

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

ACTUACIONES CONTRA EL RUIDO DE ACTIVIDADES DE OCIO

Pacs: 43.50.Sr

Jiménez Díaz, Santiago; Romeu Garbí, Jordi; Pamiès Gómez, Teresa.

Laboratorio de Ingeniería Acústica y Mecánica, LEAM - UPC
Universidad Politécnica de Cataluña
C/ Colom, 11
08222 Terrassa (Barcelona) España
Tel. +34 937 398 146,
E-Mail: santiago.jimenez@upc.edu

Palabras Clave: Ruido actividades de ocio, aislamiento acústico, transmisión interna, externa

ABSTRACT

In many cities can be found areas where there is a high concentration of local leisure activities and evening entertainment (music bars, nightclubs, restaurants...) that develop their activity in coexistence with the residential receptors (housing). The noise of this type of activities can be reached within the housing via two different routes, one from the outside through the façade and another, which originates from inside the premises. The level on the outside of the local tends to be high enough to be audible in the interior of the homes in the area, being able to mask the noise that is transmitted via internal from the local leisure center.

In this work we determine the routes of transmission of the noise between the local leisure center and the surrounding houses, it quantifies the impact sound generated by the activity of each of the local leisure activities on a specific housing, and corrective measures are proposed to ensure that the sound transmitted by the two tracks simultaneously, not exceeding in any case, the limit level in the interior of the housing.

RESUMEN

En muchas ciudades se pueden encontrar zonas donde hay una gran concentración de locales de ocio y entretenimiento nocturno (bares musicales, discotecas, restaurantes...) que desarrollan su actividad en coexistencia con los receptores residenciales (viviendas). [1] El ruido de este tipo de actividades puede llegar dentro de las viviendas a través de dos vías diferentes, una procedente del exterior a través de la fachada y otra, la que procede desde el interior del local. Además, el nivel en el exterior del local suele ser lo suficientemente elevado, llegando a ser audible en el interior de algunas viviendas de la zona, pudiendo enmascarar el ruido que se transmite por vía interna desde el local de ocio.

En este trabajo se determinan las vías de transmisión del ruido entre los locales de ocio y las viviendas colindantes, se cuantifica la afectación sonora generada por la actividad de cada uno de los locales de ocio sobre una vivienda concreta, y se proponen medidas correctoras para asegurar que el sonido transmitido por las dos vías simultáneamente, no supere en ningún caso, el nivel límite en el interior de las viviendas. [2]

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

1. INTRODUCCIÓN

El ruido generado por las actividades de ocio puede llegar a las viviendas a través del interior del edificio (estructura, conductos de ventilación, patios de luces, etc.) o a través de la calle y la fachada de la vivienda en el caso de que los locales trabajen con las puertas abiertas. [3] La transmisión a través del interior del edificio se cuantifica a partir del conocido ensayo de aislamiento acústico entre el local emisor y el receptor. [4], [5] La transmisión sonora a través de la calle y fachada es más compleja, pues se ha de conocer como es la emisión sonora del local hacia el exterior y después, cual es el aislamiento acústico de la fachada de los receptores. Además, el ruido que incide en la fachada de una vivienda puede ser causado por más de un local. Teniendo en cuenta todos estos fenómenos, la caracterización de la transmisión exterior consta de tres actividades diferentes:

- Determinación de la emisión sonora que sale de los locales hacia la calle
- Determinación del aislamiento acústico de la fachada de las viviendas más expuestas
- Elaboración de un modelo de propagación de ruido en la calle que incluya a todas las fuentes y receptores. Este modelo permitirá conocer cuál es la aportación de cada local a la fachada de cada vivienda y, en consecuencia, al interior de cada una de ellas.

Una vez sea conocida la aportación de cada local de ocio al ruido interior de cada vivienda, tanto por la vía interior como exterior, se determinará el nivel máximo de ruido en el interior de cada uno de los locales, que cumplirá con los requerimientos de ruido exigidos en el interior de las viviendas.

2. PROCEDIMIENTO

Se realizaron un conjunto de ensayos experimentales *in situ* para determinar el aislamiento acústico entre emisor (local de ocio) y receptor (vivienda) y para caracterizar la transmisión del sonido hacia la vivienda procedente del ruido que llega a la calle, en el caso de que los locales realicen su actividad con las puertas abiertas. Así mismo, en el transcurso de las medidas de ruido, se recopilan una serie de datos referentes a la actividad y relacionados con la emisión y transmisión del sonido, como son: el tipo de actividad desarrollada, existencia de limitador registrador acústico, existencia de vestíbulo de entrada, tipología de puerta de acceso, puntos débiles de aislamiento (conductos de ventilación, patios de luces, puertas WC, etc...). La figura 1 muestra la posición relativa de una serie de viviendas respecto a los locales de ocio.

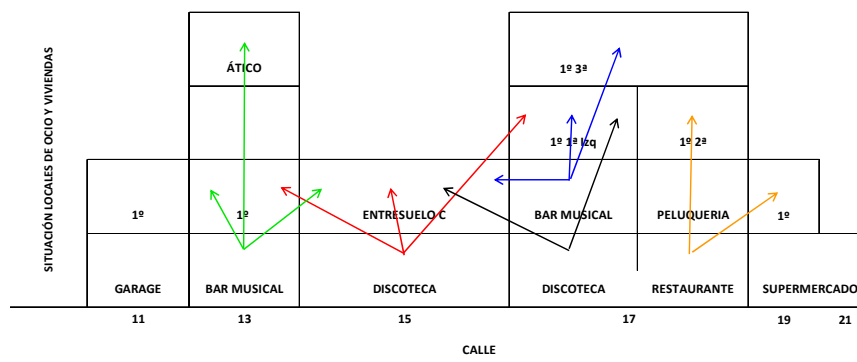


Figura 1. Situación de los locales de ocio y viviendas.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

2.1. DETERMINACIÓN DEL AISLAMIENTO ACÚSTICO

Siguiendo el procedimiento contemplado en la norma UNE-EN ISO 16283-1, [4] se realizan medidas de nivel de presión sonora simultáneamente en los locales de ocio y en las viviendas adyacentes. La determinación del aislamiento a ruido aéreo de acuerdo con esta norma requiere escoger un recinto emisor (local de ocio) donde se situará la fuente sonora, y un recinto receptor (vivienda).

Inicialmente se realiza una primera prueba a través de la cadena de reproducción musical de la actividad al nivel máximo permitido por el limitador (según indicaciones del disc-jockey, no pudiendo comprobar si el nivel emitido era realmente el máximo al que actúa el limitador) y midiendo el nivel de presión sonora que se transmite a las viviendas, con el objetivo de verificar que el nivel que llega a las viviendas es suficiente para poder determinar de una forma clara la diferencia de niveles entre el local de ocio y la vivienda. Las medidas realizadas determinaron que, con estas condiciones de reproducción de sonido, no se conseguía un nivel suficiente que permita calcular la diferencia de niveles.

Teniendo en cuenta las consideraciones del párrafo anterior, se utiliza una fuente sonora que genera ruido en banda ancha (ruido rosa), controlada por los técnicos que realizan las medidas, y que aporta el nivel requerido para determinar la diferencia de niveles entre el local de ocio y las viviendas en estudio.

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA TRANSMISIÓN DEL SONIDO A TRAVÉS DE LA CALLE

En primer lugar, se determina la relación entre el nivel de sonido en el interior del local y la calle, mediante una medida simultánea de ruido interior del local (utilizando los mismos puntos de medida que en el ensayo de aislamiento acústico) y del nivel de ruido determinado a 1,5 metros de altura y a 4 metros de distancia de la fachada del local. El ensayo se realiza tanto con las puertas del local abiertas como cerradas. Con estos datos se calibrará posteriormente un modelo de propagación de ruido exterior causado por el conjunto de locales de ocio. La figura 2 muestra la situación de un conjunto de locales de ocio respecto a la calle.

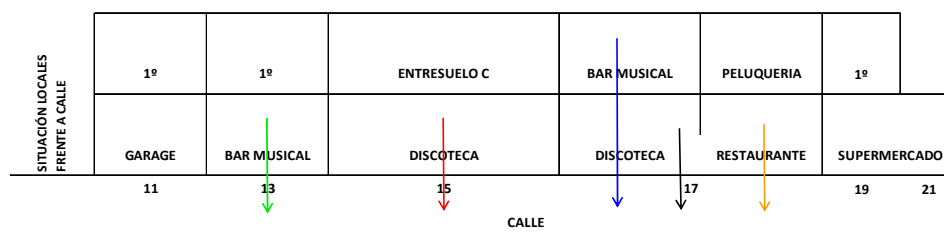


Figura 2. Situación de los locales de ocio respecto a la calle.

Finalmente se determina el aislamiento acústico de las fachadas de las viviendas que dan a la calle, siguiendo el procedimiento contemplado en la norma UNE-EN ISO 16283-3:2016 [6]. Para ello se situó la fuente sonora a pie de calle y enfrente de la vivienda, midiendo simultáneamente el nivel de presión acústica sobre la fachada (L_{1s}) y en el interior de la vivienda.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

2.3. MODELO DE PROPAGACIÓN EXTERIOR

El cálculo del nivel sonoro que llega a cada receptor (vivienda) desde el exterior se realiza mediante simulación 3D de todo el entorno, este modelo es inicialmente calibrado con los datos obtenidos de las medidas experimentales en el exterior de la calle.

La simulación se lleva a cabo con un programa comercial de trazado de rayos, considerando como fuentes de ruido las aberturas correspondientes a las puertas abiertas de los locales de ocio. El nivel de potencia acústica (L_w) de estas fuentes sonoras equivalentes se calcula, en primera instancia, en función del campo sonoro en el interior de los locales de ocio según la norma UNE-EN 12354-4:2001 [7], a través de la expresión:

$$L_w = L_{p,in} + C_d + 10 \log \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} 10^{-0.1D_i}$$

Donde:

- $L_{p,in}$ es el nivel de presión acústica interior a una distancia comprendida entre 1 y 2 m de la abertura.
- C_d es el término de difusividad del campo acústico interior en dB.
- S_i es el área abierta de cada abertura en m².
- S es el área total abierta en m².
- D_i es la pérdida por inserción de la abertura en dB

Los valores de las variables que intervienen en el cálculo se escogen de la forma siguiente:

- El campo acústico interior de los locales es difuso i reverberante. Esto último excluye la posibilidad de colocar altavoces próximos a la puerta, y lo primero puede ser incierto en el rango de baja frecuencia (50 Hz) Para estas condiciones se asume un valor de $C_d = -3$.
- La pérdida por inserción de la puerta abierta se asume nula ($D = 0$) atendiendo a las dimensiones de las mismas (la media es de 2 x 1,65 m).
- El nivel de presión acústica $L_{p,in}$ es el determinado experimentalmente para cada local de ocio durante las medidas de aislamiento acústico.
- La superficie S_i de cada abertura se ha determinado experimentalmente para cada local de ocio.

La cartografía utilizada en la elaboración del modelo de simulación, es la disponible en el ICGC [8]. Incluye los datos topográficos vectoriales en 3D a escala 1:5000 de los elementos que intervienen en el modelo (topografía del terreno, infraestructuras y edificios receptores con su volumetría). En la figura 3 se muestra el posicionamiento y distribución de las fuentes de ruido correspondientes a cada una de las actividades consideradas.

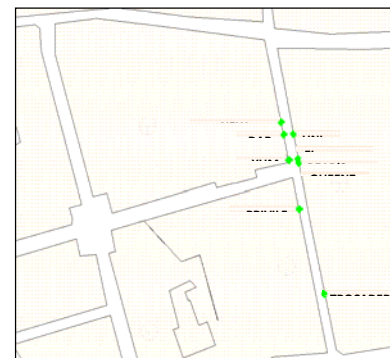


Figura 3. Distribución de fuentes sonoras correspondientes a las actividades de ocio.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

3. RESULTADOS

3.1. AISLAMIENTO ACÚSTICO ENTRE LOCAL DE OCIO Y VIVIENDA

El nivel sonoro se determinó mediante espectros de frecuencia en tercios de octava (20 Hz a 10 kHz) en cada uno de los puntos de medida, de los cuales se obtiene el nivel de presión acústica promediado energéticamente en los recintos emisor y receptor, seguidamente se calcula la diferencia de niveles entre los dos recintos. La tabla 1 y la figura 4 muestran la diferencia de niveles estandarizada ($D_{nT,w}$) entre el local de ocio (L_1) y la vivienda (L_2), calculados según la norma UNE-EN ISO 717-1 [9], y considerando en el cálculo el término de adaptación espectral ($C_{tr, 50-5000}$) del espectro patrón nº 2 para música de discotecas.

Actividad	Vivienda	$D_{nT,w}$ Diferencia de Niveles Estandarizada	Término de adaptación espectral $C_{tr, 50-5000}$	Término de adaptación espectral $C_{tr, 100-5000}$	$D_{nT,w} + C_{tr, 50-5000}$	$D_{nT,w} + C_{tr, 100-5000}$
Bar Musical 13	Receptor 13, 1º	75	-17 *	-8	58	67
	Receptor 13, Átic	77	-14	-1	63	76
	Receptor 15, Ent. C	75	-13	-3	62	72
Discoteca 15	Receptor 13, 1º	79	-5	-2	74	77
	Receptor 15, Ent. C	82	-18 *	-7	64	75
	Receptor 17, 1º Izq	81	-9	-3	72	78
Discoteca 17	Receptor 15, Ent. C	81	-9	-4	72	77
	Receptor 17, 1º Izq	74	-9	-5	65	69
Restaurant 17	Receptor 17, 1º 2º	71	-5	-4	66	67
	Receptor 19, 1º	71	-7	-5	64	66
Bar Musical 17	Receptor 15, Ent. C	74	-11	-6	63	68
	Receptor 17, 1º Izq	69	-10	-4	59	65
	Receptor 17, 1º 3º	73	-13	-6	60	67

Tabla 1. Diferencia de niveles entre los locales de ocio y las viviendas.

* Los valores de ($C_{tr, 50-5000}$) elevados son debido a una caída del aislamiento en las bandas de frecuencia de 50, 63 y/o 80 Hz.

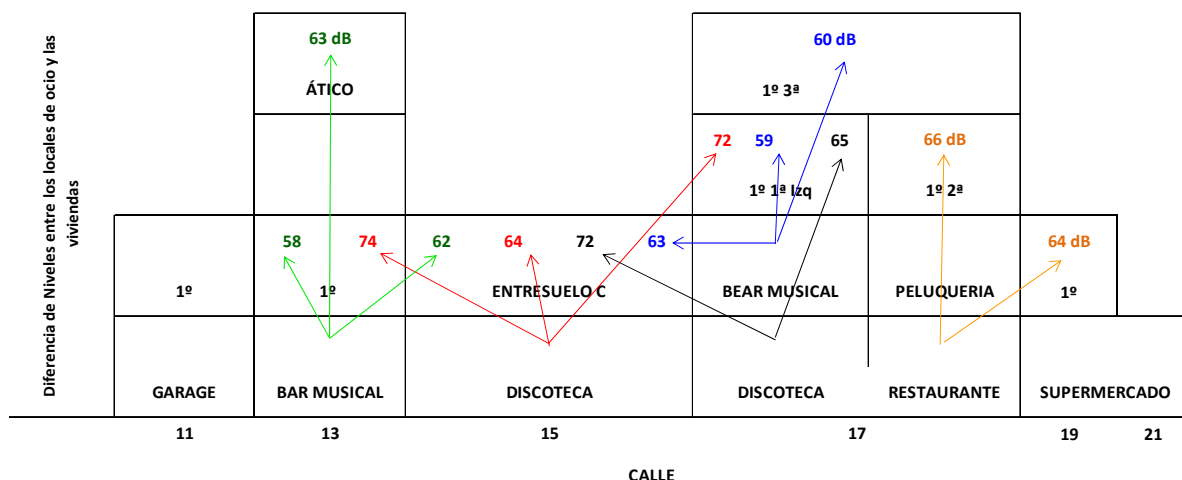


Figura 4. Diferencia de niveles entre los locales de ocio y las viviendas.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

3.2. TRANSMISIÓN SONORA DESDE LOS LOCALES DE OCIO AL EXTERIOR

La tabla 2 recoge la diferencia de niveles determinada entre el interior del local de ocio y en un punto situado en el exterior a 1,5 metros de altura y a 4 metros de distancia de la fachada del local.

Actividad - Local de ocio	D Diferencia entre el nivel interior y nivel exterior del local medidos dBA
Bar Musical 13	23,5
Discoteca 15	28,4
Discoteca 17	36,9
Bar Musical 17	27,8
Restaurante 17	32,9

Tabla 2. Diferencia de niveles determinada entre el interior del local de ocio y el exterior.

3.3. CÁLCULO POR SIMULACIÓN DEL NIVEL EN EL EXTERIOR DEL LOCAL

Para validar el modelo de simulación, se comparan la diferencia de niveles obtenidos de las medidas experimentales (D) con la diferencia de niveles calculados mediante la simulación (D'). En general la expresión de cálculo de potencia acústica de las puertas abiertas ha funcionado razonablemente bien, pero en algunos casos se ha ajustado la potencia hasta encontrar una diferencia entre el valor experimental y el simulado inferior a 1,5 dBA (tabla 4). El motivo de las diferencias se atribuye a que algunos locales presentan una entrada por debajo del nivel de la calle o no enrasada con la fachada, por ejemplo.

Actividad - Local de ocio	D Diferencia entre el nivel interior y nivel exterior del local medidos dBA	D' Diferencia entre el nivel interior del local medido y nivel exterior del local simulado dBA	Diferencia entre D - D'
Bar Musical 13	23,5	24,6	-1,1
Discoteca 15	28,4	28,5	-0,1
Discoteca 17	36,9	35,5	1,4
Bar Musical 17	27,8	27,7	0,1
Restaurante 17	32,9	32,7	0,2

Tabla 4. Diferencia entre los resultados de las medidas y la simulación.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

3.4. AISLAMIENTO ACÚSTICO DE LA FACHADA

A partir de los resultados obtenidos de las medidas del nivel de presión acústica en tercios de octava realizadas según el procedimiento contemplado en la norma UNE-EN ISO 16283-3:2016 [6] y tomadas simultáneamente sobre la fachada y en el interior de la vivienda, se calcula el índice de reducción sonora aparente, del conjunto de fachadas ensayadas, siguiendo la norma UNE-EN ISO 717-1 [9], considerando en el cálculo el término de adaptación espectral ($C_{tr, 50-5000}$) del espectro patrón nº 2 para música de discotecas. En la tabla 5 se relacionan los niveles sonoros obtenidos en el plano de la fachada ($L_{1,s}$), en el interior de la vivienda (campo reverberante), el índice de reducción sonora de la fachada ($R'_{45^\circ, w} + (C_{tr, 50-5000})$), las características del recinto (superficie de la fachada y ventana), y la tipología de ventana (material, tipo de vidrio, sistema de apertura y existencia de contraventana) de las viviendas de la muestra.

Vivienda	Niveles medidos dBA		Índice de Reducción Sonora $R'_{45^\circ, w} + (C_{tr, 50-5000})$	Recinto			Ventana			
	Fachada $L_{1,s}$	Vivienda		Fachada m ²	Ventana m ²	Volumen m ³	Material	Sistema de apertura	Vidrio	Contraventana
Receptor 13 1º	98	60	32	10,81	4,95	44,76	Al	Corredera	2 Doble	Si
Receptor 15 2º B	95	69	22	7,50	6,00	30,00	Al	Corredera	Doble	Si
Receptor, 17 1º 3ª	97	63	27	14,14	5,00	84,81	Al	Corredera	Doble	

Tabla 5. Características de la fachada de las viviendas estudiadas.

4. CÁLCULOS

4.1. NIVELES SONOROS MÁXIMOS EN LOS LOCALES DE OCIO DEBIDO A LA TRANSMISIÓN INTERNA

Partiendo de la diferencia de niveles estandarizada ($D_{nt,w}$) entre los locales de ocio y las viviendas calculados según la norma UNE-EN ISO 717-1 [9] y considerando en el cálculo el término de adaptación espectral ($C_{tr, 50-5000}$) del espectro patrón nº 2 para música de discotecas, se asigna un nivel máximo al interior de cada local de ocio de forma que la contribución que desde cada local de ocio llega a una vivienda concreta no supere los 28 dBA, valor límite de inmisión producido por las actividades en los dormitorios, fijado por la Ordenanza Reguladora del Ruido y las Vibraciones del municipio. [10] Se ha calculado también la constante de penalización (K_f) para el caso de tener un ruido rosa en el local emisor de nivel suficiente para generar 28 dBA en los locales receptores (viviendas), y se ha determinado que sería nula, de forma que el nivel a conseguir es efectivamente de 28 dBA.

La tabla 6 muestra el nivel máximo para cada local que cumpliría con la condición anterior de 28 dBA en el interior de las viviendas. Se muestra también la aportación de cada local de ocio a cada una de las viviendas y el nivel total resultante dentro de la vivienda, que siempre ha de ser igual o inferior a 28 dBA. Así pues y como ejemplo, la vivienda denominada como Receptor 15 Ent. C está afectada por los locales de ocio Bar Musical 13, Discoteca 15, Discoteca 17 y Bar Musical 17, y recibe de cada uno de ellos 24, 24, 16 y 22 dBA respectivamente, para unos niveles máximos permitidos en cada local de 86, 88, 88 y 85 dBA también respectivamente.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

LOCALES DE OCIO	NIVEL MÁXIMO	VIVIENDA	Contribución de cada local de ocio al nivel total del receptor -Transmisión Interna					NIVEL RESULTANTE
			Bar Musical 13	Discoteca 15	Discoteca 17	Bar Musical 17	Restaurante 17	
Bar Musical 13	86	Receptor 13 1º	28	14				28
		Receptor 13 Ático	23					23
Discoteca 15	88	Receptor 15 Ent. C	24	24	16	22		28
Discoteca 17	88	Receptor 17 1º 1ª izq		16	23	26		28
Bar Musical 17	85	Receptor 17 1º 3ª				25		25
Restaurante 17	88	Receptor 17 1º 2ª					22	22
		Receptor 19 1º					24	24

Tabla 6. Nivel máximo en el interior de los locales de ocio y contribución al nivel resultante, que desde cada local de ocio se aporta a una vivienda concreta.

4.2. NIVELES SONOROS EN LAS VIVIENDAS DEBIDO A LA TRANSMISIÓN EXTERNA

A partir de los niveles interiores máximos asignados a cada local de ocio relacionados en la tabla 6, es posible conocer el nivel sonoro en toda la calle tal y como muestra la figura 5. La tabla 7 muestra los niveles en fachada de las viviendas que han sido caracterizadas, considerando que los locales de ocio desarrollan su actividad con las puertas abiertas.

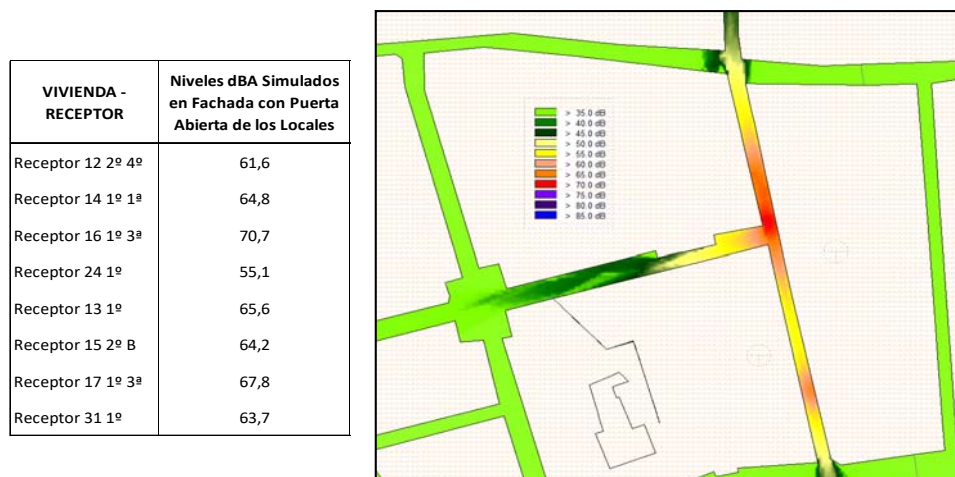


Figura 5 y Tabla 7. Niveles de inmisión sonora que llegan a las fachadas de los receptores, cuando los locales de ocio desarrollan su actividad con las puertas abiertas.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

A partir de estos niveles y con los datos de aislamiento acústico determinados para cada fachada, se calcula el nivel sonoro que llega al interior de las viviendas desde la calle, cuando los locales de ocio desarrollan su actividad tanto con las puertas abiertas, como cerradas (tabla 8).

ACTIVIDAD - LOCAL DE OCIO	Niveles en dBA en el interior de cada local	VIVIENDA - RECEPTOR	Niveles en dBA en el interior de las viviendas con Puerta Abierta de los Locales	Niveles en dBA en el interior de las viviendas con Puerta Cerrada de los Locales
Bar Musical 13	86			
Discoteca 15	88	Receptor 13 1º	35,4	19,5
Discoteca 17	88	Receptor 15 2º B	44,1	31,8
Bar Musical 17	85	Receptor 17 1º 3ª	40,9	29,5
Restaurante 17	88			

Tabla 8. Niveles sonoros que llegarían al interior de las viviendas desde la calle, cuando el nivel interior en los locales de ocio esté limitado a los valores indicados y trabajando con las puertas abiertas y cerradas.

De la tabla 8, se concluye que la transmisión procedente del ruido exterior es más importante que la del ruido interior, incluso cuando los locales de ocio trabajan con la puerta cerrada, pues se encuentran niveles interiores que superan el valor máximo de 28 dBA que se había fijado para la transmisión interior. No tiene sentido ajustar ahora los niveles exteriores, puesto que el nivel sonoro en el interior de las viviendas será la suma del ruido transmitido tanto por vía interior como por vía exterior, cosa que se tiene en cuenta en la siguiente sección, donde se ajustan los niveles máximos de cada local en función de las dos vías de transmisión.

4.3. NIVELES SONOROS EN LAS VIVIENDAS DEBIDO AL CONJUNTO DE TRANSMISIONES

Con los niveles establecidos para los locales hasta el momento, se encuentra que los niveles en el interior de las viviendas con fachada expuesta, considerando las dos vías de transmisión, superan netamente el nivel máximo de 28 dBA deseado (tabla 9).

ACTIVIDAD - LOCAL DE OCIO	Niveles en dBA en el interior de cada local	VIVIENDA - RECEPTOR	Nivel Transmisión Externa con Puertas Cerradas	Nivel Transmisión Interna	Nivel en el interior de la vivienda
Bar Musical 13	86				
Discoteca 15	88	Receptor 13 1º	19,5	28	29
Discoteca 17	88	Receptor 15 2º B	31,8	28	33
Bar Musical 17	85	Receptor 17 1º 3ª	29,5	25	31
Restaurante 17	88				

Tabla 9. Niveles sonoros que llegarían al interior de las viviendas a través de las dos vías de transmisión, para los valores interiores de cada local indicados.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

La tabla 10 muestra el nivel máximo asignado a cada local de ocio y la contribución al nivel resultante, que desde cada local de ocio llega a una vivienda concreta, a través de la transmisión interna y externa.

Nivel en el interior del local	ACTIVIDAD - LOCAL DE OCIO	D interior	D exterior	VIVIENDA - RECEPTOR	Contribución de cada local de ocio al nivel total del receptor. Transmisión Interna y Externa					NIVEL RESULTANTE
					BAR 13	DISCO 15	DISCO 17	BAR 17	REST. 17	
86	BAR MUSICAL 13	66	74	Receptor 13 1º	21	8	1	-3	-5	21
82	DISCOTECA 15	77	78							
87	DISCOTECA 17		86							
85	BARMUSICAL 17		88							
88	RESTAURANTE 17		93							
	BAR MUSICAL 13	65	75	Receptor 15 2º E	21	21	18	16	7	26
	DISCOTECA 15	64	65							
	DISCOTECA 17	72	72							
	BARMUSICAL 17	70	74							
	RESTAURANTE 17		81							
	BAR MUSICAL 13		75	Receptor 17 1º 3ª	11	22	24	22	11	28
	DISCOTECA 15	72	60							
	DISCOTECA 17	66	67							
	BARMUSICAL 17	64	68							
	RESTAURANTE 17		77							

Tabla 10. Nivel asignado al interior de los locales de ocio y contribución al nivel resultante, que desde cada local de ocio llega a una vivienda concreta, a través de las dos vías de transmisión.

A la vista de los resultados, si se quieren mantener las condiciones actuales de aislamiento (puerta cerrada), los niveles interiores máximos de cada local, que cumplirían con el límite de 28 dBA en el interior de las viviendas serían los que muestra la tabla 11.

ACTIVIDAD - LOCAL DE OCIO	Nivel máximo en dBA en el interior de cada local	VIVIENDA - RECEPTOR	Niveles en el interior de las viviendas a través de las dos vías de transmisión
Bar Musical 13	86		
Discoteca 15	82	Receptor 13 1º	21
Discoteca 17	87	Receptor 15 2º B	26
Bar Musical 17	85	Receptor 17 1º 3ª	28
Restaurante 17	88		

Tabla 11. Niveles sonoros que llegarían al interior de las viviendas a través de las dos vías de transmisión para los valores interiores de cada local indicados.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

5. PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

A partir de los resultados obtenidos en el estudio, se pueden seguir diferentes estrategias de gestión del ruido:

- **Mantener las condiciones actuales de aislamiento acústico**, trabajar con puertas cerradas y limitar los niveles sonoros en el interior de los locales de ocio según los valores de la tabla 11.
- **Para incrementar los niveles sonoros en el interior de los locales de ocio**, es necesario una mejora del aislamiento acústico entre el local de ocio y el receptor (vivienda) o de las puertas del local, dependiendo de cada caso.
- **Para trabajar con la puerta abierta**, se debe determinar un nuevo nivel sonoro máximo en el interior de cada local, que estará aproximadamente entre 14 y 20 dBA por debajo de los límites mostrados en la tabla 11.
- **Si se trabaja con la puerta abierta, manteniendo el nivel interior del local**, se deberá mejorar el aislamiento acústico en la fachada de las viviendas afectadas, esto implicaría cambiar las ventanas y seguramente instalar equipos de aire acondicionado en las viviendas. Se debe considerar que el margen de mejora de aislamiento acústico sobre las fachadas estaría sobre 15 dBA.

Sea cual sea la estrategia elegida, el primer paso es:

- Instalar un limitador registrador acústico en los locales de ocio que no dispongan de él y actualizar los existentes.
- Programar el limitador utilizando la curva de aislamiento acústico estandarizada ($D_{nT,W}$) correspondiente a la vivienda adyacente con menor aislamiento acústico, y limitar el nivel máximo en función del nivel que puede causar cada local de ocio sobre el receptor.
- Todos los limitadores registradores deberán estar conectados a una plataforma online, donde se podrán consultar los niveles sonoros producidos en el local de ocio, permitiendo el acceso vía telemática y en tiempo real, a los Servicios Técnicos Municipales, de forma que puedan realizar un seguimiento preciso, continuado y constante de la actividad de ocio.
- Fijar los altavoces con un soporte adecuado que evite la transmisión estructural a las paredes del local. Evitar que los altavoces se sitúen próximos a cerramientos separadores con las viviendas más afectadas o a las puertas del local.
- Exigir a todos los locales de ocio la instalación de un sistema de dos puertas acústicas que impidan la apertura simultánea de ambas puertas.
- Exigir a todos los locales de ocio que realicen su actividad con las puertas cerradas.
- Instalar un sistema de sensorización y monitorización acústica del espacio exterior en toda la zona, conectado online a una plataforma, que permita en tiempo real la visualización, el registro y vigilancia de los niveles sonoros, enviando un aviso de alerta cuando los niveles permitidos son sobrepasados.

FIA 2018

XI Congreso Iberoamericano de Acústica; X Congreso Ibérico de Acústica; 49º Congreso Español de Acústica -TECNIACUSTICA'18-
24 al 26 de octubre

- Una vez llevadas a cabo las medidas precedentes, se realizarán medidas de ruido “in situ” para determinar la contribución de la aglomeración de gente en la calle, al nivel sonoro del entorno.
- Finalmente es importante que los usuarios de estas actividades sean conscientes de la molestia que pueden generar en el vecindario, a tal efecto convendría establecer un convenio con las asociaciones de actividades de restauración y locales de ocio nocturno para que, en colaboración con el Ayuntamiento y los vecinos afectados, se realicen campañas de sensibilización y concienciación dirigidas a sus clientes.
- Paralelamente se deberá continuar con el estudio para definir los requerimientos de aislamiento acústico en fachada (para las viviendas y/o locales de ocio) que garanticen el cumplimiento de los niveles en el interior de las viviendas.

REFERENCIAS

- [1] Pla de mesures bàsiques per normalitzar els nivells de soroll a la zona acústica municipal de règim especial (ZARE).
- [2] Decret 176/2009, de 10 novembre, pel qual s'aprova el Reglament de la Llei 16/2002 de 28 de juny, de protecció contra la contaminació acústica, i se n'adapten el annexos.
- [3] Informe tècnic. Afectació sonora generada per les activitats d'oci a l'actual i futura zona ZARE.
- [4] UNE-EN ISO 16283-1: 2015. Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- [5] Ordenança reguladora dels establiments musicals de pública concurrència.
- [6] UNE-EN ISO 16283-3: 2016. Medición in situ del aislamiento acústico en los edificios y en los elementos de construcción. Parte 3: Aislamiento a ruido de fachadas.
- [7] UNE-EN 12354-4: 2001. Estimación de las características acústicas de las edificaciones a partir de las características de sus elementos. Parte 4: Transmisión del ruido interior al exterior.
- [8] ICGC. Institut Cartogràfic i Geogràfic de Catalunya.
- [9] UNE-EN ISO 717-1 2013. Evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción. Parte 1: Aislamiento a ruido aéreo.
- [10] Ordenança reguladora del soroll i les vibracions al municipi.