



INSTITUTO DE INGENIERIA

NORMAS DE CALIDAD Y METODOS DE PRUEBA PARA TUBERÍAS DE POLICLORURO DE VINILO

Patrocinado por
OFICINA SANITARIA PANAMERICANA
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

Enero 1969

213

Normas de Calidad y Métodos de Prueba para Tuberías de Policloruro de Vinilo

RESUMEN

En este trabajo se presentan las normas de calidad que deben satisfacer las tuberías de policloruro de vinilo para conducción de fluidos a presión. Se incluyen especificaciones dimensionales, mecánicas y sanitarias.

1. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes y objetivos

Desde hace más de una década se han venido usando tuberías de plástico en sistemas de distribución de agua potable y fontanería en ciudades de distintos países de Europa, Asia y América¹. El uso de estos materiales en nuestro país ha sido restringido, entre otras causas, por la escasez de normas o especificaciones que aseguren la uniformidad de la calidad de tales productos, de acuerdo con las condiciones peculiares de México.

En general, las tuberías de plástico resultan más económicas que otros materiales convencionales, cuando sobrepasan diámetros de unos diez centímetros, sin embargo, la posible presencia de sustancias tóxicas en las materias primas usadas en la fabricación de tuberías de plástico puede significar una desventaja sanitaria y económica mucho mayor que las ventajas que representan menores costos iniciales y de instalación^{1, 2}.

Para establecer las normas de calidad que las tuberías de plástico deben satisfacer para ser usadas en sistemas de abastecimiento de agua,

SYNOPSIS

In this paper are presented quality standards which should be satisfied by polyvinyl chloride pipes used to conduct fluids under pressure. Dimensional, mechanic and sanitary specifications are included.

manteniendo la economía del producto, el Instituto de Ingeniería, UNAM, inició un proyecto de investigación, en colaboración con las Secretarías de Industria y Comercio, Recursos Hidráulicos, Salubridad y Asistencia, con el Departamento del Distrito Federal y la Asociación Nacional de la Industria del Plástico, A. C.; se obtuvo también la colaboración de la Oficina Sanitaria Panamericana.

Bajo la coordinación de la División de Estudios Superiores de la Facultad de Ingeniería, UNAM, el día 28 de enero de 1967 se constituyó, y fue reconocido oficialmente por la Secretaría de Industria y Comercio, el Comité Consultivo de Normas Tuberías de Plástico, con representantes de las instituciones antes mencionadas. La elaboración de la "Norma de calidad para tubos de policloruro de vinilo para conducción de fluidos a presión", cuyo contenido aparecerá íntegramente en la "Norma oficial para tubos y conexiones de policloruro de vinilo, DGN-K-144-1967", así como la elaboración de las "Normas de métodos de prueba DGN-K-148-1967, DGN-K-149-1967, DGN-K-202-1967 y DGN-K-209-1967", se deben a los esfuerzos del Comité, mien-

tras que las investigaciones respectivas de laboratorio fueron realizadas en el Centro de Ingeniería Sanitaria del Instituto de Ingeniería, UNAM, y duplicadas parcialmente para su comprobación en los laboratorios de las Secretarías de Recursos Hidráulicos y de Salubridad y Asistencia

En esta publicación se presentan integradas las normas y métodos de prueba relativos al control de calidad de las tuberías de policloruro de vinilo, usados en sistemas de abastecimiento de agua. El Comité continúa sus trabajos para establecer normas de conducción para otros fluidos y materiales plásticos.

Los resultados de las investigaciones de laboratorio aparecerán en otra publicación del Instituto de Ingeniería

1.2 Generalidades sobre plásticos

Los plásticos son materias primas, naturales o sintéticas, que contienen como ingrediente esencial una sustancia orgánica de peso molecular elevado, son sólidos en su estado final, y en alguna fase durante la fabricación o tratamiento para convertirlos en artículos terminados, se les da forma por moldeo³

Los materiales plásticos pueden ser termoplásticos o termoestables. Los materiales termoplásticos pueden ser ablandados repetidamente por aumento de la temperatura y ser endurecidos por disminución de la misma. El plástico termoestable es aquel que puede convertirse en producto infusible al ser curado por la acción del calor o de una sustancia química, en otras palabras, puede ser moldeado solamente una vez.

En abastecimientos de agua se han usado principalmente los plásticos siguientes: polietileno (PE), acrílico-nitrilo-butadieno-estireno (ABS), y policloruro de vinilo (PVC). En ocasiones se han usado otros plásticos, tales como butirato de acetato de celulosa, propileno, saran y estireno modificado al caucho.

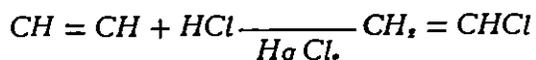
El polietileno es un derivado del gas etileno, que es un componente del gas natural. También se puede obtener como un subproducto de la refinación del petróleo.

El acrílico-nitrilo-butadieno-estireno es el producto de la unión de varias sustancias, esto es, la polimerización del acrílico-nitrilo y el estireno líquidos, y el gas butadieno en diversas proporciones. La polimerización se hace por emulsión y solución.

El policloruro de vinilo es una sustancia que está compuesta por polímeros de cloruro de vinilo.

Hay dos métodos para preparar industrialmente el cloruro de vinilo:

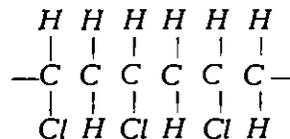
1. Reacción del acetileno con el cloruro de hidrógeno en presencia de un catalizador



2. Pirólisis del dicloruro de etileno, en presencia de un catalizador



El cloruro de vinilo, antes de ser agregado a la mezcla para fabricar tuberías o cualquier otro objeto es polimerizado en presencia de un catalizador obteniéndose una estructura de la forma



Es el policloruro de vinilo sustancia conocida como PVC, la cual da el nombre a los materiales que con ella se fabrican.

Las tuberías de plástico se fabrican por extrusión, lo cual consiste en forzar un material derretido y calentado a través de un troquel apropiado que tiene una abertura preformada para producir la sección transversal deseada. Puede darse también forma al material posteriormente a la expulsión, cuando ha salido del troquel.

Los materiales para tubos de PVC contienen resinas de PVC, estabilizadores de estaño, plomo etc. lubricantes, colorantes y antioxidantes.

Las resinas de PVC constituyen el principal ingrediente del material con que se fabrica la tubería y se clasifican de acuerdo con los esfuerzos de diseño a que se destinen (tipo y grado de material). Los colorantes se agregan ya sea para prevenir el efecto deletéreo de la luz sobre el plástico o para permitir la identificación según el uso a que deberá destinarse una tubería. Los lubricantes se añaden para facilitar la extrusión. Los estabilizadores se usan para ayudar al mantenimiento de las propiedades físicas y químicas de los materiales preparados, durante la elaboración y vida útil del producto. Finalmente los antioxidantes impiden o retardan la oxidación del material expuesto al aire¹.

El tubo de PVC es extremadamente resistente a las sustancias químicas, tiene resistencia mecánica y rigidez excelentes, y básicamente no es afectado por condiciones climatológicas. Es auto-extinguible y resistente al calor. Puede ser unido por fusión, solventes o roscado, si lo permite el espesor de las paredes. Es el más rígido de los materiales plásticos y trabaja a temperaturas que varían de 44 a 71°C. Tiene buena estabilidad química y alta resistencia a la corrosión¹.

2 NORMA DE CALIDAD PARA TUBOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA CONDUCCION DE FLUIDOS A PRESION

2.1 Aspectos generales

La presente norma se refiere a tubos rígidos, cilíndricos, sin costura, fabricados con materiales a base de polímeros de cloruro de vinilo, siendo

este el principal monómero, deben estar exentos de plastificantes y cargas, y pueden contener lubricantes, pigmentos, estabilizadores y antioxidantes

2.1.1 Alcance

Estos tubos se usan principalmente para conducción de fluidos a presión, no mayor que la especificada para cada caso en las tablas 1 y 2 a temperatura ambiente (aprox 23°C)

Esta norma se complementa a sí misma cuando el fluido es agua, para fluidos diferentes habrán de considerarse además las normas complementarias correspondientes

2.2 Definiciones

2.2.1 Tubos rígidos de policloruro de vinilo

Conocidos comercialmente como tubos de PVC, son los conductos de sección anular de longitudes determinadas, los cuales se pueden unir entre sí para formar tuberías continuas para el transporte de fluidos a presión y que satisfagan las especificaciones de esta norma de calidad

2.2.2 Presión de trabajo

Es la presión de trabajo interna máxima estimada que el fluido puede ejercer continuamente sobre las paredes del tubo durante un largo periodo sin que este presente fallas (ver 2.5)

TABLA 1

PRESIÓN DE TRABAJO (P) Y RELACIÓN DE DIMENSIONES (RD) PARA TUBOS SIN ROSCA

Presión máxima de trabajo kg/cm ²	Tipo I Grado 1 Grado 2 (1114) (1214)	Tipo IV Grado 1 (4111)	Tipo II Grado 1 (2107)
22.4	13.5		
17.5	17.0	13.5	
14.0	21.0	17.0	
11.2	26.0	21.0	13.5
9.0	32.5	26.0	17.0
7.1	41.0	32.5	21.0
5.6		41.0	26.0
4.5	64.0		32.5
3.5		64.0	41.0

Relación de dimensiones (RD)	Presión kg/cm ²
13.5	22.4
17.0	17.5
21.0	14.0
26.0	11.2
32.5	9.0
41.0	7.1
64.0	4.5

* Sin graduación de presión

TABLA 2

PRESIÓN DE TRABAJO (P) Y RELACIÓN DE DIMENSIONES (RD) PARA TUBOS CON ROSCA**

Medida nominal	Relación de dimensiones (RD)	Presión máxima de trabajo kg/cm ²		
		Tipo I Grado 1 (1114) Grado 2 (1214)	Tipo IV Grado 1 (4111)	Tipo II Grado 1 (2107)
3	4.15	45.0	35.5	22.4
6	4.15	45.0	35.5	22.4
10	4.15	45.0	35.5	22.4
13	5.0	35.5	28.0	17.5
19	6.0	28.0	22.4	14.0
25	6.0	28.0	22.4	14.0
32	7.3	22.4	17.5	11.2
38	9.0	17.5	14.0	9.0
50	11.0	14.0	11.2	7.1
60	11.0	14.0	11.2	7.1
75	13.5	11.2	9.0	5.6
90	13.5	11.2	9.0	5.6
100	17.0	9.0	7.1	4.5
125	17.0	9.0	7.1	4.5
150	21.0	7.0	5.6	3.5
200	26.0	5.6	4.5	SGP*
250	32.5	4.5	3.5	SGP*
300	41.0	3.5	SGP*	SGP*

* Sin graduación de presión

** La presión máxima de trabajo para tubos con rosca es la mitad de la presión de trabajo calculada para tubos sin rosca (ver tabla 3)

2.2.3 Falla

Falla es cualquier desperfecto ocurrido al tubo o tramo de tubo durante las pruebas de presión hidráulica. Se consideran como fallas

- Reventamiento** Es la falla debida a una rotura en el tubo, con disminución inmediata de presión y pérdida continua de fluido
- Abolsamiento** Expansión anormal localizada en un tubo, mientras se encuentra sometido a presión
- Filtración** Falla debida a roturas microscópicas de la pared del tubo

2.2.4 Medida nominal

Es la característica genérica que sirve para denominar a los tubos

2.2.5 Diámetro exterior tipo

Es el diámetro del tubo, sobre cuyo valor se aplican las tolerancias.

2.2.6 Diámetro exterior promedio

Es el resultado de promediar una serie de medidas efectuadas de acuerdo con un sistema (ver Método de Prueba N° 1)

2.2.7 Relación de dimensiones (RD)

Es la relación que guarda el diámetro exterior tipo con el espesor de pared mínimo de un tubo

2.3 Clasificación y especificaciones

2.3.1 Clasificación

Para los efectos de esta norma los tubos se clasifican en trece categorías según su relación de dimensiones (RD) que son 4, 15, 5, 6, 7.3, 9, 11, 13.5, 17, 21, 26, 32.5, 41 y 64.

Estos valores son constantes en todos los diámetros exteriores tipo, para cada graduación de presión y materia prima usada en la fabricación de los tubos (ver Norma de calidad para compuestos rígidos de PVC, DGN-K-145-1967)

2.3.2 Especificaciones

2.3.2.1 Químicas

1. **Combustibilidad.** El tubo, al ser sometido a la prueba correspondiente, debe ser calificado como autoextinguible (ver Normas de métodos de prueba DGN-K-202-1967)

2. **Resistencia a la acción de la acetona.** Los tubos, al ser sometidos a la acción de la acetona anhidra durante 20 min, no deben disolverse, ampollarse, agrietarse, desprenderse en escamas o gránulos, o sufrir cualquier ataque que se note en la superficie, permitiéndose un ligero reblandecimiento e hinchamiento (ver Normas de métodos de prueba DGN-K-149-1966)

3. **Sanitaria.** Este inciso se aplica exclusivamente a tuberías destinadas a ser usadas en sistemas de abastecimiento de agua potable

El agua, de características establecidas en las Normas de métodos de prueba DGN-K-209-1967, después de estar en contacto con una superficie determinada de tubería de plástico deberá satisfacer las normas vigentes de calidad del agua potable aprobadas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Las pruebas se llevarán a cabo hasta la sexta extracción, en ninguna de las cuales deberán rebasarse los límites permitidos.

2.3.2.2 Físicas

1. **Dimensionales.** Estas se calcularon de acuerdo con la fórmula aceptada internacionalmente en la recomendación I-50-R-161 para tubos de plástico para conducción de fluidos a presión

$$S = \frac{P(D - e)}{2e}$$

$$\frac{2S}{P} = RD - 1$$

$$RD = \frac{D}{e}$$

$$\frac{2S}{P} = \frac{D}{e} - 1$$

donde

- D* diámetro tipo exterior, en mm
- e* espesor mínimo de pared, en mm
- P* presión de trabajo en kg/cm²
- RD* relación de dimensiones
- S* esfuerzo de diseño o fuerza por unidad de área en la pared del tubo en orientación circunferencial debida a las presiones hidrostáticas internas en kg/cm² con la cual fue calculada la presión de trabajo

Para valores teóricos de espesor de pared menores de 1.5 mm se fija como mínimo 1.5 mm

Los esfuerzos de diseño (*S*) para los distintos tipos y grados de materia prima son

(1114), (1214) Tipo I	Grados 1 y 2	140 60 kg/cm ²
(2107)	II	1 70 30
(4111)	IV	1 112 48

Los números entre paréntesis sirven para identificar el tipo (primera cifra), el grado (segunda cifra), y el esfuerzo de diseño en kg/cm² (dos últimas cifras, en decenas)

a) **Diámetro exterior promedio** (tabla 3) Su valor debe estar dentro de las tolerancias para el diámetro exterior tipo (col 3), cuando se mide de acuerdo con el inciso 2) de 2.4.1.4 del método de prueba I

TABLA 3

DIÁMETROS EXTERIORES Y TOLERANCIAS

Medida nominal	Diámetro exterior tipo mm	Tolerancia para el diámetro exterior tipo mm	Tolerancia sobre diámetros mínimo y máximo (forma oval)	
			RD 64, 41 32, 5, 26, 21	RD 17 13.5, roscado
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3	10.3	± 0.1	± 0.4	± 0.2
6	13.7	± 0.1	± 0.4	± 0.2
10	17.2	± 0.1	± 0.4	± 0.2
13	21.3	± 0.1	± 0.4	± 0.2
19	26.7	± 0.1	± 0.4	± 0.3
25	33.4	± 0.1	± 0.4	± 0.3
32	42.2	± 0.1	± 0.4	± 0.3
38	48.3	± 0.2	± 0.8	± 0.3
50	60.3	± 0.2	± 0.8	± 0.3
60	73.0	± 0.2	± 0.8	± 0.4
75	88.9	± 0.2	± 0.8	± 0.4
90	101.6	± 0.2	± 1.3	± 0.4
100	114.3	± 0.2	± 1.3	± 0.4
125	141.3	± 0.3	± 1.3	± 0.8
150	168.3	± 0.3	± 1.3	± 0.9
200	219.1	± 0.4	± 1.9	± 1.1
250	273.1	± 0.4	± 1.9	± 1.3
300	323.9	± 0.4	± 1.9	± 1.5

b) *Diametros maximo y minimo* (tabla 3)
 Sus valores deben estar dentro de las tolerancias sobre forma oval (cols 4 y 5), cuando se mide de acuerdo con el inciso 1) de 2 4 1 4 del metodo de prueba I

c) *Espesor minimo de pared y excentricidad*
 El espesor de pared debe estar dentro de los valores minimos dados en la tabla 2 cuando se miden de acuerdo con el inciso 3) de 2 4 1.4 del metodo de prueba I, y satisfacer la tolerancia de excentricidad permitida

La excentricidad se obtiene midiendo el máximo espesor de pared, *A*, y el mínimo espesor de pa-

red *B*, de un extremo dado del tubo, se calcula con la ecuación

$$\text{Excentricidad en porcentaje} = \frac{A - B}{A} \times 100$$

La maxima excentricidad permitida en cada extremo es de 12 por ciento calculada con la fórmula anterior

2 *Longitud* La longitud nominal de los tubos es de 6 metros, otros tamaños se suministrarán de comun acuerdo entre fabricante y consumidor Para cualquier longitud la tolerancia permitida es de 0.5 por ciento

TABLA 4
 ESPESORES MINIMOS DE PARED (M) Y TOLERANCIAS (T)

Medida Nominal	RD 64		RD 41		RD 32.5		RD 26	
	M mm	T mm	M mm	T mm	M mm	T mm	M mm	T mm
13								
19								
25							15	+0.5
32							16	+0.5
38							19	+0.5
50							23	+0.5
60							2.8	+0.5
75					27	+0.5	34	+0.5
90			25	+0.5	31	+0.5	39	+0.5
100			28	+0.5	35	+0.5	44	+0.5
125			35	+0.5	43	+0.5	54	+0.7
150	26	+0.5	41	+0.5	52	+0.6	65	+0.8
200	34	+0.5	53	+0.6	67	+0.8	84	+1.0
250	34	+0.5	67	+0.8	84	+1.0	105	+1.3
300	51	+0.6	79	+0.9				

Medida nominal	RD 21		RD 17		RD 13.5		ROSCADO	
	M	T	M	T	M	T	M	T
3					1.5	+0.5	25	+0.5
6					1.5	+0.5	33	+0.5
10					1.5	+0.5	41	+0.5
13					1.6	+0.5	43	+0.5
19	15	+0.5	16	+0.5	20	+0.5	44	+0.5
25	1.6	+0.5	20	+0.5	25	+0.5	56	+0.7
32	20	+0.5	25	+0.5	31	+0.5	58	+0.7
38	23	+0.5	28	+0.5	3.6	+0.5	54	+0.6
50	29	+0.5	3.6	+0.5	45	+0.5	55	+0.7
60	35	+0.5	4.3	+0.5	54	+0.7	66	+0.8
75	42	+0.5	5.2	+0.6	66	+0.8	66	+0.8
90	48	+0.6	60	+0.7	75	+0.9	75	+0.9
100	54	+0.7	67	+0.8	85	+1.0	67	+0.8
125	67	+0.8	8.3	+1.0	10.5	+1.2	83	+1.0
150	8.0	+1.0	99	+1.2	12.5	+1.5	80	+1.0
200	104	+1.2	129	+1.5			84	+1.0
250	130	+1.6	161	+1.9			84	+1.0
300	154	+1.9	191	+2.3			79	+0.9

Espesor de pared minimo permitido 15 mm

a) *Presión de trabajo* Cumpliendo las especificaciones de la materia prima usada en la fabricación de los tubos (Norma de calidad DGN-K-145-1966) y las dimensiones especificadas para ellos en las tablas 3 y 4, los tubos de PVC son aptos para trabajar a las presiones especificadas en las tablas 1 y 2, calculadas con la fórmula ISO-R-161, aproximadas a números normales, según la norma DGN-R-51-1966

Para comprobar si los tubos resisten las presiones de trabajo antes especificadas, se deben someter a las pruebas siguientes

Resistencia al reventamiento por presión hidráulica interna (tabla 5). Al someter un tubo a la presión mínima de prueba, esta debe alcanzarse en un lapso de 60 a 90 seg, considerando que el tubo pasa la prueba si revienta a esta o a mayor presión.

Esta especificación debe ser comprobada de acuerdo con el método de prueba DGN-K-170-1966

Resistencia a la presión hidráulica interna sostenida en periodo prolongado (tabla 6) Al someter un tubo a la presión de prueba durante un tiempo mínimo de 1,000 h, este debe soportarla sin sufrir ninguna falla

Las presiones deben sostenerse con una variabilidad no mayor de 0.7 kg/cm².

Esta especificación debe ser comprobada de acuerdo con el método DGN-K-147-1966

b) *Aplastamiento* Los tubos, al someterse a un aplastamiento entre dos placas paralelas, hasta un 40 por ciento de su diámetro exterior, en un

TABLA 5

RESISTENCIA AL REVENTAMIENTO POR PRESIÓN HIDRÁULICA INTERNA

Relación de dimensiones (RD)	Presión mínima de reventamiento en kg/cm ² a 23°C entre 60 a 90 seg			
	(1114)	(1214)	(4111)	(2107)
4.15	280.0		224.0	
5.0	224.0		175.0	
6.0	175.0		140.0	
7.3	140.0		112.0	
9.0	112.0		90.0	
11.0	90.0		71.0	
13.5	71.0		56.0	
17.0	56.0		45.0	
21.0	45.0		35.5	
26.0	35.5		28.0	
32.5	28.0		22.4	
41.0	22.4		17.5	
64.0	14.0		11.2	

Los esfuerzos usados para calcular estas presiones de prueba son (1114), (1214), (4111) para 449.9 kg/cm² (2107) para 351.5 kg/cm²

TABLA 6

RESISTENCIA A LA PRESIÓN HIDRÁULICA INTERNA A LARGO PERIODO

Relación de dimensiones (RD)	Presión hidrostática mínima de prueba, en kg/cm ² a 1000 h y 23°C			
	(1114)	(1214)	(4111)	(2107)
4.15	190.0		160.0	100.0
5.0	150.0		125.0	80.0
6.0	118.0		100.0	63.0
7.3	95.0		80.0	53.0
9.0	75.0		63.0	40.0
11.0	60.0		53.0	32.5
13.5	47.5		40.0	26.5
17.0	37.5		31.5	20.0
21.0	30.0		26.5	16.0
26.0	23.6		20.0	12.5
32.5	19.0		16.0	10.0
41.0	15.0		12.5	8.5
64.0	9.5		8.5	5.0

Los esfuerzos usados para calcular estas presiones de prueba son

(1114) (1214) para 295.3 kg/cm²
(4111) para 258.7 kg/cm²
(2107) para 161.7 kg/cm²

lapso de 2 a 5 min, no deben presentar rupturas rajaduras o agrietamientos, al ser examinados después de la prueba, se acepta una decoloración en las zonas sujetas a mayor tracción (ver Norma DGN-K-148-1966).

2.3.3 Muestreo

2.3.3.1 Definiciones

1. *Lote de entrega* Es la cantidad total de tubos, motivo de la transacción comercial o reclamación

2. *Lote homogéneo* Es la cantidad total de tubos de un mismo tipo de materia prima, diámetro y espesor de pared

3. *Lote heterogéneo* Es la cantidad total de tubos de un mismo tipo y grado de materia prima pero de distintos diámetros y espesores de pared

4. *Muestra* Es el tubo o conjunto de tubos extraídos al azar del lote, conforme a lo especificado en 2.3.2, que deben ser sometidos a inspección

5. *Unidad de producto* Es cada uno de los tubos que componen la muestra y de los cuales se extraen las probetas

6. *Probeta* Parte de una unidad de producto, destinada a ser sometida a prueba

2.3.3.2 Procedimiento

Este procedimiento cubre dos tipos de muestreo, por atributos y variables, con un nivel aceptable de calidad "AQL" de 2.5 por ciento

La primera inspección, por atributos, es aplicable a la determinación de las características

siguientes dimensionales, resistencia al aplastamiento resistencia a la acción de la acetona Comprende dos niveles de inspección el normal para muestrear lotes de tubos de medida nominal de 90 o menos, y el reducido para muestrear lotes de tubos de medida nominal de 100 ó mas (tabla 7)

TABLA 7
MUESTREO POR ATRIBUTOS

Tamaño del lote (1)	Tamaño de la muestra		Criterio de aceptación AQL = 2.5	
	Inspección normal (2)	Inspección reducida (3)	Aceptación (4)	Rechazo (5)
2-8	2	2	0	1
9-15	3	2	0	1
16-25	5	3	0	1
26-50	8	5	0	1
51-90	13	5	1	2
91-150	20	8	1	2
151-280	32	13	2	3
281-500	50	20	3	4
501-1,200	80	32	5	6
1 201-3,200	125	50	7	8
3,201-10,000	2000	80	10	11
10 001-35,000	315	125	14	15
35,001-150,000	500	200	21	22
150,001-500,000				

La segunda inspección, por variables, se utiliza para determinar las características de resistencia a la presión hidrostática en un periodo reducido (reventamiento), y comprende también dos niveles de inspección el nivel normal, que se utiliza para muestrear lotes de tubos de medida nominal de 100 ó más (tabla 8)

TABLA 8
MUESTREO POR VARIABLES

Tamaño del lote (1)	Tamaño de la muestra		Criterio de aceptación (4)
	(2)	(3)	
9-40	5	3	0.587
41-65	7	4	0.525
66-110	10	5	0.498
111-180	15	7	0.465
181-300	25	10	0.579
301-500	30	15	0.610
501-800	35	25	0.647
801-1,300	40	30	0.654
1,301-3,200	50	35	0.658
3,201-8,000	60	50	0.676
8,001-22,000	85	60	0.689
22,001-110,000	115	85	0.701
110,001-550,000	175	115	0.711
550,001 ó más		175	0.726

La tercera inspección por atributos se utiliza para determinar la resistencia a la presión hidráulica a largo plazo (tabla 9)

TABLA 9
MUESTREO POR ATRIBUTOS PARA DETERMINAR RESISTENCIA HIDROSTÁTICA A 1 000 h

Tamaño del lote (1)	Tamaño de la muestra (2)	Criterio de aceptación AQL = 2.5	
		Aceptación (3)	Rechazo (4)
2-90	2	0	1
91-150	3	0	1
151-500	5	0	2
501-1,200	8	0	2
1,201-10,000	13	1	3
10,001-35,000	20	1	4
35,001-500,000	32	2	5
500,000- o más	50	3	6

a) *Extracción de muestras* El lote de entrega se separa en grupos, según lo indicado en las definiciones, se debe tratar cada lote por separado

La extracción de muestras se efectúa al azar, de la siguiente manera se da un número progresivo a cada uno de los tubos que compone el lote, y haciendo uso de una tabla de números aleatorios, se extrae una muestra del tamaño indicado en la tabla 7

b) *Manejo de la tabla 7* Con el número de tubos se compone el lote homogéneo y se entra en la tabla 7 (col 1)

Para tubos de medida nominal 90 ó menos, se selecciona al azar una muestra del tamaño correspondiente al nivel de inspección reducida (col 3)

A cada uno de los tubos que componen la muestra, se les determinan dimensiones, resistencia al aplastamiento y resistencia a la acción de la acetona, como se indica en el método de prueba N° 1 de esta Norma y en las Normas de métodos de pruebas DGN-K-149 y DGN-K-148, respectivamente

Si la cantidad de defectuosos es igual o menor que el número de aceptación (col 4), el lote pasa la primera inspección por atributos

Si la cantidad de defectuosos es igual o mayor que el número de rechazo (col 5), el lote no pasa la inspección y se rechaza

En el caso de que las especificaciones que no pasen el lote sean las dimensionales, tales como ovaladura u otra debida a posibles deformaciones en el transporte o manejo, se eliminan del lote los tubos deformados, o bien si se tiene duda del origen de la deformación, se continúa la inspección

c) *Manejo de la tabla 8* Con el número de tubos que compone el lote homogéneo, se entra en la tabla 8 (col 1).

Para tubos de medida nominal 90 ó menos, se toma una muestra del tamaño correspondiente al nivel de inspección normal (col 2) Para tubos de medida nominal 100 ó más, se toma una mues-

tra del tamaño correspondiente al nivel de inspección reducida (col 3)

La muestra se toma del conjunto de tubos que componen la primera inspección (tabla 7)

A cada uno de los tubos que componen la muestra se les determina la resistencia por presión hidráulica interna, según la Norma DGN-K-170-1966

CÁLCULOS

Los resultados obtenidos se agrupan de acuerdo con el número total de ellos y se procede a calcular el intervalo de cada grupo (R), la medida de todos los resultados (r), y la constante de aceptabilidad (K), de la manera siguiente

Cálculos del intervalo promedio (\bar{R})

$$R = r_{\max} - r_{\min}$$

$$\bar{R} = \Sigma \frac{R}{n}$$

donde

- n número de grupos
- r_{\max} valor máximo de reventamiento en cada uno de los grupos
- r_{\min} valor mínimo de reventamiento en cada uno de los grupos
- R intervalo de cada grupo
- ΣR suma de intervalos

Cálculo de la media (\bar{r})

$$\bar{r} = \Sigma \frac{r}{n}$$

donde

- Σr suma de valores de las presiones de reventamiento obtenidos en las pruebas
- n número de pruebas

Cálculo de la constante de aceptabilidad (K)

$$K = \frac{\bar{r} - L}{R}$$

donde

- L presión mínima de reventamiento admitida, tabla 1.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Si la constante de aceptabilidad es menor que la especificada en la tabla 8, se rechaza el lote

Si la constante de aceptabilidad es igual o mayor que la especificada en la tabla 8, se acepta la inspección y se pasa al nivel de inspección siguiente.

d) Manejo de la tabla 9

Con el número de tubos que compone el lote no homogéneo se entra en la tabla 9 (col 1)

Se selecciona la muestra al azar según 2 2 3 2 del tamaño indicado en la col 2

A cada uno de los tubos que componen la muestra se les determina la resistencia a la presión hidráulica en un periodo prolongado (1 000 h), según las Normas de métodos de pruebas DGN-K-147-1966

Si la cantidad de defectuosos es igual o menor que el número de aceptación (col 3), el lote pasa esta inspección

Si la cantidad de defectuosos es igual o mayor que el número de rechazo (col 4) el lote no pasa la inspección y se rechaza

2 3 3 4 Identificación y marcado

1 *Identificación* El color gris claro identifica a los tubos de PVC para conducción de agua potable

2 *Marcado* El marcado del tubo debe hacerse con caracteres claros a intervalos menores de 2 m, debe incluir lo siguiente

Nombre, razón social, marca registrada o símbolo del fabricante

Material de que esta hecho el tubo (PVC)

Tipo grado de materia prima y esfuerzo de diseño

Medida nominal (\emptyset)

Presión máxima de trabajo (kg/cm^2)

La leyenda "Hecho en México"

Fecha de fabricación, representada por el número de días transcurridos del año, y el año

Sello Oficial de Garantía de la Dirección General de Normas, de acuerdo con la autorización de esta dependencia (ver 2 5 2).

2 4 Métodos de prueba

2 4 1 Método I

Determinación de las dimensiones en los tubos

2 4 1 1 Aplicación

El método es aplicable a la determinación del diámetro mínimo y máximo, diámetro exterior promedio y espesor máximo de pared en tubos de policloruro de vinilo.

2 4 1 2 Equipo

Micrómetro, calibrador Vernier u otro aparato de medición que proporcione lecturas con una aproximación de 0 02 mm

2 4 1 3 Preparación de la muestra

Se corta la parte terminal del tubo o tramo de tubo en sus dos extremos perpendicularmente a su eje y se le eliminan las rebabas

Para casos de desacuerdo entre el productor y comprador, debido a los cambios dimensionales que puede sufrir un tubo por variación de temperatura y humedad ambiente, los especímenes se deberán acondicionar durante 48 horas a $23 \pm 10^\circ\text{C}$ y 50 ± 2 por ciento de humedad

2 4 1 4 Procedimiento

1 *Determinación de los diámetros máximo y mínimo* (forma oval) Con el calibrador se efec-

túan una serie de mediciones (mínimo 6) en una sección del tubo, para obtener los diámetros máximo y mínimo de esa sección

2 *Determinación del diámetro exterior promedio* Se determinan los diámetros máximo y mínimo de igual forma que en el inciso 1), repitiendo esta operación a lo largo del tubo (seis veces)

Se promedian los máximos y mínimos así obtenidos

3 *Determinación del espesor de pared mínimo* Se efectúa una serie de mediciones de la pared en un extremo del tubo (mínimo 6) hasta asegurarse de tener el máximo y mínimo espesor de pared

2.5 Observaciones

2.5.1 Presión interna máxima estimada

El procedimiento para estimar la resistencia hidrostática en un periodo prolongado, es esencialmente una extrapolación con respecto al tiempo de pruebas hechas de acuerdo con el método ASTM

Se obtienen gráficas de esfuerzo contra tiempo de falla para la temperatura seleccionada (23°C), y se hace la extrapolación para obtener la resistencia hidrostática en un periodo prolongado y el esfuerzo a la tracción, estimado en las paredes del tubo en la orientación circunferencial, que al ser aplicado continuamente causará la falla del tubo a las 100,000 h (11 43 años)

El esfuerzo hidrostático de diseño con el cual se calcula la presión de trabajo, es estimado tomando una fracción de la resistencia hidrostática en un periodo prolongado, o haciendo una extrapolación más extensa de la gráfica de esfuerzo contra tiempo de falla, o estimando el esfuerzo que producirá 5 por ciento de expansión en la circunferencia del tubo a las 100,000 h, tomándose el menor de estos tres valores. El propósito es contar con cierta tolerancia para las características de tiempo-temperatura-esfuerzo-deformación del material, las variaciones normales del material, de la fabricación, de las dimensiones, del manejo y de la instalación, y las variaciones que puedan surgir de los procedimientos y métodos de evaluación. El esfuerzo hidrostático de diseño es, por lo tanto, para un periodo indefinido de tiempo, mayor que el periodo actual de prueba. No se recomienda este esfuerzo hidrostático de diseño para diseñar tuberías para condiciones especiales o poco comunes, o para estimar la vida o comportamiento de tuberías en contacto con medios ambientes que puedan atacar a estas

2.5.2 Ejemplo del marcado

Nombre PVC-(1114), 50, 11.2 kg/cm²
Hecho en México, 247, 67, DGN-K-144-1967

2.5.3 Normas de referencia

Norma de calidad para compuestos rígidos de PVC, DGN-K-145-1966

Norma de calidad de cementos disolventes para tubos y conexiones rígidas de PVC, DGN-K-192-1967.

Norma de calidad de conexiones rígidas de PVC, para conducción de fluidos a presión, DGN-K-201-1967

Norma de números normales, DGN-R-51-1966

Norma de calidad para tubos rígidos de PVC, para conducción de gas natural DGN-K-146-1965

3 NORMAS DE METODOS DE PRUEBA

3.1 *Norma Oficial de Método de Prueba de combustibilidad de materiales plásticos rígidos*, DGN-K-202-1967

3.1.1 Importancia

Este método cubre el procedimiento para la determinación de la inflamabilidad relativa de los plásticos rígidos en forma de hojas o barras moldeadas, con espesores de 1 a 6 mm

3.1.2 Equipo

Campana de extracción con ventana de cristal resistente al calor, equipada con un ventilador para extraer los gases de la combustión, el cual debe estar apagado durante la prueba y prenderse inmediatamente después de ella

Mechero Bunsen

Soporte con dos abrazaderas ajustables, con tuercas, para cualquier ángulo

Rejilla de asbesto

Cronómetro

3.1.3 Espécimen de prueba

Se utilizan por lo menos tres especímenes de prueba de 13 cm de largo por 1.3 cm de ancho y el espesor que tenga el material por probar, que puede ser cortado de hojas o moldeado (3.5.1.2). Se recomienda usar barras inyectadas de 13 × 13 × 0.6 cm, o barras moldeadas por compresión de 13 × 13 × 1.3 cm

El espécimen de prueba se marca con dos líneas, una a 2.5 cm y otra a 10 cm de un mismo extremo. Las orillas del espécimen deben ser lisas

3.1.4 Procedimiento

Se sujeta el espécimen por uno de sus extremos con sus ejes longitudinales horizontales y sus ejes transversales inclinados a 45°C de la horizontal

Debajo del espécimen, y a una distancia no menor de 1 cm, se coloca la tela de alambre procurando que quede de 1 a 1.5 cm más corta que el espécimen

Se ajusta el mechero Bunsen con las entradas para aire abiertas, para producir una flama azul de 2.5 cm de alto

En cada intento de prender el espécimen se debe colocar el mechero de tal manera que la

punta de la flama toque el extremo del espécimen Después de 30 seg se retira la flama a una distancia no menor de 50 cm, con el objeto de reducir los efectos de corriente de aire en la campana mientras se quema el espécimen

Cuando el plástico no continúa quemándose después del primer intento, se vuelve a poner la flama en contacto con el extremo libre por 30 seg más e inmediatamente después que ha dejado de quemarse el espécimen. Se apaga la flama después de la segunda aplicación, se cierra la puerta de la cámara y se observa.

1 Si el espécimen no prende en dos intentos el resultado se juzga como "no inflamable por esta prueba"

2 Si el espécimen continúa ardiendo después del primero o segundo intento, se espera que la flama alcance la primera marca o sea la de 25 cm y se comienza a contar el tiempo hasta que la flama alcance la marca de 10 cm. Un espécimen que se quema hasta este punto se juzga como "inflamable por esta prueba", y se especifica la velocidad de combustión en cm/min Si la marca pasa de 10 cm, se juzga como "totalmente inflamable"

3 Si la flama no alcanza a quemar la marca de 10 cm después del primero o segundo intento se juzga como "auto-extinguible en esta prueba"

3.1.5 Observaciones

La velocidad de combustión varía con el espesor del espécimen, por tal motivo es conveniente comparar los resultados de las pruebas con materiales de espesores iguales

A los materiales en hojas que hayan sido alargados durante el proceso, es necesario calentarlos antes de la prueba hasta una temperatura arriba de su temperatura de distorsión, para evitar resultados erróneos

32 Norma Oficial de Método de Prueba de acetona para compuestos rígidos de PVC, DGN-K-149-1967

3.2.1 Importancia

Este método es aplicable a materiales rígidos de PVC, y sirve para detectar la buena fusión de este material, mediante su comportamiento frente a la acetona.

3.2.2 Equipo

Recipiente de vidrio con tapa hermética

3.2.3 Materiales

1. Acetona con densidad máxima a 25°C, de 0.7857 gr/cm³

2. Sulfato de calcio anhidro (CaSO₄) o cualquier otro deshidratante comercial

Preparación. Para evitar que la acetona pierda su eficacia por la presencia de agua, se seca antes

de usarla agitándola con el sulfato de calcio el cual se elimina por filtración

3.2.4 Preparación del espécimen

Se toma del tubo un anillo de 5 cm de longitud, para diámetros grandes se secciona este con objeto de facilitar su inmersión

3.2.5 Procedimiento

Se coloca la acetona anhidra en el frasco o recipiente de prueba en suficiente cantidad para que el espécimen entero o en fracciones quede completamente sumergido

Se cierra el frasco y se deja reposar sin agitación durante 20 min. al cabo de los cuales se observa la superficie externa e interna del espécimen

3.2.6 Interpretación de resultados

Se observan los defectos del espécimen calificándolos como hinchamiento, reblandecimiento, desprendimiento en escamas o grumos, aparición de grietas, desintegración, etc

3.2.7 Informe

Dimensiones del tubo o conexión, tamaño nominal espesor de pared y relación de dimensiones (RD), tipo de materia prima y ausencia o presencia de defectos y tipo de ellos

33 Norma Oficial de Método de Prueba de contacto del agua potable con tuberías de plástico DGN-K-209-1967

3.3.1 Importancia

Este método es aplicable a tuberías fabricadas con materiales termoplásticos

3.3.2 Equipo

Incubadora
Potenciómetro
Dosificador de bióxido de carbono
Cristalería de laboratorio.

3.3.3 Materiales y reactivos

Un tramo de tubo plástico con 600 cm² de superficie libre de contacto considerando tapas en los extremos.

Bióxido de carbono (CO₂), en cantidad suficiente para satisfacer las condiciones de prueba (pH 5)

Agua de contacto Se prepara agregando bióxido de carbono al agua para la prueba, hasta bajar el pH a 5.0 El agua para la prueba será bidescalcada

3.3.4 Preparación de los especímenes

Se taponan un extremo del tramo de tubo mediante cementación, y al otro se le adapta un tapón removible hermético

3 3 5 Procedimiento

Se llena el tramo de tubo con agua bidestilada de contacto, se comprueba que el pH sea 5, y se cierra herméticamente para evitar fugas de fluidos

Se coloca el tramo de tubo en una incubadora a $37 \pm 1^\circ\text{C}$ de temperatura durante 48 horas, se agita por inversión 10 veces, cada 8 horas. Al final de este periodo se separa el agua del plástico mediante decantación. El agua decantada corresponde a la primera extracción y está lista para la realización de las pruebas físicas y químicas correspondientes.

El agua de contacto deberá renovarse después de cada extracción

3.3 6 Resultados

Los resultados de las pruebas físicas y químicas de los extractos, expresables en concentración, deben referirse a un volumen de agua de contacto de 400 cm^3 , para lo cual puede usarse la siguiente ecuación

$$C_r = 0.375 DC_e$$

donde

- C_e concentración de los extractos analizados, en ppm
- C_r concentración que se reporta, en ppm
- D diámetro interior del tramo de tubo, en cm

3 4 Norma Oficial de Metodo de Prueba para la determinación de la resistencia al reventamiento por presión hidráulica interna en tubos de plástico y sus conexiones, DGN-K-170-1967

3 4 1 Importancia

Este método es aplicable a tubos, tuberías y conexiones de materiales termoplásticos y termoestables de todos los diámetros y espesores de pared

3.4 2 Equipo

1 Baño a temperatura constante

Un recipiente que contenga agua o cualquier otro fluido que no ataque al espécimen de prueba, que se mantenga a temperatura constante, ya sea por agitación o por convección forzada

2 Sistema de presión

Dispositivo capaz de aplicar presión hidráulica interna a los especímenes de prueba en forma continua y creciente, este puede ser

Cilindro hidráulico de suficiente capacidad para romper el espécimen de prueba con un golpe del pistón

Cilindro de gas provisto con un regulador de presión y un acumulador hidráulico

3 Indicador de presión (manómetro) con una presión no menor de 0.1 kg/cm^2

4 Cronómetro

5 Tapas o cierres para el extremo de los especímenes

Para la prueba de tubos o tubería. Estos deben estar fabricados de tal manera que permitan su fácil montaje en el tubo, exentos de grietas y escamas y que además puedan ser expuestos a la máxima presión

Para la prueba de las conexiones. Estas deben ser diseñadas para que no causen falla en el espécimen, no deben estar más alejadas que la base roscada o la base del enchufe

3 4 3 Preparación del espécimen

1 El tubo y la conexión deben ser aceptables desde el punto de vista de sus dimensiones y la prueba debe efectuarse como mínimo después de 24 h de su fabricación

2 La sección de prueba debe ser diez veces el diámetro nominal con un mínimo de probeta de 30 cm y un máximo de 100 cm. Se considera como sección de prueba el tramo de tubo entre los extremos del mismo a una distancia mínima de un diámetro

3 Para la prueba de conexiones el espécimen constará de una conexión completa

3 4 4 Procedimiento

Se colocan los tapones al espécimen sin causarle daños o reformar la sección de pruebas

Se fija el espécimen al distribuidor de presión, se llena de agua, se purga el aire antes de someterlo a presión, pudiéndose por razones de seguridad, sumergirlo en un baño de agua

Se eleva la presión constante y uniformemente hasta alcanzar la presión de prueba en un lapso de 60 a 90 seg, se mide el tiempo con un cronómetro, si la falla se produce antes de 1 min se repite la prueba variando la velocidad de aplicación de la carga. El tiempo mínimo de 1 min y máximo fijado, son necesarios para obtener resultados reproducibles de todos los tamaños y tipos de tubos de plástico

Se considera que el espécimen de prueba ha fallado, cuando se produce goteo, escurrimiento o rotura, exceptuando el goteo en el ajuste o falla a una distancia de un diámetro del extremo de cierre, lo que no se considera como una falla del espécimen

3 4.5 Informe

Se anota la presión a la que falló, el tiempo de falla o el tiempo de prueba, se identifica el espécimen con diámetro tipo, espesor de pared, RD y tipo de materia prima.

3 5 Norma Oficial de Método de Prueba para la determinación de la resistencia de tubos de plástico a la presión hidráulica interna sostenida por un periodo prolongado, DGN-K-147-1967

3 5 1 Importancia

Este método es aplicable a tubos de materiales termoplásticos y termoestables, con el objeto de obtener condiciones semejantes a las del trabajo

real de un tubo para conducción de fluidos a presión

3.5.2 Equipo

Dispositivo para probar los tubos en un periodo prolongado, en condiciones controladas de presión y temperatura, el cual deberá consistir de lo siguiente

a) *Sistema a temperatura constante* Un baño de agua o cualquier otro fluido que no ataque al espécimen de prueba, equipado de manera que se mantenga a temperatura constante ya sea mediante agitación o por convección forzada, en el caso de que se use aire u otro ambiente gaseoso, puede usarse un cuarto a temperatura controlada

b) *Sistema de presión*

1. Cilindro de gas equipado con un regulador de presión y un acumulador hidráulico que sea capaz de mantener constante la aplicación de la presión en los especímenes de prueba.

Bomba de aire o gas accionada mecánicamente capaz de mantener una presión constante (± 10 por ciento de la presión de prueba) no siendo necesario en este caso el acumulador hidráulico

2. Indicador de presión (manómetro) con precisión no menor de 0.1 kg/cm^2

3. Sistema de control

Un reloj marcador, conectado al interruptor automático por caída de presión

4. Ajustes para los especímenes

Cualquier cierre adecuado, libre de defectos y que no produzca fallas en el espécimen al ser probado

5. Conexiones a la presión

Cada espécimen puede estar conectado directamente o por un sistema general, en este último caso cada conexión deberá tener una válvula de retención (check) para evitar el vaciamiento del sistema cuando falle un espécimen

6. Soporte de los especímenes

Estos deben evitar tensiones que no sean las de la presión hidráulica interna, sin limitar el espécimen en ningún sentido

3.5.3 Espécimen de prueba

El tubo debe ser aceptable desde el punto de vista de sus dimensiones y la prueba debe efectuarse como mínimo después de 24 h de su fabricación.

La sección de prueba debe ser diez veces el diámetro nominal con un mínimo de probeta de 30 cm y un máximo de 100 cm. Se considera como sección de prueba el tramo de tubo entre los extremos a una distancia mínima de un diámetro

3.5.4 Procedimiento

El espécimen se cierra por un extremo y se llena completamente con el líquido de prueba

Por el tipo de unión se determina el procedimiento de llenado. Se conectan los especímenes al distribuidor de presión teniendo cuidado de que el acumulador hidráulico y la línea de distribución estén completamente llenos del líquido de prueba. Se asegura que no haya aire ocluido y que los especímenes estén completamente sumergidos en el baño a temperatura constante

La temperatura de prueba debe ser de $23 \pm 5^\circ\text{C}$ para termoplásticos y $63 \pm 5^\circ\text{C}$ para termoeestables

Se ajustan los especímenes al sistema de presión mediante un regulador de gas para producir la carga deseada. Se abren las válvulas a los especímenes se eleva la presión hasta la de prueba se ajusta la temperatura de prueba y se comienza a contar el tiempo.

Si se registran fluctuaciones de la presión dentro de los límites permisibles debe considerarse como la presión de prueba la media aritmética de las presiones. Cualquier falla ocurrida fuera de la sección de prueba no se considera como falla del tubo

3.5.5 Informe

Se anotan la presión, el tiempo de prueba y el tiempo y tipo de falla, asimismo, se identifican el espécimen, diámetro, tipo, espesor de pared RD y tipo de materia prima

3.6 Norma Oficial de Método de Prueba de Aplastamiento en tubos rígidos de plástico, DGN-K-148-1967

3.6.1 Importancia

Esta norma es aplicable a productos tubulares rígidos de sección anular, de PVC y polímeros de ABS y sirve para conocer la resistencia de un tubo al aplastamiento producido por una carga externa, que lo deforme hasta un punto que exceda su límite elástico.

3.6.2 Aparato

Aparato constituido por dos placas rígidas, una fija y otra móvil, lisas, planas, paralelas y de longitud igual o mayor que la de la probeta. Este aparato debe permitir la aplicación de la carga, lenta y uniformemente.

3.6.3 Preparación del espécimen

La probeta debe ser aproximadamente de 5 cm de largo, y los planos de corte perpendiculares al eje del tubo

3.6.4 Procedimiento

Esta prueba debe efectuarse a temperatura ambiente

Se coloca la probeta en la placa fija y acercando la placa móvil hasta tocarla, se aplica sobre el tubo la carga uniformemente hasta que la distancia entre las placas sea el 40 por ciento del

diámetro exterior del tubo probado, el aplastamiento se hará en un lapso de 2 a 5 min

Se retira la probeta del aparato y se observa si tiene decoloraciones grietas o rupturas de cualquier especie o bien la ausencia de ellas

3 6 5 Informe

Se anota el tipo de materia prima diámetro exterior, espesor de pared, RD y presencia o ausencia de defectos y tipo de ellos

4 REFERENCIAS

- 1 Tuberías plásticas Utilización en abastecimientos de agua, *Organización Panamericana de la Salud* Publicación científica No 113 Washington (1955)
- 2 A Study of Plastic Pipes for Potable Water Supplies *National Sanitation Foundation*, Ann Arbor Mich, E U (1955)
- 3 E Thorp, *Enciclopedia de Química Industrial Editorial Labor*, Mexico, D F (1964)

5 BIBLIOGRAFIA

- 1 Reglamento Federal de Obras de Provisión de Agua Potable de la Secretaría de Salubridad y Asistencia *Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria*
- 2 Metodos estandard para el examen de aguas y desecho *American Water Works Association y Water Pollution Control Federation* undecima edición
- 3 Commercial Standard CS 256-63, Polyvinyl Chloride Plastic Pipe (SDR-PR and Class T), *U S Department of Commerce*, Washington
- 4 ASTM Standards, Plastic Specification', Partes 26 y 27, Filadelfia (1965)
- 5 The Admissibility of Working Toxic Substances into the Materials used for the Manufacture of Pipes for Drinking Water', *Institution for the Testing of Water Works Materials, Ltd KIWA, Drukkerij W D Meinema N V*, Delft, Holanda

NOTA

Este trabajo fue elaborado por el *Comite Consultivo de Normas, Tuberías de Plástico*, con la siguiente participación

Coordinador

Ubaldo Bonilla Dominguez profesor investigador UNAM

Propietarios

Jorge A Sanchez, Secretaría de Industria y Comercio, Manuel Calderón de Palacio, Secretaría de Recursos Hidráulicos, Artemio Yañez Correa, Secretaria de Salubridad y Asistencia, Raul E Ochoa Elizondo Departamento del Distrito Federal, Héctor Meuregh, Asociación Nacional de la Industria del Plástico, A C

Suplentes

Amira Marín Hernandez, Secretaria de Industria y Comercio, Pedro J Caballero, Secretaria de Recursos Hidráulicos, Joaquin Tello Zavalequi, Secretaria de Salubridad y Asistencia, Cesar Falcón de Gyves, Departamento del Distrito Federal, Ricardo Fierro, Asociación Nacional de la Industria del Plástico, A C, Miguel Angel Arciniega T, División de Estudios Superiores UNAM

Observadores-consultores

Ildeu Duarte Filho y Charles Spanqler, Oficina Sanitaria Panamericana, Pedro Martínez Pereda, División de Estudios Superiores, UNAM

Representantes de industrias

Jose Reynoso, Plásticos Rex, S A, Carlos González Terán, Asbestos de México, S A, Gunther Mauer, Tubos Flexibles, S A, Edward Serrano, Tuberías y Conexiones, S A

