

**DETERMINACIÓN DEL D_{nTw} , (50-5000) DE UN SISTEMA CONSTRUCTIVO.
PROPUESTA DE UN MÉTODO ALTERNATIVO BASADO EN LA
ASTM E1322-90**

PACS: 43.15.+s

Vera Guarinos, Jenaro; Yebra Calleja, Marisol; Eva Calzado Estepa.
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la señal
Escuela Politécnica Superior de Alicante - Edif.: Politécnica II
Universidad de Alicante
Campus de San Vicente del Raspeig.
Email: jenaro@ua.es; myebra@ua.es; evace@ua.es; .

ABSTRACT

The results of insulation measures carried out in accordance with ISO 717-1: 2013 and ISO 16283-1: 2014, in two rooms, are presented: one of them with a small volume, less than 50 m³. No significant differences in the results, with fixed microphone or manual movement, are found. The question of the expansion of the frequency range for the noise insulation calculation finds variations of up to 6 dB compared with no extended range in the spectral adaptation coefficient for traffic ' C_{tr} ' determination.

It is found, using the premises calculation methodology in determining the OITC (ASTM), that the results obtained for D_{nTw} (C; C_{tr}) can be calculated more easily and efficiently with it. Which gives an advantage and a useful tool for calculating the behavior of an enclosure or building system against any noise spectrum.

KEYWORDS: ISO 717-1, ISO 16283-1, ASTM E1322-90, D_{nTw} , C, C_{tr} , OITC, Low frequency, acoustic insulation, Bonello.

RESUMEN

Se presentan los resultados de las medidas de aislamiento realizadas, según las normas ISO 717-1: 2013 e ISO 16283-1: 2014, en dos recintos: uno de ellos con un volumen pequeño, menor de 50 m³. Se encuentra que no hay diferencias notables en los resultados hallados con micrófono fijo o con movimiento manual. Mientras que para la cuestión de la ampliación del rango de frecuencias si que se encuentran variaciones, de hasta 6 dB frente al rango no ampliado para los resultados del aislamiento al determinar el término de adaptación espectral para tráfico ' C_{tr} '.

Se comprueba que los resultados obtenidos para $D_{nTw}(C;C_{tr})$ se pueden calcular de forma más sencilla y eficiente usando las premisas de cálculo de la metodología en la determinación del OITC (ASTM). Lo que otorga una ventaja y una herramienta útil para el cálculo del comportamiento de un cerramiento o sistema constructivo frente a cualquier espectro de ruido.

PALABRAS CLAVE: ISO 717-1, ISO 16283-1, ASTM E1322-90, D_{nTw} , C, C_{tr} , OITC, baja frecuencia, aislamiento acústico, Bonello.

INTRODUCCIÓN

En este artículo realizaremos una propuesta de un método alternativo al especificado en la UNE-EN ISO 717-1: 2013 para la determinación del D_{nTw} ($C;C_{tr}$). Este método alternativo está basado en la norma ASTM E1322-90 para la determinación del índice OITC, válido para cualquier espectro de ruido, que es de extrema sencillez en su operativa y comparable al valor de $D_{nTw} + C$, en el caso de aislamiento de particiones interiores y $D_{nTw} + C_{tr}$, para aislamiento a ruido exterior.

La UNE-EN ISO 717-1: 2013 establece un método por el cual la dependencia frecuencial del aislamiento a ruido aéreo se puede convertir en un sólo número que caracteriza el comportamiento acústico global del paramento, debiéndose calcular dos términos de adaptación espectral en base a dos 'espectros típicos', normalizados a 0 dB, en los rangos de frecuencia de 100 a 3150Hz. Estos dos términos pueden complementarse opcionalmente con los términos de adaptación del espectro adicionales, para cubrir los rangos de frecuencia ampliados entre 50 Hz y 5000 Hz.

Los términos de adaptación espectral C y C_{tr} se han introducido en la Norma Internacional ISO 717-1 para tener en cuenta los espectros de fuentes de ruido tales como ruido rosa y ruido de tráfico¹.

Para el cálculo del índice OITC (Outside Inside Transmission Class) utilizado en la norma ASTM E1322-90 también se usa un espectro 'típico' expresado de forma natural (sin normalizar sus valores)². Es ahí donde nos parece que reside su versatilidad

El índice OITC (1990), fue diseñado para medir la transmisión de ruido a través de elementos de fachada (ruido de tráfico, aviación, construcción, etc.), estos ruidos tienen componentes frecuenciales mas bajas que los ruidos producidos en el interior del edificio (voces), de tal forma que en el proceso de cálculo se hace hincapié en los sonidos de baja frecuencia. Hoy en día se

¹ Ver Tabla 4; espectros: 1,2,3,y 4

² Ver Tabla 4; espectro: 5

utiliza para evaluar aislamientos, en el mundo anglosajón, tanto a ruidos exteriores como interiores.

Explicaremos brevemente las sutiles diferencias entre la ISO y la ASTM:

Básicamente el índice R_w definido en la norma UNE-EN ISO 717-1 es equivalente al índice STC (Sound Transmission Class) definido en ASTM E413-87 (Estados Unidos). Las principales diferencias son los rangos de frecuencia. STC cubre el rango de 125 Hz a 4000 Hz, mientras que R_w de 100 Hz a 3150 Hz. Así que ambos consideran 16 bandas de tercio de octava. Otra de las diferencias la encontramos en las curvas de referencia que se desplazan en ambos métodos para determinar el valor del aislamiento con un número único. El STC lo define una curva que en 500 Hz tiene el valor de 0 dB, mientras que el valor del R_w se encuentra con el desplazamiento de una curva que en 500 Hz tiene 52 dB. Los espectros de las curvas de referencia en ambas normativas solo difieren en los valores, no en su forma por lo que se puede decir que se puede decir que ambos índices son equivalentes (de hecho la ISO es una adaptación de la ASTM que ya existía por los años 90).

	Fr(Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	
Referencia	(ISO 717-1)	33	36	39	42	45	48	51	52	
Referencia	(ASTM E413-87)		-16	-13	-10	-7	-4	-1	0	
	Fr(Hz)	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
Referencia	(ISO 717-1)	53	54	55	56	56	56	56	56	
Referencia	(ASTM E413-87)	1	2	3	4	4	4	4	4	4

Tabla 1. Curvas de referencia ISO 717-1 y ASTM E413-87

Tanto el STC como el R_w tan solo caracterizan el elemento o el sistema constructivo de forma independiente del espectro que se haya usado para su determinación, representan una característica objetiva del aislamiento, cuando queremos conocer su comportamiento frente a un determinado espectro, tenemos que realizar una serie de cálculos operativos que en función del espectro de ruido que deba soportar el sistema o elemento constructivo, que nos dirá cuál es su capacidad 'real' de aislamiento. De esta necesidad nace la operativa del cálculo de los términos de adaptación espectral (C ; C_{tr}) recogida en el método propuesto por la ISO. Para el modelo de la ASTM se plantea el

mismo problema, y particularmente para las situaciones de aislamiento del ruido exterior se define el índice OITC, que podríamos decir que evalúa lo mismo que hace el término de adaptación espectral C_{tr} . La única característica normativa que los diferencia es el rango de frecuencias de cálculo para el OITC [80 a 4000 Hz] y para el $D_{nTw}(C_{tr})$ [100 a 3150 Hz]. Existiendo la posibilidad de calcular términos de corrección para espectros extendidos o ampliados en la normativa ISO. Esta diferencia espectral no es el motivo de nuestra apreciación positiva sobre el OITC, la bondad que le apreciamos estriba en su sencillez, como decía Eric Desart³:

El enfoque para el cálculo del índice OITC utiliza una lógica acústica/matemática moderna y fácil de calcular. Se puede introducir el estándar entero en una sola fórmula:

$$OITC = 100.13 - 10 \times \log \left\{ \sum_{i=80\text{Hz}}^{4000\text{Hz}} 10^{\frac{(AWRS_i - TL_i)}{10}} \right\} \quad (\text{ec.1})$$

Donde:

- $AWRS_i$ es el espectro de ruido de referencia ponderado A
- TL_i es la pérdida de transmisión de sonido, para cada banda de tercio de octava.

La utilidad de esta fórmula, desde nuestro punto de vista, estriba en que se puede substituir fácilmente el espectro de referencia por cualquier otro espectro personalizado que cubra cualquier rango de frecuencia que se desee. De forma que no sólo sirve para calcular el OITC estricto o normativo, sino que si nuestro deseo es conocer como va a ser la respuesta en aislamiento de un sistema constructivo frente a un determinado espectro, que no tiene por que ser (y lo normal es que no lo sea) de los dictados en la norma, tenemos la posibilidad de hacerlo de forma rápida y versátil, sin preocuparnos de su alcance en frecuencias, ni de su nivel. También es cierto que si sólo nos preocupamos por

³ El documento donde se vierten estas ideas es Calculation of: STC (Sound Transmission Class), R_w (European) as per ISO 717-1, MTC (Music/Machinery Transmission Class), OITC (Outdoor-Indoor Transmission Class). Consultado en junio del 2015. Se puede descargar en: www.bobgolds.com/STC_MTC_OITC_RW.doc

obtener el valor de aislamiento con la única pretensión de cumplir normativa y regulaciones, huelga todo este discurso.

Para utilizar este enfoque para cualquier espectro, se le aplica la ponderación A a dicho espectro, se calcula la suma logarítmica de este espectro ponderado y se sustituye el factor '100.13', de la fórmula original, por dicha suma logarítmica. En términos aritméticos: el espectro y su suma, se utilizan para calcular la contribución relativa (porcentaje) de las bandas de frecuencia individuales, frente a un total de 100%.

APLICACIÓN

Este ejercicio de aplicación que mostramos a continuación aprovecha el último revuelo sobre la determinación del aislamiento teniendo en cuenta el efecto de las bajas frecuencias. A modo de comprobación se han realizado medidas en dos recintos, donde uno de ellos está en el rango de aplicación de la nueva sistemática, mientras que el otro es un recinto de los considerados clásicos. Se aprovecha también para la ejecución de las medidas con micrófono estático y micrófono en movimiento manual. También se usarán los ejemplos antedichos para comparar los valores obtenidos del índice $D_{nTw}(C;C_x)^4$ con el que resulta de aplicar la fórmula del índice OITC pero usando los espectros de referencia que se definen en la normativa ISO, tanto los normales como los ampliados.

Se han seleccionado dos parejas de recintos pertenecientes a la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante:

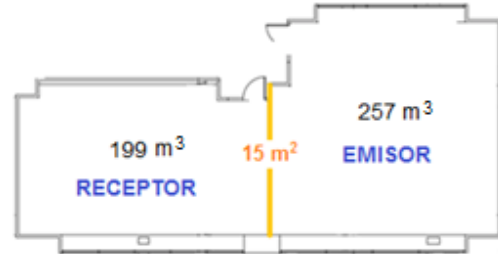
- Tipo 1: Dos aulas de Volumen $\cong 250 \text{ m}^3$.
- Tipo 2: Dos despachos de Volumen $\cong 25 \text{ m}^3$.

En los recintos tipo 2; se valorará el procedimiento introducido para medidas de bajas frecuencias en la norma UNE-EN ISO 16283-1.

⁴ Con C_x ; queremos indicar que vamos a usar tanto los espectros de referencia ISO para ruido de tráfico, como otros espectros (el espectro nº 0 será uno arbitrario y el nº 5 el que se usa en el cálculo del OITC de la ASTM que es un ruido de ambiente exterior pero con más carga en bajas frecuencias que los habituales en el estándar de tráfico en la ISO)

- Tipo 1: Dos aulas de Volumen \cong 200 - 250 m³.

En este tipo de recintos se realizaron medidas, de la pared de separación entre dos aulas de la Facultad de Educación de la Universidad de Alicante, con micrófono fijo y con micrófono de barrido manual (tres semicírculos), obteniendo los siguientes resultados:



Medidas con micrófono manual:

$D_{nTW} (C:C_{tr})_{100-3150} (dB)$		51	-1	-3	
	$C_{50-3150} =$	-2	$C_{50-5000} =$	-1	$C_{100-5000} =$
	$C_{tr,50-3150} =$	-9	$C_{tr,50-5000} =$	-9	$C_{tr100-5000} =$
					0
					-3

Tabla 2. Valores de la diferencia de niveles normalizada global y de los términos de adaptación espectral en los distintos rangos de frecuencia, tomados con micrófono manual

Medidas con micrófono fijo:

$D_{nTW} (C:C_{tr})_{100-3150} (dB)$		50	-1	-2	
	$C_{50:3150} =$	-2	$C_{50:5000} =$	-2	$C_{100:5000} =$
	$C_{TR 50:3150} =$	-11	$C_{TR 50:5000} =$	-11	$C_{TR 100:5000} =$
					-1
					-2

Tabla 3. Valores de la diferencia de niveles normalizada global y de los términos de adaptación espectral en los distintos rangos de frecuencia, tomados con micrófono fijo

Se puede ver que la elección del método de medida con posiciones fijas de micrófono o de barrido manual, no tiene una gran trascendencia en el resultado obtenido en el $D_{nTW}(C;C_{TR})$ debido a que los términos de adaptación espectral varían únicamente en 1 dB.

Al ampliar el rango de medida de 50 a 3150 Hz, y de 50 a 5000 Hz los resultados de $D_{nTW}+C$ disminuyen en 1 dB respecto a los resultados obtenidos en el rango entre 100 y 3150 Hz.

Por otra parte, al ampliar el rango de frecuencias en alta frecuencia, se observa que el valor de $D_{nTW}+C$ únicamente varía entre 1 y 0 dB, para C y C_{tr} respectivamente.

Vamos a realizar la comprobación de qué ocurriría si aplicáramos la operativa de la ISO (que pensamos que es demasiado farragosa) en el cálculo de adaptación espectral pero usando cualquier ruido. Se ha elegido solamente el caso del término para ruido exterior, que denominamos de forma genérica 'C_x'. Los espectros se muestran en la tabla siguiente, están ponderados A y por supuesto normalizados a 0 dB.⁵

Fr(Hz)	Espectro nº0(referencia) dB(A)	Espectro nº1 dB(A)	Espectro nº2 dB(A)	Espectro nº3 dB(A)	Espectro nº4 dB(A)	Espectro nº5 OITC dB(A)
50				-41	-25	
63				-37	-23	
80				-34	-21	-19.5
100	-32	-29	-20	-30	-20	-17.1
125	-29	-26	-20	-27	-20	-15.1
160	-26	-23	-18	-24	-18	-15.4
200	-23	-21	-16	-22	-16	-13.9
250	-20	-19	-15	-20	-15	-13.6
315	-17	-17	-14	-18	-14	-12.6
400	-14	-15	-13	-16	-13	-11.8
500	-13	-13	-12	-14	-12	-10.2
630	-12	-12	-11	-13	-11	-10.9
800	-11	-11	-9	-12	-9	-10.8
1000	-10	-10	-8	-11	-8	-11
1250	-9	-9	-9	-10	-9	-10.4
1600	-9	-9	-10	-10	-10	-11
2000	-9	-9	-11	-10	-11	-10.8
2500	-9	-9	-13	-10	-13	-11.7
3150	-9	-9	-15	-10	-15	-13.8
4000				-10	-16	-15
5000				-10	-18	

Tabla 4. Espectros de referencia (normalizados a 0 dB) utilizados para el cálculo de D_{nTw}(C_x)

Y también para la normativa ASTM, (ahora su normalización es a 100 dB).

Fr(Hz)	Espectro nº0(referencia) dB(A)	Espectro nº1 dB(A)	Espectro nº2 dB(A)	Espectro nº3 dB(A)	Espectro nº4 dB(A)	Espectro nº5 OITC dB(A)
50				59	75	
63				63	77	
80				66	79	80.5
100	68	71	80	70	80	82.9
125	71	74	80	73	80	84.9
160	74	77	82	76	82	84.6
200	77	79	84	78	84	86.1
250	80	81	85	80	85	86.4
315	83	83	86	82	86	87.4
400	86	85	87	84	87	88.2
500	87	87	88	86	88	89.8
630	88	88	89	87	89	89.1
800	89	89	91	88	91	89.2
1000	90	90	92	89	92	89
1250	91	91	91	90	91	89.6
1600	91	91	90	90	90	89
2000	91	91	89	90	89	89.2
2500	91	91	87	90	87	88.3
3150	91	91	85	90	85	86.2
4000				90	84	85
5000				90	82	

Tabla 5. Espectros de referencia (normalizados a 100 dB) utilizados para el cálculo de OITC

⁵ Espectro nº 0, es un espectro arbitrario de un ruido cualquiera con menos carga en baja frecuencia.
Espectro nº 1 ≡ nº 1 de la norma ISO 717-1 para el cálculo de C en el rango de frecuencias de 100 a 3150 Hz.
Espectro nº 2 ≡ nº 2 de la norma ISO 717-1 para el cálculo de C_{tr} en el rango de frecuencias de 100 a 3150 Hz.
Espectro nº 3 ≡ nº 1 de la norma ISO 717-1 para el cálculo de C en el rango de frecuencias de 50 a 5000 Hz.
Espectro nº 4 ≡ nº 2 de la norma ISO 717-1 para el cálculo de C_{tr} en el rango de frecuencias de 50 a 5000 Hz.
Espectro nº 5 de la ASTM E1322-90 para el cálculo de OITC en el rango de frecuencias de 80 a 4000 Hz.

Los resultados obtenidos por ambas metodologías son:

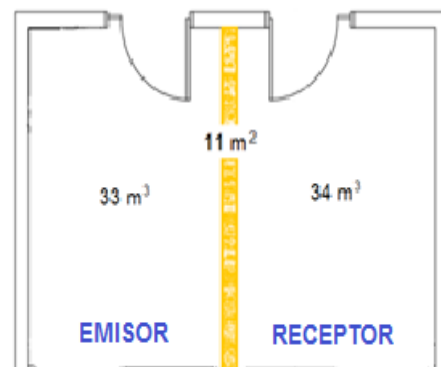
Espectro n°0 (referencia) dB(A)	OITC 49	DnTw (C) 49
Espectro n°1 dB(A)	OITC 49	DnTw (C) 49
Espectro n°2 dB(A)	OITC 48	DnTw (Ctr) 48
Espectro n°3 dB(A)	OITC 45	DnTw (Ctr) 45
Espectro n°4 dB(A)	OITC 39	DnTw (Ctr) 39
Espectro n°5 OITC dB(A)	OITC 45	DnTw (C _{MIXEXT}) 45

Tabla 6. Valores de $D_{nTw}(C, C_{tr})$ y OITC del elemento separador de las aulas con los espectros de referencia utilizados

De donde se puede deducir que los valores obtenidos de estos índices no dependen de la norma utilizada. Pero es evidente, sin embargo, que el comportamiento del cerramiento depende del tipo de ruido que incida sobre él. Es por lo que propugnamos: que aparte de determinar si un cerramiento cumple lo que dicta la normativa, que sirve para evaluar una calidad en la construcción de forma estandarizada, se debería conocer si realmente la protección supuesta es suficiente frente a los ruidos reales a los que va a estar expuesto dicho elemento. Consideramos que la información sobre el aislamiento real al considerar los espectros de ruido habituales en cada situación, es mucho más útil para analizar el comportamiento efectivo de nuestro sistema constructivo. Y que si el cálculo de dicho valor se hace mediante la fórmula usada en el OITC para cada espectro en particular, como la operativa es más sencilla, se puede realizar de forma rápida y eficiente.

- **Tipo 2: Dos despachos de Volumen $\cong 25 \text{ m}^3$.**

Este tipo de recintos se escogió para analizar la influencia de las bajas frecuencias en el valor global de la diferencia de niveles normalizada. Uno de los principales cambios que aparece en la actual ISO 16283-1, que pretende tener en cuenta los modos propios de vibración que pueden aparecer en la sala.



Los resultados obtenidos fueron:

$D_{nTW}(C:C_{tr})_{100:3150}$ (dB)	44	-1	-3
$C_{50:3150}$ = -2	$C_{50:5000}$ = -1	$C_{100:5000}$ = -1	
$C_{TR 50:3150}$ = -6	$C_{TR 50:5000}$ = -7	$C_{TR 100:5000}$ = -3	

Tabla 7. Valores de la diferencia de niveles normalizada global y de los términos de adaptación espectral en los distintos rangos de frecuencia.

Se puede ver al ampliar el rango de medida a 50 - 3150 Hz, los resultados de $D_{nTW}+C$ disminuyen en 1 dB respecto a los resultados obtenidos en el rango entre 100 - 3150 Hz. Y en el rango de 50 - 5000 Hz no hay variación. Sin embargo si nos fijamos en el resultado con C_{tr} , éste presenta una diferencia importante de 3 y 4 decibelios en los rangos de 50 - 3150 Hz y 50 - 5000 Hz respectivamente, lo que tiene una explicación robusta, pues el espectro de ruido de tráfico es más rico en bajas frecuencias que el espectro para el cálculo de 'C'. Por otra parte, al ampliar el rango de frecuencias en alta frecuencia, se observa que los índices de adaptación espectral no varían.

Para valorar el comportamiento del cerramiento frente a distintos tipos de ruidos, se han calculado los valores de los índices $D_{nTW}(C)$, $D_{nTW}(C_{tr})$ y OITC con los mismos espectros de ruido que en el caso anterior, obteniendo los siguientes resultados:

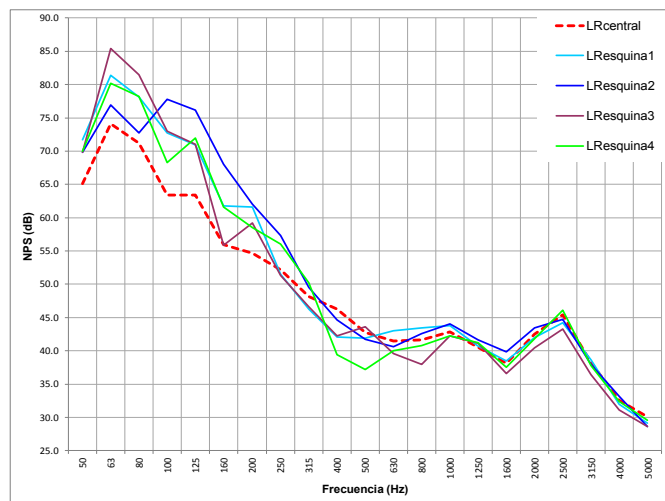
Espectro n°0 (referencia) dB(A)	OITC 43	$D_{nTW}(C)$ 43
Espectro n°1 dB(A)	OITC 43	$D_{nTW}(C)$ 43
Espectro n°2 dB(A)	OITC 41	$D_{nTW}(C_{tr})$ 41
Espectro n°3 dB(A)	OITC 43	$D_{nTW}(C_{tr})$ 43
Espectro n°4 dB(A)	OITC 38	$D_{nTW}(C_{tr})$ 38
Espectro n°5 OITC dB(A)	OITC 37	$D_{nTW}(C_{MIXEXT})$ 37

Tabla 8. Valores de $D_{nTW}(C, C_{tr})$ y OITC del elemento separador de los despachos con los espectros de referencia utilizados

Se comprueba de nuevo que las dos propuestas, para la determinación de la protección obtenida, ofrecen los mismos resultados, y volvemos a repetir que los cálculos realizados con la metodología del OITC han sido mucho más sencillos que los realizados con la ISO.

Se sabe que en recintos pequeños, la variación espacial en los niveles de presión sonora aumenta para bajas frecuencias lo que incrementa la incertidumbre en el promedio espacial de los niveles de presión sonora. Y que las respuestas modales más intensas o detectables ocurren en habitaciones de volúmenes pequeños $< 50 \text{ m}^3$, por lo que la distribución de los modos propios de un recinto para estas frecuencias puede ser irregular, siendo en las esquinas donde coexisten todos ellos. Es por esto que en el procedimiento de medida se coloca en ellas el micrófono.

Observando los espectros de las medidas realizadas en la habitación pequeña, Se puede distinguir que el comportamiento del sistema constructivo frente a los espectros de ruido 4 y 5, es mucho peor que frente a los otros espectros.



Gráfica 1: Niveles de presión sonora medidos en las esquinas y centro del recinto receptor con la fuente sonora en funcionamiento

Podemos apreciar una diferencia una máxima de

10 a 12 dB aproximadamente, entre el nivel más bajo, cuando la medida se realiza en la zona central de la sala, y el nivel más alto cuando la medida se tomó aproximadamente en una de las esquinas (a 0,5 m del la esquina).

Todo esto lo podemos justificar a la luz de las siguientes premisas:

- Los modos propios introducen inhomogeneidades tanto en los niveles de presión sonora como en los valores del tiempo de reverberación.
- Sus efectos son más importantes en bajas frecuencias y en salas pequeñas y paralelepípedas.

Para analizar este punto desde el punto de vista teórico, podemos usar:

- La frecuencia de corte o de Schroeder. Que determina la frecuencia de la sala a partir de la cual los modos propios tienen una influencia prácticamente nula, viene dada por:

$$f = 1849 \sqrt{\frac{TR}{V}} \quad (\text{ec.2})$$

Donde, TR es el tiempo de reverberación de la sala (valor medio de las bandas de frecuencia de 500, 1000 y 2000 Hz) y V el volumen.

En nuestro caso el recinto receptor tiene un TR= 0.7 s y un V= 34 m³, por lo tanto la frecuencia de corte es: **f= 265 Hz**.

- El criterio de Bonello. Que consiste en calcular las frecuencias modales en una habitación y comprobar cómo se distribuyen en bandas de tercio de octava. Es importante que no haya modos coincidentes, sin embargo, si esto ocurre, es mejor tener al menos cinco frecuencias modales distribuidos en la misma banda.

Para comprobar estas condiciones, se construye un diagrama que contiene el número de frecuencias modales por banda de frecuencia de tercio de octava y se observa como la curva evoluciona. Si aparece regular y creciente, las frecuencias modales están bien distribuidas. Sin embargo, si el comportamiento es irregular, puede haber problemas de coloración en la respuesta acústica de la habitación.

Cuando los modos normales se acumulan predominantemente, de forma irregular y discontinua en una sola banda de frecuencia, la coloración no deseada puede degradar la calidad del sonido de una habitación.

Podemos ver en la página siguiente el diagrama de Bonello. En esa gráfica se comprueba, como cabía esperar, que la zona por debajo de los 100 Hz se comporta irregularmente. Hay que tener en cuenta que, para la interpretación

- El índice OITC es mucho más versátil que el $D_{nTw}(C; C_{tr})$ para realizar los cálculos de protección frente al ruido ante cualquier espectro posible. No tiene complicaciones ni con el nivel de la señal ni con el alcance de su espectro.
- Es más efectivo utilizar los valores de índices de aislamiento acústico calculados para ruidos reales de ruido interior o exterior, para así realizar la elección de los elementos constructivos idónea, puesto que: dos elementos distintos, aún teniendo el mismo STC o R_W , pueden tener distinta respuesta - OITC o $D_{nTw}(C; C_{tr})$ – frente a la realidad.
- Las medidas realizadas en esquina en salas pequeñas para bajas frecuencias son útiles siempre que el comportamiento modal de la sala influya en los niveles de presión sonora de las frecuencias graves. En nuestro estudio no se han encontrado diferencias notables, en ninguno de los dos casos tratados, para el término de adaptación espectral 'C' al ampliar el rango en bajas frecuencias.

REFERENCIAS

- [1] ISO 717-1: 2013, Acústica – Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción - Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- [2] ISO 16283-1: 2014, Acústica – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements - Part 1: Airborne sound insulation.
- [3] ASTM E1322-90: 2010 - Standard Classification for Rating Outdoor-Indoor Sound Attenuation.
- [4] ASTM E413-87: 1999 - Standard Classification for Rating Sound Insulation.
- [5] Hopkins C, Turner P. Field measurement of airborne sound insulation between rooms with non-diffuse sound fields at low frequencies. Appl. Acoust. 2005;66:1339-82.