

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 |



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





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.

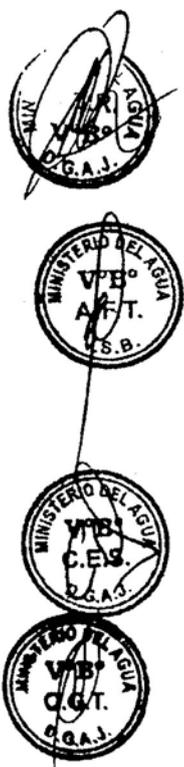
POR TANTO:

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 centrifugado 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



poli-cloruro 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 poli-cloruro 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 poli-cloruro 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 DN	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
½	21,2	21,5	-	-	-	-	-	-	1,7	2,1	2,9	3,3
¾	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 ½	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 ½	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
1/2	21,6	0,1	21,2	0,1	29,0
3/4	26,9	0,1	26,6	0,1	32,0
1	33,8	0,1	33,4	0,1	37,0
1 1/2	48,6	0,2	48,1	0,2	46,0
2	60,6	0,2	60,2	0,2	54,0
2 1/2	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

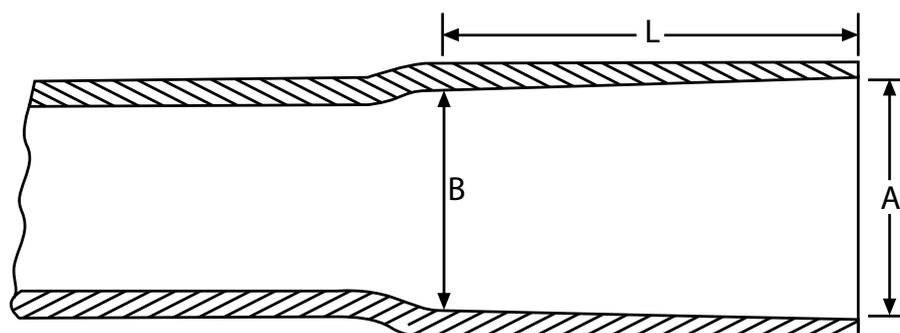


Figura 1 – Esquema de las uniones soldables

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 1/2	49,3	0,2	60,6
2	61,4	0,2	63,3
2 1/2	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

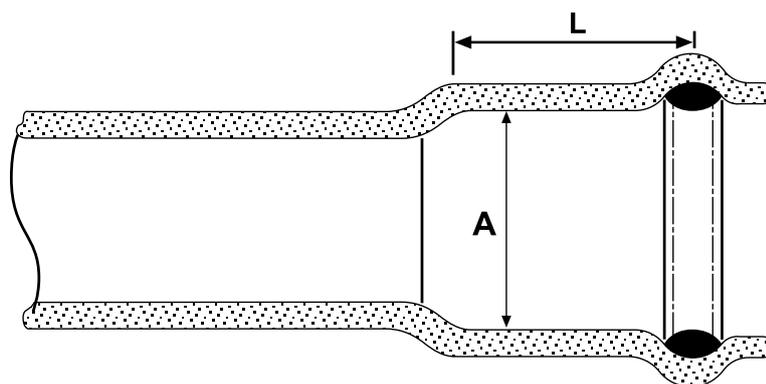


Figura 2 - Esquema de las uniones flexibles

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 fórmula 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 aplastamiento 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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

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.

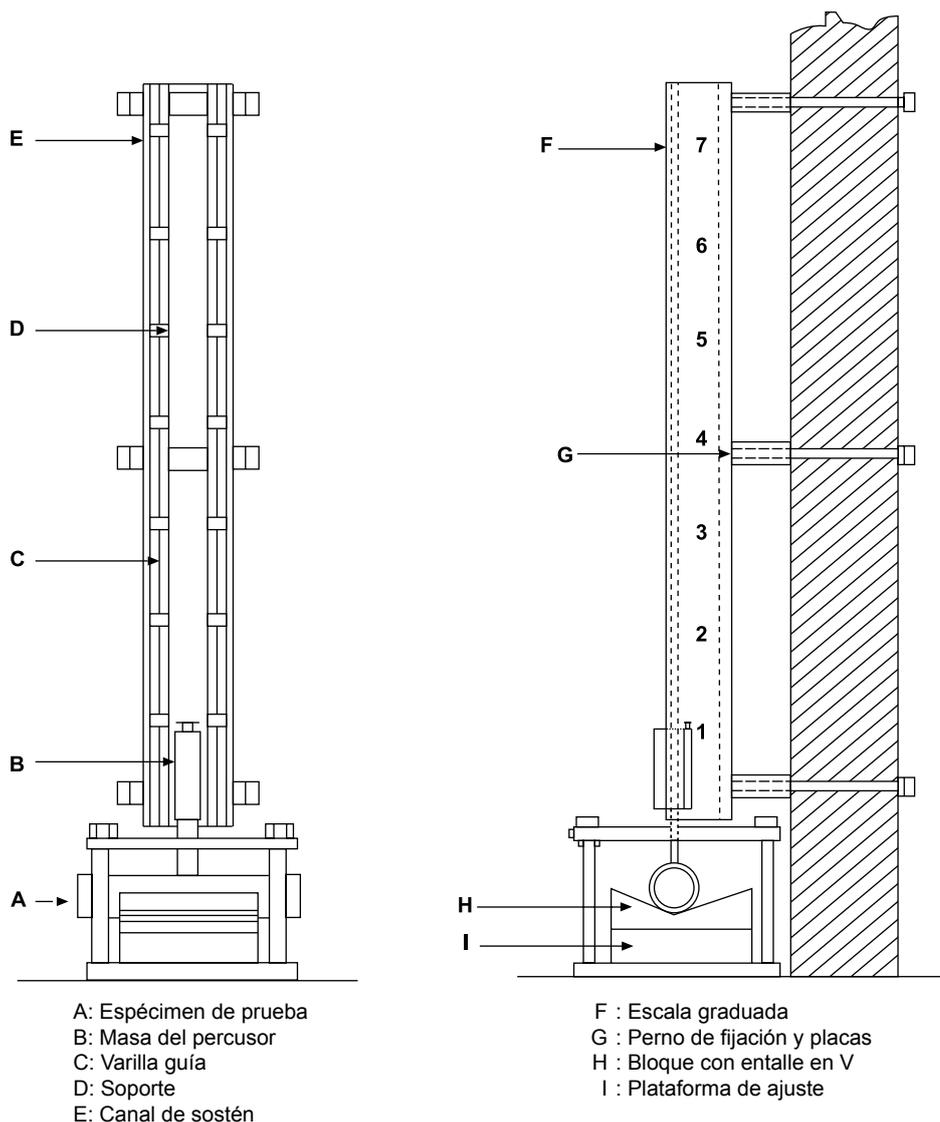


Figura 3 – Esquema de aparato para el ensayo de impacto

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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 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 termoregulable, 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 fórmula:

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

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-
ICONTECNTC 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 hexametafostato 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 hexametafostato 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 hexametáfosfato 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 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.

Norma Boliviana

NB 686

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



Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

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)

NB 686
1996

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.

Norma Boliviana

NB 687

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



Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

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.

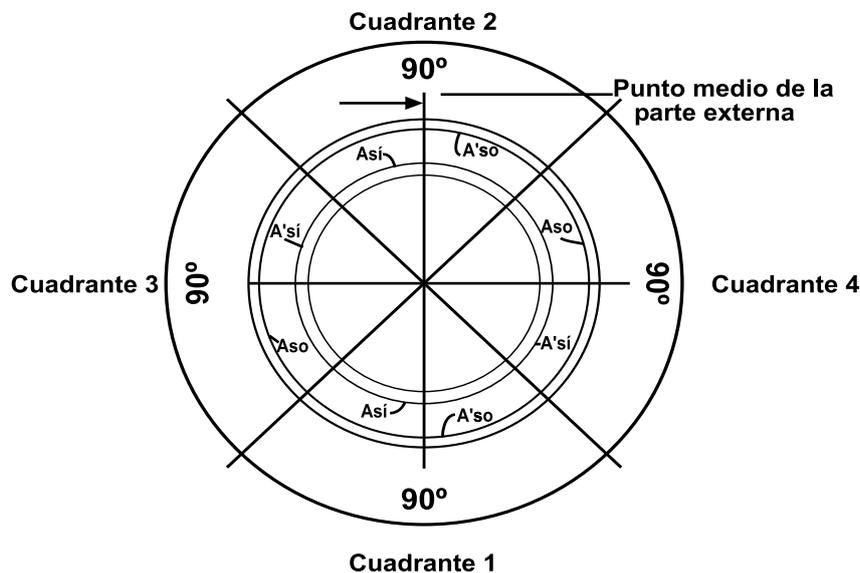


Figura 1 - Refuerzo por cuadrantes

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.

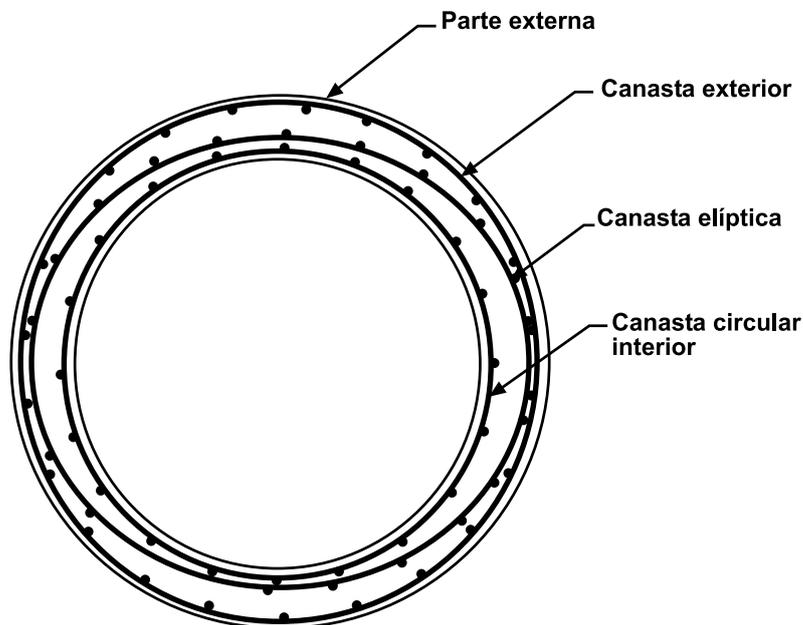


Figura 2 - Refuerzo por canasta triple

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

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

Tabla 2 – (final)

Refuerzo en cm ² por metro lineal de tubería												
Pared C												
Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)												
Diámetro nominal interno mm	Pared A			Pared B			Pared C			Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)		
	Esesor mínimo pared mm	Canasta interior	Canasta exterior	Refuerzo elíptico ^D	Esesor mínimo pared mm	Canasta interior	Canasta exterior	Refuerzo elíptico ^D	Esesor mínimo pared mm	Canasta interior	Canasta exterior	Refuerzo elíptico ^D
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	Canasta interior 4,70 + Canasta elíptica 10,00
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

- Carga D para producir la rotura^F

50,0

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

Diámetro nominal interno mm	Refuerzo en cm ² por metro lineal de tubería											
	Pared A				Pared B				Pared C			
	Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)				Hormigón 27,6 MPa (280 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		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
1 100	92	5,60	4,25	6,20	115	4,57	3,47	5,04	136	2,60	2,00	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
1 300	108	7,45	5,50	3,20	130	5,93	4,46	6,58	153	3,90	2,95	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
1 500	125	9,10	6,70	10,00	150	7,01	5,39	7,89	170	5,10	3,90	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
1 700	142	10,80	7,90	11,30	170	8,55	6,46	9,55	166	6,70	5,00	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

Tabla 3 - (final)

Diámetro nominal interno mm		Refuerzo en cm ² por metro lineal de tubería															
		Pared A					Pared B					Pared C					
		Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm ²)					Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)					Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)					
		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)					Hormigón 34,5 MPa (350 kgf/cm²)					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 cm ² por metro lineal de tubería												
Pared A				Pared B				Pared C				
Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)				Hormigón 27,6 MPa (280 kgf/cm ²)				
Diámetro nominal interno mm	Espesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		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	-	76	5,50	-	4,70	-	-	-	-	
685	66	6,95	-	83	6,61	-	5,35	-	-	-	-	
700	67	7,15	-	84	6,80	-	5,40	103	1,72	1,48	1,95	
760	70	7,84	-	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)			
	Esesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico ^C	Esesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico ^C	Esesor mínimo pared mm	Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico ^C
	Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior			Canasta interior	Canasta exterior		
1 800	-	-	-	-	180	15,32	11,60	17,17	194	12,60	9,50	14,00
1 900	-	-	-	-	A	-	-	-	203	14,00	10,50	15,50
2 000	-	-	-	-	A	-	-	-	211	15,50	11,50	17,10
2 150	-	-	-	-	A	-	-	-	224	18,40	13,65	20,30
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

100,0

- Carga D para producir la rotura^E

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			
	e mín. pared mm	Hormigón 41,4 MPa (414 kgf/cm ²)			e mín. pared mm	Hormigón 41,4 MPa (414 kgf/cm ²)		
		Refuerzo circular ^B		Refuerzo elíptico. ^C		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).

**NB 687
1996**

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.

Derecho de Autor
Resolución 217/94
Depósito Legal
No 4 - 3 - 493-94

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Av. Busch N° 1196 (Miraflores) - Teléfonos (591-2) 2223738 - 2223777 - Fax (591-2) 2223410
info@ibnorca.org; www.ibnorca.org - La Paz - Bolivia

Formato Normalizado A4 (210 mm x 297 mm) Conforme a Norma Boliviana NB 723001 (NB 029)

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

di	Diámetro interno
De	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
ri	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/m ²	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.

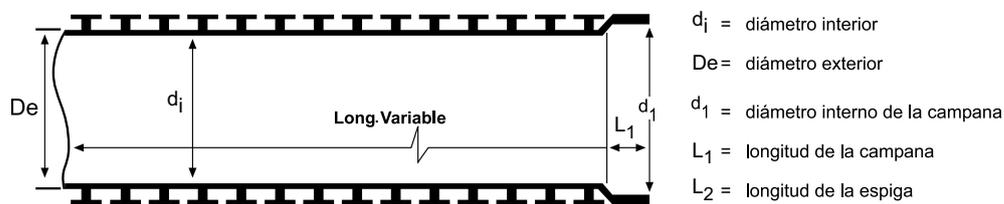
En casos especiales, se podrá fabricar tuberías y accesorios con diámetros internos no comprendidos en la tabla 2, siempre y cuando se cumpla con los requisitos de rigidez estipulados en la tabla 1.

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

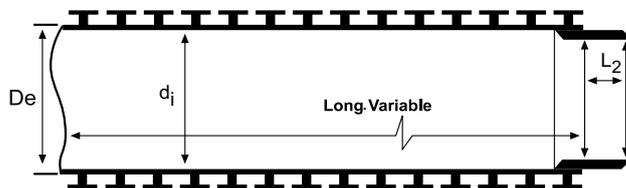


Figura 1 – Tipos de tuberías

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.

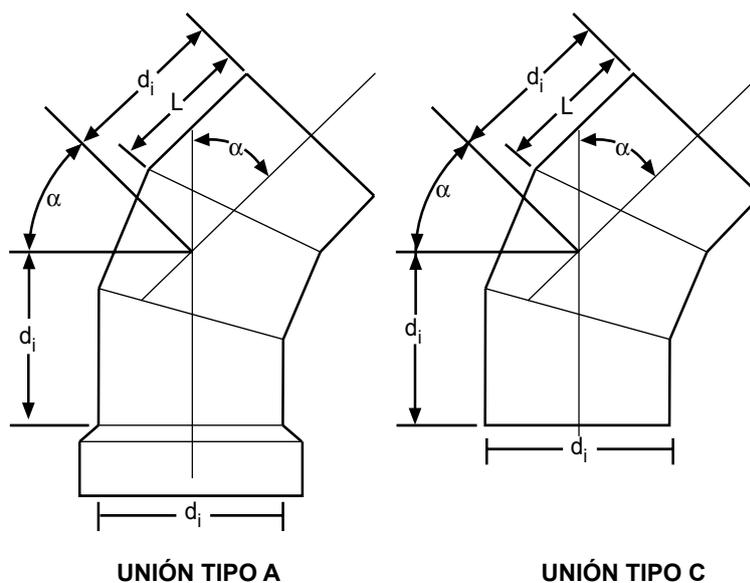


Figura 2 - Codos segmentados

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.

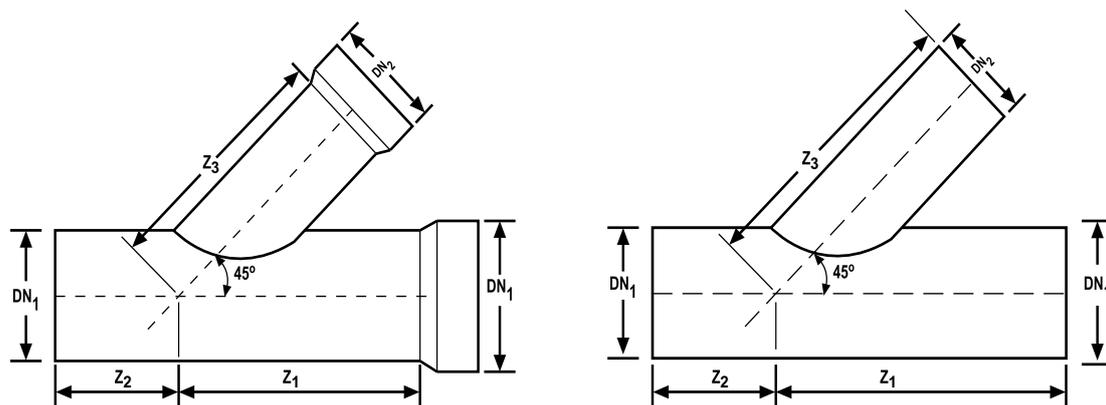


Figura 3 - Ramales Yees de 45 °

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.

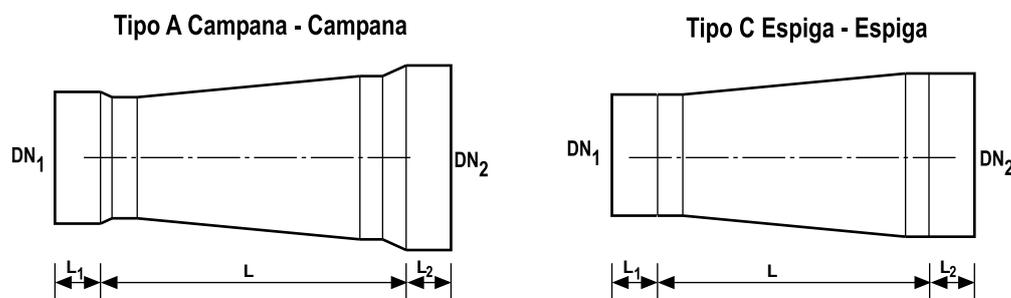


Figura 4 - Acoples y transiciones

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.

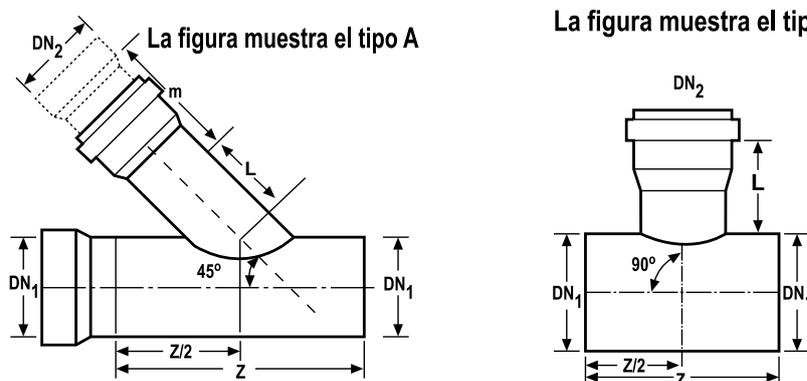


Figura 5 – Adaptadores

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.

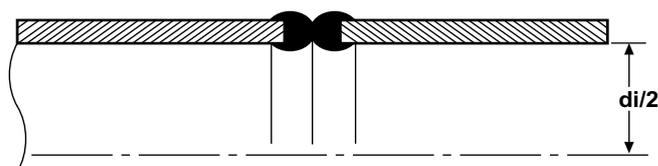


Figura 6 - Soldadura a tope con herramienta caliente

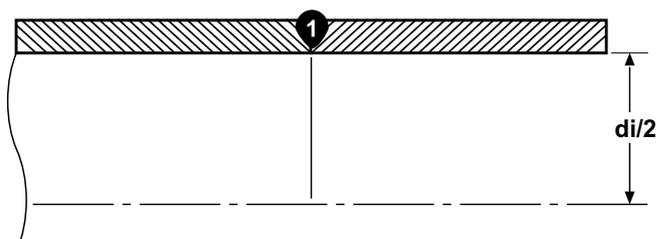


Figura 7 - Soldadura a tope tipo "V" (Para diámetros mayores, se usará soldadura a tope tipo "X")

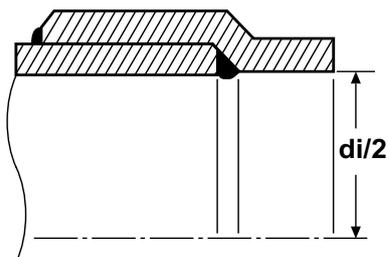


Figura 8 - Soldadura en campana

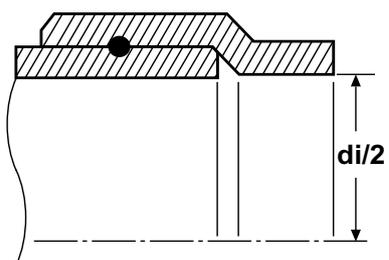


Figura 9 - Junta flexible con sello anular

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)

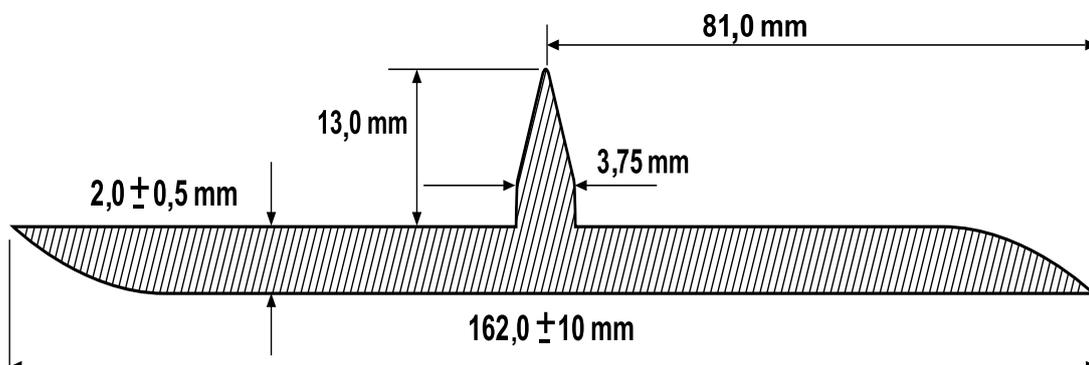


Figura 10 - Anillo de unión con pegamento, perfil T (para todo diámetro)

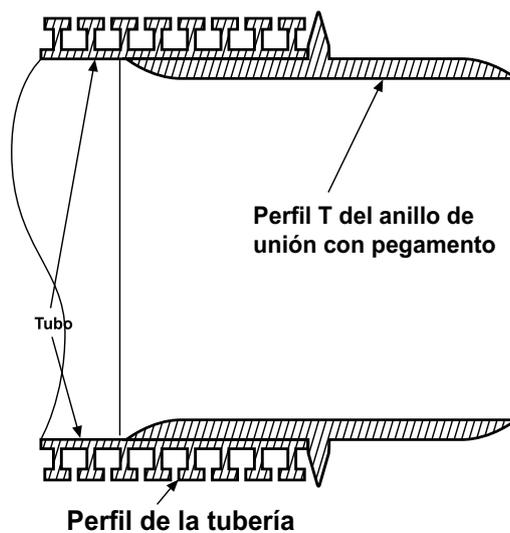


Figura 11 - Unión tipo "C" con perfil en t (con ambas terminales lisas, juntas soldadas)

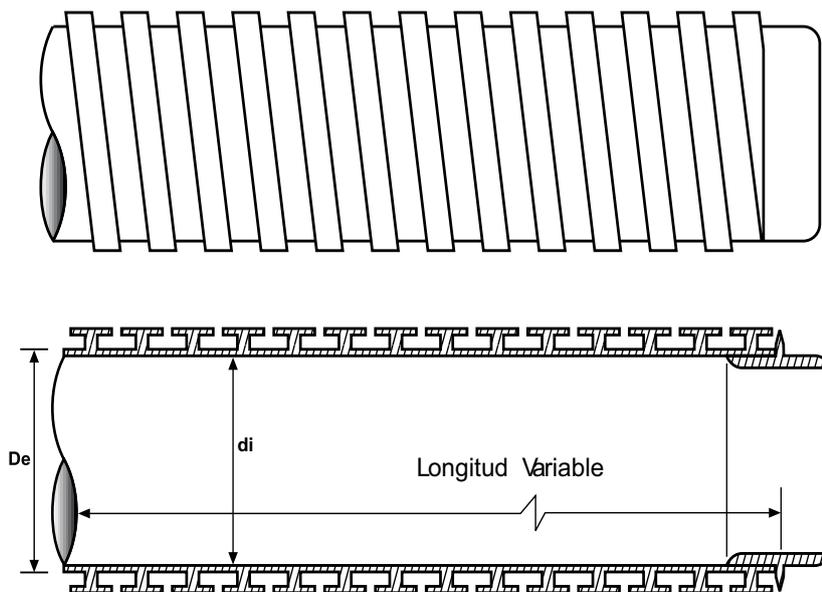


Figura 12 - Tubería con unión tipo "C" de perfil T

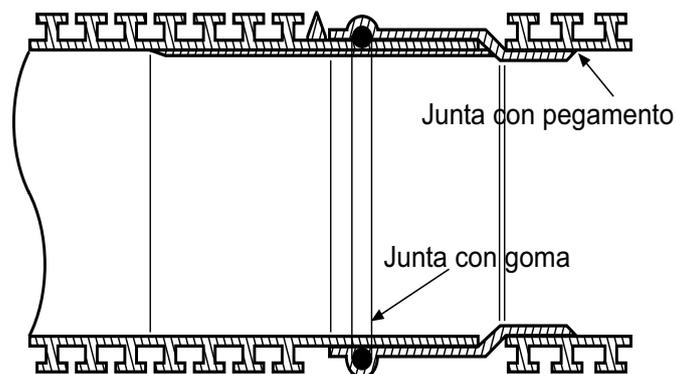


Figura 13 - Unión tipo "B" campana AG con accesorio de transición (con empaque de goma)

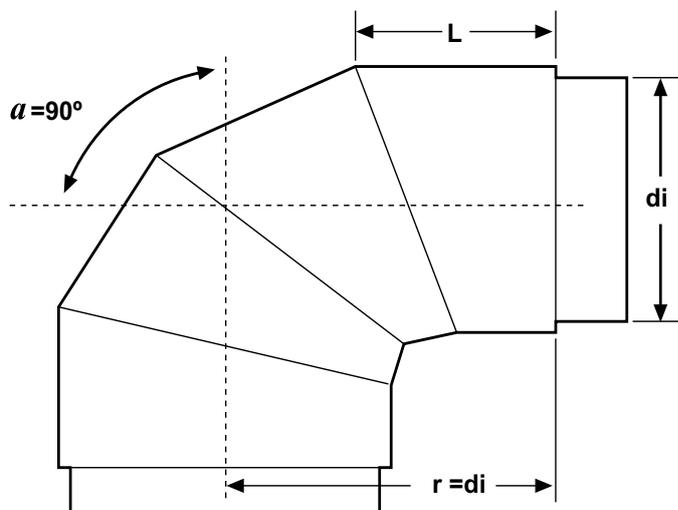
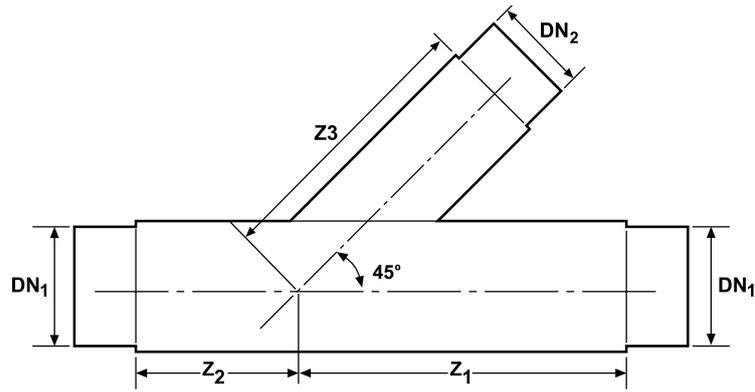


Figura 14 - Codo 90° unión tipo "C" espiga (dimensiones en la tabla 3)



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

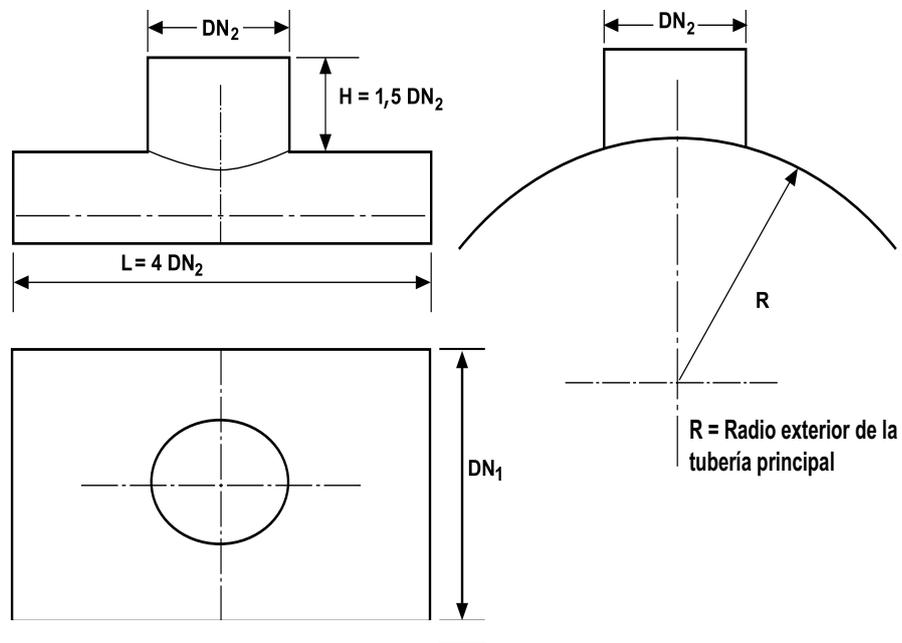


Figura 16 - Derivaciones (monturas)

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

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad



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	Coefficiente 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/m²)	2	4	8	16	31,5	63	125

La rigidez anular se calcula según la ecuación 1:

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

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 $190 \text{ }^\circ\text{C}$ (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 más 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 $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$.

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 $2 d_i$ 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:

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

donde:

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

Tabla 3 - Coeficiente de deformación

Deformación $\Delta d_i / d_i$ (%)	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:

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

donde:

- Δd_i 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).

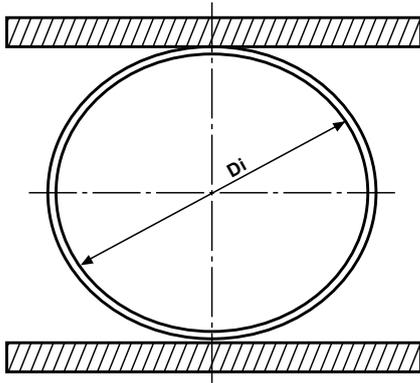


Figura 1 - Apoyo plano

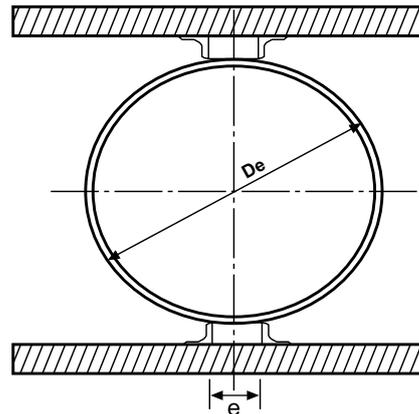


Figura 2 - Apoyo angular

También podrán usarse cuatro perfiles angulares de acero, separados una distancia no mayor a $0,05 d_i$ 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 d_i 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:

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

donde:

S_R	rigidez anular, en kN/m^2
E	módulo de elasticidad del material, en kN/m^2
I	momento de inercia de la pared de la tubería, en m^4 / m
r	radio hasta el eje neutro de la pared de la tubería, en m

La rigidez anular experimental se obtiene de la ecuación:

$$S_R = \delta * F / (\Delta d_i * L) \quad (4)$$

donde:

S_R	rigidez anular, en kN/m^2
δ	coeficiente de deformación (según ecuación 4)
F	fuerza a aplicar, en kN
Δd_i	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.

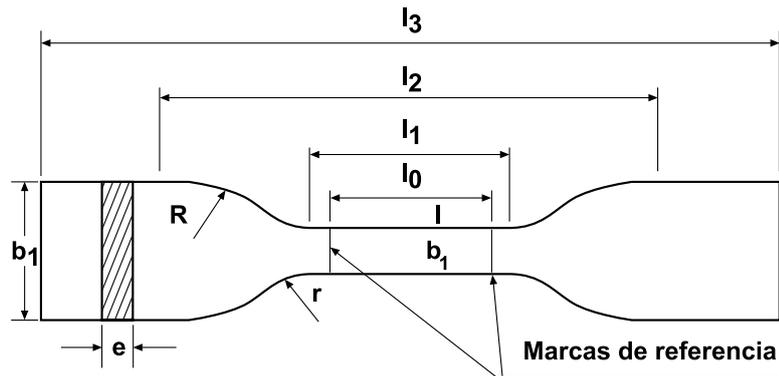
6.2.2.4 Procedimiento

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).

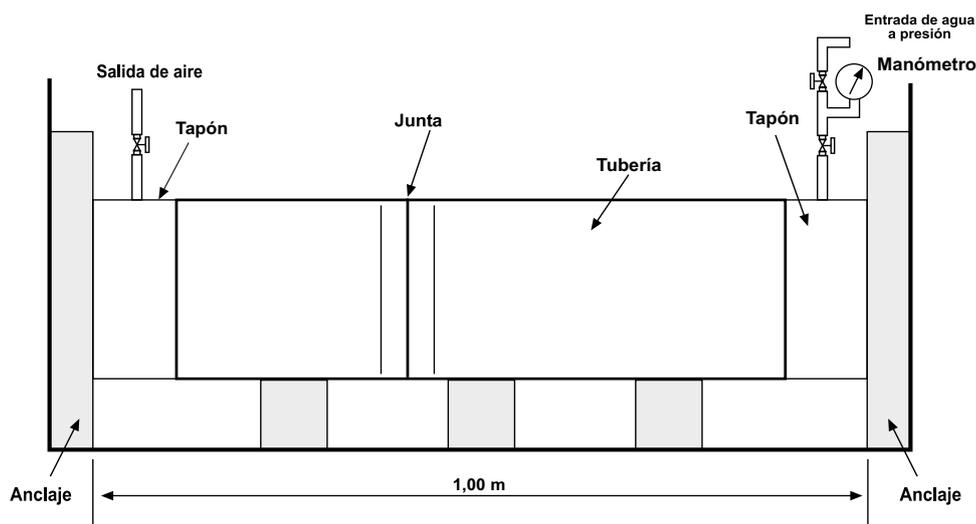


Figura 4 - Equipo de prueba

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 presume 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			5.5	6.5
	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			5.8	6.9
	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:

- a) Fabricante y planta.
- b) En caso necesario, punto de toma de muestra.
- c) Nombre del artículo (designación de norma).
- d) Marcado identificación de las muestras.
- e) Lugar y fecha.
- f) 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:

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

**NB 708
1999**

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.

Derecho de Autor
Resolución 217/94
Depósito Legal
No 4 - 3 - 493-94

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Av. Busch N° 1196 (Miraflores) - Teléfonos (591-2) 2223738 - 2223777 - Fax (591-2) 2223410
info@ibnorca.org; www.ibnorca.org - La Paz - Bolivia

Formato Normalizado A4 (210 mm x 297 mm) Conforme a Norma Boliviana NB 723001 (NB 029)

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 autolubrificantes.....	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 $1\ 200\ ^\circ\text{F} \pm 50\ ^\circ\text{F}$ ($650\ ^\circ\text{C} \pm 28\ ^\circ\text{C}$) 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

* Includo 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 apertura 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 empaçadas, 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 empaçadas. 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 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	Coefficiente torque de asiento o desasiento
C _t	Coefficiente de torque dinámico
C _f	Coefficiente de caudal
f	Coefficiente 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 apertura, 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.

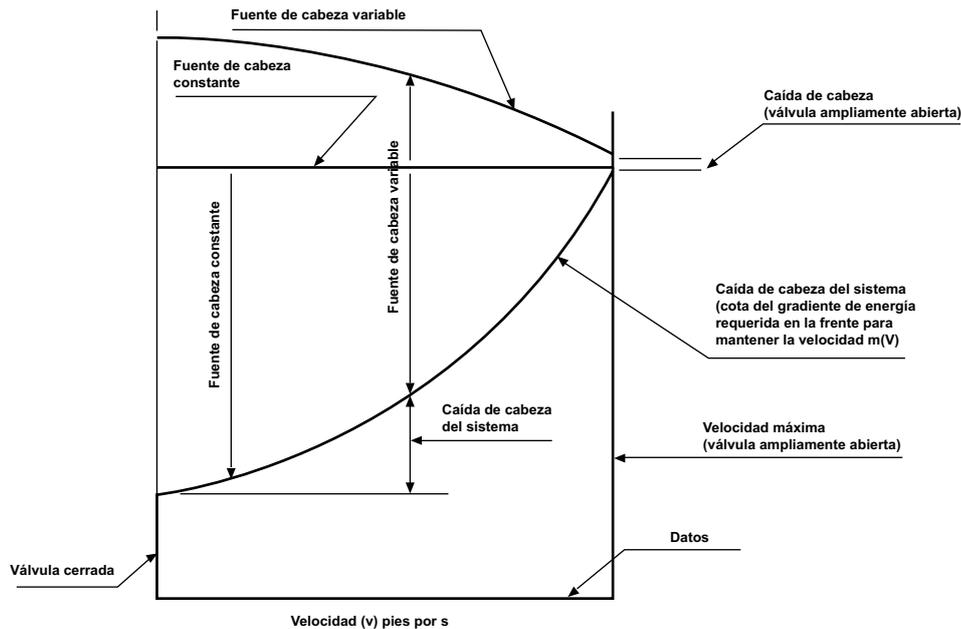


Figura A.1 - Relación entre velocidad y caída de presión en válvulas de mariposa

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 las 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 rellenadas 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.

**NB 763
1997**

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.

Derecho de Autor
Resolución 217/94
Depósito Legal
No 4 - 3 - 493-94

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Av. Busch N° 1196 (Miraflores) - Teléfonos (591-2) 2223738 - 2223777 - Fax (591-2) 2223410
info@ibnorca.org; www.ibnorca.org - La Paz - Bolivia

Formato Normalizado A4 (210 mm x 297 mm) Conforme a Norma Boliviana NB 723001 (NB 029)

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



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 BIG.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 hierro fundido

La fundición de hierro 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 gráfita 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 hierro 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 acuñamiento 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 acuñamiento pueden ser de grados A, B, C, D o E de bronce a hierro pero no de hierro a hierro.

3.9.2 Materiales opcionales

Alternativamente al uso del bronce, las superficies de acuñamiento 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 acuñamiento 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 rascarse 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 hierro 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 hierro 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 hierro fundido o en hierro 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.

**NB 764
1997**

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.

Derecho de Autor
Resolución 217/94
Depósito Legal
No 4 - 3 - 493-94

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Av. Busch N° 1196 (Miraflores) - Teléfonos (591-2) 2223738 - 2223777 - Fax (591-2) 2223410
info@ibnorca.org; www.ibnorca.org - La Paz - Bolivia

Formato Normalizado A4 (210 mm x 297 mm) Conforme a Norma Boliviana NB 723001 (NB 029)

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

Correspondencia:

Esta norma es idéntica la norma COPANT 1625:1996 - Válvulas de compuerta con asiento elástico para agua y sistemas de alcantarillado



Ministerio del Agua
Viceministerio de
Servicios Básicos



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 hierro fundido o en fundición nodular

Las siguientes partes de la válvula se deben fabricar en fundición de hierro 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 maquinarse 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 empacadas 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 hierro 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.

NB 765 1997

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 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		SDR 17		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	2,1	2,0	2,5	2,5	3,0
1 1/2	-	-	-	-	-	1,9	2,4	2,3	2,8	2,8	2,8	3,4	3,6	4,1
2	-	-	-	-	-	2,3	2,8	2,9	3,4	3,4	3,6	4,1	4,5	5,0
2 1/2	-	-	-	-	-	2,8	3,3	3,5	4,0	4,0	4,3	4,8	5,4	6,0
3	-	-	-	-	2,8	3,3	3,9	4,3	4,8	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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.
- 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.
- 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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. 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 (1) 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 3 cuyos valores, en promedio, están calculados con la siguiente fórmula:

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

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 apertura 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(Vinil 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 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 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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ 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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, 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 descansa 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 fórmula:

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

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).

**NB 1069
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 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.

Derecho de Autor
Resolución 217/94
Depósito Legal
No 4 - 3 - 493-94

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad

Av. Busch N° 1196 (Miraflores) - Teléfonos (591-2) 2223738 - 2223777 - Fax (591-2) 2223410
info@ibnorca.org; www.ibnorca.org - La Paz - Bolivia

Formato Normalizado A4 (210 mm x 297 mm) Conforme a Norma Boliviana NB 723001 (NB 029)

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

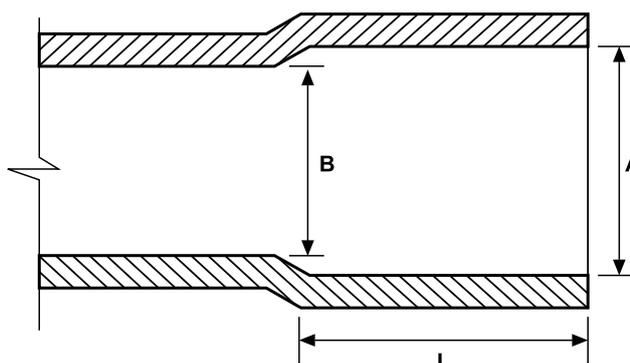


Figura 1 – Esquema de la campana

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, consúltese el anexo A; para tramos de instalación, consúltese 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.

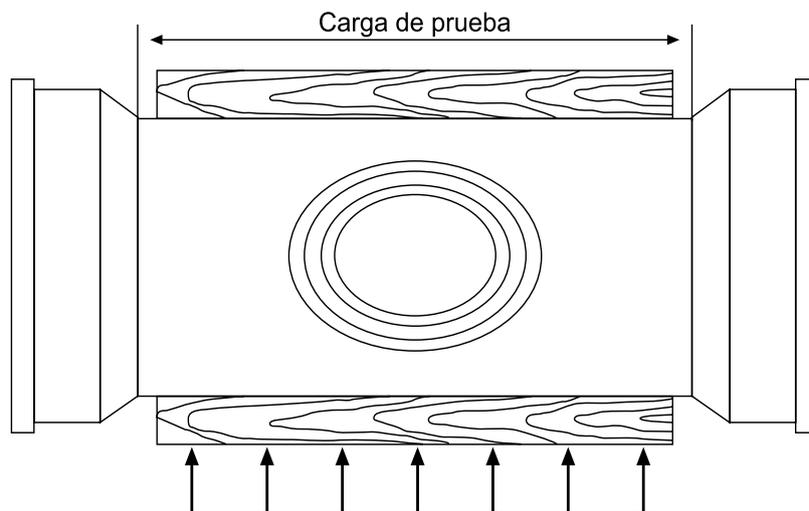


Figura 2 - Ensayo de deflexión para accesorios prefabricados de PVC

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 °C ± 2 °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 °C ± 2 °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 $23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. 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 = 0,06 t, 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).

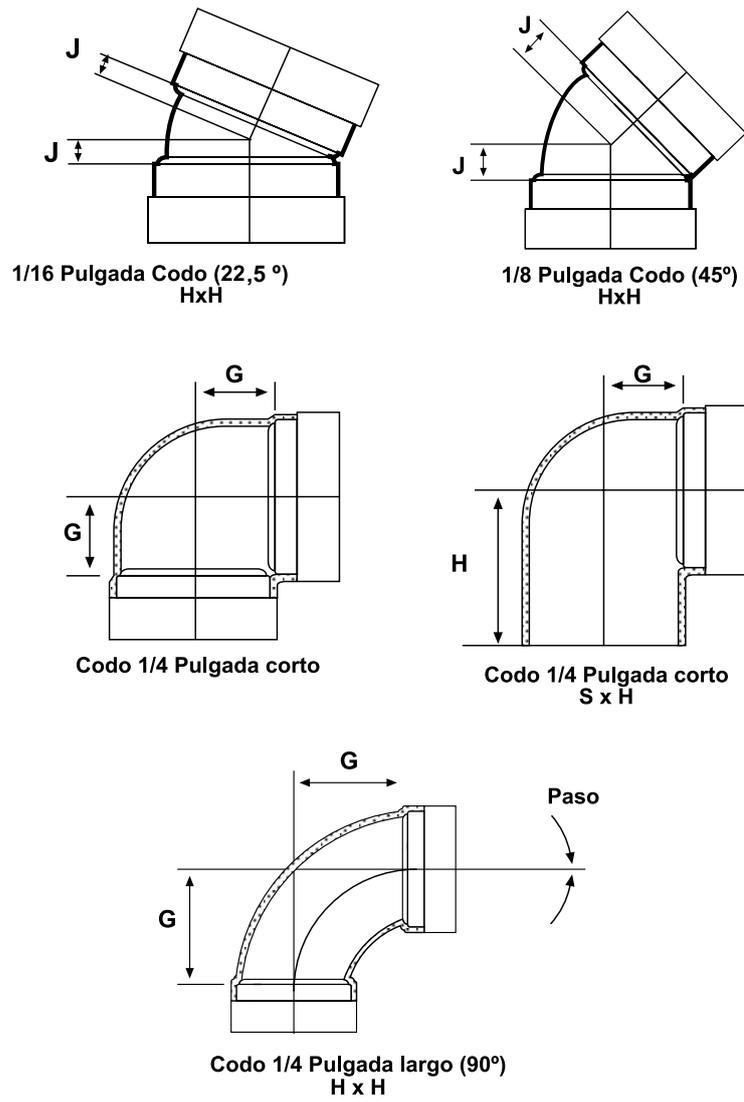


Figura 3 - Codos

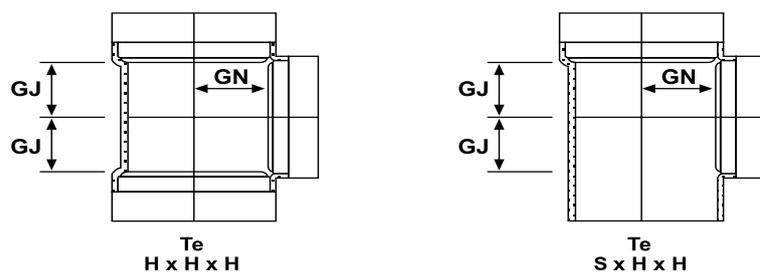


Figura 4 - Tes

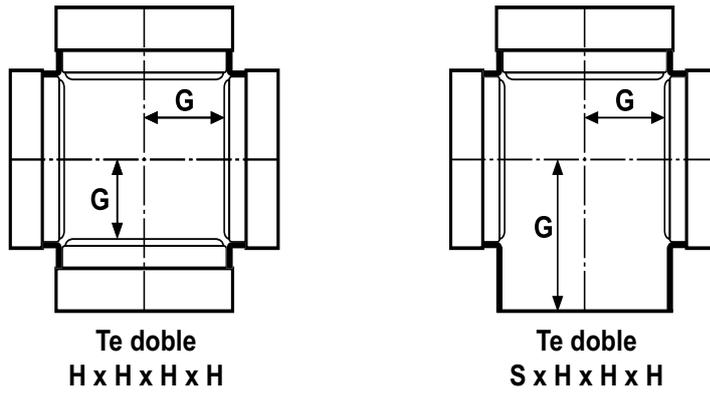


Figura 5 - Tes dobles

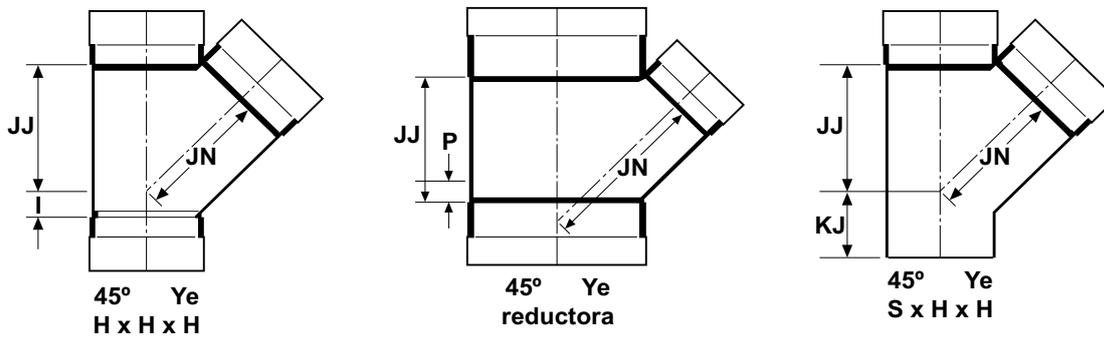


Figura 6 - Yes

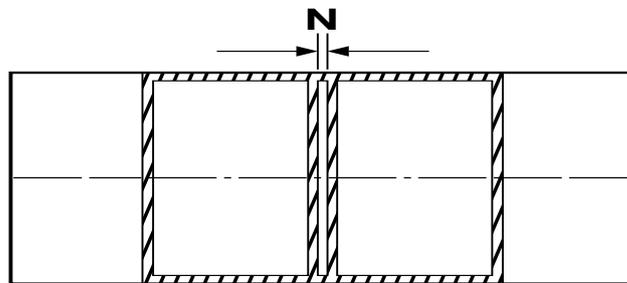


Figura 7 - Acople de cierre

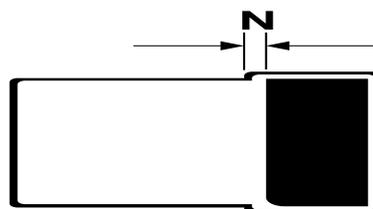


Figura 8 - Adaptador de boca de limpieza del accesorio

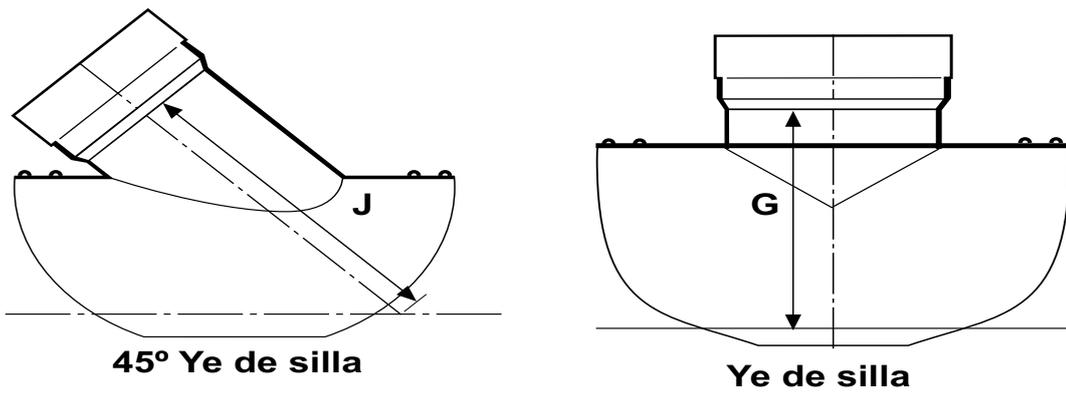


Figura 9 - Silletas

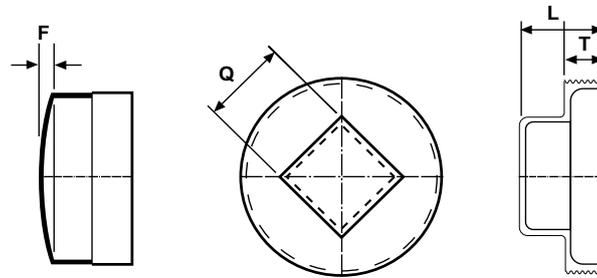


Figura 10 - Tapones/conectores

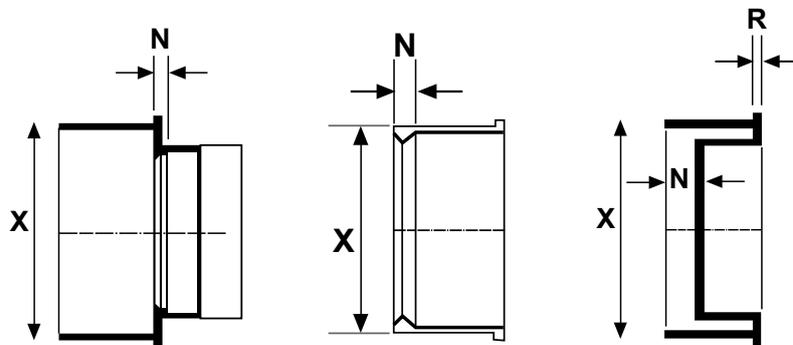


Figura 11 - Reductores/aumentadores

**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 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.