

A collection of approximately 15 squares in light blue, medium blue, and grey, arranged in a sparse, abstract pattern across the top half of the slide.

# Medición del aislamiento acústico

**Sergi Soler Rocasalbas**  
**[Sergi@aurea-acustica.com](mailto:Sergi@aurea-acustica.com)**

# Índice

1. **Introducción**
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1.
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada. ISO 16283-3.
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2.

# Introducción

La puesta en obra de cualquier solución constructiva tiene múltiples factores que pueden condicionar el aislamiento resultante, desde el diseño incorrecto hasta una mala ejecución o errores en el uso de los materiales prescritos.



Resulta necesario poder cuantificar el aislamiento conseguido tanto para regular el cumplimiento normativo como para comprobar la correcta puesta en práctica de lo prescrito.

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales  
ISO 16283-1
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada  
ISO 16283-3
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos  
ISO 16283-2

# Normas ISO16283, ISO10140 y ISO10848

## Medición del Aislamiento acústico

- Se podrían clasificar las diferentes partes de la normativa en función de:
  - In situ o en laboratorio
  - Tipo de aislamiento
- En una edificación se presentan diversos tipos de aislamientos acústicos, entre diferentes volúmenes y en condiciones distintas.
  - **UNE-EN ISO 16283**: Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción
- En laboratorio
  - **UNE-EN ISO 10140**: Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción
  - **UNE-EN ISO 10848**: Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo, del ruido de impacto entre recintos adyacentes.

# Normas ISO16283, ISO10140 y ISO10848

## Medición del Aislamiento acústico

Parte	Nombre
ISO 16283	Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción
ISO 16283-1	Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo
ISO 16283-2	Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos
ISO 16283-3	Parte 3: Aislamiento a ruido de fachada

# Normas ISO16283, ISO10140 y ISO10848

## Medición del Aislamiento acústico

Parte	Nombre
ISO 10140	Medición en laboratorio del aislamiento acústico de los elementos de construcción
ISO 10140-1	Parte 1: Reglas de aplicación para productos específicos
ISO 10140-2	Parte 2: Medición del aislamiento acústico al ruido de aéreo
ISO 10140-3	Parte 3: Medición del aislamiento acústico al ruido de impactos
ISO 10140-4	Parte 4: Procedimientos y requisitos de medición
ISO 10140-5	Parte 5: Requisitos para instalaciones y equipos de ensayo

# Normas ISO16283, ISO10140 y ISO10848

## Medición del Aislamiento acústico

Parte	Nombre
ISO 10848	Medida en laboratorio de la transmisión por flancos del ruido aéreo y del ruido de impacto entre recintos adyacentes
ISO 10848-1	Parte 1: Documento marco
ISO 10848-2	Parte 2: Aplicación a elementos ligeros cuando la unión tiene una influencia pequeña
ISO 10848-3	Parte 3: Aplicación a elementos ligeros cuando la unión tiene una influencia importante
ISO 10848-4	Parte 4: Aplicación a las juntas con al menos un elemento Tipo A



# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-1
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición. Procedimiento por defecto y procedimiento de baja frecuencia
  4. Niveles globales de aislamiento. ISO 717-1
  5. Ejemplos
  6. Expresión de los resultados
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada. ISO 16283-3
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2

# ISO16283-1. Objeto y campo de aplicación

- ISO 16283-1:2014: Medición *in situ* del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción.

## Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.

- Especifica los procedimientos para determinar el aislamiento acústico a ruido aéreo entre dos recintos en un edificio utilizando mediciones de presión acústica.
- Proporciona los valores del aislamiento acústico entre recintos, en **función de la frecuencia**. Estos valores se transforman en un **valor único** al aplicar la norma **ISO 717-1**.

# Índice

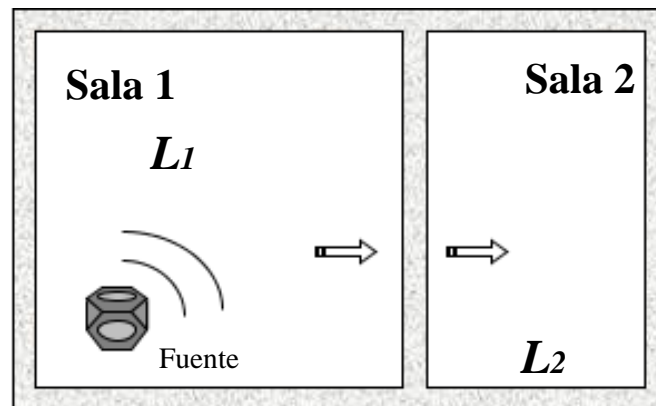
1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848
3. **Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-1
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición. Procedimiento por defecto y procedimiento de baja frecuencia
  4. Niveles globales de aislamiento. ISO 717-1
  5. Ejemplos
  6. Expresión de los resultados
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada. ISO 16283-3
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2

# ISO16283-1. Índices de medición

- **Generalidades**

Para determinar el aislamiento acústico a ruido aéreo entre dos recintos, se elige uno de ellos como recinto fuente (en el que se ubica el o los altavoces) y otro como recinto receptor.

Deben realizarse diversas mediciones del nivel de presión en cada recinto. Para calcular el nivel global  $L$  (ya sea  $L_1$  o  $L_2$ ) debe calcularse el promedio energético de los niveles de presión obtenidos en las diferentes mediciones.



# ISO16283-1. Índices de medición

- **Diferencia de nivel, D**

Diferencia en los niveles de presión acústica promediados energéticamente entre los recintos fuente y receptor, con uno o más altavoces en el recinto fuente, que se calcula haciendo uso de la fórmula:

$$D = L_1 - L_2$$

Donde  $L_1$  es el promedio energético de los diferentes niveles de presión medidos en la sala emisora y  $L_2$  es el promedio energético de los diferentes niveles de presión medidos en la sala receptora.

$$L = 10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n 10^{\frac{L_j}{10}} \right) dB$$

$L_j$  son los niveles de presión sonora  $L_1$  a  $L_n$  en  $n$  posiciones diferentes dentro de un recinto.

Habrà que definir cuales son las posiciones de medición (posiciones de micrófono).

# ISO16283-1. Índices de medición

- **Diferencia de nivel, D**

La diferencia de nivel no determina la protección aportada por los elementos constructivos, ya que su valor depende del tiempo de reverberación del recinto receptor.

Pero resulta ser una información interesante para la programación de limitadores acústicos, para conocer la protección al receptor real del caso concreto (y con el mobiliario concreto).

No se puede calcular su valor global porque ISO 717 no lo define.

# ISO16283-1. Índices de medición

- **Diferencia de nivel estandarizada, DnT**

Diferencia de nivel que se normaliza a un valor de referencia del tiempo de reverberación en el recinto receptor.

$$D_{nT} = D + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right) dB$$

D: Diferencia de niveles

T: Tiempo de reverberación en el recinto receptor

T<sub>0</sub>: Tiempo de reverberación de referencia, para viviendas T<sub>0</sub>=0,5seg.

Se ha encontrado que el RT en habitaciones amuebladas es razonablemente independiente de la frecuencia y del volumen, siendo aproximadamente igual a 0,5 seg.

# ISO16283-1. Índices de medición

- **Diferencia de nivel estandarizada, DnT**

Si los recintos tienen volúmenes distintos **el de mayor volumen será el emisor.**

DnT depende de la dirección de la transmisión sonora si los recintos fuente y receptor tienen diferentes volúmenes; DnT será más elevado cuando el recinto fuente sea menor al recinto receptor. Por este motivo, para mostrar la conformidad con un valor mínimo de aislamiento se requiere utilizar el recinto más pequeño como recinto receptor.

DnT proporciona una relación sencilla con la **impresión subjetiva** del aislamiento a ruido aéreo.

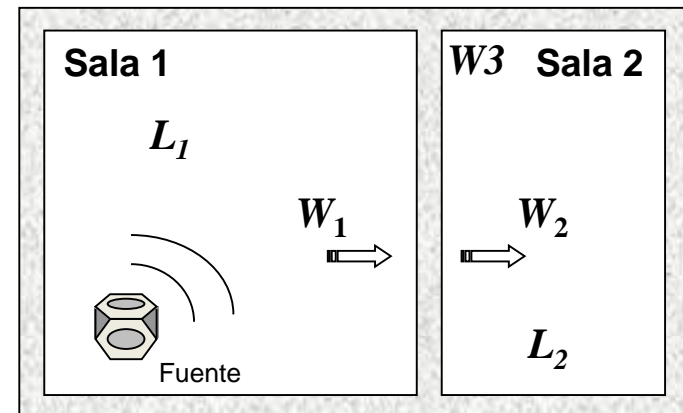


# ISO16283-1. Índices de medición

- Índice de reducción sonora aparente,  $R'$

Diez veces el logaritmo decimal del cociente entre la **potencia acústica incidente sobre la pared de ensayo** y la **potencia acústica total transmitida** al recinto receptor.

$$R' = 10 \log \left( \frac{W_1}{W_2 + W_3} \right) dB$$



$W_1$ : potencia acústica incidente sobre la muestra de ensayo

$W_2$ : potencia acústica transmitida a través de la muestra de ensayo

$W_3$ : potencia sonora transmitida a través de los elementos laterales o de otros componentes

# ISO16283-1. Índices de medición

- Índice de reducción sonora aparente,  $R'$

El índice de reducción acústica sonora aparente se evalúa como:

$$R' = D + 10 \log \left( \frac{S_m}{A} \right) dB$$

D: diferencia de niveles

$S_m$ : superficie en común

A: área de absorción equivalente de la sala receptora

- La relación entre esta fórmula y la fórmula de  $R'$  anterior sólo es exacta para **campos suficientemente difusos** en ambos recintos.
- $R$  se utiliza para mediciones de laboratorio, donde  $W_3=0$ .
- $R'$  se puede utilizar para comparar mediciones de campo con mediciones en laboratorio.
- $R'$  **no** es buen índice para situaciones en que **no hay superficie común**.
- En comparación con  $D_{nT}$ ,  $R'$  tiene una relación más débil con la impresión subjetiva del aislamiento a ruido aéreo.

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848
3. **Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-1
  2. Definición de los índices de medición
  3. **Procedimiento de medición. Procedimiento por defecto y procedimiento de baja frecuencia**
  4. **Niveles globales de aislamiento. ISO 717-1**
  5. **Ejemplos**
  6. **Expresión de los resultados**
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada. ISO 16283-3
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2

# ISO16283-1. Procedimiento de medición

- **Equipo y disposición del ensayo. Instrumentación**
  - Calibración: Al principio y al final de cada sesión de mediciones y al menos al principio y al final de cada día de mediciones, mediante un **calibrador acústico**. La diferencia entre medidas consecutivas debe ser inferior a 0,5dB
  - Verificación: El cumplimiento de los requisitos pertinentes del instrumento de medición del nivel de presión acústica, de los filtros y del calibrador acústico, se debe verificar mediante la existencia de un certificado de conformidad válido, realizado por un laboratorio acreditado o autorizado a nivel nacional.
  - En mediciones con sonómetros para medidas en campo sonoro de ondas planas progresivas se deberán aplicar las **correcciones para campo sonoro difuso**.

# ISO16283-1. Procedimiento de medición

- **Equipo y disposición del ensayo. Instrumentación**
  - Rango de frecuencias:
    - Tercios de octava de 100Hz a 3150Hz.
    - Para información complementaria a baja frecuencia: 50Hz, 63Hz y 80Hz.
    - Para información complementaria a alta frecuencia: 4000Hz y 5000Hz.
  - Generalidades:
    - Recinto fuente (contiene la(s) fuente(s)): nivel con la fuente en funcionamiento (L1).
    - Recinto receptor: nivel con la fuente en funcionamiento (L2), nivel de ruido de fondo y tiempos de reverberación.
  - Procedimientos:
    - **Procedimiento por defecto**: a partir de 100Hz.
    - **Procedimiento de baja frecuencia**: si desea evaluarse el aislamiento en las bandas de baja frecuencia (50Hz, 63Hz y 80Hz) y el recinto fuente y/o receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

# ISO16283-1. Procedimiento de medición

- **Elección del recinto fuente y del recinto receptor**

Si los recintos tienen volúmenes diferentes, se debería **escoger el recinto de mayor volumen** como el recinto fuente cuando se tenga que evaluar la diferencia de nivel estandarizada, aparte de las excepciones a) y b) descritas a continuación:

a) Para mediciones horizontales donde uno o más recintos tienen un volumen simple bien definido (es decir, un recinto en forma de caja) mientras que el otro tiene una geometría más compleja, se debería usar el primero como recinto receptor, incluso si es el mayor de los dos recintos.

b) Solo se puede utilizar el recinto superior como recinto fuente cuando el altavoz omnidireccional está colocado a una distancia suficiente del suelo para prevenir una excitación significativa del suelo por parte del sonido directo. El soporte del altavoz debería colocarse sobre un material elástico para prevenir la entrada de potencia acústica estructural al suelo.

# ISO16283-1. Procedimiento de medición

- **Cálculo de los volúmenes del recinto**

A la hora de calcular el volumen del recinto, los volúmenes de los objetos en el recinto **receptor** con superficies cerradas no absorbentes, como armarios roperos, armarios y cajas de instalaciones, no se deberían incluir en el volumen total del recinto **receptor**.

Los volúmenes considerados van **de 10m<sup>3</sup> a 250m<sup>3</sup>**.

# ISO16283-1. Procedimiento de medición

- **Procedimientos**

La principal novedad de la ISO es que incorpora un método de medición específico para determinar el aislamiento a baja frecuencia y en recintos de tamaño reducido.

Se detallan pues dos procedimientos:

- **Procedimiento por defecto**. Se realiza siempre.
- **Procedimiento de baja frecuencia**. Se realizará ocasionalmente.



# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Generalidades**

Las mediciones del nivel de presión acústica se utilizan para determinar el nivel promedio en la zona central del recinto fuente y del recinto receptor con el(los) altavoz(es) encendido, y el nivel del ruido de fondo en el recinto receptor cuando el altavoz está apagado.

El sonido se debe generar en el recinto fuente haciendo uso de altavoces funcionando de manera simultánea en al menos dos posiciones, o de un único altavoz movido a al menos dos posiciones.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Generación de campo acústico**

Generar **ruido estacionario y continuo** en todo el rango frecuencial considerado.

Si se utiliza un ruido de banda ancho, (se recomienda blanco), se puede ajustar para tener una **SNR conveniente en alta frecuencia**.

En todo caso el ruido emitido debe cumplir **no tener diferencias de nivel mayores a 8dB entre bandas de tercio de octava adyacentes**, al menos por encima de 100Hz (para ello puede utilizarse un ecualizador gráfico). En situaciones donde no se pueda llegar a esto con una fuente de ruido de banda ancha, se deben utilizar las mediciones en serie en bandas de un tercio de octava con ruido limitado en banda.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Generación de campo acústico**

La potencia de la fuente debe ser la suficiente para que el nivel de presión acústica en el recinto receptor sea, al menos, **10dB mayor que el nivel de ruido de fondo** en cualquier banda de frecuencia  
→ en caso contrario se realizaran correcciones.

El **altavoz** debe ser **omnidireccional**.  
(Especificaciones en Anexo A)

Si se utiliza una única fuente, como mínimo **se colocará en dos posiciones**.  
Consideraciones si se utiliza más de una fuente.



# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Posiciones de altavoz**

- Distancia entre límites de recinto y altavoz  $\geq 0,5\text{m}$ .
- Distancia entre elemento de separación y altavoz  $\geq 1\text{m}$  (para que la radiación directa sobre el elemento no sea predominante).
- Las diferentes posiciones de altavoz **no se deben colocar dentro de los planos paralelos a los límites del recinto** que estén a menos de 0,7m el uno del otro (para no medir en posiciones afectadas por los mismos modos propios). La distancia entre las diferentes posiciones debe ser de al menos 0,7m. Al menos dos posiciones deben estar al menos a 1,4m la una de la otra.
- Al medir el aislamiento a ruido aéreo de un suelo con el(los) altavoz(es) en el recinto superior, la base del(de los) altavoz(es) debe estar al menos a 1m por encima del suelo (para que la radiación directa sobre el elemento no sea predominante).

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Posiciones de micrófono fijas. Operador**

El operador puede no estar en el recinto (con el micrófono en trípode) o estar en el recinto (con el micrófono en trípode o utilizando micrófono manual). El tronco del cuerpo del operador debe permanecer a una distancia de al menos un brazo.

En caso de conflicto se debe tomar como resultado de referencia el aislamiento acústico a ruido aéreo determinado mediante los métodos de medición sin operador en el interior del recinto fuente y/o recinto receptor. Nota de la ISO:

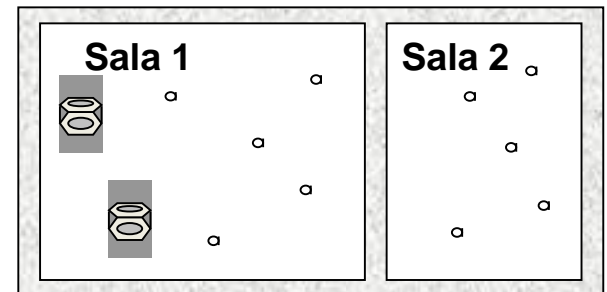
NOTA 3 Se define un resultado de referencia por dos motivos. Primero, porque un operador aportará absorción adicional en el recinto fuente que no está presente cuando el operador está realizando las mediciones en el recinto receptor. Esto cambia potencialmente el campo acústico que se mide en ambos recintos, a pesar de que en muchas situaciones el efecto será insignificante. En segundo lugar, el nivel del ruido de fondo con el barrido manual es propenso a variaciones en el ruido autogenerado por parte del operador que no suele producirse con micrófonos fijos o con un micrófono de movimiento continuo mecanizado.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Posiciones de micrófono fijas**

Número de mediciones:

- Cuando múltiples altavoces funcionan de manera simultánea, mínimo cinco posiciones de micrófono en cada recinto.
- Cuando se utiliza un único altavoz, mínimo cinco posiciones de micrófono en cada recinto (pueden ser diferentes) por cada posición de altavoz.
- Distribuidas dentro del espacio máximo permitido, pero siguiendo las ideas de los Anexos D y E.
- No deben haber dos posiciones de micrófono situadas en el mismo plano con respecto a los límites del recinto.
- Las posiciones no deben ser las de una retícula.



# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Posiciones de micrófono fijas.**

## **Múltiples altavoces**

Procedimiento a seguir:

- Se miden los niveles de presión acústica tanto en el recinto fuente como en el recinto receptor.
- Se mide el ruido de fondo en el recinto receptor (puede hacerse antes o después de medir los niveles de presión).
- Se calcula el nivel de presión acústica promediado energéticamente tanto en el recinto fuente como en el recinto receptor.
- En caso necesario, se realizan las correcciones por ruido de fondo.
- Se calcula  $D_{nT}$  o  $R'$ .

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Posiciones de micrófono fijas.**

- Altavoz único funcionando en más de una posición**

- Procedimiento a seguir:

- Se mide el ruido de fondo en el recinto receptor (puede hacerse antes o después de medir los niveles de presión).
    - Se miden los niveles de presión acústica tanto en el recinto fuente como en el recinto receptor para la primera posición de altavoz.
    - Se calcula el nivel de presión acústica promediado energéticamente tanto en el recinto fuente como en el recinto receptor para la primera posición de altavoz.
    - En caso necesario, se realizan las correcciones por ruido de fondo.
    - Se calcula  $D_{nT}$  o  $R'$ .
    - **Se repite el proceso para la(s) otra(s) posición(es) de altavoz.**



# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Posiciones de micrófono fijas.**

## **Altavoz único funcionando en más de una posición**

Se calcula la diferencia de nivel normalizada o el índice de reducción acústica aparente como promedio de los resultados de todas las posiciones de fuente:

$$D_{nT} = -10 \log \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{-\frac{D_{nT,j}}{10}} \right) dB$$

$$R' = -10 \log \left( \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m 10^{-\frac{R'_j}{10}} \right) dB$$

$m$  es el número de posiciones de altavoz

$D_{nT,j}$  es la diferencia de nivel normalizada para la jésima posición de altavoz.

$R'_j$  es la diferencia de nivel normalizada para la jésima posición de altavoz.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Micrófono en movimiento**

Se permite el uso de un micrófono en movimiento.

Puede ser:

- Micrófono de movimiento continuo mecanizado
- Micrófono de barrido manual

Estos métodos pueden presentar mayores niveles de ruido de fondo.

Si el aislamiento a medir es elevado a priori parece arriesgado utilizar estos métodos en lugar del de las posiciones de micrófono fijas.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Micrófono de movimiento continuo mecanizado**

Velocidad angular constante a lo largo de un círculo.

- Radio  $\geq 0.7\text{m}$
- Plano inclinado ( $\geq 10^\circ$  de cualquier superficie)
- Duración del recorrido  $\geq 15\text{s}$  (la medida será más...)

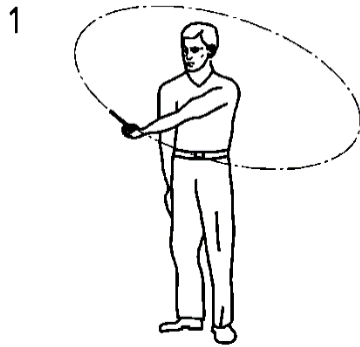


Tanto para la medida con múltiples altavoces funcionando de manera simultánea como para la medida con altavoz único funcionando en más de una posición con una única posición de micrófono de movimiento continuo mecanizado sirve. “Al menos una” y “se puede cambiar” para cada posición de altavoz.

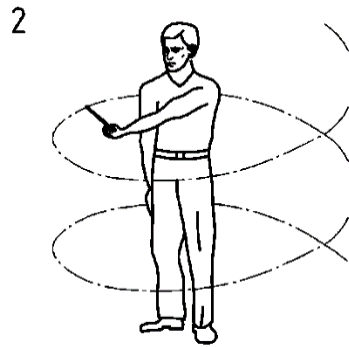
# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Micrófono de barrido manual**

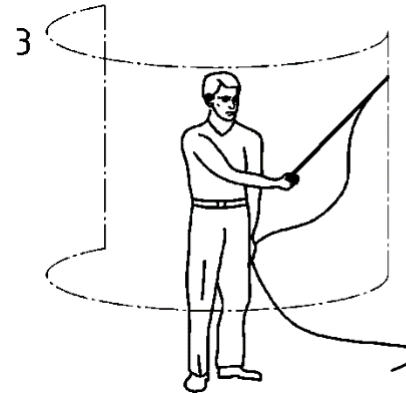
Posibles trayectorias:



Círculo



Helicoide

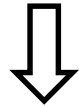


Cilíndrica



Semicírculos

Recomendada por  
la ISO



Pueden ser diferentes en el recinto fuente y en el recinto receptor

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Micrófono de barrido manual / Círculo**

El operador debe estar de pie sujetando el micrófono o el sonómetro con el brazo extendido a la vez que gira el cuerpo en un ángulo de  $270^{\circ}$  a  $360^{\circ}$ . El plano del círculo debe estar inclinado para cubrir una gran parte del espacio permitido del recinto y no debe situarse en ningún plano menor de  $10^{\circ}$  desde cualquier superficie del recinto (pared, suelo o techo). Si es necesario, se puede poner de rodillas para disminuir la altura total del micrófono; esto habría que hacerlo siempre que se repite la trayectoria en otra posición en el recinto.

Para minimizar el ruido del operador, puede ser conveniente pausar las mediciones a mitad de trayectoria, de manera que el operador pueda cambiar la posición del cuerpo antes de seguir con el barrido.

El operador debe procurar conseguir una velocidad angular constante durante el barrido. La velocidad angular máxima debe ser de aproximadamente  $20^{\circ}$  por segundo.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Micrófono de barrido manual / Helicoide**

El operador sostiene el micrófono o el sonómetro con el brazo extendido en una posición inicial situada 0,5 m por encima del suelo y a continuación gira el cuerpo como mínimo dos veces a 360° desde la posición de cuclillas hasta la posición de pie, finalizando con el micrófono en una posición no más alejada de 0,5 m del techo. Para minimizar el ruido del operador, puede ser conveniente pausar las mediciones a mitad de trayectoria, de manera que el operador pueda cambiar la posición del cuerpo antes de seguir con el barrido.

El operador debe procurar conseguir una velocidad angular constante durante el barrido. La velocidad angular máxima debe ser de aproximadamente 20° por segundo.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Micrófono de barrido manual / Cilíndrica**

El operador debe utilizar de 0,3 m a 0,9 m una varilla de prolongación para sujetar el micrófono. Para un operador diestro, la trayectoria comienza 0,5 m por encima del suelo desde una posición aproximada de  $90^\circ$  a la izquierda, donde la varilla hace el barrido en una trayectoria circular paralela al suelo para cubrir un ángulo de aproximadamente  $220^\circ$ . El barrido continua verticalmente de manera ascendente a lo largo de una línea recta hasta que el micrófono esté a 0,5 m del techo, tras lo cual otro barrido circular cubre aproximadamente  $220^\circ$  en la dirección opuesta, antes de descender al punto inicial por una línea recta vertical. Para un operador zurdo, las direcciones se invierten.

Durante las secciones circulares de la trayectoria, el operador debe procurar obtener una velocidad angular constante.

La velocidad angular máxima debe ser de aproximadamente  $20^\circ$  por segundo, con una velocidad máxima de aproximadamente 0,25 m/s sobre las secciones rectas de la trayectoria.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Micrófono de barrido manual / Tres semicírculos**

El operador debe estar de pie sosteniendo el micrófono o el sonómetro con el brazo extendido, y trazar tres semicírculos con separaciones de aproximadamente  $45^{\circ}$  a  $60^{\circ}$ . El plano de cada semicírculo no debe estar en ningún plano que esté a menos de  $10^{\circ}$  desde cualquier superficie del recinto (pared, suelo o techo).

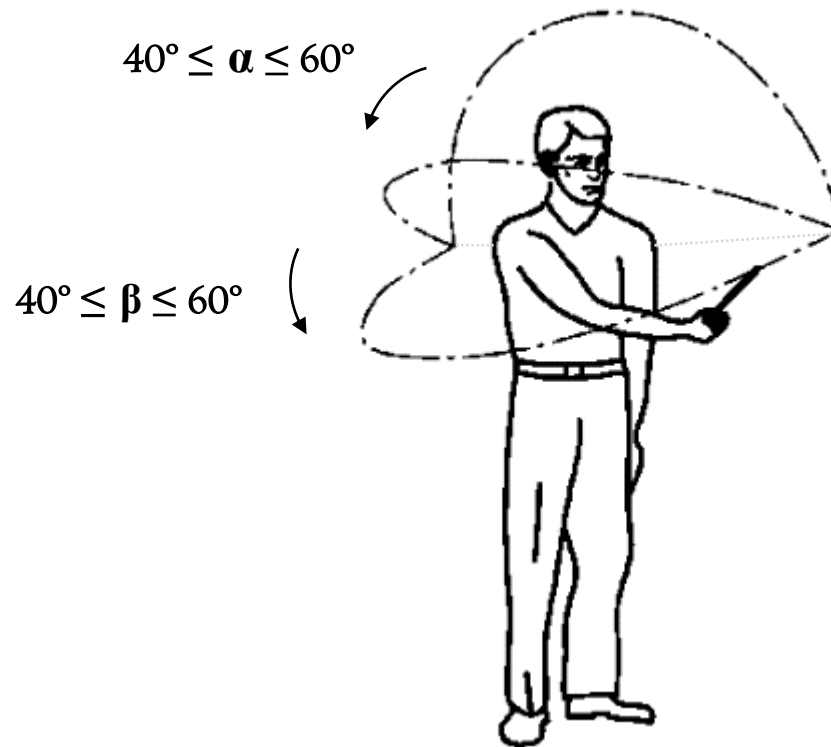
En caso necesario, el operador se puede poner de rodillas para reducir la altura total del micrófono; esto se debería hacer cuando la trayectoria se repite en otra posición en el recinto.

Para cada uno de los tres semicírculos, el operador debe procurar alcanzar una velocidad angular constante. La velocidad angular máxima debe ser de aproximadamente  $20^{\circ}$  por segundo.



# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- Micrófono de barrido manual / Tres semicírculos



# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Posiciones de micrófono**

Distancias mínimas:

- 0,7m entre posiciones de micrófono fijas.
- 0,5m entre posiciones de micrófono y límites del recinto.
- 1m entre cualquier posición de micrófono y la fuente.

Los dos últimos criterios sirven tanto para posiciones de micrófono fijas, como para micrófono de movimiento continuo mecanizado, como para micrófono de barrido manual.

# ISO16283-1. Procedimiento por defecto

- **Tiempo de promediado**

Posiciones de micrófono fijas:

- Al menos 6s en el rango de frecuencias de 100Hz a 400Hz.
- Para 500Hz a 5000Hz está permitido reducir el tiempo a no menos de 4s.
- Al menos 15s en el rango de frecuencias de 50Hz a 80Hz.

Micrófono de movimiento continuo mecanizado y barrido manual:

- El tiempo de promediado debe cubrir un número entero de trayectorias y debe ser de al menos 30s para 100Hz a 5kHz, y de 60s para 50Hz a 80Hz.

# ISO16283-1. Procedimiento de baja frecuencia

- **Generalidades**

El procedimiento de baja frecuencia se debe utilizar para las bandas de un tercio de octava de 50Hz, 63Hz y 80Hz en el recinto fuente y/o en el recinto receptor cuando su volumen es inferior a 25m<sup>3</sup>.

Las mediciones del nivel de presión acústica se realizan cerca de las esquinas del recinto para identificar la esquina con el nivel más elevado en cada banda. Esto se realiza en:

- a) El recinto fuente y/o el recinto receptor con el(los) altavoz(es) en funcionamiento para determinar el nivel de presión acústica de la esquina.
- b) En el recinto receptor cuando el altavoz está apagado para determinar el nivel de ruido de fondo.

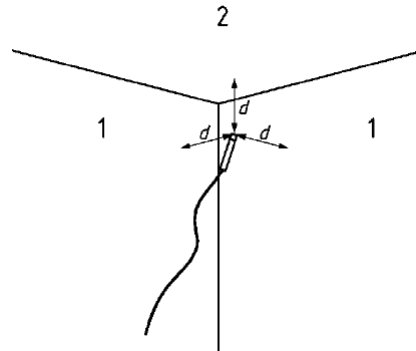
# ISO16283-1. Procedimiento de baja frecuencia

- **Posiciones del altavoz**

Las mismas posiciones que se utilizan para el procedimiento por defecto.

- **Posiciones del micrófono**

Un micrófono fijo en las esquinas del recinto a una distancia de 0,3m a 0,4m de cada límite del recinto en forma de esquina.



NOTA La distancia desde cada límite que forma la esquina no tiene por qué ser idéntica. Por ejemplo, se podría colocar a una distancia de 0,3 m de uno de los límites, a 0,35 m de otro de los límites y a 0,4 m del límite restante.

# ISO16283-1. Procedimiento de baja frecuencia

- **Posiciones del micrófono**

¿Qué consideramos esquina?

Las esquinas deben estar formadas por tres superficies que se cruzan (como paredes, puertas, ventanas, suelo o techo), cada una con un área de al menos 0,5 m<sup>2</sup>, perpendiculares entre sí, sin objetos tales como mobiliario a los 0,5 m de la esquina. Cuando esto no sea posible, se pueden usar esquinas formadas por tres superficies que se entrecrucen con ángulos entre 45° y 135° dos a dos y/o donde haya objetos próximos a las tres superficies y/o en las cuales un objeto, como por ejemplo un armario, forme una de las superficies.

- **Tiempo de promediado**

Al menos 15s.

# ISO16283-1. Procedimiento de baja frecuencia

- **Cálculo del promedio energético**

Cuando funciona un solo altavoz en una posición (y posteriormente se realizan mediciones con el altavoz en diferentes posiciones), se determina el nivel de presión acústica más elevado del conjunto de esquinas medidas en cada posición de altavoz, para cada una de las bandas de un tercio de octava de 50Hz, 63Hz y 80Hz.

Para cada banda de frecuencias el nivel de presión acústica de la esquina se calcula a partir de la fórmula:

$$L_{Esquina} = 10 \log \left( \frac{p^2_{Esquina,LS1} + p^2_{Esquina,LS2} + \dots + p^2_{Esquina,LSq}}{qp_0^2} \right) dB$$

Donde  $p^2_{Esquina, LS1}$ ,  $p^2_{Esquina, LS2}$ , ... ,  $p^2_{Esquina, LSq}$  son las presiones acústicas cuadráticas medias más elevadas de la mediciones de las esquinas correspondientes a la  $q$ ésima **posición del altavoz**. Ya corregidas por ruido de fondo.

Para cada una de las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz, el valor para  $L_{Esquina}$  puede estar asociado con diferentes esquinas en el recinto.

# ISO16283-1. Procedimiento de baja frecuencia

- **Cálculo del promedio energético**

El nivel de presión acústica promediado energéticamente de baja frecuencia en las bandas de 50Hz, 63Hz y 80Hz, se calcula combinando  $L$ , del procedimiento por defecto y  $L_{Esquina}$ , del procedimiento de baja frecuencia, de la siguiente manera:

Promedio de todas  
las posiciones de fuente

$$L_{LF} = 10 \log \left( \frac{10^{0,1L_{Esquina}} + 10^{0,2L}}{3} \right) dB$$

Diferente para cada  
posición de fuente



# ISO16283-1. Ruido de fondo

- **Generalidades**

Para los procedimientos por defecto y de baja frecuencia se deben realizar las mediciones de los niveles del ruido de fondo para garantizar que el nivel de señal en el recinto receptor no esté afectado por el ruido de fondo y para permitir una correcta corrección del nivel de señal para el ruido de fondo.

Fuentes de ruido: ruido procedente del exterior del recinto de ensayo, operador, interferencias eléctricas, dispositivos mecánicos utilizados para el micrófono de movimiento continuo...

ISO establece que hay que identificar el ruido autogenerado en el recinto receptor (3 métodos: historial con ponderación temporal fast, fast máxima o a oído)

# ISO16283-1. Ruido de fondo

- **Corrección del nivel de señal para el ruido de fondo**

Para los procedimientos por defecto y de baja frecuencia, el nivel de ruido de fondo debe ser al menos 6dB (y preferiblemente 10dB) inferior al nivel de señal y ruido de fondo combinados.

- Si la diferencia es superior a 10dB no es necesario corregir.
- Si la diferencia está entre 6dB y 10dB se aplica la siguiente corrección:

$$L = 10 \log \left( 10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10} \right) dB$$

$L_{sb}$  es el nivel combinado de señal y ruido de fondo (dB)

$L_b$  es el nivel de ruido de fondo (dB)

Estos valores deben corregirse por redondeo a una posición decimal antes de utilizar la fórmula.

- Si la diferencia es inferior a 6dB se aplica una corrección de 1,3dB.

$$L = L_{sb} - 1,3dB$$

En este caso, en el informe debe indicarse que el valor de aislamiento que se muestra en aquella frecuencia (sea  $DnT$  o  $R'$ ) es el límite de la medida, y que el aislamiento será igual o superior a ese valor.

# ISO16283-1. Tiempo de reverberación

- **Generalidades**

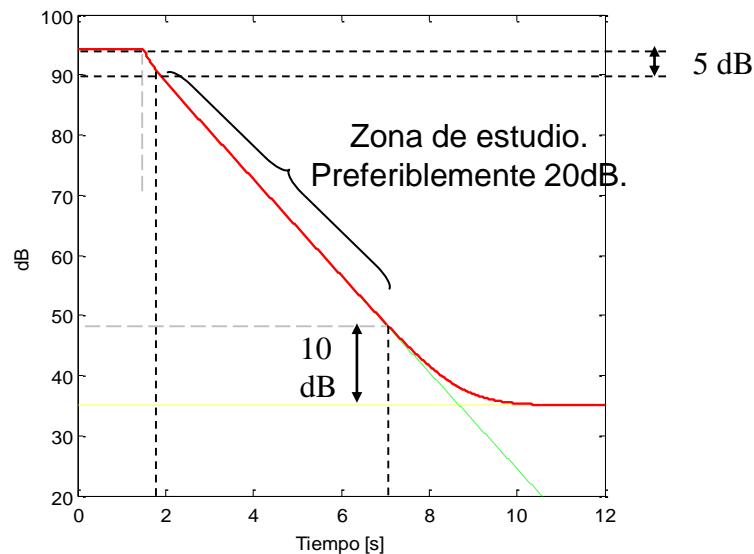
Se describen dos procedimientos: un procedimiento por defecto para todas las mediciones del tiempo de reverberación y un procedimiento de baja frecuencia que se debe utilizar cuando el volumen del recinto receptor es inferior a 25m<sup>3</sup>.

Los TR se deben medir (en ambos procedimientos) haciendo uso del método de **ruido interrumpido** o del método de **respuesta por impulsos integrado** (normas ISO 3382-2 e ISO 18233). El método de **ingeniería** es el preferido, aunque puede utilizarse el método de precisión.

# ISO16283-1. Tiempo de reverberación

- **Generalidades**

La evaluación del TR de la curva de caída debe iniciarse a 5dB por debajo del nivel de presión acústica inicial. El rango preferido es de 20dB. La parte inferior del rango de evaluación debe estar al menos 10dB por encima del nivel de ruido de fondo total.



# ISO16283-1. Tiempo de reverberación

- **Procedimiento por defecto**

Para todas las bandas de tercio de octava entre 50Hz y 5000Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen igual o superior a 25m<sup>3</sup> y entre 100Hz y 5000Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

- **Procedimiento de baja frecuencia**

Para las bandas de tercio de octava entre 50Hz y 80Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

Este procedimiento requiere que el tiempo de reverberación se mida en la **banda de octava de 63Hz** en vez de en las bandas de un tercio de octava de 50Hz, 63Hz y 80Hz y que este valor único medido se utilice para representar las bandas de 50Hz, 63Hz y 80Hz en el cálculo de DnT y/o R'.

NOTA 1 En recintos con volumen pequeño existen relativamente pocos modos de recinto que determinan la curva de caída en las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz. Por lo tanto, el uso de rangos de evaluación de 20 dB o 30 dB en las curvas de caída de bandas de un tercio de octava puede producir errores porque las curvas de caída de pendiente única, generalmente solo se producen cuando existen varios modos en cada banda de frecuencia. Este hecho se puede resolver en parte mediante el uso del filtro de banda de octava de 63 Hz.

NOTA 2 En edificios con estructuras de madera o de acero con revestimientos de planchas de madera o yeso, los tiempos de reverberación en las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz pueden ser suficientemente cortos de manera que la curva de caída se ve afectada por el tiempo de caída de los filtros de banda de un tercio de octava en el analizador. Esto se puede evitar utilizando el filtro de banda de octava de 63 Hz debido a que su ancho de banda es más ancho, lo que permite la medición de tiempos de reverberación más cortos.

# ISO16283-1. Tiempo de reverberación

- **Método de ruido interrumpido**

Al menos **seis mediciones** para cada banda de frecuencia. Al menos **una posición de altavoz** con **tres posiciones de micrófono fijas** y **dos mediciones en cada posición** (o seis posiciones de micrófono y una medición en cada posición).

- **Método de la respuesta al impulso integrada**

Al menos **seis mediciones** para cada banda de frecuencia. Al menos **una posición de fuente** y **seis posiciones de micrófono fijas**.

# ISO16283-1. Recomendaciones

- Número de posiciones de micrófono y altavoz

Configuración de la medición	Área del suelo m <sup>2</sup>	Número de posiciones			
		Altavoces (recinto fuente)	Posiciones del micrófono fijas o de mano	Posiciones del micrófono de movimiento continuo mecanizado	Posiciones del micrófono de barrido manual
A	< 50	2	5 <sup>a</sup> (10)	1 <sup>a</sup> (2)	1 <sup>a</sup> (2)
B	50 a 100	2	10 <sup>b</sup> (10)	2 <sup>b</sup> (2)	2 <sup>b</sup> (2)

<sup>a</sup> Se pueden utilizar las mismas cinco posiciones del micrófono, el recorrido del micrófono o la trayectoria de barrido manual para las dos posiciones del altavoz.

<sup>b</sup> Se deberían utilizar las mismas posiciones del micrófono, el recorrido del micrófono o la trayectoria de barrido manual para los dos altavoces.

NOTA Los números entre paréntesis para las posiciones del micrófono son los números totales de mediciones del nivel de presión acústica que se tienen que realizar en el recinto.

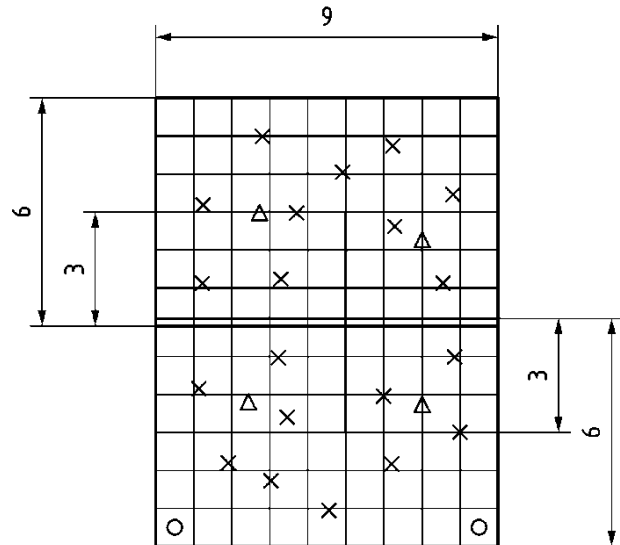
B	50 to 100	2	10 <sup>b</sup> (10)	2 <sup>b</sup> (2)	2 <sup>b</sup> (2)
<sup>a</sup> The same five microphone positions, microphone traverse or manual-scanning path may be used for both loudspeaker positions.					
<sup>b</sup> The same microphone positions, microphone traverse or manual-scanning path should not be used for both loudspeakers.					

Versión  
inglesa  
(Conflicto)

# ISO16283-1. Recomendaciones

- **Situaciones normales**

Normalmente, las posiciones del altavoz se deberían escoger para que estén en las dos esquinas próximas a la pared trasera del recinto fuente que están en el lado opuesto a la separación común.



Vista en planta

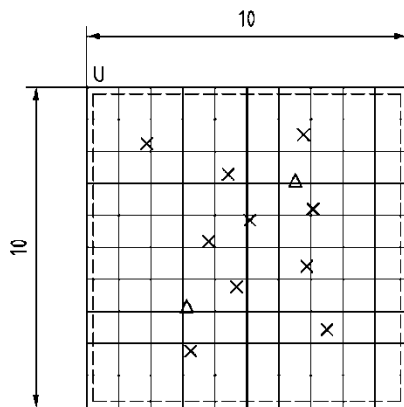
- O Altavoz
- x Posición del micrófono fijo
- Δ Punto fijo sobre el que se mueve un micrófono de movimiento continuo mecanizado o la posición del operador para un micrófono de barrido manual
- Límites del recinto
- = Separación común



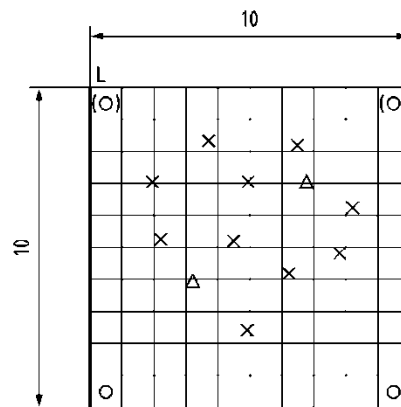
# ISO16283-1. Recomendaciones

- **Situaciones normales**

Si la transmisión sonora está dominada por la transmisión a través de una pared de flanco, suelo de flanco o fachada de flanco, no se debería colocar el altavoz cerca de ese elemento de flanco.



Vista en planta



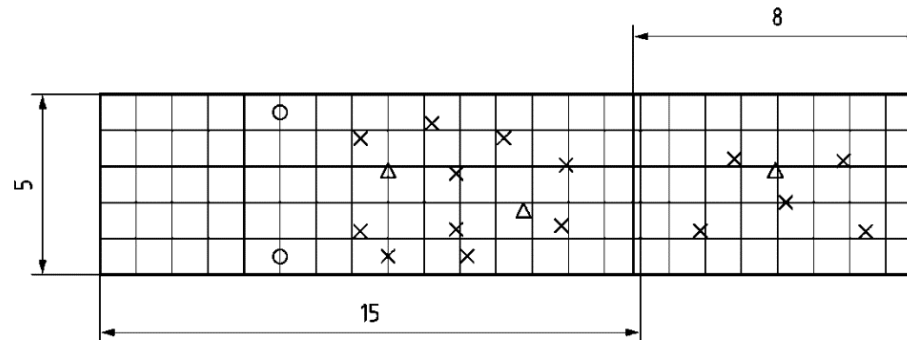
Vista en sección

- O Altavoz
- (O) Posición alternativa de altavoz
- x Posición del micrófono fijo
- Δ Punto fijo sobre el que se mueve un micrófono de movimiento continuo mecanizado o la posición del operador para un micrófono de barrido manual
- Límites del recinto
- Límites del recinto inferior con respecto al recinto superior
- = Separación común
- U Recinto superior
- L Recinto inferior
- - — Limitación del área del suelo

# ISO16283-1. Recomendaciones

- Situaciones especiales: Mediciones horizontales**

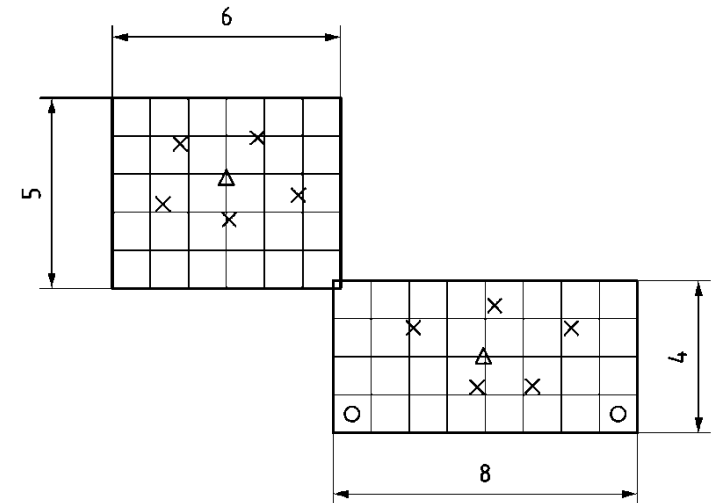
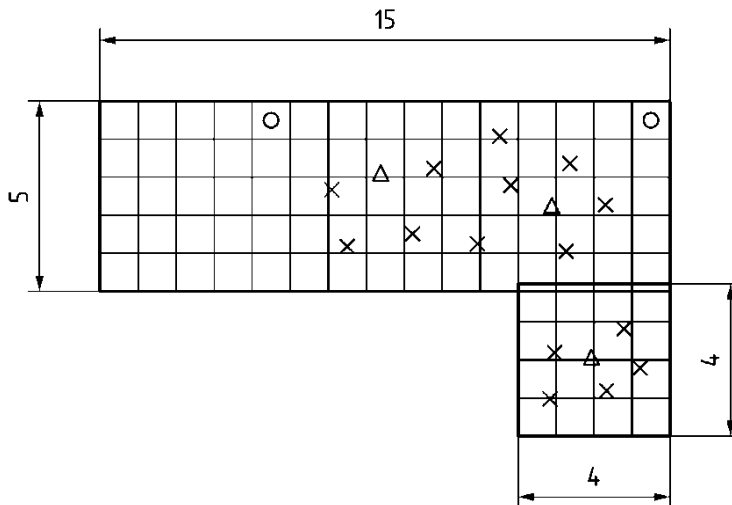
En el caso de recintos fuente con un área del suelo que no exceda de 50 m<sup>2</sup>, los altavoces no se deberían colocar a una distancia de la separación común que exceda de 10 m, o 2,5 veces el ancho de la separación en el recinto fuente; usar el criterio de la distancia más corta.



Si el área del suelo del recinto fuente está limitado, el área limitada se utiliza entonces a la hora de escoger el número de posiciones del altavoz y del micrófono (como superficie de suelo).

# ISO16283-1. Recomendaciones

- **Situaciones especiales: Mediciones horizontales**  
Otros casos.



# ISO16283-1. Recomendaciones

- **Situaciones especiales: Mediciones verticales**

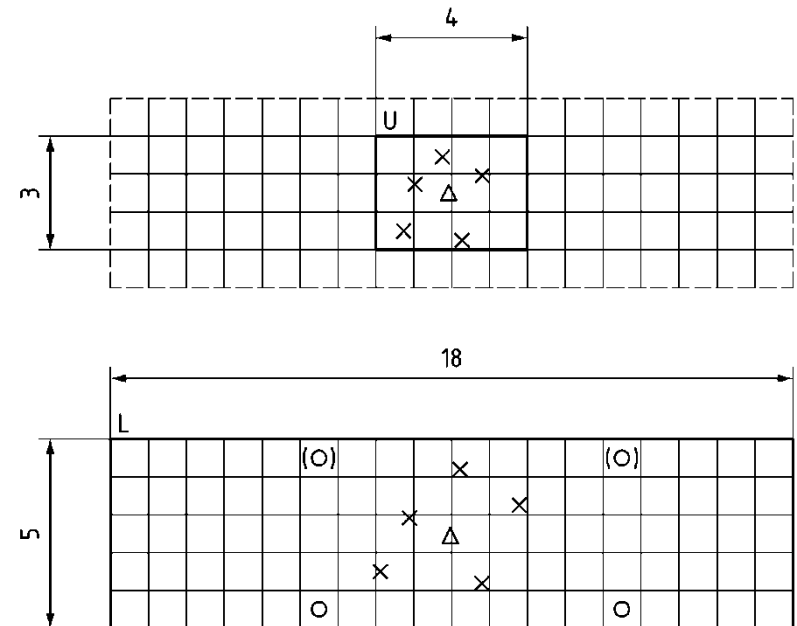
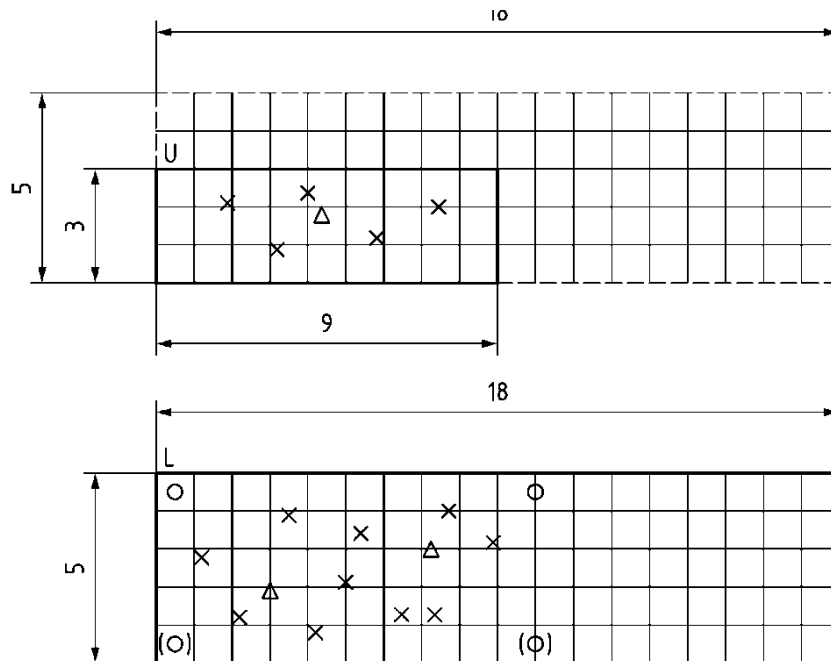
Normalmente, las posiciones del altavoz se deberían escoger lo más próximas posibles a las esquinas del recinto.

Si la transmisión sonora está dominada por la transmisión a través de una pared de flanco, suelo de flanco o fachada de flanco, no se debería colocar el altavoz cerca de ese elemento de flanco.

Si el recinto receptor es menor que el recinto fuente, los altavoces se deberían colocar en esa parte del recinto fuente más próxima a la separación común si el área del suelo del recinto fuente excede de 50 m.

# ISO16283-1. Recomendaciones

- Situaciones especiales: Mediciones verticales



# ISO16283-1. Recomendaciones

- **Situaciones especiales: Recintos con mucha absorción**

En **recintos receptores** altamente amortiguados, puede ser necesario limitar la parte del volumen del recinto receptor en el que se muestrea el nivel de presión acústica. Se deberían excluir las partes del recinto receptor donde el nivel de presión acústica está 6 dB o más por debajo del nivel en la parte del recinto más próxima a la separación común. En el caso de mediciones horizontales, se escoge una posición de medición de referencia de 0,5 m desde el centro de la separación común y de 1,5 m por encima del nivel del suelo. Para las mediciones verticales, se escoge una posición de medición de referencia de 1,5 m por encima del centro de la separación común.

Con el altavoz en el recinto fuente conectado, la caída del nivel de presión acústica se puede estimar midiendo el nivel de presión acústica ponderado A en la posición de referencia y en posiciones más alejadas de esta. Se puede utilizar un sonómetro de mano. El volumen limitado del recinto receptor se utiliza tanto para las mediciones como para el cálculo del índice de reducción acústica.

En **recintos emisores** fuente altamente amortiguados, la caída en el nivel de presión acústica desde una posición de 1 m en frente del altavoz a una posición de 0,5 m en frente de la separación común no debería exceder de 6 dB. Si este es el caso, el altavoz se debería mover para estar más cerca de la separación común.

# ISO16283-1. Recomendaciones

- Requisitos para los altavoces

Se mide a 1'5m en campo libre:

- 1- Valor medio de los 360°,  $L_{360}$  (para el plano “peor caso”)
- 2- Valores medios deslizantes de todos los ángulos de 30°,  $L_{30,i}$

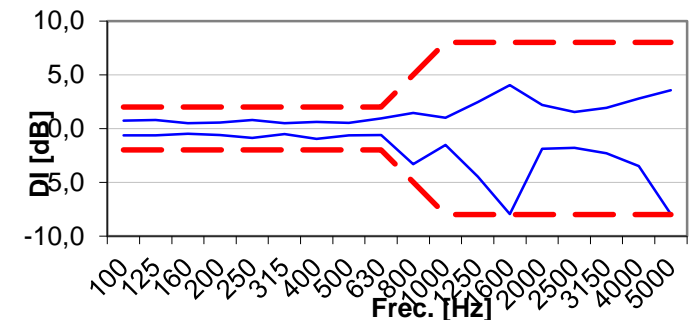
Se calcula  $DI_i$  de cada ángulo:  $DI_i = L_{360} - L_{30,i}$  (se recomienda cada 1° o 5°...)

Se puede suponer omnidireccional si  $DI$  está dentro de los límites de:

±2dB en el rango de 100 a 630Hz

±5dB para 800Hz (= 140-4 pero dicho diferente)

±8dB para frecuencias mayores a 1000Hz



Esta cualificación se debe realizar a intervalos que no excedan los dos años.

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848
3. **Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-1
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición. Procedimiento por defecto y procedimiento de baja frecuencia
  4. **Niveles globales de aislamiento. ISO 717-1**
  5. **Ejemplos**
  6. **Expresión de los resultados**
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada. ISO 16283-3
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2



# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- **La obtención del nivel global**

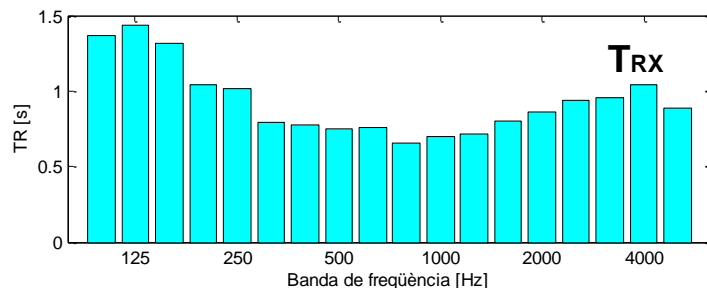
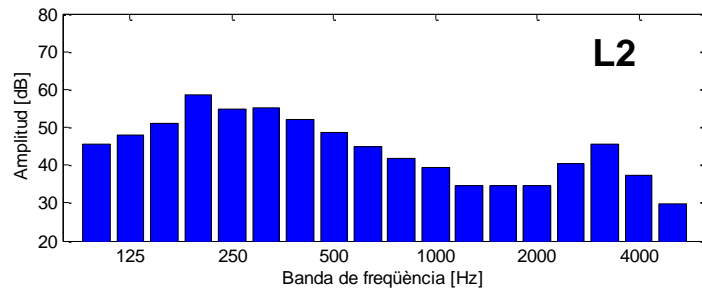
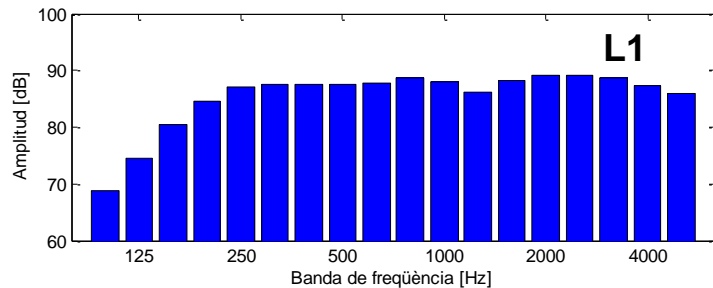
Obtener un único valor global de aislamiento requiere especificar frente a que espectro.

Su cálculo se puede obtener “a la francesa”, con la formulación del CTE-HR (que numéricamente es lo mismo que “a la francesa”) o siguiendo el procedimiento que especifica la ISO 717-1 que veremos a continuación.

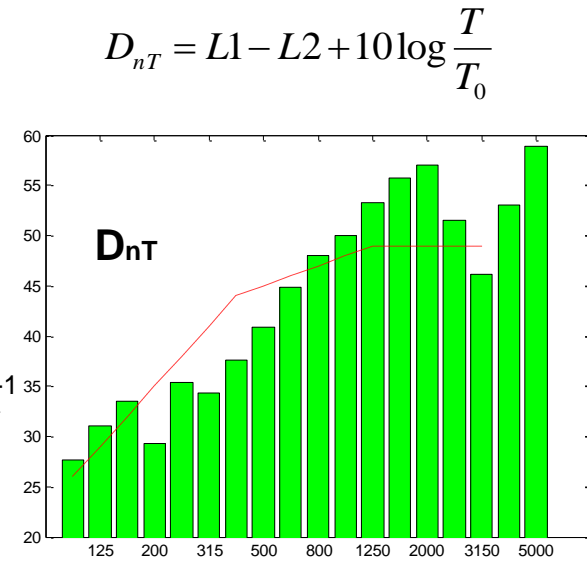
Sea cual sea el método siempre partimos de tres espectros de entrada: niveles en emisión, niveles en recepción y T o A2. A partir de ellos calculamos el espectro de aislamiento (R, R' o DnT) en tercios de octava. Y desde este espectro es desde el cual queremos obtener el valor global.

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- La obtención del nivel global



ISO16283-1



ISO717

**$D_{nT,w} = 45 (-1, -5) \text{ dB}$**

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- **La obtención del nivel global**

Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo. (ISO 717-1:2013).

$$D_{nt,w}(C;C_{tr}) = 45 \underbrace{(-1;-3)}$$

↙  
Magnitud global:  
Diferencia de nivel  
estandarizada ponderada,  $D_{nt,w}$

↓  
Términos de adaptación  
espectral:  $C; C_{tr}$

*Este procedimiento se aplicará a los valores obtenidos conforme a las normas ISO 16283-1 y ISO 16283-3 (impactos es la ISO 717-2).*

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- **Definición**

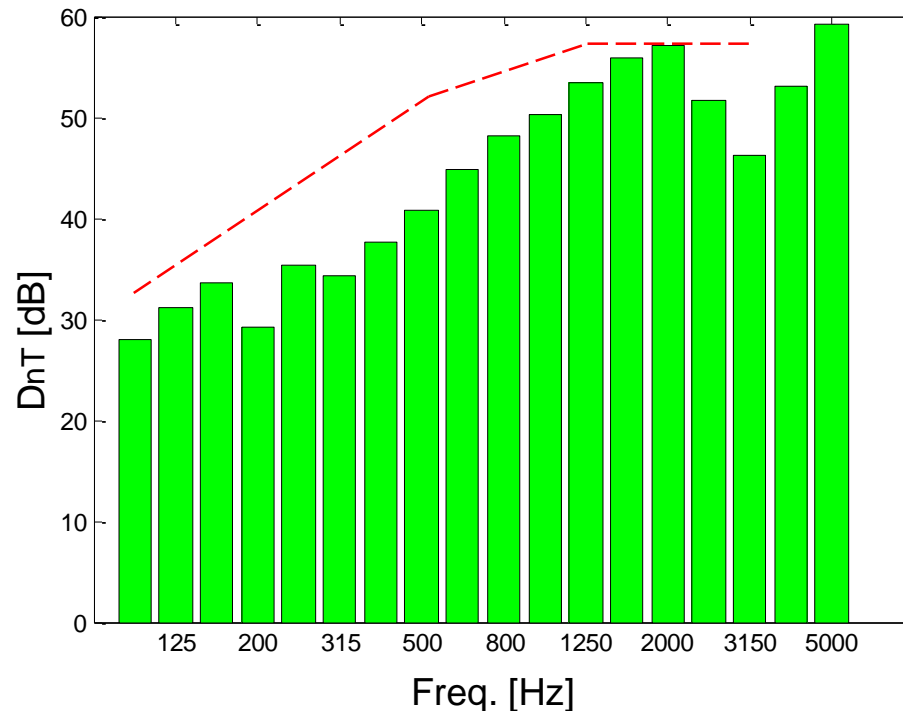
Magnitud global para la valoración del aislamiento a ruido aéreo: Es el valor en dB, a 500Hz de la curva de referencia una vez ajustada a los valores experimentales según el siguiente método:

- **Cálculo del valor global**

- Para valorar los resultados realizados conforme las normas 16283, en bandas de tercio de octava, con precisión de 0,1dB, se desplaza la curva de referencia en saltos de 1 dB hacia la curva medida hasta que la suma de desviaciones desfavorables sea lo mayor posible pero no mayor que 32dB. **La nueva 717-1 permite saltos de 0'1dB para los resultados que se usen en incertidumbre.**
- Se produce una desviación desfavorable en una determinada frecuencia cuando el resultado de las mediciones es inferior al valor de referencia. Solo deben considerarse las desviaciones desfavorables.
- El valor, en dB, de la curva de referencia a 500Hz, después del desplazamiento, de acuerdo con este procedimiento es el valor de  $R_w$ ,  $R'_w$ ,  $D_{n,w}$  o  $D_{nT,w}$  etc.

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

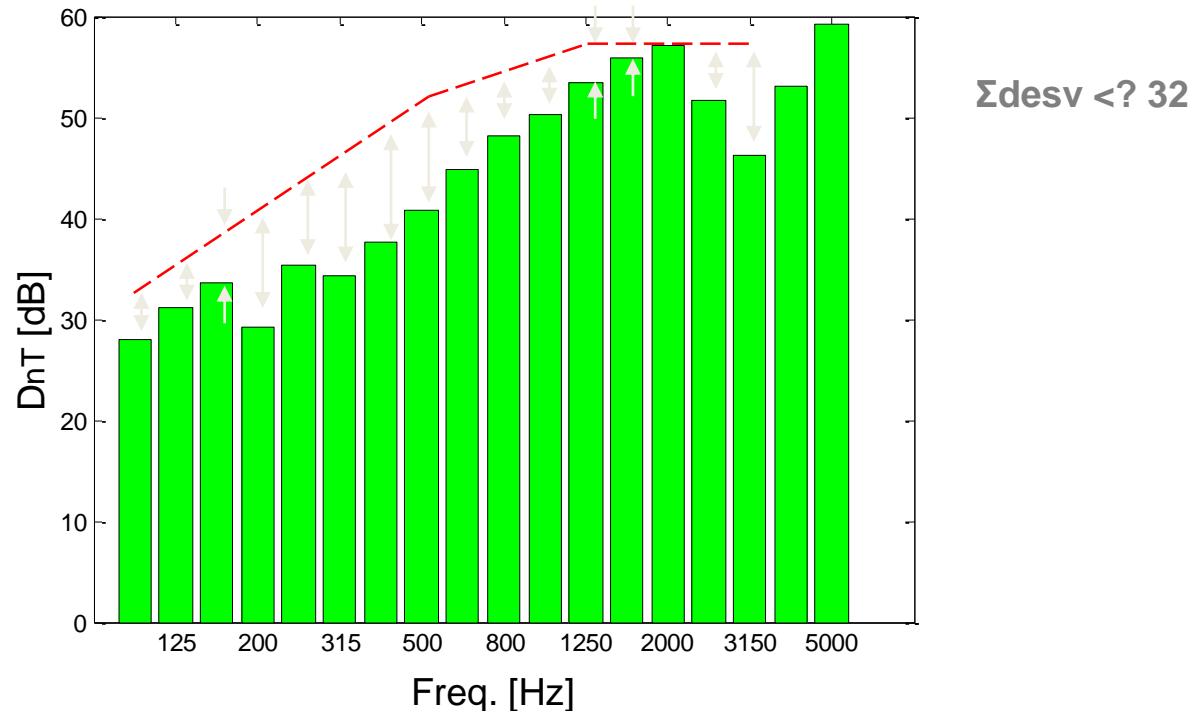
- Cálculo del valor global



–Se superpone al **espectro medido (verde)** la **curva de referencia (roja)** que se define en la tabla 3 y la Fig.1 de la ISO 717-1, entre 100 Hz y 3150 Hz.

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

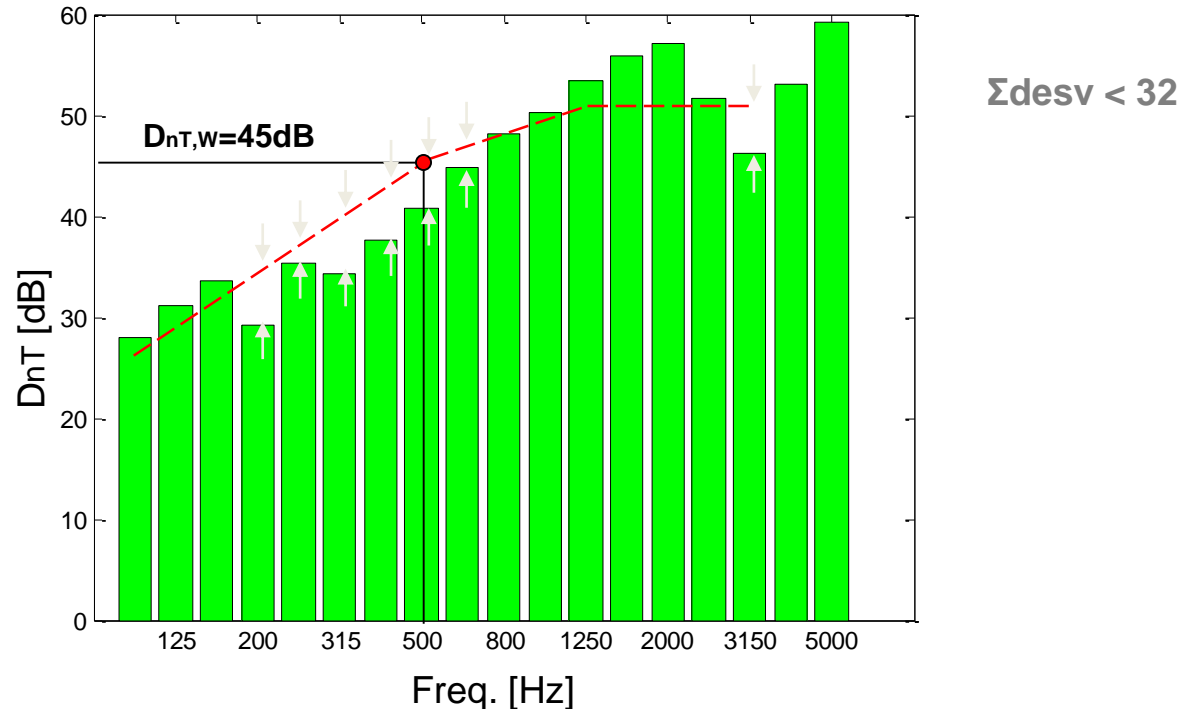
- Cálculo del valor global



–Se desplaza la curva de referencia en saltos de 1dB hasta que la suma de desviaciones desfavorables (dibujadas en gris) es  $\leq 32\text{dB}$ .

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- Cálculo del valor global



- Cuando la suma de desviaciones desfavorables (dibujadas en gris) es  $\leq 32\text{dB}$ .
- El valor de la curva de referencia a 500Hz es la magnitud global.

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- Cálculo del valor global

Esta magnitud global se **subindexa con la letra  $W$** :  $D_{nT,W} = 45\text{dB}$

Su valor **es independiente del nivel y el contenido espectral (blanco/rosa) del ruido de excitación** utilizado en la medida.

Para tener en cuenta las características de un espectro de ruido particular hay que **añadirle** el término de adaptación al espectro correspondiente.



# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

El valor global ISO obtenido (ya sea  $R$ ,  $R'$  o  $D_nT$ ), que sub-indexamos con una  $W$ , no tiene un sentido práctico directo. Para que lo tenga le debemos sumar un termino de adaptación al espectro calculado para una forma espectral concreta.

Típicamente calcularemos dos términos de adaptación al espectro:

$C$ , para obtener el aislamiento global **frente a ruido rosa**, ponderado  $A$ .

$C_{tr}$ , para obtener el aislamiento global **frente a ruido de trafico urbano u otros ruidos con baja frecuencia**, ponderado  $A$ .

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- **Cálculos de los términos de adaptación espectral**

Se definen dos términos de adaptación al espectro:

- $C = C_1$ : Ruido rosa ponderado A
- $C_{tr} = C_2$ : Ruido de tráfico urbano ponderado A

Se calculan según:

$$C_j = X_{Aj} - X_W \qquad X_{Aj} = -10 \log \left( \sum 10^{(L_{ij} - X_i)/10} \right)$$

donde

j es el índice de los espectros utilizados

$X_W$  es el valor del índice global ( $R_W, R'_W, D_{nW}, D_{nT,W}$ ) (siempre de 100 a 3150Hz)

$X_i$  es el valor del índice evaluado en la  $i$ ésima banda de frecuencia

$L_{ij}$  sigue la tabla siguiente

También se pueden definir términos de adaptación espectral de bandas extendidas, p.e:  $C_{tr,50-5000}$  usando la tabla  $L_{ij}$  ampliada.

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- Cálculos de los términos de adaptación espectral

	Niveles sonoros, $L_{ij}$ dB			
Frecuencia Hz	Espectro n° 1 para calcular C		Espectro n° 2 para calcular $C_{tr}$	
	Tercio de octava	Octava	Tercio de octava	Octava
100	-29		-20	
125	-26	- 21	-20	-14
160	-23		- 18	
200	-21		-16	
250	- 19	-14	-15	-10
315	-17		-14	
400	-15		-13	
500	-13	-8	-12	-7
630	-12		-11	
800	-11		-9	
1000	-10	-5	-8	-4
1250	-9		-9	
1600	-9		-10	
2000	-9	-4	-11	-6
2500	-9		-13	
3150	-9		-15	

Todos los niveles están ponderados A y el nivel global de espectro normalizado a 0 dB.

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- Cálculos de los términos de adaptación espectral

El resultado se expresa en el formato:  $X_w (C; C_{tr})$

p.e.:

Una partición que tenga un aislamiento al ruido aéreo de  $D_{nT,w} (C; C_{tr}) = 45 (-1; -3)$  dB ocasionará una diferencia de niveles estandarizada de unos 44 dBA frente a un ruido rosa y de unos 42 dBA frente a un ruido de tráfico urbano.

Se pueden utilizar estos términos de adaptación al espectro para:

$C$  :

Actividades humanas  
Juegos de niños  
Autopistas a más de 80Km/h  
Aviones a reacción, a poca distancia  
Factorías con ruidos agudos

$C_{tr}$  :

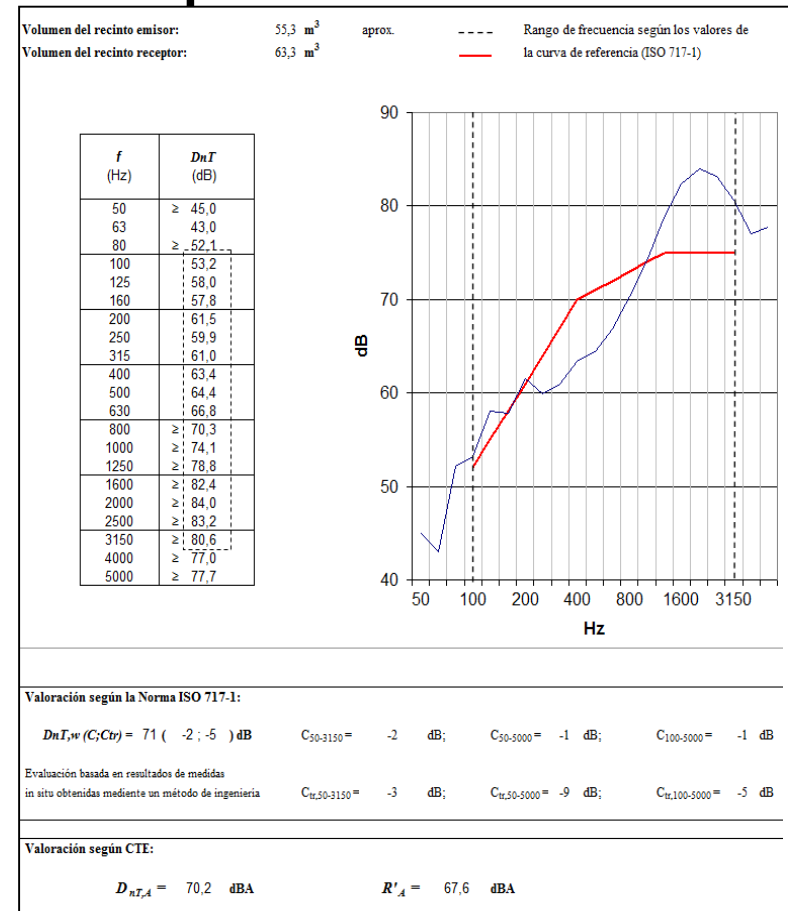
Tráfico urbano  
Trenes a velocidades bajas  
Aviones a propulsión  
Aviones a reacción, a mucha distancia  
Discotecas  
Factorías con ruidos graves

# ISO 717-1. Niveles globales de aislamiento

- Cálculos de los términos de adaptación espectral

En general  $C$  es muy próximo a  $-1$ , pero cuando hay un bache en la curva de aislamiento acústico en una sola banda de frecuencia  $C$ , se puede hacer mucho menor que  $-1$ .

Para diferentes intervalos, los términos de adaptación espectral dan valores diferentes.

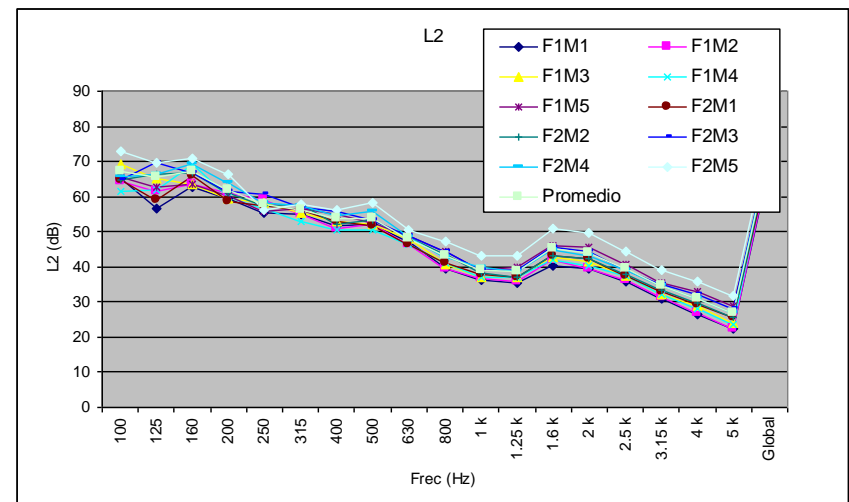
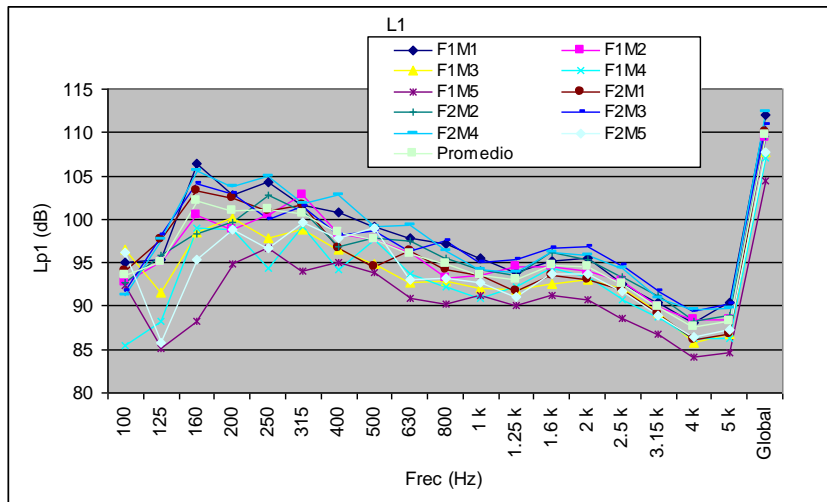


# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. **Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales.**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-1
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición. Procedimiento por defecto y procedimiento de baja frecuencia
  4. Aislamiento global. ISO 717-1
5. **Ejemplos**
6. **Expresión de los resultados**
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada. ISO 16283-3.
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2.

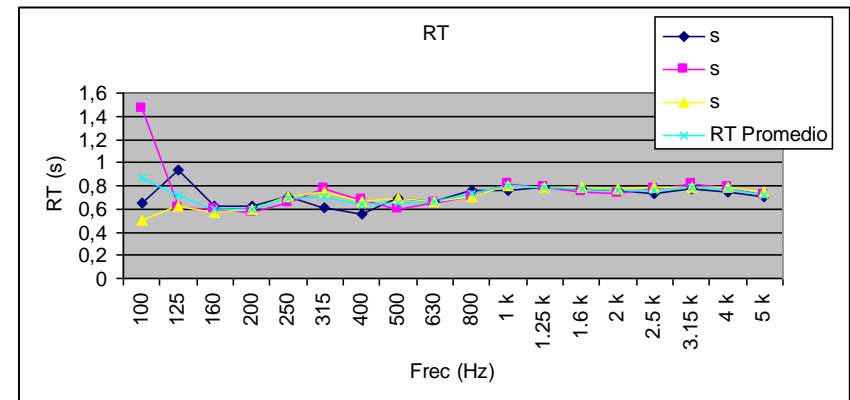
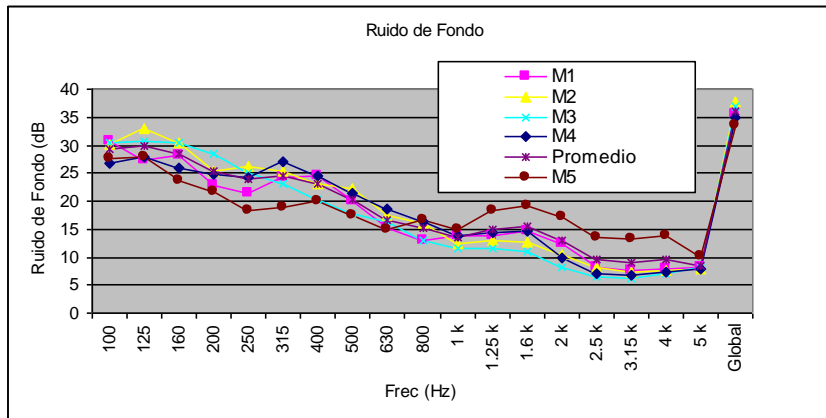
# ISO16283-1. Ejemplos

- Ejemplo 1



# ISO16283-1. Ejemplos

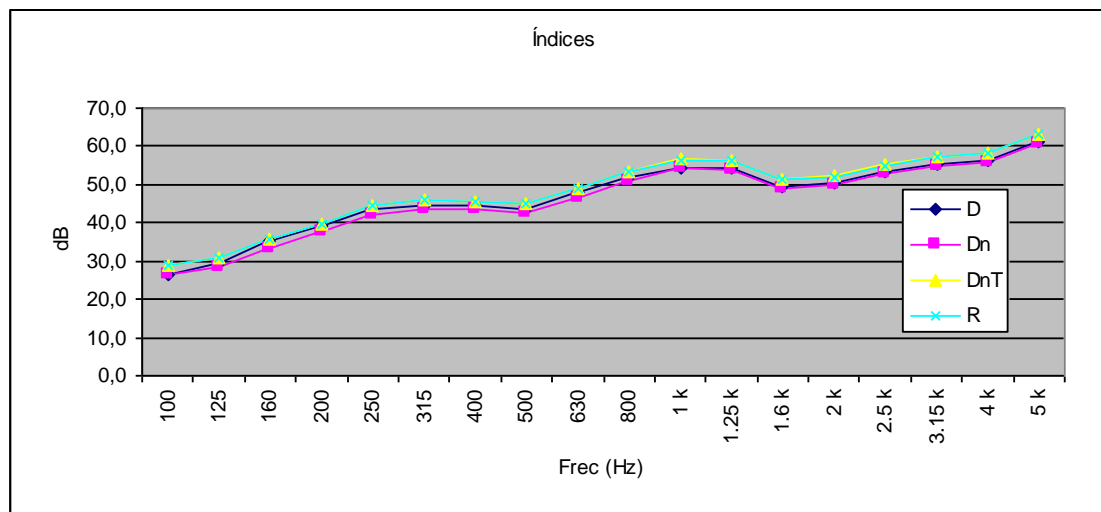
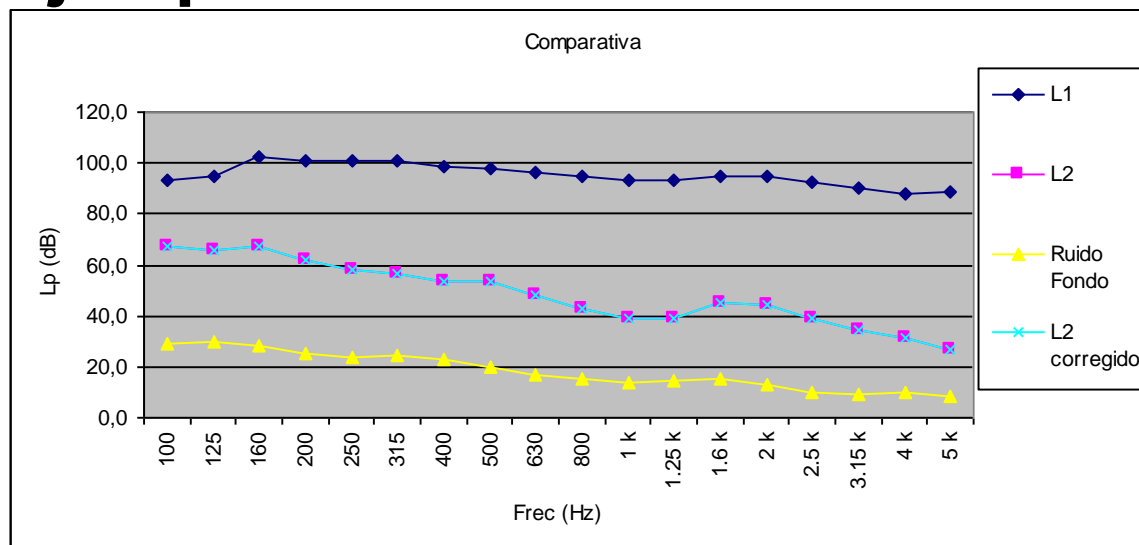
- Ejemplo 1





# ISO16283-1. Ejemplos

- Ejemplo 1



# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848
3. **Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-1
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición. Procedimiento por defecto y procedimiento de baja frecuencia
  4. Aislamiento global. ISO 717-1
  5. Ejemplos
6. **Expresión de los resultados**
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada. ISO 16283-3
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2

# ISO 16283-1. Expresión de los resultados

Volumen de los recintos

Volumen del recinto emisor : m<sup>3</sup>  
Volumen del recinto receptor : m<sup>3</sup>

Resultados en formato tabular

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

Resultados globales

Valoración según la Norma ISO 717-1:

D<sub>n,e</sub> (C;C<sub>50</sub>) = ( ; ) dB; C<sub>n,1125</sub> = dB; C<sub>n,1250</sub> = dB; C<sub>n,1600</sub> = dB

Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidos mediante un método de ingeniería

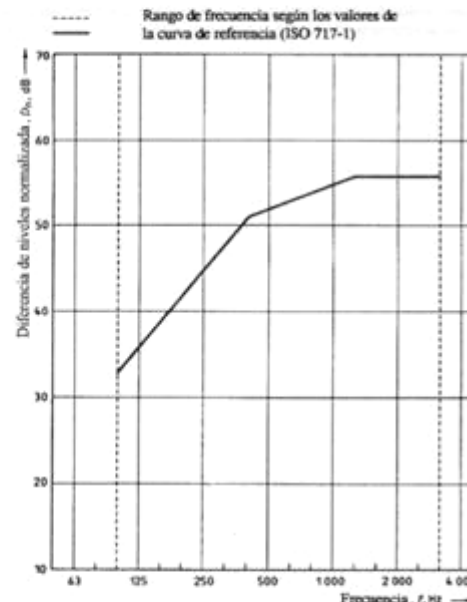
C<sub>n,1125-1250</sub> = dB; C<sub>n,1250-1600</sub> = dB; C<sub>n,1600-2000</sub> = dB

Nº. de informe:

Fecha:

Nombre del instituto de ensayo:

Firma:



Resultados en formato gráfico

# ISO 16283-1. Expresión de los resultados

- **Generalidades**

Para el informe del aislamiento acústico al ruido aéreo entre recintos, se deben dar:

- Valores de la diferencia de niveles estandarizada  $D_{nT}$  entre los recintos o el índice de reducción sonora aparente  $R'$
- Para todas las frecuencias de medida
- Con una cifra decimal
- De forma tabular y en forma gráfica
- Las gráficas deben mostrar el nivel en decibelios en función de la frecuencia en escala logarítmica, con las siguientes especificaciones:
  - 5mm para cada banda de tercio de octava
  - 20mm para 10dB

# ISO 16283-1. Expresión de los resultados

- **Generalidades**

Si los valores por octavas se calculan a partir de los de tercio de octava, se obtendrán a partir de la expresión siguiente:

$$D_{nT,oct} = -10 \log \left( \sum_{n=1}^3 \frac{10^{\frac{D_{nT,1/3oct,n}}{10}}}{3} \right)$$

$$R'_{oct} = -10 \log \left( \sum_{n=1}^3 \frac{10^{\frac{R'_{1/3oct,n}}{10}}}{3} \right)$$

# ISO 16283-1. Expresión de los resultados

- **Informe de medida**

- a) Una referencia a la norma ISO 16283-1:2014 y cualquier enmienda;
- b) Nombre del organismo que ha realizado la medición;
- c) Nombre y dirección del organismo o persona que ordenó el ensayo (cliente);
- d) Fecha del ensayo;
- e) Descripción e identificación del tipo de construcción del edificio y de la disposición del ensayo;
- f) Volúmenes de ambos recintos y el área de cualquier elemento de separación S;
- g) Diferencia de niveles estandarizada  $D_{nT}$  entre los recintos o el índice de reducción sonora aparente  $R'$  del elemento separador en función de la frecuencia;
- h) Breve descripción del procedimiento, breves detalles del equipo y indicación de qué recintos utilizaron los procedimientos de baja frecuencia;
- i) Indicaciones de los resultados que deben ser tomados como límites de la medida. Se deben dar como  $D_{nT}$  o  $R' \geq \dots \text{dB}$ ;
- j) Indicación de las transmisiones indirectas si existen;

# ISO 16283-1. Expresión de los resultados

- **Incertidumbre**

La incertidumbre del resultado de medición se debe determinar de acuerdo con el método indicado en la Norma ISO 12999-1.

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-3
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición. Método con altavoz para elementos. Método con altavoces global. Método con ruido de tráfico para elementos. Método con ruido de tráfico global.
  4. Expresión de los resultados
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2



# ISO16283-3. Objeto y campo de aplicación

- ISO 16283-3:2016: Medición *in situ* del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción.

## Parte 3: Aislamiento a ruido aéreo de fachadas.

- Especifica los procedimientos para determinar el aislamiento acústico a ruido entre el exterior i el interior de un recintos de un edificio utilizando mediciones de presión acústica.
- Proporciona los valores de aislamiento acústico de fachadas, en **función de la frecuencia**. Estos valores se transforman en un **valor único** al aplicar la norma **ISO 717-1**.
- Especifica dos métodos para la medición del aislamiento:
  - **Método para elementos** → índice reducción sonora de un elemento de la fachada.
  - **Método global** → diferencia de nivel interior/exterior
- Se permite efectuar la medida utilizando como ruido exterior el propio **tráfico** o utilizando una **fuentes sonora**.

# ISO16283-3. Objeto y campo de aplicación

- **Método para elementos más preciso → altavoz:**
  - Bajo ciertas circunstancias se puede comparar con el índice de reducción sonora medido en laboratorio según ISO 10140.
  - Es el mas apropiado cuando se quiere comparar el resultado in situ de un elemento con los resultados de laboratorio.
- **Método para elementos con ruido de tráfico:**
  - Mismos fines que el anterior.
  - Útil cuando no se puede aplicar el método del altavoz.
- **Método global con ruido de tráfico:**
  - Reducción real de una fachada en relación a una posición 2 m frente a la fachada.
  - Es el preferido (según ISO...) si el objetivo es conocer el comportamiento de una fachada completa con transmisiones indirectas. No comparable con valores de laboratorio.
- **Método global con altavoces:**
  - Mismos fines que el anterior.
  - Útil cuando no se puede aplicar el método con ruido de tráfico.

# ISO16283-3. Objeto y campo de aplicación

- Métodos i índices:

Nº	Método Por elementos	Referencia en esta parte de la Norma ISO 16283	Resultado	Campo de aplicación
1	Altavoz por elementos	apartado 9.5	$R'_{45^\circ}$	Método preferido para estimar el índice de reducción aparente de los elementos de fachadas
2	Tráfico rodado por elementos	apartado 10.3	$R'_{tr,s}$	Alternativa al método Nº 1 cuando el tráfico rodado, como fuente de ruido, aporta un nivel suficiente
3	Tráfico ferroviario por elementos	anexo E	$R'_{rt,s}$	Alternativa al método Nº 1 cuando el tráfico ferroviario, como fuente de ruido, aporta un nivel suficiente
4	Tráfico aéreo por elementos	anexo E	$R'_{at,s}$	Alternativa al método Nº 1 cuando el tráfico aéreo, como fuente de ruido, aporta un nivel suficiente
	<b>Global</b>			
5	Altavoz global	apartado 9.6	$D_{ls,2m,nT}$ $D_{ls,2m,n}$	Alternativa a los métodos Nº 6, 7 y 8
6	Tráfico rodado global	apartado 10.4	$D_{tr,2m,nT}$ $D_{tr,2m,n}$	Método preferido para estimar el aislamiento acústico global de una fachada expuesta al tráfico rodado como fuente de ruido
7	Tráfico ferroviario global	anexo E	$D_{rt,2m,nT}$ $D_{rt,2m,n}$	Método preferido para estimar el aislamiento acústico global de una fachada expuesta al tráfico ferroviario como fuente de ruido
8	Tráfico aéreo global	anexo E	$D_{at,2m,nT}$ $D_{at,2m,n}$	Método preferido para estimar el aislamiento acústico global de una fachada expuesta al tráfico aéreo como fuente de ruido

← Preferido

← Alternativa

← Alternativa

← Preferido

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. **Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-3
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición. Método con altavoz para elementos. Método con altavoces global. Método con ruido de tráfico para elementos. Método con ruido de tráfico global.
  4. Ejemplos
  5. Expresión de los resultados
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2

# ISO16283-3. Índices de medición

- **Índice de reducción sonora R**

Relación entre el cociente entre la potencia sonora incidente en la muestra de ensayo y la potencia sonora transmitida a través de la muestra.

$$R = 10 \log \left( \frac{W_1}{W_2} \right) dB$$

- **Índice de reducción sonora aparente R'**

Relación entre el cociente entre la potencia sonora incidente en la muestra de ensayo y la potencia total sonora transmitida al local de recepción

$$R' = 10 \log \left( \frac{W_1}{W_2 + W_3} \right) dB$$

# ISO16283-3. Índices de medición

- Para determinar las propiedades de los elementos de fachada:
- **Índice de reducción sonora aparente  $R'_{45^\circ}$**   
Medida del aislamiento al ruido aéreo de **un elemento** de edificación cuando se usa como fuente sonora un **altavoz** para un **ángulo de incidencia de  $45^\circ$** .

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

- **Índice de reducción sonora aparente  $R'_{tr,s}$**   
Medida del aislamiento al 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

$$R'_{tr,s} = L_{eq,l,s} - L_{eq,2} + 10 \log \left( \frac{S}{A} \right) - 3dB$$

# ISO16283-3. Índices de medición

- Cálculo base para los demás índices:
- **Diferencia de niveles  $D_{2m}$**   
Diferencia entre el nivel de presión sonora exterior a 2 m frente la fachada y el nivel de presión sonora en el local receptor.

$$D_{2m} = L_{l,2m} - L_2 dB$$

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

# ISO16283-3. Índices de medición

- Para determinar la protección aportada por una fachada:
- **Diferencia de niveles estandarizada  $D_{2m,nT}$**   
Diferencia de niveles correspondiente a un valor de referencia del **tiempo de reverberación en el local de recepción.**

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

- **Diferencia de niveles normalizada  $D_{2m,n}$**   
Diferencia de niveles correspondiente al **área de absorción de referencia en el local de recepción.**

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

Si se usa **ruido de tráfico** como fuente, la notación debe ser  $D_{tr,2m,n}$ .  
Si se usa un **altavoz** la notación debe ser  $D_{ls,2m,nT}$ .



# ISO16283-3. Índices de medición

... donde:

$L_{1,s}$ : nivel acústico medido en la superficie del elemento de fachada

$L_{1,2m}$ : nivel acústico medido a 2m de la fachada

$L_2$ : nivel acústico medio en el recinto receptor

$S$ : superficie del elemento bajo ensayo

$A$ : área de absorción acústica equivalente al recinto receptor ( $m^2$ )

$A_0$ : área de absorción de referencia. Para recintos en viviendas o recintos de tamaño comparable será de  $10 m^2$

$T$ : Tiempo de reverberación en el recinto receptor

$T_0$ : Tiempo de reverberación de referencia, para viviendas  $T_0=0,5\text{seg.}$

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. **Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-3
  2. Definición de los índices de medición
  3. **Procedimiento de medición. Método con altavoz para elementos. Método con altavoces global. Método con ruido de tráfico para elementos. Método con ruido de tráfico global.**
  4. **Expresión de los resultados**
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2

# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Generalidades**

**Método de altavoces para elementos** → 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 laboratorio

**Método de altavoces global** → cuantificación del aislamiento a ruido aéreo de una fachada completa o incluso de un edificio completo para una situación especificada. No puede compararse con mediciones de laboratorio.

El altavoz debe de ser tal que garantice que las diferencias locales del nivel de presión sonora, en todas las bandas de frecuencia, **sean inferiores a 5 dB medidas sobre la superficie de ensayo.**

# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Generación del campo sonoro**
  - Se debe generar un campo sonoro estacionario con un espectro continuo en el rango de frecuencias considerado.
  - Mediciones en tercio de octava: como mínimo desde 100 Hz hasta 3150 Hz y preferiblemente desde 50 Hz hasta 5000 Hz.
  - Mediciones por octavas: como mínimo desde 125 Hz a 2000 Hz y preferiblemente desde 63 Hz hasta 4000 Hz.
  - Las diferencias de niveles de potencia entre las bandas de tercio de octava que forman una octava, no deben superar 6 dB en la banda de 125 Hz, 5 dB en la de 250 Hz y 4 dB en las bandas superiores.
  - El nivel de presión sonora en el local receptor debe de ser, como mínimo, 6 dB superior al ruido de fondo en cualquier banda de frecuencia. Si es entre 6 y 10 dB que el nivel de ruido de fondo se deberá hacer una corrección.

# ISO16283-3. Medición con altavoz

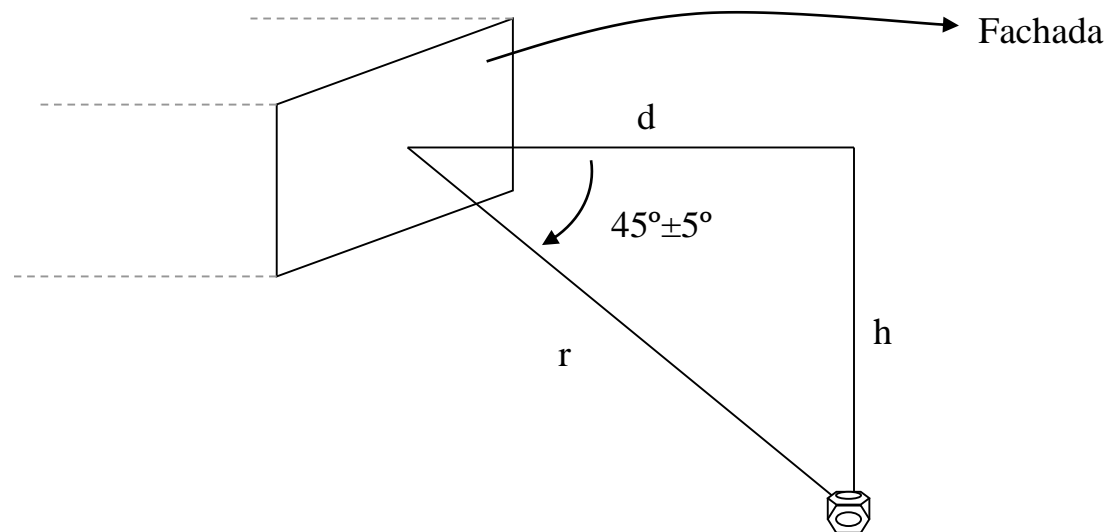
- **Tiempo de promediado**

- Para cada posición individual de micrófono, el tiempo de promediado debe ser, al menos, de 6 s si medimos desde 100Hz. 4s si medimos desde 400Hz.
- Si se hace la extensión de baja frecuencia, y se empieza la medida a 50Hz, el tiempo de promediado debe ser, al menos, de 15 s.
- En todas las medidas de posiciones individuales de micrófono hay que **esperar a que el campo acústico sea estacionario** antes de empezar la medida. Normalmente en unos 2 o 3 segundos (siempre más de  $T/2$  ) ya los es.
- Los promediados, el cálculo de A y las correcciones por ruido de fondo se hacen igual que en ISO 16283-1.
- Los índices globales también se calculan según ISO 717-1.

# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Posición del altavoz**

- El altavoz se instala fuera del edificio a una o más posiciones fuera del edificio a una distancia  $d$  de la fachada, con un ángulo de incidencia sonora igual a  $(45 \pm 5)^\circ$ .
- La distancia  $r$  desde la fuente sonora al centro de la muestra debe ser como mínimo de **5m** (d 3,5 m) en el caso del **método para elementos** y como mínimo de **7m** (d 5 m) para el **método global**



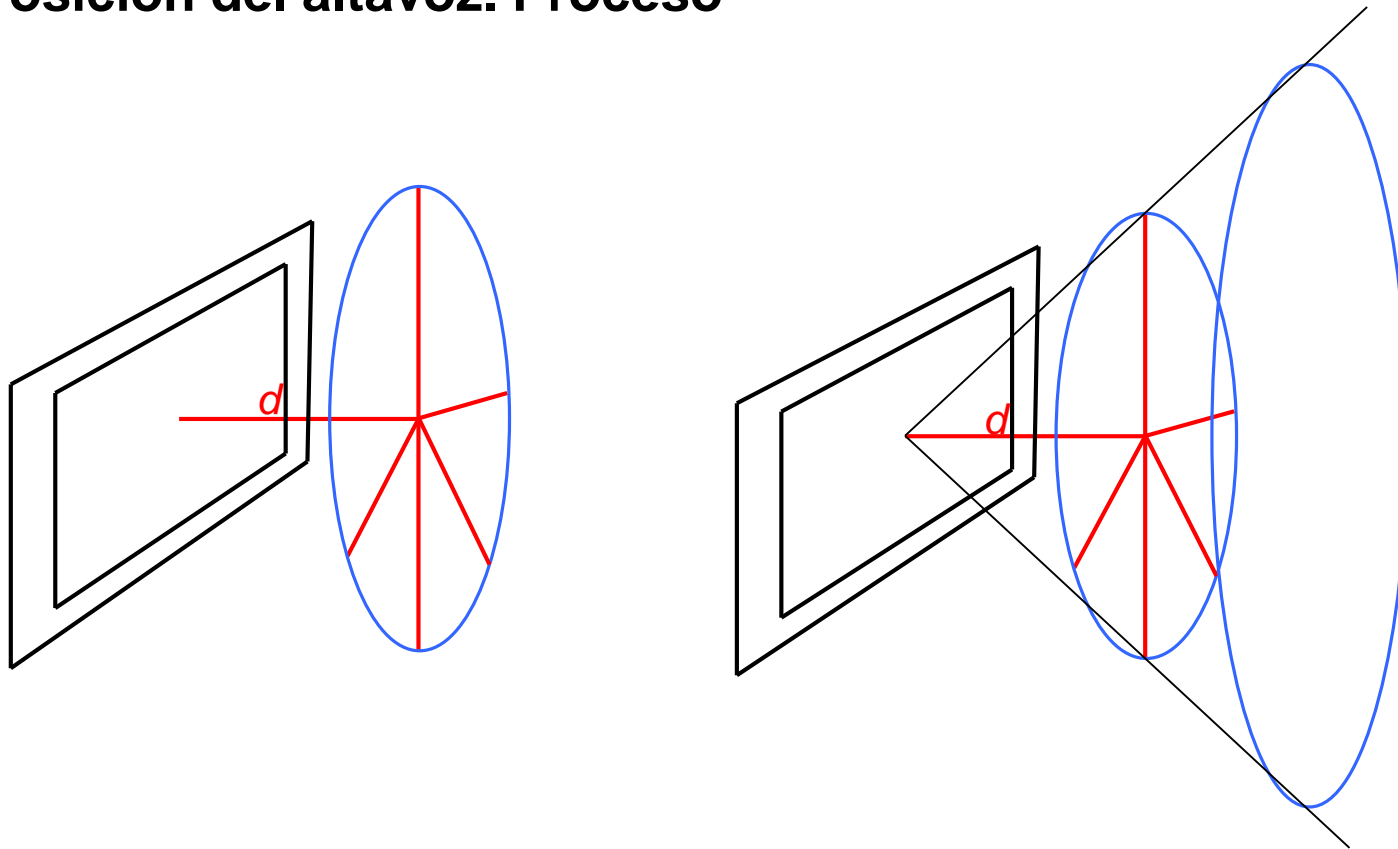
# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Posición del altavoz**

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

# ISO16283-3. Medición con altavoz

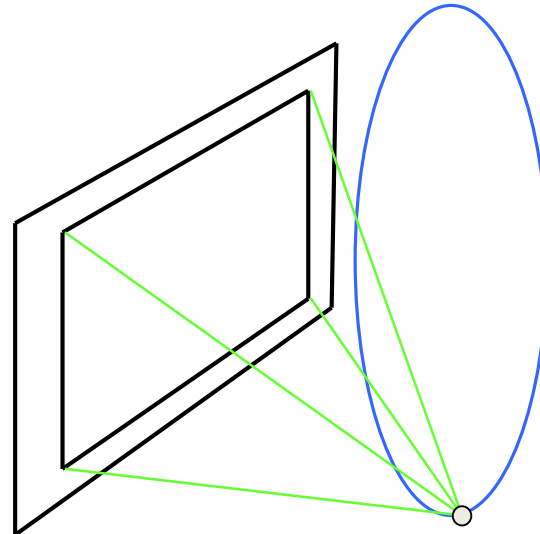
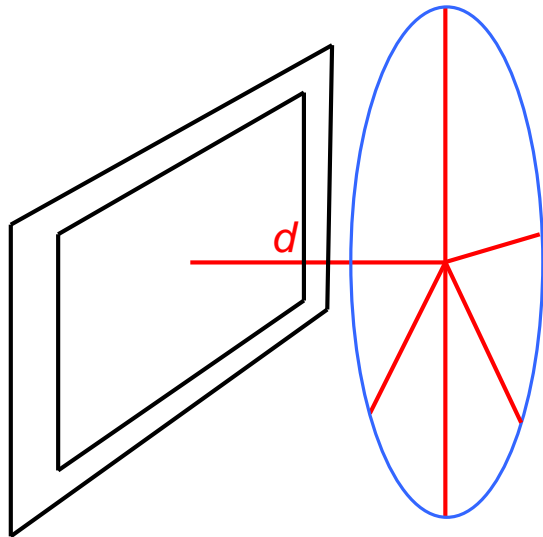
- Posición del altavoz. Proceso





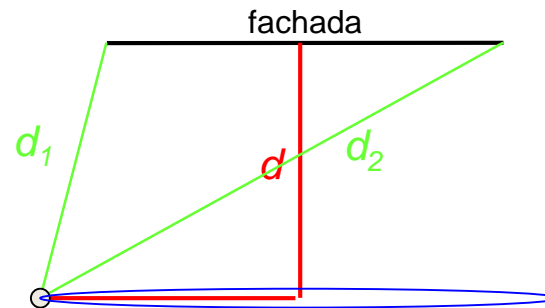
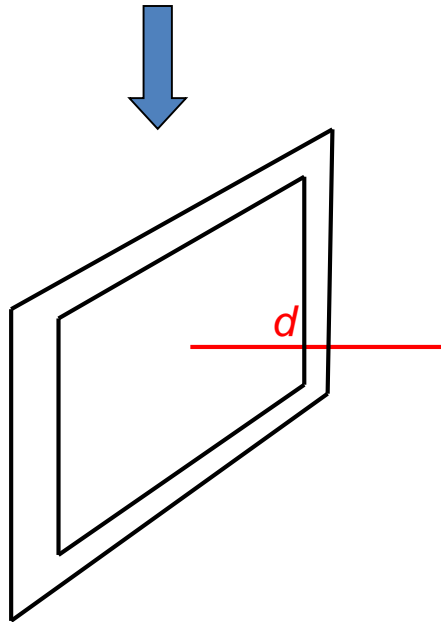
# ISO16283-3. Medición con altavoz

- Posición del altavoz. Proceso

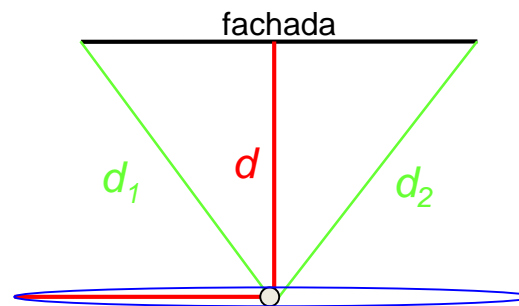


# ISO16283-3. Medición con altavoz

- Posición del altavoz. Proceso



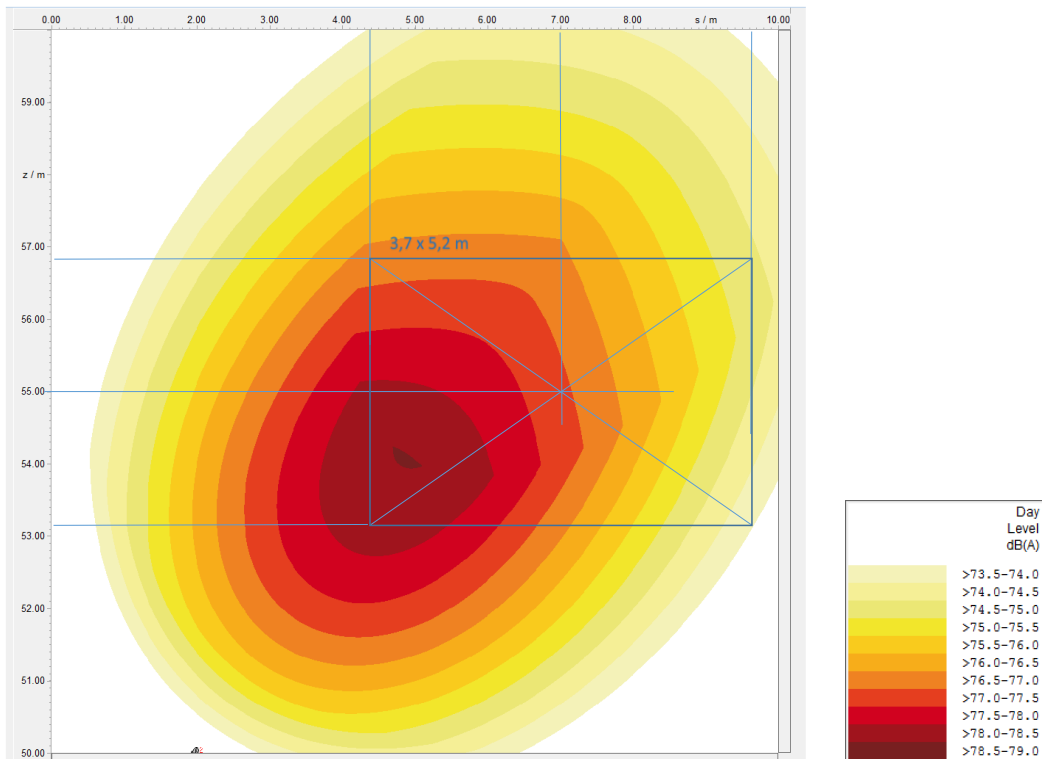
Diferencia de distancias grande. Incrementa la diferencia de niveles por divergencia de las ondas.



Diferencia de distancias menor posible.

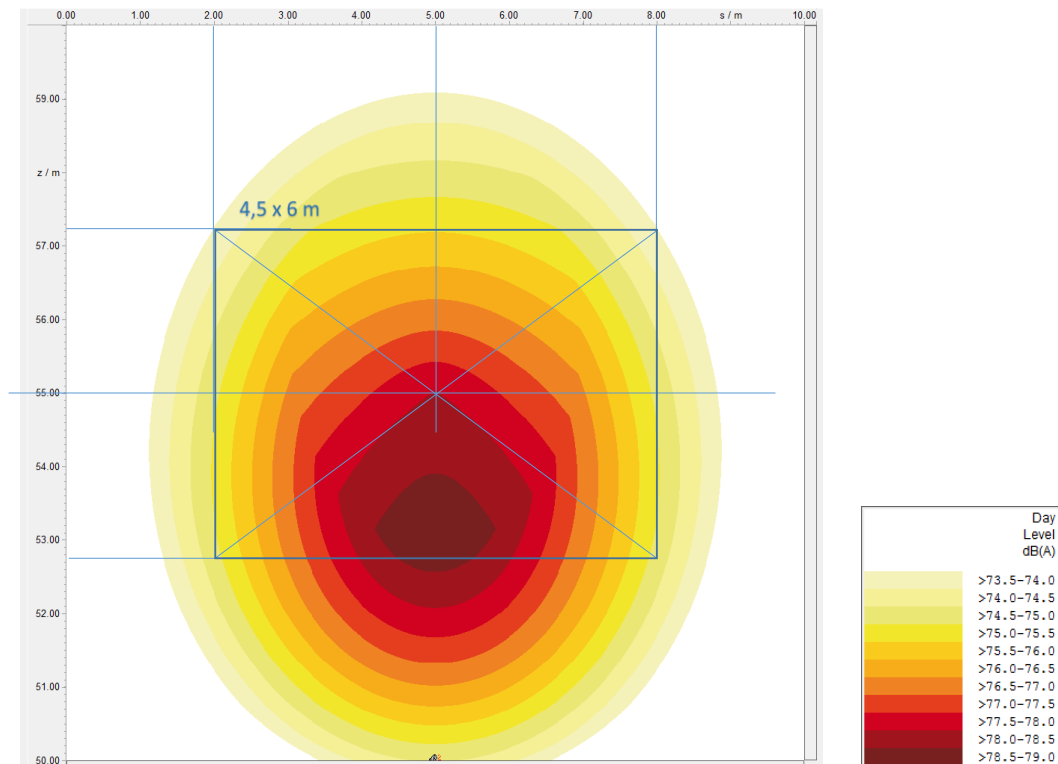
# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Posición del altavoz. Comprobación de la cobertura**  
A 45° en Diagonal y sin suelo cercano.  
Diferencias locales inferiores a 5dB.



# ISO16283-3. Medición con altavoz

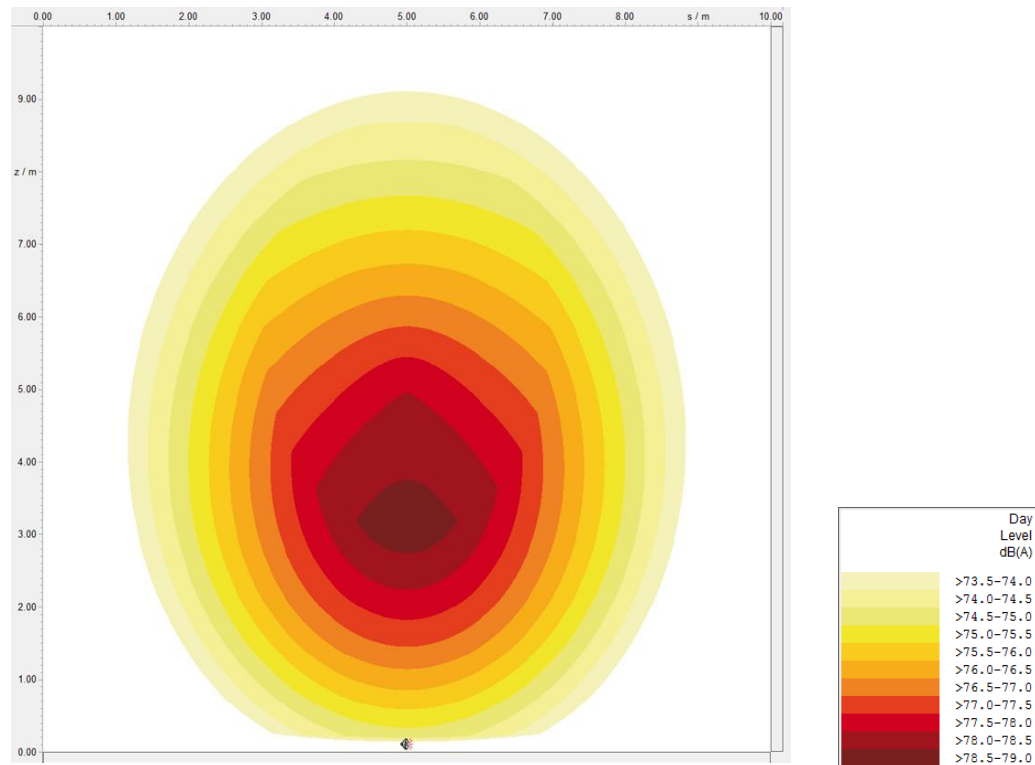
- **Posición del altavoz. Comprobación de la cobertura**  
A 45° en Diagonal y sin suelo cercano.  
Diferencias locales inferiores a 5dB.



- Mayor cobertura
- Incremento de los niveles en fachada

# ISO16283-3. Medición con altavoz

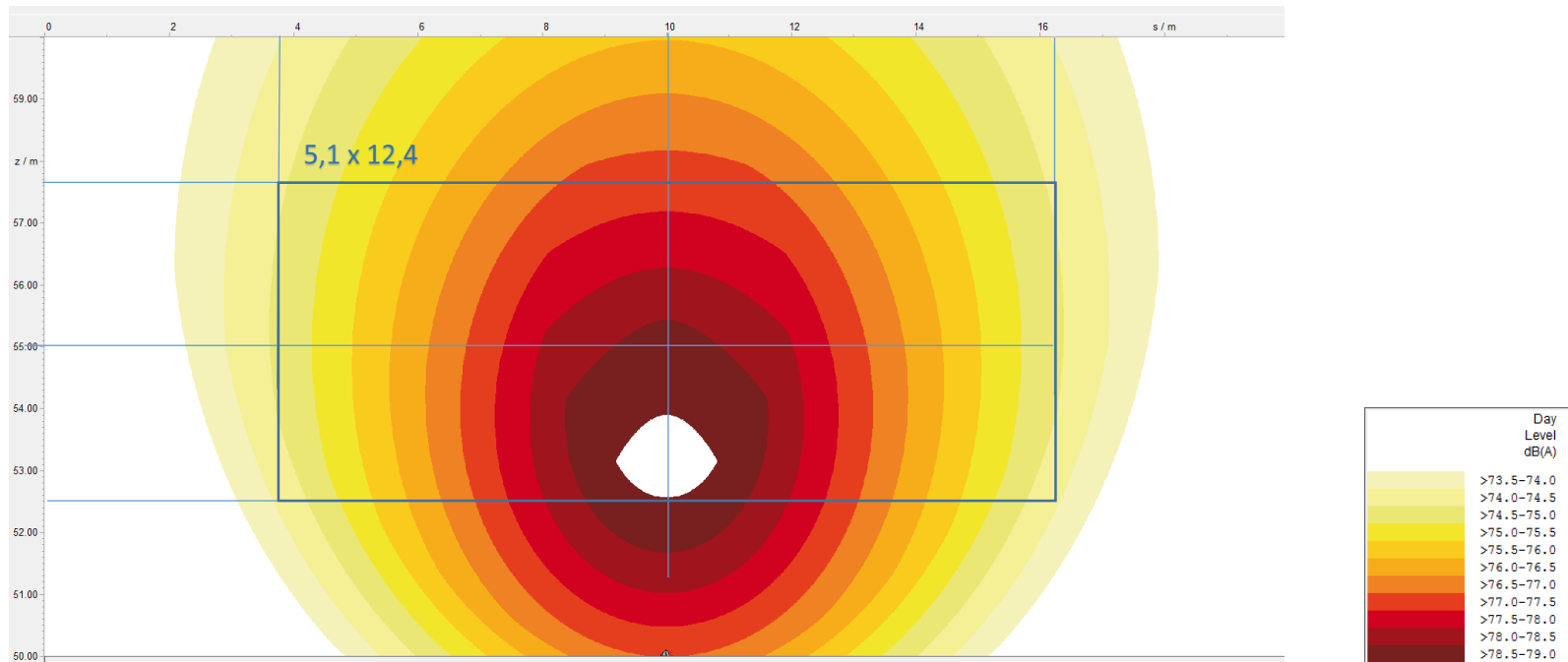
- **Posición del altavoz. Comprobación de la cobertura**  
A 45° en Diagonal y sin suelo cercano.  
Diferencias locales inferiores a 5dB.



- Cobertura igual a sin suelo cercano
- Aún más incremento de los niveles en fachada

# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Posición del altavoz. Comprobación de la cobertura**  
A 45° en Diagonal y sin suelo cercano.  
Diferencias locales inferiores a 10dB.



# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Posición del altavoz**

- En locales grandes o fachadas que comprenden más de una pared exterior, no suele ser posible la medición con una sola posición de la fuente. Si el local es grande o tiene más de dos paredes exteriores, habrá que realizar la medición con varias posiciones de fuente en función de las características direccionales del altavoz.
- El cálculo global se obtendrá a partir del promediado de los resultados:

$$D_{ls,2m} = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum 10^{-\frac{D_i}{10}} \right) dB$$

Donde:

n, número de posiciones de la fuente

D<sub>i</sub> valores de las diferencias de nivel para cada combinación fuente - receptor

# ISO16283-3. Medición con altavoz

- Posiciones de medida en el interior.

## Método para elementos de la edificación

- Montaje del **micrófono rasante** al elemento de fachada, sujeto con cinta adhesiva fuerte y con pantalla anti viento hemisférica.

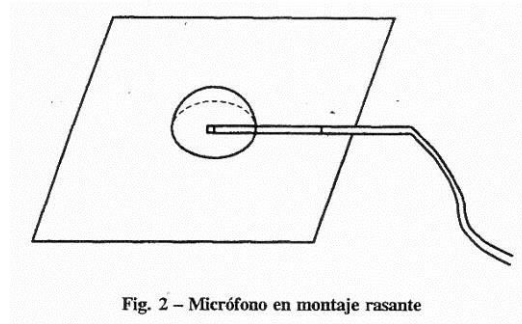


Fig. 2 – Micrófono en montaje rasante



# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Posiciones de medida en el interior.**

## **Método para elementos de la edificación**

- Entre **3 y 10 posiciones** de medición distribuidas en la superficie de la muestra:
  - Se recomienda empezar por 3 posiciones ( $n=3$ ) y si la diferencia entre los niveles de presión sonora entre dos posiciones en una frecuencia es superior a  $n$  dB, se incrementará el número de posiciones hasta 10. Si con 10 posiciones de micrófono las diferencias son mayores de 10 dB, debe indicarse en el informe.
- Obtención del nivel medio de presión sonora  $L_{l,s}$ :

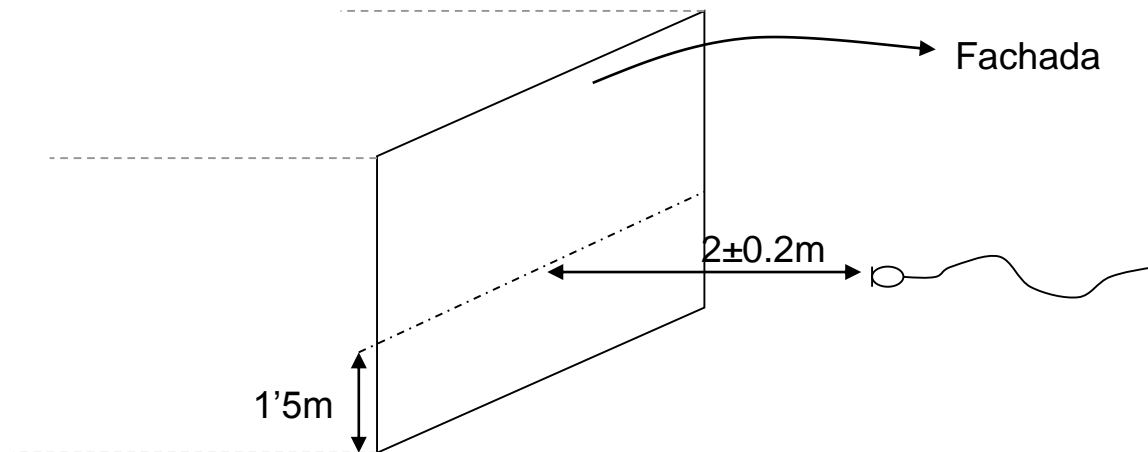
$$L_{l,s} = 10 \log \left( 10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}} \right) - 10 \log(n) \text{ dB}$$

# ISO16283-3. Medición con altavoz

- Posiciones de medida en el interior.

## Método global

- El micrófono se ubicará **centrado horizontalmente de la fachada, a 1'5 m del suelo del local receptor y  $(2 \pm 0,2)$  m hacia fuera**, asegurando que quede a más de 1m de cualquier saliente o relieve.

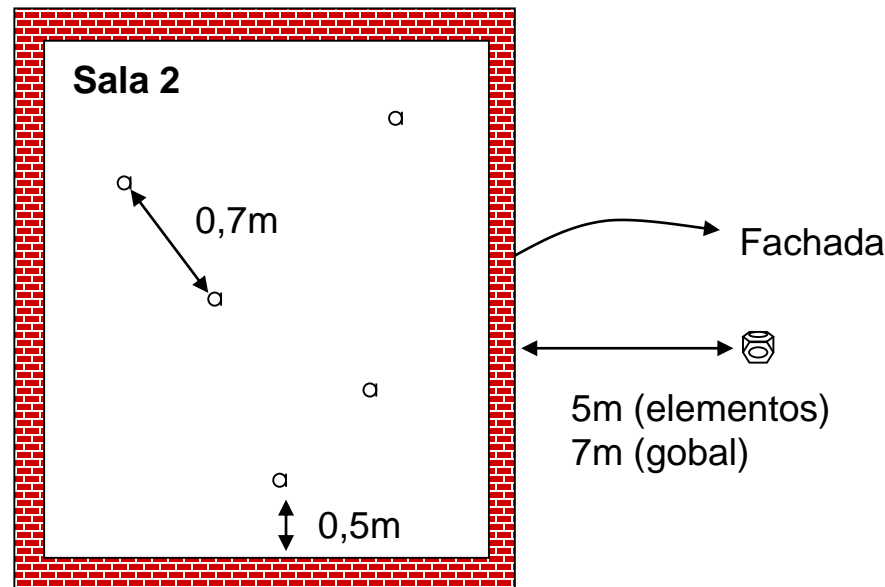


# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Posiciones de medida en el interior.**

## **Método global**

- Se harán 5 medidas (mínimo) repartidas por todo el recinto
  - a más de 0'5m de cualquier pared
  - a más de 0'7m entre ellas



# ISO16283-3. Medición con altavoz

- **Posiciones Fuente-Micrófono.**

## **Método global**

- Como mínimo:
  - 1 posición de fuente
  - 5 posiciones de micrófono en la sala receptora, a lo largo de todo el espacio útil
  - 1 posición de micrófono en el exterior
- El nivel en recepción será el promedio de los 5 niveles medidos.
- Los índices globales se calculan según ISO 717-1.

# ISO16283-3. Ruido de fondo

- **Corrección del nivel de señal para el ruido de fondo**

El nivel de ruido de fondo debe ser al menos 6dB (y preferiblemente 10dB) inferior al nivel de señal y ruido de fondo combinados.

- Si la diferencia es superior a 10dB no es necesario corregir.
- Si la diferencia está entre 6dB y 10dB se aplica la siguiente corrección:

$$L = 10 \log \left( 10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10} \right) dB$$

$L_{sb}$  es el nivel combinado de señal y ruido de fondo (dB)

$L_b$  es el nivel de ruido de fondo (dB)

Estos valores deben corregirse por redondeo a una posición decimal antes de utilizar la fórmula.

- Si la diferencia es inferior a 6dB se aplica una corrección de 1,3dB.

$$L = L_{sb} - 1,3dB$$

En este caso, en el informe debe indicarse que el valor de aislamiento que se muestra en aquella frecuencia (sea  $D_nT$  o  $R'$ ) es el límite de la medida, y que el aislamiento será igual o superior a ese valor.

# ISO16283-3. Tiempo de reverberación

- **Procedimiento por defecto**

Para todas las bandas de tercio de octava entre 50Hz y 5000Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen igual o superior a 25m<sup>3</sup> y entre 100Hz y 5000Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

- **Procedimiento de baja frecuencia**

Para las bandas de tercio de octava entre 50Hz y 80Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

Este procedimiento requiere que el tiempo de reverberación se mida en la **banda de octava de 63Hz** en vez de en las bandas de un tercio de octava de 50Hz, 63Hz y 80Hz y que este valor único medido se utilice para representar las bandas de 50Hz, 63Hz y 80Hz en el cálculo de DnT y/o R'.

NOTA 1 En recintos con volumen pequeño existen relativamente pocos modos de recinto que determinan la curva de caída en las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz. Por lo tanto, el uso de rangos de evaluación de 20 dB o 30 dB en las curvas de caída de bandas de un tercio de octava puede producir errores porque las curvas de caída de pendiente única, generalmente solo se producen cuando existen varios modos en cada banda de frecuencia. Este hecho se puede resolver en parte mediante el uso del filtro de banda de octava de 63 Hz.

NOTA 2 En edificios con estructuras de madera o de acero con revestimientos de planchas de madera o yeso, los tiempos de reverberación en las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz pueden ser suficientemente cortos de manera que la curva de caída se ve afectada por el tiempo de caída de los filtros de banda de un tercio de octava en el analizador. Esto se puede evitar utilizando el filtro de banda de octava de 63 Hz debido a que su ancho de banda es más ancho, lo que permite la medición de tiempos de reverberación más cortos.

# ISO16283-3. Medición con ruido de tráfico

- **Generalidades**

Se describen dos métodos de medición:

- El método para elementos → en ciertas condiciones comparable con el valor de laboratorio
- El método global → no es comparable con el valor del laboratorio

Los métodos correspondientes a ruido de tráfico aéreo y ferroviario se describen en el anexo D de la norma.

# ISO16283-3. Medición con ruido de tráfico

- **Requisitos del ensayo**

- Consiste en hacer la medida con el propio **ruido de tráfico existente como fuente**.
- La duración de la medición debe incluir **50 pasadas de vehículos como mínimo**.
- Durante las mediciones, el ruido de fondo en el local receptor debe ser, como mínimo, 10 dB inferior al nivel sonoro continuo equivalente. Hay que evitar los períodos de calma en los que el ruido del tráfico no cumple esta especificación.
- Para tener en cuenta las posibles fluctuaciones del tráfico **se mide simultáneamente** los niveles sonoros continuos equivalentes **en cada lado de la muestra**.
- Debido al ruido de fondo, este método está limitado a valores de  $R'_w < 40$  dB.



# ISO16283-3. Medición con ruido de tráfico

- **Rango de frecuencias**

- Si las mediciones son en tercios de octava: deben usarse como mínimo las bandas de 100 Hz a 3150 Hz (preferentemente de 50 Hz a 5000 Hz).
- Si las mediciones son en octava: deben usarse como mínimo las bandas de 125 Hz a 2000 Hz (preferentemente de 63 Hz a 4000 Hz).

# ISO16283-3. Medición con ruido de tráfico

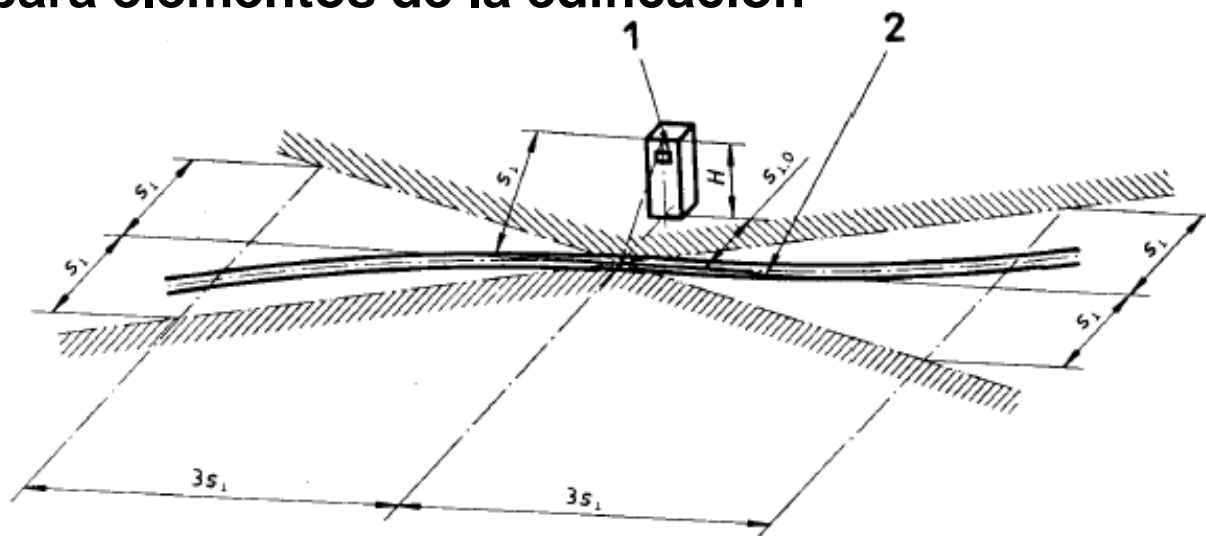
- **Generación del campo sonoro.**

## **Método para elementos de la edificación**

- El ruido de tráfico debe fluir a lo largo de una línea recta, con 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 de la fachada.
- El ángulo de elevación visto desde el punto de mínima distancia entre la fachada y la línea de tráfico, debe ser menor que  $40^\circ$ .
- Debe tenerse una visión directa de la totalidad de la fachada, desde todo el ancho del flujo de tráfico.
- La distancia mínima horizontal entre la línea de tráfico y la fachada, debe ser como mínimo de 3 veces el ancho de la fachada a ensayar, o 25m, el que sea mayor.

# ISO16283-3. Medición con ruido de tráfico

- **Generación del campo sonoro.**  
**Método para elementos de la edificación**



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.

# ISO16283-3. Medición con ruido de tráfico

- **Posiciones de medida en el interior.**

## **Método para elementos de la edificación**

Medición de los niveles sonoros continuos equivalentes:

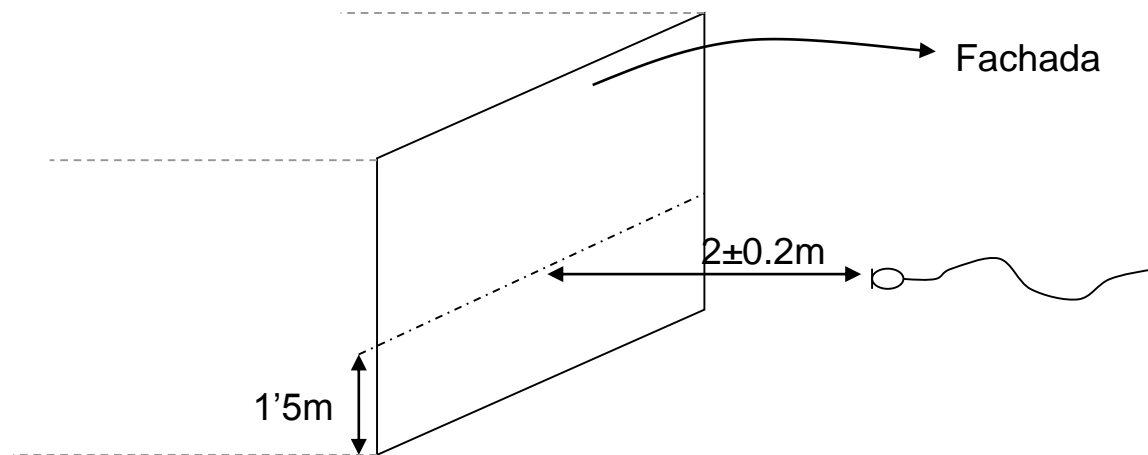
- Se utilizan micrófonos en **posición rasante**, igual que en la medición con fuente de ruido
- El nivel de presión sonora se expresará en  $L_{l,eq,s}$
- Si la fachada es:
  - Plana, sin grandes retranqueos o balconadas, se usaran 3 posiciones de micrófono asimétricamente distribuidas
  - Sino se usaran 5 posiciones de micrófono
- Si se usan varias posiciones de fuente, se calculará la diferencia de nivel para cada posición promediándola según la formulación utilizada para el método con altavoz del elemento global.
- Los índices globales se calculan según ISO 717-1.

# ISO16283-3. Medición con ruido de tráfico

- **Posiciones de medida en el interior.**

**Método global** (análogo al método global con altavoz)

El micrófono se ubicará **centrado horizontalmente de la fachada, a 1'5m del suelo del local receptor y 2m hacia fuera**, asegurando que quede a más de 1m de cualquier saliente o relieve.



# ISO16283-3. Tiempo de reverberación

- **Procedimiento por defecto**

Para todas las bandas de tercio de octava entre 50Hz y 5000Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen igual o superior a 25m<sup>3</sup> y entre 100Hz y 5000Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

- **Procedimiento de baja frecuencia**

Para las bandas de tercio de octava entre 50Hz y 80Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

Este procedimiento requiere que el tiempo de reverberación se mida en la **banda de octava de 63Hz** en vez de en las bandas de un tercio de octava de 50Hz, 63Hz y 80Hz y que este valor único medido se utilice para representar las bandas de 50Hz, 63Hz y 80Hz en el cálculo de DnT y/o R'.

NOTA 1 En recintos con volumen pequeño existen relativamente pocos modos de recinto que determinan la curva de caída en las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz. Por lo tanto, el uso de rangos de evaluación de 20 dB o 30 dB en las curvas de caída de bandas de un tercio de octava puede producir errores porque las curvas de caída de pendiente única, generalmente solo se producen cuando existen varios modos en cada banda de frecuencia. Este hecho se puede resolver en parte mediante el uso del filtro de banda de octava de 63 Hz.

NOTA 2 En edificios con estructuras de madera o de acero con revestimientos de planchas de madera o yeso, los tiempos de reverberación en las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz pueden ser suficientemente cortos de manera que la curva de caída se ve afectada por el tiempo de caída de los filtros de banda de un tercio de octava en el analizador. Esto se puede evitar utilizando el filtro de banda de octava de 63 Hz debido a que su ancho de banda es más ancho, lo que permite la medición de tiempos de reverberación más cortos.

# ISO16283-3. Recomendaciones

- **Equipo: Altavoz. Caracterización de la directividad**

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

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

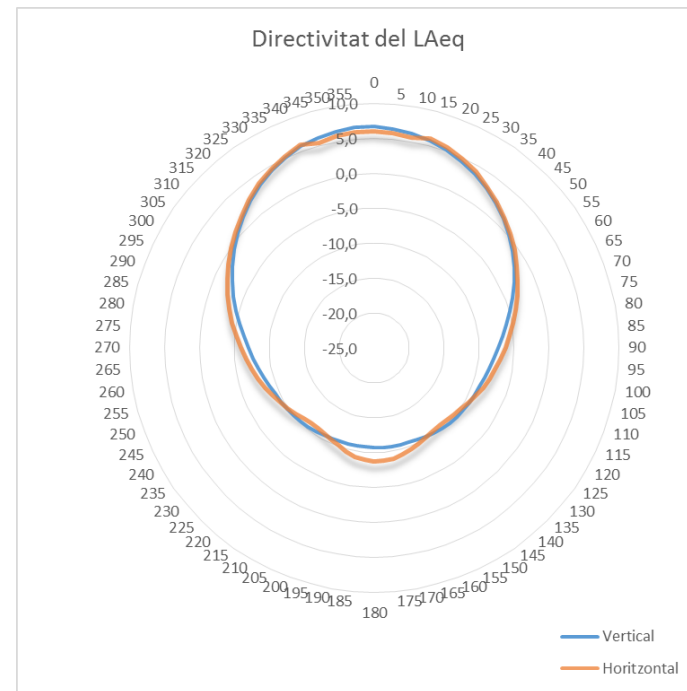


# ISO16283-3. Recomendaciones

- **Equipo: Altavoz. Caracterización de la directividad**
  - Se mide a  $> 1'5\text{m}$  en campo libre:
    - 1- Valor medio de los  $360^\circ$ ,  $L_{360}$  (para el plano “peor caso”)
    - 2- Valores medios deslizantes de todos los ángulos de  $30^\circ$ ,  $L_{30,i}$
  - Se calcula  $DI_i$  cada  $5^\circ$ :



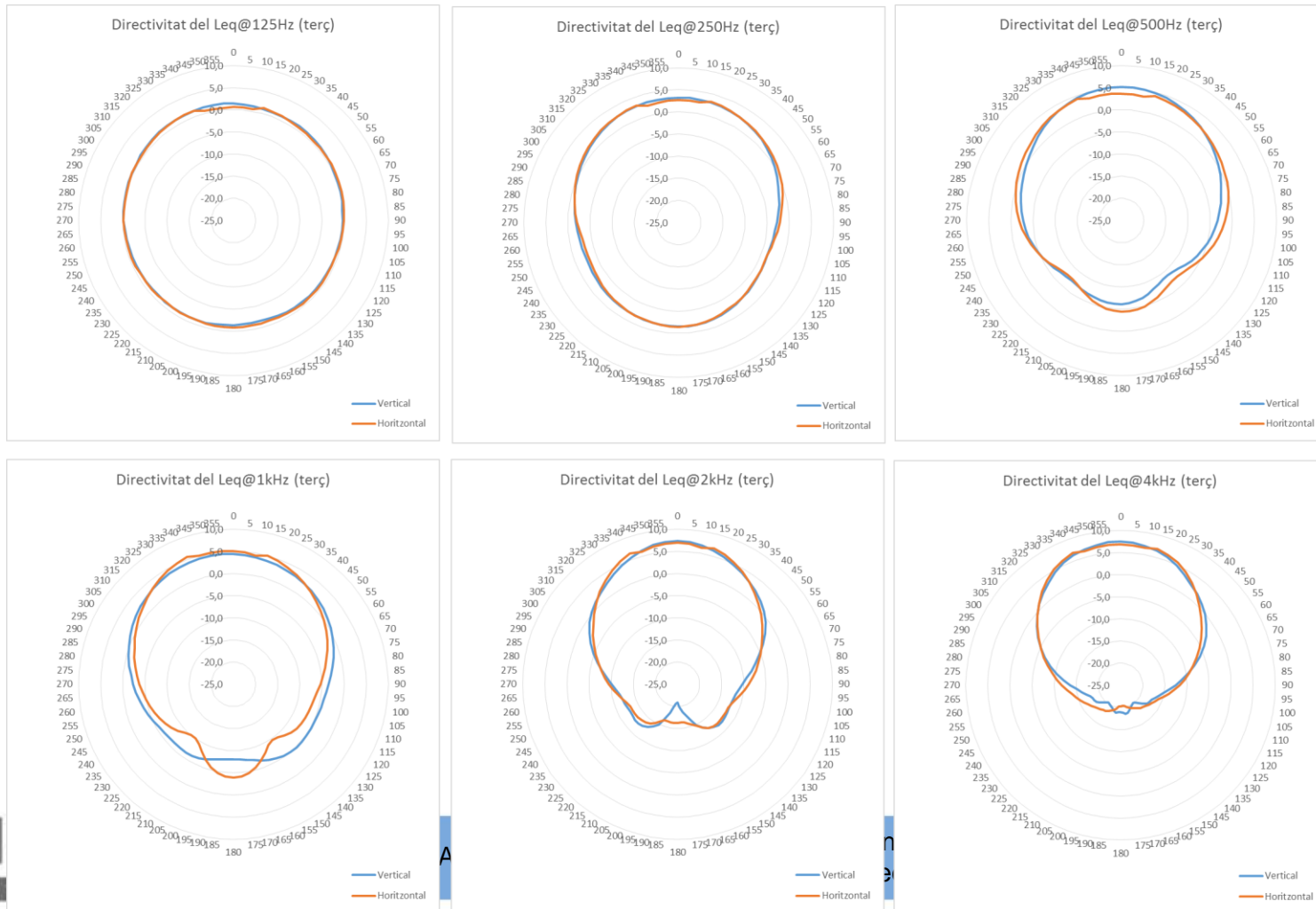
Ensayo de directividad en un exterior





# ISO16283-3. Recomendaciones

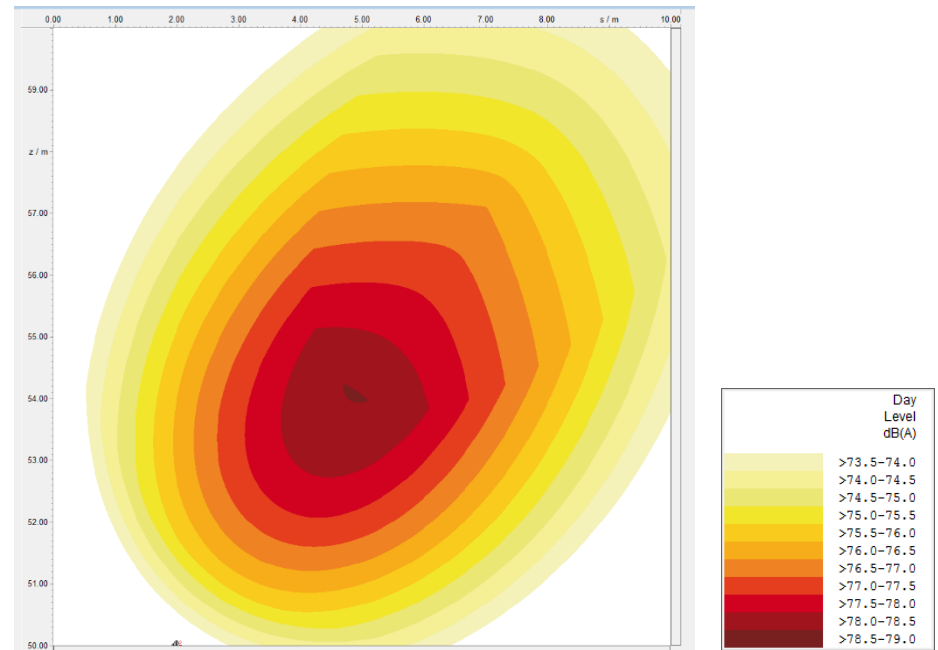
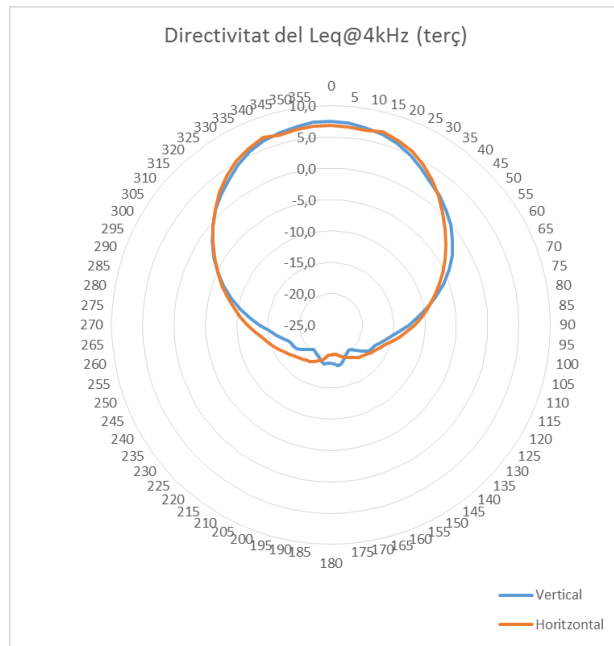
- Equipo: Altavoz. Caracterización de la directividad**



# ISO16283-3. Recomendaciones

- Equipo: Altavoz. Caracterización de la directividad**

Planteamos las coberturas sobre hipotéticas fachadas y hipotéticas posiciones de fuente para la frecuencia con mayor directividad. Se verá con detalle cuando expliquemos el posicionamiento del altavoz.



# ISO16283-3. Recomendaciones

- **Equipo: Sonómetro**

Ídem a ISO 16283-1 excepto si queremos hacer la medida con ruido de tráfico.

Con ruido de tráfico hará falta un equipo de dos canales para poder medir **simultáneamente** los niveles exteriores e interiores.

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. **Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-3
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición. Método con altavoz para elementos. Método con altavoces global. Método con ruido de tráfico para elementos. Método con ruido de tráfico global.
  4. **Expresión de los resultados**
5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos. ISO 16283-2

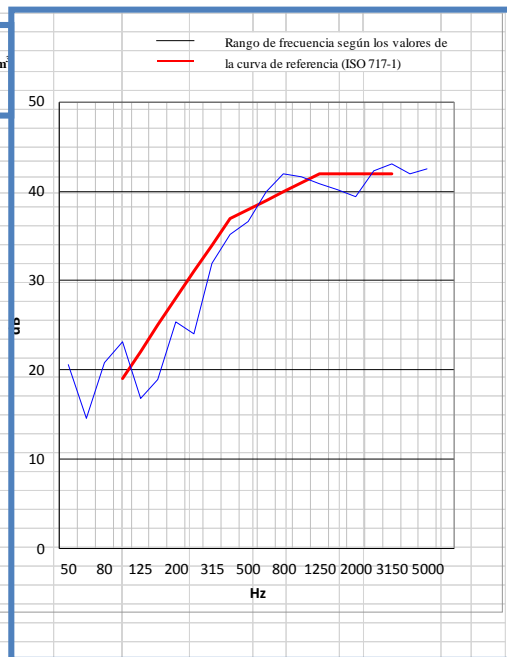
# ISO 16283-3. Expresión de los resultados

Volumen de los recintos

Volumen del recinto receptor: 33,0 m<sup>3</sup>

Resultados en formato tabular

<i>f</i> (Hz)	<i>D2m,nT</i> (dB)
50	20,6
63	14,6
80	20,8
100	23,2
125	16,8
160	18,9
200	25,4
250	24,0
315	32,0
400	35,2
500	36,6
630	40,0
800	41,9
1000	41,6
1250	40,8
1600	40,2
2000	39,4
2500	42,3
3150	43,1
4000	41,9
5000	42,5



Resultados en formato gráfico

Resultados globales

Valoración según la Norma ISO 717-1:			
$D2m,nT,w (C;Ctr) = 38 (-3; -7) \text{ dB}$	$C_{50-3150} = -3 \text{ dB}$	$C_{50-5000} = -2 \text{ dB}$	$C_{100-5000} = -2 \text{ dB}$
Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidas mediante un método de ingeniería			
$C_{tr,50-3150} = -5 \text{ dB}$	$C_{tr,50-5000} = -8 \text{ dB}$	$C_{tr,100-5000} = -7 \text{ dB}$	

# ISO 16283-3. Expresión de los resultados

- **Generalidades**

Para el informe del aislamiento acústico al ruido aéreo de fachadas, se deben dar:

- Valores de la diferencia de niveles estandarizada  $D_{nT}$  entre los recintos o el índice de reducción sonora aparente  $R'$
- Para todas las frecuencias de medida
- Con una cifra decimal
- De forma tabular y en forma gráfica
- Las gráficas deben mostrar el nivel en decibelios en función de la frecuencia en escala logarítmica, con las siguientes especificaciones:
  - 5mm para cada banda de tercio de octava
  - 20mm para 10dB

# ISO 16283-3. Expresión de los resultados

- **Generalidades**

Si los valores por octavas se calculan a partir de los de tercio de octava, se obtendrán a partir de la expresión siguiente:

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

Donde,

X, corresponde a  $D_n$ ,  $D_{nT}$  o  $R'$

# ISO 16283-3. Expresión de los resultados

- **Informe de medida**

- a) Una referencia a esta parte de la norma ISO 16283-1:2016
- 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 elegido
- l) Indicación de cualquier desviación respecto a esta parte de la Norma ISO 16283-1



# ISO 16283-3. Expresión de los resultados

- **Incertidumbre**

La incertidumbre del resultado de medición se debe determinar de acuerdo con el método indicado en la Norma ISO 12999-1.

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada
5. **Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos.**
  1. **Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-2**
  2. **Definición de los índices de medición**
  3. **Procedimiento de medición.**
  4. **Niveles globales de aislamiento. ISO 717-2**
  5. **Expresión de los resultados**

# ISO16283-2. Objeto y campo de aplicación

- ISO 16283-2:2016: Medición *in situ* del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción.

Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos.

- Especifica los procedimientos para determinar el nivel sonoro de ruido de impactos entre dos recintos en un edificio utilizando mediciones de presión acústica.
- Proporciona los valores del nivel de presión sonora de impactos, en **función de la frecuencia**. Estos valores se transforman en un **valor único** al aplicar la norma **ISO 717-2**.

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada
5. **Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos.**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-2
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición
  4. Niveles globales de aislamiento. ISO 717-2
  5. Expresión de los resultados

# ISO16283-2. Índices de medición

- **Nivel de presión de ruido de impactos normalizado  $L'_n$**   
Nivel de presión correspondiente al **área de absorción de referencia en el local de recepción.**

$$L'_n = L_i + 10 \cdot \log \left( \frac{A}{A_0} \right)$$

- **Nivel de presión de ruido de impactos estandarizado  $L'_{nT}$**   
Nivel de presión correspondiente a un valor de referencia del **tiempo de reverberación en el local de recepción.**

$$L'_{nT} = L_i - 10 \cdot \log \left( \frac{T}{T_0} \right)$$

# ISO16283-2. Índices de medición

- Nivel de presión máxima de ruido de impactos estandarizado  $L'_{i,F\max,V,T}$

$$L'_{i,F\max,V,T} = L_{i,F\max} + 10 \cdot \log\left(\frac{V}{V_0}\right) - 10 \cdot \log\left[\frac{1 - C_0^{-1}}{1 - C^{-1}} \left( \frac{C^{(1-C)^{-1}} - C^{-(1-C)^{-1}}}{C_0^{(1-C_0)^{-1}} - C_0^{-(1-C_0)^{-1}}} \right)\right]$$
$$C_0 = \frac{T_0}{1.7275} \quad C = \frac{T}{1.7275}$$

Para determinar los valores de aislamiento a ruido de impactos, hay que tener en cuenta que el **carácter del índice evaluador  $L'_{nT}$  es inverso** a los anteriores de aislamiento a ruido aéreo  **$D_{nT}$  y  $D_{2m,nT}$**

# ISO16283-2. Índices de medición

... donde:

$L_i$ : nivel de presión sonora medio de ruido de impactos

$A$ : área de absorción acústica equivalente al recinto receptor ( $m^2$ )

$A_0$ : área de absorción de referencia.  $A_0=10 m^2$

$T$ : Tiempo de reverberación en el recinto receptor

$T_0$ : Tiempo de reverberación de referencia, para viviendas  $T_0=0,5\text{seg.}$

$V$ : Volumen del recinto receptor

$V_0$ : Volumen del recinto receptor de referencia, para viviendas  $V_0=50m^3$

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada
- 5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos.**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-2
  2. Definición de los índices de medición
  - 3. Procedimiento de medición**
  - 4. Niveles globales de aislamiento. ISO 717-2**
  - 5. Expresión de los resultados**



# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Generalidades**

Las mediciones del nivel de presión acústica se utilizan para determinar el nivel promedio en la zona central del recinto fuente y del recinto receptor con la(las) fuente(es) encendida, y el nivel del ruido de fondo en el recinto receptor cuando la fuente está apagada.

El sonido se debe generar en el recinto fuente haciendo uso de un equipo de generación de ruido de impactos funcionando de manera simultánea en al menos cuatro posiciones, o de una única fuente movida a al menos cuatro posiciones.

- **Elección del recinto fuente y del recinto receptor**

La manera habitual de la medición será situando la fuente en el recinto emisor en colindancia vertical con el recinto receptor.

# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Equipo y disposición del ensayo**

- Rango de frecuencias:
  - Tercios de octava de 100Hz a 3150Hz.
  - Para información complementaria a baja frecuencia: 50Hz, 63Hz y 80Hz.
  - Para información complementaria a alta frecuencia: 4000Hz y 5000Hz.
- Generalidades:
  - Recinto fuente (contiene la(s) fuente(s)): nivel con la máquina de impactos en funcionamiento (L1).
  - Recinto receptor: nivel con la máquina de impactos en funcionamiento (L2), nivel de ruido de fondo y tiempos de reverberación.
- Procedimientos (Se procede Igual que en la 16283-1):
  - **Procedimiento por defecto**: a partir de 100Hz.
  - **Procedimiento de baja frecuencia**: si desea evaluarse el aislamiento en las bandas de baja frecuencia (50Hz, 63Hz y 80Hz) y el recinto fuente y/o receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Equipo.**

- Máquina de impactos normalizada**

- Consiste en 5 martillos de 500 gr en línea tirados cíclicamente desde una altura de 40mm a  $T_r = 100\text{ms}$  entre ellos.



- Sonómetro**

- Ídem al resto de medidas de aislamiento.

# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Equipo.**

- Pelota de caucho**

- Debe generar en cada banda de octava el nivel de exposición a la fuerza de impacto que se muestra en la tabla, cuando cae verticalmente en caída libre desde una altura de  $100 \pm 1$  cm medida desde la parte inferior de la pelota hasta el suelo.

$$L_{FE} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T_{ref}} \int_{t_1}^{t_2} \frac{F^2(t)}{F_0^2} dt \right]$$

Frecuencia central de la banda de octava Hz	Nivel de exposición a la fuerza de impacto, $L_{FE}$ dB re 1 N
31,5	$39,0 \pm 1,0$
63	$31,0 \pm 1,5$
125	$23,0 \pm 1,5$
250	$17,0 \pm 2,0$
500	$12,5 \pm 2,0$

- Permite medir en escaleras.
      - No permite medir más allá de los 630 Hz.
      - No aplicable a normativas españolas.

# ISO16283-2. Procedimiento por defecto

- **Generación de campo acústico**

La potencia de la fuente debe ser la suficiente para que el nivel de presión acústica en el recinto receptor sea, al menos, **10dB mayor que el nivel de ruido de fondo** en cualquier banda de frecuencia  
→ en caso contrario se realizaran correcciones.

La máquina de impactos debe ser normalizada.  
(Especificaciones en Anexo A)

Si se utiliza una única fuente, como mínimo **se colocará en cuatro posiciones**. Consideraciones si se utiliza más de una fuente.

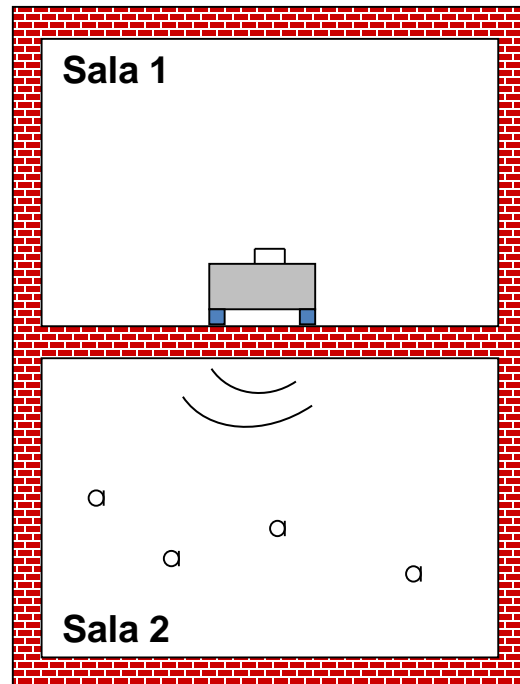
# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Tiempo de promediado**

- Para cada posición individual de micrófono, el tiempo de promediado debe ser, al menos, de 6 s si medimos desde 100Hz. 4s si medimos desde 500Hz.
- Si se hace la extensión de baja frecuencia, y se empieza la medida a 50Hz, el tiempo de promediado debe ser, al menos, de 15 s.
- En todas las medidas de posiciones individuales de micrófono hay que **esperar a que el campo acústico sea estacionario** antes de empezar la medida. Normalmente en unos 2 o 3 segundos (siempre más de  $T/2$  ) ya los es.
- Los promediados  $L_i$  para cada posición de fuente, el cálculo de A y las correcciones por ruido de fondo se hacen igual que en ISO 16283-1. Igualmente acepta procedimientos de baja frecuencia en salas receptoras menores de 25m<sup>3</sup>.
- Los índices globales también se calculan según ISO 717-2.

# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Posiciones de máquina de impactos y de micrófono**
  - El número mínimo de posiciones de máquina i micrófono son:



- 4 posiciones de máquina
- 4 posiciones de micrófono

En función del área del suelo se aconsejan más.

# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Posiciones de máquina de impactos y de micrófono**

El texto de la ISO en su punto 7.3.2 dice:

El número de posiciones de micrófono debe ser igual al número de posiciones de la máquina de impactos o de múltiplos enteros del número de posiciones de la máquina de impactos.

Se debe utilizar el mismo número de posiciones de micrófono para cada posición de la máquina de impactos.

Si se utilizan cuatro o cinco posiciones de la máquina de impactos, se deben realizar al menos dos mediciones del nivel de presión acústica de ruido de impactos para cada posición de la máquina de impactos. Las mediciones se deben realizar en al menos dos posiciones de micrófono **diferentes** para cada posición de la máquina de impactos.

Si se utilizan seis o más posiciones de la máquina de impactos, se debe realizar al menos una medición del nivel de presión acústica de ruido de impactos para cada posición de la máquina de impactos. Las mediciones se deben realizar en una posición de micrófono diferente para cada posición de la máquina de impactos.

Ej.: 4 posiciones de fuente A, B, C y D

4 posiciones de micro 1, 2, 3 y 4

Combinaciones: A1, A2, B2, B3, C3, C4, D4 y D1.



# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- Posiciones de máquina de impactos y de micrófono

Área del suelo del recinto emisor, m <sup>2</sup>	Número de posiciones	Área del suelo del recinto receptor, m <sup>2</sup>			
		≤50		> 50	
		Separación de tipo 1 <sup>a</sup>	Separación de tipo 2 <sup>b</sup>	Separación de tipo 1	Separación de tipo 2
< 20	Máquina de impactos	4	4	4	4
	Posiciones de micrófono fijo o de mano	4	4	8	8
	Posiciones de micrófono de movimiento continuo mecanizado o de barrido manual	1	1	2	2
20 a 50	Máquina de impactos	8	4	8	4
	Posiciones de micrófono fijo o de mano	4	4	8	8
	Posiciones de micrófono de movimiento continuo mecanizado o de barrido manual	1	1	2	2
> 50	Máquina de impactos	8	8	8	8
	Posiciones de micrófono fijo o de mano	4	4	8	8
	Posiciones de micrófono de movimiento continuo mecanizado o de barrido manual	1	1	2	2

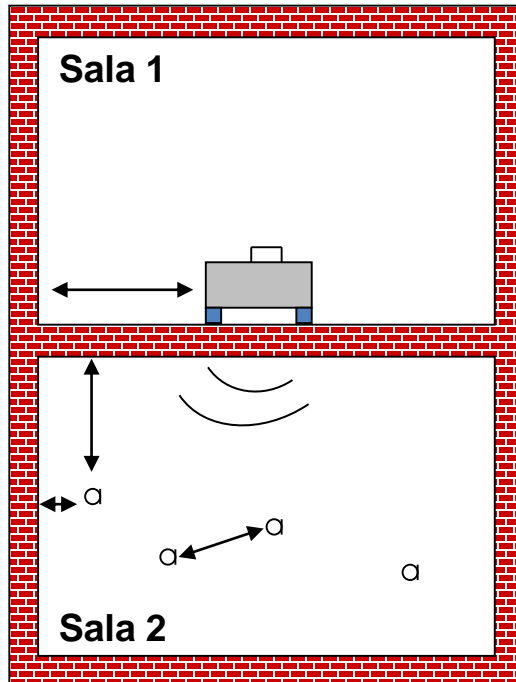
Anexo D.2  
Informativo  
y sólo para > 25m<sup>3</sup>

<sup>a</sup> Separación de tipo 1: particiones de vigas de madera, separación de hormigón con nervaduras o vigas y particiones de hormigón sólido con un espesor inferior a 100 mm. Se aplica a todos los revestimientos de suelo.

<sup>b</sup> Separación de tipo 2: particiones de hormigón sólido con un espesor igual o superior a 100 mm, elementos de hormigón con óxidos pesados gruesos y elementos de hormigón hueco. Se aplica a todos los revestimientos de suelo.

# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Posiciones de máquina de impactos y micrófono**



Distancias mínimas:

- 0,7m entre posiciones de micrófono.
- 0,5m entre micrófono y límite del recinto.
- 1m entre micrófono y el techo
- 0,5m entre la máquina y los límites del recinto

- **Posición de la máquina**

La máquina de impactos se debe colocar de tal forma que su línea de martillos haga un ángulo de  $45^{\circ}$  con las vigas.

# ISO16283-2. Procedimiento de medición

- **Evaluación de la contribución aérea en la medida**
  - Medir la diferencia de niveles bruta de aislamiento al ruido aéreo entre la sala donde emplazamos la máquina de impactos y el recinto receptor,  $L_{D,spk} = L_1 - L_2$ .
  - Medir el nivel aéreo en la sala donde emplazamos la máquina de impactos,  $L_{S,tm}$ .
  - Medir el nivel aéreo en la sala receptora con la máquina en marcha,  $L_{R,tm}$ .
  - Comprobar:

Si  $L_{S,tm} - L_{D,spk} \leq L_{R,tm} - 10$  > Ruido aéreo despreciable

# ISO16283-2. Ruido de fondo

- **Corrección del nivel de señal para el ruido de fondo**

El nivel de ruido de fondo debe ser al menos 6dB (y preferiblemente 10dB) inferior al nivel de señal y ruido de fondo combinados.

- Si la diferencia es superior a 10dB no es necesario corregir.
- Si la diferencia está entre 6dB y 10dB se aplica la siguiente corrección:

$$L = 10 \log \left( 10^{L_{sb}/10} - 10^{L_b/10} \right) dB$$

$L_{sb}$  es el nivel combinado de señal y ruido de fondo (dB)

$L_b$  es el nivel de ruido de fondo (dB)

Estos valores deben corregirse por redondeo a una posición decimal antes de utilizar la fórmula.

- Si la diferencia es inferior a 6dB se aplica una corrección de 1,3dB.

$$L = L_{sb} - 1,3dB$$

En este caso, en el informe debe indicarse que el valor de aislamiento que se muestra en aquella frecuencia (sea  $D_nT$  o  $R'$ ) es el límite de la medida, y que el aislamiento será igual o superior a ese valor.

# ISO16283-2. Tiempo de reverberación

- **Procedimiento por defecto**

Para todas las bandas de tercio de octava entre 50Hz y 5000Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen igual o superior a 25m<sup>3</sup> y entre 100Hz y 5000Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

- **Procedimiento de baja frecuencia**

Para las bandas de tercio de octava entre 50Hz y 80Hz cuando el recinto receptor tenga un volumen inferior a 25m<sup>3</sup>.

Este procedimiento requiere que el tiempo de reverberación se mida en la **banda de octava de 63Hz** en vez de en las bandas de un tercio de octava de 50Hz, 63Hz y 80Hz y que este valor único medido se utilice para representar las bandas de 50Hz, 63Hz y 80Hz en el cálculo de DnT y/o R'.

NOTA 1 En recintos con volumen pequeño existen relativamente pocos modos de recinto que determinan la curva de caída en las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz. Por lo tanto, el uso de rangos de evaluación de 20 dB o 30 dB en las curvas de caída de bandas de un tercio de octava puede producir errores porque las curvas de caída de pendiente única, generalmente solo se producen cuando existen varios modos en cada banda de frecuencia. Este hecho se puede resolver en parte mediante el uso del filtro de banda de octava de 63 Hz.

NOTA 2 En edificios con estructuras de madera o de acero con revestimientos de planchas de madera o yeso, los tiempos de reverberación en las bandas de 50 Hz, 63 Hz y 80 Hz pueden ser suficientemente cortos de manera que la curva de caída se ve afectada por el tiempo de caída de los filtros de banda de un tercio de octava en el analizador. Esto se puede evitar utilizando el filtro de banda de octava de 63 Hz debido a que su ancho de banda es más ancho, lo que permite la medición de tiempos de reverberación más cortos.

# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada
5. **Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos.**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-2
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición
  4. **Niveles globales de aislamiento. ISO 717-2**
  5. **Expresión de los resultados**

# ISO 717-2. Niveles globales de aislamiento

- **La obtención del nivel global**

Acústica. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción.

Parte 2: Aislamiento a ruido de impactos. (ISO 717-2:2013).

$$L'_{nt,w} (C_I) = 65(-1)$$

The diagram illustrates the components of the global impact noise level. The equation  $L'_{nt,w} (C_I) = 65(-1)$  is shown at the top. A diagonal arrow points from the left side of the equation ( $L'_{nt,w}$ ) to the text "Magnitud global: Nivel estandarizado ponderado de la presión sonora de impactos,  $L'_{nT,w}$ ". A vertical arrow points from the right side of the equation ( $C_I$ ) to the text "Término de adaptación espectral:  $C_I$ ".

*Este procedimiento se aplicará a los valores obtenidos conforme a las normas ISO 16283-2.*

# ISO 717-2. Niveles globales de aislamiento

- **Definición**

Magnitud global para la valoración del aislamiento a ruido de impactos: Es el valor en dB, a 500Hz de la curva de referencia una vez ajustada a los valores experimentales según el siguiente método:

- **Cálculo del valor global**

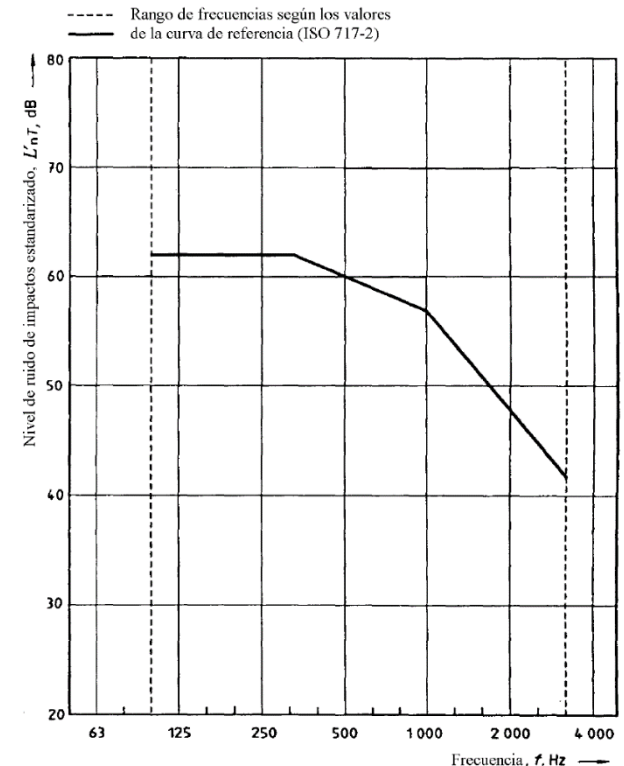
- Para valorar los resultados de una medición de  $L'_n$  o  $L'_{nT}$ , en bandas de tercio de octava (con una cifra decimal significativa), con precisión de 0,1dB, se desplaza la curva de referencia en saltos de 1 dB hacia la curva medida hasta que la suma de desviaciones desfavorables sea lo mayor posible pero no mayor que 32dB.
- Se produce una desviación desfavorable en una determinada frecuencia cuando el resultado de las mediciones **supera** al valor de referencia. Solo deben considerarse las desviaciones desfavorables.
- El valor, en dB, de la curva de referencia a 500Hz, después del desplazamiento, de acuerdo con este procedimiento es el valor de  $L'_{n,w}$  o  $L'_{nT,w}$  respectivamente.



# ISO 717-2. Niveles globales de aislamiento

- **Cálculo del valor global**

- En el caso del ruido de impactos la curva de referencia es decreciente.
- Se define una **curva de referencia** entre 100 Hz y 3150 Hz.
- Se desplaza la curva de referencia en **saltos de 1dB** hasta que la **suma de desviaciones desfavorables es  $\leq 32\text{dB}$** .
- El valor de la curva de referencia a 500Hz es la magnitud global.



# ISO 717-2. Niveles globales de aislamiento

- **Cálculo del valor global**

Esta magnitud global se **subindexa con la letra W**:  $L'_{nT,W} = 65\text{dB}$

Su valor **es independiente del nivel y el contenido espectral (blanco/rosa) del ruido de excitación** utilizado en la medida.

Para tener en cuenta las características de baja frecuencia en un tipo de estructuras específicos hay que añadirle el término de adaptación espectral,  $C_1$ .

Este término tomará valores cercanos a cero para suelos macizos con recubrimientos, mientras que para suelos de viguería de madera con picos dominantes a baja frecuencia será ligeramente positivo. Para suelos de cemento sin recubrimiento puede situarse entre -15 y 0dB.

# ISO 717-2. Niveles globales de aislamiento

- **Cálculos de los términos de adaptación espectral**
  - Se define un único término de adaptación espectral:
    - $C_I$ : Sensible a los picos dominantes de baja frecuencia producidos en suelos de viguería de madera (las magnitudes globales no son sensibles a estos ruidos)
  - Se calculan según:

$$C_I = L'_{nT,sum} - 15 - L'_{nT,W}$$

donde

$L'_{nT,sum}$  es la suma energética de las bandas de 100 a 2500Hz de la magnitud correspondiente,  $L'_{nT}$ .

$L'_{nT,W}$  es la magnitud global correspondiente.

# ISO 717-2. Niveles globales de aislamiento

- Cálculos de los términos de adaptación espectral

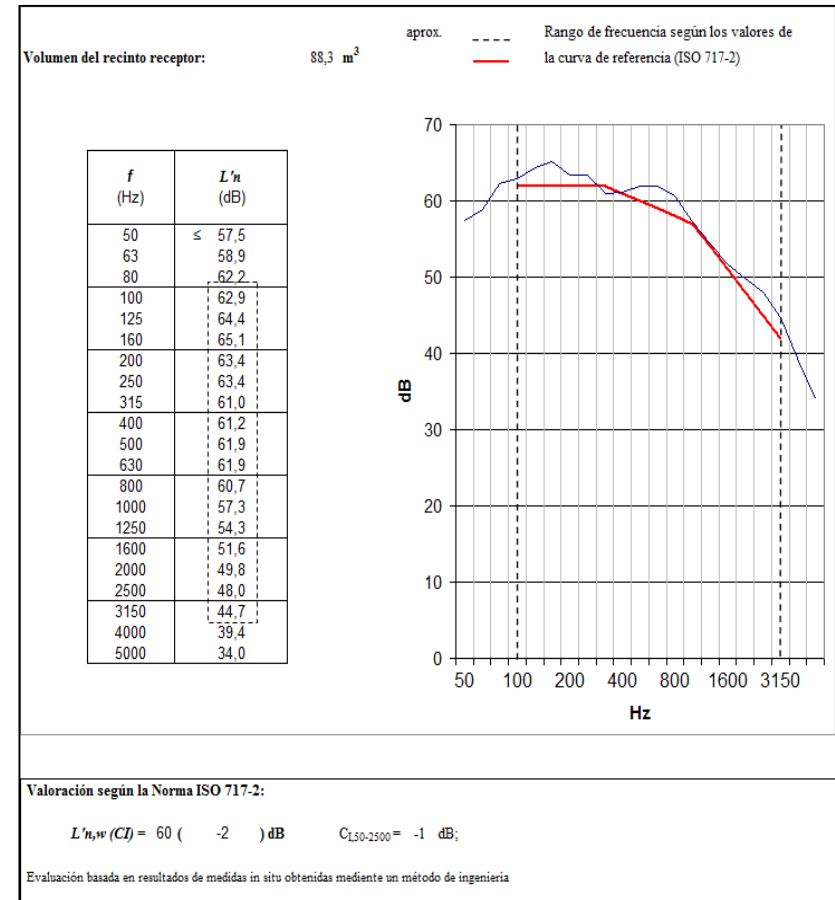
	Niveles sonoros, $L_{ij}$ dB			
Frecuencia Hz	Espectro n° 1 para calcular C		Espectro n° 2 para calcular $C_{tr}$	
	Tercio de octava	Octava	Tercio de octava	Octava
100	-29		-20	
125	-26	- 21	-20	-14
160	-23		- 18	
200	-21		-16	
250	- 19	-14	-15	-10
315	-17		-14	
400	-15		-13	
500	-13	-8	-12	-7
630	-12		-11	
800	-11		-9	
1000	-10	-5	-8	-4
1250	-9		-9	
1600	-9		-10	
2000	-9	-4	-11	-6
2500	-9		-13	
3150	-9		-15	

Todos los niveles están ponderados A y el nivel global de espectro normalizado a 0 dB.

# ISO 717-2. Niveles globales de aislamiento

- Cálculos de los términos de adaptación espectral

En general  $C_f$  es muy próximo a 0, pero cuando hay picos dominantes de baja frecuencia producidos en suelos de viguería de madera  $C_f$  se puede hacer mayor que 0.



# Índice

1. Introducción
2. Resumen de las normas ISO 16283, ISO 10140 y ISO 10848.
3. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo entre locales. ISO 16283-1
4. Medición in situ del aislamiento al ruido aéreo de fachada
- 5. Medición in situ del aislamiento al ruido de impactos.**
  1. Objeto y campo de aplicación. ISO 16283-2
  2. Definición de los índices de medición
  3. Procedimiento de medición
  4. Niveles globales de aislamiento. ISO 717-2
  - 5. Expresión de los resultados**

# ISO 16283-2. Expresión de los resultados

Volumen de los recintos

Volumen del recinto receptor: 34,7 m<sup>3</sup>

Resultados en formato tabular

<i>f</i> (Hz)	<i>L'nT</i> (dB)
50	52,2
63	54,7
80	47,3
100	48,4
125	45,5
160	47,4
200	47,8
250	47,9
315	46,3
400	46,3
500	44,5
630	48,5
800	48,2
1000	48,3
1250	46,1
1600	45,8
2000	42,1
2500	40,3
3150	36,5
4000	31,3
5000	26,7

Resultados globales

Valoración según la Norma ISO 717-2:

$L'nT,w$  (CI) = 49 ( -6 ) dB;  $CI_{50-2500}$  = -3 dB;

Evaluación basada en resultados de medidas in situ obtenidas mediante un método de ingeniería

aprox. Rango de frecuencia según los valores de la curva de referencia  $L'nT,w=60$ dB (ISO 717-2)



Resultados en formato gráfico

# ISO 16283-2. Expresión de los resultados

- **Generalidades**

Para el informe del aislamiento acústico al ruido aéreo entre recintos, se deben dar:

- Valores de la diferencia de niveles estandarizada  $L'_{nT}$  o normalizada  $L'_n$  entre los recintos
- Para todas las frecuencias de medida
- Con una cifra decimal
- De forma tabular y en forma gráfica
- Las gráficas deben mostrar el nivel en decibelios en función de la frecuencia en escala logarítmica, con las siguientes especificaciones:
  - 5mm para cada banda de tercio de octava
  - 20mm para 10dB



# ISO 16283-2. Expresión de los resultados

- **Informe de medida**

- a) Una referencia a la norma ISO 16283-2:2014 y cualquier enmienda;
- b) Nombre del organismo que ha realizado la medición;
- c) Nombre y dirección del organismo o persona que ordenó el ensayo (cliente);
- d) Fecha del ensayo;
- e) Descripción e identificación del tipo de construcción del edificio y de la disposición del ensayo;
- f) Volúmenes de ambos recintos y el área de cualquier elemento de separación S;
- g) Nivel de ruido de impactos estandarizado  $L'_{nT}$  o normalizado  $L'_n$  en función de la frecuencia;
- h) Breve descripción del procedimiento, breves detalles del equipo y indicación de qué recintos utilizaron los procedimientos de baja frecuencia;
- i) Indicaciones de los resultados que deben ser tomados como límites de la medida. Se deben dar como  $L'_{nT} \geq \dots \text{dB}$ ;
- j) Indicación de las transmisiones indirectas si existen;

# ISO 16283-2. Expresión de los resultados

- **Generalidades**

Cómputo del nivel de ruido de impactos en octavas a partir del nivel de ruido de impactos en tercios de octava:

Suma energética: 
$$L'_{nT,oct} = 10 \log \left( \sum_{n=1}^3 10^{L'_{nT, \frac{1}{3}oct, n} / 10} \right)$$

- **Incertidumbre**

La incertidumbre del resultado de medición se debe determinar de acuerdo con el método indicado en la Norma ISO 12999-1.