

EL RUIDO DE TRANSMISIÓN ESTRUCTURAL COMO ÍNDICE DE LA MOLESTIA ASOCIADO A LAS VIBRACIONES

PACS: 43.40.r

Suso Mendizabal, Ainhoa; Bañuelos Irusta, Alberto; Tomás Garrido, Mónica; Baroja Andueza, Unai.

AAC Centro de Acústica Aplicada S.L. Parque Tecnológico de Álava, 01510 Vitoria-Gasteiz, España, 945298233, aac@aacacustica.com.

Palabras Clave: ruido, transmisión, estructural, vibración, molestia

ABSTRACT.

In the experience of more than 20 years evaluating the vibration impact of transport (rail, metro, tram) and other vibration generating sources (works, industries, etc.), it was observed that the nuisance, on many occasions, is not directly caused by the vibrations themselves, but by the ground-borne noise derived from these vibrations; which is complex to evaluate properly with current legislation. This problem is usually associated with vibration sources whose emission is higher in high frequency (50 Hz – 500 Hz), where the radiation efficiency is significant, which translates into low frequency noise inside the enclosures.

AAC provides examples of different situations, that show this reality. In these examples noise and vibration levels were jointly assessed, in order to highlight the importance of a properly evaluation of this parameter and, as is already done in other countries, to include in the legislation limitations associated with this type of noise, which, by focusing on frequency bands below 500 Hz, it would be appropriate to differentiate it from the ambient noise, expressed in dB(A).

RESUMEN.

En la experiencia de más de 20 años evaluando el impacto por vibración del transporte (ferrocarril, metro, tranvía) y de otros focos generadores de vibraciones (obras, industrias, etc.), se ha observado que la molestia en numerosas ocasiones no viene provocada directamente por las propias vibraciones, sino por el ruido de origen estructural derivado de dichas vibraciones; el cual es complejo de evaluar adecuadamente con la legislación actual. Esta problemática generalmente está asociada a focos de vibraciones cuya emisión es superior en alta frecuencia (50 Hz – 500 Hz), donde la eficacia de radiación es significativa, lo que se traduce en ruido de baja frecuencia en el interior de los recintos.

AAC aporta ejemplos de diferentes situaciones en las que se ha evaluado conjuntamente nivel de ruido y de vibración que muestran esta realidad, con el fin de poner de manifiesto la importancia de evaluar adecuadamente este parámetro y, como ya se hace en otros países, incluir en la legislación limitaciones asociadas a este tipo de ruido, que por centrarse en bandas de frecuencia por debajo de 500 Hz, sería apropiado diferenciarlo del ruido ambiental expresado en dB(A).

1. INTRODUCCIÓN

La experiencia de AAC Centro de Acústica Aplicada durante más de 20 años evaluando el impacto por vibración del transporte (ferrocarril, metro, tranvía), tanto en tramos en superficie como en tramos subterráneos y de otros focos generadores de vibraciones (obras, industrias, etc.), se ha observado que la molestia en numerosas ocasiones no viene provocada directamente por las propias vibraciones, sino por el ruido de origen estructural derivado de dichas vibraciones; el cual no es posible evaluar adecuadamente con la legislación actual, por no existir una metodología específica para este tipo de ruidos. Esta problemática generalmente está asociada a focos de vibraciones cuya emisión es superior en alta frecuencia (50 Hz – 500 Hz), donde la eficacia de radiación es significativa, lo que se traduce en ruido de baja frecuencia en el interior de los recintos.

En gran parte de las situaciones en las que existen molestias y quejas, se cumplen los objetivos establecidos por la legislación española para los niveles de vibración, a pesar de no ser una legislación permisiva en esta materia en comparación con otras reglamentaciones; pero se constata que se dan niveles de ruido de baja frecuencia debido a la excitación del propio edificio, siendo éstos realmente los que generan la molestia y no la propia vibración, a pesar de que por el tipo de ruido y su fuerte componente en baja frecuencia (así como el ruido generado por la vibración de algunos objetos: puertas, ventanas, etc.), se puedan percibir como vibración.

En la siguiente gráfica se representan los niveles de vibraciones y ruidos medidos en el interior de una vivienda durante el funcionamiento del foco emisor, con y sin las ponderaciones correspondientes establecidas por la legislación para su evaluación (w_m y A), para valorar su influencia:

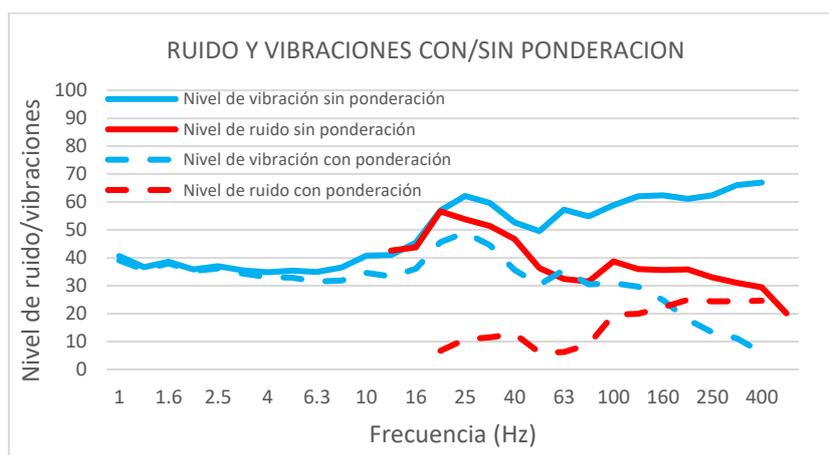


Figura 1 – Espectros de ruido y vibración con y sin ponderación

Tal y como se puede observar en ambos casos las ponderaciones eliminan la contribución de las frecuencias con mayor energía, Tanto en el caso de las vibraciones como del ruido.

Este ruido se caracteriza por presentar mucha energía en baja frecuencia y generalmente producirse durante un tiempo corto de funcionamiento (como es el caso de los pasos de tren o determinadas instalaciones industriales). El hecho de que en la legislación española no exista una metodología específica para la valoración de este tipo de ruido, y que no se establezca un valor límite para ellos, hace que la evaluación en el caso de infraestructuras del transporte o para actividades existentes, tenga que realizarse mediante la aplicación de los objetivos de calidad acústica en el espacio interior, los cuales corresponden a promedios de larga duración y ponderados A, sin aplicación de correcciones por ruido de baja frecuencia o componentes tonales, que pueden darse especialmente en el caso de que se den resonancias. En el caso de la industria, sólo en nuevas actividades aplican estas correcciones y en el caso de obras tampoco hay una exigencia específica.

El hecho de que los parámetros de evaluación establecidos por la legislación no consideren esta problemática, implica que resulte complicado generar un incumplimiento de la legislación vigente, a pesar de la existencia de molestias.

Por lo tanto, la legislación española no responde a una problemática que genera molestias; situación que sí que regulan algunas otras legislaciones europeas, estableciendo otros parámetros y periodos de evaluación, en rangos de frecuencia adaptados a este tipo de ruidos, etc.

Con el fin de mostrar la relevancia de estas situaciones, se exponen algunos ejemplos del peso de la contribución en el receptor del ruido de transmisión estructural frente al nivel de vibración, como referencias para abordar esta problemática en la modificación de la legislación, en la línea de otras legislaciones.

2. EJEMPLOS DE SITUACIONES EVALUADAS

Se han analizado diversas situaciones generadas por ferrocarril o tranvía, tanto en superficie como subterráneas, así como por maquinaria de obras, en general debido a quejas por vibraciones, pero también en evaluaciones de impacto.

El nivel de vibración se analiza con los objetivos establecidos en el RD 1367/2007 a partir de mediciones realizadas tomando como referencia la norma ISO 2631-2 y el Anexo IV del RD 1367/2007, que considera frecuencias entre 1 y 80 Hz, pero con una ponderación que atenúa fuertemente las bandas de tercio de frecuencias más altas en este rango, que son precisamente las que pueden contribuir al ruido estructural junto con bandas por encima de 80 Hz. Por lo tanto, en los estudios de vibraciones, las evaluaciones se centran en el rango de frecuencias que menos contribuyen al ruido estructural.

Generalmente, los objetivos de calidad acústica establecidos para el interior están planteados para garantizar una protección adecuada frente al ruido exterior; ruido que suele afectar en frecuencias más altas que las que correspondientes al ruido de transmisión estructural, ya que el ruido de origen estructural, debido a su origen, está compuesto únicamente por energía de baja frecuencia, sin presentar emisión en alta frecuencia debido a la baja o nula eficacia de radiación de los elementos de construcción en estas frecuencias. Esto implica que el impacto por ruido debido a la transmisión de vibraciones al edificio suele quedar sin evaluar, ya que no existe una exigencia ni metodología de evaluación específica.

En aquellos casos en los que el foco generador de vibraciones se encuentra en el exterior, dado que existen dos vías de transmisión (la estructural y la aérea), cada una de ellas con diferente composición espectral, la contribución de ambas hace que se enmascare, generalmente, el ruido procedente por vía estructural.

Sin embargo, en aquellos casos en los que no existe vía aérea (como puede ser el caso de una vía ferroviaria soterrada) o en el caso de habitaciones interiores o de edificios con elevado aislamiento de fachada, es donde se percibe una mayor molestia debido a la fuerte componente en baja frecuencia, percibida en muchos casos como vibración; aunque en realidad, si dicha vibración se presenta a altas frecuencias (considerando el rango evaluable de vibraciones), es muy probable, que no se produzca un incumplimiento de la legislación, ya que la molestia en realidad es debida al ruido generado por éstas.

En estos casos es donde se hace necesario valorar de forma específica el ruido de transmisión estructural para disponer de un análisis completo de la situación, algo que no es posible si se aplican procedimientos convencionales de medida, como se aprecia en la imagen siguiente, donde los niveles que destacan sobre el ruido de fondo en la vivienda en cuatro viviendas expuestas a ruido y vibración de una línea de tranvía, se dan en un determinado rango de baja frecuencia, los cuales no destacan si se realiza una valoración únicamente de los niveles globales en dB(A).

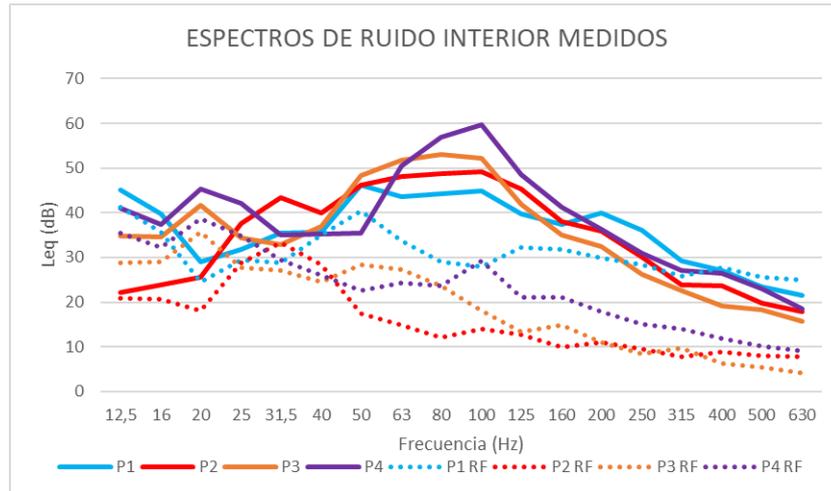


Figura 2 – Espectros de ruido medidos en el interior de 4 viviendas

Estas situaciones suelen ser más claras en habitaciones interiores, pero también se manifiestan en habitaciones exteriores que pueden estar expuestas al ruido de transmisión aérea por la fachada, pero que presenta una problemática diferente, ya que en frecuencia bajas suele quedar por debajo del ruido ambiental, como se aprecia en el gráfico siguiente donde se comparan los niveles medidos, ya corregidos por ruido de fondo, con los niveles esperados para el ruido ambiental al atenuarlo con el aislamiento de la fachada. Es evidente que, aunque en medias y altas frecuencias pueda haber una contribución del ruido exterior al nivel en dB(A), cuando se dan estas situaciones, emerge también un nivel en baja frecuencia, que modifica la evaluación.

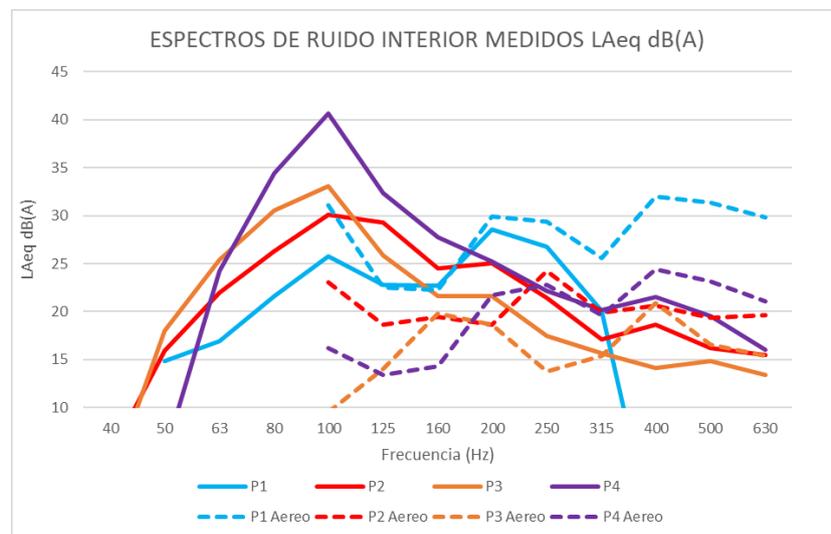


Figura 3 – Niveles de ruido medidos frente a los esperados por vía aérea

En estas situaciones, el nivel de vibración medido en las viviendas era al menos 10 dB(A) inferior al OCA, por lo que la queja por vibración no se debe al nivel de vibración en sí, sino al nivel de ruido generado por dicha vibración, que no dispone de una referencia específica para evaluarlo, de una forma similar a como se valora el efecto de la vibración, es decir asociado, en este caso al paso del tranvía.

La conclusión puede ser aún más clara en el caso de tramos de ferrocarril soterrados, como trenes de cercanías o metros, donde evidentemente el ruido medido durante el paso del tren es únicamente debido a la transmisión estructural de la vibración.

Otro ejemplo pueden ser el impacto de obras en túneles bajo edificios, donde también la vibración del terreno transmite, además de la propia vibración, ruido a las viviendas, debido a la excitación del edificio. Es otro claro ejemplo de la necesidad de regular de forma diferenciada este ruido y la relevancia de la frecuencia de la vibración generada, ya que puede alcanzar niveles claramente audibles en la vivienda, que no siempre se reflejan por las exigencias al nivel de ruido en el interior, especialmente si lo que aplican son objetivos de calidad acústica sin penalizaciones.

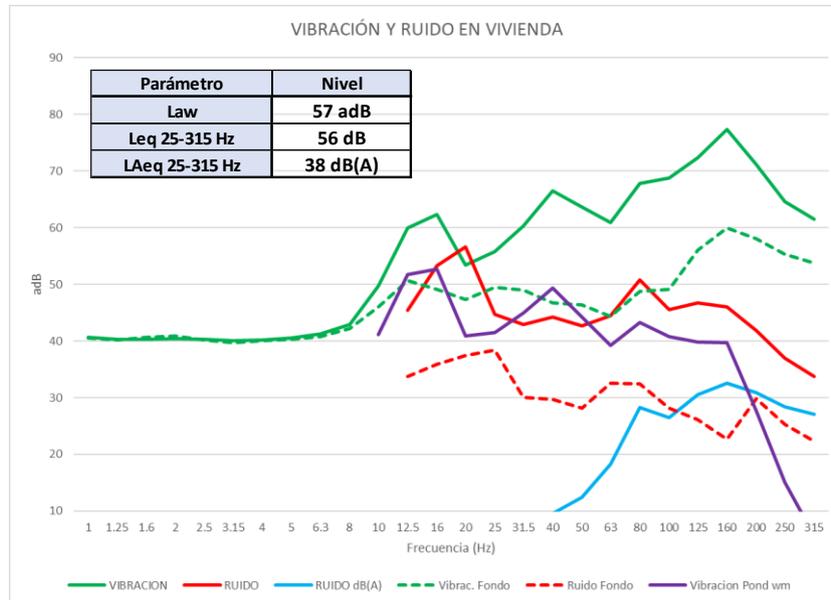


Figura 4 – Niveles de ruido y vibración medidos en el interior de una vivienda

Para resolver esta problemática existen diferentes legislaciones que regulan de forma específica el ruido de origen estructural o baja frecuencia, estableciendo un nivel más exigente para el nivel equivalente, un límite para los niveles máximos (Austria, Italia, Suecia, etc.) o bien regulando además de los niveles ponderados A, los niveles ponderados C (Noruega), lineales (UK) o en un rango determinado: de 10 a 80 Hz (Alemania) o de 10 a 160 Hz (Dinamarca).

3. CONCLUSIONES

La experiencia de AAC en estudios de vibraciones ha puesto de manifiesto que en muchas ocasiones la causa de la molestia asociada a las vibraciones es, en realidad, el ruido de transmisión estructural originado por las vibraciones. La legislación española no contempla una regulación específica para este tipo de ruido que, como se aprecia en los ejemplos mostrados, en la mayoría de los casos no se puede caracterizar aplicando la legislación actual para el ruido.

Se cuenta con una legislación exigente en vibraciones que, sin embargo, no regula la causa principal de molestia del impacto por vibración en muchas situaciones; para lo que es preciso incorporar en la legislación una evaluación específica de este tipo de ruido, de forma que la molestia generada en estas situaciones se valore adecuadamente y se establezcan para estos casos objetivos específicos de calidad acústica en la legislación, como ya está establecido en otras legislaciones.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a ETS – Euskal Trenbide Sarea su confianza en AAC ya que algunos de los datos presentados corresponden a trabajos realizados para ellos.

Asimismo, indicar que estas conclusiones también están basadas en los desarrollos efectuados dentro del proyecto NoisEnv 4.0 que ha sido objeto de ayuda en el programa HAZITEK con cargo al presupuesto de gastos del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional (Feder).