

## RUIDO DE SISTEMAS DE EXTRACCIÓN DE HUMOS DE GARAJE EN 3 EDIFICIOS DE VIVIENDAS

**PACS:** 43.50.Jh

Carrascal García, Teresa <sup>(1)</sup>; Romero Fernández, Amelia <sup>(2)</sup>; Casla Herguedas, Belén <sup>(3)</sup>

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, IETcc – CSIC  
C/ Serrano Galvache 4. Madrid, 28033, España  
Tfno: +34 91 302 04 40

<sup>(1)</sup> [tcarrascal@ietcc.csic.es](mailto:tcarrascal@ietcc.csic.es); <sup>(2)</sup> [aromero@ietcc.csic.es](mailto:aromero@ietcc.csic.es); <sup>(3)</sup> [belench@ietcc.csic.es](mailto:belench@ietcc.csic.es)

**Palabras Clave:** Ruido en la edificación, instalaciones, ventiladores de garaje, extracción de humos.

### ABSTRACT

According to Spanish current regulations, every underground car park must have a mechanical ventilation system with the following purposes: reducing the risk of fire and explosion to acceptable limits, removing smoke in the event of a fire and maintaining CO concentrations and other pollutants in exhaust fumes below the toxic concentration levels.

These ventilation systems usually consist of air ducts and smoke fans. The fans produce airborne noise and structural noise which can be transmitted to adjoining rooms. In addition, duct-borne sound can be transmitted to the rooms adjacent to the exhaust chimney flue.

The aim of this paper is to show and analyse the noise produced by car park fans in three common residential buildings in Madrid. This work is part of the research on the acoustic performance and noise levels transmitted by building services in new build homes, which is being carried out by the Quality in Construction Unit of the Eduardo Torroja Institute for Construction Science.

### RESUMEN

Según la normativa vigente, todo garaje que esté enterrado debe contar con una instalación de extracción de humos de garaje con varias finalidades: disminuir a límites aceptables el riesgo de incendio y explosión, extraer el humo en caso de incendio y mantener las concentraciones de monóxido de carbono y otros contaminantes por debajo de los límites nocivos para la salud.

Estos sistemas suelen estar formados por varios conductos de chapa de acero y los extractores de humo, que generan ruido que puede transmitirse a los recintos colindantes de forma aérea o por vía estructural. Además, el ruido de los ventiladores puede afectar a los recintos adyacentes al patinillo de la chimenea de extracción.

El objetivo de esta comunicación es mostrar y analizar el ruido producido por los extractores de humos de garaje en tres edificios de viviendas de Madrid. Este trabajo es parte de la investigación sobre las prestaciones acústicas y los niveles de ruido producidos por instalaciones en viviendas, que se está desarrollando por la Unidad de Calidad en la Construcción del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Según la normativa nacional vigente [1 - 3] y las diferentes ordenanzas locales, todo garaje que esté enterrado debe contar con una instalación de extracción de humos de garaje con tres finalidades:

1. Disminuir a límites aceptables el riesgo de incendio y explosión.
2. Extraer el humo en caso de incendio.
3. Diluir los contaminantes emitidos por los vehículos (NOx, SOx, vapores de hidrocarburos incombustos y aceites) y especialmente del CO, ya que en concentraciones elevadas es letal.

En edificios de viviendas, este tipo de instalaciones está formado por los extractores de aire, que son la fuente de ruido principal y que están conectados a una red de conductos de chapa de acero que termina en la chimenea de expulsión de gases, que suele llegar a la cubierta del edificio.

El objetivo de esta comunicación es mostrar y analizar el ruido producido por los extractores de humos de garaje en tres edificios nuevos de viviendas en Madrid: en dos de ellos los ventiladores estaban ubicados en la cubierta y en el tercero estaban localizados en un cuarto de ventiladores.

Este trabajo es parte de la investigación sobre las prestaciones acústicas y los niveles de ruido producidos por instalaciones en los edificios de viviendas, que se está desarrollando por la Unidad de Calidad en la Construcción del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

## **2. FUENTES DE RUIDO DE LAS INSTALACIONES DE EXTRACCIÓN DE HUMOS DE GARAJE**

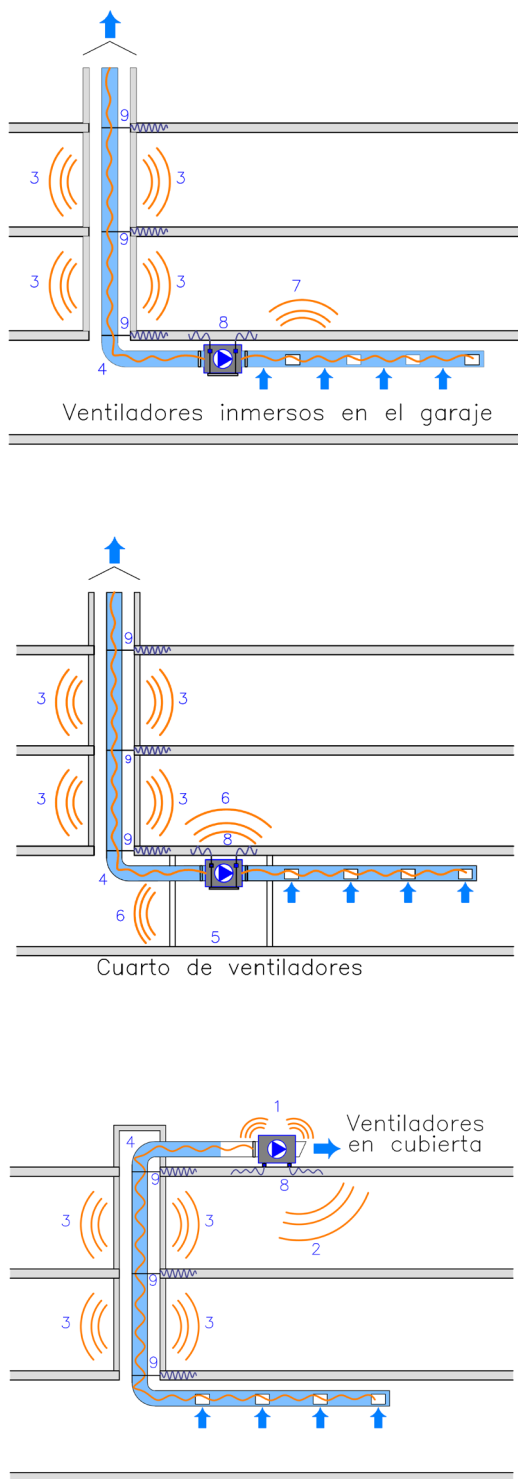
Las instalaciones de ventilación en garaje están formadas por dos o más redes constituidas por unos conductos de extracción/ impulsión de chapa de acero galvanizada y los ventiladores, cuya misión es extraer o impulsar el aire al garaje.

La principal fuente de ruido en este tipo de instalaciones son los extractores de humo, que generan ruido que puede transmitirse a los recintos colindantes de forma aérea o por vía sólida. Por vía aérea, a través de la carcasa del ventilador, pero además el ruido se transmite de forma aérea a través de la red de conductos. El sonido se transmite por vía sólida a través de los anclajes de la instalación a la estructura del edificio, forjados o particiones [4].

En los estudios realizados por el IETcc, se han encontrado tres localizaciones típicas para los ventiladores en edificios de viviendas, que se enumeran a continuación:

- Ventiladores inmersos en el garaje
- Ventiladores en cuarto de ventiladores en garaje
- Ventiladores en cubierta

Otro punto que puede generar molestias por ruido en los recintos colindantes es la chimenea de expulsión de gases, que debe llegar hasta la cubierta. Ésta suele estar ubicada en un patinillo del edificio y el ruido producido por el ventilador en los conductos puede llegar a transmitirse a través del patinillo de la chimenea de extracción a los recintos colindantes, por vía aérea e incluso, podría haber una transmisión de ruido estructural a través de las sujeciones de los conductos. La figura 1 muestra las vías de transmisión en cada uno de las tres localizaciones más habituales en los edificios.



**LEYENDA:**

1. Ruido aéreo radiado a través de la carcasa del ventilador ubicado en la cubierta del edificio.
2. Ruido aéreo transmitido a recintos ubicados debajo de los ventiladores.
3. Ruido aéreo transmitido a recintos colindantes través de la chimenea de extracción de humos a cubierta.
4. Ruido aéreo generado por el ventilador y transmitido a través de los conductos. Este ruido se propaga por toda la red de conductos: chimenea y redes de garaje.
5. Ruido aéreo producido por el ventilador en cuarto de ventiladores.
6. Transmisión de ruido aéreo desde el cuarto de ventiladores a los recintos colindantes superiormente.
7. Ruido aéreo transmitido desde el garaje a los recintos colindantes superiormente. En este caso, las fuentes de ruido no sólo son los ventilares, sino además el tráfico de coches en el garaje.
8. Ruido estructural producido por las vibraciones de los ventiladores y transmitido al edificio a través de los sistemas de anclaje del mismo: Amortiguadores en cubierta y en techo.
9. Ruido estructural transmitido a través de los anclajes a los forjados o particiones de la chimenea de extracción de humos.

**SÍMBOLOS:**




-  Movimiento del aire
-  Ruido aéreo
-  Ruido estructural

Figura 1. Vías de transmisión del sonido en tres ubicaciones habituales de ventiladores de extracción de humo de garaje

La instalación de extracción de humos se completa con un sistema de detección de humo de incendio y de CO. Los ventiladores entran en funcionamiento cuando se superan las contracciones máximas de CO y paran cuando la concentración baja por debajo de los límites

admisibles, por lo tanto, son instalaciones que producen un ruido estacionario, sin grandes variaciones de los niveles de presión, y que funcionan de forma discontinua. La frecuencia y el tiempo en el que un sistema de ventilación de garajes funciona depende del diseño del aparcamiento, de la posibilidad de que tenga más o menos aperturas de admisión de aire que diluyan los gases emitidos por los vehículos y también depende de la intensidad de uso del mismo, es decir, si éste tiene más o menos tráfico de vehículos.

### 3. CASOS DE ESTUDIO

En esta publicación se presentan los resultados de mediciones del nivel de presión sonora de tres casos representativos de extractores de humos de garaje en edificios de viviendas de la Comunidad de Madrid.

En total, se han obtenido 3 medidas en emisión en dos localizaciones que son las más comunes para los extractores de humos: cubierta y cuarto de ventiladores. El objetivo de las medidas en emisión era analizar los niveles de presión sonora provocados por este tipo de instalaciones en los recintos emisores o espacios en los que se ubican las fuentes emisoras. Estas mediciones se han realizado conforme a la norma UNE-EN ISO 16032[5].

Además, se ha realizado una medida en recepción, en el salón de una vivienda situada debajo de los ventiladores, con el objetivo de analizar los niveles de presión transmitidos por el funcionamiento de los ventiladores y evaluarlos conforme al RD 1367/2007[6].

#### 3.1. Caso de estudio 1. Niveles de presión sonora en cuarto de ventiladores.

Se trata de una instalación de extracción de humos compuesta por un ventilador de admisión y dos ventiladores de extracción de humos de garaje colgados del forjado dentro del cuarto de ventiladores de sótano -1.

En total hay 3 ventiladores en el recinto, cuyas características figuran a continuación:

- Ventilador de admisión de sótano -1, con un caudal de 11.232 m<sup>3</sup>/h y una pérdida de presión de 20 Pa.
- Grupo ventilador de extracción de sótano -1, formado por dos ventiladores con funcionamiento alterno, cada uno con un caudal de extracción de 7400 m<sup>3</sup>/h y una pérdida de presión de 25 Pa.

Se registraron los niveles de presión sonora en cuarto de ventiladores en las siguientes operaciones:

- Funcionamiento del ventilador de admisión.
- Funcionamiento del grupo de ventiladores de extracción.
- Funcionamiento de los ventiladores de extracción y admisión conjuntamente.

La tabla 1 muestra los valores globales del nivel de presión sonora medido en el cuarto de ventiladores y la figura 2 muestra los espectros medidos según la norma UNE-EN ISO 16032[5]. El nivel de presión sonora en admisión es superior al nivel en extracción. Puede observarse que se trata de fuentes que emiten más energía en bajas frecuencias, en el intervalo de 32 a 80 Hz, mientras que en el resto de altas frecuencias la emisión de ruido es menor.

En el caso de la admisión de aire, en las medias frecuencias, en rango de 125 a 400 Hz, también presenta un incremento de los niveles de presión sonora.

Tabla 1 – Niveles globales de presión sonora en cuarto de ventiladores

Condiciones de operación	$L_{A,eq}$	$L_{C,eq}$	$L_{AF,max}$	$L_{CF,max}$
Sólo admisión de aire	77,7	89	79,3	92,4
Sólo extracción de aire	70,1	80,9	71,4	83,8
Admisión y extracción de aire (dos ventiladores funcionando)	78,2	89,4	80,1	92,9

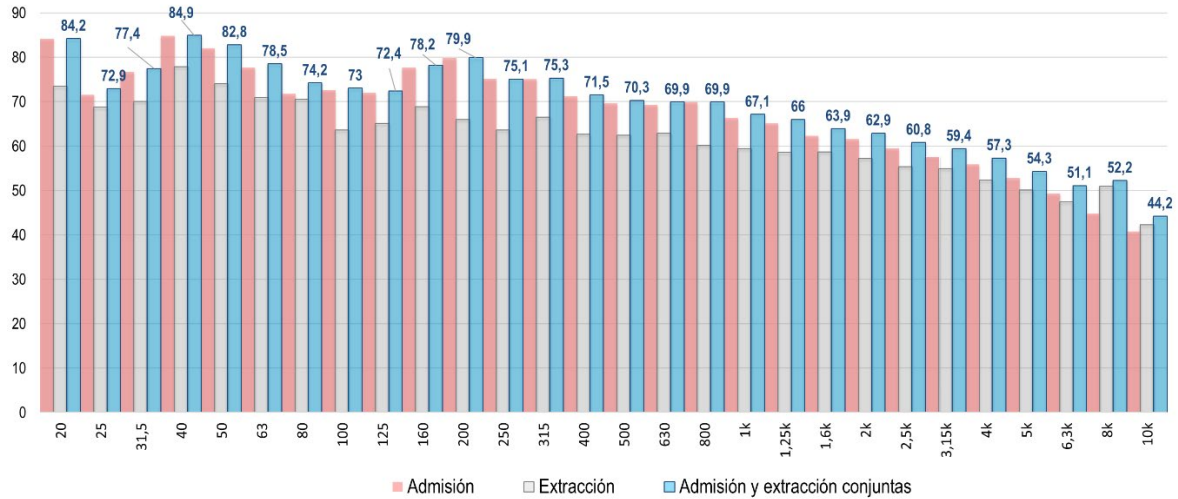


Figura 2. Nivel sonoro continuo equivalente para las condiciones de operación de extracción, admisión y admisión + extracción conjuntas medidas en cuarto de ventiladores

### 3.2. Caso de estudio 2. Niveles de presión sonora en cubierta.

En este caso se trata de la medición en la cubierta a una distancia de 1,5 m de los ventiladores centrífugos de extracción de humos, cómo se observa en la figura 3.



Figura 3. Imagen de los ventiladores ubicados en cubierta

Los niveles globales de presión obtenidos según la norma UNE-EN ISO 16032[5] son  $L_{A,eq} = 81,6$  dBA y  $L_{C,eq} = 85$  dBC. La figura 4 muestra el nivel de presión sonora continuo equivalente,  $L_{eq}$  y el nivel de presión sonora máximo,  $L_{F,max}$  en las mediciones. Puede observarse que se trata de una fuente que emite más energía en bajas frecuencias, en el intervalo de 50 a 100 Hz, también

en medias y altas frecuencias hay un incremento de los niveles de presión entre los 500 y 1000 Hz, mientras que en el resto de altas frecuencias la emisión de ruido es menor.

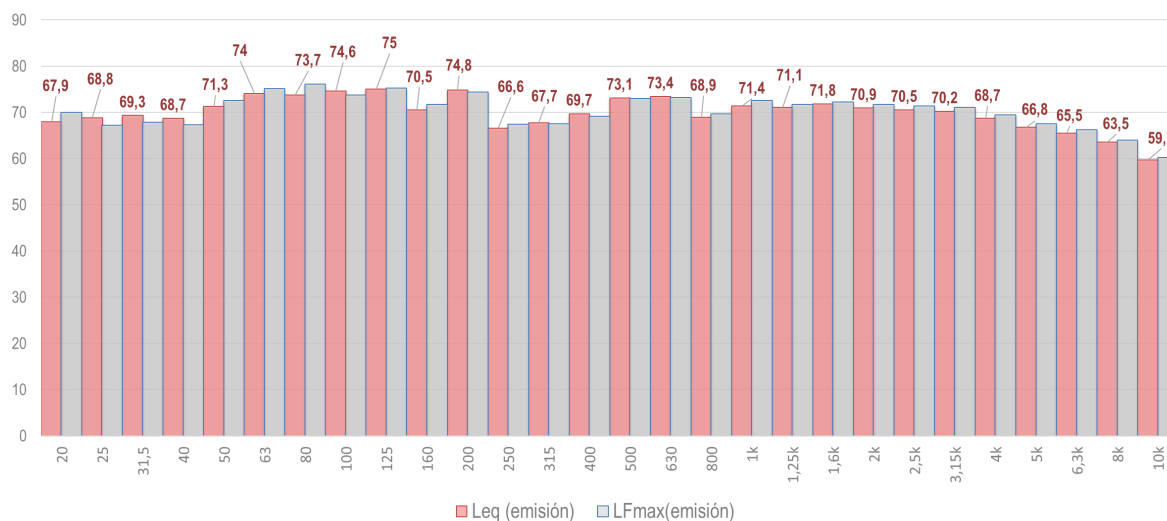


Figura 3. Nivel sonoro continuo equivalente  $L_{eq}$  y nivel máximo de presión  $L_{F,max}$  en cubierta

### 3.3. Caso de estudio 3. Niveles de presión sonora en cubierta y en el interior de una vivienda.

Este caso comprende la medición de los niveles de presión sonora en la cubierta y en un salón de una vivienda situada debajo de los ventiladores.

Se trataba de unos ventiladores centrífugos de desenfumage de caudal 4.860 m<sup>3</sup>/h y con una pérdida de carga de 32,53 mmca. La medición en la cubierta se realizó a 2 m de los extractores y en el interior se siguieron las especificaciones de la norma UNE-EN ISO 16032[5] y del RD 1367/2007[6].

La siguiente tabla muestra los valores de los niveles de presión equivalentes tanto en el salón, como en la cubierta.

Tabla 2 – Niveles globales de presión sonora en el salón y en la cubierta

Lugar de medición	$L_{A,eq}$	$L_{C,eq}$	$L_{AF,max}$	$L_{CF,max}$
Salón vivienda	32,5	53,2	41,7	60,9
Emisión - Cubierta	75,3	80,8	78,4	87,6

La figura 4 muestra los niveles de presión sonora en recepción en azul y los niveles obtenidos en emisión en la cubierta en rojo. Puede observarse que los niveles de presión en bajas frecuencias, especialmente en 50 y 63 Hz son mayores. La tabla 3 muestra el resultado de la evaluación según el RD 1367/2007[6], en el que hay una corrección por bajas frecuencias de 6 dBA y otra de 3 dBA por tonalidad a 2000 Hz. El resultado de la evaluación es “No conforme”, ya que supera el valor límite de inmisión de 35 dBA establecido conforme al artículo 25 del RD 1367/2007.



Tabla 2. Evaluación de los niveles de presión sonora según el RD 1367/2007

$L_{A,eq,T}$	$K_f$	$K_t$	$K_i$	Total K	$L_{keq,T}$	Límite exigido $L_{K,n}$	Resultado evaluación
34,5	6	3	0	9	44	35	NO CONFORME

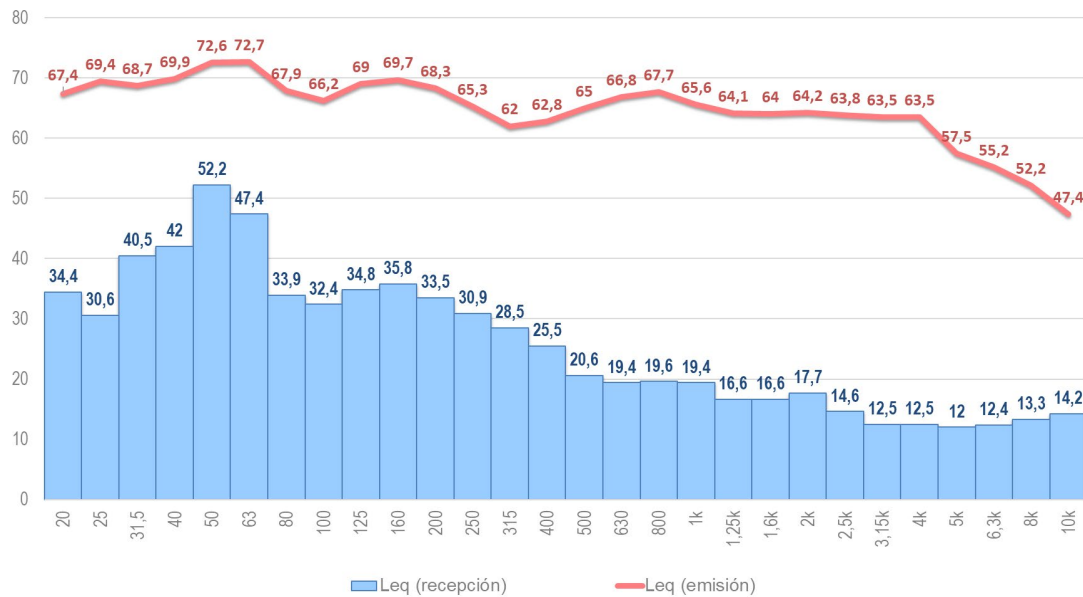


Figura 4. Niveles de presión sonora en emisión y recepción

Las dos vías de transmisión de ruido al recinto receptor son la vía aérea y la estructural, a través de los apoyos de los ventiladores a la cubierta. En este caso, se trataba de una cubierta invertida con protección de grava formada por un forjado unidireccional, de canto total de 30cm (25+5), aligerado con bovedilla cerámica, sobre la que se instala la capa de formación de pendientes de árido ligero, impermeabilización y aislante térmico. El aislamiento estimado de la cubierta a ruido aéreo es 57 dBA.

Se ha hecho una estimación teórica de las componentes aérea y la estructural a los niveles de presión sonora resultantes en el recinto receptor. La ecuación 1 expresa el cálculo de los niveles de presión sonora en el recinto receptor, solamente por transmisión aérea,  $L_{aérea}$ , como si no existiese transmisión inducida por vibraciones. A partir del resultado de la ecuación 1, se ha calculado la transmisión estructural según la ecuación 2.

$$L_{aérea} = L_{emisión} - D_{cubierta} \quad \text{ec.1}$$

$$L_{estruct} = 10 \log \left( 10^{\frac{L_{recepción}}{10}} - 10^{\frac{L_{aérea}}{10}} \right) \quad \text{ec.2}$$

Los cálculos se han realizado para bandas de tercio de octava desde 50 a 5000 Hz. La resultante aérea es 15,1 dB y la resultante estructural es 32,4 dB.

Por lo tanto, la mayor parte de la transmisión de ruido se produce de forma estructural y el resultado está relacionado con unos soportes antivibratorios inadecuados.

#### 4. CONCLUSIONES

Esta comunicación analiza el ruido producido por los equipos de extracción de humos de garaje en viviendas a partir de los resultados de las mediciones de los niveles de presión sonora.

Se realizaron mediciones de tres casos representativos de extractores de humos de garaje en edificios de viviendas de la comunidad de Madrid. En total se han realizado y analizado 3 medidas en emisión en dos localizaciones que son las más comunes para los extractores de humos: cubierta y cuarto de ventiladores. Además, se realizó una medida en recepción, en el salón de una vivienda situada debajo de los ventiladores, que se evaluó y midió según el RD 1367/2007.

La principal fuente de ruido de los sistemas de extracción de humo de garaje son los extractores de humo, que generan ruido que puede transmitirse a los recintos colindantes de forma aérea o por vía sólida, a través de los puntos de anclaje de los extractores al edificio. En cuanto al ruido aéreo, el ventilador radia ruido a través de su carcasa y también transmite ruido a través del sistema de conductos, tanto si se trata de una red de impulsión de aire, como de una red de extracción de aire. En general, la chimenea suele estar ubicada en un patinillo del edificio, el ruido transmitido por el ventilador puede llegar a transmitirse a los recintos colindantes a través de las particiones por vía aérea e incluso, si no se ha instalado una junta flexible entre los ventiladores y los conductos, podría haber una transmisión de ruido estructural a los recintos colindantes a través de las sujeciones de los conductos.

El ruido producido por los ventiladores es estacionario, ya que no presenta fluctuaciones significativas a lo largo del tiempo. El periodo de funcionamiento de los sistemas de ventilación en garaje depende de la concentración de CO en el mismo, por lo que el funcionamiento de los ventiladores no tiene unas horas establecidas, sino que el sistema arrancará en función del uso y del diseño del aparcamiento.

En cuanto al ruido en emisión, los espectros analizados muestran que los ventiladores emiten más energía en bajas frecuencias, en el intervalo de 50 a 125 Hz, en medias frecuencias pueden presentar ligeros aumentos del nivel de presión sonora, mientras que en las altas frecuencias la emisión de ruido es menor.

Los niveles de presión sonora equivalentes en emisión,  $L_{A,eq}$ , ya sea en un cuarto de ventiladores o en el exterior oscilan entre los 70 y los 81 dBA, y los niveles máximos de presión sonora  $L_{A,max}$  oscilan entre 71 y 83 dBA.

En cuanto a las medidas en el recinto receptor, al aplicar el RD 1367/2007 el resultado es 44 dBA, lo que supera el límite de 35 dBA para los salones. A pesar de que el nivel sonoro equivalente medido es 34,5 dB, se aplican las correcciones por baja frecuencia (6 dBA) y por tonalidad (3 dBA) en 2000Hz.

En este caso se analizó además la componente estructural y la aérea de la transmisión de ruido entre los ventiladores de cubierta y el salón que estaba inmediatamente debajo de los mismos. El resultado fue que la mayor parte del ruido transmitido es estructural, lo que está relacionado con una fijación inadecuada de los ventiladores a la cubierta.



## 5. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, *Documento Básico HS. Salubridad*. Madrid. 2022. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/HS/DBHS.pdf>
- [2] Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, *Documento Básico SI. Seguridad contra incendio*. Madrid. 2019. <https://www.codigotecnico.org/pdf/Documentos/SI/DBSI.pdf>
- [3] Ministerio de Ciencia y Tecnología, *Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC*. 2021. [https://www.boe.es/biblioteca\\_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326\\_Reglamento\\_electrotecnico\\_para\\_baja\\_tension\\_e\\_ITC](https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC)
- [4] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, ASHRAE, 2015 *ASHRAE handbook: heating, ventilating, and air-conditioning applications*. 2015.
- [5] UNE-EN ISO 16032: 2005. *Acústica. Medición del nivel de presión sonora de los equipos técnicos en los edificios - Método de peritaje (ISO 16032:2004)*.
- [6] Ministerio de la Presidencia, *RD 1367/2007 de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas*. (BOE 23/10/2007)., vol. 254. 2007, pp. 42952–42973. [http://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-18397](http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2007-18397)