

Aparatos de protección respiratoria - Medias máscaras y cuartos de máscaras - Requisitos y métodos de ensayo

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 NCh1284 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

Astilleros y Maestranzas de la Armada, ASMAR
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
Mutual de Seguridad C.Ch.C.
M.S.A. de Chile Ltda.

North Safety Products
Refinería de Petróleo Concón S.A.
3M Chile S.A.

Juan C. Lizama V.
Luis Sepúlveda V.
Jorge Suárez V.
Osvaldo Morales M.
Daniel Cifuentes C.
Miguel A. Burgos S.
Florín Moreno Z.
Daniel Cifuentes C.
M. Esther Palomero M.
Miguel Arana B.
Haydée Aceituno M.
Ricardo Troncoso Sn. M.
Jorge R. Jarry.
Gabriel Corvalán P.
Jean J. Covos B.
Rafael Félix T.

NCh1284

Para el estudio de esta norma se tomaron como referencia la norma EN 140:1989 *Respiratory protective devices - Half masks and quarter masks - Requirements, testing, marking* y el Código de Regulaciones Federales 30 CFR 1.1 (Part 11).

Los anexos no forman parte del cuerpo de la norma, se insertan sólo a título informativo.

Esta norma anula y reemplaza a la Norma Chilena Oficial NCh1284.Of95, *Aparatos de protección respiratoria - Medias máscaras y cuartos de máscaras - Requisitos y métodos de ensayo* declarada 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.

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 29 de Abril de 1997.

Esta norma ha sido declarada Norma Chilena Oficial de la República por Decreto N° 1058 de fecha 17 de Noviembre de 1998, del Ministerio de Salud, publicado en el Diario Oficial N° 36.232, del 05 de Diciembre de 1998.

Aparatos de protección respiratoria - Medias máscaras y cuartos de máscaras - Requisitos y métodos de ensayo

1 Alcance y campo de aplicación

1.1 Esta norma establece los requisitos mínimos que deben cumplir las medias máscaras y cuartos de máscaras que se utilizan como pieza facial en los aparatos de protección respiratoria.

1.2 Esta norma no considera los equipos de protección destinados a evacuación e inmersión.

1.3 Esta norma contiene además, los ensayos de laboratorio y los ensayos de comportamiento práctico que permiten verificar la conformidad con los requisitos en ella especificados.

2 Referencias

NCh2175	Aparatos de protección respiratoria - Vocabulario.
NCh2278	Aparatos de protección respiratoria - Roscas para piezas faciales - Conexiones por rosca estándar.

3 Definiciones y descripción

3.1 Los términos utilizados en esta norma están definidos en la norma NCh2175.

3.2 Las medias máscaras y cuartos de máscara están destinadas a asegurar al usuario de un aparato de protección respiratoria, una adecuada hermeticidad frente a la atmósfera ambiente, ya sea que tenga la piel seca o húmeda, o mueva la cabeza.

NCh1284

El aire penetra a la pieza facial y pasa directamente a la zona de la nariz y la boca. El aire exhalado es expulsado directamente al medio ambiente a través de una o varias válvulas de exhalación u otro medio adecuado a este propósito.

4 Requisitos

4.1 Materiales

4.1.1 Las partes susceptibles de quedar expuestas a impactos durante la utilización del aparato, deben contener la menor cantidad posible de metales o aleaciones de metales que en caso de golpe o frote puedan originar chispas capaces de inflamar mezclas de gases combustibles.

4.1.2 Los materiales que eventualmente entren en contacto con la piel del usuario deben ser conocidos por no causar irritaciones ni efectos nocivos para la salud.

4.1.3 Los materiales utilizados no deben constituir un peligro para el usuario y no deben ser inflamables (ver 4.9).

4.1.4 Los materiales utilizados deben resistir adecuadamente la acción de los agentes de limpieza y desinfección recomendados por el fabricante.

4.2 Componentes reemplazables

Cuando elementos tales como: arnés de cabeza, conector (es), válvulas de inhalación y válvulas de exhalación, no formen parte integrante de la pieza facial y hayan sido diseñados para ser reemplazados, se debe verificar mediante inspección visual (5.1) que dichos elementos efectivamente son reemplazables.

4.3 Arnés de cabeza

4.3.1 El arnés de cabeza debe estar construido de forma tal que la pieza facial se pueda poner y sacar con facilidad.

4.3.2 El arnés de cabeza debe ser ajustable o autoajustable y sostener la pieza facial en su lugar de manera firme y cómoda.

4.3.3 Cada una de las bandas de sujeción del arnés de cabeza debe resistir una tracción de 50 N aplicada durante 10 s en la dirección del esfuerzo ejercido cuando la pieza facial está en uso. Ensayar según se describe en 5.2.1.

4.4 Conector(es) de la pieza facial

4.4.1 Para la conexión entre la pieza facial y otras partes del aparato se puede utilizar una unión de tipo permanente, especial (por ejemplo: inserción) o una rosca estándar (ver NCh2278).

- a) Una pieza facial no debe contener más de un tipo de rosca.
- b) En caso de usar cualquier otra rosca, debe ser imposible su conexión a una rosca estándar.

4.4.2 La unión entre la pieza facial y el conector debe tener la firmeza suficiente para resistir una fuerza de tracción de 50 N, aplicada axialmente cuando se somete al ensayo descrito en 5.2.2.

4.4.3 Es indispensable asegurar una conexión correcta y confiable entre la pieza facial y otras partes del aparato.

4.5 Válvulas de inhalación y exhalación

Los conjuntos de válvulas deben estar diseñados de manera que permitan un fácil mantenimiento y un correcto reemplazo.

Debe ser imposible el montaje del conjunto formado por la válvula de exhalación en el circuito de inhalación, o el conjunto formado por la válvula de inhalación en el circuito de exhalación. Verificar conforme a lo indicado en 5.1.

4.5.1 Válvula(s) de inhalación

4.5.1.1 La pieza facial debe estar provista, de preferencia, de una o más válvulas de inhalación. En caso de utilizar un conector de rosca estándar, se debe incorporar una válvula de inhalación a la pieza facial. En caso que la pieza facial requiera del uso de filtros, debe estar equipada de una válvula de inhalación que forme parte integrante de ella, si el filtro no dispone de válvula.

4.5.1.2 La o las válvulas de inhalación deben funcionar correctamente en cualquier posición.

4.5.2 Válvula(s) de exhalación

4.5.2.1 La pieza facial debe tener a lo menos una válvula de exhalación u otros medios apropiados que permitan el escape del aire exhalado y eventualmente de cualquier excedente de aire proveniente de la fuente de suministro.

4.5.2.2 La o las válvulas de exhalación deben estar protegidas contra la suciedad y el daño mecánico, y estar colocadas bajo una cubierta o cualquier otro dispositivo necesario para cumplir los requisitos indicados en 4.8.

4.5.2.3 La o las válvulas de exhalación deben funcionar correctamente en cualquier posición.

4.5.2.4 La o las válvulas de exhalación deben seguir funcionando después de soportar un flujo continuo de exhalación de 300 L/min durante 30 s, después del cual y por acuerdo entre las partes pueden ser sometidas al ensayo descrito en anexos A y B.

NCh1284

Las válvulas que se ensayan proceden de dos (2) piezas faciales acondicionadas y tres (3) piezas faciales en el estado en que se recibieron.

4.5.2.5 Cuando el portaválvulas de exhalación esté fijo a la pieza facial, debe resistir una fuerza de tracción de 50 N aplicada axialmente cuando se somete al ensayo descrito en 5.2.3.

4.6 Ensayo de comportamiento práctico

El aparato completo debe someterse, bajo condiciones reales, a los ensayos de comportamiento práctico descritos en 5.6. Estos ensayos generales sirven para determinar la presencia de fallas no detectadas por los ensayos descritos en otras partes de esta norma.

4.7 Resistencia a la temperatura

Después de acondicionar la pieza facial según lo indicado en 5.3 y volver a la temperatura ambiente, la pieza facial no debe exhibir deformación apreciable.

A continuación del ensayo de resistencia a la temperatura, la pieza facial debe someterse al ensayo de detección de filtración del sello satisfaciendo los requisitos indicados en 4.8.

4.8 Hermeticidad del sello facial y de la o las válvulas de exhalación

La pieza facial debe ajustarse a los contornos del rostro de forma tal que al someterla al ensayo indicado en 5.4 la filtración del contaminante hacia el interior de la misma no exceda un valor promedio de 5% del aire inhalado por cualquiera de los 10 sujetos de ensayo, durante cualquiera de los ejercicios de ensayo. La filtración media de todos los ejercicios para cualquier sujeto no debe exceder el 2%. El valor medio incluye la filtración de la válvula de exhalación.

NOTA - Cuando por acuerdo entre las partes, se decida medir la filtración a través de la o las válvulas de exhalación, se debe operar según se describe en uno de los procedimientos opcionales descritos en anexos A y B.

4.9 Inflamabilidad

Efectuar el ensayo de acuerdo al método descrito en 5.7; la pieza facial no debe continuar ardiendo después de retirada la llama.

4.10 Resistencia a la respiración

Efectuar el ensayo de acuerdo con el método descrito en 5.5.

La resistencia de la pieza facial a la respiración no debe exceder los 2,0 mbar^{*)} a la inhalación y 3,0 mbar a la exhalación cuando se ensaya con una máquina respiratoria (25 bombeadas/min y 2 L/bombeada) o con un flujo continuo de 160 L/min.

*) 1 bar = 10^5 N/m² = 100 kPa.
1 mbar = 10 mm c.a.

La resistencia a la inhalación no debe superar los 0,5 mbar con un flujo continuo de 30 L/min y los 1,3 mbar con un flujo continuo de 95 L/min.

4.11 Partes desmontables

Todas las partes desmontables deben conectarse fácil y sólidamente, de ser posible, en forma manual. Todos los medios sellantes deben mantenerse en su sitio al desmontar las partes durante el servicio de mantención normal.

5 Ensayos

Tabla 1 - Resumen de los ensayos

Nº mín. piezas faciales ^{a)}	Ensayo	Nº sujetos de ensayo	Numeral
Todas	Inspección visual	-	4.2; 4.5; 5.1
3	Tracción del conector de la pieza facial	-	4.4.2; 5.2.1
3	Tracción del portaválvula de exhalación	-	4.5.2.5; 5.2.2
3	Tracción de las bandas de sujeción (arnés de cabeza)	-	4.3; 5.2.3
2 ^{*)}	Resistencia a la temperatura (acondicionamiento)	-	4.7; 5.3
2 ^{*)} + 3	Limpieza y desinfección	-	4.1.4; 4.7; 5.3
2 ^{*)} + 3 ^{**)}	Funcionamiento de válvula de exhalación	-	4.5.2.4
2 ^{*)} + 3	Hermeticidad de la válvula de exhalación	-	4.8
2 ^{*)} + 3	Hermeticidad del sello facial	5	4.8; 5.4
3	Resistencia a la respiración	-	4.10; 5.5
2	Caminata	2	4.6; 5.6; 5.6.1
2	Simulación de trabajo	2	4.6; 5.6; 5.6.2
3	Inflamabilidad	-	4.9; 5.7

a) El tamaño de la muestra se debe determinar de acuerdo con NCh44, si se inspecciona por atributos, o de acuerdo con NCh1208 si se inspecciona por variables.

*) Piezas faciales acondicionadas (verificación de resistencia a la temperatura).

***) Estas piezas deben ser sometidas a continuación al ensayo de hermeticidad.

5.1 Inspección visual

Se debe efectuar antes de los ensayos de laboratorio o de los ensayos de comportamiento práctico. Las piezas faciales, en el estado en que se recibieron, se inspeccionan para verificar cumplimiento con lo indicado en 4.2 y 4.5.

5.2 Resistencia a la tracción

5.2.1 Bandas de sujeción

Colocar la pieza facial en la cabeza de prueba y ajustar mediante una de las bandas de sujeción. Aplicar axialmente una fuerza de tracción de 50 N durante 10 s.

Soltar la banda ensayada y repetir el procedimiento ajustando la pieza facial con la otra banda de sujeción.

Ensayar un mínimo de tres piezas faciales.

5.2.2 Conector de la pieza facial

Colocar y ajustar la pieza facial en la cabeza de prueba, de manera que la fuerza pueda ser aplicada axialmente al conector (ver figura 1). Colocar un conjunto de bandas o correas sobre la pieza facial alrededor del conector, de manera que la fuerza sea aplicada tan directamente como sea posible sobre la unión del conector y no actúe completamente sobre el arnés. Aplicar la fuerza durante 10 s.

Ensayar un mínimo de tres piezas faciales.

5.2.3 Portaválvulas de exhalación

Montar la pieza facial sobre la cabeza de prueba y aplicar axialmente una fuerza de 50 N durante 10 s. Ensayar un mínimo de tres piezas faciales.

5.2.3 Portaválvulas de exhalación

Montar la pieza facial sobre la cabeza de prueba y aplicar axialmente una fuerza de 50 N durante 10 s. Ensayar un mínimo de tres piezas faciales.

5.3 Resistencia a la temperatura

Para verificar la resistencia a la temperatura, se extraen dos piezas faciales y se someten a sucesivos períodos de acondicionamiento en las siguientes condiciones:

- a) atmósfera seca de $70^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ durante 24 h;
- b) temperatura de -30°C durante 24 h.

Después de cada período de acondicionamiento se vuelven las piezas faciales a la atmósfera ambiente y se examinan para verificar que no se ha producido deformación apreciable.

Concluidos ambos períodos de acondicionamiento, las piezas faciales se someten al ensayo de hermeticidad.

5.4 Hermeticidad del sello facial y de la(s) válvula(s) de exhalación

Estos ensayos deben mostrar que la pieza facial puede ser utilizada para proteger con una elevada probabilidad contra los riesgos potenciales que se pueden encontrar.

El ensayo de hermeticidad del sello facial se debe efectuar sobre un mínimo de cinco piezas, dos de las cuales deben haber sido previamente acondicionadas según lo indicado en el párrafo 5.3. Cada pieza facial se somete a dos ensayos, cada uno de los cuales se efectúa con un sujeto distinto.

5.4.1 Método de ensayo

5.4.1.1 Principio

El sujeto de ensayo, con la pieza facial colocada, camina sobre una cinta transportadora ubicada dentro de una cámara (ver figura 2). A través de ésta fluye una concentración constante de aerosol de cloruro de sodio. El aire interior de la pieza facial es extraído y analizado durante la fase de inhalación del ciclo respiratorio para determinar el contenido de *NaCl*. La muestra se extrae mediante una sonda introducida a través de un agujero practicado en el cuerpo de la pieza facial. La variación de presión dentro de la pieza facial se usa para poner en funcionamiento una válvula de inversión de flujo, de forma que sólo se muestre el aire inhalado. Con este fin se introduce una segunda sonda.

5.4.1.2 Generalidades

- a) Antes de iniciar el ensayo, verificar que la pieza facial está en buenas condiciones de funcionamiento y su utilización no ofrece riesgos.
- b) Seleccionar para el ensayo a personas familiarizadas con el uso de aparatos idénticos o similares.
- c) Seleccionar un grupo de 10 personas rasuradas (sin barba ni patillas), de manera de cubrir el espectro de características faciales de los usuarios típicos; se debe excluir a aquellas que presenten anomalías significativas.

Debe esperarse que excepcionalmente algunas personas no puedan usar la pieza facial satisfactoriamente; estos sujetos excepcionales no deben emplearse para el ensayo de piezas faciales.

- d) En el informe del ensayo se deben describir, con fines informativos solamente, los rostros de los diez sujetos, indicando en milímetros las cuatro dimensiones faciales ilustradas en la figura 3.

- e) Si la pieza facial se fabrica en más de una talla, proporcionar al sujeto de ensayo el tamaño apropiado.

5.4.1.3 Atmósfera de ensayo

La atmósfera de ensayo debe ingresar de preferencia por la parte superior de la cámara, a través de un distribuidor de flujo, y descender directamente sobre la cabeza del sujeto de ensayo a una velocidad mínima de 0,12 m/s. Verificar la homogeneidad de la concentración del agente de ensayo dentro del volumen de trabajo efectivo. Medir la velocidad del flujo cerca de la cabeza del sujeto.

La cámara debe estar construida de manera tal que permita el suministro de aire respirable (libre del agente de ensayo) al sujeto que utiliza la pieza facial que se ensaya.

5.4.1.4 Aparatos de ensayo

a) Cinta transportadora

Se requiere una cinta transportadora capaz de alcanzar una velocidad de 6 km/h.

b) Simulador del filtro

Si la pieza facial está diseñada para ser utilizada con un filtro de rosca estándar, emplear un dispositivo para simular la resistencia y el peso máximo de los filtros permitidos por este tipo de pieza facial (ver figura 4).

Este simulador se conecta mediante una manguera flexible ultra liviana, a una fuente de aire limpio. Si la pieza facial tiene una conexión especial, el suministro de aire limpio debe ser conectado al filtro o al equipo utilizado normalmente con la pieza facial.

Es importante que la fijación de la manguera de aire limpio a la pieza facial no altere el ajuste de ésta última, de ser necesario debe sostenerse la manguera.

Características del simulador de filtro:

- **peso:** 300 g distribuidos homogéneamente en toda su longitud;
- **pérdida de carga:** 10 mbar a 95 L/min.

c) Generador de aerosol

El aerosol de *NaCl* se genera a partir de una solución al 2% (m/m) de *NaCl* grado reactivo, en agua destilada. Se debe utilizar un atomizador Collison (ver figura 5). Esto exige que la velocidad del flujo de aire sea de 100 L/min con una presión de 7 bar. El atomizador y su recipiente se colocan al interior de un tubo a través del cual se mantiene constante el flujo de aire.

Puede ser necesario calentar o deshumedecer el aire para que las partículas del aerosol se sequen completamente.

d) **Agente de ensayo**

La concentración media de $NaCl$ dentro de la cámara debe ser de $8 \pm 4 \text{ mg/m}^3$ y la variación a través del volumen efectivo de trabajo no debe exceder del 10%. La distribución del tamaño de las partículas debe estar comprendida entre $0,02 \text{ }\mu\text{m}$ y $2 \text{ }\mu\text{m}$ de diámetro aerodinámico, equivalente con un diámetro másico medio de $0,6 \text{ }\mu\text{m}$.

e) **Fotómetro de llama**

Para medir la concentración de $NaCl$ dentro de la pieza facial debe usarse un fotómetro de llama. Un instrumento adecuado debe tener las características esenciales siguientes:

- Debe ser un fotómetro de llama diseñado específicamente para el análisis directo del aerosol de $NaCl$.
- Debe ser capaz de medir concentraciones de $NaCl$ comprendidas entre 15 mg/m^3 y $0,5 \text{ ng/m}^3$.
- La muestra total de aerosol requerida por el fotómetro no debe ser superior a 15 L/min .
- El tiempo de respuesta del fotómetro, excluyendo el sistema de muestreo, no debe ser superior a 500 ms .
- Es necesario reducir la respuesta a otros elementos, en especial al carbono, cuya concentración varía durante el ciclo respiratorio. Esto se consigue asegurando que el ancho de paso de la banda o el filtro de interferencia no exceda de 3 nm y que se incluyan todos los filtros de banda lateral necesarios.

f) **Selector de muestras**

Se requiere de un sistema que envíe la muestra al fotómetro sólo durante la fase de inhalación del ciclo respiratorio. Durante la exhalación, el fotómetro es alimentado por aire limpio. A continuación se indican los principales componentes de un sistema de este tipo:

- Una válvula operada eléctricamente, con un tiempo de respuesta del orden de 100 ms . La válvula debe tener un mínimo espacio muerto compatible con un flujo directo y no limitar el flujo cuando está abierta.
- Un sensor de presión que pueda detectar un cambio mínimo de aproximadamente $0,05 \text{ mbar}$ y que se conecte a una sonda introducida en la cavidad de la pieza facial. El sensor debe tener un umbral regulable y emitir señales diferenciadas cuando se cruce el umbral en ambas direcciones. El sensor debe funcionar de manera confiable cuando está sometido a las aceleraciones producidas por los movimientos de la cabeza del sujeto.

- Un sistema interfase que haga funcionar la válvula en respuesta a una señal del sensor de presión.
- Un cronómetro para registrar la proporción del ciclo respiratorio total durante el cual se toma la muestra.

La figura 2 presenta un esquema del sistema de extracción de muestras.

g) **Sonda de extracción de muestras**

La sonda consiste en un trozo de tubo hipodérmico de 1 mm de diámetro colocado en forma segura y hermética en la pieza facial y lo más cerca posible del eje central de la misma.

En el tubo hipodérmico se asegura una bola plástica de unos 20 mm de diámetro que contiene ocho agujeros equidistantes, de 1,5 mm de diámetro cada uno. La sonda debe estar regulada de manera tal que la bola sólo toque los labios del usuario.

h) **Bomba de extracción de muestras**

En el caso que el fotómetro no disponga de bomba incorporada, utilizar una bomba de flujo regulable para extraer la muestra de aire desde la pieza facial en ensayo.

Regular la bomba de manera que permita extraer, con ayuda de la sonda, un flujo constante de 1 L/min. Dependiendo del tipo de fotómetro, es posible que sea necesario diluir la muestra con aire limpio.

i) **Concentración en la cámara**

La concentración de aerosol en la cámara se controla durante los ensayos con ayuda de un sistema de extracción de muestras separado, a fin de evitar la contaminación de la línea de extracción de muestras de la pieza facial. Para este efecto, es preferible utilizar un fotómetro de llama distinto.

Si no se dispone de un segundo fotómetro, puede utilizarse el mismo aparato pero con distinto sistema para la extracción de muestras de la cámara. No obstante, se requerirá tiempo para permitir que el fotómetro retorne a una medición de fondo limpia.

j) **Sonda para detección de la presión**

Colocar una segunda sonda cerca de la sonda de extracción de muestra y conectarla al sensor de presión.

5.4.1.5 Procedimiento de ensayo

- a) Solicitar a los sujetos de ensayo que lean las instrucciones del fabricante relativas al ajuste de la pieza facial. Cuando sea necesario, el supervisor de ensayo debe mostrar la manera de ajustar correctamente la pieza facial, ciñéndose a las instrucciones pertinentes.
- b) Se debe informar a los sujetos de ensayo que, si lo desean, pueden ajustar la pieza facial durante el ensayo. No obstante, si lo hacen, se debe repetir la parte correspondiente del ensayo después de dejar que el sistema se estabilice.

Los resultados del ensayo no deben ser comunicados a los sujetos de ensayo antes del término del mismo.

- c) Una vez puesta la pieza facial, debe preguntarse a los sujetos de ensayo *si aquella está ajustada*, en caso que la respuesta sea *sí*, proceder al ensayo. Si la respuesta es *no*, sacar al sujeto del grupo, informar del hecho y reemplazar a la persona por otra.
- d) La secuencia del ensayo debe ser la siguiente:
 - 1) Verificar que la atmósfera de ensayo está *desconectada*.
 - 2) Solicitar al sujeto de ensayo que ingrese en la cámara. Conectar la sonda de muestreo de la pieza facial. Hacer que el sujeto camine durante 2 min a 6 km/h. Medir la concentración del agente de ensayo dentro de la pieza facial para establecer el nivel base.
 - 3) Obtener una lectura estable.
 - 4) Abrir el paso de la atmósfera de ensayo.
 - 5) El sujeto debe continuar caminando por otros 2 min o hasta que la atmósfera de ensayo se estabilice.
 - 6) Mientras camina el sujeto debe hacer los ejercicios siguientes:
 - a) caminar durante 2 min sin mover la cabeza o hablar;
 - b) girar la cabeza de lado a lado durante 2 min (aproximadamente 15 veces), como si estuviera inspeccionando las paredes de un túnel;
 - c) mover la cabeza hacia arriba y hacia abajo durante 2 min (aproximadamente 15 veces), como si estuviera inspeccionando el techo y el piso;
 - d) recitar en voz alta durante 2 min el alfabeto o un texto previamente convenido, como si estuviera comunicándose con un compañero;
 - e) caminar durante 2 min sin mover la cabeza o hablar.

NCh1284

- 7) Registrar:
 - a) la concentración en la cámara;
 - b) la concentración del agente de ensayo, al interior de la pieza facial, medida en los últimos 100 s de cada uno de los períodos de ejercicios.
- 8) Cerrar el paso de la atmósfera de ensayo y una vez que el agente de ensayo sea eliminado de la cámara, pedir al sujeto que salga.

Después de cada ensayo, limpiar, desinfectar y secar la pieza facial antes de usarla para el segundo ensayo de hermeticidad con otro sujeto.

5.4.1.6 Cálculo de la filtración

Para evitar traspasar los resultados de un ejercicio a otro, calcular la filtración P a partir de las mediciones efectuadas en los últimos 100 s de cada uno de los períodos de ejercicios

$$P(\%) = \frac{C_2}{C_1} \cdot \frac{t_{in} + t_{ex}}{t_{in}} \cdot 100$$

en que :

- C_1 = concentración en la cámara;
- C_2 = concentración promedio al interior de la pieza facial;
- t_{in} = duración total de la inhalación;
- t_{ex} = duración total de la exhalación.

La medición de C_2 se hace de preferencia, usando un registrador integrador.

5.5 Resistencia a la respiración

Asegurar la pieza facial herméticamente pero sin deformación a la cabeza de prueba y medir la resistencia en la boca usando el adaptador ilustrado en la figura 6. Usar un transductor de presión apropiado. Corregir el valor de la resistencia a 23°C y 1 bar de presión absoluta.

5.6 Ensayos de comportamiento práctico

Los ensayos de comportamiento práctico se deben realizar a temperatura ambiente con dos sujetos de prueba. Se deben registrar la humedad y temperatura de ensayo.

Los sujetos de prueba que se seleccionen deben ser personas familiarizadas con el uso de un aparato idéntico o similar, y deben presentar una espirometría normal.

Durante los ensayos, la pieza facial debe ser evaluada subjetivamente por el usuario y, después del ensayo, se deben registrar los comentarios sobre:

- a) comodidad del arnés;
- b) facilidad de acceso a los controles, cuando corresponda;
- c) otras observaciones del usuario al ser consultado.

5.6.1 Ensayo de caminata

El sujeto de prueba, vistiendo ropa de trabajo corriente y usando la pieza facial con simulador de filtro (ver figura 4), debe caminar a una velocidad regular de 6 km/h sobre una pista horizontal. El ensayo se debe efectuar durante 10 min, sin quitar la pieza facial.

5.6.2 Ensayo de simulación de trabajo

5.6.2.1 Preparación de la pieza facial

- a) **Piezas faciales provistas de un conector de rosca estándar:** deben equiparse con un simulador de filtro (ver figura 4).
- b) **Piezas faciales provistas de conexiones especiales:** deben equiparse con los filtros suministrados por el fabricante.

5.6.2.2 Procedimiento de ensayo

Cada aparato se debe ensayar bajo condiciones susceptibles de encontrar durante su uso normal. El ensayo se debe realizar durante un período mínimo de 20 min, y durante él deben realizarse las tareas que se indican más adelante, a objeto de simular el uso normal del aparato.

La secuencia de actividades queda a criterio del laboratorio de ensayo. Las actividades deben distribuirse de tal forma que haya tiempo suficiente para formular los comentarios solicitados.

- a) Caminar sobre la pista, bajo un techo de 1,1 m a 1,5 m, durante 5 min.
- b) Gatear sobre la pista, bajo un techo menor de 0,75 m, durante 5 min.
- c) Llenar un cesto, de un volumen aproximado de 8 L (figura 7), con trozos de goma u otro material apropiado extraído desde una tolva de 1,5 m de altura, que presenta una abertura inferior por donde se extrae el contenido con ayuda de una pala, y una segunda abertura en la parte superior donde se debe vaciar el cesto.

El sujeto agachado o de rodillas debe llenar el cesto y vaciar el contenido dentro de la tolva. Cada operación se repite de 15 a 20 veces en un período de 10 min.

5.7 Inflamabilidad

Colocar la pieza facial en una cabeza de prueba metálica provista de un motor que le permita describir un círculo horizontal con velocidad regulable. Mediante el empleo de calibres apropiados, regular la altura de la llama a 40 mm; la distancia entre la parte superior del mechero y la parte inferior de la pieza facial que pasa sobre la llama debe ajustarse a 20 mm.

Poner en movimiento la cabeza y registrar el efecto producido cuando la pieza facial pasa por la llama, por una vez, a una velocidad de $6 \text{ cm/s} \pm 0,5 \text{ cm/s}$. Ajustar el reductor de presión del gas a 0,5 bar.

La temperatura de la llama, a una altura de 20 mm sobre la punta del mechero, debe ser de $800^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$. La temperatura se verifica mediante un instrumento de medición apropiado.

Cuando otros componentes tales como la o las válvulas, por ejemplo, estén dispuestos en otras partes del blanco facial, debe repetirse el ensayo con otras unidades de muestra colocadas en la posición apropiada.

6 Marcado

La pieza facial debe llevar marcada, en forma claramente visible y permanente la información siguiente:

- a) nombre, razón social o marca registrada del fabricante o importador;
- b) código del modelo;
- c) mes y año de fabricación (opcional);
- d) tamaño (opcional).

7 Instrucciones de uso

7.1 Cada pieza facial debe ir acompañada, en el momento de su despacho, de las instrucciones de uso.

7.2 Las instrucciones de uso deben estar redactadas en idioma español y ser inequívocas. Si fuera de utilidad se deberían incluir ilustraciones, lista de componentes, marcas, etc.

7.3 Las instrucciones de uso del aparato deben contener recomendaciones y advertencias (ver Anexo C) sobre los siguientes aspectos:

- a) aplicación y limitaciones;
- b) controles previos al uso;
- c) colocación/ajuste;
- d) uso;
- e) mantenimiento (de preferencia en instrucciones separadas);
- f) almacenamiento.

Anexo A (Informativo)

Determinación de la filtración de la válvula de exhalación

A.1 Equipo de ensayo

Este equipo se compone principalmente de:

- a) **Una caja hermética** a prueba de filtraciones y de poco volumen (1 L a 1,2 L) asegurada a un tubo, con una o varias aberturas entre la caja y el tubo, en las cuales se instalan los conjuntos de válvulas por medio de adaptadores apropiados de bajo espacio muerto (figura 8). La caja contiene placas deflectoras para estimular un flujo continuo del gas de ensayo (flujo continuo de 100 L/min).
- b) **Una máquina respiratoria** que entregue flujos de aire sinusoidal correspondientes a 20 bombeadas/min y 1,5 L/bombeada.
- c) **Una fuente de suministro de CO_2** .
- d) **Un purificador** que contenga un absorbente de CO_2 .
- e) **Una unidad para saturar el aire** con vapor de agua a 37°C.
- f) **Un instrumento** que permita medir las concentraciones del gas de ensayo.

A.2 Procedimiento de ensayo

Someter a ensayo todas las válvulas de exhalación de la pieza facial junto con su portaválvulas.

El ensayo se realiza a la temperatura y humedad relativa ambiente.

El conjunto de válvula y portaválvula se coloca en posición vertical dentro de la caja mediante un adaptador apropiado. Los componentes se disponen según se utilice una máquina respiratoria de uno o dos cilindros (ver figuras 9 y 10).

La válvula de entrada se debe ajustar de forma que la presión de salida de la o las válvulas sea de 1 mbar a 1,5 mbar con un flujo continuo de 30 L/min.

La máquina respiratoria se ajusta a 20 L/min · 1,5 L/min. A través de la caja se mantiene un flujo del gas de ensayo. Para determinar la concentración del gas de ensayo, analizar en forma permanente muestras de aire tomadas antes y después del conjunto de la válvula. Hacer el ensayo usando anhídrido carbónico y durante un tiempo suficiente para obtener una lectura estable de la concentración del gas de ensayo en la corriente de aire de inhalación.

La diferencia de concentración de gas de ensayo entre dos muestras constituye una medida de la filtración total de la válvula.

La filtración a través de la válvula de exhalación no debe exceder el 0,05%.

Anexo B
(Informativo)

Determinación de la filtración de la válvula de exhalación

B.1 Equipo de ensayo

- a) **Fuente de aspiración**, capaz de proveer una succión de 25 mm de columna de agua.
- b) **Manómetro de agua**, para medir la succión constante.
- c) **Medidor de burbuja**, constituido por una pipeta de 50 ml conectada al sistema de succión (ver figura 11), para medir la filtración de la válvula.
- d) **Cronómetro**
- e) **Contenedor de válvula de exhalación**, que permita mantener el asiento de la válvula de exhalación en posición de operación normal mientras se aplica la succión.

Este contenedor puede adaptarse con dos embudos conectados entre sí por la parte ancha.

f) **Otros elementos**

- **botella de aspiración**, de 3,8 L aproximadamente
- **mangueras**
- **conexiones**

B.2 Procedimiento de ensayo

- a) Aplicar material sellante alrededor del cuerpo del asiento de la válvula. Sellar a ambas partes del contenedor teniendo cuidado de no bloquear el funcionamiento de la válvula.
- b) Probar el sistema contra filtraciones (ver figura 11):
 - i) Apretar completamente la manguera 9 y aplicar una aspiración de 150 mm de columna de agua al sistema. Si el sistema de aspiración es insuficiente para mantener 150 mm, restringir el flujo a través del sistema usando una pinza en la manguera 2.

- ii) Apretar la manguera 5 mediante una pinza; si el manómetro comienza a caer, entonces hay una filtración en la conexión del mismo y deberá ser corregida antes de pasar al punto iii).
 - iii) Retirar la pinza de la manguera 5 y apretar sucesivamente las mangueras 7 y 3 con ayuda de pinzas. Si el manómetro desciende, entonces hay fuga alrededor de la conexión *T* y deberá ser corregida antes de pasar al punto iv).
 - iv) Retirar las pinzas de las mangueras 3 y 7 y poner nuevamente una pinza en la manguera 3. Si el manómetro desciende, entonces hay una fuga alrededor del contenedor de la válvula y debe ser corregida antes de pasar al punto v).
 - v) Remover las pinzas de las mangueras de interconexión.
 - vi) Detener la aspiración y abrir la pinza de la manguera 2.
- c) Sumergir la pipeta en una solución jabonosa para formar una burbuja.
 - d) Iniciar suavemente la aspiración.
 - e) Aumentar la succión a 25 mm de columna de agua.
 - f) Tomar el tiempo cuando la burbuja pase por la marca inicial de la pipeta y transcurrido 1 min registrar la altura que alcanzó la burbuja. Tomar como referencia la graduación de la pipeta.

Repetir este punto tres veces para asegurar consistencia en los resultados.

Ensayar un mínimo de tres válvulas con sus asientos. La filtración individual no debe exceder de 30 ml/min.

Anexo C (Informativo)

Instrucciones de uso - Recomendaciones y advertencias

C.1 Problemas relativos al sello de la pieza facial

No se debe autorizar el uso de medias máscaras o cuartos de máscaras cuando existan condiciones que impidan obtener el sellado que deben brindar al usuario. Entre éstas se debe considerar:

- a) Personas que tengan pelos (barba espesa, bigote, patillas, línea baja de crecimiento del cabello) que pasen entre la cara y la superficie sellante de la pieza facial.
- b) Personas que tengan pelos (bigote, barba) que obstaculice la función de la o las válvulas de la pieza facial.
- c) Personas que presentan cicatrices, sienes deprimidas, huesos de los pómulos muy sobresalientes, arrugas profundas de la piel de la cara, ausencia de dientes o dentadura, o rasgos faciales no habituales que impidan el correcto sellado de la pieza facial.
- d) No se puede usar un tipo de cubierta para la cabeza, que pase entre la superficie sellante de la pieza facial y la cara del usuario.
- e) No se permite el uso de anteojos, gafas, protector de la cara u otro protector ocular o facial que impida la obtención de un correcto sellado entre el usuario y la pieza facial.

C.2 Revisión periódica del sellado de la pieza facial

Para garantizar la obtención de la protección adecuada, el usuario de una pieza facial debe revisar el sellado de ella cada vez que deba entrar a una atmósfera peligrosa. Esto puede hacerlo usando los procedimientos recomendados por el fabricante.

C.3 Entrega de las piezas faciales

El fabricante debe especificar, en las instrucciones de uso, el aparato de protección respiratoria adecuado para cada tipo de empleo, y el responsable de la protección al interior de la empresa debe hacer mención de ello en las normas internas de procedimientos operativos. Si debido a fines de identificación u otros, la pieza facial lleva marcas para el usuario a quien se le ha asignado, estas marcas no deben afectar el funcionamiento del aparato.

C.4 Inspección previa al uso

Cada persona a quien se haya entregado una pieza facial para uso rutinario o no rutinario, debe someterla a inspección antes de cada uso para comprobar que se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento.

C.5 Vigilancia del uso del aparato de protección respiratoria

Se debe vigilar el uso de medias máscaras y cuartos de máscaras para comprobar que se están usando correctamente, y que aquellas en uso se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento.

C.6 Vigilancia del riesgo respiratorio durante el uso

Se debe vigilar periódicamente el nivel de riesgo respiratorio del lugar de trabajo al cual está expuesta la persona que está usando el aparato de protección respiratoria. Debe determinarse la concentración promedio ponderada en el tiempo, para comprobar que se está utilizando el aparato de protección respiratoria adecuado.

C.7 Evacuación de una zona peligrosa

Debe permitirse que el usuario salga de la zona de peligro por cualquier motivo relacionado con el aparato de protección respiratoria. Las razones por las cuales el usuario puede tener que evacuar el área de peligro incluyen, sin que esto signifique limitaciones:

- a) La media máscara o cuarto de máscara no provee una protección adecuada.
- b) La media máscara o cuarto de máscara funciona defectuosamente.
- c) En la pieza facial se detecta la presencia de filtraciones del contaminante del aire.
- d) La pieza facial presenta un aumento de la resistencia respiratoria.
- e) El usuario experimenta considerable incomodidad al usar el aparato de protección respiratoria.
- f) Malestar del usuario incluyendo: sensación de mareo, náuseas, debilidad, dificultades respiratorias, tos, romadizo, vómitos, fiebre y escalofríos.

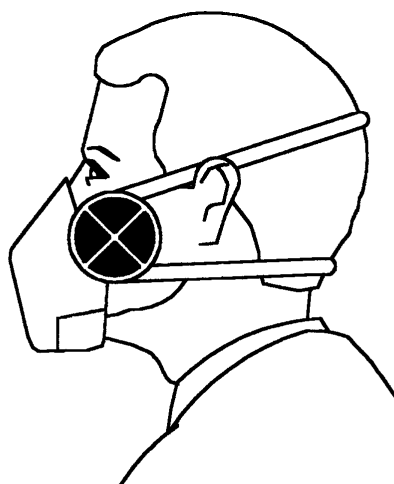
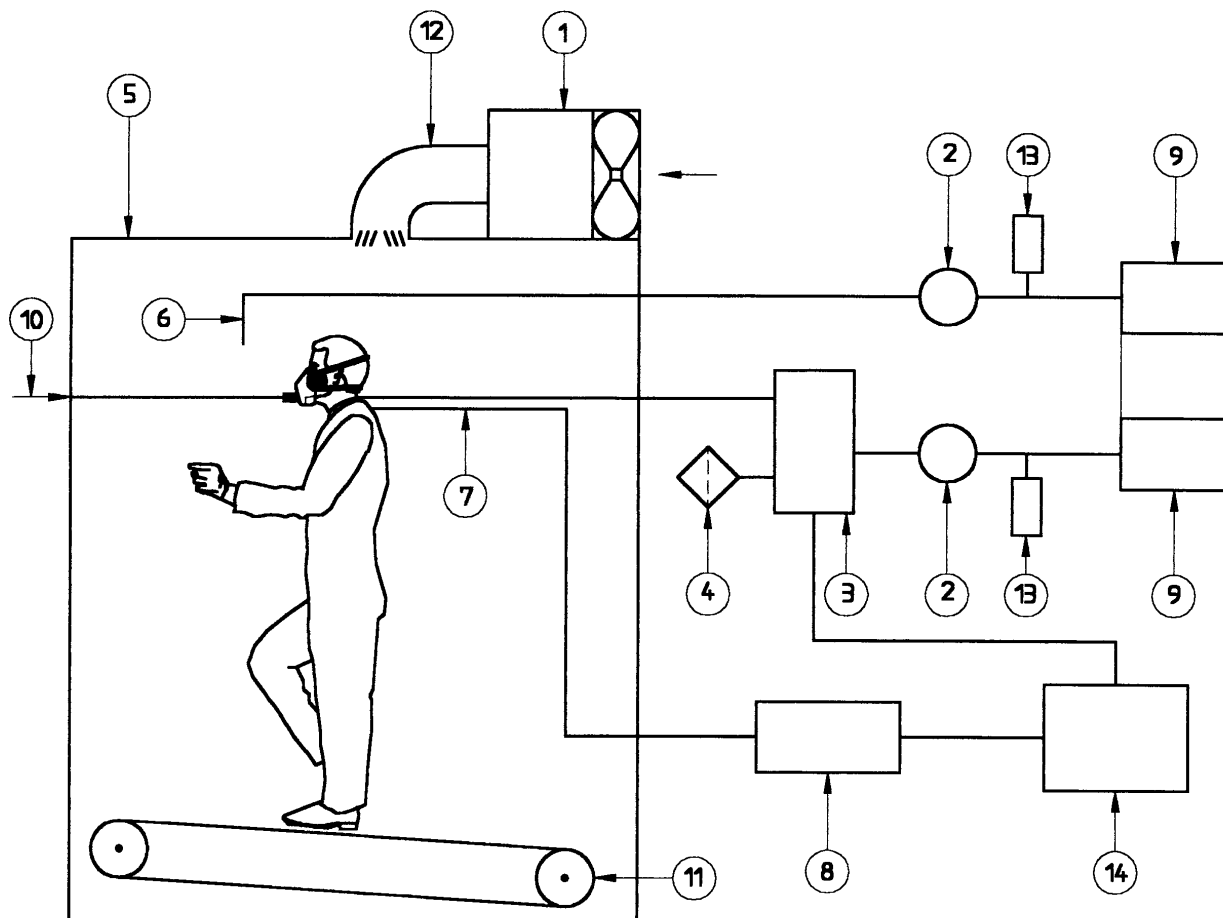
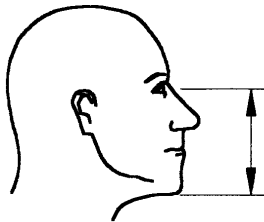


Figura 1 - Preparación para la prueba de tensión

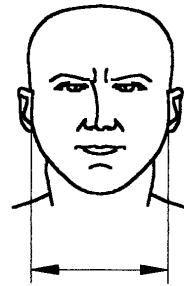


- 1 Atomizador
- 2 Bomba
- 3 Válvula
- 4 Filtro
- 5 Cámara
- 6 Extracción muestra del recinto
- 7 Extracción muestra de la cámara
- 8 Manómetro
- 9 Fotómetro
- 10 Simulador de aire fresco para referencia
- 11 Cinta transportadora
- 12 Conducto y difusor
- 13 Aire adicional
- 14 Interfase intermitente para la extracción de muestras

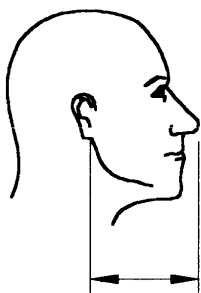
Figura 2 - Esquema del equipo para la determinación de la hermeticidad utilizando NaCl.



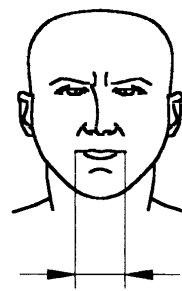
Largo de la cara
(nariz - mentón)



Ancho de la cara
(diámetro bizigomático)



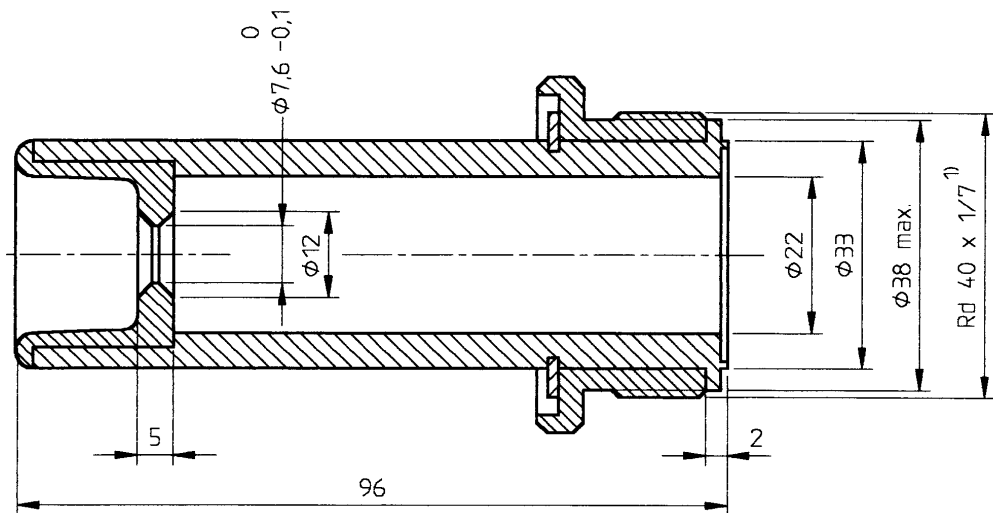
Profundidad de la cara



Ancho de la boca

Figura 3 - Dimensiones faciales

Dimensiones en milímetros



1) Ver NCh2278

Figura 4 - Simulador de filtro

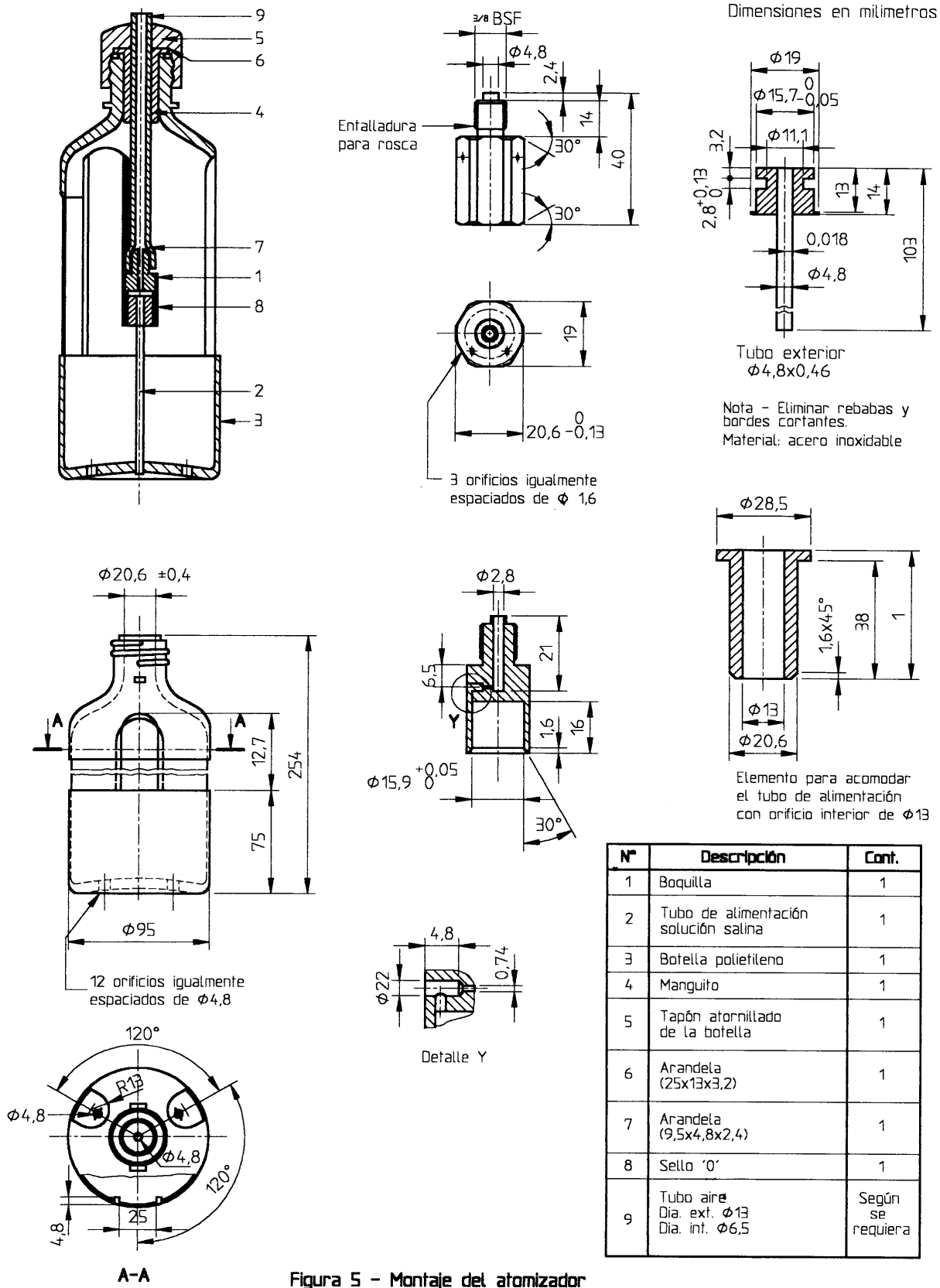


Figura 5 - Montaje del atomizador

Dimensiones en milímetros

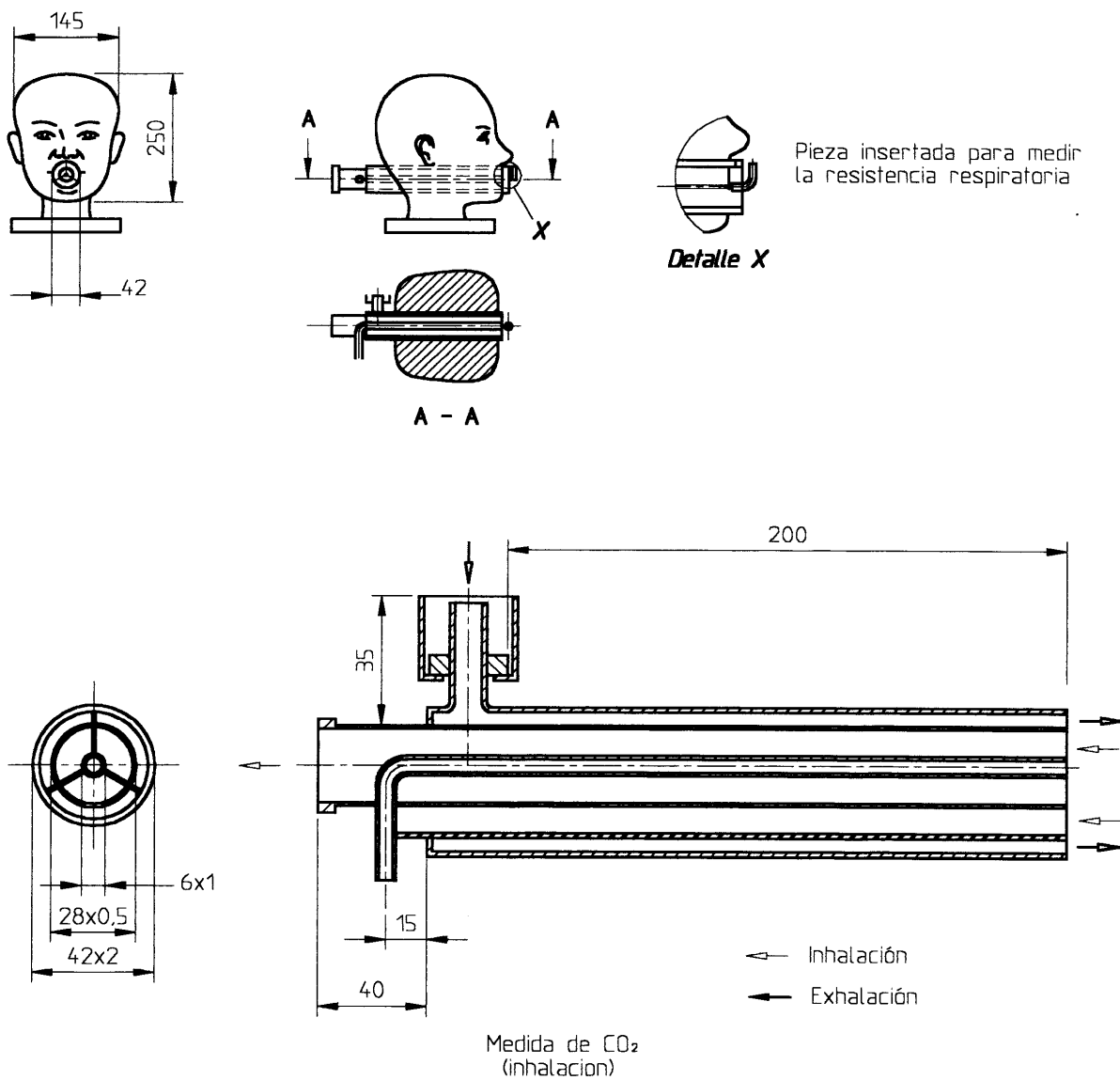


Figura 6 - Cabeza de prueba (tipo Sheffield) para la determinación de la resistencia a la respiración

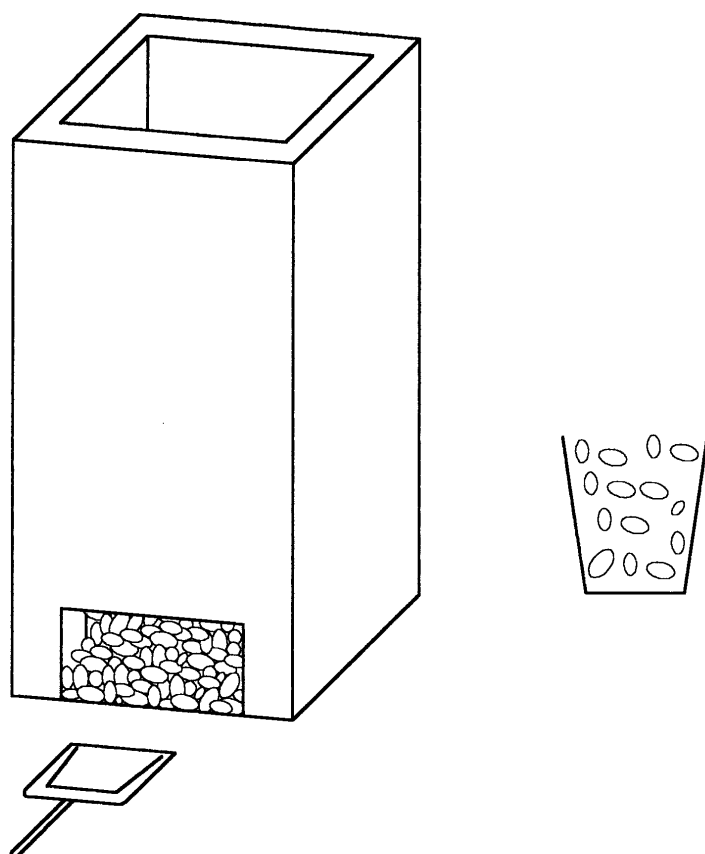
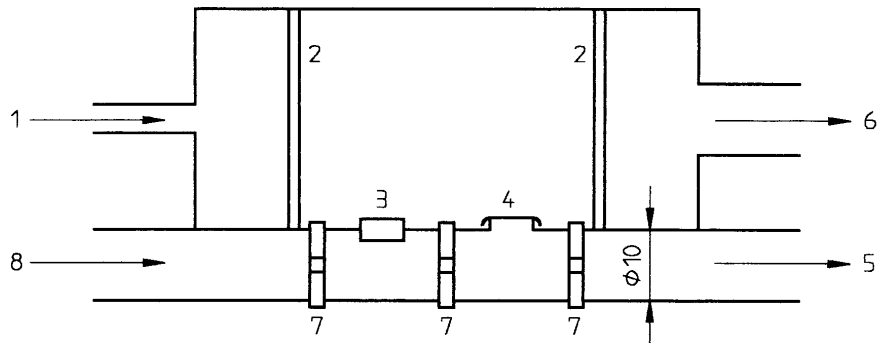
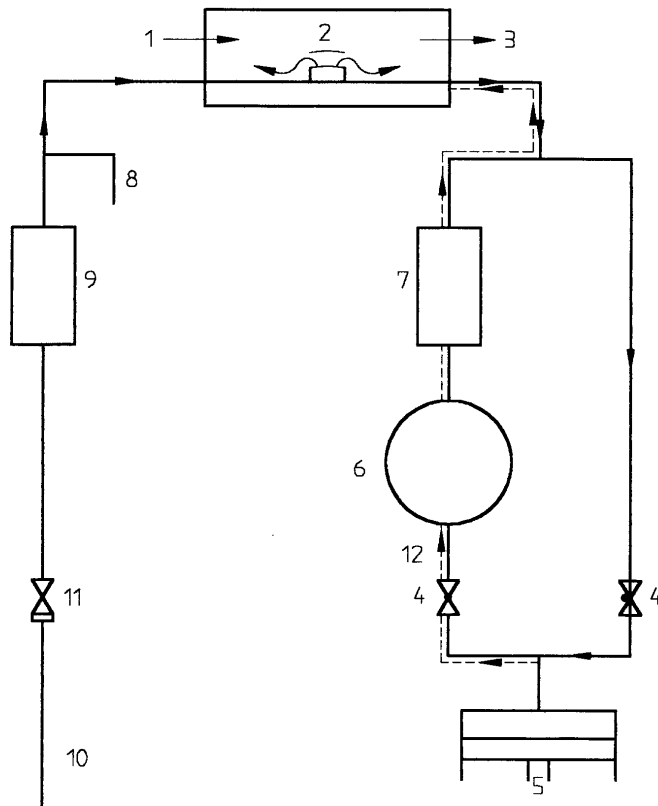


Figura 7 - Cesto y tolva con trozos de goma.



- 1 Entrada del gas de ensayo
- 2 Pantallas reflectoras
- 3 Abertura taponada (para colocar una segunda válvula)
- 4 Válvula que se ensaya
- 5 Salida del gas de ensayo
- 6 Salida hacia la máquina respiratoria
- 7 Puntos de medida de presión
- 8 Entrada del gas saturado

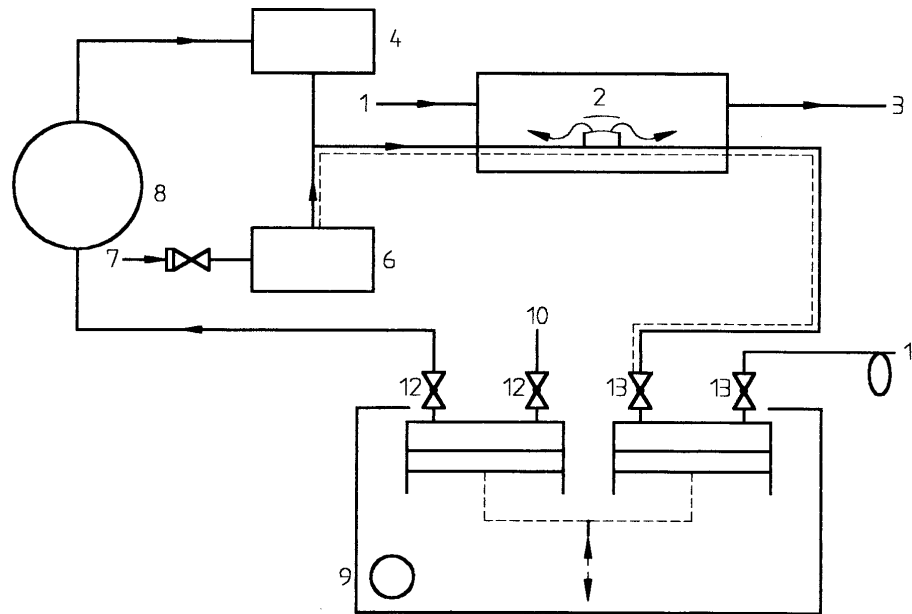
Figura 8 - Esquema de la caja de ensayo para determinar la hermeticidad de la válvula de exhalación.



- 1 Entrada del gas de ensayo
- 2 Válvula que se ensaya
- 3 Salida del gas de ensayo
- 4 Válvulas de la máquina respiratoria
- 5 Máquina respiratoria
- 6 Saturador
- 7 Purificador
- 8 Muestra del gas de referencia
- 9 Purificador
- 10 Entrada del aire de laboratorio
- 11 Válvula anterretroceso ajustable
- 12 Muestra del gas de ensayo

La diferencia entre las concentraciones encontradas en los puntos 8 y 12 es una medida de la fuga de la válvula

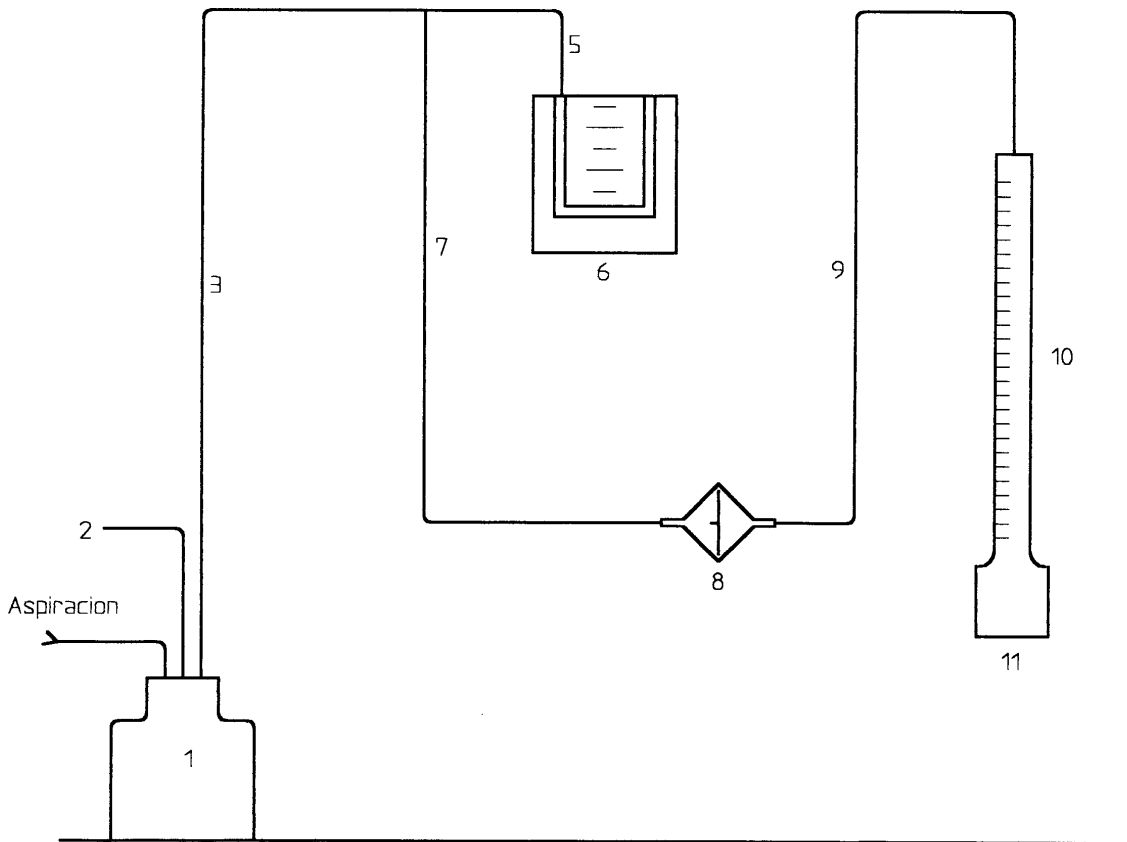
Figura 9 - Esquema del equipo para la determinación de la hermeticidad de la válvula mediante máquina respiratoria de un cilindro



- 1 Entrada del gas de ensayo
- 2 Válvula que se ensaya
- 3 Salida del gas de ensayo
- 4 Purificador
- 5 Muestra del gas de referencia
- 6 Purificador
- 7 Entrada del aire del laboratorio a través de una válvula antirretorno ajustable
- 8 Saturador
- 9 Máquina respiratoria de dos cilindros
- 10 Entrada del aire de laboratorio
- 11 Muestra del gas de ensayo
- 12 Válvulas de la máquina respiratoria
- 13 Válvulas de la máquina respiratoria

La diferencia entre las concentraciones encontradas en los puntos 5 y 11 es una medida de la fuga de la válvula

Figura 10 - Esquema del equipo para la determinación de la hermeticidad de la válvula mediante máquina respiratoria de dos cilindros



- 1 Botella de vacío (aprox. 3,8 L) con 3 conexiones; para aspiración, regulación y conexión al sistema
- 2 Manguera corta con pinza para control de flujo
- 3 Manguera de 1/4" de diámetro interior y aproximadamente 75 cms de longitud
- 4 Conector en T (3 vías)
- 5 Manguera de 1/4" de diámetro interior y aproximadamente 60 cm de longitud
- 6 Manómetro de agua (abierto)
- 7 Manguera de 1/4" de diámetro interior y aproximadamente 15 cm de longitud
- 8 Contenedor de la válvula de exhalación
- 9 Manguera de 1/4" de diámetro interior y aproximadamente 75 cm de longitud
- 10 Medidor de burbuja (pipeta con graduación 50 ml)
- 11 Vaso con solución jabonosa

Figura 11 - Esquema del equipo para la determinación de la hermeticidad de la válvula de exhalación

Aparatos de protección respiratoria - Medias máscaras y cuartos de máscaras - Requisitos y métodos de ensayo

Respiratory protective devices - Half-masks and quarter-masks - Requirements and test methods

Primera edición : 1997

Reimpresión : 1999

Descriptores: dispositivos de seguridad, aparatos de respiración, requisitos, ensayos

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

Internet : inn@entelchile.net

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