de calibración

Preparar una curva de calibración, graficando la absorbancia en función de la concentración de Al, en mg/l, para las soluciones de referencia. Obtener la concentración de Al en mg/l, en soluciones diluidas de la muestra, a partir de los valores de absorbancia y los correspondientes de concentración de la curva de calibración.

6.6 Interpretación de resultados

6.6.6.1 Cálculos

La concentración de aluminio en la muestra (Con. de Al), en mg/l, se calcula mediante:

$$\text{Con. de Al} = (\text{mg/l en la muestra diluida}) \cdot Df$$

donde:

Con. de Al: es la concentración de aluminio en la muestra, en mg/l

Df: es el factor de dilución apropiado

El porcentaje de aluminio, se determina por:

$$\text{Porcentaje de Al} = (\text{mg/l de Al}) / 10\,000$$

El porcentaje de Al_2O_3 , se determina con:

$$\text{Porcentaje de Al}_2\text{O}_3 = (\% \text{ Al}) \cdot 1,89$$

Precisión: La desviación en la muestra es 1,8 % y fue determinada por triplicado de cuatro (4) muestras y por un operador.

6.6.6.2 Registro de datos

Se debe registrar la desviación en la muestra en porcentaje, con la cantidad realizada de determinaciones, la cantidad de muestras y los datos del operador.

6.7 Repetición de pruebas

Para cumplir lo establecido en la norma, se debe contar con un informe de no conformidad.

Cuando el informe determine que el sulfato de aluminio entregado no sea conforme con los requisitos de la norma, el comprador debe suministrarle al vendedor el informe sobre la no conformidad, dentro de los 10 (diez) días hábiles siguientes a la recepción del producto en el sitio de destino.

Los resultados de los ensayos hechos por el comprador prevalecerán salvo que el vendedor notifique al comprador, dentro de los 5 (cinco) días hábiles siguientes a la recepción del informe sobre su deseo de efectuar un nuevo ensayo.

Cuando el comprador reciba la petición para efectuar el nuevo ensayo, enviará al vendedor una muestra sellada y tomada de acuerdo con lo establecido (véase 6.1).

En el caso de que el resultado obtenido por el vendedor en el nuevo ensayo no coincida con el obtenido por el comprador, se enviará la otra muestra sellada y sin abrir a un laboratorio de referencia que sea escogido por acuerdo entre las partes. El resultado del análisis efectuado en el arbitraje debe aceptarse como el final y los costos de los ensayos serán sufragados por el vendedor, si se encuentra que el material no cumple con los requisitos de esta norma, en caso contrario estará a cargo del comprador.

6.8 Rechazo

Cuando el sulfato de aluminio ensayado bajo las condiciones de esta norma, no cumpla con las especificaciones físicas y químicas establecidas en esta norma y las adicionales que el comprador pueda establecer en la orden de compra se debe notificar al vendedor inmediatamente se detecte este incumplimiento, pero en cualquier caso, dentro de los treinta (30) días siguientes a la recepción del material.

6.9 Retiro de material

Si el producto no está conforme con los requisitos de esta norma, el vendedor podrá retirarlo o convenir con el comprador un ajuste sobre el precio.

7 INSPECCIONES Y CERTIFICACIONES

7.1 Certificado de cumplimiento

El comprador puede solicitar al fabricante o al vendedor del sulfato de aluminio un certificado en donde se establezca que el producto cumple con los requisitos de esta norma o un certificado de análisis del sulfato de aluminio.

El comprador puede hacer sus propios ensayos para verificar la conformidad del producto con la norma.

7.2 Certificación del peso

El comprador puede solicitar que el cargamento venga acompañado de un certificado de peso, o pueda ser también verificado por el comprador a la entrega del mismo.

8 EMPAQUE, ENVÍO, MANEJO Y ROTULADO

8.1 Empaque y envío

El empaque y envío del sulfato de aluminio cumplirá al menos, lo siguiente:

8.1.1 Sulfato de aluminio en forma de terrón y/o en grano

Podrá enviarse a granel o en tambores metálicos o en bolsas de papel de varias capas. El peso de los empaques, no debe diferir del nominal en más del 2,5 %.

Si se hace alguna excepción con respecto al peso del material recibido, ésta se basará en un certificado del peso unitario, que no será menor al 10 % de los empaques del cargamento. Estos deben seleccionarse al azar de todo el despacho.

8.1.2 Sulfato de aluminio en forma líquida

El sulfato de aluminio líquido podrá enviarse en tanques y carro-tanques. El tanque debe estar construido en un material adecuado que sea inerte al ataque ácido del producto.

Los tanques y carro-tanques tendrán una condición tal que les permita transportar el alumbre líquido sin alterar su naturaleza y sin producir ningún efecto que reduzca la posibilidad de uso del sulfato de aluminio en el tratamiento de agua municipal o industrial.

En caso de que la transacción comercial se haga por una cantidad inferior a la de la capacidad del embarque, el comprador y el vendedor deben acordar el tamaño y el tipo del contenedor que va a utilizarse.

8.2 Contaminación

El vendedor debe inspeccionar cuidadosamente el embalaje que se utilice antes de cargar el producto, para garantizar que el sulfato de aluminio no va ser contaminado.

8.3 Manejo

Las etapas de la manipulación de las sustancias químicas desde su recepción hasta su aplicación, se encuentran determinadas en el capítulo 6 del reglamento técnico de diseño para plantas potabilizadoras de agua, de la NB 689.

8.4 Rotulado

Cada despacho de sulfato de aluminio en terrón o en grano debe venir acompañado de una identificación.

Cada contenedor o embalaje en general tendrá marcado en forma indeleble al menos, la siguiente información:

1. Contenido: sulfato de aluminio
2. Peso neto
3. Nombre del fabricante
4. Marca de fábrica

9 BIBLIOGRAFÍA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS - ASTM

ASTM E 11 Standard Specification for wire cloth and sieves for testing purposes

ASTM E 200 Practice for Preparation, Standardization, and storage solutions for chemical analysis

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION - AWWA

ANSI/AWWA B403 Standard for aluminum sulfate liquid

Anexo A (Informativo)

Coagulación - Principales productos

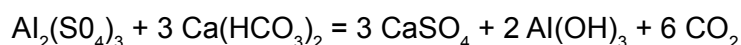
A.1 COAGULACION

La coagulación consiste en introducir en el agua un producto capaz:

- de neutralizar la carga de los coloides, generalmente electronegativos, presentes en el agua,
- de formar un precipitado.

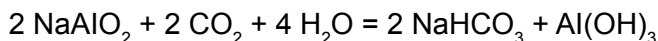
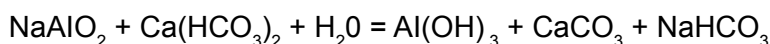
A.2 PRINCIPALES PRODUCTOS COAGULANTES, REACCIONES QUÍMICAS EN LA COAGULACIÓN

1. Sulfato de alúmina:



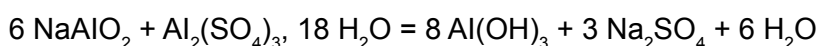
Dosis: De 15 g/m³ a 100 g/m³, según la turbiedad del agua, de reactivo comercial $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 18 H₂O.

2. Aluminato sódico solo:



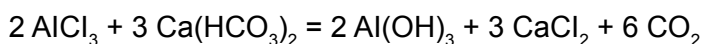
Dosis: De 5 g/m³ a 50 g/m³, según la turbiedad del agua, de reactivo comercial al 50 % de Al_2O_3 .

3. Sulfato de alúmina + aluminato sódico:



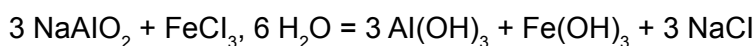
Dosis: Para una reacción equimolecular, la cantidad de aluminato sódico comercial que se precisa es un 75 % de la dosis de sulfato de alúmina comercial. Sin embargo, la dosis de aluminato puede ser mucho menor, y, en este caso, el reactivo sólo sirve para provocar la coagulación del sulfato de alúmina.

4. Cloruro de aluminio (de empleo excepcional):



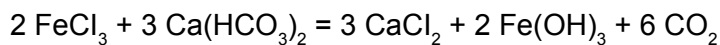
Dosis: De 12 g/m³ a 40 g/m³ de reactivo comercial AlCl_3 , 6 H₂O, según la turbiedad del agua.

5. Aluminato sódico + cloruro férrico:



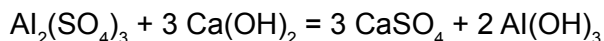
Dosis: Se necesita aproximadamente igual cantidad de aluminato sódico comercial, de una riqueza del 50 % en Al_2O_3 , que de cloruro férrico comercial FeCl_3 , 6 H_2O .

6. Cloruro férrico solo:



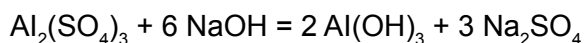
Dosis: 5 g/m³ a 100 g/m³ de cloruro férrico comercial FeCl_3 , 6 H_2O , según la turbiedad del agua.

7. Sulfato de alúmina + cal:



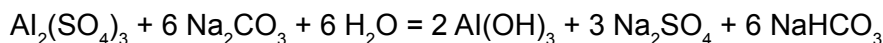
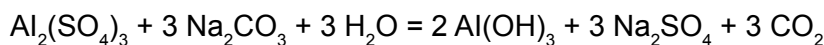
Dosis: La cal $\text{Ca}(\text{OH})_2$ que se precisa es un tercio de la dosis de sulfato de alúmina comercial $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 18 H_2O .

8. Sulfato de alúmina + sosa cáustica:



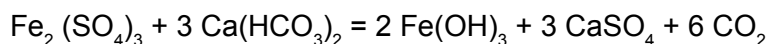
Dosis: La dosis de sosa cáustica NaOH que se precisa es un 36 % de la dosis de sulfato de alúmina comercial $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 18 H_2O .

9. Sulfato de alúmina + carbonato sódico:



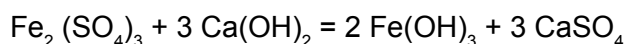
Dosis: Se necesita una cantidad de sosa entre el 50 % y el 100 % de la dosis de sulfato de alúmina comercial $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 18 H_2O .

10. Sulfato férrico:



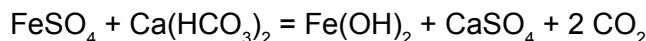
Dosis: De 10 g/m³ a 50 g/m³ de reactivo comercial $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 9 H_2O , según la turbiedad del agua.

11. Sulfato férrico + cal:



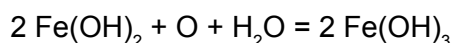
Dosis: Se necesita una cantidad de cal $\text{Ca}(\text{OH})_2$ igual al 40 % de la dosis de sulfato de hierro $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 9 H_2O .

12. Sulfato ferroso:

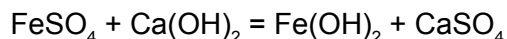


Dosis: De 5 g/m³ a 25 g/m³ de reactivo comercial FeSO_4 , 7 H_2O , según la turbiedad del agua.

En aguas aireadas, el hidróxido ferroso se oxida pasando a hidróxido férrico:



13. Sulfato ferroso + cal:



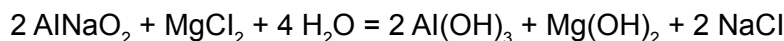
Dosis: Se precisa una cantidad de cal Ca(OH)_2 igual al 26 % de la dosis de sulfato ferroso FeSO_4 , 7 H_2O .

14. Sulfato ferroso + cloro:



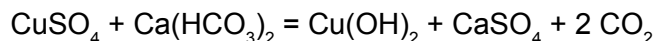
Dosis: Se necesita una cantidad de cloro igual al 12 % de la dosis de sulfato ferroso FeSO_4 , 7 H_2O .

15. Aluminato sódico + cloruro magnésico:



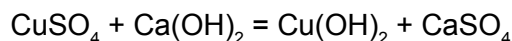
Dosis: La dosis de MgCl_2 , 6 H_2O que se necesita es un 125 % de la dosis de aluminato del 50 % en Al_2O_3 .

16. Sulfato cúprico:



Dosis: De 5 g/m³ a 20 g/m³.

17. Sulfato cúprico + cal:



Dosis: Se necesitan 30 g de cal Ca(OH)_2 por cada 100 g de sulfato cúprico CuSO_4 , 5 H_2O .

18. Ozono

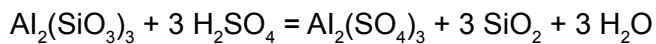
El ozono no es coagulante en el sentido propio de la palabra, puesto que no ejerce acción alguna sobre las cargas eléctricas de los coloides del agua.

Sin embargo, en algunos casos bien definidos, cuando el agua contiene complejos que ligan materias orgánicas al hierro o al manganeso, puede suceder que el ozono actúe como ayudante de coagulación. Por una parte, se comprueba la destrucción por el ozono de estos complejos, y, por otra, la oxidación de los iones metálicos así liberados. Si se alcanzan las condiciones de pH requeridas, se formará un precipitado, generalmente frágil y poco voluminoso. Las características de densidad y de cohesión del floculo formado son insuficientes para que se consiga una decantación aceptable, pero puede realizarse una coagulación sobre filtro.

A.3 FABRICACIÓN INDUSTRIAL DEL SULFATO DE ALÚMINA

1. A partir de arcilla:

Se pone arcilla en contacto con ácido sulfúrico:

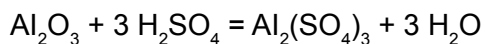


Para conseguir 1 tonelada de sulfato de alúmina, se necesitan, por término medio 2,1 toneladas de arcilla, más 0,7 toneladas de ácido al 70 %, más 155 l de agua.

Es preciso calentar y agitar por espacio de 10 h.

Debe dejarse decantar la solución obtenida, ya que contiene gran cantidad de insolubles.

2. A partir de bauxita:



Para conseguir 1 tonelada de sulfato de alúmina hidratado, se necesitan 265 kg de bauxita, más 630 kg de ácido al 70 % y 210 l de agua.

No es necesario calentar, puesto que la reacción es exotérmica.

Tiempo de reacción: de 1 h a 3 h.

Quedan muy pocos residuos insolubles.

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienzudo y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.

MINISTERIO DEL AGUA
VICEMINISTERIO DE SERVICIOS BÁSICOS

Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado para tubería de fierro fundido dúctil con o sin presión - Prescripciones generales

ICS 91.100.10-30 Mortero

Abril 2007



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



Prefacio

La elaboración de la Norma Boliviana **NB 127001-07 “Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado para tubería de fierro fundido dúctil con o sin presión - Prescripciones generales”**, ha sido encomendada al Comité Técnico de Normalización **CTN 12.7 “Morteros y hormigones”**.

Las instituciones y representantes que participaron fueron los siguientes:

REPRESENTANTE	INSTITUCIÓN
Reynaldo Villalba	UNI/VSB (Coordinador)
Luís Víctor Rico	ABIS
José Luís Castagné	ABIS
Grover Rivera	IIS-UMSA
José Díaz	IIS-UMSA
Ronny Vega	ANESAPA
Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Fernando Inchauste	CONSULTOR
Humberto Obleas	CONSULTOR
Patricia Ancalle	CONSULTOR
Gonzalo Dalence E.	IBNORCA

Fecha de aprobación por el Comité Técnico de Normalización 2007-02-12

Fecha de aprobación por el Consejo Rector de Normalización 2007-03-29

Fecha de aprobación por la Junta Directiva del IBNORCA 2007-04-13

Informe

La actualización de esta Norma fue realizada por el Viceministerio de Servicios Básicos/ Ministerio del Agua, a la cabeza del Ing. Alcides Franco Torrico, Viceministro de Servicios Básicos, con financiamiento del Proyecto de Asistencia Técnica/ASDI y la supervisión de la Unidad de Normas e Institucionalidad del Viceministerio de Servicios Básicos.

Esta Norma ha sido elaborada en el marco de una consultoría y su revisión y aprobación fueron realizadas por el Comité Técnico de Normalización CTN 12.7.

Asimismo, la revisión de esta Norma se realizó en talleres técnicos regionales en las ciudades de Cochabamba, Santa Cruz y La Paz, con la participación y el aporte de los siguientes profesionales e instituciones:

La presente Norma Boliviana de Materiales de Saneamiento Básico “Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado para tubería de fierro fundido dúctil con o sin presión - Prescripciones generales” es complementaria a la norma NB 645 “Tuberías de fierro fundido dúctil, uniones y accesorios para líneas de tubería de presión (Primera revisión)” y se fundamenta en la norma ISO 4179 “Tuberías de fundición dúctil para canalizaciones con o sin presión - Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado - Prescripciones generales”.

VALLE

Severo Vega	ABIS – Cochabamba	Edgar Armaza	SEMAPA
Jhony Pérez	ABIS – Cochabamba	Carlos Peláez	SEMAPA
Marcelo Crespo	ABIS – Cochabamba	Jorge Heredia	SEMAPA
Julio Fuentes	ABIS – Cochabamba	Leonardo Salinas	SEMAPA
J. Carlos Guzmán	GM – Cochabamba	Vanesa Selaya	SEMAPA
Cristian Cuellar	GM – Cochabamba	Vladimir Valda	ELAPAS – Sucre
Franco Burgulla	GM – Quillacollo	Edgar A. Nava	ELAPAS – Sucre
Eduard Montalvo	GM – Tapacarí	Marcelo Encalada	FUNDACION SODIS
Jorge P. Vargas	GM – Tapacarí	Leonardo Anaya	AGUILAR & ASOCIADOS
Julio Mercado	GM – Colcapirhua	Edwing Miranda	FHI
Luis Coca	FPS – Cochabamba	Franklin Antezana	EMPROCIV SRL
Jenny Rojas	CASA – UMSS	Oscar Zelada	EMPRESIB
Fernando Pérez	AMDECO	Wilfredo Veizaga	MONTERREY SRL
Ronald Baldellon	MACOTI	José Veizaga	MONTERREY SRL
Mirtha Baptista	CONSULTORA	Marcelo Calizaya	CONSULTOR

TRÓPICO

Marco A. Gutiérrez	VSBS – PROAT	Rolando de Chazal	SAGUAPAC
Alexis Meruvia	VSBS – PROAT	Milton Von Borries	SAGUAPAC
Eduardo Ugarteche	ABIS Santa Cruz	Erwin Medrano	SAGUAPAC
Guido Casso	SIB Santa Cruz	Roberto Cruz	ACSAACRUZ
Mauricio Flores	SIB Santa Cruz	Eladio Arequino	COOP. SAJUBA
Luisa Dorado	PREFECTURA SCZ	Ciriaco Coro	COOP. SAJUBA
Saud Yuja Gomez	GM Trinidad, Beni	Teresa Romero	COOP. SAJUBA
Ramiro Plaza	FPS Santa Cruz	Luis Bravo	COOP. EL CARMEN

Eduardo Cuestas	FPS Santa Cruz	Ariel Méndez	COOP. COSPOL
Germán Palenque	UAGRM	David Saavedra	COOP. COSPOL
Efraín Capobianco	UAGRM – SIMAC	José A. Chacón	COSIMBO LTDA
Juan E. Ribera	UAGRM – SIMAC	Rubén Angulo	RAS – AVALUOS
Silvana Balcázar	CADECO – Santa Cruz	Mario E. Sandy	PLAN INTERNACIONAL
José L. Padilla	CONSULTOR		

ALTIPLANO

Marco A. Gutiérrez	VSB – PROAT	Carlos España	UMSA Postgrado
Alexis Meruvia	VSB – PROAT	Ángel Aliaga	UMSA – IIH
Víctor Rico	ABIS – La Paz	Gualberto Gutiérrez	UTO
Jose L. Castagné	ABIS – La Paz	Armando Garnica	UTO
Orlando Camacho	ABIS – La Paz	Amilkar Ilaya	UTO
Oswaldo Sánchez	ABIS – La Paz	Lina Fernández	UTO
Iván Bolívar	PREFECTURA LP	José Huanca	CARITAS
Marcial Medina	PREFECTURA LP	Adolfo Gallardo	ISERV ARQUITECTURA
Edson Aranibar	PREFECTURA LP	Israel Antequera	GREGORY MORRIS
Carlos R. Morales	PREFECTURA PT	Daly Salvatierra	AGUILAR & ASOCIADOS
Marco A. Gómez	PREFECTURA PT	Marvin Botello	PLAMAT S.A.
Ronald Beltrán	GM – La Paz	Gonzalo Vargas	PLASMAR S.A.
Carlos García	GM – La Paz	Oscar Quiroga	PLASMAR S.A.
Ramiro Encinas	FPS – Nacional	Marcelo Barrero	SUMINDUS
Eufracio Choque	FPS – La Paz	Alfonso Pomarino	CONSULTOR
Alexandra Sandi	FPS – La Paz	Francisco Alvizuri	CONSULTOR
Ingrid Vásquez	FNDR	Juan C. Fernández	CONSULTOR
Hugo Jiménez	SISAB	Humberto Cordero	CONSULTOR
Roger Yugar	PROAGUAS	Leonardo Cuaquira	CONSULTOR
Juan Correa	AAPOS – Potosí		

ELABORACIÓN:

Fernando Inchauste Morales	Consultor principal
Humberto Obleas Arandia	Consultor
Patricia Ancalle Mamani	Consultora

FINANCIADOR:

Agencia Sueca de Cooperación para el
para el Desarrollo Internacional (Asdi)

ÍNDICE

Página

0	INTRODUCCIÓN.....	275
0.1	Sistema de unidades	275
0.2	Variables	275
0.3	Abreviaturas.....	275
1	OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	275
2	REFERENCIAS	276
3	MATERIALES.....	276
3.1	Cemento	276
3.2	Arena	276
3.3	Agua	277
4	ESPECIFICACIONES	277
4.1	Mortero	277
4.2	Prescripción acerca de la naturaleza de la superficie	277
	interior de la tubería antes de la aplicación del revestimiento	277
4.3	Aplicación del revestimiento	277
4.4	Espesor del revestimiento	278
4.5	Estado de superficie del revestimiento endurecido	278
5	MÉTODOS DE CONTROL.....	278
5.1	Importancia de los controles.....	278
5.2	Tipos de controles.....	279
5.2.1	Arena	279
5.2.2	Espesor del revestimiento	279
5.2.3	Aspecto del revestimiento.....	281
6	BIBLIOGRAFÍA.....	281

Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado para tubería de fierro fundido dúctil con o sin presión - Prescripciones generales**0 INTRODUCCIÓN****0.1 Sistema de unidades**

kg	Kilogramo
m	Metro
m ³	Metro cúbico
mm	Milímetro
µm	Micra
%	Porcentaje
°C	Grados centígrados
°	Grados sexagesimales

0.2 Variables

e	Espesor de capa del revestimiento con mortero de cemento	mm
DE	Diámetro exterior	mm

0.3 Abreviaturas

A/C	Relación arena/cemento
DN	Diámetro nominal
ISO	International Organization for Standardization

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece las prescripciones generales, naturaleza, método de aplicación, estado de superficie y, asimismo, el espesor mínimo del revestimiento interno de mortero de cemento centrifugado para tuberías de fierro fundido dúctil con o sin presión, tal como se definen en las normas ISO 2 531, ISO 4 179 e ISO 7 186 y se aplica a las tuberías de fierro fundido dúctil que son sometidas o no a presión.

Los valores y unidades se rigen de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (véase NB 399).

Esta norma no pretende considerar todos los problemas de seguridad, si existen, relacionados con el uso de la misma. El usuario de esta norma es responsable de establecer procedimientos adecuados de seguridad, de control de la salud y determinar la aplicación de limitaciones regulatorias para usarla.

NOTA

Cuando se utiliza este revestimiento para el transporte de fluidos agresivos, cabe admitir, ya sea separadamente o en combinación :

- un aumento del espesor del revestimiento,
- la modificación del tipo de cemento,
- la aplicación de un revestimiento sobre el cemento.

2 REFERENCIAS

Las normas de referencia que se presentan, contienen disposiciones y requisitos que son parte de esta norma y se consideran valederas para la presente norma.

En caso de conflicto prevalecerá lo establecido en esta norma.

NB 399 Sistema Internacional de Unidades - SI

NB 645 Tuberías de fierro fundido dúctil, uniones y accesorios para líneas de tubería de presión

3 MATERIALES

3.1 Cemento

El cemento utilizado como revestimiento deberá guardar conformidad con las normas aplicables a los cementos del país productor.

El fabricante podrá adoptar el tipo de cemento que mejor convenga, según su parecer, con la condición de informar al comprador.

3.2 Arena

La arena utilizada deberá corresponder a una distribución granulométrica controlada, desde los elementos más finos hasta los más gruesos. Deberá encontrarse limpia y estar compuesta por partículas granulares inertes, duras, resistentes y estables.

El muestreo se deberá efectuar con arreglo a las normas nacionales aplicables a las normas de los materiales de construcción.

La curva granulométrica de la arena se deberá establecer por medio de tamices normalizados en el país productor y deberá atenerse a los requerimientos siguientes:

- La fracción fina (partículas que pasan por un tamiz de una abertura de malla de 0,125 mm) deberá ser, como máximo, equivalente a un 10 % del peso.
- La fracción compuesta por granos hasta un diámetro máximo equivalente a la tercera parte del espesor normal del revestimiento, no deberá nunca ser inferior a un 50 %, en peso.
- La fracción más gruesa (correspondiente al rechazo del tamiz cuya abertura de malla es la más cercana de la mitad del espesor normal del revestimiento), no deberá nunca ser superior de un 5 % en peso.

El estado de limpieza de la arena se evalúa según criterios de contenido de impurezas orgánicas y materias arcillosas, con arreglo a los métodos que figuran a continuación:

- El control de las impurezas orgánicas se deberá llevar a cabo por aplicación del método colorimétrico, según las normas vigentes en el país productor (según este método, la arena no deberá acusar una coloración más oscura que aquella del líquido testigo).
- La determinación del contenido de materias arcillosas y otras partículas finas de la arena (de dimensión inferior a 60 μm a 80 μm), se debe efectuar por aplicación de las normas vigentes en el país productor del revestimiento mediante mortero de cemento.

Este contenido no debe nunca ser superior a un 2 % en peso.

3.3 Agua

El agua utilizada para la preparación del mortero no debe nunca contener ningún elemento capaz de perjudicar la calidad del mortero o la del agua que la tubería esta finalmente destinada a transportar.

La presencia de materias sólidas minerales se puede, no obstante, admitir, dentro de los límites en que se respetan debidamente estas prescripciones.

4 ESPECIFICACIONES

4.1 Mortero

El mortero del revestimiento debe estar compuesto por cemento, arena y agua.

Se podrá hacer uso de productos de adición, que se deberán precisar, pero con la oportuna reserva de no perjudicar la calidad del revestimiento ni aquella del agua transportada, y del mismo modo, que el revestimiento guarde siempre conformidad con todas las prescripciones de la presente norma.

El mortero se debe mezclar lo más perfectamente posible y su consistencia deberá dar lugar a la obtención de un revestimiento denso y homogéneo.

El mortero de cemento debe contener, en peso, una proporción de cemento de, por lo menos, la que corresponde a 3,5 partes de arena (o sea $A/C \leq 3,5$ en peso en el mortero)¹.

4.2 Prescripción acerca de la naturaleza de la superficie interior de la tubería antes de la aplicación del revestimiento

La superficie sobre la cual se aplicará el revestimiento, no debe contener ningún género de cuerpos extraños, de calamina no adherente o de cualquier otro material capaz de oponerse al correcto contacto entre el metal y el revestimiento.

Además, la superficie de la tubería debe estar libre de proyecciones de metal que formen protuberancias que sobrepasen un 50 % del espesor del revestimiento.

4.3 Aplicación del revestimiento

El mortero de cemento del revestimiento se aplicará por centrifugación en el interior de las tuberías².

Salvo la superficie interna del empalme, las partes de la tubería que están destinadas a permanecer en contacto con el agua transportada deberán quedar totalmente revestidas de mortero.

El mortero no debe presentar cavidades o burbujas visibles, y será preciso darle una compacidad máxima en todos sus puntos. La consistencia del mortero, así como la duración y velocidad de centrifugación de la tubería se deben siempre ajustar de tal modo que la segregación de la arena en el revestimiento quede reducida en todo lo posible.

¹ Por lo que se refiere a los métodos de determinación de la relación arena/cemento (A/C), será preciso tener en cuenta la norma ISO 6 600.

² La presente norma tiene también aplicación, de forma análoga para aquellos procedimientos en que la capa de mortero de cemento se aplica mediante una cabeza de proyección centrífuga.

Una vez finalizada la centrifugación, el curado del revestimiento deberá tener lugar a temperaturas superiores a 0 °C.

Las posibles pérdidas de agua del mortero, por evaporación, deben ser lo suficientemente lentas para no oponerse a su endurecimiento.

Las reparaciones de las zonas dañadas o defectuosas podrán llevarse a cabo, eliminando entonces, en primer lugar, el mortero dañado de las zonas correspondientes. Acto seguido, se repararán las zonas defectuosas utilizando, por ejemplo, una paleta para aplicar mortero fresco, de tal modo que se obtenga de nuevo una capa continua de espesor regular.

Para tal fin, se utilizará un mortero de consistencia adecuada, al que se añadirán, si así se precisa, productos de adición para conseguir la correcta adherencia por las partes de mortero no dañado.

4.4 Espesor del revestimiento

El espesor normal del revestimiento y los valores mínimos admisibles de promedio y en un punto se determinan en la tabla 1, según la figura 1.

En los extremos de las tuberías, el revestimiento puede finalizar en disminución, incluso por debajo del espesor mínimo.

La longitud de la parte achaflanada deber ser lo más reducida posible y, de cualquier modo, inferior a 50 mm.

4.5 Estado de superficie del revestimiento endurecido

La superficie del revestimiento con mortero de cemento debe ser regular y perfectamente lisa. Los granos de arena únicamente podrán sobresalir superficialmente y de forma aislada en la superficie del revestimiento.

El revestimiento no debe ser quebradizo, ni presentar ondulaciones o surcos que puedan dar lugar a espesores locales inferiores a los valores mínimos en un punto establecidos (véase tabla 1).

Como consecuencia de la retracción del revestimiento, resulta imposible evitar la formación de grietas superficiales.

Tanto las grietas de retracción como las grietas aisladas que puedan derivarse de la fabricación o del transporte de las tuberías, se considerarán aceptables hasta una anchura de 0,8 mm.

La estructura de la capa guarda relación con el procedimiento de centrifugación.

En la pared interna del revestimiento se forma una capa delgada de arena fina que puede alcanzar, aproximadamente, la cuarta parte del espesor total del mortero.

5 MÉTODOS DE CONTROL

5.1 Importancia de los controles

Los diversos controles considerados en la presente norma se deben llevar a cabo según las condiciones establecidas.

5.2 Tipos de controles

5.2.1 Arena

Generalmente, se considera suficiente la determinación de la curva granulométrica de la arena por medio de una muestra de promedio que corresponda, para cada procedencia de aprovisionamiento, a la cantidad necesaria para una semana de producción.

El control de las impurezas orgánicas y del contenido en cuanto a materias arcillosas podrá ser efectuado únicamente mediante una muestra de promedio representativa de las cantidades necesarias para un mes de fabricación.

Se podrán modificar las frecuencias de estos diversos controles acorde a la regularidad de los suministros, y aumentadas, por lo menos provisionalmente, en caso de cambio de las procedencias de suministro o bien, de irregularidades comprobadas en los aprovisionamientos de misma procedencia.

5.2.2 Espesor del revestimiento

El espesor del revestimiento deberá verificarse, por lo menos en una tubería por turno y por instalación de centrifugación, y ello para cada diámetro fabricado.

El control del espesor del revestimiento se efectúa en el mortero recién centrifugado, por penetración de una barra de acero o, en el mortero una vez endurecido, por aplicación de un método de medición no destructivo.

El espesor se debe medir en cada extremo de la tubería que se trata de controlar y, en por lo menos, una sección perpendicular al eje de la tubería.

En cada sección que debe, como mínimo, ser distante de 200 mm a partir del extremo de la tubería, la medición se deberá efectuar en cuatro puntos situados a 90 ° uno de otro.

Los valores del espesor de capa se deben indicar con una precisión de más o menos 0,1 mm.

El espesor medido en un punto no debe nunca ser inferior al valor mínimo establecido para un punto (véase tabla 1).

La media aritmética de las cuatro medidas en una sección, no debe nunca ser inferior al valor promedio mínimo establecido (véase tabla 1).

Tabla 1 - Espesor de capa del revestimiento con mortero de cemento

Grupo de DN	Diámetro Nominal * DN	DE mm	Espesor de capa "e"			Peso por m lineal aproximado ³ kg
			Normal mm	Valor promedio mínimo mm	Valor mínimo en un punto mm	
I	40	56	3,0	2,5	1,5 ⁴	0,8
	50	66				1,0
	60	77				1,3
	65	82				1,4
	80	96				1,7
	100	118				2,1
	125	144				2,7
	150	170				3,2
	200	222				4,2
	250	274				5,2
	300	325				6,3
II	350	378	5,0	4,5	2,5	12,3
	400	429				14,0
	500	532				17,5
	600	635				20,9
III	700	738	6,0	5,5	3,0	29,3
	800	842				33,4
	900	945				37,6
	1 000	1 048				41,7
	1 200	1 255				50,0
IV	1 400	1 462	9,0	8,0	4,0	87,6
	1 600	1 666				100,1
	1 800	1 875				112,5
	2 000	2 082				125,0
V	2 200	2 250	12,0	10,0	5,0	183,5
	2 400	2 496				200,0
	2 600	2 702				216,6

* De conformidad con las norma ISO 6 708 y NB 645

³ Peso calculado en función del espesor normal y diámetro interior equivalente al valor del diámetro nominal, tomando como peso volumétrico 2 200 kg/m³

⁴ El valor mínimo de 1,5 mm se puede considerar suficiente, según la literatura técnica, para garantizar la protección de las tuberías contra la corrosión.

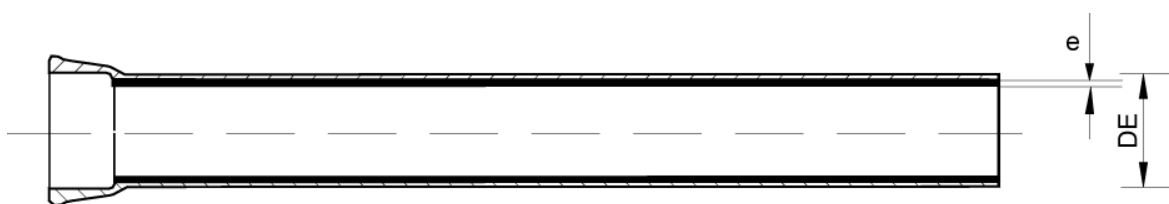


Figura 1 - Espesor de capa del revestimiento con mortero de cemento

5.2.3 Aspecto del revestimiento

Se someterá cada tubería a un control de aspecto del revestimiento, en consideración, fundamentalmente, al estado de superficie y el acabado de los extremos.

Las reparaciones cuya necesidad pudiese ponerse de manifiesto con motivo de este examen, se deben ejecutar por aplicación del método establecido (véase 6.3).

6 BIBLIOGRAFÍA

International Organization for Standardization - ISO.

ISO 1000	SI Units and Recommendations for the Use Their Multiples and of Certain Other Units.
ISO 2531	Tubos, empalmes y accesorios de fundición dúctil para canalizaciones con presión.
ISO 4179	Tubos de fundición dúctil - Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado – Prescripciones generales
ISO 6600	Tubos de fundición dúctil - Revestimiento interno con mortero de cemento centrifugado - Control de composición del mortero recién aplicado.
ISO 7186	Tubos y accesorios de fundición dúctil para canalizaciones sin presión
ISO 6708	Elementos de tuberías - Definición del diámetro nominal

IBNORCA: Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

IBNORCA creado por Decreto Supremo N° 23489 de fecha 1993-04-29 y ratificado como parte componente del Sistema Boliviano de la Calidad (SNMAC) por Decreto Supremo N°24498 de fecha 1997-02-17, es la Organización Nacional de Normalización responsable del estudio y la elaboración de Normas Bolivianas.

Representa a Bolivia ante los organismos Subregionales, Regionales e Internacionales de Normalización, siendo actualmente miembro activo del Comité Andino de Normalización CAN, de la Asociación MERCOSUR de Normalización AMN, miembro pleno de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas COPANT, miembro de la International Electrotechnical Commission IEC y miembro correspondiente de la International Organization for Standardization ISO.

Revisión

Esta norma está sujeta a ser revisada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

Características de aplicación de Normas Bolivianas

Como las normas técnicas se constituyen en instrumentos de ordenamiento tecnológico, orientadas a aplicar criterios de calidad, su utilización es un compromiso concienzudo y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

Información sobre Normas Técnicas

IBNORCA, cuenta con un Centro de Información y Documentación que pone a disposición de los interesados Normas Internacionales, Regionales, Nacionales y de otros países.

Derecho de Propiedad

IBNORCA tiene derecho de propiedad de todas sus publicaciones, en consecuencia la reproducción total o parcial de las Normas Bolivianas está completamente prohibida.