

Mayo 1999

### TÍTULO

Acústica

**Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción**

**Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo de elementos de fachadas y de fachadas**

(ISO 140-5:1998)

*Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades (ISO 140-5:1998).*

*Acoustique. Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction. Partie 5: Mesurages in situ de la transmission des bruits aériens par les éléments de façade et les façades. (ISO 140-5:1998).*

### CORRESPONDENCIA

Esta norma es la versión oficial, en español, de la Norma Europea EN ISO 140-5 de agosto 1998, que a su vez adopta íntegramente la Norma Internacional ISO 140-5:1998.

### OBSERVACIONES

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 74-040/5 de noviembre 1984.

### ANTECEDENTES

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 74 *Acústica* cuya Secretaría desempeña AENOR.



ICS 91.060.00;91.120.00

**Descriptor:** Acústica, edificio, fachada, ruido aéreo, aislamiento acústico, ensayo, medición in situ, ensayo acústico, medición acústica.

Versión en español

**Acústica**  
**Medición del aislamiento acústico en los edificios**  
**y de los elementos de construcción**  
**Parte 5: Mediciones in situ del aislamiento acústico a ruido aéreo**  
**de elementos de fachadas y de fachadas**  
**(ISO 140-5:1998)**

Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades (ISO 140-5:1998).

Acoustique. Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction. Partie 5: Mesurages in situ de la transmission des bruits aériens par les éléments de façade et les façades. (ISO 140-5:1998).

Akustik. Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen. Teil 5: Messung der Luftschalldämmung von Fassadenelementen und Fassaden am Bau (ISO 140-5:1998).

Esta norma europea ha sido aprobada por CEN el 1998-08-14. 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, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, 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**

### **ANTECEDENTES**

El texto de la Norma Internacional ISO 140-5:1998 del Comité Técnico ISO/TC 43 "Acústica", de la Organización Internacional de Normalización (ISO), ha sido adoptado como norma europea por el Comité Técnico CEN/TC 126 "Propiedades acústicas de los edificios y sus elementos de construcción", cuya Secretaría desempeña AFNOR.

Esta norma europea deberá recibir el rango de norma nacional mediante la publicación de un texto idéntico a la misma o mediante ratificación antes de finales de febrero de 1999, y todas las normas nacionales técnicamente divergentes deberán anularse antes de finales de febrero de 1999.

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

### **DECLARACIÓN**

El texto de la Norma Internacional ISO 140-5:1998 ha sido aprobado por CEN como norma europea sin ninguna modificación.

NOTA – Las referencias normativas europeas de las normas internacionales se relacionan en el anexo ZA (normativo).

## 1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta parte de la Norma ISO 140 especifica dos series de métodos (métodos para elementos y métodos globales) para la medición del aislamiento a ruido aéreo de elementos de fachada y de fachadas completas, respectivamente. Los métodos para elementos persigue cuantificar el índice de reducción sonora de un elemento de fachada, por ejemplo una ventana. El método para elementos más preciso usa altavoces como fuente sonora (artificial). Otros métodos, de precisión inferior, usan el ruido de tráfico existente en el lugar. Los métodos globales, por otra parte, pretenden valorar la diferencia del nivel sonoro exterior/interior en las condiciones de tráfico existentes. Los métodos globales más precisos usan el ruido de tráfico como fuente de ruido. Adicionalmente se puede usar un altavoz como fuente sonora artificial. En la tabla 1 se da una panorámica de los distintos métodos.

El método para elementos que usa altavoces proporciona un índice de reducción sonora que bajo ciertas circunstancias, p. e. teniendo en cuenta las especificaciones para mediciones de precisión (véase 7.1), puede compararse con el índice de reducción sonora medido en el laboratorio siguiendo las Normas ISO 140-3 o ISO 140-10. Este método es el preferido cuando el objetivo de la medición es comparar las propiedades de un elemento especificado de la fachada in situ con los resultados obtenidos en el laboratorio.

El método para elementos que usa ruido de tráfico puede servir para los mismos fines indicados para el método que usa altavoces. Es especialmente útil cuando, por diferentes razones de índole práctica, no es posible aplicar el método con altavoces. Ambos métodos dan a menudo resultados algo diferentes. El método del ruido de tráfico tiende a dar resultados inferiores del índice de reducción sonora que el método de altavoces. En el anexo D se suplementa el método del ruido de tráfico para ruidos de trenes y de aeronaves.

El método global con ruido de tráfico da la reducción real de una fachada en un lugar en relación a una posición 2 m frente a la fachada. Es el método preferido cuando el objetivo de la medición es el conocimiento del comportamiento de una fachada completa, incluyendo las transmisiones indirectas, en un lugar dado en relación a las vías de circulación circundantes. El resultado no es comparable con el obtenido en el laboratorio.

El método global con altavoces proporciona el índice de reducción sonora de una fachada en relación a una posición 2 m frente a la fachada. Este método es especialmente útil cuando, por diferentes razones de índole práctica, no es posible usar el ruido real existente como fuente de ruido. El resultado no es comparable con el obtenido en el laboratorio.

**Tabla 1**  
**Panorámica de los distintos métodos de medición**

Nº	Método	Referencia	Resultado	Campo de aplicación
	Para elementos			
1	Altavoz	Capítulo 5	$R'_{45^\circ}$	Método preferido para valorar el índice de reducción sonora de elementos de fachada
2	Ruido de tráfico	Capítulo 6	$R'_{tr,s}$	Método alternativo al N° 1 cuando hay ruido de tráfico de nivel suficiente
3	Ruido de trenes	Anexo D (informativo)	$R'_{rt,s}$	Método alternativo al N° 1 cuando hay ruido de trenes de nivel suficiente
4	Ruido de aeronaves	Anexo D (informativo)	$R'_{at,s}$	Método alternativo al N° 1 cuando hay ruido de aeronaves de nivel suficiente
	Global			
1	Global con altavoz	Capítulo 5	$D_{ls,2m,nT}$ $D_{ls,2m,n}$	Método alternativo a los N° . 6, 7 y 8
2	Global con ruido de tráfico	Capítulo 6	$D_{tr,2m,nT}$ $D_{tr,2m,n}$	Método preferido para valorar el índice de reducción sonora de una fachada expuesta al ruido de tráfico
3	Global con ruido de trenes	Anexo D (informativo)	$D_{rt,2m,nT}$ $D_{rt,2m,n}$	Método preferido para valorar el índice de reducción sonora de una fachada expuesta al ruido de trenes
4	Global con ruido de aeronaves	Anexo D (informativo)	$D_{at,2m,nT}$ $D_{at,2m,n}$	Método preferido para valorar el índice de reducción sonora de una fachada expuesta al ruido de aeronaves

## 2 NORMAS PARA CONSULTA

Las normas que a continuación se relacionan contienen disposiciones válidas para esta norma internacional. En el momento de la publicación las ediciones indicadas estaban en vigor. Toda norma está sujeta a revisión por lo que las partes que basen sus acuerdos en esta norma internacional deben estudiar la posibilidad de aplicar la edición más reciente de las normas indicadas a continuación. Los miembros de CEI y de ISO poseen el registro de las normas internacionales en vigor en cada momento.

ISO 140-2:1991 – *Acústica. Medición del aislamiento acústico en edificios y en elementos de edificación. Parte 2: Determinación, verificación y aplicación de datos de precisión.*

ISO 140-3:1995 – *Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Mediciones en laboratorio del aislamiento al ruido aéreo de elementos de construcción.*

ISO 354:1985 – *Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante.*

ISO 717-1:1996 – *Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.*

CEI 60651:1979 – *Sonómetros.*

CEI 60804:1985 – *Sonómetros. Integradores-promediadores.*

CEI 60942:1991 – *Calibradores sonoros.*

CEI 61260:1995 – *Electroacústica. Filtros de banda de octava y fracciones. Filtros de banda de octava.*

### 3 DEFINICIONES

Para los fines de esta parte de la Norma ISO 140 son válidas las definiciones dadas en la Norma ISO 140-3 y las que siguen.

**3.1 nivel medio de presión sonora en una superficie,  $L_{1,s}$ :** Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la media, temporal y espacial, de los cuadrados de las presiones en la superficie y el cuadrado de la presión de referencia. La media espacial debe comprender la totalidad de la superficie en ensayo, incluyendo los efectos de reflexiones de la muestra y fachada. Se expresa en decibelios.

**3.2 nivel medio de presión sonora en una habitación o local,  $L_2$ :** Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la media, temporal y espacial, de los cuadrados de las presiones en la superficie y el cuadrado de la presión de referencia. La media espacial debe extenderse a la totalidad del local, con excepción de aquellas partes en las que la radiación directa de la fuente de ruido o en el campo próximo de las superficies límites (paredes, ventanas, etc.) tengan una influencia significativa. Se expresa en decibelios.

**3.3 nivel sonoro continuo equivalente,  $L_{eq}$ :** Es el nivel de presión sonora de un ruido estacionario que, en el intervalo temporal de medición, tiene el mismo valor medio del cuadrado de la presión que el ruido considerado, variable en el tiempo. Se expresa en decibelios.

**3.4 índice de reducción sonora,  $R$ :** Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia sonora,  $W_1$ , incidente en la muestra en ensayo y la potencia sonora,  $W_2$ , transmitida a través de la muestra:

$$R = 10 \lg \left( \frac{W_1}{W_2} \right) \text{ dB} \quad (1)$$

NOTA – En los países de habla inglesa se usa también la expresión "pérdida de transmisión sonora" (TL) para esta misma magnitud.

**3.5 índice de reducción sonora aparente,  $R'$ :** Es diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la potencia sonora  $W_1$ , incidente en la muestra en ensayo y la potencia sonora total transmitida al local de recepción, si además de la potencia sonora,  $W_2$ , radiada por la muestra, es significativa la potencia  $W_3$  radiada por los elementos laterales o por otros componentes:

$$R' = 10 \lg \left( \frac{W_1}{W_2 + W_3} \right) \text{ dB} \quad (2)$$

**3.6 índice de reducción sonora aparente,  $R'_{45^\circ}$ :** Es la medida del aislamiento a ruido aéreo de un elemento de edificación cuando se usa como fuente sonora un altavoz para un ángulo de incidencia de  $45^\circ$ . El ángulo de incidencia sonora es el ángulo entre el eje del altavoz dirigido al centro de la muestra de ensayo y la normal a la superficie de la fachada. Se calcula mediante la siguiente ecuación (3):

$$R'_{45^\circ} = L_{1,s} - L_2 + 10 \lg \left( \frac{S}{A} \right) \text{ dB} - 1,5 \text{ dB} \quad (3)$$

donde

$L_{1,s}$  es el nivel medio de presión sonora en la superficie de la muestra de ensayo, tal como se dice en 3.1;

$L_2$  es el nivel medio de presión sonora en la habitación, como se dice en 3.2;

$S$  es el área del elemento en ensayo, determinado como se indica en el anexo A;

$A$  es el área de absorción sonora equivalente del local de recepción.

NOTA – Esta ecuación se basa en la hipótesis de que el sonido incide únicamente según un ángulo de  $45^\circ$  y que el campo sonoro en el local de recepción es perfectamente difuso.

**3.7 índice de reducción sonora aparente,  $R'_{tr,s}$ :** Es la medida del aislamiento a ruido aéreo de un elemento de un edificio cuando la fuente sonora es el ruido de tráfico y el micrófono exterior está situado en la superficie de ensayo. El índice de reducción sonora aparente se calcula mediante la ecuación (4):

$$R'_{tr,s} = L_{ep,1,s} - L_{eq,2} + 10 \lg \left( \frac{S}{A} \right) \text{ dB} - 3 \text{ dB} \quad (4)$$

donde

$L_{eq,1,s}$  es la media del nivel sonoro continuo equivalente en la superficie de ensayo incluyendo los efectos de reflexión en la muestra y en la fachada;

$L_{eq,2}$  es la media del nivel sonoro continuo equivalente en el local de recepción;

$S$  y  $A$  son tal como se indican en 3.6.

**3.8 diferencia de niveles,  $D_{2m}$ :** Es la diferencia, en decibelios, entre el nivel de presión sonora exterior a 2 m frente a la fachada,  $L_{1,2m}$  y el valor medio espacio-temporal del nivel de presión sonora  $L_2$ , en el interior del local receptor:

$$D_{2m} = L_{1,2m} - L_2 \quad (5)$$

NOTA – Si se usa el ruido de tráfico como fuente sonora, la notación debe ser  $D_{tr,2m}$ . Si se usa un altavoz la notación debe ser  $D_{1s,2m}$ .

**3.9 diferencia de niveles estandarizada,  $D_{2m,nT}$ :** Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el local de recepción:

$$D_{2m,nT} = D_{2m} + 10 \lg \left( \frac{T}{T_0} \right) \text{ dB} \quad (6)$$

donde  $T_0 = 0,5$  s.

NOTA – Si se usa el ruido de tráfico como fuente sonora, la notación debe ser  $D_{tr,2m,nT}$ . Si se usa un altavoz la notación debe ser  $D_{1s,2m,nT}$ .

**3.10 diferencia de niveles normalizada,  $D_{2m,n}$ :** Es la diferencia de niveles, en decibelios, correspondiente a un área de absorción de referencia en el local de recepción:

$$D_{2m,n} = D_{2m} - 10 \lg \left( \frac{A}{A_0} \right) \text{ dB} \quad (7)$$

donde  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ .

NOTA – Si se usa el ruido de tráfico como fuente sonora, la notación debe ser  $D_{tr,2m,n}$ . Si se usa un altavoz la notación debe ser  $D_{1s,2m,n}$ .

## 4 INSTRUMENTACION

### 4.1 Generalidades

El micrófono debe tener un diámetro máximo de 13 mm.

El equipo de medida del nivel de presión sonora debe cumplir los requisitos de las clases 0 ó 1 según especificaciones de las Normas CEI 60651 o CEI 60804. La cadena de medida debe calibrarse usando un calibrador de la clase 1 o mejor según las especificaciones de la norma CEI 60942.

Los filtros de tercio de octava, y si acaso, los filtros de octava deben satisfacer los requisitos de la Norma CEI 61260.

El equipamiento para la medida del tiempo de reverberación debe cumplir las especificaciones de la Norma ISO 354.

### 4.2 Altavoz

La directividad del altavoz debe asegurar que las diferencias locales del nivel de presión sonora, en todas las bandas de frecuencia de interés, sean inferiores a 5 dB, medidas en campo libre sobre una superficie del mismo tamaño y orientación que la pared o elemento a ensayar.

NOTA – Si se adapta el método del altavoz a muestras de gran superficie, por ejemplo, muestras en donde una dimensión supera los 5 m, se pueden aceptar diferencias de hasta 10 dB. En este caso se deberían indicar en el informe de medición.

## 5 MEDICIÓN CON ALTAVOZ

### 5.1 Generalidades

Se describen dos métodos con altavoces, el método para elementos y el método global.

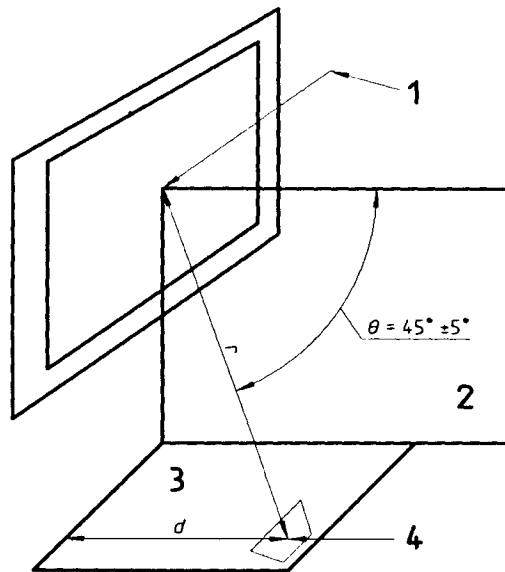
El método de altavoces para elementos puede proporcionar una estimación del índice de reducción sonora aparente que, bajo circunstancias especificadas, puede compararse con el índice de reducción sonora para el correspondiente elemento de fachada obtenido en el laboratorio.

El método de altavoces global puede cuantificar el aislamiento a ruido aéreo de una fachada completa o incluso de un edificio completo para una situación especificada. Este resultado no puede compararse con mediciones de laboratorio.

## 5.2 Principio

El altavoz se instala en una o más posiciones fuera del edificio a una distancia  $d$  de la fachada, con el ángulo de incidencia sonora igual a  $(45 \pm 5)^\circ$ , (véase la figura 1).

El nivel de presión sonora medio se determina directamente en la muestra (método para elementos) o a 2 m frente a la fachada (método global), así como en el local de recepción. Se calculan bien el índice de reducción sonora aparente  $R'_{45^\circ}$  o la diferencia de nivel  $D_{ls,2m}$ .



### Clave

- 1 Normal a la fachada
- 2 Plano vertical
- 3 Plano horizontal
- 4 Altavoz

Fig. 1 – Geometría del método del altavoz

## 5.3 Generación del campo sonoro

Se debe generar un campo sonoro estacionario con un espectro continuo en el rango de frecuencia considerado. Si las mediciones se hacen en bandas de tercio de octava, se deben usar como mínimo las bandas de frecuencias centrales desde 100 Hz hasta 3 150 Hz, y preferiblemente desde 50 Hz hasta 5 000 Hz. Si se realizan las mediciones en bandas de octava, se deben usar, como mínimo, las bandas con frecuencias centrales desde 125 Hz a 2 000 Hz, y preferiblemente desde 63 Hz hasta 4 000 Hz. Además las diferencias de niveles de potencia sonora entre las bandas de tercio de octava que forman una octava no deben superar 6 dB en la banda de octava de 125 Hz, 5 dB en la banda de 250 Hz, y 4 dB en las bandas superiores.

En todas las bandas de frecuencia relevantes, el nivel de potencia sonora de la fuente de ruido debe ser lo suficientemente alto como para que el nivel de presión sonora en el local receptor exceda al ruido de fondo en 6 dB como mínimo.

#### 5.4 Posición del altavoz

Debe elegirse una posición del altavoz y una distancia  $d$  a la fachada de manera que minimice la variación del nivel de presión sonora sobre la muestra en ensayo. Esto implica que la fuente sonora se coloque preferentemente en el suelo. Como alternativa, se puede colocar la fuente tan alto del suelo como sea posible.

La distancia  $r$  desde la fuente sonora al centro de la muestra debe ser como mínimo de 5 m ( $d > 3,5$  m) en el caso del método para elementos y como mínimo de 7 m ( $d > 5$  m) para el método global. El ángulo de incidencia sonora debe ser de  $(45 \pm 5)^\circ$ , (véase la figura 1).

#### 5.5 Mediciones en el local de recepción

**5.5.1 Generalidades.** El nivel de presión sonora medio se puede obtener mediante un único micrófono que se va situando de posición en posición, mediante una red de micrófonos fijos, o mediante un micrófono móvil bien continuamente u oscilante. Los niveles de presión sonora en las diferentes posiciones de micrófono deben promediarse energéticamente para todas las posiciones de la fuente. Además hay que determinar el nivel del ruido de fondo  $L_b$ .

**5.5.2 Posiciones de micrófono.** En cada local deben usarse cinco posiciones de micrófono como mínimo para obtener el nivel de presión sonora medio de cada campo sonoro. Estas posiciones deben distribuirse uniformemente en el máximo espacio permitido dentro de cada local.

Los valores de distancias de separación que siguen son valores mínimos que deberían superarse cuando sea posible.

- 0,7 m entre posiciones de micrófonos;
- 0,5 m entre cualquier posición de micrófono y las superficies límites de la habitación o de objetos;
- 1,0 m entre cualquier posición de micrófono y la fuente sonora.

Cuando se use un micrófono móvil, el radio de barrido debe ser de 0,7 m como mínimo. El plano de la trayectoria debe ser inclinado para cubrir una amplia porción del espacio permitido del local y no debe formar con cualquier superficie del local ángulos inferiores a  $10^\circ$ . La duración de cada trayectoria debe ser de 15 s como mínimo.

**5.5.3 Correcciones por ruido de fondo.** Hay que medir los niveles de ruido de fondo para asegurarse que las observaciones en el local de recepción no están afectadas por ruidos extraños, tales como ruidos procedentes del exterior, ruido eléctrico en el sistema de recepción o diafonía entre los canales receptores del lado de la emisión y recepción.

El nivel del ruido de fondo debería ser, como mínimo 6 dB, y preferiblemente 10 dB, inferior al nivel de la señal y del ruido de fondo combinados. Si la diferencia de niveles es inferior a 10 dB pero mayor de 6 dB, hay que calcular las correcciones a la señal de acuerdo con la ecuación (8):

$$L = 10 \lg (10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10}) \text{ dB} \quad (8)$$

donde

$L$  es el nivel corregido de la señal, en decibelios;

$L_{sb}$  es el nivel combinado de la señal y el ruido de fondo, en decibelios;

$L_b$  es el nivel del ruido de fondo, en decibelios.

Si la diferencia de niveles es inferior o igual a 6 dB en cualquiera de las bandas de frecuencia, hay que usar la corrección 1,3 dB, que corresponde a una diferencia de 6 dB. En este caso hay que indicarlo en los valores  $D_n$ ,  $D_{nT}$  o  $R'$  del informe de la medición de modo que quede claro que los valores indicados representan los límites de la medición [véase el apartado i) del capítulo 9].

**5.5.4 Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción sonora equivalente.** El término correctivo en la ecuación (6) que contiene el área de absorción sonora equivalente se evalúa a partir del tiempo de reverberación medido de acuerdo a la Norma ISO 354 y se determina usando la fórmula de Sabine:

$$A = \frac{0,16 V}{T} \quad (9)$$

donde

$A$  es el área de absorción sonora equivalente, en metros cuadrados.

$V$  es el volumen del local de recepción, en metros cúbicos;

$T$  es el tiempo de reverberación del local de recepción, en segundos;

De acuerdo a la Norma ISO 354 hay que realizar la evaluación del tiempo de reverberación a partir de la curva de decremento del nivel de ruido aproximadamente 0,1 s después de cesar la emisión de la fuente de ruido, o bien a partir de unos pocos decibelios por debajo del nivel de comienzo de la caída. Debe usarse un intervalo de niveles ni menor que 20 dB ni tan largo que el decremento observado no pueda aproximarse a una recta. El final de este intervalo debe estar 10 dB por encima del nivel del ruido de fondo, como mínimo.

Se necesitan 6 medidas de caída de nivel como mínimo, en cada banda de frecuencia. Se debe usar 1 posición del altavoz y 3 posiciones del micrófono como mínimo, con dos lecturas en cada caso.

Se pueden usar micrófonos móviles que cumplan lo indicado en el apartado 6.3.2, pero la duración del recorrido no debe ser inferior a 30 s.

NOTA – Si el tiempo de reverberación es extremadamente corto (por ejemplo, inferior a 0,4 s), el uso de micrófonos móviles puede resultar problemático.

## 5.6 Método del altavoz para elementos de edificación

**5.6.1 Requisitos del ensayo.** Si el objetivo de la medición es obtener resultados lo más comparable posibles a los resultados de laboratorio, hay que realizar los siguientes pasos:

- a) comprobar que el elemento de fachada en ensayo es conforme con la construcción especificada y está montado conforme a las instrucciones del fabricante;
- b) estimar el índice de reducción sonora de la fachada para asegurarse que la transmisión sonora a través de la pared circundante al elemento en ensayo no contribuye significativamente al nivel de presión sonora en el local de recepción.

Si el objetivo de la medición es comparar el aislamiento acústico de una ventana con los resultados de laboratorio, hay que comprobar además que el área del hueco ensayado es representativo del laboratorio y que el nicho y la posición de la ventana no se desvían de los especificaciones dadas en la Norma ISO 140-3.

En el anexo C, se indican algunos ejemplos para realizar esas comprobaciones. En caso de duda sobre la inaceptablemente alta transmisión a través de la pared circundante de la muestra, debe realizarse el procedimiento descrito en el anexo B.

**5.6.2 Mediciones en la superficie exterior del elemento de fachada.** Hay que determinar el nivel medio de presión sonora  $L_{1,s}$  en la superficie de ensayo. Hay que realizar las mediciones bien con el micrófono sujeto directamente a la muestra en ensayo con el eje paralelo al plano de la fachada orientado hacia arriba o hacia abajo o con su eje apuntando en la dirección normal a la muestra. La distancia de la muestra al centro de la membrana del micrófono debe ser de 10 mm o inferior, dependiendo del diámetro del micrófono, si el eje del micrófono es paralelo a la superficie de la muestra y 3 mm o menos si el eje es perpendicular a la muestra. Si el micrófono se sujeta a la muestra hay que hacerlo con una cinta adhesiva fuerte. El micrófono debe equiparse con una pantalla antiviento hemisférica (véase la figura 2).

Si se realizan mediciones simultáneas en el exterior y en el interior, solamente se deberían usar micrófonos con los que, incluidos los cables, se haya comprobado que no afectan el aislamiento acústico de la muestra, si se fija el micrófono a la muestra.

Hay que elegir entre tres y diez posiciones de medición, dependiendo de las diferencias entre los niveles sonoros de las distintas posiciones. Hay que distribuir las posiciones regular y asimétricamente en la superficie de medida. Se recomienda comenzar con tres posiciones ( $n = 3$ ). Si la diferencia entre los niveles de presión sonora entre dos posiciones en una frecuencia es superior a  $n$ , se incrementa el número de posiciones hasta diez. Si la muestra está en un retranqueo de la fachada, siempre se eligen diez posiciones de medición. Si la diferencia entre los niveles de presión sonora de las distintas posiciones es superior a 10 dB, debe indicarse en el informe de la medición.

Como alternativa a varias posiciones fijas, se permite usar un micrófono móvil, siempre que se mantenga constante la distancia al elemento de fachada y se asegure que el ruido de fondo se mantenga 10 dB por debajo del nivel de la señal.

El promedio de las  $n$  posiciones debe hacerse según la ecuación (10):

$$L_{1,s} = 10 \lg (10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + \dots + 10^{L_n/10}) - 10 \lg(n) \text{ dB} \quad (10)$$

donde  $L_1, L_2, \dots, L_n$  son los niveles de presión sonora en las posiciones 1, 2, ...,  $n$ .

NOTA – Las diferencias entre los niveles de presión sonora dependen entre otras cosas de la altura  $h$  sobre el suelo, retranqueos, balconadas y posición de la muestra.

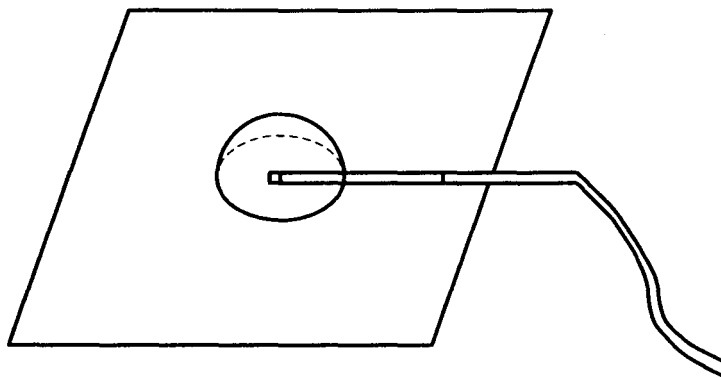


Fig. 2 – Micrófono en montaje rasante

## 5.7 Método global del altavoz

**5.7.1 Requisitos del ensayo.** No hay requisitos especiales.

**5.7.2 Mediciones frente a la fachada.** Hay que situar el micrófono en la parte central del exterior de la fachada a distancias que deben ser:

- a) (2,0± 0,2) m desde el plano de la fachada; o
- b) 1,0 m de la balaustrada u otro posible saliente.

El micrófono debe situarse a una altura de 1,5 m sobre el suelo del local de recepción.

Si la mayor parte de la fachada es una construcción inclinada, tal como vertientes de tejados, se elige una posición cuya distancia al tejado sea como mínimo igual a la distancia de su proyección a la parte vertical de la fachada. Si el local considerado tiene más de una pared exterior o es muy grande, hay que tener en cuenta el apartado 5.7.3. El nivel de presión sonora medido se representará por  $L_{1,2m}$ .

NOTA – A causa de fenómenos de interferencia incontrolados, pueden cometerse errores sistemáticos, especialmente a bajas frecuencias.

**5.7.3 Locales grandes o fachadas que comprenden más de una pared exterior.** Si el local es muy grande o tiene más de dos paredes exteriores, no suele ser posible la medición con una sola posición de la fuente. En estos casos hay que usar varias posiciones de la fuente, cada una de ellas conforme al apartado 5.4. El número de posiciones viene dado por las características direccionales del altavoz y del área de la fachada conforme al apartado 4.2.

**5.7.4 Cálculo de los resultados de medición.** Si se ha usado varias posiciones de la fuente, se calculan las diferencias de nivel para cada posición, promediándolas según la ecuación (11):

$$D_{1s,2m} = -10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum 10^{-D_i/10} \right) \text{ dB} \quad (11)$$

donde

$n$  es el número de posiciones de la fuente;

$D_i$  son los valores de las diferencias de nivel para cada combinación fuente-receptor.

## 6 MEDICIONES CON RUIDO DE TRÁFICO

### 6.1 Generalidades

Se describen dos métodos de medición, el método para elementos y el método global. Los métodos correspondientes para ruido ferroviario y de tráfico aéreo se describen en el anexo D.

El método con ruido de tráfico para elementos de edificación puede dar una estimación del índice de reducción sonora aparente, que bajo ciertas condiciones puede compararse con el índice de reducción sonora obtenido en el laboratorio.

NOTA – Debido al ruido de fondo, este método está limitado a valores  $R'_w < 40$  dB.

El método global con ruido de tráfico cuantifica el aislamiento a ruido aéreo de toda la fachada e incluso de un edificio para una situación específica. Este resultado no se puede comparar con el índice de reducción sonora obtenido en el laboratorio.

### 6.2 Principio

Si el ruido incide en la muestra en múltiples direcciones y con intensidad variable (por ejemplo, ruido de tráfico en calles muy concurridas), el índice de reducción sonora o la diferencia de nivel se obtienen a partir de los niveles sonoros continuos equivalentes medidos en ambos lados de la muestra, en función de la frecuencia.

### 6.3 Requisitos del ensayo

Durante las mediciones, el ruido de fondo en el local receptor debe ser, como mínimo, 10 dB inferior al nivel sonoro continuo equivalente. Se usa el ruido de tráfico existente incidente en la muestra como fuente de ruido. La duración de la medición debe incluir 50 pasadas de vehículos como mínimo.

Para tener en cuenta las posibles fluctuaciones del ruido de tráfico se mide simultáneamente los niveles sonoros continuos equivalentes en cada lado de la muestra. Hay que evitar los periodos de calma, es decir los periodos en que el ruido de tráfico no supera en más de 10 dB al ruido de fondo.

NOTA – Normalmente no se pueden realizar correcciones por ruido de fondo tal como se indica en 5.5.3.

### 6.4 Rango de frecuencias

Cuando las mediciones se hacen en bandas de tercio de octava, deben usarse, como mínimo, las bandas con frecuencias centrales desde 100 Hz a 3 150 Hz, y preferentemente entre 50 Hz y 5 000 Hz. Cuando las mediciones se hacen en bandas de octava se deben usar, como mínimo, las bandas con frecuencias centrales desde 125 Hz a 2 000 Hz, y preferentemente desde 63 Hz a 4 000 Hz.

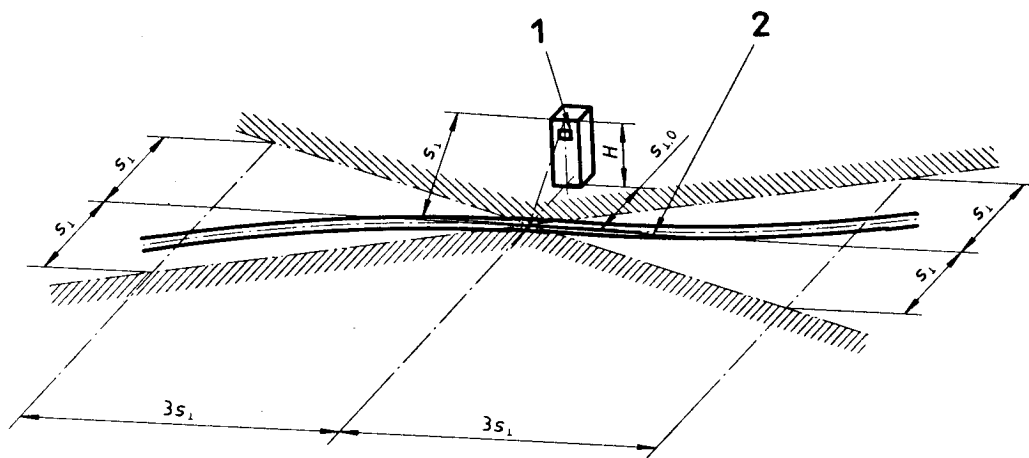
### 6.5 Método de ruido de tráfico para elementos

**6.5.1 Generalidades.** Si el objetivo de las mediciones es comparar los resultados con mediciones en laboratorio o que sean representativos de un elemento de fachada, hay que seguir en lo posible el procedimiento indicado en 5.6. Si por razones prácticas no es aplicable ese procedimiento, el método del ruido de tráfico constituye una alternativa. No obstante, en todos los casos, deben cumplirse todas las especificaciones dadas en 5.6.1.

NOTA – En algunas circunstancias puede ser necesario aplicar el método de ruido de tráfico para elementos aunque no se cumplan todos los requisitos especificados en esta parte de la Norma ISO 140. En este caso se deberían indicar todas las desviaciones en el informe de la medición.

**6.5.2 Generación del campo sonoro.** Las condiciones de medida deben satisfacer las siguientes especificaciones:

- a) El tráfico debe fluir aproximadamente a lo largo de una línea recta con un ángulo de visión de  $\pm 60^\circ$  desde la fachada; dentro de este ángulo se permiten desviaciones de la línea recta de  $\pm 15^\circ$  con la tangente a la línea de tráfico trazada en la intersección de la línea de tráfico con la normal a la fachada (véase la figura 3).
- b) El ángulo de elevación, visto desde el punto de mínima distancia entre la fachada y la línea de tráfico, debe ser menor que  $40^\circ$ .
- c) Debe tenerse una visión directa de la totalidad de la fachada, desde todo el ancho del flujo de tráfico.
- d) La distancia mínima horizontal entre la línea de tráfico y la fachada debe ser, como mínimo, de tres veces el ancho de la fachada a ensayar, o 25 m, el que sea mayor (véase nota en 6.5.1).

**Clave**

1 Punto de recepción

2 Línea de tráfico

NOTA –  $s_{\perp}$  es la distancia entre el punto de recepción y la línea de tráfico;  
 $s_{\perp,0}$  es la distancia horizontal entre el punto de recepción y la línea de tráfico;  
 $H$  es la diferencia de alturas entre el punto de recepción y la línea de tráfico.

**Fig. 3 – Condiciones en largas líneas rectas de tráfico**

**6.5.3 Medición de los niveles sonoros continuos equivalentes.** Se coloca el micrófono en el exterior de la muestra según las especificaciones de 5.6.2. Si la fachada es plana sin grandes retranqueos ni balconadas, se usan tres posiciones de micrófono asimétricamente distribuidas en la superficie de ensayo. Si la fachada tiene grandes retranqueos o balconadas, se usan cinco posiciones de micrófono. El nivel de presión sonora se expresará con  $L_{1,eq,s}$ .

Las mediciones en el local de recepción se realizan según se indica en el apartado 5.5. Si se usan posiciones discretas de micrófono, está permitido usar una posición para cada posición de micrófono exterior.

**6.5.4 Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción sonora equivalente.** Se procede según se indica en 5.5.4.

## 6.6 Método global del ruido de tráfico

**6.6.1 Generalidades.** No hay restricciones diferentes de las indicadas en 6.3.

**6.6.2 Generación del campo sonoro.** No hay requisitos especiales.

**6.6.3 Medición de los niveles de presión sonora continuos equivalentes.** Se coloca el micrófono exterior en el centro de la fachada. Las distancias deben ser:

- (2,0 ± 0,2) m desde el plano de la fachada;
- 1,0 m desde la balaustrada u otro posible saliente.

El micrófono debe situarse a una altura de 1,5 m sobre el suelo del local de recepción.

Si la mayor parte de la fachada es una construcción inclinada, tal como vertientes de tejados, hay que elegir una posición cuya distancia al tejado sea como mínimo igual a la distancia de su proyección a la parte vertical de la fachada. Si el local considerado tiene más de una pared exterior, hay que posicionar el micrófono frente a cada una de las fachadas. El nivel de presión sonora medido se representará por  $L_{1,eq,2m}$ .

NOTA 1 – A causa de fenómenos de interferencia incontrolados, pueden cometerse errores sistemáticos, especialmente a bajas frecuencias.

Las mediciones en el local de recepción se efectúan según el apartado 5.5.

NOTA 2 – Además de las mediciones en bandas de tercio de octava o de octava pueden realizarse mediciones directas, con la ponderación A.

**6.6.4 Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción equivalente.** Se procede según se indica en 5.5.4.

En el caso de mediciones directas con el circuito de ponderación A, se debería usar el tiempo de reverberación y el área de absorción a 500 Hz, para normalizar  $D_{nT}$  y  $D_n$  respectivamente.

**6.6.5 Cálculo de los resultados de medición.** Si se han usado varias posiciones del micrófono sobre la fuente, se calcula la diferencia de nivel para cada posición, promediándola según la ecuación (12):

$$D_{tr,2m} = -10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum 10^{-D_i/10} \right) \text{ dB} \quad (12)$$

donde

$n$  es el número de posiciones de la fuente;

$D_i$  son los valores de las diferencias de nivel para cada combinación fuente-receptor.

## 7 PRECISIÓN

### 7.1 Generalidades

El procedimiento de medición debe dar resultados de repetibilidad satisfactorios. Ésta debe determinarse de acuerdo al método dado en la Norma ISO 140-2 y debería comprobarse cada cierto tiempo, especialmente cuando se haga algún cambio en el procedimiento o en la instrumentación.

NOTA 1 – En la Norma ISO 140-2 se dan requisitos numéricos para la repetibilidad.

NOTA 2 – Dado que el aislamiento acústico de ventanas y elementos de fachada pequeños depende de las dimensiones, el aislamiento acústico en la práctica puede diferir considerablemente si una construcción tiene un área diferente de la ensayada en el laboratorio. Es poco probable que las muestras (especialmente hojas de ventana) cuyas áreas estén en una relación 2:1 muestren diferencias de aislamiento acústico superiores a 3 dB en la magnitud global de aislamiento. Con un área superior a la que se ha ensayado suele resultar un aislamiento acústico inferior.

### 7.2 Método del altavoz para elementos

Si la variación de los niveles de presión sonora entre las distintas posiciones exteriores de micrófono es inferior a 10 dB, el valor del índice de reducción sonora aparente  $R'_{45^\circ, W}$  obtenido por este método, puede ser de 0 dB a 2 dB superior al valor del índice de reducción sonora en el laboratorio  $R_W$ , admitiendo que las condiciones de montaje, incluido el tamaño del nicho y el tipo de muestra y su tamaño son idénticas. En las bandas de frecuencia discretas las desviaciones pueden ser superiores especialmente a frecuencias por debajo de 250 Hz. Además hay que tener en cuenta la reproducibilidad de tales mediciones. Como comparación, las mediciones en el laboratorio han mostrado tener una reproducibilidad, tal como se define en la Norma ISO 5725-1, de unos 2 dB para el valor  $R_W$ .

### 7.3 Método global del altavoz

Se ha observado que la reproducibilidad es de unos 2 dB.

### 7.4 Métodos del ruido de tráfico para elementos de fachada y global

Se desconocen las precisiones de los métodos del ruido de tráfico para elementos de fachada y global de fachada.

## 8 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Para la expresión de los resultados de aislamiento a ruido aéreo de un elemento de fachada o de una fachada, se deben dar valores de la diferencia de niveles estandarizada  $D_{nT}$ , o del índice de reducción sonora aparente  $R'$ , a todas las frecuencia de medición, con un decimal, en forma de tabla y/o de curva. Las gráficas del informe de la medición deben mostrar el nivel en decibelios en función de la frecuencia en escala logarítmica, usando las dimensiones siguientes:

- 5 mm para cada banda de tercio de octava;
- 20 mm para 10 dB.

Se da preferencia al uso de impresos de acuerdo con el anexo E. Este impreso de resultados, que constituye una versión abreviada del informe de la medición, incluye toda la información de importancia referente al objeto ensayado, al procedimiento de medición y a los resultados.

Si los valores por octavas se calculan a partir de los resultados en bandas de tercio de octava, se deben usar para cada octava los tres tercios de octava comprendidos en la misma, usando la ecuación:

$$X_{\text{oct}} = -10 \lg \left( \sum_{n=1}^3 \frac{10^{-X_{1/3\text{oct}}/10}}{3} \right) \quad (13)$$

donde  $X$  es la diferencia de nivel normalizada, la diferencia de nivel estandarizada o el índice de reducción sonora aparente.

## 9 INFORME DEL ENSAYO

El informe del ensayo debe contener los apartados siguientes:

- a) una referencia a esta parte de la Norma ISO 140;
- b) nombre de la organización que ha realizado la medición;
- c) identificación del lugar de ensayo (calle, urbanización etc.);
- d) nombre y dirección del peticionario, si existe;
- e) fecha de realización;
- f) descripción de la fachada o del elemento de fachada;
- g) volumen del local de recepción;
- h) área de la superficie de ensayo;
- i) índice de reducción sonora aparente, diferencia de niveles estandarizada, o diferencia de niveles normalizada, en función de la frecuencia y los correspondientes valores globales ponderados;
- j) información del ruido de fondo;
- k) indicación del método de ensayo seguido;
- l) indicación de cualquier desviación respecto a esta parte de la Norma ISO 140.

Para la obtención de los valores globales ponderados, véase la Norma ISO 717-1.

**ANEXO A (Normativo)**

**DETERMINACIÓN DEL ÁREA  $S$**

Cuando se determina el índice de reducción sonora de un elemento de fachada, por ejemplo, de una ventana o de una puerta, el área  $S$  es igual al área de la apertura total donde están montadas la ventana o la puerta. En el informe de la medición debe darse el valor  $S$  usado.

Cuando se determina el índice de reducción sonora de la fachada completa de un local de recepción, el área  $S$  es igual al área de la parte de fachada que se ve desde el local de recepción.

**ANEXO B (Normativo)****CONTROL DE LA TRANSMISIÓN SONORA A TRAVÉS  
DE LA PARED CIRCUNDANTE DE LA MUESTRA DE ENSAYO**

Se cubre la muestra y solamente la muestra por la parte interior con una capa de lana mineral de 10 cm de espesor con dos capas, como mínimo, de yeso cartón de 13 mm de espesor, y se mide entonces el aislamiento acústico. Si resulta una mejora del aislamiento acústico inferior a 6 dB en todo el rango de frecuencias o en partes del mismo, la transmisión a través de la pared circundante es inaceptablemente alta. En tal caso no se pueden hacer comparaciones precisas con las mediciones del laboratorio en las frecuencias donde la mejora es inferior a 6 dB.

## ANEXO C (Informativo)

### EJEMPLOS DE VERIFICACIÓN DE LOS REQUISITOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO

#### C.1 Evaluación de una muestra de ensayo

Para comprobar si una muestra de ensayo es idéntica a una ensayada en el laboratorio, pueden realizarse las siguientes comprobaciones:

- tipo de construcción de la ventana;
- espesor y tipo de vidrios;
- número de hojas;
- espesor de la cavidad de aire entre hojas;
- tipo de gas en unidades de vidrios selladas;
- número de sellamientos;
- existencia de sellamientos contra polvo (en ventanas entre los bastidores acoplados);
- tipo y material de los bastidores.

#### C.2 Verificación del montaje

Para asegurar que el montaje se ha realizado conforme a las instrucciones del fabricante, puede realizarse uno o varios de los ensayos siguientes:

- examen visual;
- desmontaje total o parcial;
- comprobación acústica, por ejemplo, ensayando la muestra cuando se ha sellado con cinta adhesiva la unión del marco a la fachada. Si hay diferencia en el aislamiento acústico, es que hay fugas.

## ANEXO D (Informativo)

## MEDICIONES CON RUIDO DE TRÁFICO DE AERONAVES Y DE TRENES

**D.1 Introducción**

El ruido del tráfico de aeronaves en las proximidades de aeropuertos normalmente penetra en los edificios a través de múltiples caminos diferentes durante cada operación de vuelo. Todo esto sucede a la vez que cambia la composición frecuencial del ruido. Por consiguiente los métodos descritos de la medición del aislamiento del ruido de tráfico aéreo en edificios se basan en descriptores que integran temporalmente el ruido. Se trata aquí a la vez el ruido de trenes por tener una figura temporal semejante.

**D.2 Generalidades**

Se describen dos métodos, el método para elementos de edificación y el método global.

El método para elementos da una estimación del índice de reducción sonora aparente que, bajo circunstancias especificadas, puede usarse para estimar la reducción sonora de un elemento particular de la edificación. No obstante este método debe usarse con cuidado puesto que se desconoce la precisión de la medición.

El método global cuantifica el aislamiento a ruido aéreo de la fachada completa e incluso de un edificio en relación a la posición 2 m frente a la fachada. Este resultado no puede compararse con las mediciones en el laboratorio.

**D.3 Definiciones**

Para los fines de este anexo, son válidas la siguientes definiciones.

**D.3.1 nivel de exposición sonora:** El nivel de exposición sonora de un suceso sonoro discreto viene dado por la ecuación (D.1):

$$L_E = 10 \lg \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \quad (D.1)$$

donde

$p(t)$  es la presión sonora instantánea;

$t_2 - t_1$  es un intervalo de tiempo suficientemente largo para incluir todos los sonidos significativos de un suceso dado;

$p_0$  es la presión acústica de referencia,  $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ ;

$t_0$  es la duración de referencia,  $t_0 = 1 \text{ s}$ .

NOTA – Al nivel de exposición sonora se le llama también "nivel de presión sonora del suceso".

**D.3.2 diferencia de niveles de exposición sonora,  $D_{E2m}$ :** Es la diferencia entre el nivel de exposición sonora exterior,  $L_{E1,2m}$ , y el promedio espacial del nivel de exposición sonora,  $L_{E2}$ , en el local de recepción:

$$D_{E2m} = L_{E1,2m} - L_{E2} \quad (D.2)$$

NOTA – Si se usa tráfico aéreo como fuente de ruido, el símbolo es  $D_{at,E2m}$  y si se usa ruido de trenes  $D_{rt,E2m}$ .

**D.3.3 diferencia de niveles de exposición sonora estandarizada,  $D_{E2m,nT}$ :** Es la diferencia de niveles correspondientes a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el local de recepción:

$$D_{E2m,nT} = D_{E2m} + 10 \lg \left( \frac{T}{T_0} \right) \text{ dB} \quad (\text{D.3})$$

donde  $T_0 = 0,5$  s.

NOTA – Si se usa ruido de aeronaves como fuente de ruido, el símbolo a usar es  $D_{at,E2m,nT}$  y si se usa ruido de trenes  $D_{rt,E2m,nT}$ .

**D.3.4 diferencia de niveles de exposición sonora normalizada,  $D_{E2m,n}$ :** Es la diferencia de niveles correspondientes a un valor de referencia del área de absorción en el local de recepción:

$$D_{E2m,n} = D_{E2m} - 10 \lg \left( \frac{A}{A_0} \right) \text{ dB} \quad (\text{D.4})$$

donde  $A_0 = 10 \text{ m}^2$ .

NOTA – Si se usa ruido de aeronaves como fuente de ruido, el símbolo a usar es  $D_{at,E2m,n}$  y si se usa ruido de trenes  $D_{rt,E2m,n}$ .

**D.3.5 índice de reducción sonora aparente,  $R'_{at,s}$ :** Es la medida del aislamiento al ruido aéreo de un elemento de edificación cuando la fuente sonora es el ruido de aeronaves y el micrófono exterior está posicionado en la superficie de ensayo. Se calcula mediante la ecuación (D.5):

$$R'_{at,s} = L_{E1,s} - L_{E2} + 10 \lg \left( \frac{S}{A} \right) \text{ dB} - 3 \text{ dB} \quad (\text{D.5})$$

donde

$L_{E1,s}$  es el valor promedio del nivel de exposición sonora en la superficie de la muestra, incluyendo los efectos de la reflexión en la muestra y en la fachada;

$L_{E2}$  es el valor promedio del nivel de exposición sonora en el local de recepción;

$S$  es el área de la superficie de la muestra;

$A$  es el área de absorción sonora equivalente del local de recepción.

**D.3.6 índice de reducción sonora aparente,  $R'_{rt,s}$ :** Es la medida del aislamiento al ruido aéreo de un elemento de edificación cuando la fuente sonora es el ruido de trenes y el micrófono exterior está posicionado en la superficie de ensayo. Se calcula mediante la ecuación (D.6):

$$R'_{rt,s} = L_{E1,s} - L_{E2} + 10 \lg \left( \frac{S}{A} \right) \text{ dB} - 3 \text{ dB} \quad (\text{D.6})$$

donde

$L_{E1,s}$  es el valor promedio del nivel de exposición sonora en la superficie de la muestra, incluyendo los efectos de la reflexión en la muestra y en la fachada;

$L_{E2}$  es el valor promedio del nivel de exposición sonora en el local de recepción;

$S$  y  $A$  son las magnitudes indicadas en D.3.5.

## D.4 Instrumentación

Véase 4.1.

## D.5 Mediciones

### D.5.1 Generalidades

Se usan como fuentes sonoras el ruido de aeronaves o el de trenes. Se miden simultáneamente los niveles de presión sonora exteriores e interiores en posiciones especificadas y a partir de ellos se calcula el descriptor de ruido adecuado.

### D.5.2 Requisitos del ensayo

Los niveles de presión sonora debidos al tráfico, tanto exteriores como interiores, deben ser suficientes como para garantizar que las mediciones no estén afectadas por el ruido de fondo dentro del rango de frecuencias de interés.

### D.5.3 Rango de frecuencias

Si las mediciones se hacen en bandas de tercio de octava, se utilizan, como mínimo, las bandas con frecuencias centrales desde 100 Hz a 3 150 Hz, y preferentemente entre 50 Hz y 5 000 Hz. Si las mediciones se hacen en octavas se deben usar, como mínimo, las bandas con frecuencias centrales desde 125 Hz a 2 000 Hz, y preferentemente desde 63 Hz a 4 000 Hz.

### D.5.4 Método para elementos

**D.5.4.1 Generalidades.** Si el objetivo de la mediciones es comparar los resultados con mediciones en laboratorio o que sean representativos de un elemento de fachada, hay que seguir en lo posible el procedimiento indicado en 5.6. Si por razones prácticas no es aplicable ese procedimiento, el método del ruido de tráfico constituye una alternativa. No obstante, en todos los casos, deben cumplirse todas las especificaciones dadas en 5.6.1.

NOTA – En algunas circunstancias puede ser necesario aplicar el método de ruido de tráfico de aeronaves o de trenes para elementos aunque no se cumplan todos los requisitos especificados en esta parte de la Norma ISO 140. En este caso se deberían indicar todas las desviaciones en el informe de la medición.

**D.5.4.2 Generación del campo sonoro.** No hay restricciones diferentes de las indicadas en D.5.2.

**D.5.4.3 Medición del nivel de exposición sonora.** Se coloca el micrófono en el exterior de la muestra según las especificaciones de 5.6.2. Si la fachada es plana sin grandes retranqueos ni balconadas, hay que usar tres posiciones de micrófono asimétricamente distribuidas en la superficie de ensayo. Si la fachada tiene grandes retranqueos o balconadas, hay que usar cinco posiciones de micrófono. Se mide el nivel de exposición sonora para cinco sucesos de ruido como mínimo. El micrófono se puede cambiar de posición entre cada dos sucesos de ruido. El nivel de exposición sonora para el suceso  $i$  se expresará con  $L_{Ei,s}$ .

En el local de recepción se usa un mínimo de cinco posiciones de micrófono uniformemente distribuidas en el máximo espacio posible dentro del permitido en el local. Se puede usar un micrófono móvil en los casos en que la duración del suceso de ruido sea igual a superior al periodo de la trayectoria del micrófono. Para los micrófonos móviles, el radio de barrido debe ser de 0,7 m, como mínimo. El plano de la trayectoria debe ser inclinado para cubrir una amplia porción del espacio permitido del local y no debe formar con cualquier superficie del local ángulos inferiores a  $10^\circ$ . La duración de cada trayectoria debe ser de 15 s como máximo.

Las distancias de separación que siguen son valores mínimos que deberían superarse siempre que sea posible:

- 0,7 m entre posiciones de micrófonos;
- 0,5 m entre cualquier posición de micrófono y las superficies límites de la habitación u objetos;
- 1,0 m entre cualquier posición de micrófono y la muestra.

Se mide el nivel de exposición sonora para los mismos sucesos que para las mediciones en el exterior. Si se usan posiciones de micrófono discretas, se permite usar una posición para cada posición del micrófono exterior. El nivel de exposición sonora para el suceso  $i$  se expresa mediante el símbolo  $L_{E2i}$ .

**D.5.4.4 Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción sonora equivalente.** Se procede como se indica en 5.5.4.

**D.5.4.5 Cálculo de los resultados de medición.** Se calcula el índice de reducción sonora aparente  $R'_{at,s}$  o bien  $R'_{rt,s}$  y el índice global aparente de reducción sonora  $R'_{at,s,w}$  o bien  $R'_{rt,s,w}$  de acuerdo al método dado en la Norma ISO 717-1. Si se han usado varios sucesos de ruido, hay que calcular el índice de reducción sonora aparente para cada uno de ellos, haciendo el promedio según la ecuación:

$$R'_s = -10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum 10^{-R'_i/10} \right) \text{ dB} \quad (\text{D.7})$$

donde

$n$  el número de sucesos de ruido;

$R'_i$  el valor del índice de reducción sonora para el  $i$ -ésimo suceso de ruido.

NOTA – El índice de reducción sonora aparente puede usarse solamente para estimar el aislamiento acústico de un elemento de fachada particular donde no hay transmisión lateral significativa.

## D.5.5 Método global

**D.5.5.1 Generación del campo sonoro.** No hay restricciones diferentes de las indicadas en D.5.2.

**D.5.5.2 Medición del nivel de exposición sonora.** Se coloca el micrófono exterior en el centro de la fachada, a una distancia de  $(2,0 \pm 0,2)$  m desde el plano de la fachada. El micrófono debe situarse a una altura de 1,5 m sobre el suelo del local de recepción.

Si la mayor parte de la fachada es una construcción inclinada, tal como vertientes de tejados, hay que elegir una posición cuya distancia a la fachada sea como mínimo igual a la distancia de su proyección a la parte vertical de la fachada. Si el local considerado tiene más de una pared exterior, hay que posicionar el micrófono frente a la fachada que tenga el mayor nivel de ruido exterior. El nivel de presión sonora medido se representará por  $L_{E1,2m}$ .

NOTA 1 – A causa de fenómenos de interferencia incontrolados, pueden cometerse errores sistemáticos, especialmente a bajas frecuencias.

NOTA 2 – Cuando se use ruido de tráfico de aeronaves como fuente de ruido, sucede a menudo que el micrófono exterior está apantallado en modo distinto a cuando está en la fachada. En estos casos pueden ocurrir diferencias sistemáticas, en comparación a los casos en que no se da esta circunstancia.

Las mediciones en el local de recepción deben hacerse según el apartado 5.5. Si se usan posiciones discretas del micrófono, se permite usar una posición para cada suceso de ruido.

Se mide el nivel de exposición sonora para cinco sucesos de ruido, como mínimo.

NOTA 3 – Además de las mediciones en bandas de tercio de octava o de octava pueden realizarse mediciones directas, con la ponderación A.

**D.5.5.3 Medición del tiempo de reverberación y evaluación del área de absorción sonora equivalente.** Se procede según se indica en 5.5.4.

**D.5.5.4 Cálculo de los resultados de medición.** Si se han usado varios sucesos de ruido, se calcula la diferencia de niveles para cada uno de ellos, haciendo el promedio según la ecuación:

$$D_{E2m} = -10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum 10^{-D_i/10} \right) \text{ dB} \quad (\text{D.8})$$

donde

$n$  es el número de sucesos de ruido;

$D_i$  es la diferencia de niveles para el  $i$ -ésimo suceso de ruido.

## **D.6 Precisión**

Se desconoce la precisión de la medición por lo que los resultados deberían usarse con gran cautela.

Véase además el apartado 7.1.

## **D.7 Expresión de los resultados**

Véase la capítulo 8.

## **D.8 Informe del ensayo**

Véase la capítulo 9.

**ANEXO E (Informativo)**

**IMPRESO PARA EXPRESIÓN DE RESULTADOS PARA BANDAS DE TERCIO DE OCTAVA**

Este anexo da un ejemplo de impreso para la expresión de los resultados de la medición *in situ* del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachada y de fachadas. La curva de valores de referencia que se muestra en el impreso se ha tomado de la Norma ISO 717-1. Se aplica la última versión de esta norma. Las curvas de referencia deberían suplementarse o como mínimo reemplazarse por la curva de referencia desplazada de acuerdo al procedimiento descrito en la citada Norma ISO 717-1. Se da un ejemplo para  $R'_{45}$ , pero el impreso puede usarse para otras magnitudes de manera análoga.

**Índice de reducción sonora aparente conforme a la Norma ISO 140-5**  
**Mediciones in situ del aislamiento al ruido aéreo de elementos de fachada y de fachadas**

Cliente:

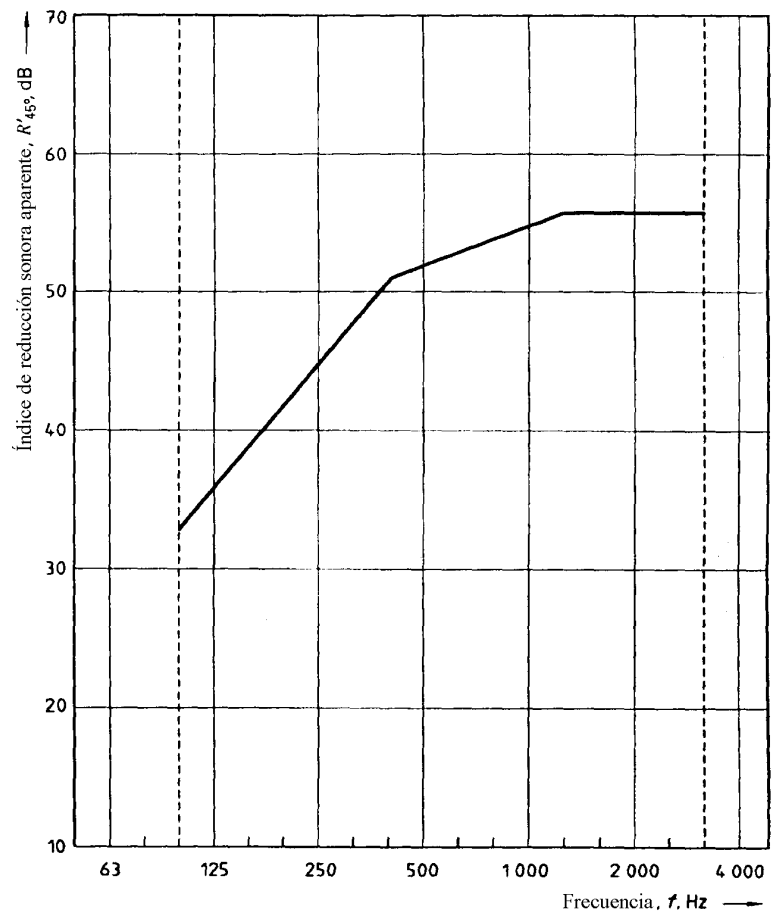
Fecha del ensayo:

Descripción e identificación de la construcción del edificio y del dispositivo de medición:

Área S de la muestra de ensayo: m<sup>2</sup>  
 Volumen del local de recepción: m<sup>3</sup>

----- Rango de frecuencia conforme a la  
 ————— curva de referencia (ISO 717-1)

Frecuencia f Hz	R' <sub>45°</sub> (tercios de octava) dB
50 63 80	
100 125 160	
200 250 315	
400 500 630	
800 1000 1250	
1600 2000 2500	
3150 4000 5000	



Valoración conforme a ISO 717-1:

R'<sub>45°w</sub> (C; C<sub>tr</sub>) = ( ; ) dB; C<sub>50-3150</sub> = dB; C<sub>50-5000</sub> = dB; C<sub>100-5000</sub> = dB

Evaluación basada en resultados de mediciones  
*in situ* obtenidos por un procedimiento  
 de ingeniería

C<sub>tr,50-3150</sub> = dB; C<sub>tr,50-5000</sub> = dB; C<sub>tr,100-5000</sub> = dB

Número del informe de medición:

Nombre del Instituto que realiza la medición:

Fecha:

Firma:

**ANEXO F (Informativo)**

**BIBLIOGRAFÍA**

- [1] ISO 140-10:1991 – *Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 10: Medición en el laboratorio del aislamiento al ruido aéreo de los elementos de construcción pequeños.*
- [2] ISO 5725-1:1994 – *Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición. Parte 1: Principios generales y definiciones.*

## ANEXO ZA (Normativo)

**REFERENCIAS NORMATIVAS A NORMAS INTERNACIONALES  
CON SUS CORRESPONDIENTES NORMAS EUROPEAS**

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. Las revisiones o modificaciones posteriores de cualquiera de las publicaciones referenciadas con fecha, sólo se aplican a esta norma europea cuando se incorporan mediante revisión o modificación. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición de esa publicación (incluyendo sus modificaciones).

<b>Norma Internacional</b>	<b>Fecha</b>	<b>Título</b>	<b>EN</b>	<b>Fecha</b>
ISO 140-2	1991	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 2: Determinación, verificación y aplicación de datos de precisión	EN 20140-2	1993
ISO 140-3	1985	Acústica. Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 3: Medición en laboratorio del aislamiento acústico al ruido aéreo de los elementos de construcción	EN ISO 140-3	1995
ISO 354	1985	Acústica. Medición de la absorción acústica en una cámara reverberante	EN ISO 354	1993
ISO 717-1	1996	Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de edificación. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo	EN ISO 717-1	1996

**ANEXO NACIONAL**

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

<b>Norma Internacional</b>	<b>Norma UNE</b>
ISO 140-2:1991	UNE-EN 20140-2:1994
ISO 140-3:1995	UNE-EN ISO 140-3:1995
ISO 354:1985	UNE-EN 20354:1994
ISO 717-1:1996	UNE-EN ISO 717-1:1997
CEI 60651:1979	UNE-EN 60651:1996
CEI 60804:1985	UNE-EN 60804:1996
CEI 61260:1995	UNE-EN 61260:1997

---

---

**AENOR** Asociación Española de  
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6  
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32