

Aparatos de protección respiratoria - Equipos purificadores - Requisitos, ensayos, marcado - Parte 1: Filtros contra partículas

Preámbulo

El Instituto Nacional de Normalización, INN, es el organismo que tiene a su cargo el estudio y preparación de las normas técnicas a nivel nacional. Es miembro de la INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) y de la COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TECNICAS (COPANT), representando a Chile ante esos organismos.

La norma NCh1285/1 ha sido preparada por la División de Normas del Instituto Nacional de Normalización, y en su estudio participaron los organismos y las personas naturales siguientes:

Asociación Chilena de Seguridad, AChS

CODELCO Chile, División El Teniente
Ingeniería y Construcción Sigdo Koppers S.A
Instituto de Investigaciones y Control, IDIC
Instituto de Salud Pública, ISP
Instituto de Seguridad del Trabajo, IST,
Viña del Mar
Instituto Nacional de Normalización, INN
M.S.A. de Chile Ltda.

Mutual de Seguridad. C.Ch.C.
North Safety Products
PROSEG Ltda.
Refinería de Petróleo Concón S.A.
Safety Service
Servicio Nacional de Geología y Minería
3 M de Chile

Juan Carlos Lizama V.
Luis Sepúlveda V.
Osvaldo Morales M.
Daniel Cifuentes C.
Miguel A. Burgos S.
Florín Moreno Z.

Daniel Cifuentes C.
M. Esther Palomero M.
Haydée Aceituno M.
Juan Carlos Astaburuaga
Miguel Arana B.
Jorge R. Jarry
Santiago Smart M.
Gabriel Corvalán P.
Marianella García Q.
Sergio Oyarzún C.
Rafael Félix T.

NCh1285/1

Esta norma se estudió para actualizar la norma NCh1285/1.Of95, *Aparatos de protección respiratoria - Equipos purificadores - Requisitos, ensayos y marcado - Parte 1: Filtros contra partículas.*

Para el estudio de esta norma se tomó como referencia la norma UNE 81-284-91 (EN 143) *Equipos de protección respiratoria - Filtros contra partículas - Requisitos, ensayos, marcado.*

Esta norma anula y reemplaza a la norma NCh1285/1.Of95, declarada Norma Chilena Oficial de la República por Decreto N° 1102, de fecha 10 de Julio de 1995, del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial N° 35.228, del 27 de Julio de 1995.

El anexo A no forma parte del cuerpo de la norma, se inserta sólo a título informativo.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 27 de Marzo de 1997.

Esta norma ha sido declarada Norma Chilena Oficial de la República por Decreto N° 1030, de fecha 28 de Octubre de 1998, del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial N° 36.214 del 14 de Noviembre de 1998.

Aparatos de protección respiratoria - Equipos purificadores - Requisitos, ensayos, marcado - Parte 1: Filtros contra partículas

1 Alcance

1.1 Esta norma especifica los requisitos mínimos que deben cumplir los filtros contra partículas.

1.2 Contiene, además, los métodos de ensayo para verificar la conformidad con los requisitos establecidos en ella.

2 Campo de aplicación

2.1 Esta norma se aplica a los filtros contra partículas destinados a ser utilizados en los equipos purificadores no asistidos.

2.2 Esta norma se aplica también a los filtros mixtos para verificar la protección que ofrecen contra las partículas.

2.3 Esta norma no se aplica a los equipos para evacuación ni a las piezas faciales filtrantes.

3 Referencias

- NCh1285/2 Aparatos de protección respiratoria - Equipos purificadores - Requisitos, ensayos, marcado - Parte 2: Filtros contra gases y filtros mixtos.
- NCh2176 Aparatos de protección respiratoria - Clasificación.
- NCh2278 Aparatos de protección respiratoria - Roscas para piezas faciales - Conexiones por rosca estándar.

4 Definición y descripción

Un equipo purificador completo está constituido de una pieza facial y un filtro (equipos de una vía), o de una pieza facial y dos filtros (equipos de dos vías).

Los filtros contra partículas retienen las partículas que se encuentran en suspensión en el aire.

5 Clasificación

5.1 De acuerdo a su capacidad de retención, los filtros contra partículas se clasifican según se indica en tabla 1.

Tabla 1 - Clasificación de los filtros contra partículas

Código	Clase de filtro	Uso
P-1	Baja eficiencia	Partículas sólidas inertes
P-2	Mediana eficiencia	Partículas sólidas y líquidas de baja toxicidad
P-3	Alta eficiencia	Partículas sólidas y líquidas de alta toxicidad

5.2 Los filtros de la clase 3 proporcionan una protección superior a los de las clases 2 y 1.

5.3 Los filtros de la clase 2 proporcionan una protección superior a los de la clase 1.

6 Requisitos

6.1 Generalidades

6.1.1 La conexión entre el o los filtros y la pieza facial debe ser firme y hermética.

6.1.2 La conexión entre el filtro y la pieza facial se debe realizar mediante conexión de tipo permanente, especial, o roscada (estándar o no estándar). Para mayor información sobre conexión estándar ver NCh2278.

6.1.3 Si el filtro está destinado a ser usado con una pieza facial de dos vías, no deberá ser posible su conexión a una pieza facial de una vía.

6.1.4 El filtro debe ser fácilmente reemplazable sin ayuda de herramientas especiales y debe tener un diseño que impida el montaje incorrecto.

6.1.5 Los filtros mixtos deben satisfacer los requisitos de NCh1285/2 y el requisito de capacidad de retención establecido en 6.5 de esta norma.

6.1.6 El peso máximo del total de filtros que se conecten directamente a un cuarto de máscara, o a una media máscara, debe ser de 300 g.

6.1.7 El peso máximo del total de filtros que se conecten directamente a una máscara completa debe ser de 500 g.

6.2 Materiales

El filtro debe estar hecho de un material adecuado, tanto interna como externamente, para soportar un uso normal en el ambiente de trabajo para el cual fue diseñado.

El filtro no debe desprender material por efecto del paso del flujo de aire a través de él.

6.3 Vibración

Antes de efectuar los ensayos de resistencia a la respiración, capacidad de retención, y colmatación, el filtro debe ser sometido a un ensayo para simular uso severo, realizado de acuerdo con 7.2.

Después de este ensayo, los filtros no deben presentar defectos mecánicos y deben cumplir con los requisitos de resistencia a la respiración, capacidad de retención, y colmatación.

6.4 Resistencia a la respiración

La resistencia impuesta por el o los filtros al paso del aire debe ser tan baja como sea posible y en ningún caso exceder los valores señalados en la tabla 2, cuando se ensaya de acuerdo con 7.3 de esta norma.

Tabla 2 - Resistencia a la respiración.

Código	Clase de filtro	Resistencia máxima, mbar ^{*)}	
		a 30 L/min	a 95 L/min
P-1	Baja eficiencia	0,6	2,1
P-2	Mediana eficiencia	0,7	2,4
P-3	Alta eficiencia	1,2	4,2

^{*)}1 bar = 10^5 N/m² = 100 kPa

1 mbar = 10 mm columna de agua

6.5 Capacidad de retención

6.5.1 Los requisitos de penetración máxima deben ser cumplidos antes y después del acondicionamiento descrito en 7.4.

6.5.2 La penetración de los aerosoles de ensayo, en ningún caso debe exceder los valores señalados en la tabla 3, cuando el ensayo se efectúa de acuerdo con 7.4.1. Por acuerdo entre las partes se podrá exigir que los filtros P-2 y P-3 cumplan con los requisitos indicados en la columna *optativo* de la tabla 3, en cuyo caso el ensayo se debe efectuar conforme al método descrito en anexo a esta norma.

Tabla 3 - Penetración máxima

Código	Clase de filtro	Penetración máx., %	
		Ensayo con cloruro de sodio	Ensayo con aceite de parafina (<i>optativo</i>)
P-1	Baja eficiencia	20	no aplicable
P-2	Mediana eficiencia	6	2
P-3	Alta eficiencia	0,05	0,01

6.6 Colmatación (optativo)

6.6.1 Por acuerdo entre las partes se podrá exigir que los filtros cumplan con los requisitos de penetración máxima especificados en la tabla 3, después que han sido sometidos al ensayo de colmatación.

6.6.2 Cuando los filtros se ensayan en la forma descrita en 7.5 la resistencia de cualquiera de ellos no debe ser superior a:

- filtros de baja eficiencia : 4 mbar
- filtros de mediana eficiencia : 5 mbar
- filtros de alta eficiencia : no aplicable

El ensayo se da por finalizado cuando la resistencia máxima permitida ha sido alcanzada o cuando la cantidad predeterminada de polvo se ha depositado sobre el filtro.

7 Ensayos

7.1 General

7.1.1 Cada una de las unidades de muestra debe cumplir con los requisitos especificados en el capítulo 6 de esta norma.

7.1.2 Los ensayos se deben efectuar en forma secuencial y de manera que el aire de ensayo o el aerosol de ensayo pase horizontalmente a través del filtro.

7.1.3 Los ensayos se deben efectuar con los filtros sometidos previamente al ensayo de vibración descrito en 7.2.

7.1.4 Cuando el filtro que se ensaya está destinado a ser usado en una pieza facial de una vía, el caudal de ensayo debe ser el especificado en el método de ensayo correspondiente.

7.1.5 Cuando el filtro que se ensaya está destinado a ser usado en una pieza facial de dos vías, y se ensaya cada filtro separadamente, el caudal de ensayo debe ser la mitad del especificado en el método de ensayo correspondiente.

7.2 Vibración

7.2.1 Equipo de ensayo

El aparato que se muestra esquemáticamente en la figura 1 consiste en una caja de acero (K), que está fija sobre un pistón con movimiento vertical (S), capaz de ser levantada 20 mm por una leva rotatoria (N) y dejada caer sobre una placa de acero por su propio peso mientras gira la leva. La masa de la caja de acero debe ser superior a 10 kg.

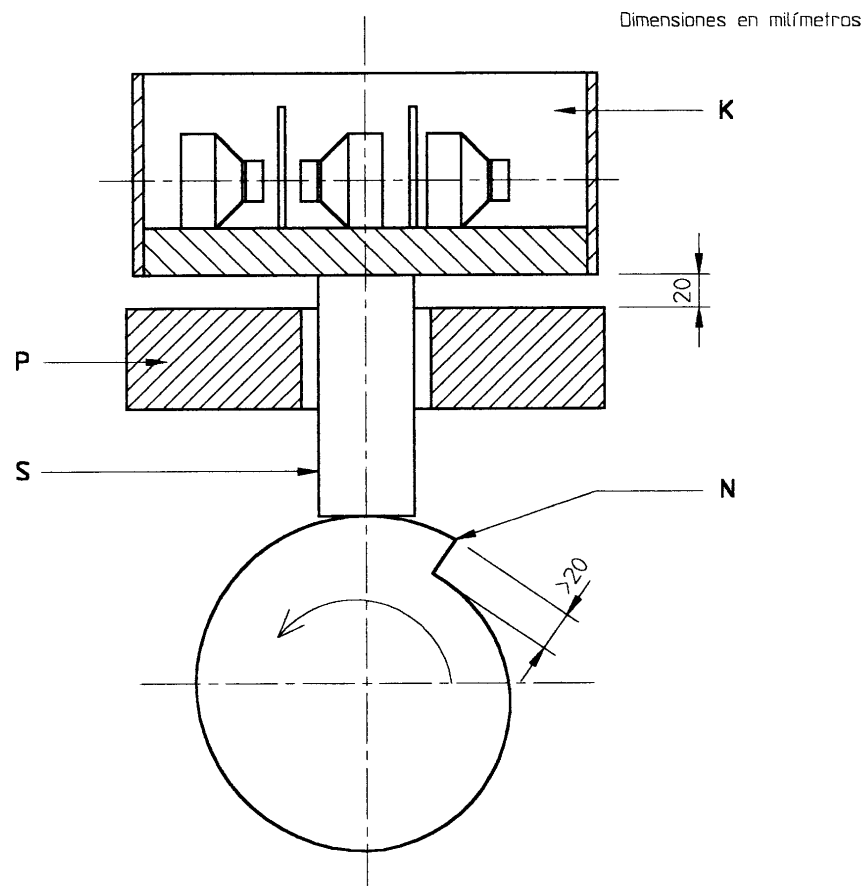


Figura 1 – Equipo para el ensayo de vibración

7.2.2 Procedimiento de ensayo

- a) Los filtros se deben ensayar en el estado en que se recibieron, sacándolos de sus embalajes aún sellados; los sellos individuales de los filtros se deben retirar previo al inicio del ensayo.
- b) Los filtros se deben colocar, sobre sus costados, en la caja (K) de manera que no se toquen unos con otros durante el ensayo, permitiendo 6 mm de movimiento horizontal y movimiento vertical libre.
- c) El aparato de ensayo debe funcionar a una velocidad aproximada de 100 revoluciones por min durante 20 min y un total de 2 000 revoluciones.
- d) Después del ensayo se debe retirar cualquier material que se haya desprendido del filtro.

7.3 Resistencia a la respiración

Después del ensayo de vibración descrito en 7.2, se conecta el filtro herméticamente por medio de un adaptador al equipo de ensayo.

El ensayo se debe efectuar con un flujo continuo de 30 L/min y 95 L/min, con aire a temperatura ambiente, presión atmosférica normal y una humedad que excluya toda condensación. El valor de la resistencia obtenida se debe corregir teniendo en cuenta el valor añadido por el adaptador, y las condiciones de temperatura y presión a 23°C y 1 bar absoluto.

El ensayo se debe efectuar con un mínimo de nueve (9) unidades de muestra.

7.4 Capacidad de retención

7.4.1 Generalidades

- a) Los ensayos de capacidad de retención se deben efectuar en condiciones ambientales normales, antes y después del siguiente tratamiento de temperaturas:
 - i) durante 24 h en atmósfera seca de 70°C;
 - ii) durante 24 h a temperatura de -30°C.

NOTA - En ambos casos i) e ii), se parte de temperatura ambiental normal.

- b) Los filtros se deben ensayar de acuerdo con el método del cloruro de sodio, descrito en 7.4.2; el ensayo se debe efectuar con un mínimo de nueve (9) unidades de muestra.
- c) Por acuerdo entre las partes, los filtros se podrán ensayar además según el método del aceite de parafina, descrito en anexo a esta norma.

7.4.2 Ensayo con cloruro de sodio

El aerosol de partículas de cloruro de sodio se genera atomizando una solución acuosa de la sal y evaporando el agua.

La concentración del cloruro de sodio en el aire se mide, antes y después del filtro en ensayo, por medio de fotometría de llama. Determinaciones precisas de penetración son posibles en el intervalo comprendido entre 0,0001% y 100%.

7.4.2.1 Equipo de ensayo

El aparato es el que se muestra en la figura 2. El aerosol se genera por medio de un atomizador Collison relleno con una solución acuosa de cloruro de sodio al 1% m/v. El atomizador, representado en la figura 3, está constituido por un recipiente de vidrio y una cabeza con tres boquillas difusoras. El aire penetra al atomizador a una presión de 3,45 bar formando un aerosol líquido que al chocar contra una pantalla, elimina las partículas grandes.

Las partículas que no se eliminan son arrastradas por el flujo de aire y al mezclarse con aire seco evaporan el agua, formando un aerosol seco de cloruro de sodio.

Las partículas del aerosol obtenido por este método tienen un diámetro medio de 0,6 μm . La distribución granulométrica está dada en la figura 4. Se ha determinado que el aerosol permanece constante dentro de límites aceptables, con respecto al tamaño de partículas y concentración, siempre que la presión en el atomizador se encuentre en un intervalo entre 3,31 bar y 3,59 bar y el flujo de aire suministrado por los tres difusores, esté entre 12,5 L/min y 13,0 L/min. El flujo de salida del atomizador se mezcla con 82 L/min de aire seco, proporcionando un flujo total de 95 L/min.

La solución salina del atomizador se consume a una velocidad de 15 ml/h aproximadamente. Esta pérdida obedece en parte, a la atomización de la solución y en parte a la evaporación del agua del recipiente. El volumen del recipiente es tal que el cambio en la concentración y la pérdida en volumen de la solución durante un período de 8 h, no modifica fundamentalmente las características del aerosol de ensayo.

El aerosol de cloruro de sodio se analiza antes y después del filtro que se ensaya, por medio de fotometría de llama. El fotómetro utilizado para este análisis puede ser cualquier instrumento que tenga la sensibilidad requerida.

La calibración del fotómetro de llama dependerá del diseño del instrumento, y si se desea obtener resultados confiables deben seguirse las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

NCh1285/1

7.4.2.2 Condiciones de ensayo

Distribución granulométrica del aerosol de ensayo, ver figura 4.

Flujo del aerosol de ensayo	:	95 L/min
Concentración del aerosol	:	$8 \pm 4 \text{ mg/m}^3$
Presión del aire en el atomizador	:	$3,45 \pm 0,14 \text{ bar}$
Flujo para el atomizador	:	$12,75 \pm 0,25 \text{ L/min}$
Flujo del aire para dilución	:	82 L/min
Longitud de onda del sodio	:	589 nm
Temperatura del aire	:	ambiental
Humedad relativa	:	< 60%

7.4.2.3 Procedimiento de ensayo

El aerosol de ensayo se introduce en la cámara, donde se ha ubicado el filtro que se ensaya. Se hace pasar a través del filtro un flujo de 95 L/min; la concentración del aerosol se mide antes y después del filtro mediante el fotómetro. La penetración se debe medir a los $3 \text{ min} \pm 0,5 \text{ min}$.

7.4.2.4 Cálculo de la penetración

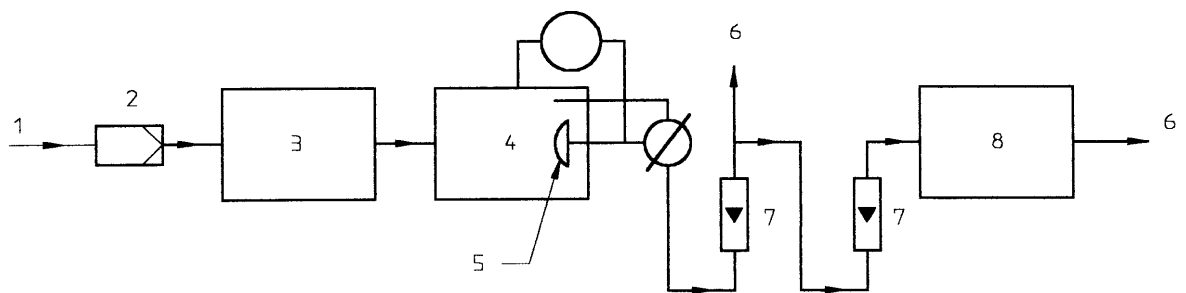
$$P = \frac{C_2}{C_1} \cdot 100\%$$

en que:

P = penetración;

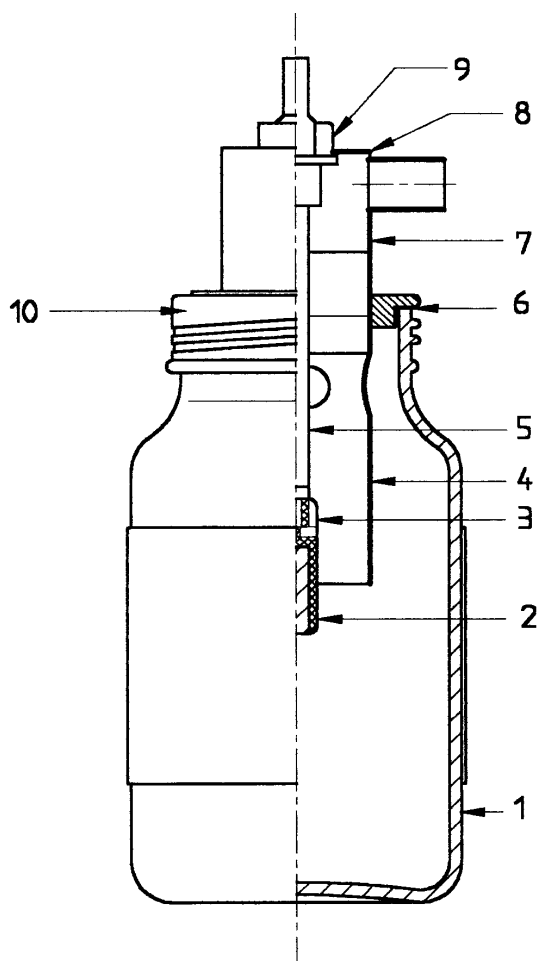
C_1 = concentración del *NaCl* antes del filtro;

C_2 = concentración del *NaCl* después del filtro.



- 1) Aire comprimido
- 2) Filtro de aire
- 3) Generador del aerosol de ensayo
- 4) Cámara de ensayo
- 5) Muestra de ensayo
- 6) Salida a la atmósfera
- 7) Medidor de flujo
- 8) Aparato medidor de concentración

Figura 2 - Equipo para ensayo con cloruro de sodio



- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1) Recipiente de vidrio | 6) Empaquetadura de caucho |
| 2) Boquilla | 7) Cabeza |
| 3) Empaquetadura de fibra | 8) Empaquetadura de caucho |
| - diámetro exterior : 4,5mm | - diámetro exterior : 25,0mm |
| - diámetro interior : 2,0mm | - diámetro interior : 10,0mm |
| - espesor : 0,8mm | - espesor : 1,5mm |
| 4) Cilindro | 9) Tuerca |
| 5) Tubo | 10) Tapa |

Figura 3 - Atomizador

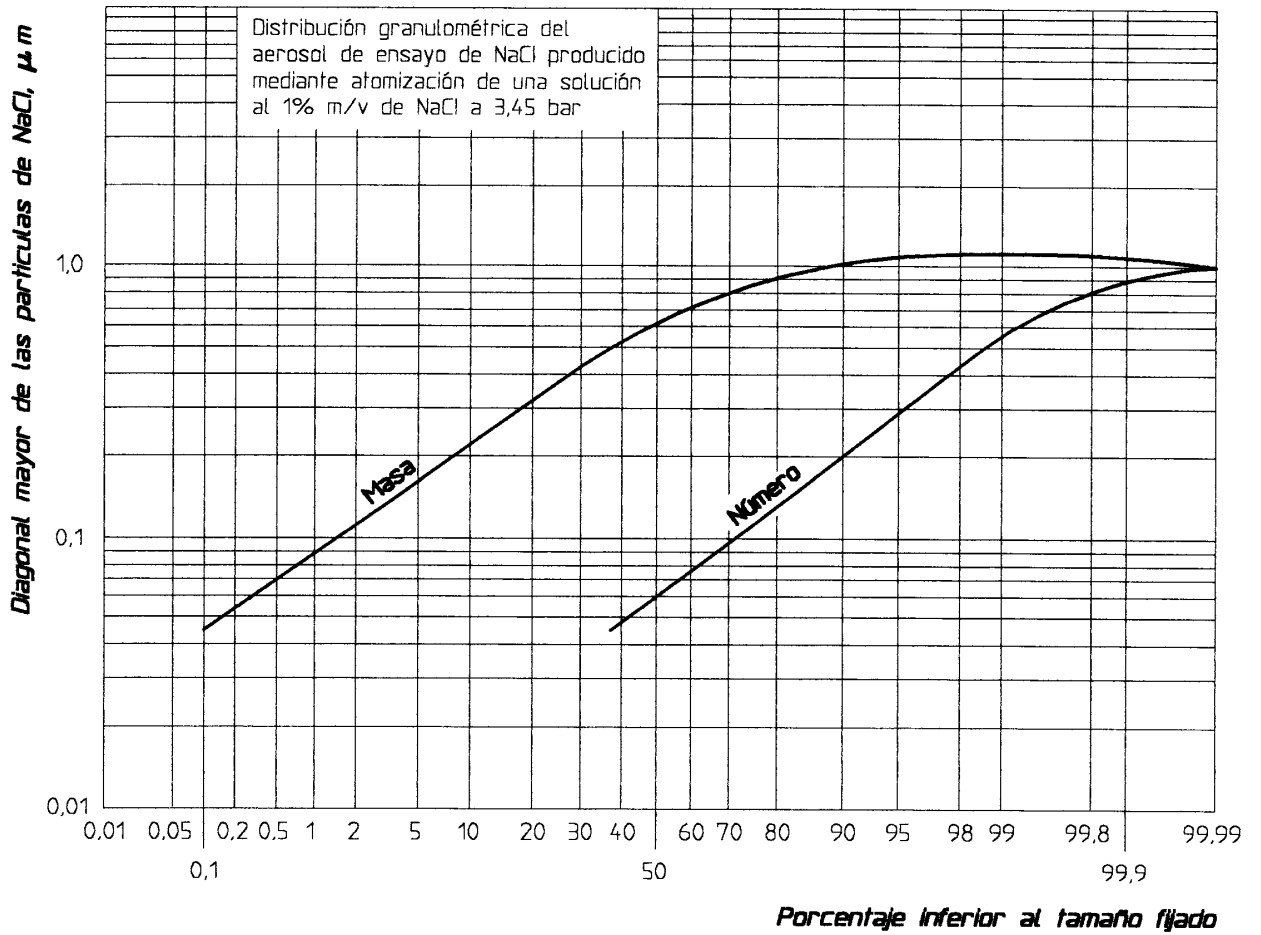


Figura 4 - Distribución granulométricas de NaCl

7.5 Ensayo de colmatación (optativo)

El ensayo consiste en hacer pasar el aire contaminado con polvo de carbón a través del filtro que se ensaya y determinar la pérdida de presión a través del filtro, cuando éste ha recogido 1,5 g de polvo. El ensayo se efectúa con aire cuya humedad relativa esté comprendida entre 30% y 60%, y con aire cuya humedad relativa sea de 95%.

7.5.1 Equipo de ensayo

El equipo está representado esquemáticamente en la figura 5, las dimensiones críticas están dadas en la figura 6.

El polvo proveniente de la tolva H es transportado por la plataforma giratoria T a una velocidad de 0,5 g/min, al punto inferior de la tobera A, donde es succionado con un flujo de aire de 8,5 L/min e introducido en la cámara de mezcla C. Aire adicional ingresa en C por el tubo lateral B a fin de producir un flujo de 95 L/min a través del filtro F que se ensaya, el medidor de flujo R y la válvula de regulación V, hacia la bomba de vacío.

La pérdida de presión del filtro es indicada por el manómetro M. Para ensayos con humedad elevada, se opera con la válvula de dos vías K de manera que el aire adicional pase a través del humidificador W.

Para ensayos con humedad ambiente, K se opera de manera que el aire sea aspirado directamente del medio ambiente.

El flujo requerido a través de A es regulado y controlado con ayuda de la válvula E y el manómetro M.

7.5.2 Condiciones de ensayo

Polvo

Polvo de carbón preparado a partir del Grimethorpe Washed Singles (capa superior), carbón N.C.B código de grado 502, 35% de materia volátil, triturado en molino de bola y pasado por un tamiz de 63 micrómetros de abertura.

La distribución granulométrica típica está dada en la tabla 4.

Flujo continuo de ensayo	:	95 L/min
Temperatura del aire	:	23°C ± 2°C
Humedad relativa del aire	:	30% a 60% y 95%

Tabla 4 - Distribución granulométrica para polvo de carbón

Análisis granulométrico		Análisis de sedimentación	
Tamaño (diámetro esférico equivalente)	Número de partículas de tamaño superior (2,5 $\mu\text{m} \approx 100\%$)	Tamaño (diámetro de stokes)	Peso de las partículas de tamaño superior
μm	%	μm	%
2,5	100	2,5	89,0
3,0	65	3,0	87,5
5,0	27	5,0	80,5
7,0	14,6	7,0	77,0
10,0	7,7	10,0	65,0
15,0	3,5	15,0	52,5
20,0	1,9	20,0	36,0
25,0	1,1	25,0	31,2
30,0	0,6	30,0	23,2
35,0	0,3	35,0	15,7
40,0	0,2	40,0	9,3

7.5.3 Procedimiento de ensayo

El filtro previamente pesado se conecta al circuito de aire en la parte superior de la cámara C y se le hace pasar un flujo de 95 L/min, ajustando la tobera A a 8,5 L/min. Después de estar sometido el filtro a estas condiciones durante 3 min para conseguir que se alcancen las condiciones de equilibrio, se introduce una cantidad suficiente de polvo en la tolva H, de forma que el filtro pueda retener 1,5 g de polvo. (Por calibración previa se determina que aproximadamente el 70% del polvo introducido en H será recogido sobre el filtro que se ensaya). El ensayo se da por finalizado en cualquiera de los dos casos siguientes:

- se ha recogido 1,5 g de polvo; o
- el descenso de presión a través del filtro excede los valores especificados en 6.6.2

Después que el filtro ha recogido aproximadamente 1,5 g de polvo se remueve de la cámara, se cepilla el polvo adherido al exterior del conjunto y se vuelve a pesar.

En filtros sin prefiltros ensayar, para cada condición de humedad, un mínimo de tres filtros (3) diferentes. Calcular la media del descenso de presión final y el polvo recogido para cada condición de ensayo.

En filtros con prefiltros ensayar, en cada condición de humedad, un mínimo de tres unidades de filtros con sus correspondientes prefiltros.

En caso que el elemento filtrante conste de más de un filtro, el elemento completo se ensayará como si se tratara de una sola unidad.

NCh1285/1

La resistencia respiratoria se debe medir antes y después del ensayo con polvo de carbón.

Se determina la cantidad de polvo depositado sobre el filtro.

El valor de la resistencia del adaptador debe ser deducido y el valor de la resistencia respiratoria debe ser corregido a 23°C y 1 bar absoluto.

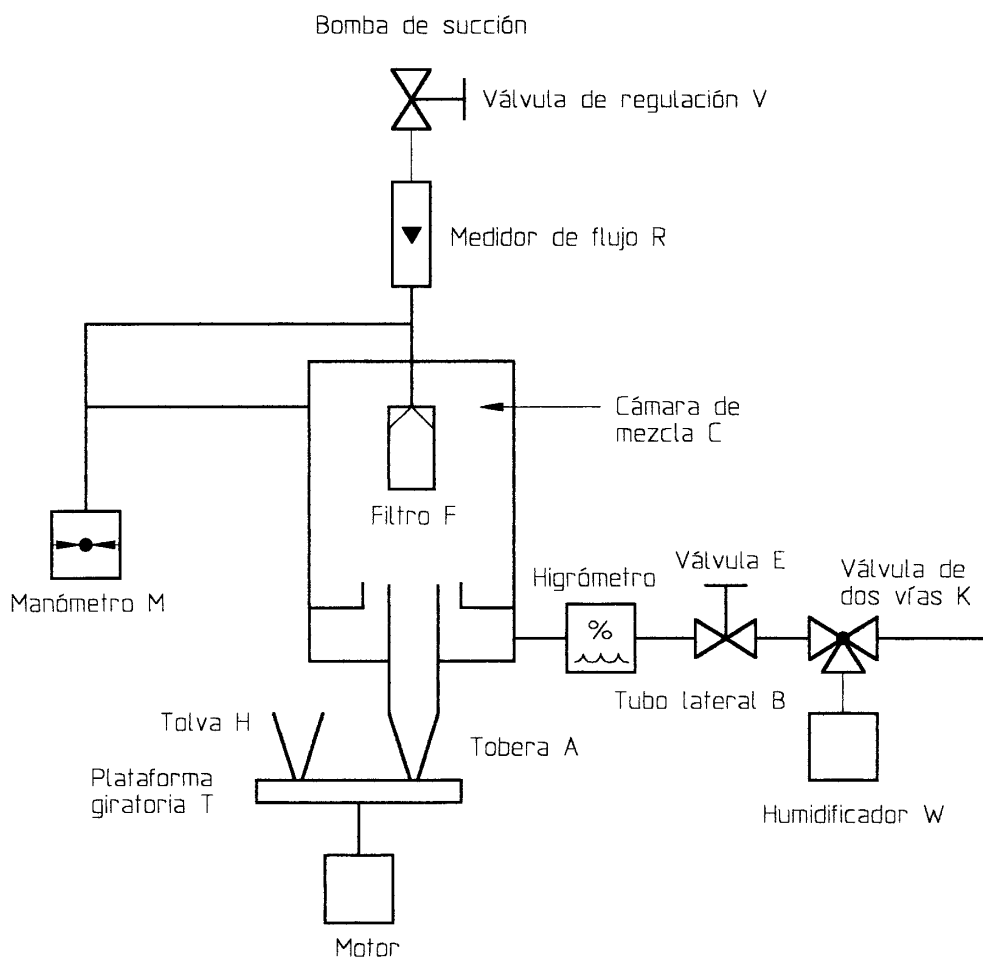


Figura 5 - Equipo para el ensayo de colmatación

Dimensiones en milímetros

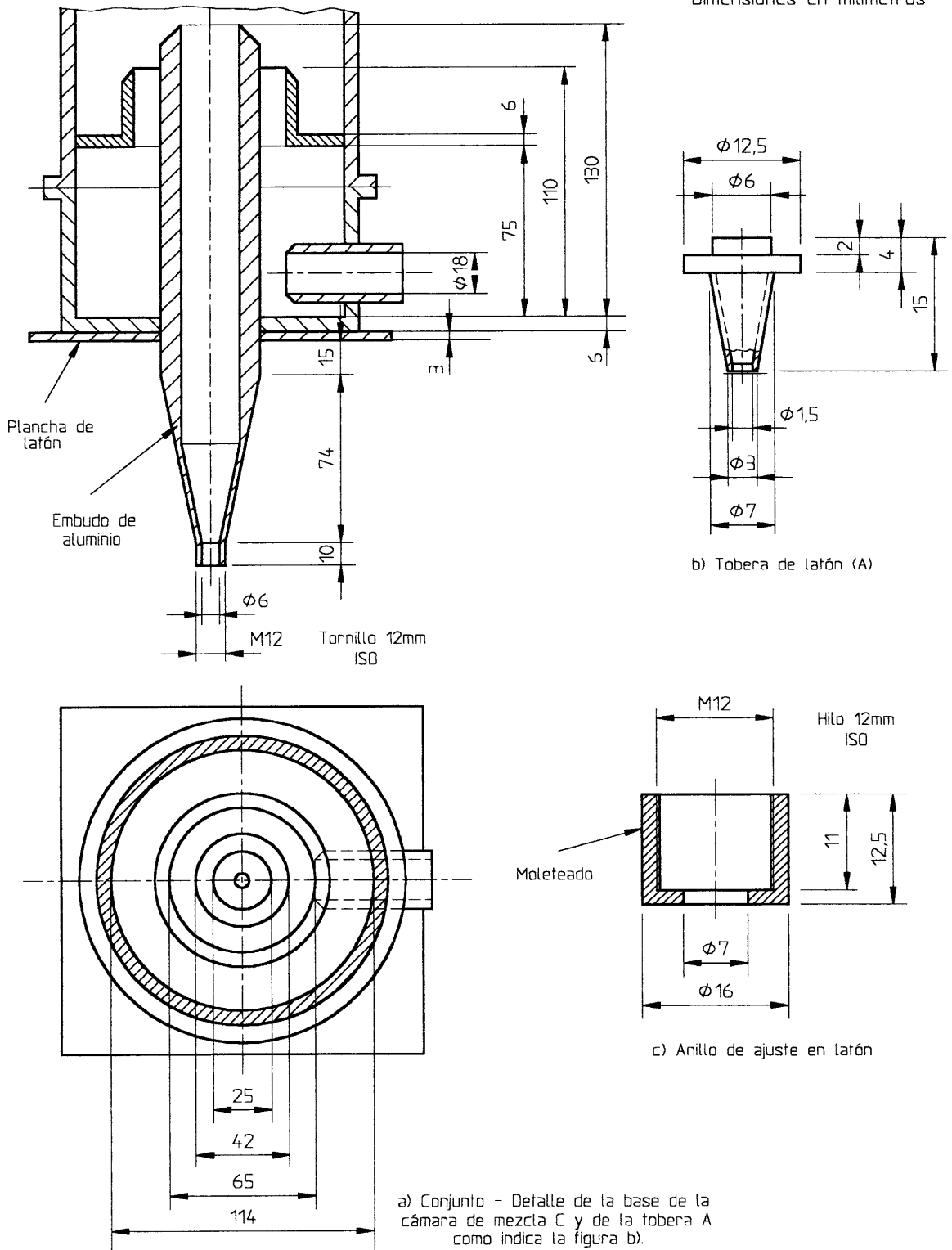


Figura 6 - Detalles del equipo para ensayo de colmatación

8 Marcado

8.1 Generalidades

8.1.1 Los filtros contra partículas se deben marcar tanto en la unidad de producto, como en el envase o embalaje.

8.1.2 El marcado de la unidad de producto se debe efectuar mediante una etiqueta impresa que se adhiere firmemente alrededor del filtro; el color de la etiqueta debe ser blanco RAL 9016, y la información contenida en ella, la indicada en 8.2.2 de esta norma.

NOTA - Cuando por razones de diseño del filtro no sea posible la aplicación de una etiqueta, se podrá emplear cualquier medio de marcado que permita indicar, a lo menos, la información señalada en 8.2.2 letra a), b) y c).

8.1.3 El marcado del envase o embalaje se debe efectuar mediante una etiqueta impresa, o mediante impresión directa sobre la caja o cubierta.

8.2 Información

8.2.1 La información proporcionada, sobre la unidad de producto o sobre el envase o embalaje, debe figurar en idioma español, presentar caracteres con tipografía y color fácilmente visibles y legibles, y ser tan durable como sea posible.

8.2.2 La información proporcionada en la etiqueta de la unidad de producto debe incluir:

- a) Nombre, razón social o marca registrada del fabricante o importador.
- b) Código de identificación del producto.
- c) Clase de filtro, indicada mediante el código que corresponda según tabla 1 de esta norma.
- d) La expresión *Ver uso y limitaciones*.
- e) Las advertencias:
 - No usar en ambientes donde la concentración de oxígeno sea inferior a la indicada en la legislación vigente.
 - No usar contra gases y/o vapores.

NOTA - El producto importado que no pueda cumplir con el requisito de marcado de la unidad de producto (8.1.2), deberá rotularse, mientras no exista una norma nacional aplicable, mediante una etiqueta firmemente adherida al envase individual; el color de la etiqueta corresponderá a lo indicado en 8.1.2 y la información contenida en ella, a lo indicado en 8.2.2.

8.2.3 La información proporcionada en el envase o embalaje debe incluir:

- a) Nombre, razón social o marca registrada del fabricante o importador.
- b) Código de identificación del producto.
- c) Clase de filtro, indicada mediante el código que corresponda según tabla 1 de esta norma.
- d) País de fabricación.
- e) Cantidad de unidades.
- f) La expresión *Limitaciones* acompañada de las siguientes indicaciones:
 - No usar contra gases y/o vapores.
 - No ofrece protección en ambientes confinados.
 - Para otras limitaciones remítase a las indicadas por el fabricante en las *Instrucciones de uso del equipo*.
- g) Recomendaciones de almacenamiento y mantenimiento, como por ejemplo:
 - Al sacar de su envase mantener en un lugar seco y libre de contaminantes.
- h) Cualquier otra información que el fabricante estime necesario proporcionar al usuario.

Anexo A (Informativo)

Verificación de la capacidad de retención - Método del aceite de parafina

A.1 Resumen del método

El aerosol de gotas de parafina se genera atomizando aceite de parafina caliente. La concentración de este aerosol se mide, antes y después del filtro que se ensaya, por medio de un fotómetro de dispersión. Determinaciones precisas de penetración del filtro son posibles dentro de un intervalo de 0,003% a 100%.

A.2 Equipo de ensayo

El equipo se representa en la figura 7.

El aerosol se genera empleando un atomizador (ver figuras 8 y 10). El recipiente de atomización (6) se llena con aceite de parafina (*paraffinum perliquidum* CP 27 DAB 7¹), de manera que el nivel de llenado esté entre las marcas máx. y mín. (10). El recipiente de atomización se calienta por medio de un dispositivo eléctrico (8), de forma que la temperatura del aceite se mantenga a 100°C con ayuda de un termostato (9). La temperatura se mide por medio de un termómetro (11). El aire comprimido a 4 bar, y filtrado (3, 4), es precalentado en (8) y atomizado a través de la unidad de toberas múltiples (12 y figura 10). Las gotas de mayor tamaño presentes en la niebla de aceite generada, son separadas en la tobera de control (13) y en el tubo espiral (15). En el recipiente de mezclado (5), las gotas y el vapor de aceite se diluyen con 50 L/min de aire filtrado, medido con un medidor de flujo [figura 8(2)].

Como el aire de dilución está a la temperatura ambiente, el vapor de aceite condensa en el recipiente de mezclado. El aerosol generado constituye el aerosol de ensayo, el que es reducido a la concentración de $20 \text{ mg/m}^3 \pm 5 \text{ mg/m}^3$ por eliminación de una fracción apropiada de niebla de aceite (ver figura 7, ítem 18, en conexión con 11, 7, 10, 12 y 17) y por medio de una posterior dilución con aire filtrado a un flujo de 83 L/min, realizada en un tubo de succión neumática (tipo Friedrichs-Antlinger, ver figura 7, ítem 5, y figura 11). El aerosol de ensayo producido por este método se polidispersa. La distribución granulométrica es una distribución logarítmica normal con un diámetro de Stokes promedio de 0,4 μm y una desviación logarítmica estándar de 0,26 (ver figura 9).

¹) Las propiedades físicas del aceite son:

Densidad a 20°C : 0,846 g/cm³

Viscosidad a 20°C : 0,026 a 0,031 Pa · s

El aerosol de ensayo se introduce en la cámara [ver figura 7, ítem 1], donde debe estar ubicado el filtro que se ensaya (15). El exceso de aerosol se filtra por medio de un filtro de alta eficiencia con baja resistencia al flujo (10). El filtro que se ensaya se somete a un flujo de 95 L/min. La concentración de ensayo se mide antes y después del filtro que se ensaya, mediante un fotómetro integrador de la difusión de la luz. El principio del fotómetro de dispersión se ilustra en la figura 12. El instrumento es un fotómetro de difusión de 45°. La fuente de luz emite dos rayos, uno hacia el fotomultiplicador y otro hacia la celda de medición. El haz dirigido hacia el fotomultiplicador es interceptado por un interruptor periódico, de manera que la luz difusa procedente de las partículas es continuamente corregida de acuerdo a las variaciones de intensidad de la fuente. El rayo de luz de referencia es atenuado automáticamente por medio de filtros de densidad neutra y de un prisma triangular de densidades neutras a la intensidad del haz de luz difusa.

La intensidad de la luz difusa, que constituye una medida de la concentración del aerosol, se presenta analógica o digitalmente en un indicador.

A.3 Condiciones de ensayo

- Distribución granulométrica del aerosol de ensayo : ver figura 7
- Flujo a través del filtro que se ensaya : 95 L/min
- Concentración del aerol : $20 \text{ mg/m}^3 \pm 5 \text{ mg/m}^3$
- Temperatura del aire : ambiental
- Presión del aire para el atomizador : $4 \text{ bar} \pm 0,15 \text{ bar}$
- Flujo del aire para el atomizador : $13,5 \text{ L/min} \pm 0,5 \text{ L/min}$
- Flujo del aire de la mezcla en el generador de aerosol : 50 L/min
- Flujo del aire de dilución : 83 L/min
- Temperatura del aceite en el generador : entre 100°C y 110°C

A.4 Procedimiento de ensayo

El aerosol de ensayo se introduce en la cámara, donde se ha ubicado el filtro a ensayar. Un flujo de 95 L/min se hace pasar a través del filtro de ensayo por medio de una bomba adecuada. La concentración del aerosol es medida inmediatamente antes y después del filtro por medio del fotómetro de dispersión. La penetración debe ser medida a los $3 \text{ min} \pm 0,5 \text{ min}$.

A.5 Cálculo de la penetración

$$P = \frac{I_2 - I_0}{I_1 - I_0} \cdot 100\%$$

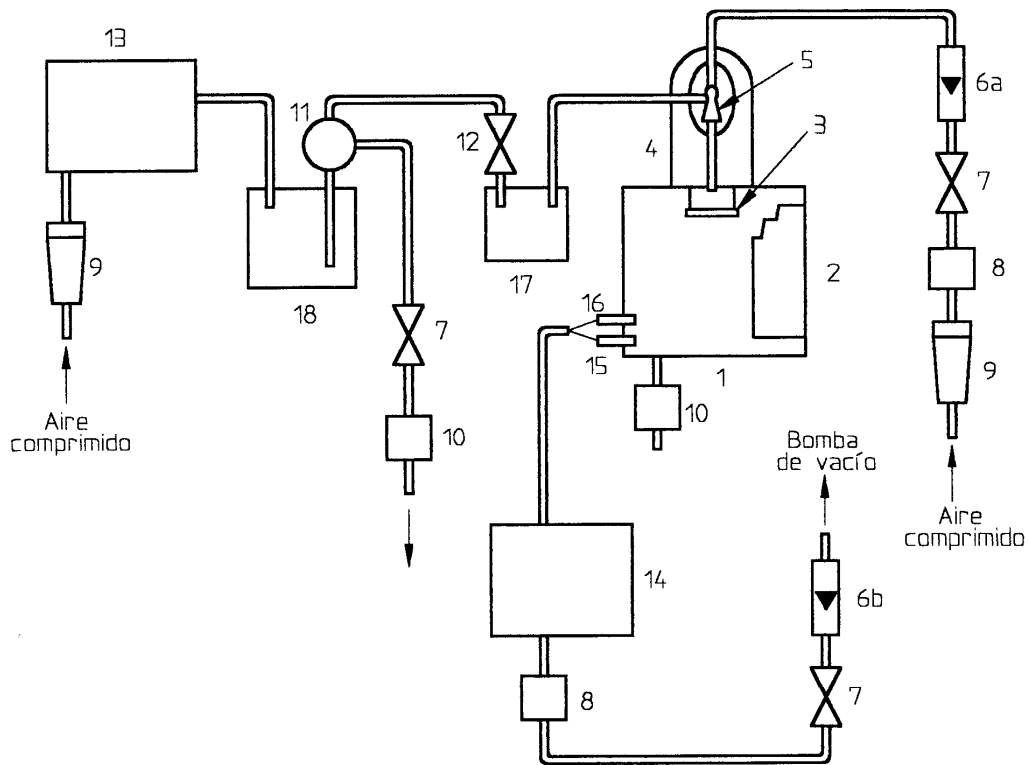
en que:

P = penetración;

I_1 = lectura del fotómetro antes del filtro;

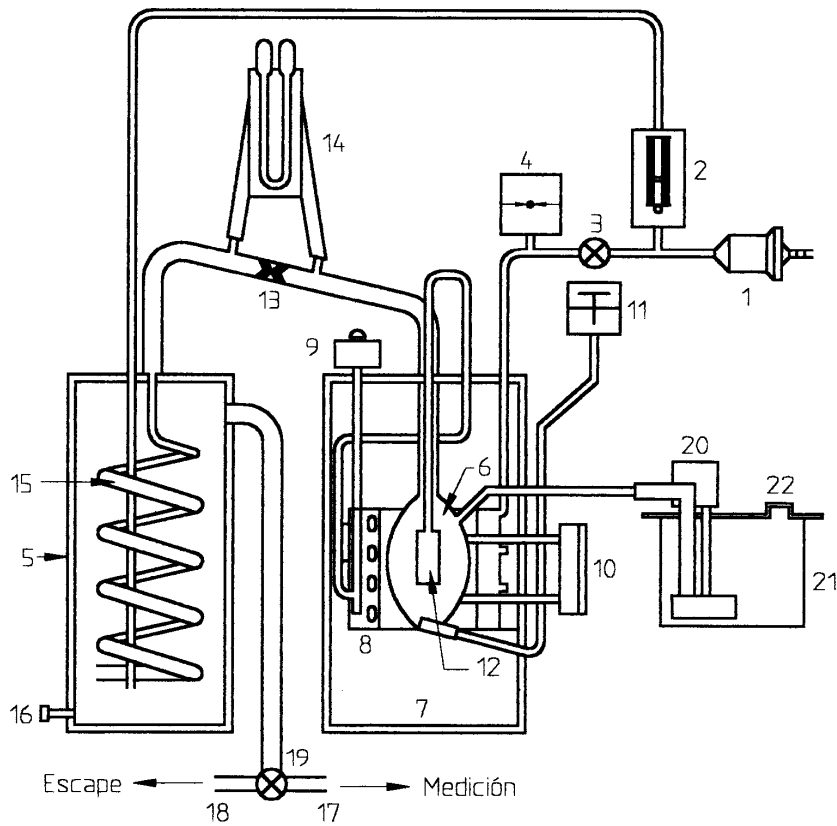
I_2 = lectura del fotómetro después del filtro;

I_o = lectura del fotómetro para el aire limpio.



- 1) Cámara de ensayo: material transparente rígido, diámetro 500 mm, cubierta con contrachapa por ambos lados
- 2) Puerta con cerradura hermética
- 3) Colector del aceite que escurre por las paredes del tubo
- 4) Cubierta de los ventiladores accionados por aire
- 5) Ventiladores accionados por aire para conducir la niebla de aceite concentrado a la cámara
- 6) Medidor de flujo: rango 800 - 8000 L/h
 - a) para medir el aire impelido por los ventiladores (5 000 L/h)
 - b) para medir la velocidad del flujo de ensayo (95 L/h)
- 7) Válvulas para control de la velocidad
- 8) Filtros de alta eficiencia
- 9) Válvulas reductoras, rango 1 - 5 bar, para presión previa de 6 - 10 bar
- 10) Filtro de alta eficiencia con baja resistencia
- 11) Tubo en T para extraer la cantidad necesaria de niebla de aceite para ensayo
- 12) Válvula de aguja que controla la concentración de niebla de aceite en la cámara
- 13) Generador de niebla de aceite
- 14) Fotómetro de aerosol
- 15) Tubo de conexión al filtro ensayo
- 16) Sonda que permite medir la concentración de la niebla de aceite en la cámara
El fotómetro de aerosol se conecta a 15 o 16 según sea necesario, por medio de tubo corto. El tubo de conexión que no se utiliza se debe cerrar herméticamente. La tubería para niebla de aceite esta compuesta de tubos de textiles recubiertos con plásticos, cuyo diámetro interior es de 19 mm.
- 17) Botella de Woulff
- 18) Estanque pulmón, 5 L

Figura 7 - Equipo para ensayo con aceite de parafina



- | | | | |
|----|---|----|-------------------------------------|
| 1 | Entrada de aire comprimido, 5 bar, con filtro de aire | 12 | Unidad de toberas múltiples |
| 2 | Medidor de flujo | 13 | Tobera de control |
| 3 | Reductor de presión | 14 | Manómetro en U |
| 4 | Manómetro | 15 | Tubo especial |
| 5 | Recipiente de mezclado | 16 | Tornillo de drenaje |
| 6 | Recipiente de atomización | 17 | Salida hacia el aparato de medición |
| 7 | Recipiente termostato | 18 | Salida hacia el exterior |
| 8 | Dispositivo eléctrico | 19 | Válvula de intercambio |
| 9 | Termostato | 20 | Bomba de aceite |
| 10 | Indicador del nivel de llenado | 21 | Reserva de aceite |
| 11 | Termómetro | 22 | Válvula de cierre |

Figura 8 - Generador del aerosol de aceite de parafina

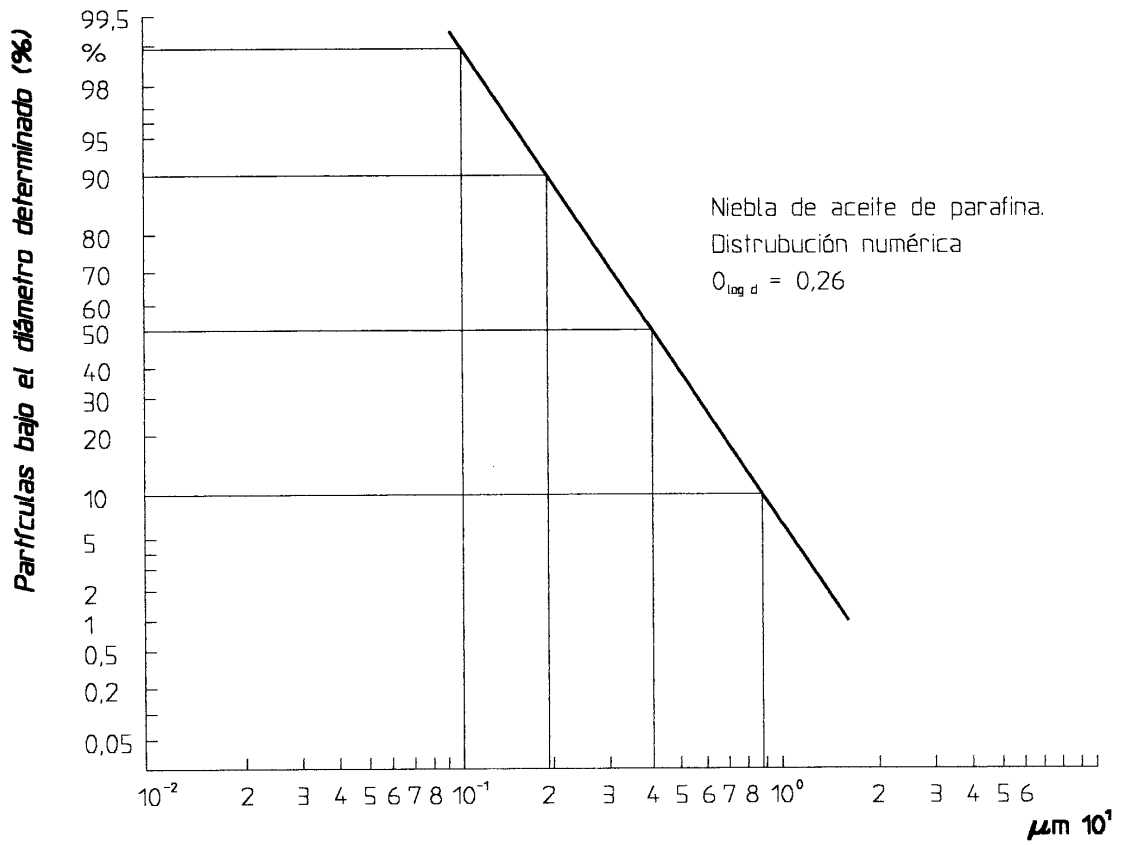


Figura 9 - Distribución de partículas de niebla de aceite de parafina

Dimensiones en milímetros

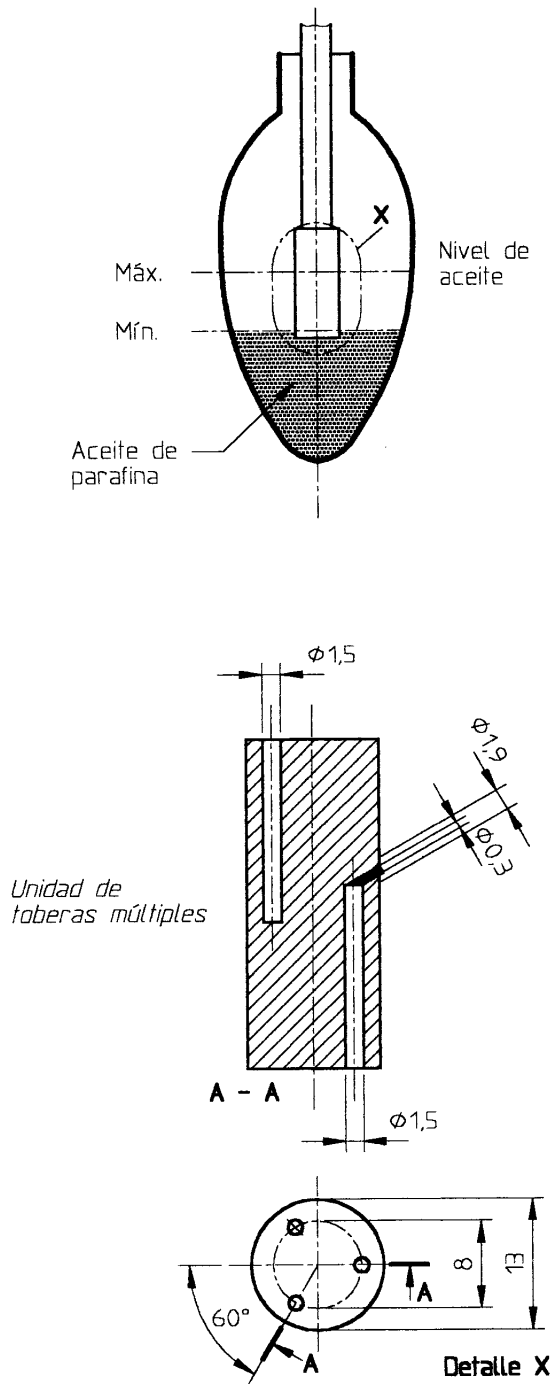


Figura 10 - Vaporizador

Dimensiones en milímetros

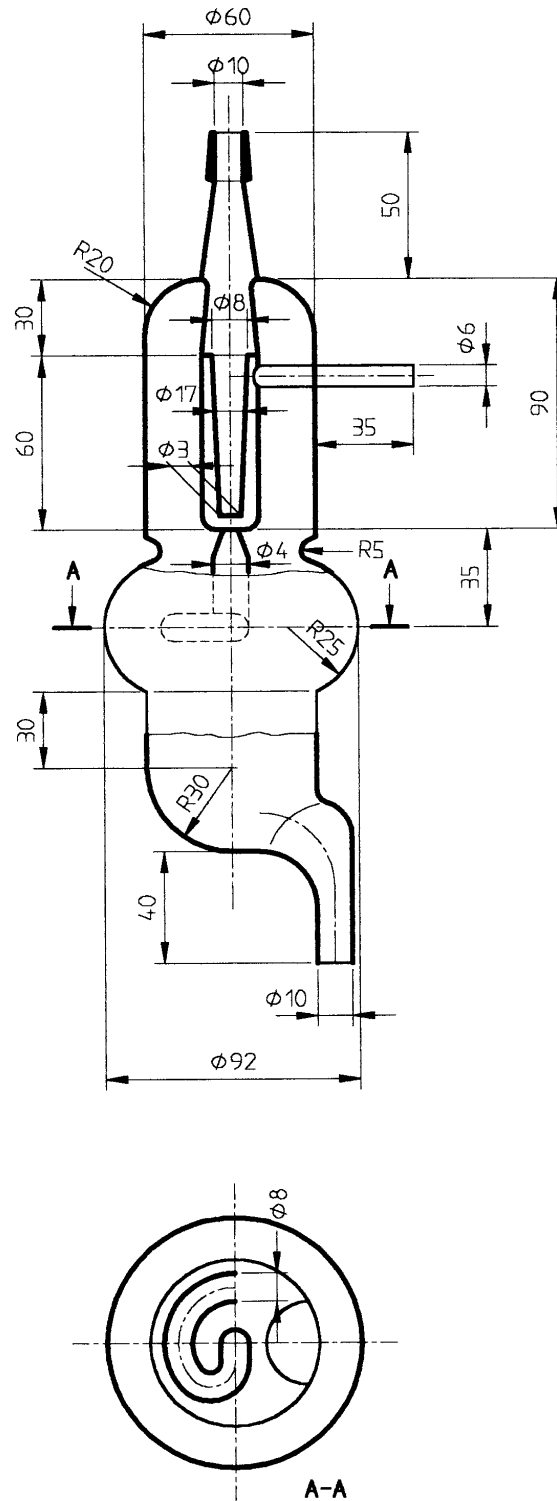


Figura 11 - Tubo succión (Friedrichs - Antlinger - Vidrio IENA D 50)

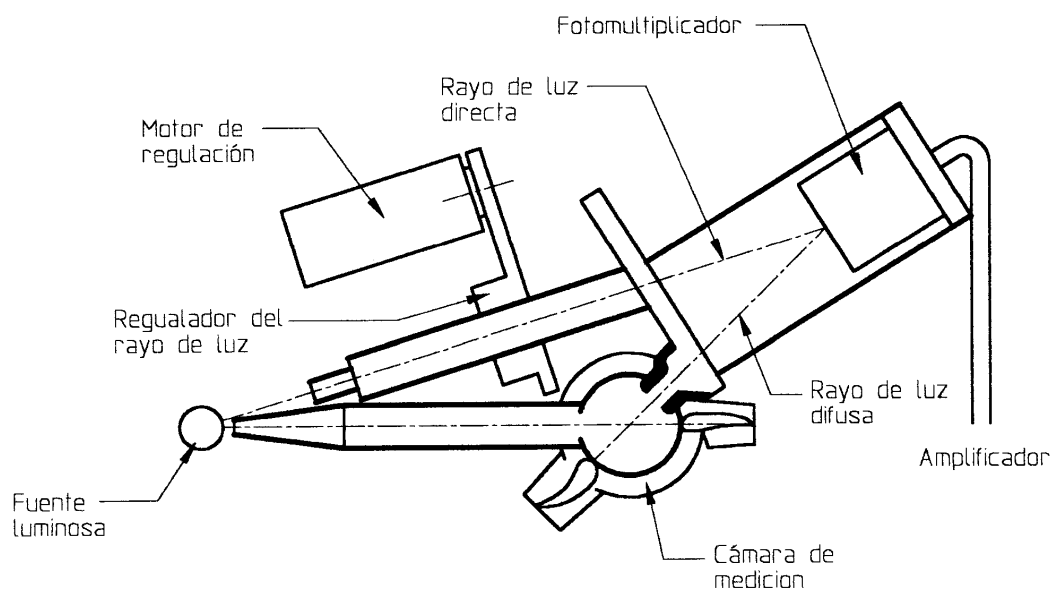


Figura 12 - Esquema del fotómetro de dispersión

Aparatos de protección respiratoria - Equipos purificadores - Requisitos, ensayos, marcado - Parte 1: Filtros contra partículas

Respiratory protective devices - Filtering devices - Requirements, testing, marking - Part 1: Particle filters

Primera edición : 1997
Reimpresión : 1999

Descriptores: *dispositivos de seguridad, aparatos de respiración, filtros (contra partículas), requisitos, ensayos, rotulación*

CIN 13.340.30

COPYRIGHT © : INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION - INN

* Prohibida reproducción y venta *

Dirección : Matías Cousiño N° 64, 6° Piso, Santiago, Chile

Casilla : 995 Santiago 1 – Chile

Teléfonos : + (56 2) 441 0330 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0425

Telefax : + (56 2) 441 0427 • Centro de Documentación y Venta de Normas (5° Piso) : + (56 2) 441 0429

Web : www.inn.cl

Miembro de : ISO (International Organization for Standardization) • COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas)