

Noviembre 2003

### TÍTULO

**Ventilación de edificios**

**Conductos no metálicos**

**Red de conductos de planchas de material aislante**

*Ventilation for buildings. Non-metallic ducts. Ductwork made from insulation ductboards.*

*Ventilation des bâtiments. Conduits non métalliques. Réseau de conduits en panneaux isolants de conduits.*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN 13403 de abril de 2003.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 100105 de diciembre de 1984.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 100 *Climatización* cuya Secretaría desempeña AFEC.



ICS 91.140.30

Versión en español

**Ventilación de edificios  
Conductos no metálicos  
Red de conductos de planchas de material aislante**

**Ventilation for buildings. Non-metallic ducts. Ductwork made from insulation ductboards.**

**Ventilation des bâtiments. Conduits non métalliques. Réseau de conduits en panneaux isolants de conduits.**

**Lüftung von Gebäuden. Nichtmetallische Luftleitungen. Luftleitungen aus Dämmplatten.**

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 2003-01-17. Los miembros de CEN están sometidos al Reglamento Interior de CEN/CENELEC que define las condiciones dentro de las cuales debe adoptarse, sin modificación, la norma europea como norma nacional.

Las correspondientes listas actualizadas y las referencias bibliográficas relativas a estas normas nacionales, pueden obtenerse en la Secretaría Central de CEN, o a través de sus miembros.

Esta norma europea existe en tres versiones oficiales (alemán, francés e inglés). Una versión en otra lengua realizada bajo la responsabilidad de un miembro de CEN en su idioma nacional, y notificada a la Secretaría Central, tiene el mismo rango que aquéllas.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

**CEN**  
**COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN**  
European Committee for Standardization  
Comité Européen de Normalisation  
Europäisches Komitee für Normung  
**SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles**

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
<b>ANTECEDENTES.....</b>	<b>5</b>
<b>1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2 NORMAS PARA CONSULTA.....</b>	<b>6</b>
<b>3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS .....</b>	<b>7</b>
3.1 Términos y definiciones .....	7
3.2 Símbolos y abreviaturas .....	7
<b>4 REQUISITOS.....</b>	<b>7</b>
4.1 Erosión y emisión de partículas .....	7
4.2 Resistencia a la presión (sin refuerzos).....	8
4.3 Factor de fuga de aire y clase de estanquidad .....	8
4.4 Protuberancias y/o hendiduras, fugas de aire.....	9
4.5 Soportes y apoyos .....	9
4.6 Instalaciones para la limpieza .....	9
4.7 Requisitos para las planchas .....	9
<b>5 RESTRICCIONES DE APLICACIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>6 CONDICIONES DE ENSAYO .....</b>	<b>11</b>
<b>7 MÉTODOS DE ENSAYO .....</b>	<b>11</b>
7.1 Rigidez de la plancha .....	11
7.2 Determinación de la emisión de partículas .....	14
7.3 Ensayo de presión.....	15
7.4 Proliferación microbiana.....	17
<b>8 MARCADO, ETIQUETADO Y EMBALAJE.....</b>	<b>17</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>18</b>

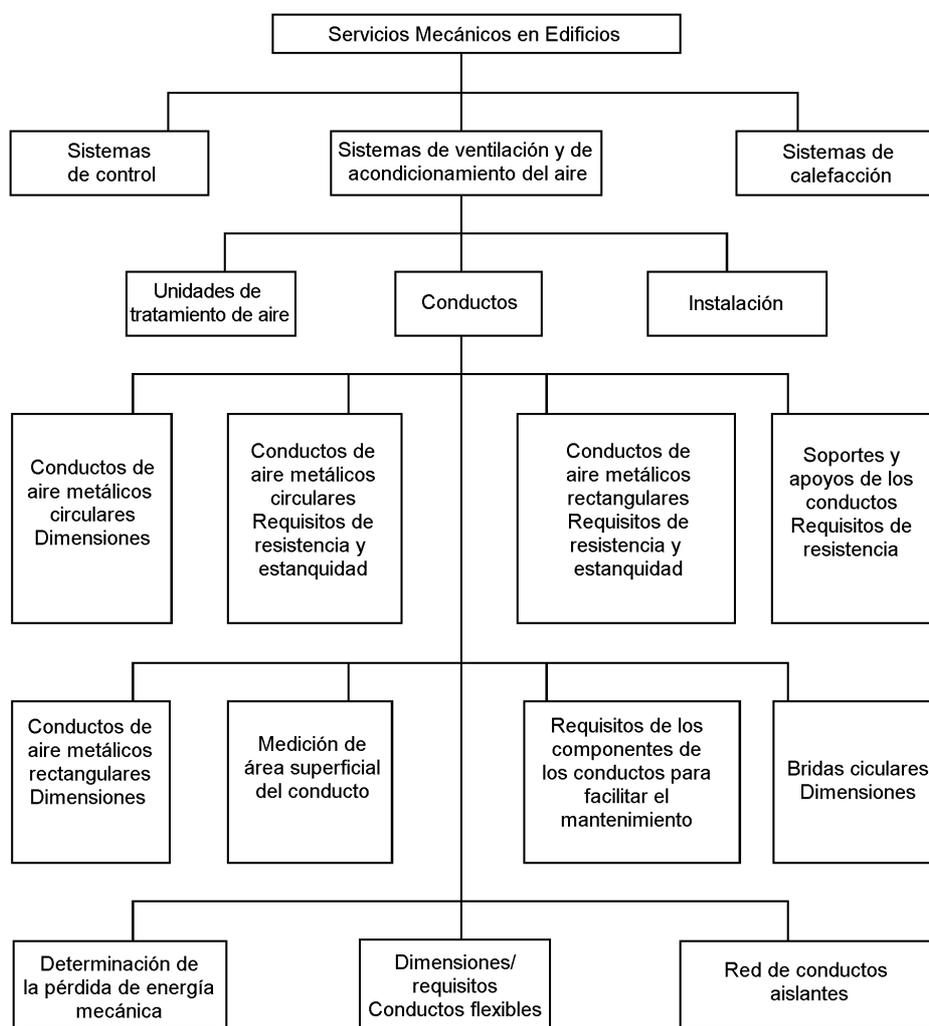
**ANTECEDENTES**

Esta Norma Europea 13403:2003 ha sido elaborada por el Comité Técnico CEN/TC 156 *Sistemas de ventilación para edificios*, cuya Secretaría desempeña BSI.

Esta norma europea debe recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de octubre de 2003, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deben anularse antes de finales de octubre de 2003.

Esta norma forma parte de una serie de normas de conductos utilizados en ventilación y acondicionamiento de aire en edificios de ocupación humana.

En la figura 1 se indica la situación de esta norma en el campo de los servicios mecánicos en la edificación.



**Fig. 1 – Posición de la Norma EN 13403 en el campo de los servicios mecánicos en la edificación**

De acuerdo con el Reglamento Interior de CEN/CENELEC, están obligados a adoptar esta norma europea los organismos de normalización de los siguientes países: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, Eslovaquia, España, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suecia y Suiza.

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma especifica los requisitos básicos y las características de una red de conductos construidos con planchas de material aislante, utilizados en sistemas de ventilación y acondicionamiento de aire en edificios de ocupación humana.

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Esta norma europea incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia, con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación. Para las referencias con fecha, no son aplicables las revisiones o modificaciones posteriores de ninguna de las publicaciones. Para las referencias sin fecha, se aplica la edición en vigor del documento normativo al que se haga referencia (incluyendo sus modificaciones).

EN 822 – *Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la longitud y de la anchura.*

EN 823 – *Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del espesor.*

EN 12086 – *Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de las propiedades de transmisión del vapor de agua.*

ENV 12097 – *Ventilación de edificios. Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento de sistemas de conductos.*

EN 12236 – *Ventilación de edificios. Soportes y apoyos de la red de conductos. Requisitos de resistencia.*

EN 12667 – *Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos de alta y media resistencia térmica.*

EN 12939 – *Materiales de construcción. Determinación de la resistencia térmica por el método de la placa caliente guardada y el método del medidor de flujo de calor. Productos espesos de alta y media resistencia térmica.*

EN 13162 – *Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.*

EN 13165 – *Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma rígida de poliuretano (PUR). Especificación.*

EN 13166 – *Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de espuma fenólica (PF). Especificación.*

EN 13501-1 – *Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.*

EN ISO 11654:1997 – *Acústica. Absorbentes acústicos para su utilización en edificios. Evaluación de la absorción acústica (ISO 11654:1997).*

CR 12792:1997<sup>1)</sup> – *Ventilación de edificios. Símbolos y terminología.*

---

1) En la actualidad, esta norma se ha anulado y sustituido por la Norma EN 12792:2003.

### 3 TÉRMINOS Y DEFINICIONES, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

#### 3.1 Términos y definiciones

Para los fines de esta norma europea, se aplican los términos y definiciones dados en el Informe Técnico CR 12792:1997 junto con los siguientes:

**3.1.1 plancha de material aislante:** Plancha rígida compuesta por material aislante con ambas caras revestidas: la cara exterior incluye la función de barrera de vapor, que hace estanco al conducto.

NOTA – Las planchas de material aislante se fabrican con sección rectangular o con varios lados.

#### 3.2 Símbolos y abreviaturas

Los símbolos y abreviaturas se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1**  
**Símbolos y abreviaturas**

Símbolos	Descripción	Unidad
MW	Lana mineral	–
PF	Espuma fenólica	–
PIR	Poli(isocianurato)	–
PUR	Poliuretano y Poli(isocianurato)	–
$e$	Espesor	mm
$f_{\text{máx.}}$	Factor de fuga de aire	l/(sm) <sup>2</sup>
$E$	Módulo de Young (elasticidad)	N/mm <sup>2</sup>
$I$	Momento de inercia	mm <sup>4</sup>
$I_u$	Momento de inercia, referido a una anchura de 1 mm	mm <sup>4</sup>
$EI$	Rigidez a la flexión	N mm <sup>2</sup>
$EI_u$	Rigidez a la flexión, referida a una anchura de 1 mm	N mm <sup>2</sup>
$P_s$	Presión	Pa
$R$	Resistencia térmica	(m <sup>2</sup> K)/W
$Z_v$	Resistencia al vapor de agua	m <sup>2</sup> .h.Pa/mg
$p$	Masa específica	kg/m <sup>3</sup>
$\alpha$	Absorción acústica	–
$f$	Frecuencia	Hz
$\lambda$	Conductividad térmica	W/(m K)

### 4 REQUISITOS

#### 4.1 Erosión y emisión de partículas

Cuando se realiza el ensayo de acuerdo con el apartado 7.2, a 2,5 veces la máxima velocidad del aire recomendada por el fabricante de la plancha de material aislante, el material de la parte interior del conducto no debe desprenderse, desconcharse o mostrar evidencias de erosión o delaminación.

La emisión de partículas debe ser menor que 60 µg/m<sup>3</sup>, para partículas mayores de 0,5 µm, y no mayor de 4 µg/m<sup>3</sup> para partículas mayores de 5,0 µm.

#### 4.2 Resistencia a la presión (sin refuerzos)

Cuando se realiza el ensayo de acuerdo con el apartado 7.3, los conductos de aire y las uniones y juntas, montadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante, deben aguantar, sin ruptura, una presión de aire interna de 2,5 veces la presión positiva especificada por el fabricante, pero no inferior a 200 Pa.

Para este ensayo, se considera que se produce ruptura cuando hay evidencia de roturas, desgarros, rasgaduras u otras brechas mayores de 4 mm.

NOTA – La deformación plástica no se considera como una ruptura.

Cualquier material de unión debe permanecer intacto de tal forma que los materiales, como las cintas adhesivas, no se desplacen más de un total, para ambos bordes, de 4 mm de su posición inicial. No deben existir evidencias de otros daños, que podrían ocasionar que la muestra sea inutilizable.

#### 4.3 Factor de fuga de aire y clase de estanquidad

La tabla 2 incluye los factores de fuga de aire y la tabla 3 los coeficientes de fuga de aire cuando se realizan ensayos de acuerdo con el proyecto de Norma prEN 1507.

**Tabla 2**  
**Clasificación de la estanquidad y factor de fuga de aire**

Clase de estanquidad	Factor de fuga ( $f_{\text{máx.}}$ ) l/(sm <sup>2</sup> )
A	$0,027 \times P_s^{0,65}$
B	$0,009 \times P_s^{0,65}$
C	$0,003 \times P_s^{0,65}$

**Tabla 3**  
**Coefficientes de fuga de aire**

Presión diferencial estática Pa	Fuga máxima l/(sm <sup>2</sup> ) (área superficial)		
	Clase de conducto		
	Clase A	Clase B	Clase C
400	1,32	0,44	0,14
800	–	0,69	0,23
1 000	–	0,80	0,27
1 200	–	0,90	0,30
1 500	–	1,1	0,36

#### 4.4 Protuberancias y/o hendiduras, fugas de aire

Cualquier pared del conducto no debe mostrar protuberancias y/o hendiduras mayores del 3% de su anchura, o de 30 mm, el valor que sea mayor.

La fuga de aire máxima se define a la presión de ensayo relevante dada en la tabla 3, basada en las partes más importantes del método de ensayo descrito en el proyecto de Norma prEN 1507.

#### 4.5 Soportes y apoyos

La red de conductos debe cumplir los requisitos especificados en la Norma EN 12236.

#### 4.6 Instalaciones para la limpieza

Los conductos deben cumplir los requisitos especificados en la Norma ENV 12097. Pueden utilizarse diferentes sistemas de limpieza, como aspiración por contacto, aire a presión, o cepillado y aire a presión.

Cuando se utilice el cepillado, los cepillos no deben ser metálicos (acrílicos, nylon, etc).

Las planchas deben resistir operaciones de limpieza equivalentes a un ciclo de vida de 20 años de uso (una operación de limpieza por año) sin ningún daño. Cuando se ensaya de acuerdo con el apartado 7.2, después de que se han realizado 20 simulaciones de limpieza, el material de la superficie interior del conducto no debe desprenderse, desconcharse o mostrar evidencias de erosión o delaminación.

La emisión de partículas debe ser menor que  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para partículas mayores de  $0,5 \mu\text{m}$ , y no mayor que  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para partículas mayores de  $5 \mu\text{m}$ .

#### 4.7 Requisitos para las planchas

**4.7.1 Salud y seguridad.** Los materiales aislantes utilizados para las planchas no deben estar incluidos en el anexo 1 de la Directiva 67/548/CEE.

Los productos MW incluidos en esta norma deben estar clasificados como no carcinógenos, cumpliendo los requisitos especificados en el artículo 1 de la Directiva 97/69/CE.

**4.7.2 Proliferación microbiana.** Los materiales utilizados no deben facilitar (o ser nutrientes para) la proliferación microbiana, de acuerdo con el método de ensayo del apartado 7.4. Todo tipo de materiales utilizados en las planchas de material aislante deben cumplir los requisitos especificados en el apartado 7.4, después de haber sido expuestos a 20 simulaciones de limpieza.

**4.7.3 Rigidez de la plancha.** Debe determinarse la rigidez mínima, para las diferentes clases, como se indica en la tabla 4, de acuerdo con el método de ensayo especificado en el apartado 7.1. Las clases se refieren a una anchura de 1 mm.

**Tabla 4**  
**Clasificación de la rigidez de la plancha**

Clase de rigidez	Rigidez a la flexión [EI] N mm <sup>2</sup>
R 1	≥ 55,000
R 2	≥ 90,000
R 3	≥ 160,000
R 4	≥ 200,000
R 5	≥ 300,000

**4.7.4 Resistencia al vapor de agua.** La resistencia al vapor de agua no debe ser inferior a 140 m<sup>2</sup>·h·Pa/mg en la cara exterior para evitar condensación en el interior de los conductos.

La resistencia al vapor de agua debe determinarse de acuerdo con la Norma EN 12086.

**4.7.5 Tolerancias de las dimensiones.** Las tolerancias de la longitud y anchura de las planchas, cuando se ensayan de acuerdo con la Norma EN 822, no deben exceder los siguientes valores:

- Longitud: ± 2%
- Anchura: ± 1,5%

La desviación, superior e inferior, del espesor de la plancha, cuando se ensaya de acuerdo con la Norma EN 823, bajo una carga de 50 Pa, no debe ser superior a + 2,0 mm - 1,5 mm.

**4.7.6 Estabilidad dimensional bajo temperatura y humedad combinadas (opcional).** Las variaciones en las dimensiones de longitud, anchura y espesor deben ser inferiores al 0,5%, según el ensayo realizado de acuerdo con el documento CEN/TC 88 N 478, después de permanecer 48 h en un ambiente de 70 °C y 90% de humedad relativa.

**4.7.7 Absorción acústica ponderada.** La absorción acústica ponderada,  $\alpha_w$ , determinada de acuerdo con la Norma EN ISO 11654, no debe ser menor que los valores indicados en la tabla 5.

**Tabla 5**  
**Absorción acústica ponderada  $\alpha_w$  (véase la tabla B.1 de la Norma EN ISO 11654:1997)**

Clase	Absorción acústica $\alpha_w$
A	0,9; 0,95; 1,00
B	0,80; 0,85
C	0,60; 0,65; 0,70; 0,75
D	0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50; 0,55
E	0,25; 0,20; 0,15
Sin clasificación	0,10; 0,05; 0,00

**4.7.8 Propiedades térmicas.** La resistencia térmica ( $R$ ) y la conductividad térmica ( $\lambda$ ) deben estar basadas en las mediciones efectuadas de acuerdo con las Normas EN 12667 o EN 12939, y deben determinarse siguiendo la norma específica de productos de aislamiento (Norma EN 13162 para MW, Norma EN 13165 para PUR y Norma EN 13166 para PF).

**4.7.9 Reacción al fuego.** La clasificación sobre reacción al fuego (Euroclases) se debe determinar de acuerdo con la Norma EN 13501-1. En ausencia de un conjunto completo de normas europeas sobre reacción al fuego, se aplicarán los reglamentos nacionales existentes sobre seguridad frente al fuego.

## 5 RESTRICCIONES DE APLICACIÓN

Los fabricantes de conductos construidos con planchas de material aislante deben recomendar métodos de limpieza compatibles con el cumplimiento de los requisitos indicados en el apartado 4.6.

Los conductos fabricados de fibra mineral (MW) según la Norma EN 13162, poliuretano (PUR) según la Norma EN 13165 o espuma fenólica según la Norma EN 13166, no deben utilizarse en las siguientes aplicaciones:

- transporte de partículas sólidas o gases corrosivos;
- conductos instalados en el exterior de los edificios, sin protección adicional;
- conductos enterrados, sin protección adicional;

- extracción de humos de cocinas, laboratorios, etc.;
- cuando la velocidad del aire en el conducto sea mayor que la determinada de acuerdo con el ensayo descrito en el apartado 7.2;
- cuando la presión en el interior del conducto sea mayor que la determinada de acuerdo con el ensayo descrito en el apartado 7.3;
- cuando la temperatura mínima del aire sea inferior a - 30 °C;
- cuando, bajo condiciones extremas de temperatura, tengan que tomarse medidas para prevenir condensaciones en el interior o exterior del conducto, por ejemplo, utilizando una plancha de suficiente resistencia térmica y/o por aplicación de una barrera de vapor de agua;
- a niveles de humedad relativa más altos que los especificados por el fabricante de la plancha.

Para conductos de MW se aplican, además, las siguientes restricciones:

- no deben utilizarse para conductos de aire verticales de más de 10 m de altura, sin soporte adicional;
- la temperatura máxima del aire en el interior del conducto no debe ser superior a 90 °C y la temperatura en el exterior del conducto no debe ser superior a 60 °C.

Para conductos de PIR, PUR y PF únicamente, la temperatura en el interior del conducto no debe ser superior a 65 °C.

## 6 CONDICIONES DE ENSAYO

Antes de realizar el ensayo, el suministrador tiene que especificar los siguientes datos de la red de conductos a ensayar (si procede):

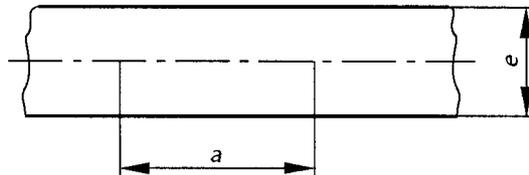
- a) máxima velocidad de aire recomendada;
- b) máxima presión positiva recomendada;
- c) clase de estanquidad;
- d) pérdida de energía mecánica (opcional);
- e) clase de rigidez de la plancha;
- f) clase de absorción de agua;
- g) clase de absorción acústica;
- h) conductividad térmica y/o resistencia térmica.

## 7 MÉTODOS DE ENSAYO

### 7.1 Rigidez de la plancha

**7.1.1 Generalidades.** La rigidez de una plancha de espesor  $e$  se define como rigidez a la flexión, y es el producto del módulo de elasticidad de Young  $E$  por el momento de inercia  $I$ , calculado con respecto a la anchura  $a$  en el eje central de la plancha (véase la figura 2).

El momento de inercia está dado por la fórmula  $I = \frac{a \cdot e^3}{12}$  y, en este caso, está referido a una unidad de anchura de 1 mm ( $a = 1$ ), por tanto  $I_u = \frac{e^3}{12}$



**Fig. 2 – Momento de inercia**

La rigidez a la flexión debe determinarse por uno de los métodos especificados en los apartados 7.1.2 ó 7.1.3.

**7.1.2 Muestra a tamaño real bajo su propio peso.** La muestra de la línea de producción debe colocarse en una superficie horizontal, dejando una longitud de 1,0 m sin soporte para flexionar bajo su propio peso, como se indica en la figura 3. Debe medirse la desviación y establecer la rigidez a la flexión utilizando la fórmula:

$$EI_u = \frac{\rho \cdot v^4}{8 \cdot d}$$

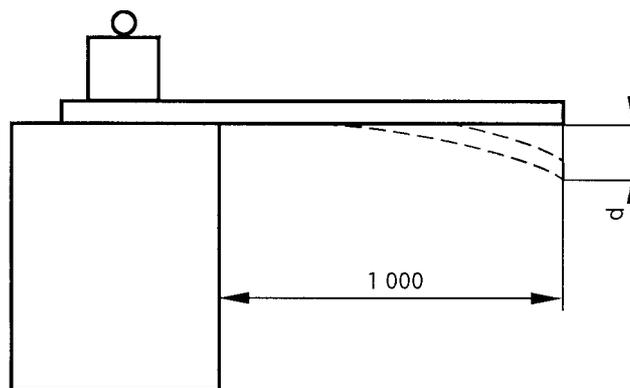
donde

$p$  es la carga del material por unidad de longitud, en N/mm;

$v$  es la longitud sin soporte, igual a 1 000 mm;

y

$d$  es la desviación, en mm.



**Fig. 3 – Muestra a tamaño real bajo su propio peso**

Debe obtenerse un valor promedio de dos mediciones. La segunda medición se efectuará con la plancha girada hacia el otro lado.

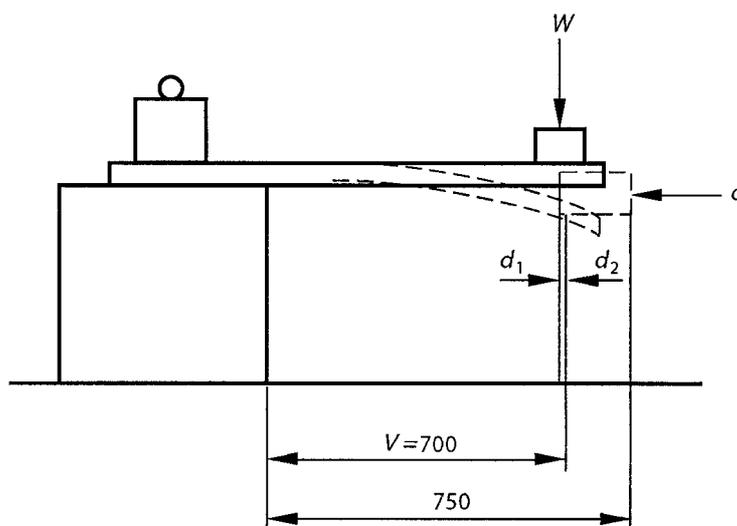
**7.1.3 Muestra con carga previa.** Este es el método preferido en el caso de planchas rígidas que no son completamente planas o que muestran histéresis. La muestra, con dimensiones en el intervalo de 1 200 mm x 200 mm, debe colocarse en una superficie horizontal, dejando una longitud de 750 mm sin soporte, tal como muestra la figura 4. En un punto a 700 mm del final de la superficie soportada, se debe aplicar despacio un peso  $W$  y debe retirarse varias veces, hasta que las distancias a un plano de referencia, con el peso,  $d_1$ , y sin el peso,  $d_2$ , sean constantes. La desviación  $d$  debe calcularse como la diferencia entre  $d_1$  y  $d_2$ .

El peso  $W$  se elige para dar una desviación  $d$  en el intervalo de 10 mm a 20 mm. El valor esperado de la función  $EI_u$  se da, como guía, en la tabla 6:

**Tabla 6**  
**Valores guías para  $EI_u$**

Valor esperado $EI_u$ (Nmm <sup>2</sup> )	W (N)
55,000	1,1
90,000	1,8
160,000	3,2
200,000	4,0
300,000	6,0

NOTA – Tamaño de la muestra: 1 200 x 200 x espesor.



**Fig. 4 – Muestra con carga previa**

$EI_u$  debe calcularse con la siguiente ecuación:

$$EI_u = \frac{W/A \cdot V^3}{3 \cdot d}$$

donde

$EI_u$  es la rigidez a la flexión para una anchura de 1 mm, en Nmm<sup>2</sup>;

$W$  es el peso aplicado, en N;

$A$  es la anchura de la muestra, igual a 200 mm;

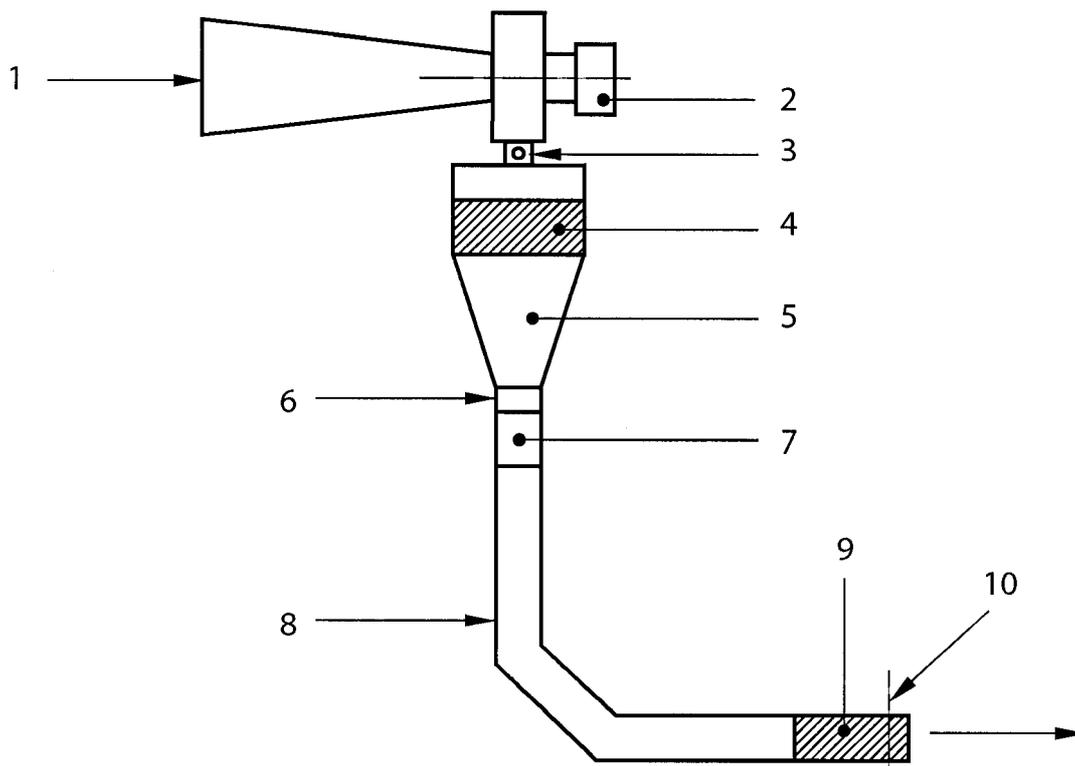
$d$  es la desviación bajo carga, en mm;

y

$V$  es la distancia entre la superficie de soporte y el punto donde se aplica la carga, igual a 700 mm.

## 7.2 Determinación de la emisión de partículas

**7.2.1 Generalidades.** Se hace pasar el aire a través de un tramo de sección rectangular, a una velocidad dos veces y media mayor que la velocidad máxima recomendada por el fabricante pero con una velocidad mínima de ensayo no menor de 12 m/s. Se monta la muestra o muestras formando un conjunto en forma de L, tal como muestra la figura 5. El giro a 90 grados se hace por medio de un codo, como en las instalaciones normales. El conjunto completo debe tener similar sección transversal. La conexión con la salida del ventilador debe suministrar una entrada uniforme de aire hacia la muestra, por medio de un adaptador hecho de cualquier material aceptado. Los conductos, uniones y juntas, montados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, deben aguantar sin ruptura.



### Leyenda

- |   |                        |    |  |
|---|------------------------|----|--|
| 1 | Caja de aspiración     | 6  | Adaptador flexible                       |
| 2 | Ventilador aspirador   | 7  | Conducto de conexión                     |
| 3 | Válvula de control     | 8  | Conductos a ensayar, longitud $\geq 4$ m |
| 4 | Filtros absolutos      | 9  | Conducto de medida, longitud $\geq 2$ m  |
| 5 | Cámara de sobrepresión | 10 | Zona de medida                           |

**Fig. 5 – Construcción típica para la emisión de partículas**

La velocidad del aire se debe medir con un tubo de pitot, o leerse directamente con un velómetro, colocado en el centro de la salida del conjunto. El aire desplazado por el ventilador debe tener una temperatura de entre 15 °C y 38 °C.

Para controlar y regular la velocidad del aire, el ventilador puede controlarse con un motor de velocidad variable, o una válvula de control colocada entre el ventilador y la entrada al conjunto de ensayo. Tiene que utilizarse una sección interna de 300 mm x 300 mm.

**7.2.2 Contaje de partículas.** El contaje de partículas debe hacerse con un contador óptico láser, con un intervalo entre 0,2 µm y 5,0 µm, con 6 grupos (canales) diferentes, como se indica en la figura 7.

**Tabla 7**  
**Intervalo del contador láser**

Canal	Intervalo
1	0,2 – 0,3 µm
2	0,3 – 0,5 µm
3	0,5 – 1,0 µm
4	1,0 – 2,0 µm
5	2,0 – 5,0 µm
6	> 5,0 µm

El caudal extraído debe estar entre 25 l/min y 30 l/min (típicamente 28 l/min) y el tiempo de extracción puede programarse, según las necesidades.

**7.2.3 Resultados.** El ensayo de erosión debe durar 5 h, después de 1 h de purga con una velocidad de 12 m/s, con una velocidad de dos veces y media la velocidad máxima recomendada por el fabricante, pero la velocidad mínima de ensayo no debería ser menor que 12 m/s.

Durante los dos periodos, el ensayo se para durante 15 min.

La concentración media de partículas se calcula con el volumen de aire extraído y la medición de la masa de partículas, utilizando la siguiente fórmula:

$$C = \frac{M}{Q_v \cdot t}$$

donde

$C$  es la concentración de partículas, en µg/m<sup>3</sup>;

$M$  es la masa de partículas, en µg;

$t$  es el tiempo de extracción, en s;

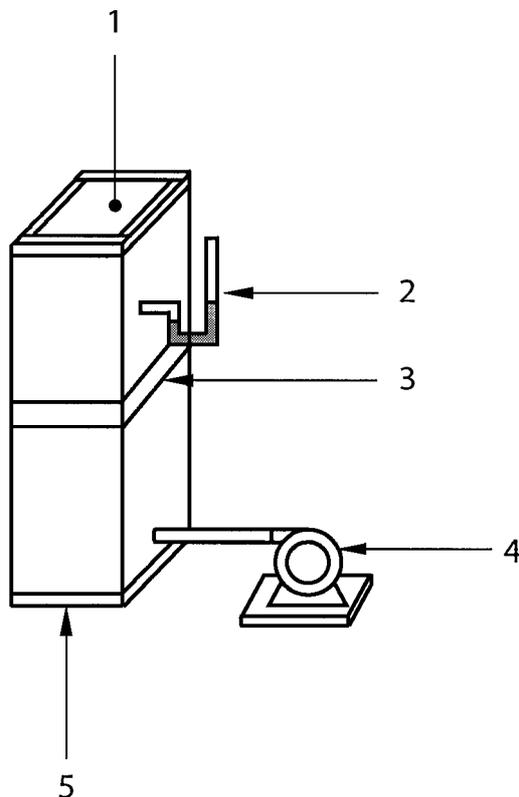
y

$Q_v$  es el caudal de extracción, en m<sup>3</sup>/s.

La máxima concentración de partículas a alcanzar no debe ser mayor que 60 µg/m<sup>3</sup> para partículas mayores que 0,5 µm, y no mayor que 4,0 µg/m<sup>3</sup> para partículas mayores que 5,0 µm. El material de la superficie interior del conducto no debe desprenderse, desconcharse o mostrar evidencias de erosión o delaminación.

### 7.3 Ensayo de presión

El ensayo de presión determina la aptitud del conjunto de planchas de material aislante para su función. Deben prepararse, de acuerdo con la figura 6, un tramo de conducto y una sección de unión. Cada extremo de la muestra a ensayar debe sellarse de forma estanca utilizando cualquier medio apropiado al uso del material bajo ensayo.



#### Leyenda

- 1 Tramo sellado (parte superior)
- 2 Medidor de presión
- 3 Unión
- 4 Compresor
- 5 Tramo sellado (parte inferior)

**Fig. 6 – Típica construcción para el ensayo de presión**

Deben construirse dos tramos típicos rectangulares de conducto, con una longitud igual a la anchura nominal de la plancha, unidos por medio de una junta periférica. La sección interior a utilizar es de 300 mm x 300 mm.

La unión debe hacerse siguiendo las instrucciones del fabricante, asegurando que cualquier adhesivo o pegamento se ha dejado curar durante un periodo de, al menos, 24 h. Las muestras utilizadas en la construcción no deben estar expuestas a una humedad relativa mayor del 70% durante el periodo de 24 h anterior al ensayo.

Una toma de presión, consistente en un tubo o tubería, debe unirse a uno de los extremos de la muestra y conectarse a un manómetro con una resolución de 10 Pa o menos. Debe ajustarse el manómetro a lectura cero al principio y final de cada ensayo.

Una toma de aire de impulsión, consistente en un tubo o tubería, debe unirse al mismo o al otro extremo de la muestra y conectarse a una fuente capaz de mantener en la muestra la presión especificada.

Debe alcanzarse la presión recomendada por el fabricante gradualmente, en no menos de 45 s y no más de 60 s, desde el momento inicial de la aplicación de la presión de ensayo. Debe mantenerse esta presión durante un minuto y después aumentarse hasta 2,5 veces la presión recomendada por el fabricante, en no menos de 45 s y no más de 60 s. La presión en el conjunto de ensayo se mantiene en el valor indicado durante un periodo de 1 h. Los conductos y sus uniones y juntas, montados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, deben aguantar este ensayo de presión sin ruptura.

#### **7.4 Proliferación microbiana**

Los materiales de los conductos y sus conexiones, incluidas cintas adhesivas, tejidos, pegamentos u otros materiales utilizados en la instalación, no deben ser nutrientes o campo de cultivo de micelios y esporas del pan. Estos criterios son válidos antes y después de haberse realizado 20 simulaciones de limpieza.

Deben prepararse tres muestras representativas de típicas superficies de pared de los conductos montados y sus conexiones, siendo cada muestra un cuadrado de 100 mm x 100 mm, incluyendo el material de conexión utilizado en la instalación de un sistema de conductos.

Se deben aplicar a las muestras cultivos de micelios y esporas del pan y después se colocan en una sala cerrada y a oscuras, con una atmósfera saturada con vapor de agua y con una temperatura estable de 21 °C.

Las muestras deben permanecer en esta atmósfera hasta que queda demostrada la extensión del cultivo o hasta que el cultivo y las esporas se han desintegrado, pero nunca menos de 60 días.

Se deben examinar visualmente las muestras para comprobar la extensión del cultivo o cualquier indicación de deterioro de la estructura de la pared. El cultivo no debe extenderse mas allá de la superficie inoculada y no debe observarse un crecimiento significativo de dicho cultivo.

Como alternativa, se puede utilizar *Chaetomium Globosium* en lugar de cultivos de pan.

### **8 MARCADO, ETIQUETADO Y EMBALAJE**

Los productos que cumplan los requisitos establecidos en esta norma, deben estar claramente marcados bien en el producto o en una etiqueta, con la siguiente información:

- a) nombre, o marca de identificación, del fabricante y la fábrica;
- b) identidad del producto (marca comercial);
- c) código de designación del producto de aislamiento, indicado en la respectiva norma CEN;
- d) año de fabricación (los dos últimos dígitos);
- e) lote o serie o fecha de fabricación;
- f) dimensiones y número de unidades del paquete.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] CETIAT – *Test methods on emission of particles. Glass wool ducts.*
- [2] UL 181 – *Standard for factory made air ducts and connectors.*
- [3] UNE 100105:1984<sup>2)</sup> – *Conductos de fibra de vidrio para transporte de aire.*
- [4] prEN ISO 9229 – *Thermal insulation. Definitions of terms. (ISO/DIS 9229:1997)*
- [5] prEN 1507 – *Ventilation for buildings. Sheet metal air ducts with rectangular section. Requirements for strength and leakage.*

---

2) Esta norma ha sido anulada.

**ANEXO NACIONAL** (Informativo)

Las normas europeas o internacionales que se relacionan a continuación, citadas en esta norma, han sido incorporadas al cuerpo normativo UNE con los códigos siguientes:

<b>Norma Europea</b>	<b>Norma UNE</b>
EN 822	UNE-EN 822
EN 823	UNE-EN 823
EN 12086	UNE-EN 12086
ENV 12097	UNE-ENV 12097
EN 12236	UNE-EN 12236
EN 12667	UNE-EN 12667
EN 12939	UNE-EN 12939
EN 13162	UNE-EN 13162
EN 13165	UNE-EN 13165
EN 13166	UNE-EN 13166
EN 13501-1	UNE-EN 13501-1
EN ISO 11654:1997	UNE-EN ISO 11654:1998

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32