

NOTA IMPORTANTE:

La entidad sólo puede hacer uso de esta norma para si misma, por lo que este documento NO puede ser reproducido, ni almacenado, ni transmitido, en forma electrónica, fotocopia, grabación o cualquier otra tecnología, fuera de su propio marco.

ININ/ Oficina Nacional de Normalización

NORMA CUBANA

NC

EN 168: 2005
(Publicada por el CEN, 1995)

**SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO—EQUIPOS DE
PROTECCIÓN PERSONAL DE LOS OJOS—MÉTODOS DE
ENSAYO NO ÓPTICOS
(EN 168:1995, IDT)**

**Occupational health and safety—Personal eye-protectors—
Non-optical test methods**

ICS: 13.340.20

1. Edición Abril 2005
REPRODUCCIÓN PROHIBIDA

**Oficina Nacional de Normalización Calle E No. 261 Vedado, Ciudad de La Habana.
Cuba. Teléfono: 830-0835 Fax: (537) 836-8048 Correo electrónico: nc@ncnorma.cu**



Cuban National Bureau of Standards

NC-EN 168: 2005

Prefacio

La Oficina Nacional de Normalización (NC), es el Organismo Nacional de Normalización de la República de Cuba que representa al país ante las Organizaciones Internacionales y Regionales de Normalización.

La elaboración de las Normas Cubanas y otros documentos se realiza generalmente a través de los Comités Técnicos de Normalización. Su aprobación es competencia de la Oficina Nacional de Normalización y se basa en las evidencias del consenso.

Esta Norma Cubana:

- Ha sido elaborada por el NC/CTN 6, integrado por las entidades siguientes:

Ministerio del Trabajo y Seguridad Social
Ministerio de Salud Pública
Ministerio del Interior
Ministerio de la Industria Sideromecánica
Ministerio de la Industria Ligera
Ministerio de la Industria Básica
Ministerio de la Industria Pesquera
Ministerio de la Agricultura
Ministerio del Transporte
Ministerio de las Fuerzas Armadas Revolucionarias
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
Ministerio del Turismo

Oficina del Historiador
Almacenes Universales SA
Instituto de Investigaciones del Trabajo
Instituto de Salud para los Trabajadores
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos
Central de Trabajadores de Cuba
CIMEX S.A.

- Sustituye a la NC 19-04-02:86 SNPHT Espejuelos de protección. Clasificación, Requisitos generales y Métodos de ensayo.
- Es una adopción idéntica de la EN 168 Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo no ópticos, Mayo de 1995.

© NC, 2005

Todos los derechos reservados. A menos que se especifique, ninguna parte de esta publicación podrá ser reproducida o utilizada en alguna forma o por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo las fotocopias, fotografías y microfilmes, sin el permiso escrito previo de:

Oficina Nacional de Normalización (NC)

Calle E No. 261, Vedado, Ciudad de La Habana, Habana 4, Cuba.

Impreso en Cuba

Índice

1. OBJETO	5
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	5
3. ENSAYO DE RESISTENCIA INCREMENTADA	5
3.1. Oculares sueltos	5
3.2 Protectores de los ojos completos	6
4. ENSAYO DE RESISTENCIA MECÁNICA MÍNIMA DE OCULARES CON EFECTO FILTRANTE Y CUBREFILTROS	8
4.1 Equipo de ensayo	8
4.2. Procedimiento	8
5. ENSAYO DE ESTABILIDAD A ALTAS TEMPERATURAS	9
5.1. Equipo de ensayo	9
5.2. Procedimiento	9
6. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA RADIACIÓN ULTRAVIOLETA	9
6.1. Equipo de ensayo	9
6.2. Procedimiento	10
7. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA INFLAMABILIDAD	10
7.1. Equipo de ensayo	10
7.2. Procedimiento	10
8. ENSAYO DE RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	11
9. ENSAYO DE RESISTENCIA AL IMPACTO DE PARTÍCULAS A GRAN VELOCIDAD	11
9.1. Equipo de ensayo	11
9.2. Procedimiento	11
10. ENSAYO DE PROTECCIÓN FRENTE A METALES FUNDIDOS	12
10.1 Ensayo de no adherencia de metales fundidos	12
10.2 Medida de la zona protegida por las pantallas faciales	14
11. ENSAYO PARA LA RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN DE SÓLIDOS CALIENTES	15
11.1. Equipo de ensayo	15
11.2 Procedimiento	16
12. ENSAYO DE PROTECCIÓN FRENTE A GOTAS Y SALPICADURAS DE LÍQUIDOS	17
12.1. Ensayo de protección frente a gotas (para protectores de tipo gafa	17

integral)

12.2. Ensayo de protección frente a salpicaduras de líquidos	17
13. ENSAYO DE PROTECCIÓN FRENTE A PARTÍCULAS DE POLVO GRUESAS	17
13.1. Equipo de ensayo	17
13.2. Procedimiento	18
13.3 Evaluación	18
14. ENSAYO DE PROTECCIÓN FRENTE A GASES Y PARTÍCULAS DE POLVO FINAS	20
14.1. Equipo de ensayo	20
14.2. Procedimiento	20
14.3. Evaluación	20
15 ENSAYO DE RESISTENCIA AL DETERIORO SUPERFICIAL POR PARTÍCULAS FINAS	21
15.1 Equipo de ensayo	21
15.2 Muestras	21
15.3 Procedimiento	22
15.4 Evaluación	22
16. ENSAYO DE RESISTENCIA DE OCULARES AL EMPAÑAMIENTO	25
16.1 Equipo de ensayo	25
16.2 Muestras	25
16.3 Procedimiento y evaluación	25
17 CABEZA DE ENSAYO	27

SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO—EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL DE LOS OJOS—MÉTODOS DE ENSAYO NO ÓPTICOS

1 Objeto

Esta norma especifica los métodos de ensayo no ópticos para los equipos de protección personal de los ojos. Los métodos de ensayo ópticos y los requisitos de seguridad que deben cumplir estos medios, se encuentran recogidos en otras normas.

Podrán utilizarse métodos de ensayos distintos a los aquí especificados, siempre que se demuestre que son equivalentes.

2 Referencias normativas

Los documentos que se mencionan seguidamente son indispensables para la aplicación de esta Norma Cubana. Para las referencias fechadas, sólo se toma en consideración la edición citada. (incluyendo todas las enmiendas).

EN 165: 1995, Protección individual de los ojos. Vocabulario.

EN 166: 1995, Protección individual de los ojos. Requisitos

NC EN 167: 2003, Seguridad y salud en el trabajo — Protección individual de los ojos. Métodos de ensayo ópticos.

3 Ensayo de resistencia mecánica incrementada

Para este ensayo, deben utilizarse muestras nuevas.

3.1 Oculares sueltos

3.1.1 Equipo de ensayo

El soporte del ocular (véase figura 1) estará constituido por un tubo cilíndrico de acero o de plástico rígido de diámetro interior $(35,0 \pm 0,1)$ mm y de diámetro exterior $(41,0 \pm 0,1)$ mm. El tubo puede estar insertado o bien formar parte integral de una base de acero. El ocular estará protegido por una junta anular de silicona fijada a la parte superior del tubo.

Esta junta tendrá un espesor nominal de 3 mm y diámetros exterior e interior de los mismos valores que los del tubo. El material constituyente de la junta de silicona tendrá una dureza de (40 ± 5) I.R.D.H. La masa del conjunto del soporte será de 12 kg como mínimo.

Sobre el ocular se coloca un anillo de carga de (250 ± 5) g. Este anillo tendrá un diámetro interior igual al del tubo soporte y el diámetro exterior que convenga. Entre el anillo de carga y el ocular se colocará una junta anular de silicona de dimensiones y dureza iguales a las del tubo soporte. Sobre el fondo de la cavidad de 1,5 mm de profundidad del soporte del ocular se coloca una hoja de papel carbón sobre otra hoja de papel blanco (véase figura 1).

Para los oculares curvados según una superficie cilíndrica, el anillo de carga y el tubo soporte del bloque de ensayo deben estar curvados de tal forma que se adapten respectivamente a la forma convexa y cóncava de las superficies del ocular.

Si el ocular no tiene las dimensiones suficientes para quedar apoyado de forma correcta sobre su periferia, se utilizarán casquillos de adaptación adecuados.

especificada del protector, o bien, imprimir una velocidad de $(12,0^{-00,6})$ m/s a una bola de acero de 6 mm de diámetro nominal y de 0,86 g de masa mínima.

3.2.2 Procedimiento

Situar el protector objeto de ensayo sobre la cabeza de ensayos, en la posición de uso normal.

Interponer una hoja de papel carbón sobre una hoja de papel blanco entre el protector y la cabeza de ensayo. Colocar en el dispositivo de ensayo la cabeza de ensayo con el protector puesto.

La bola se proyecta sobre los puntos de impacto definidos en el apartado 3.2.3.

Previamente a cada impacto el protector se someterá a uno estos dos acondicionamientos:

- a) el protector de los ojos se calentará a (55 ± 2) °C y se mantendrá a dicha temperatura al menos durante 1 h;
- b) el protector de los ojos se enfriará hasta una temperatura de (-5 ± 2) °C y se mantendrá a dicha temperatura al menos durante 1 h.

Utilizar un protector nuevo para cada punto de impacto y para cada temperatura. Realizar el impacto menos de 30 s después del acondicionamiento térmico.

Los ensayos se llevarán a cabo a una temperatura ambiente de (23 ± 5) °C.

3.2.3 Puntos de impacto

Los cuatro puntos de impacto se definen respecto a la cabeza de ensayo en vez de definirse en función del protector. La bola se proyecta sobre los puntos de impacto, con el protector montado en la posición de uso normal.

Se tomarán como puntos de impacto los situados a una distancia menor de 10 mm alrededor de los cuatro puntos de impacto. Estos puntos se señalan con un asterisco (*) en la figura 11.

Conforme a la lista de ensayos contenidos en la tabla 11 de la Norma EN 166:1995, los cuatro puntos de impacto se definen como sigue:

- 1 frontal, ojo izquierdo;
- 2 frontal, ojo derecho;
- 3 lateral, ojo izquierdo;
- 4 lateral, ojo derecho.

Para los ensayos de impactos frontales en los centros visuales, la bola se proyecta perpendicularmente al eje vertical de la cabeza de ensayo, y paralelamente a los ejes ópticos, para cada línea de tiro.

En el caso de impactos laterales, se imprime una rotación de 90° (hacia la izquierda y hacia la derecha) a la cabeza artificial alrededor de su eje vertical, a partir de la posición de impacto frontal.

La cabeza artificial puede ser desplazada horizontal y verticalmente con el fin de elegir cualquier punto de impacto situado a menos de 10 mm de los centros de impacto especificados.

NOTA: Tal como se indica en el apartado 3.2.2, es necesario utilizar un protector nuevo por impacto.

4 Ensayo de resistencia mecánica mínima de oculares con efecto filtrante y cubre filtros

Para este ensayo, se utilizarán muestras nuevas.

4.1 Equipo de ensayo

(Véase figura 2).

4.1.1 Dispositivo de carga

Una bola de acero de 22 mm de diámetro nominal se fija al extremo inferior de un tubo de 70 mm de longitud nominal. La masa total de la carga debe ser tal que la fuerza ejercida sobre el ocular sea de (100 ± 2) N.

4.1.2 Porta muestras

La muestra se coloca entre dos juntas anulares hechas de caucho de silicona de dureza (40 ± 5) I.R.D.H., con un diámetro interior de $(35,0 \pm 0,4)$ mm y de secciones transversales de dimensiones nominales de 3 mm x 3 mm. Fijar las juntas anulares de silicona sobre la placa de acero soporte y el anillo de carga.

Si la muestra no tiene las dimensiones suficientes para quedar apoyada de forma correcta sobre su periferia, se utilizarán casquillos de adaptación adecuados.

El anillo de carga debe tener una masa de (250 ± 5) g. Debido a su propio peso, este anillo comprime la junta anular de silicona superior contra la superficie superior de la muestra.

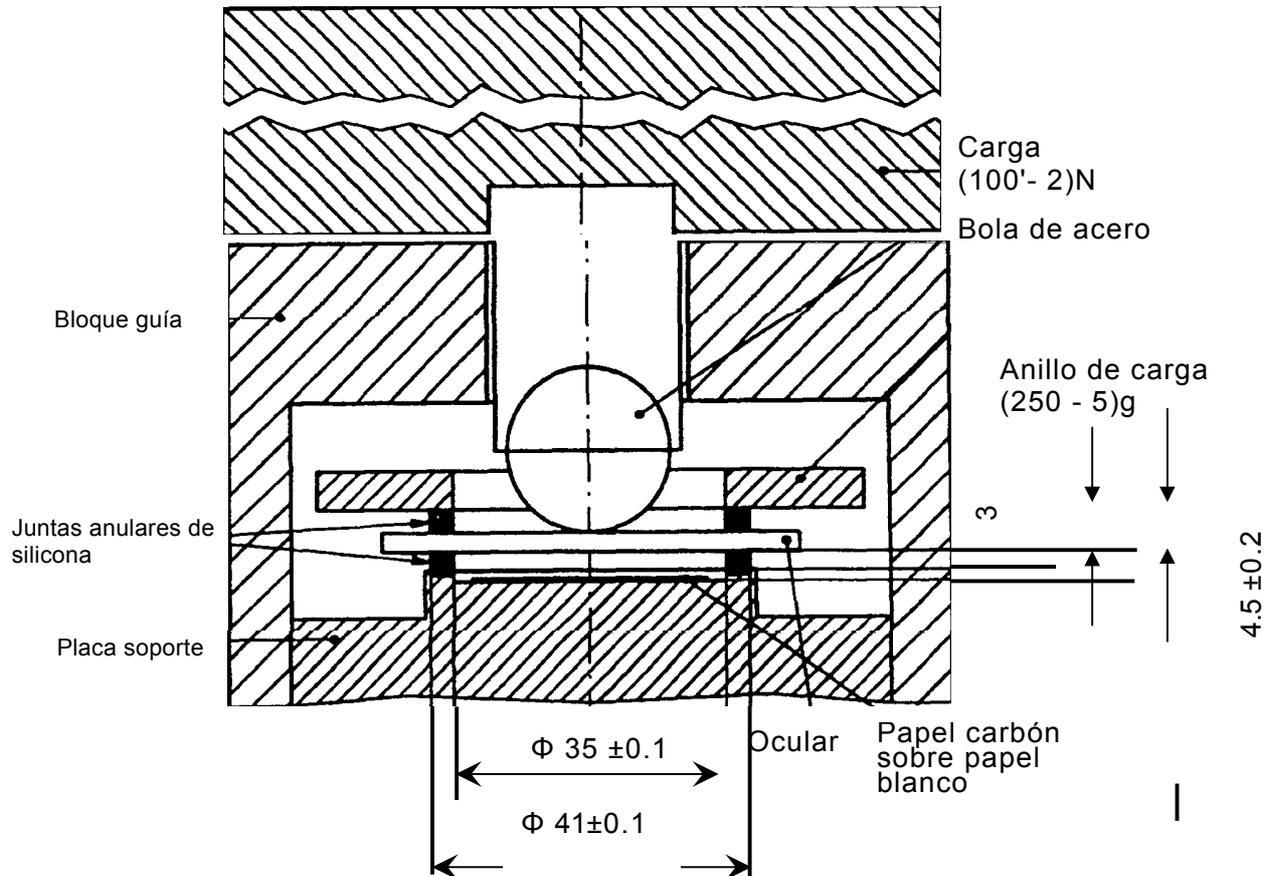
Sobre el fondo de la cavidad de 1,5 mm de profundidad del soporte del ocular se coloca una hoja de papel carbón sobre otra hoja de papel blanco.

4.2 Procedimiento

4.2.1 El ensayo se lleva a cabo a una temperatura de (23 ± 5) °C.

4.2.2 La muestra se centra sobre el soporte, con la superficie del lado del ojo hacia abajo. El anillo de carga se aplica sobre la muestra. Para los oculares curvados con superficie cilíndrica, las superficies de apoyo de la placa soporte y del anillo de carga tendrán la curvatura adecuada para adaptarse a las formas de los oculares.

4.2.3 La carga se deposita sobre el ocular a una velocidad no superior a 400 mm/min. La fuerza de (100 ± 2) N se mantiene durante (10 ± 2) s. Seguidamente se retira la carga.



**Figura 2 — Equipo de ensayo de resistencia mecánica mínima.
(Ensayo de deformación estática)**

5 Ensayo de estabilidad frente a las altas temperaturas

Para este ensayo, se utilizarán muestras nuevas.

5.1 Equipo de ensayo

Horno con capacidad de mantener una temperatura de $(55 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

5.2 Procedimiento

Colocar en el horno la muestra, en su posición normal de uso, durante (60 ± 5) min. a $(55 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Retirla del horno y dejarla estabilizarse a $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ durante 60 min. como mínimo. Examinar la muestra y someterla a los ensayos ópticos descritos en el capítulo 3 de la Norma NC EN 167.

6 Ensayo de resistencia a la radiación ultravioleta

6.1 Equipo de ensayo

Lámpara de xenón de alta presión, con ampolla de sílice fundido. La potencia de la lámpara debe estar comprendida entre 400 W y 500 W, con un valor preferencial de 450 W. El factor de transmisión espectral de la lámpara debe ser del 30 % a 200 nm, como mínimo.

NOTA: Las lámparas más idóneas son XBO-450 W/4 y CSX-450 W/4. Estas lámparas producen radiación UV con una cantidad apreciable de radiación UVC, lo cual resulta apropiado ya que los procesos industriales (por ejemplo, la soldadura), también producen cantidades apreciables de radiación UVC.

6.2 Procedimiento

Para este ensayo se utilizarán muestras nuevas. El equipo de ensayo se hará funcionar a una temperatura ambiente de (23 ± 5) °C.

Exponer la cara externa del ocular a la radiación de una lámpara de xenón de alta presión con ampolla de sílice fundido (véase apartado 6.1). El ángulo de incidencia de la radiación sobre la superficie de la muestra debe ser aproximadamente perpendicular. La distancia desde el eje de la lámpara al punto más cercano de la muestra debe ser (300 ± 10) mm. El tiempo de exposición debe ser como sigue:

- a) cuando la lámpara sea de una potencia de 450 W, el tiempo de exposición será de $(50 \pm 0,2)$ h;
- b) cuando la lámpara no sea de 450 W, el tiempo de exposición será inversamente proporcional a la potencia. Por ejemplo, si la lámpara es de 400 W, el tiempo de exposición será $(56,25 \pm 0,20)$ h; si la lámpara es de 500 W, el tiempo de exposición será de $(45,0 \pm 0,2)$ h.

7 Ensayo de resistencia a la inflamabilidad

7.1 Equipo de ensayo

7.1.1 Varilla de acero. (300 ± 3) mm de longitud y 6 mm de diámetro nominal con las superficies de los extremos planos y perpendiculares al eje longitudinal de la varilla.

7.1.2 Fuente calorífica

7.1.3 Termopar y dispositivo indicador de la temperatura

7.1.4 Cronómetro. Con capacidad para medir un intervalo de 10s con una incertidumbre de $\pm 0,1$ s.

7.2 Procedimiento

Calentar un extremo de la varilla de acero, en una longitud de 50 mm como mínimo, a una temperatura de (650 ± 20) °C. Medir la temperatura de la varilla con el termopar colocado a una distancia de (20 ± 1) mm del extremo calentado de la misma. Apoyar el extremo calentado de la varilla (colocado verticalmente) contra la superficie de la muestra objeto de ensayo (siendo la fuerza de contacto igual al peso de la varilla) durante un período de $(5,0 \pm 0,5)$ s y luego, retirar la varilla.

Realizar el ensayo sobre todas las partes del protector de los ojos, excepto sobre las bandas elásticas de cabeza y los bordes de tejido.

Llevar a cabo una inspección visual durante el ensayo con el fin de determinar si las muestras de ensayo prenden o si permanecen incandescentes.

Los ensayos se realizarán a una temperatura ambiente de (23 ± 5) °C.

8 Ensayo de resistencia a la corrosión

Eliminar toda posible suciedad, especialmente aceite o grasa, de los elementos metálicos de las muestras.

Sumergir la muestra durante (15 ± 1) min. en una solución acuosa de cloruro sódico al $(10,0 \pm 0,5)\%$ en masa hirviendo. Retirar la muestra de esta solución y sumergirla inmediatamente en una solución acuosa de cloruro sódico al $(10,0 \pm 0,5)\%$ en masa a temperatura ambiente durante (15 ± 1) min. Sacarla de esta solución y, sin secar el líquido adherido, dejarla secar durante (24 ± 1) h a (23 ± 5) °C. Enjuagarla con agua tibia y volver a dejarla secar antes de examinarla.

9 Ensayo de resistencia al impacto de partículas lanzadas a gran velocidad

Utilizar muestras nuevas para realizar este ensayo. Cada muestra debe ser sometida a un solo impacto.

9.1 Equipo de ensayo

9.1.1 Cabeza de ensayo. Tal y como se define en el capítulo 17.

9.1.2 Equipo de propulsión

El equipo debe ser capaz de comunicar una velocidad conocida, de hasta 195 m/s, a una bola de acero de 6 mm de diámetro nominal y de masa mínima 0,86 g.

NOTA 1: El equipo está compuesto principalmente por un cañón o tubo de longitud suficiente para que la velocidad de salida de la bola de acero sea reproducible, un obturador o mecanismo de carga que asegure una posición determinada de la bola con respecto al extremo del cañón o tubo, y un resorte o un gas comprimido que proporcione la propulsión.

El equipo también incorpora un dispositivo para medida de la velocidad de salida de la bola. Debido a las velocidades y distancias involucradas, se requiere un cronómetro capaz de medir en saltos no superiores a 10 ps.

La medida de la velocidad deberá hacerse lo más cerca posible del punto de impacto. El extremo libre del cañón o tubo deberá estar protegido frente a retrocesos. La zona que rodea la muestra, la cabeza artificial y el cañón o tubo debe encerrarse en una carcasa.

NOTA 2: La longitud del tubo viene determinada por la velocidad requerida para la bola.

NOTA 3: Para la medida del tiempo en el ensayo, puede ser útil el empleo de un cronómetro electrónico controlado por células fotoeléctricas.

La distancia entre los elementos de detección no superará los 150 mm.

9.2 Procedimiento

Colocar el protector de los ojos objeto del ensayo en la cabeza de ensayo en la posición correspondiente a un uso normal y con la tensión de la banda de cabeza ajustada según las instrucciones del fabricante.

Interponer una hoja de papel carbón sobre una hoja de papel blanco entre el protector y la cabeza de ensayo. Situar la cabeza de ensayo provista del protector delante del dispositivo de impacto, de tal forma que el punto de impacto se encuentre a menos de 250 mm del extremo de salida del sensor de velocidad.

Lanzar la bola de acero a una de las velocidades que se especifican en la tabla 7 de la Norma EN 166. Los puntos de impacto son los mismos que los definidos para el ensayo de

resistencia mecánica incrementada definido en el apartado 3.2.3. La temperatura ambiente será de (23 ± 5) °C.

10 Ensayo de protección frente a metales fundidos

10.1 Ensayo de no adherencia de metales fundidos

10.1.1 Principio

Rociado de una muestra con metal fundido para controlar la no adherencia del metal fundido sobre el protector.

10.1.2 Equipo de ensayo

10.1.2.1 Sistema de rociado.

Dotado de un cabezal de proyección curvado en su centro de forma que pueda acoplar un crisol conteniendo el metal fundido. La energía eyectora y la posición de la plataforma tope fija deben ser tales que el metal fundido, que consiste en una masa de (100 ± 5) g de hierro colado (véase el apartado 10.1.2.6), pueda ser proyectado hacia arriba por el cabezal de proyección hasta una altura de (250 ± 25) mm por encima de la superficie de la muestra objeto de ensayo.

Un ejemplo del montaje apropiado se representa en la figura 3.

10.1.2.2 Plataforma tope fija. Montada por encima del cabezal de proyección con una abertura central suficientemente grande para permitir el paso de la carga de metal fundido (75 mm de diámetro nominal).

10.1.2.3 Asiento circular metálico. Fijado a la plataforma tope y con abertura central de 75 mm de diámetro nominal para dejar pasar la carga de metal. Sobre el asiento se apoya la muestra.

10.1.2.4 Anillo cilíndrico metálico de sujeción. Con abertura de diámetro nominal de 75 mm, y, si fuera necesario, con un lastre para conseguir una masa nominal total de sujeción de 7,5 kg.

NOTA: Si fuera necesario, las superficies del asiento circular y del anillo de sujeción serán curvas para adaptarse a la forma de la muestra.

10.1.2.5 Crisol cerámico

De capacidad aproximada de 60 ml, 40 mm de profundidad nominal, 2 mm de espesor nominal y 58 mm de diámetro nominal en los bordes.

NOTA: Para el rociado, el crisol y su contenido se proyectan sobre la muestra.

10.1.2.6 Hierro colado. (100 ± 5) g.

10.1.2.7 Aluminio. (38 ± 2) g.

10.1.2.8 Carcasa protectora

Encerrando el conjunto del montaje para garantizar su funcionamiento en condiciones de seguridad.

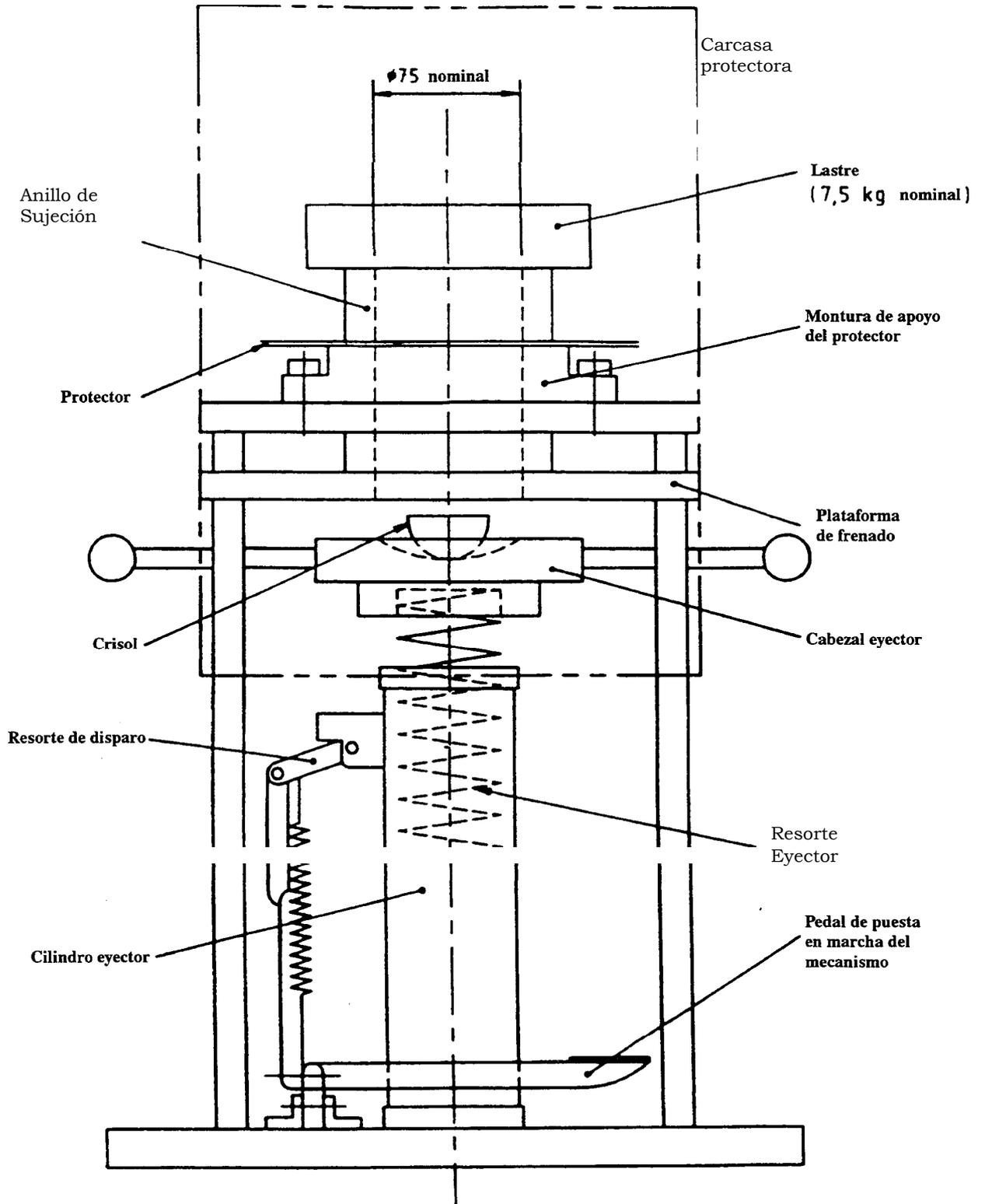


Figura 3 — Ejemplo de equipo de ensayo para la evaluación de la no adherencia de metales fundidos

10.1.3 Procedimiento. Montar el protector o la muestra sobre la abertura de tal forma que la superficie sometida a ensayo se sitúe justo encima del centro del cabezal de proyección. Fijarlo con el anillo de sujeción o con bandas de goma, elásticos, etc.

Colocar sobre el cabezal de proyección un crisol conteniendo (100 ± 5) g de hierro colado a una temperatura de $(1\ 450 \pm 20)$ °C.

Soltar el dispositivo de bloqueo para que el cabezal de proyección suba verticalmente hasta tocar la plataforma tope, arrojando así el crisol de metal fundido contra el protector.

Sacar el protector y examinarlo para ver si el metal fundido se ha adherido a alguno de sus componentes. Repetir el ensayo utilizando un segundo protector y (38 ± 2) g de aluminio a (750 ± 20) °C.

Realizar los ensayos a una temperatura ambiente de (23 ± 5) °C.

Anotar si el metal fundido se ha adherido a cualquier componente del protector.

10.2 Medida de la zona protegida por las pantallas faciales

10.2.1 Principio

Montar una pantalla facial sobre una cabeza de ensayo y evaluar la zona protegida observando el montaje mientras la cabeza de ensayo gira alrededor de sus ejes horizontal y vertical.

NOTA: El método de observación utilizado emplea un rayo láser. Como alternativa, las observaciones pueden ser realizadas mirando a través de un tubo cilíndrico provisto de un retículo en forma de cruz.

10.2.2 Equipo de ensayo

10.2.2.1 Cabeza de ensayo

Cabeza de ensayo como la definida en el capítulo 17. Sobre ella se dibuja un rectángulo que engloba la región ocular, representado por una línea punteada en la figura 11.

10.2.2.2 Marco soporte

(Véase figura 4) que permita hacer girar la cabeza alrededor de un eje horizontal A y de un eje vertical B. La cabeza puede ser desplazada lateralmente a lo largo del eje A.

NOTA: El eje A pasa por el centro de las pupilas de la cabeza de ensayo. El eje B es el eje vertical que pasa por el centro de la cabeza de ensayo. El eje C es el eje del láser.

10.2.2.3 Láser

Con un haz de diámetro máximo de 5 mm, que pueda desplazarse verticalmente de arriba a abajo, pero que no pueda girar alrededor de su eje horizontal o vertical.

10.2.3 Procedimiento

El equipo de ensayo se dispone conforme a la figura 4 de forma que el eje de rotación A y el eje C se crucen en la superficie de la cabeza artificial en el punto medio de la recta que une los centros de los dos ojos.

La pantalla facial se fija a la cabeza de ensayo siguiendo las instrucciones del fabricante.

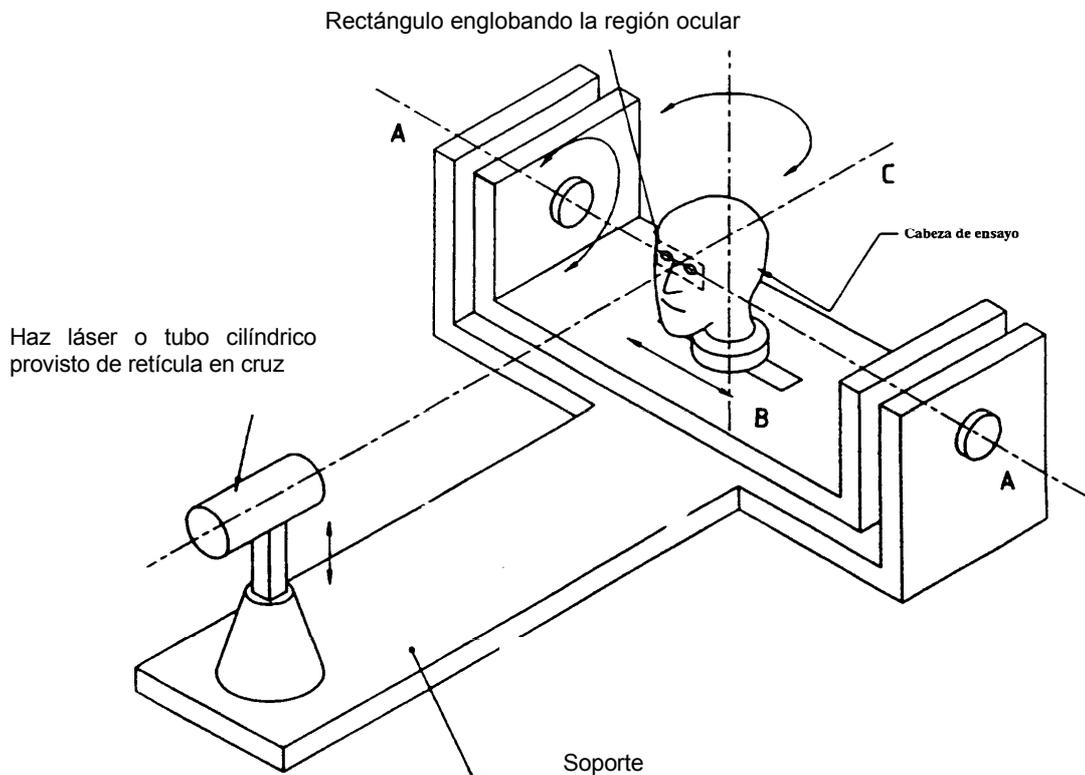
El rayo láser se proyecta en todos los puntos relevantes del rectángulo de la región ocular con la cabeza colocada en las posiciones siguientes:

– orientada hacia delante y girada $(45 \pm 1)^\circ$ hacia delante alrededor del eje horizontal A;

- orientada hacia delante y girada $(45 \pm 1)^\circ$ hacia atrás alrededor del eje horizontal A;
- girada $(90 \pm 1)^\circ$ hacia la izquierda alrededor del eje vertical B y girada $(45 \pm 1)^\circ$ hacia delante alrededor del eje horizontal A;
- girada $(90 \pm 1)^\circ$ hacia la izquierda alrededor del eje vertical B y girada $(45 \pm 1)^\circ$ hacia atrás alrededor del eje horizontal A;
- girada $(90 \pm 1)^\circ$ hacia la derecha alrededor del eje vertical B y girada $(45 \pm 1)^\circ$ hacia delante alrededor del eje horizontal A;
- girada $(90 \pm 1)^\circ$ hacia la derecha alrededor del eje vertical B y girada $(45 \pm 1)^\circ$ hacia atrás alrededor del eje horizontal A.

NOTA: Es necesario ajustar la posición horizontal de la cabeza de ensayo así como la altura del láser para proyectar este último sobre los puntos relevantes del rectángulo que constituye la región ocular.

10.2.4 Evaluación. Anotar si, durante las observaciones, el haz láser entra en contacto directo con un punto cualquiera del rectángulo de la región ocular sin ser interceptado por la pantalla facial, en cuyo caso, el área de cobertura se considerará insuficiente.



NOTA: Por razones de claridad, la pantalla facial no se representa

Figura 4 — Montaje para la evaluación de la zona protegida por las pantallas faciales

11 Ensayo para la resistencia a la penetración de sólidos calientes

11.1 Equipo de ensayo

NOTA: La figura 5 muestra un ejemplo del equipo adecuado, que consiste en:

11.1.1 Cilindro metálico. Para apoyo de la muestra objeto del ensayo.

11.1.2 Embudo de material aislante térmico. Que permita centrar una bola de acero sobre la muestra.

11.1.3 Fuente calorífica. Capaz de mantener la bola de acero a una temperatura de $(900 \pm 20) ^\circ\text{C}$.

11.1.4 Bola de acero. De 6 mm de diámetro nominal.

11.1.5 Cronómetro. Capaz de medir un intervalo de 10 s con una incertidumbre de $\pm 0,1$ s.

11.2 Procedimiento

Los ensayos se realizarán a una temperatura ambiente de $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Colocar la muestra objeto de ensayo sobre el cilindro, y el embudo sobre la muestra. Calentar la bola de acero a $(900 \pm 20) ^\circ\text{C}$. Retirla de la fuente de calor y soltarla lo más rápidamente posible en el embudo.

Accionar el cronómetro. Si la bola cae, indicando una penetración completa, anotar el tiempo que ha tardado en penetrar.

Medidas en mm (nominales si no se indican tolerancias)

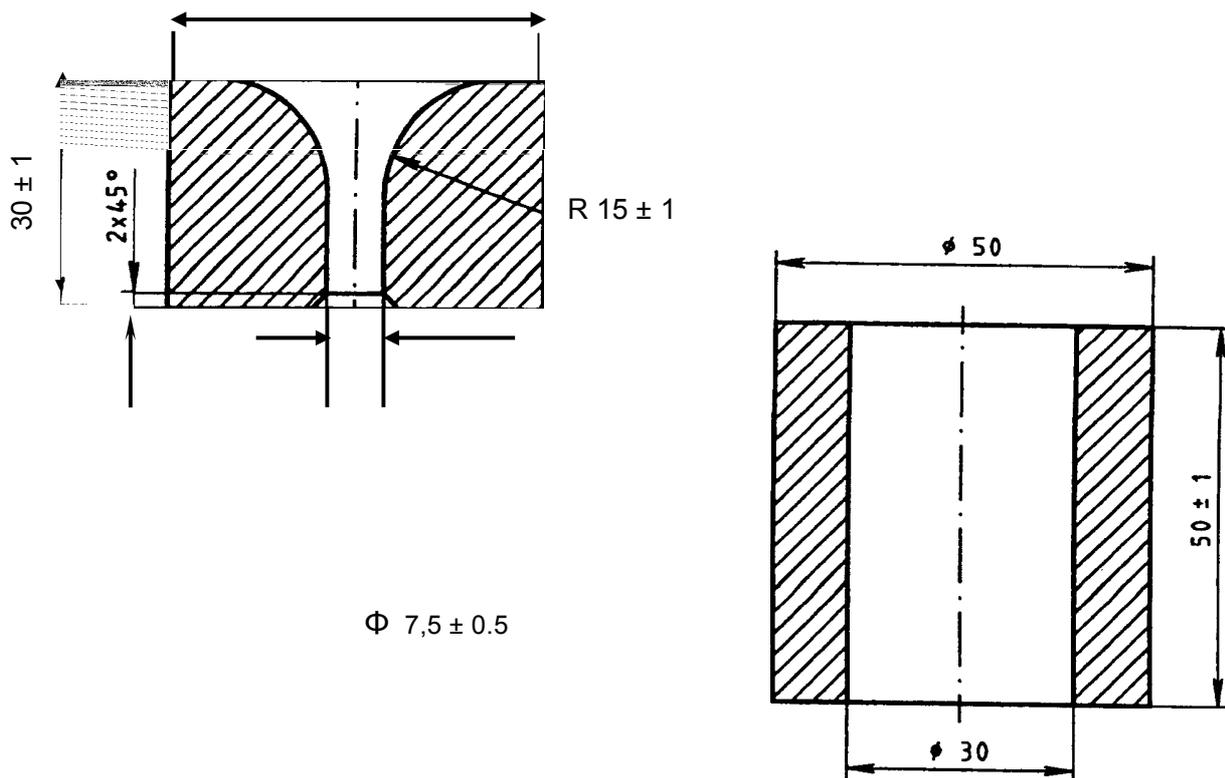


Figura 5 — Equipo de ensayo para el ensayo de resistencia a la penetración de sólidos calientes

12 Ensayo de protección frente a gotas y salpicaduras de líquidos

12.1 Ensayo de protección frente a gotas (para protectores de tipo gafa integral)

12.1.1 Equipo de ensayo

12.1.1.1 Cabeza de ensayo, Como la descrita en el capítulo 17.

12.1.1.2 Vaporizador manual, Que emita gotas finas (no niebla).

12.1.1.3 Papel secante blanco, De dimensiones suficientes para sobresalir al menos 20 mm alrededor de todo el contorno del protector de los ojos sometido al ensayo. Sobre el papel secante se marcan dos círculos de (52 ± 1) mm de diámetro, con una separación entre sus centros de (64 ± 1) mm. (Estos círculos representan las zonas oculares y se sitúan centrados en el papel secante).

12.1.1.4 Solución preparada, Disolviendo $(5,0 \pm 0,5)$ g de fenolftaleína en (500 ± 50) nml de etanol y añadiendo (500 ± 50) ml de agua, agitando constantemente (filtrar si se forma un precipitado) para obtener $(1,0 \pm 0,1)$ l de solución.

12.1.1.5 Capas de algodón. Absorbente (uso quirúrgico) de masa superficial aproximada igual a 185 g/m^2 .

12.1.1.6 Solución para aspersion. Al 0,1 mol/l de carbonato sódico.

12.1.2 Procedimiento. Recubrir la zona ocular de la cabeza de ensayo: primero, con capas de algodón; después, con papel secante empapado en la solución que se describe en el apartado [12.1.1.4. Montar](#) el protector sobre la cabeza de ensayo en la posición normal de uso, de tal forma que el papel secante sobresalga al menos 20 mm por toda la periferia. Ajustar la banda de cabeza hasta obtener un grado normal de tensión. Colocar cuantas capas de algodón sean necesarias para asegurar una buena hermeticidad entre el protector de los ojos y la cabeza de ensayo.

Rociar el protector con la solución durante (10 ± 1) s, a un flujo de (30 ± 5) ml/min, con el atomizador situado a 600 mm aproximadamente de la cabeza de ensayo, y proyectando desde todas las direcciones. Para asegurar que el rociado es efectivo, el papel secante que queda fuera de la periferia del protector de los ojos debe tomar una coloración púrpura uniforme. Realizar los ensayos a una temperatura ambiente de (23 ± 5) °C.

12.1.3 Evaluación. Anotar las zonas del interior de cualquiera de los dos círculos donde el papel secante presente una coloración púrpura que indican que la solución proyectada ha atravesado el protector.

12.2 Ensayo de protección frente a salpicaduras de líquidos (para pantallas faciales)

Aplicar el procedimiento indicado en el apartado 10.2 para determinar si la pantalla facial cubre el área ocular definida.

13 Ensayo de protección frente a partículas de polvo gruesas

13.1 Equipo de ensayo

13.1.1 Cámara de polvo. (Véase figura 6), con un ventanal de vidrio, de dimensiones nominales interiores de 560 mm x 560 mm x 560 mm, con el fondo en forma de tolva y una tapa articulada herméticamente cerrada. Al fondo de la tolva se conecta un ventilador de unos $2,8 \text{ m}^3/\text{min}$ de caudal a una presión de $2 \text{ a } 250 \text{ Pa}$. Encima de la entrada de aire debe colocarse un agitador para provocar torbellinos en la corriente de aire producida por el ventilador. La

salida de la cámara de polvo está conectada a la entrada del ventilador. La cámara está provista de barras como soporte de la cabeza artificial, siendo la separación entre ellas suficiente para permitir la libre circulación del polvo hacia el interior de la cámara.

13.1.2 Polvo de ensayo: (1 000 ± 50) g de carbón pulverizado que se introduce en la cámara de polvo, y con la siguiente composición granulométrica:

Dimensión nominal de la malla del tamiz (véase Norma ISO 565)	Porcentaje mínimo que pasa a su través (ira/m)
0,300 mm	95
0,150 mm	85
0,090 mm	40
0,040 mm	3

13.1.3 Cabeza de ensayo descrita. En el capítulo 17, recubierta por capas de algodón absorbente (uso quirúrgico) y con una densidad superficial aproximada de 185 g/m². Estas capas se recubren con una hoja de papel secante blanco húmeda sobre la cual se han trazado a lápiz dos círculos de (52 ± 1) mm de diámetro, y siendo la distancia entre sus centros de (64 ± 1) mm (representan los aros oculares).

13.1.4 Reflectómetro fotoeléctrico. Equipado con una fuente luminosa emitiendo en el espectro visible y un detector sensible únicamente en el espectro visible, caracterizado por una sensibilidad máxima en la banda espectral del verde. La figura 7 presenta un ejemplo de la configuración adecuada.

13.1.5 Muestra blanca de referencia. Cualquier material blanco capaz de mantener un factor de reflexión constante durante todo el ensayo, por ejemplo vidrio opal, azulejo de cerámica, sulfato de bario compactado, bloque de carbonato de magnesio, múltiples capas de papel blanco limpio y seco.

13.2 Procedimiento

Realizar los ensayos a una temperatura ambiente de (23 ± 5) °C.

Con la ayuda del reflectómetro fotoeléctrico (véase el apartado 13.1.4), medir el factor de reflexión de cada uno de los dos círculos sobre el papel secante seco, con respecto a la muestra blanca de referencia (véase 13.1.5), después, hallar la media. Empapar el papel secante y seguidamente escurrir el agua sobrante. Montar el protector ocular en la cabeza de ensayo (véase 13.1.3). Ajustar las capas de algodón absorbente, tantas como sea necesario con el fin de asegurar una buena hermeticidad entre el protector ocular y la cabeza artificial. Colocar el conjunto en la cámara de polvo (véase 13.1.1) y accionar el ventilador durante (60 ± 2) s. Dejar reposar el polvo en la cámara durante (30 ± 2) min, después, abrirla y retirar el papel secante de la cabeza de ensayo, cuidando que no se deposite más polvo en las zonas de los círculos. Al cabo de 2 min, medir de nuevo el factor de reflexión de los dos círculos con respecto a la muestra blanca patrón, y volver a calcular la media.

13.3 Evaluación

Calcular la razón entre el factor de reflexión medio después de la exposición en la cámara de polvo y el factor de reflexión medio antes de dicha exposición; expresar este cociente en tanto por ciento.

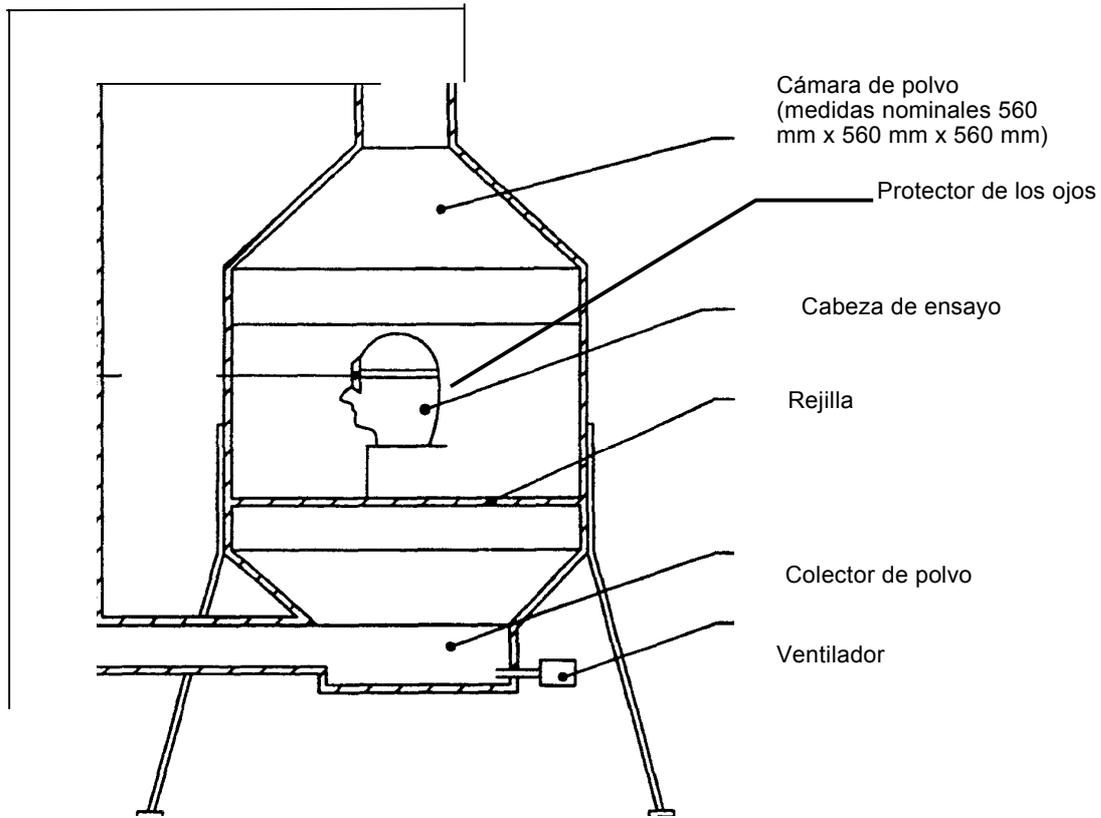


Figura 6 — Montaje para la protección frente a partículas de polvo gruesas

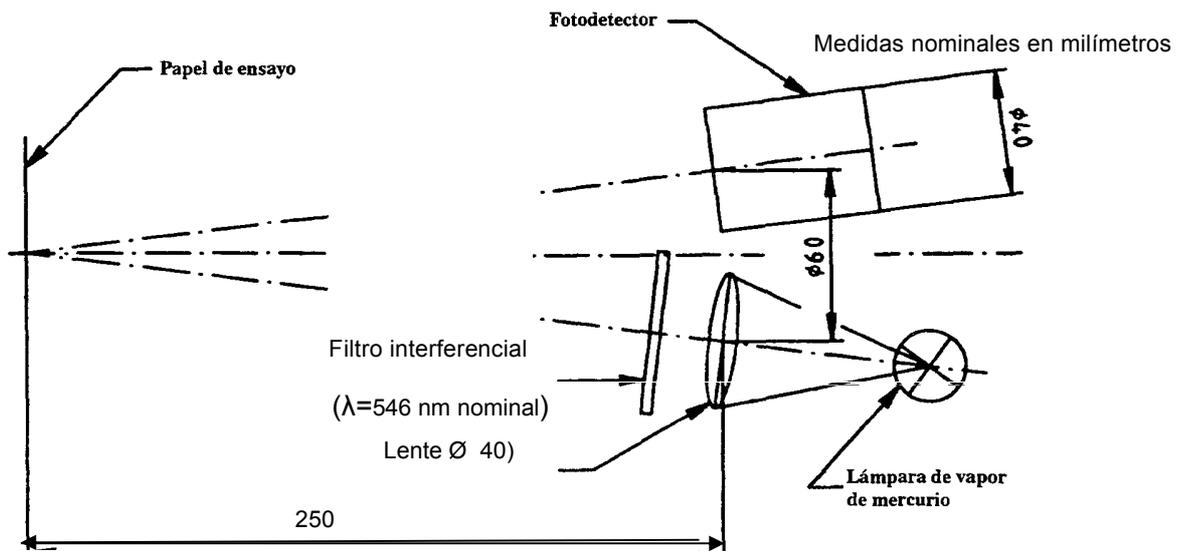


Figura 7 — Ejemplo de reflectómetro fotoeléctrico

14 Ensayo para la protección frente a gases y partículas de polvo finas

14.1 Equipo de ensayo

14.1.1 Cabeza de ensayo

Cabeza de ensayo como la definida en el capítulo 17.

14.1.2 Cámara de gas

Hermética al gas, con ventana frontal de vidrio, dimensiones internas nominales: 560 mm x 560 mm x 560 mm y con puerta de cierre hermético.

14.1.3 Generador de gas amoniacal

Por ejemplo, mediante burbujeo de aire a través de un frasco lavador conteniendo una solución concentrada de amoníaco ($r = 0,9$ g/ml aproximadamente) o mediante una bombona de gas amoniacal. La salida del generador o la bombona está conectada a la cámara de gas.

14.1.4 Papel de ensayo

Papel secante blanco, de dimensiones suficientes para sobresalir al menos 20 mm alrededor de todo el contorno del protector ocular objeto de ensayo.

14.1.5 Indicador

Solución preparada por disolución de $(5,0 \pm 0,5)$ g de fenolftaleína en (500 ± 50) ml de etanol y añadiendo (500 ± 50) ml de agua sin dejar de agitar (filtrar si se forma un precipitado) para obtener $(1,0 \pm 0,1)$ l de solución.

14.1.6 Capas de algodón absorbente

(Uso quirúrgico) de densidad superficial aproximada de 185 g/m^2 .

14.2 Procedimiento

Montar el protector ocular en la cabeza de ensayo simétricamente sobre el papel de ensayo que ha sido previamente empapado en la solución descrita en el apartado 14.1.5. El papel de ensayo descansa sobre múltiples capas de algodón, tantas como sea necesario para asegurar una buena hermeticidad entre el protector ocular y la cabeza de ensayo. Colocar el conjunto en la cámara de gas situando una tira de control, de papel de ensayo, sobre el suelo de la cámara.

Abrir poco a poco el generador de gas, con el orificio de ventilación ligeramente abierto y llenar la cámara con gas de amoníaco. La reacción se manifiesta por un cambio de coloración de la tira de control. Cerrar la ventilación y dejar la muestra de ensayo inmersa en el gas durante $(5,0 \pm 0,2)$ min.

Al cabo de este tiempo evacuar la cámara accionando el ventilador.

Una vez que la cámara está libre de gas, retirar el protector ocular y examinar el papel de ensayo. Los ensayos se realizarán a una temperatura ambiente de $(23 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$.

14.3 Evaluación

Observar si el papel de ensayo bajo el protector ocular se ha vuelto rojo.

15 Ensayo para la resistencia al deterioro superficial por partículas finas

NOTA: Los resultados de estos ensayos sólo se utilizarán para clasificar los oculares como resistentes o no al deterioro superficial por partículas finas, y no deben emplearse para clasificar según su eficacia distintos materiales constituyentes de oculares o distintos tratamientos de superficie.

15.1 Equipo de ensayo

15.1.1 Dispositivo de caída de arena

Como el que se muestra en las figuras 8 y 9. El tubo de guía está formado por tres tubos rígidos de PVC distintos del mismo diámetro, con dos tamices de poliamida insertados entre ellos. Los tamices tienen un tamaño de malla de 1,6 mm. La velocidad de rotación de la plataforma es de (250 ± 10) min.

NOTA: Se recomienda que el motor que mueve el soporte rotatorio de las muestras esté provisto de una cubierta adecuada para evitar la penetración de arena.

15.1.2 Arena

Arena natural de cuarzo, de tamaño de grano 0,5/0,7 mm, sin granos de tamaño superior, obtenida por tamizado con un tamiz metálico conforme a la Norma ISO 565 Tamices de ensayo R 20/3, con un tamaño de malla de 0,5 mm y 0,71 mm. La misma arena puede ser utilizada hasta en 10 ensayos.

15.1.3 Aparatos de medida

Equipo capaz de medir el factor reducido de luminancia I^* tal como se describe en el capítulo 4 de la Norma NC EN 167.

15.1.4 Muestras patrón

Dos muestras patrón de aproximadamente 40 mm de diámetro o 40 mm^2 hechas de materiales para los que el aumento de la difusión de la luz producido por el deterioro superficial sea conocido. Son materiales apropiados para muestras patrón: el vidrio Crown B270 con superficies

$$\text{Valor de referencia de B270} = (3,0 \pm 0,3) \frac{\text{cd}}{\text{m}^2 \cdot 1\times} = I_1^*$$

$$\text{Valor de referencia de PMMA} = (23 \pm 2) \frac{\text{cd}}{\text{m}^2 \cdot 1\times} = I_2^*$$

pulidas de forma natural (como las usadas en oculares de gafas) y el PMMA moldeado.

15.2 Muestras

La forma de las muestras se elige de tal manera que las zonas a medir no sobresalgan de la plataforma giratoria. Dependiendo del tamaño de las muestras, en la plataforma giratoria pueden ser fijadas hasta cuatro muestras de 40 mm de diámetro. Dos de estas muestras deben ser patrones.

Las muestras pueden ser planas o convexas, y de diferentes espesores.

La superficie de las muestras se limpia con una solución al (1,0 ± 0,2) % de detergente en agua a una temperatura de (27 ± 3) °C. Los residuos de líquido limpiador se enjuagan en primer lugar con agua corriente, y luego con agua destilada o desmineralizada. Seguidamente, las muestras se secan cuidadosamente con un paño libre de polvo y de grasa.

Una vez limpias, las muestras se cogerán sólo por los bordes y se almacenarán de tal forma que sus superficies no puedan ser dañadas ni ensuciadas.

15.3 Procedimiento

Una vez limpias, las muestras se fijan sobre la plataforma giratoria de tal forma que la zona a medir de las muestras no sobresalga de la plataforma. Mientras que la plataforma se encuentra girando se dejan caer (3,00 ± 0,05) kg de arena sobre las muestras. El ensayo se realiza a (23 ± 5) °C.

Cuando toda la arena ha caído sobre las muestras, éstas se retiran del plato giratorio y vuelven a limpiarse como se describe en el apartado 15.2.

Seguidamente, se mide la difusión en las muestras siguiendo las instrucciones del capítulo 4 de la Norma NC EN 167.

15.4 Evaluación

Si uno o más de los valores medidos para las muestras patrón se encuentra fuera de las tolerancias indicadas en el apartado 15.1.4, los valores medidos para las muestras patrón deben corregirse usando la siguiente fórmula.

NOTA 1: Esta fórmula no es aplicable para valores medidos mayores de $25 \frac{cd}{m^2 \cdot lx}$.

I_3 = valor medido para la muestra B 270;

I_4 = valor medido para la muestra PMMA;

I_{MV} = valor medido de la muestra objeto de ensayo.

El coeficiente de difusión de la luz I^* de la muestra se obtiene mediante la fórmula siguiente:

$$I^* = I_{MV}^* \cdot \left[\frac{(I_3^* - I_{MV}^*) \frac{I_2^*}{I_4^*} + (I_{MV}^* - I_{MV}^*) \frac{I_1^*}{I_3^*}}{I_3^* - I_4^*} \right]$$

NOTA 2: El ensayo simultáneo de dos muestras patrón y el ajuste respecto a resultados conocidos tienen como finalidad eliminar los efectos debidos a distintas calidades de arena.

Medidas en milímetros (nominales si no se indican las tolerancias)

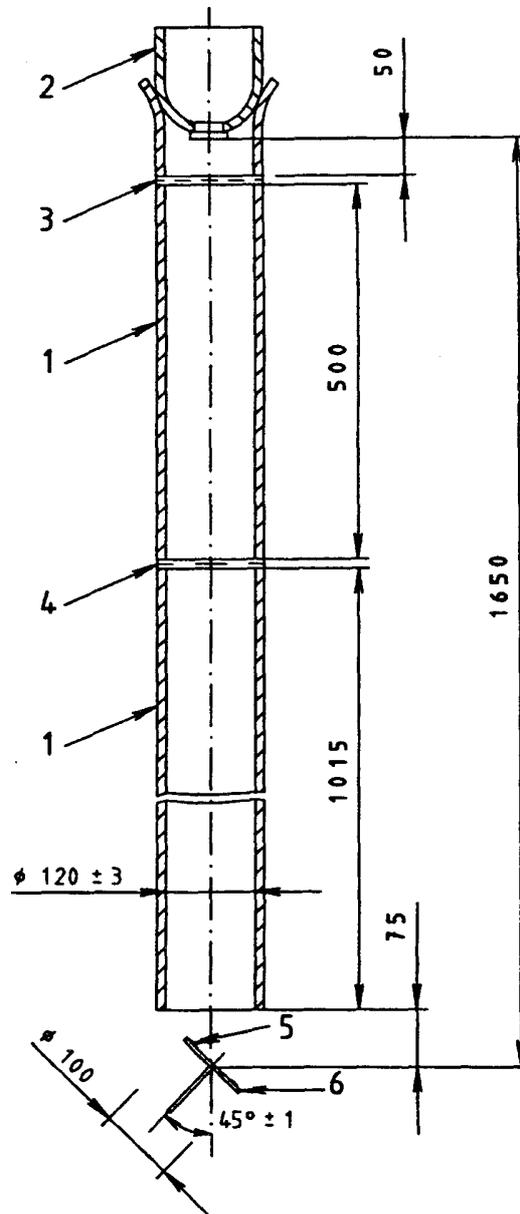


Figura 8 — Equipo de caída de arena

- 1 Componentes del tubo guía
- 2 Recipiente para almacenar al menos 3 kg de arena, con boca de salida como la de la figura 9 3
- 3 Tamiz superior
- 4 Tamiz inferior
- 5 Muestra de ensayo
- 6 Portamuestras (plataforma rotatoria conectada a un motor eléctrico)

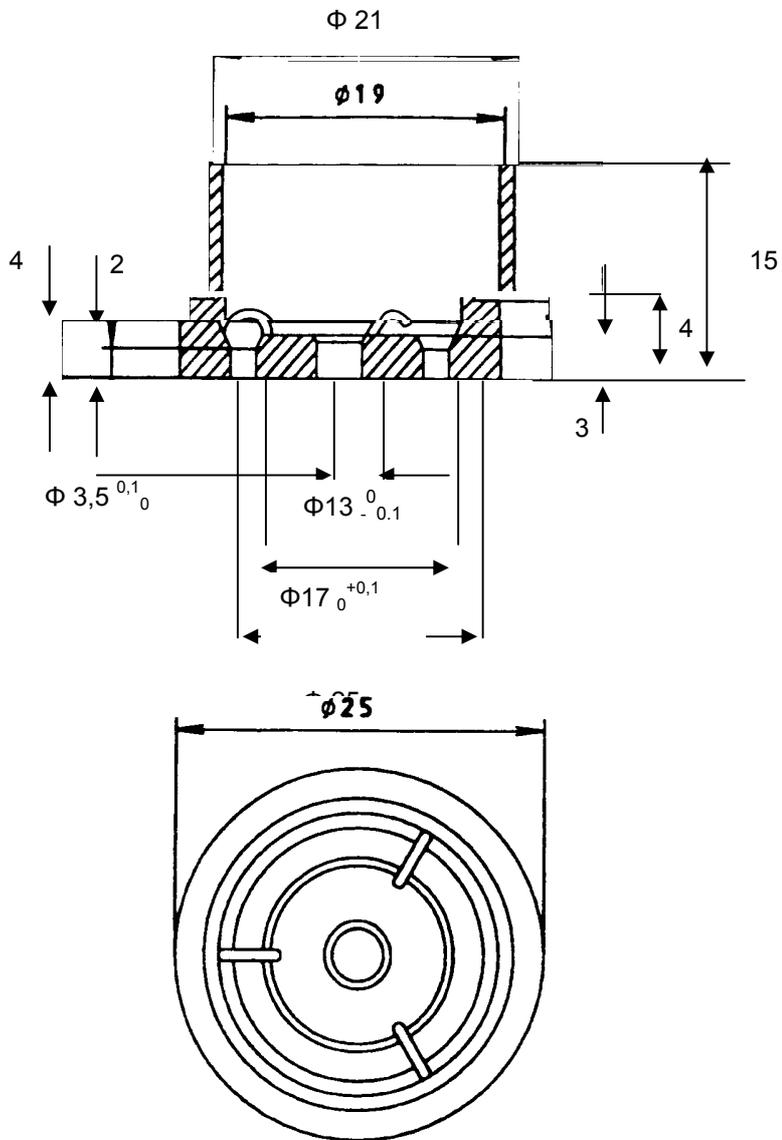


Figura 9 — Boca de salida para el montaje de caída de arena (fabricada en latón y provista de placas perforadas que se mantienen centradas mediante tres piezas conectoras)

16 Ensayo para resistencia de oculares al empañamiento

16.1 Equipo de ensayo

Dispositivo para detectar cambios en el valor del factor de transmisión no difuso tal y como se muestra en la figura 10.

El diámetro nominal del haz paralelo es de 10 mm. Los tamaños del divisor de haz, reflector R y lente L_3 deben ser elegidos de forma que la luz difusa sea captada hasta con ángulo de $0,75^\circ$. Si se utiliza una lente L_3 de distancia focal $f_3 = 400$ mm, el diámetro nominal del diafragma será de 10 mm. El plano del diafragma debe estar situado en el plano focal de la lente L_3 .

Las distancias focales f_i de las lentes L_i ; siguientes son ejemplos y no afectarán a los resultados del ensayo:

$$f_1 = 10 \text{ mm y } f_2 = 100 \text{ mm}$$

La fuente luminosa será un láser de longitud de onda igual a (600 ± 70) nm.

El volumen de aire sobre el baño de agua debe ser de al menos 4 l. La junta anular tendrá un diámetro nominal de 35 mm y una altura nominal de 24 mm medidos a partir de la cara inferior de la tapadera del baño de agua. Si las muestras son curvas (cilíndricas), la curvatura de la parte superior de la junta anular debe adaptarse a la de las muestras. La altura de 24 mm se medirá en ese caso a partir del punto más alto de la junta anular. Un anillo de caucho blando, de 3 mm de espesor y 3 mm de anchura (medidas nominales), se insertará entre la muestra y la junta anular.

El recipiente contenedor del agua debe estar equipado con un ventilador para hacer circular el aire. Además, también existirá un dispositivo para estabilizar la temperatura del agua.

16.2 Muestras

Someter a ensayo al menos cuatro muestras del mismo tipo. Antes del ensayo, las muestras deben acondicionarse durante 1 h en agua destilada (al menos 5 cm^3 de agua por cm^2 de área de la muestra) a $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$, después se sacuden para escurrirlas, y por último se dejan secar al aire durante 12 h como mínimo a $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ y 50% de humedad relativa nominal.

16.3 Procedimiento y evaluación

La temperatura ambiente durante la medida será de $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$.

La temperatura del baño de agua se fija a $(50 \pm 0,5)^\circ\text{C}$. El aire sobre el baño de agua se hace circular utilizando para ello el ventilador, con lo que se satura de vapor de agua. Durante esta operación, la abertura de medida debe permanecer tapada. El ventilador se apaga antes de realizar la medición.

Para determinar la variación en el valor del factor de transmisión r_t se sitúa la muestra sobre la junta anular y se mide el tiempo que tarda r_t en disminuir hasta un valor inferior al 80% del valor inicial de la muestra sin empañar (tiempo sin empañar).

$$r_t^2 = \frac{\Phi_b}{\Phi_0}$$

Donde

Φ_b es el flujo luminoso cuando la muestra está empañada;

Φ_0 es el flujo luminoso antes de la aparición de empañamiento.

En la evaluación no conviene tomar en cuenta un empañamiento inicial de duración máxima 0,5s.

NOTA 1: Puesto que el haz luminoso atraviesa la muestra dos veces, esta medida define r_r^2 .

NOTA 2: El período transcurrido hasta que comienza el empañamiento, en general, puede ser determinado visualmente. Sin embargo, con ciertos tipos de recubrimiento, la formación de agua superficial ralentiza el aumento de la difusión, lo cual dificulta la evaluación visual. En ese caso conviene utilizar el montaje de detección descrito en el apartado 16.1.

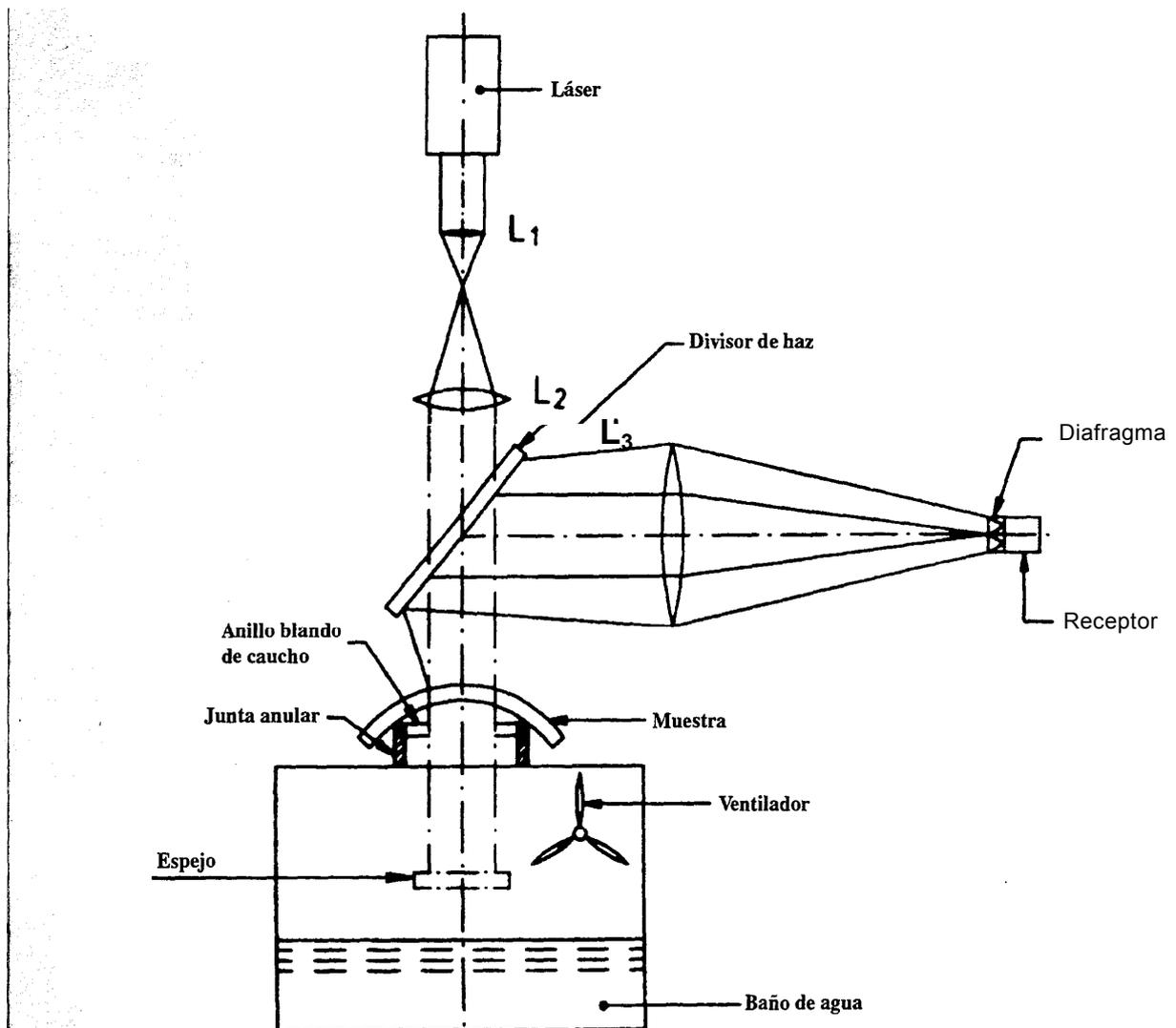


Figura 10—Equipo de ensayo para determinar la resistencia al empañamiento de los oculares

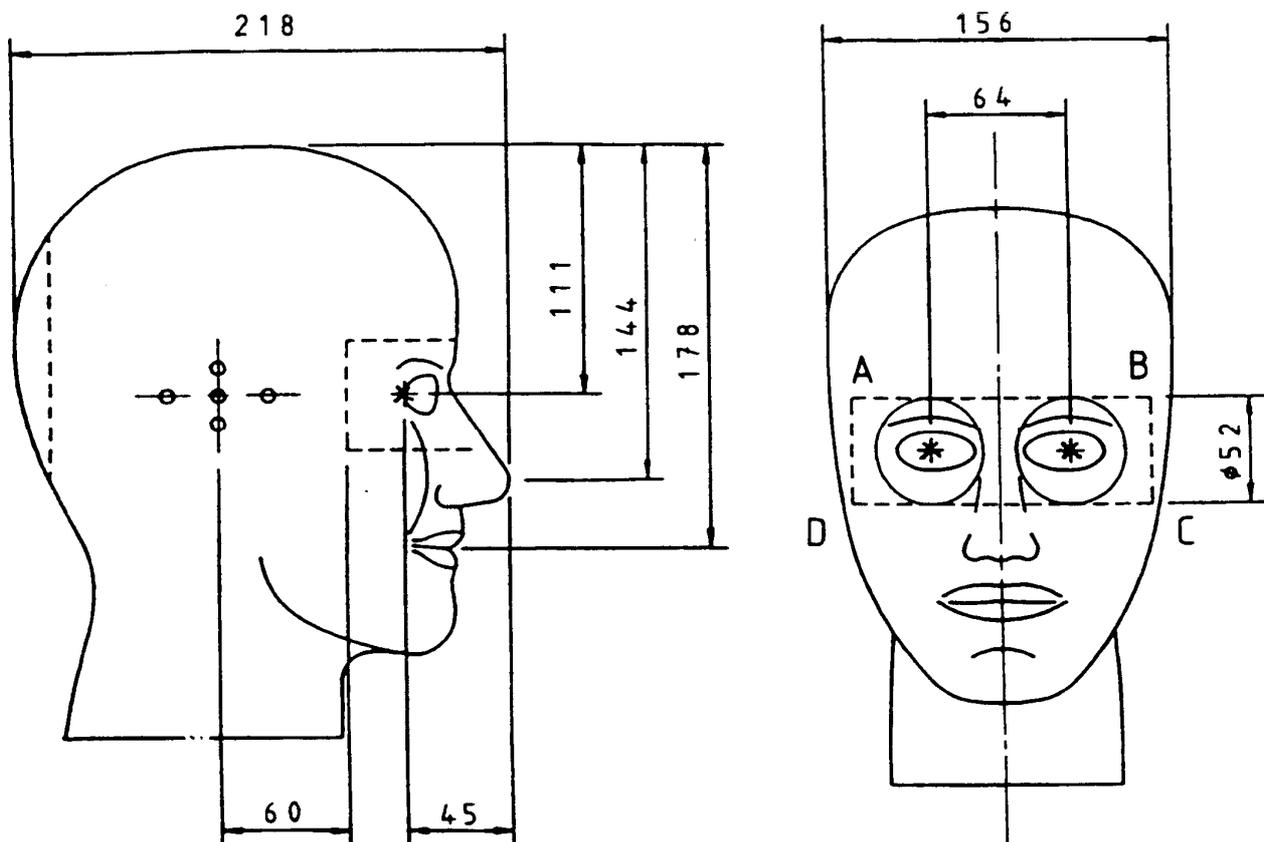
17 Cabeza de ensayo

La cabeza de ensayo para ensayos no-ópticos descrita en los apartados precedentes es la cabeza de ensayo correspondiente al 50% de los varones, puesta a punto por la Dirección de Salud y Seguridad del Reino Unido (UK Health and Safety Executive). Las medidas nominales se indican en la figura 11; los detalles de construcción se enumeran a continuación y en las notas referentes a la figura.

La cabeza está disponible en dos materiales (a) todo aluminio y (b) núcleo de aluminio recubierto de una capa de poliuretano de 12 mm de espesor y de dureza (50 ± 5) I.R.H.D. La cabeza sólo de aluminio es la más indicada para los ensayos definidos en los apartados 10.2, 12.1 y capítulos 13 y 14.

En el apartado 3.2 y en el capítulo 9, sólo debe utilizarse la cabeza recubierta de poliuretano.

Pueden utilizarse otras cabezas si se conoce o se demuestra que los resultados que se obtienen con ellas son equivalentes.



Medidas nominales en milímetros

Figura 11 — Cabeza de ensayo

1) Para cualquier información relativa a la fuente o a la cabeza de ensayo, contactar con la secretaria del TC 85 de CEN.

NOTA 1: Todas las dimensiones horizontales que van de la parte anterior de la cabeza a la posterior son paralelas a una recta trazada desde el trágion a la región suborbital.

NOTA 2: Las líneas punteadas representan la zona ocular que hay que proteger frente al metal fundido y a las proyecciones de líquidos cuando se trata de una pantalla facial.

NOTA 3: Los puntos marcados * son los centros de impacto especificados para el ensayo de resistencia mecánica incrementada y de resistencia a partículas lanzadas a gran velocidad. Hay dos puntos de impacto correspondientes a una sola marca * en la vista lateral de la cabeza; un punto de impacto está en el lateral derecho, el otro, en el izquierdo. Junto con los puntos de impacto frontales (indicados por las dos marcas * en la vista frontal de la cabeza) hacen un total de cuatro puntos de impacto.

NOTA 4: La varilla que simula la oreja debe ser colocada en la posición central para todos los ensayos normales, a menos que el diseño del protector ocular requiera una posición distinta más adecuada.