

# Protocolo de validación de cámaras de ensayo de aislamiento acústico normalizadas



*Arenaz Gombáu Angel; Espinel Valdivieso, Ana Esther*  
Grupo AUDIOTEC  
Centro Tecnológico de Acústica. BOECILLO (Valladolid), España  
E-Mail: [info@audiotec.es](mailto:info@audiotec.es)

PACS: 43.55.Gx

## Resumen

Actualmente, las directivas europeas y españolas sobre edificación exigen a los fabricantes la caracterización técnica de sus productos. Concretamente, en materia acústica, se deben proporcionar datos sobre el aislamiento y el coeficiente de absorción de dichos materiales. Para que estos datos puedan ser considerados como válidos, deben de obtenerse a partir de ensayos realizados en cámaras de ensayo acústico normalizadas.

Estas cámaras, para que puedan ser reconocidas en el mercado y dar confianza a sus clientes sobre los resultados obtenidos en ellas, deben superar un exhaustivo proceso de validación. A continuación se describe el protocolo de validación de una cámara de ensayo de cerramientos verticales.

## Abstract

Nowadays, the European and Spanish standards about building request to the manufacturers technical features of their products. Specifically, in the Acoustic field, the manufacturers must provide information about the isolation and the absorption coefficient of their materials. These acoustic features must be obtained from measures in normalized testing acoustic chambers in order to be consider as good.

This chambers to be consider as good and guarantee the measures must pass ... Next, it is described the validating process follow by the acoustic testing chambers to measure vertical building elements.

## 1. Introducción

Actualmente, en Europa existe un reducido número de cámaras de ensayo que cumplen con los requisitos establecidos en la norma UNE EN ISO 140-1:1998, norma en la que se establecen los requisitos mínimos que deben cumplirse para que una cámara de ensayos se pueda considerar como normalizada, así como en la norma UNE EN ISO 140-3:1995 en la que se establece el procedimiento de medida a emplear en unas cámaras normalizadas.

A continuación se va a exponer el protocolo de validación que debe seguirse para determinar si unas cámaras de ensayo cumplen con todos los requisitos establecidos en las normas UNE EN ISO 140-1: 1998 y UNE EN ISO 140-3:1995.

Este protocolo de validación puede aplicarse tanto a cámaras fijas como a cámaras móviles, ya que la única diferencia entre unas y otras es que en el caso de las móviles pueden construirse simultáneamente varias muestras de ensayo en una ubicación distinta a la de las cámaras, no variándose las exigencias en cuanto a los requisitos de las normas.

## 2. Validación de requisitos dimensionales

### 2.1. Requisitos de las cámaras

Los requisitos de aplicación para cámaras de ensayo de cerramientos verticales, en cuanto a su construcción y dimensiones, vienen indicados en las normas UNE EN ISO 140-1: 1998 y UNE EN ISO 140-3:1995. A la hora de validar los requisitos mínimos que deben tener las dimensiones de las cámaras, se deberá comprobar, mediante una hoja de chequeo y los correspondientes planos en formato gráfico, que se cumplen los siguientes requisitos mínimos:

- Los volúmenes y correspondientes dimensiones de las dos cámaras no deben ser las mismas.
- La diferencia entre los volúmenes y/o dimensiones lineales debe ser de al menos un 10%.
- Los volúmenes de las cámaras de ensayo deben ser de al menos 50 m<sup>3</sup>.
- La apertura de ensayo debe ser de aproximadamente 10 m<sup>2</sup> con la longitud de la arista más corta no inferior a 2'3 m.
- Las proporciones entre las dimensiones de las cámaras deben elegirse de forma que las frecuencias modales en las bandas de baja frecuencia estén separadas tan uniformemente como sea posible. Deben evitarse ondas estacionarias dominantes.



### 2.2. Requisitos de medida

Además de tener en cuenta los requisitos de la norma UNE EN ISO 140-1:1998, que plantea los requisitos mínimos en cuanto al dimensionamiento de las cámaras, también se deberán tener en cuenta las distancias contempladas en la norma UNE EN ISO 140-3: 1995 sobre las distancias que hay que cumplir para poder realizar los ensayos. Estas distancias son las siguientes:

- Distancia entre posiciones de micrófono: 0'7 m. Nota: Ha que medir al menos en 5 posiciones de micrófono.
- Distancia entre cualquier posición de micrófono y los bordes del recinto: 0'7 m.
- Distancia entre cualquier posición de micrófono y la fuente sonora: 1'0 m.
- Distancia entre cualquier posición de micrófono y la muestra: 1'0 m.
- La distancia de la fuente hasta la muestra y hasta cualquier micrófono será no menor de:

$$d_{\min} = 0,1 \sqrt{(V/\pi T)}$$

donde:

$d_{\min}$  es la distancia, en metros, desde la fuente;

V es el volumen del recinto, en metros cúbicos,

T es el tiempo de reverberación, en segundos.

- Deberán existir al menos dos posiciones de fuente separadas al menos 1'4 m.
- La distancia entre los bordes del recinto y el centro de la fuente no será menor que 0'7 m.
- Las posiciones de altavoz no serán simétricas respecto a los ejes o planos centrales del recinto emisor.
- Las diferentes posiciones de altavoz no deben situarse en el mismo plano paralelo a las paredes del recinto. La distancia mínima entre planos será de 0'1 m.

Estas condiciones se deberán validar gráficamente utilizando un programa de representación gráfica. En caso de que no pudieran cumplirse todos estos requisitos, deberán modificarse las dimensiones de las cámaras.



### 3. Validación del aislamiento acústico de las cámaras

El aislamiento acústico exterior de las cámaras debe ser el suficiente para que se cumpla la siguiente condición:

El nivel de ruido de fondo en la cámara receptora debe ser lo suficientemente bajo como para que no influya en los niveles sonoros transmitidos, a través de la muestra, desde la cámara emisora. Es recomendable que en la cámara receptora el nivel sonoro transmitido esté al menos 15 dB por encima del ruido de fondo en todas las bandas de frecuencia, y siempre por encima de 6 dB.

El ruido de fondo en la cámara receptora puede provenir de focos sonoros externos a las cámaras de ensayo, pero también puede provenir del ruido que salga al exterior desde la cámara emisora y que posteriormente entre desde el exterior a la cámara receptora.

Para evitar este tipo de influencias, los cerramientos que delimitan las cámaras de ensayo deben tener el suficiente aislamiento acústico como para evitar que los niveles sonoros transmitidos al exterior desde la cámara emisora puedan influir en los que llegan al interior de la cámara receptora a través de la muestra.

Para la validación del correcto aislamiento acústico de las cámaras se empleará la siguiente metodología:

- Se emitirá en la cámara emisora un nivel muy elevado, próximo a 100 dB en todas las bandas de frecuencia entre 100 y 5000 Hz.
- Se medirá, en el exterior de la cámara receptora, en el punto donde mayor sea el nivel sonoro procedente de la cámara emisora.
- Posteriormente, se medirá el aislamiento acústico a ruido aéreo existente entre la cámara receptora y el exterior.
- A continuación, y para cada banda de frecuencia entre 100 y 5000 Hz, se calculará el nivel que llegaría a la cámara receptora procedente del nivel sonoro existente en el exterior debido a la emisión en la cámara emisora. Para ello, se restará al nivel sonoro que se midió en el exterior de la cámara receptora, procedente de la cámara emisora, el aislamiento acústico de la cámara receptora.
- El valor resultante será el ruido de fondo que existirá en la cámara receptora. A partir de dicho dato se podrá estimar si el ruido de fondo influirá en los resultados cuando se lleve a cabo una medida de aislamiento acústico de una

muestra entre cámaras. Para ello se restará del valor en recepción de dicha medida el valor obtenido mediante los cálculos indicados anteriormente. Si la diferencia en alguna banda de frecuencia es menor de 6 dB, se puede considerar que el ruido de fondo tendrá influencia y se recomendará mejorar el aislamiento acústico de las cámaras.

### 4. Validación del acondicionamiento acústico de las cámaras

En la norma UNE EN ISO 140-1 se contempla lo siguiente:

- El tiempo de reverberación en bajas frecuencias en el interior de las cámaras debe cumplir que:

$$1 \text{ s} \leq T \leq 2 \sqrt[3]{(V/50)^2} \text{ s}$$

donde V es el volumen de la cámara en metros cúbicos y T es el tiempo de reverberación en segundos

En este punto, se deberá tener en cuenta el volumen de cada una de las cámaras de ensayo. A modo de ejemplo, los volúmenes mínimos, y sus tiempos de reverberación asociados deberían ser los siguientes:

– Volumen cámara emisora: 55 m<sup>3</sup>.  
Requisito: 1 s ≤ T ≤ 2'13 s

– Volumen cámara receptora: 50 m<sup>3</sup>.  
Requisito: 1 s ≤ T ≤ 2 s

Para realizar la validación se medirá el tiempo de reverberación existente en el interior de cada una de las cámaras, al menos en las bandas de baja frecuencia, siguiendo las disposiciones de la norma UNE EN ISO 354:2004. Para ello, en la apertura entre las cámaras deberá colocarse un material con un coeficiente de absorción bajo.

- Una vez obtenidos los resultados, se comprobará que se cumplen con los requisitos indicados anteriormente. En caso contrario, deberán modificarse las condiciones acústicas en el interior de las cámaras hasta adaptar su tiempo de reverberación, en cada banda de frecuencia, a los requisitos expresados anteriormente.

### 5. Validación de la eliminación de transmisiones por vías indirectas

En la norma UNE EN ISO 140-1 se contempla lo siguiente:

- El sonido transmitido entre cámaras por vías indirectas debe ser despreciable frente al transmitido a través de las muestras.



Para poder validar la eliminación de transmisiones por vías indirectas, se deben evaluar dos factores:

- La estanqueidad del conjunto cámara emisora – muestra – cámara receptora.
- La eliminación de conexiones rígidas del conjunto cámara emisora – muestra – cámara receptora.

Para evaluar la estanqueidad, un método de validación puede consistir en emitir una luz muy potente en una de las cámaras y ver si en el exterior, o en las uniones de las cámaras con la muestra, o en la otra cámara, puede observarse dicha luz. En ese caso, se puede decir que no existe un hermetismo perfecto en el conjunto cámara emisora – muestra – cámara receptora, y deberán llevarse a cabo las medidas correctoras necesarias para evitar transmisiones por vías indirectas debidas a este motivo.

Para evaluar si puede haber transmisiones indirectas por la rigidez de las conexiones del conjunto cámara emisora – muestra – cámara receptora, lo que se hará, tras comprobar visualmente que no existen a priori conexiones directas, será instalar acelerómetros tanto en la muestra como en la cámara receptora y realizar la siguiente secuencia: En primer lugar, golpear con un martillo de goma en todas las paredes, suelo y techo que conforman la cámara emisora y comprobar si varía el nivel de la velocidad de la aceleración en diversos puntos ubicados en la muestra y el marco que la sostiene. A continuación se repetirá el proceso midiendo en varios puntos en la cámara receptora. Por último, se golpeará con el martillo sobre la muestra y se medirá la variación del nivel de la velocidad de la aceleración en varios puntos de la cámara receptora. Si en alguno de estos casos se comprueba que los niveles de la velocidad de la aceleración difieren representativamente respecto a los existentes cuando no se golpea con el martillo, puede considerarse que existe alguna conexión rígida en las uniones cámara emisora – muestra, cámara emisora- cámara receptora o muestra-cámara receptora, y por tanto es posible que existan transmisiones indirectas debido a la rigidez de las uniones. En estos casos se hace necesario llevar a cabo acciones correctoras.

## 6. Validación de la difusividad de las cámaras

Las cámaras deben diseñarse de forma que en su interior se cree un campo lo más difuso posible. Para ello, en el diseño debe tenerse en cuenta que las proporciones entre las dimensiones de las cámaras deben ser tal que las frecuencias modales en las bandas de baja frecuencia estén separadas tan uniformemente como sea posible.

Para realizar la validación se generará ruido rosa o blanco en la cámara y se tomarán medidas en todas las bandas de frecuencia de interés en varios puntos distribuidos uniformemente en la cámara y cumpliendo las distancias indicadas en la norma UNE EN ISO 140-3. Este proceso se repetirá para varias posiciones de fuente sonora. Si se comprueba que existen variaciones del nivel de presión sonora significativas entre las distintas posiciones de micrófono ubicadas en la cámara, deberán instalarse difusores en las cámaras.

## 7. Validación del aislamiento máximo que pueden medir las cámaras

En la norma UNE EN ISO 140-3 se contempla que para que el resultado de aislamiento acústico de un cerramiento pueda darse como  $R$ , debe cumplirse que el aislamiento medido,  $R'$ , sea menor o igual que  $R'_{\max} - 15$  dB.

El valor de  $R'_{\max}$  que puede medirse en unas cámaras de ensayo debe comprobarse en función de los elementos constructivos que se pretenden ensayar en dichas cámaras. Para ello, la norma UNE EN ISO 140-1, establece una serie de procedimientos en función del tipo de cerramientos.

Para validar el máximo aislamiento acústico que se puede medir en las cámaras, lo que se hará será ensayar una muestra compuesta por un cerramiento de gran masa el cual se trasdosará por ambas caras con sistemas compuestos por placas de yeso laminado y lanas minerales. Se irán añadiendo trasdosados hasta el momento en que se constate que el aislamiento no aumenta aunque se añadan más trasdosados. En ese momento, el valor del aislamiento obtenido será el valor del  $R'_{\max}$  de las cámaras.

## 8. Conclusiones

Como conclusión se obtiene que los requisitos acústicos que deben cumplir unas cámaras de ensayo normalizadas son muy exigentes, y que para su validación se requiere un exhaustivo proceso de comprobaciones a raíz del cual puede estimarse si es necesario llevar a cabo la adopción de medidas correctoras para garantizar el cumplimiento de las normas de referencia.

Únicamente tras este laborioso proceso de validación se puede garantizar a los usuarios la validez normativa de los aislamientos medidos en ellas, algo que a su vez favorece la confianza de los proyectistas al utilizar dichos resultados en los cálculos y redacción de sus proyectos.

# La línea más completa en software de



# Predicción Acústica

**Soluciones a sus necesidades en acústica ambiental, industrial y arquitectónica, acordes con la normativa vigente**

**Ponemos a su alcance las herramientas más avanzadas en el campo de la modelización acústica:**

**Predicción y control del ruido ambiental en pequeñas y grandes ciudades producido por:**

- ♦ Tráfico
- ♦ Industria
- ♦ Ferrocarril
- ♦ Aeropuertos
- ♦ Mapas de población expuesta al ruido
- ♦ Optimización de medidas preventivas y/o correctoras

**Acústica Industrial:**

- ♦ Ruido transmitido por máquinas
- ♦ Evaluación de soluciones acústicas en fábricas

**Aislamiento y acondicionamiento acústico de salas:**

- ♦ Cálculo de predicción de aislamiento de materiales
- ♦ Cálculo de tiempos de reverberación, claridad, espaciosidad, etc.
- ♦ Diseño acústico de salas de concierto
- ♦ Auralización de eventos sonoros.

**Modelización avanzada:**

**Creación de paisajes sonoros 3D (sonido binaural).**



GRUPO ALAVA  
INGENIEROS

MADRID. Tel. 91 567 9700  
BARCELONA. Tel. 93 459 4250  
ZARAGOZA. Tel. 976 200 969  
LISBOA. Tel. 21 421 7472

[www.alava-ing.es](http://www.alava-ing.es)  
[alava@alava-ing.es](mailto:alava@alava-ing.es)



E201612

# Acústica ambiental

- Sonómetros
- Analisadores de ruído e vibrações.
- Sistemas de medida de isolamento acústico.
- Sistemas multicanal para acústica avançada.
- Micrófones e transdutores.
- Software de simulação, predição e mapas de ruído.

Visite-nos em **TECNIACÚSTICA 2004**  
de 14 a 17 de Setembro  
Guimarães – Portugal

01dB

G.R.A.S.

HEAD ACOUSTICS

RION



LISBOA  
Tel. 21 421 74 72

MADRID  
Tel. 91 567 97 00

BARCELONA  
Tel. 93 459 42 50

ZARAGOZA  
Tel. 976 20 09 69

[www.mra.pt](http://www.mra.pt)  
e-mail: [mra@mra.pt](mailto:mra@mra.pt)