

RETOS METODOLÓGICOS DE LA MODIFICACIÓN DEL REAL DECRETO 1367/2007 EN MEDIDAS DE RUIDO AMBIENTAL

Ángel Arenaz¹, Juan José Climent², Antonio Martínez³, Rocío Perera^{4*}, José Alberto Trujillo⁵

¹Audiotec, ²SGS, ³Macústica, ⁴Iberacústica, ⁵Labenac

RESUMEN

La actual redacción del RD 1367/2007 presenta procedimientos de medida de ruido ambiental que, en algunos aspectos, no se concretan lo suficiente para garantizar una aplicación homogénea de los mismos.

En algunos casos es posible recurrir a especificaciones de normas, aunque siguen quedando otros aspectos sin concretar, que cada laboratorio resuelve según sus criterios.

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios, además de evaluar su competencia técnica, permiten obtener información sobre los propios protocolos de ensayo, mediante estudios estadísticos de los resultados y las dispersiones obtenidas.

Estas diferencias en los resultados se han observado tanto en los últimos ejercicios de intercomparación, en los que cada laboratorio aplica sus propios criterios de muestreo espacial, como en varios ejercicios internos realizados dentro de FEDAOC, en los que se partió de los mismos datos de entrada y cada laboratorio determinó los resultados aplicando únicamente la metodología de cálculo del RD.

Se constatan así diferencias significativas debidas a las distintas técnicas de muestreo y a las interpretaciones en los procedimientos de cálculo.

Se proponen mejoras en los criterios de muestreo espacial y temporal, adaptados a las diferentes casuísticas, y procedimientos de cálculo homogéneos, destinados a mejorar la repetibilidad y reproducibilidad de los ensayos.

ABSTRACT

The actual wording of the RD1367/2007 presents environmental noise measurement procedures that, in some facets, are not specific enough to guarantee their homogeneous application.

In some cases, it is possible to resort to standard specifications. However, other aspects remain unspecified, which are solved by each laboratory according to its own criteria.

As a result of the intercomparison exercises between laboratories, in addition to assessing their technical competence, information is acquired about the test protocols

themselves, through statistical studies of the results and the deviations obtained.

These differences in the results have been noted in the last intercomparison exercises, in which each laboratory applies its own spatial sampling criteria, as well as in several internal exercises carried out within FEDAOC (Spanish Federation of Control Organism Associations), in which the same input data were used and each laboratory determined the results by solely applying the Royal Decree-Law's calculation methodology. Thus, significant differences were found due to the variety of sampling techniques and to the interpretations of the calculation procedures.

Improvements are suggested in the spatial and temporal sampling criteria, adapted to the different cases, and homogeneous calculation procedures, aiming to improve the repeatability and reproducibility of the tests.

Palabras Clave— Acústica Ambiental, Inspección de ruido, Real Decreto 1367/2007, Ejercicio de Intercomparación,

1. INTRODUCCIÓN

En el seno de FEDAOC se ha formado un grupo de trabajo de acústica, completamente abierto a todos los laboratorios de ensayos acústicos que cuenten con la acreditación de ENAC en este ámbito, en el que actualmente participan 44 laboratorios. Su principal objetivo es compartir información y experiencia con el objeto de mejorar y homogenizar metodologías de medida. Actualmente participa en los grupos de trabajo de la revisión del RD1367/2007 creados por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

En el intercambio de información realizado entre los laboratorios del grupo se han constatado diferentes interpretaciones en la aplicación del RD1367/2007 que, en algunos casos, llevan a resultados significativamente diferentes. En esta comunicación queremos mostrar la importancia de estas diferencias y la consiguiente necesidad de una mayor concreción en la redacción de aspectos metodológicos y de cálculo del RD1367/2007.

* **Autor de contacto** juanjose.climentballester@sgs.com

Copyright: ©2023 First author et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 3.0 Unported License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

2. ALGUNAS INDETERMINACIONES EN LA APLICACIÓN DEL RD1367/2007

A continuación se muestran algunas de las ambigüedades identificadas, que consideramos de mayor trascendencia.

2.1. Ubicación del punto de medida

La redacción actual del RD1367/2007 permite distintas interpretaciones en lo relativo a la ubicación del punto de medida.

En los trabajos y debates dentro del grupo se han detectado distintos criterios de aplicación de los protocolos de la norma para la localización del punto de medida en ciertas situaciones, como las siguientes:

- Se realizan tres mediciones en el punto de evaluación, identificado como el punto de mayor afcción mediante un muestreo previo; o se emplean tres puntos distintos, con una medida en cada punto; o incluso se emplean tres puntos, con tres medidas en cada punto.
- La decisión de la localización del punto de medida se realiza en función del índice L_{Aeq} o el $L_{K_{eq}}$.
- Cuando la fuente de ruido está situada en la cubierta de edificaciones, las medidas se realizan a pie de calle o sobre la cubierta.
- En instalaciones industriales de gran tamaño, a la hora de realizar el muestreo para determinar el o los puntos de evaluación, se realizan las mediciones siempre a 1,5 m del suelo y 1,5 m del límite de la propiedad, o se considera la existencia de áreas acústicas sensibles en su entorno, así como las posibles sombras acústicas de obstáculos.

Los diferentes criterios empleados por los laboratorios quedan patentes en ejercicios de intercomparación, en los que se obtiene una dispersión importante en los resultados, originada tanto por la heterogeneidad en la interpretación de la norma, como por otros factores, como la detección o no de penalizaciones en el punto de evaluación.

2.2. Aplicación del método de cálculo

Conocida la problemática asociada a los ensayos, vinculada a la fuente de ruido a evaluar, al propio escenario, así como a los criterios de actuación de los laboratorios, y cuyas altas dispersiones quedan evidenciadas en los resultados obtenidos en los ejercicios de intercomparación, se decide, a través del grupo de trabajo, acotar aún más las variables, para intentar determinar cómo afecta en el resultado de la evaluación el criterio de actuación de los laboratorios a la hora de aplicar el método de cálculo dado en la legislación.

Para ello, se generan tres escenarios diferentes:

- Escenario 1: los registros de ruido de la fuente son mucho mayores que el ruido residual.

- Escenario 2: el ruido residual tiene una influencia en los resultados obtenidos.
- Escenario 3: el ruido residual es del mismo orden que el ruido de la fuente a evaluar, pudiendo limitar el resultado de la inspección.

A los laboratorios participantes se les ha entregado, para cada escenario, las 3 muestras de 5 segundos del ruido ambiental con la fuente a evaluar, y las 3 muestras de ruido residual. Con ello, quedan fuera del alcance del ejercicio las dispersiones debidas al propio escenario, el posicionamiento del punto de medida, o incluso la selección de muestras, así como la instrumentación utilizada, quedando, únicamente, como fuente de dispersión, los criterios del laboratorio a la hora de procesar los datos y obtener el índice de evaluación.

En el ejercicio han participado un total de 13 laboratorios de ensayos acústicos, todos ellos acreditados ENAC en el alcance de evaluación de ruido ambiental de acuerdo al Anexo IV del Real Decreto 1367/2007.

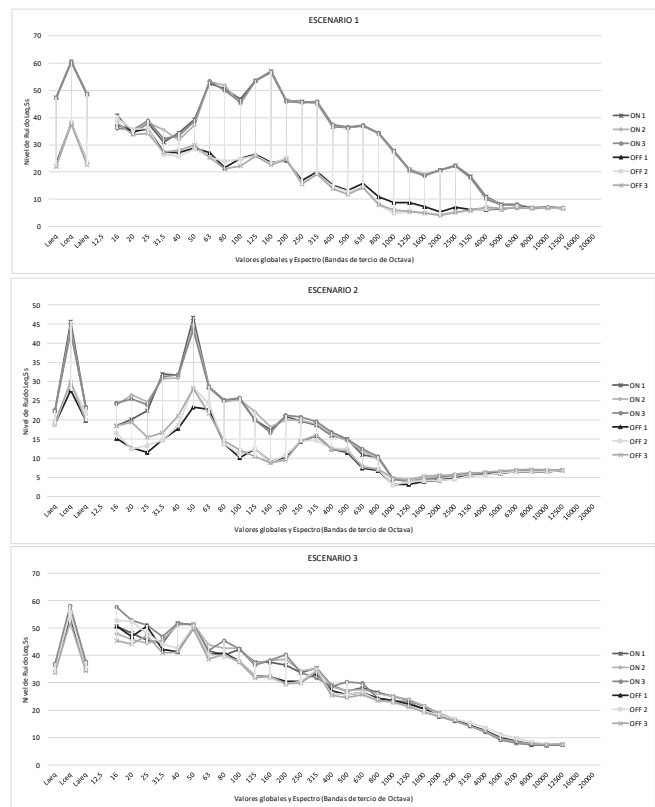


Figura 1. Registros de ruido propuestos para el ejercicio.

2.2.1. Resultados obtenidos – Escenario 1

Los resultados obtenidos son muy parejos, salvo en el cálculo de las incertidumbres, donde aparece una gran variabilidad de los resultados. En algunos casos el laboratorio justifica los criterios de cálculo de la incertidumbre asociada.

En cuanto a los resultados presentados, el laboratorio 8 presenta redondeado el L_{Aeq} ; y el laboratorio 9 no ha considerado penalización por tonalidad.

Sobre el índice de evaluación, 9 laboratorios presentan el mismo resultado, ya redondeado; 3 laboratorios presentan un resultado coincidente, previo al redondeo, con un decimal, y un único laboratorio presenta un resultado diferente al resto, derivado de la no aplicación de la penalización por tonalidad.

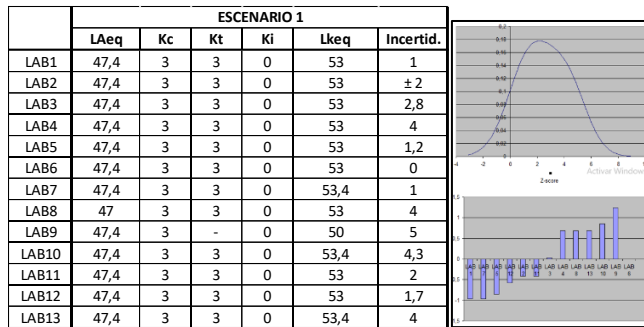


Figura 2. Resultados obtenidos – Escenario 1

2.2.2. Resultados obtenidos – Escenario 2

En el escenario 2, de inicio, se observan diferencias en el parámetro L_{Aeq} , donde un grupo de laboratorios presentan un resultado de 19,6 dBA (o 20 dBA para el caso de los laboratorios que dan el valor redondeado); y un segundo grupo donde el resultado es de 22,5 dBA. Estas diferencias pueden estar vinculadas al criterio utilizado por el laboratorio para escoger qué muestra de “off” debe compararse con cada muestra de “on”, lo que hace que, en función del criterio aplicado, la diferencia entre la muestra “on” y la muestra “off” puede o no superar los 3 dB, lo que deriva en otro posible motivo de la dispersión, como es el criterio de actuación del laboratorio, cuando las diferencias entre el nivel de “on” y el de “off” es inferior a 3 dB, donde el criterio de actuación de algunos laboratorios es corregir el nivel en 3 dB, y otros, simplemente no lo corrigen por ruido de fondo, considerando un límite de medida.

Al no haber diferencias, en este caso, en el cálculo de las penalizaciones, las diferencias se trasladan al índice de evaluación L_{keq} , que se mueve entre los 29 dBA y los 32 dBA.

Cabe destacar que estas diferencias, en determinadas situaciones ya implicaría la diferencia entre el cumplimiento o el incumplimiento de una determinada actividad o instalación.

Se mantienen las diferencias en las incertidumbres asociadas a los ensayos entre los distintos laboratorios.

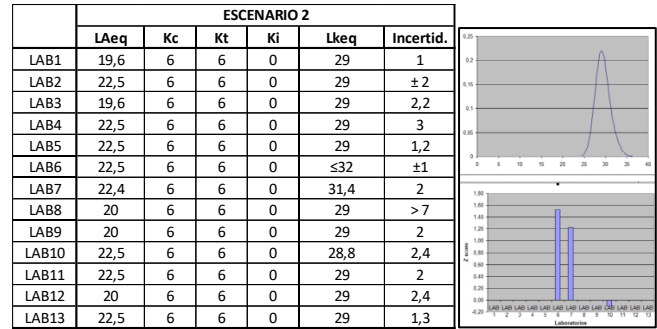


Figura 3. Resultados obtenidos – Escenario 2

2.2.3. Resultados obtenidos – Escenario 3

En este escenario, los resultados del parámetro L_{Aeq} son más estables. Así, la mayor parte de los laboratorios presentan el mismo valor, de 36,8 dB, indicándose, en algún caso, que se trata de un valor límite. Un laboratorio no declara un resultado, indicando la imposibilidad de hacerlo por el ruido residual; y un laboratorio corrige 3 dB.

En este escenario, la mayor variabilidad está condicionada por la aplicación de las penalizaciones. Así, en el caso de la penalización por baja frecuencia (K_t), hay laboratorios que aplican +6 dB (al existir la componente en el ruido medido); y otros laboratorios, a pesar de ello, no aplican la penalización, al considerar que dicha componente está contenida en el ruido ambiental.

Algo similar sucede con la componente tonal, donde algunos laboratorios aplican una tonalidad (K_i) de +3 dB; y otros no aplican penalización por componente tonal.

Al final, como resultado de todo ello, se observan unas variaciones en el índice de evaluación L_{keq} que van desde los 37 dBA hasta los 46 dBA, lo que supone diferencias en la evaluación, para los mismos datos de entrada, de 9 dB y, tal y como se aprecia en los resultados estadísticos, una clara bimodalidad de la curva de densidad de Kernel.

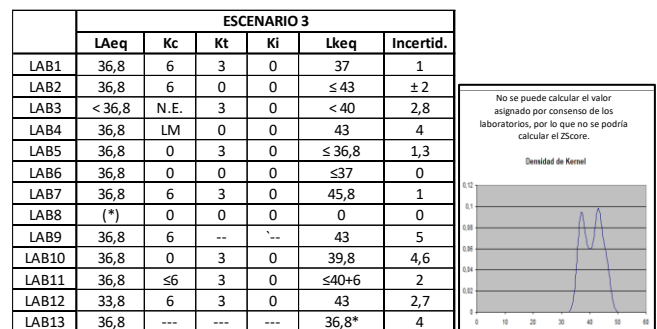


Figura 4. Resultados obtenidos – Escenario 3

2.2.4. Conclusiones

Por lo tanto, a la vista de los resultados obtenidos en el ejercicio propuesto, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Queda demostrado que la variabilidad de los resultados obtenidos en una inspección de ruido no sólo es debido al escenario de ensayo, a la propia variabilidad de la fuente, o a los criterios de muestreo temporal y espacial escogidos por el laboratorio de ensayos, sino que existen otros condicionantes que aportan variabilidad en la etapa de procesado de los datos y el cálculo del índice de evaluación.
- Dicha variabilidad está muy vinculada a los criterios de actuación en referencia a la corrección por ruido residual, tanto en su aplicación sobre el parámetro principal (L_{Aeq}) como en los índices utilizados para el cálculo de las penalizaciones asociadas al ruido medido (L_{Ceq} ; L_{A1eq} ; Espectros). Por ello, en los casos en los que el ruido residual no tiene apenas influencia en los niveles de ruido medidos de la fuente a evaluar, los resultados entre los diferentes laboratorios apenas varían.
- Cuando el ruido residual tiene una clara influencia en los niveles de ruido medidos (incluyendo los parámetros que permiten los cálculos de las penalizaciones) es donde las diferencias se hacen patentes y son debidas, fundamentalmente a:
 - Criterios a la hora de la selección de la muestra de ruido residual (entre las 3 muestras de 5 segundos obtenidas).
 - Criterios de corrección por ruido de fondo, sobre todo en los casos límite (cuando las diferencias entre el ruido residual y el ruido de la fuente a evaluar es menor o igual a 3 dB).
 - Criterios de aplicación de penalizaciones cuando los índices usados para el cálculo de dicha penalización están limitados por ruido de fondo.
- También pueden darse diferencias de criterio en la interpretación de la legislación de referencia, en la aplicación de las penalizaciones, como puede ocurrir en el caso concreto de la penalización por componente tonal.
- Además, existen claras diferencias en el cálculo de las incertidumbres asociadas a los ensayos, que también tienen una incidencia en la evaluación de la fuente.

3. OTROS CASOS

El objetivo es identificar otros aspectos relativos al proceso de medida y evaluación de ruido ambiental del RD 1367/2007, que no están definidos, o no con el suficiente detalle, lo que genera mayor dispersión aún, en cuanto a criterios de interpretación, cálculo, etc., en línea con todo lo anterior.

- El RD 1367/2007 establece la necesidad de evaluar el ruido de fondo con la actividad parada (punto 3.4 del Anexo IV), de forma análoga al nivel sonoro, y ya se ha comentado la dificultad que genera cuando el ruido de fondo está muy próximo al nivel de inmisión sonora (correcciones o no, valor límite), pero no queda definida la sistemática de aquellos casos donde no sea posible evaluar el ruido de fondo, por ejemplo porque la actividad no cesa (centrales eléctricas, otro tipo de industrias, etc.) o que cuando sea posible parar dicha emisión, la casuística del entorno ha variado (viento, tráfico o industrias cercanas, etc.). ¿Valor límite? ¿Se aplican penalizaciones? ¿Qué penalizaciones, las que arroje el nivel de inmisión? ¿+9 dB como caso más desfavorable?
 - El procedimiento indica que los intervalos de tiempo entre medidas han de ser mínimo 3 minutos. Se desprende del documento que este intervalo está previsto para actividades que tengan una duración prolongada en el tiempo, como por ejemplo una actividad musical, etc. Pero, ¿qué ocurre en los casos donde no sea posible respetar los tiempos establecidos? Por ejemplo, el levantamiento de una barrera o persiana de un local comercial, o la descarga de un camión, donde ya no solo es que no sea posible respetar los 3 min, si no que quizás no da tiempo ni a realizar las 3 medidas.
 - En línea con lo anterior, otro aspecto controvertido es la duración de las medidas o periodo de integración, la duración de fases, etc. El documento establece una medida mínima de 5 segundos, para las diferentes fases que se detecten. No obstante, no queda bien definido los tipos de ruido o fases, es decir, qué diferencia (en nivel, tipo de ruido, tipo de fuentes, etc.) constituye una fase. Si un tipo de fuente emite diferentes ruidos o intensidades ¿se evalúan las diferentes fases en periodos de 5 segundos, o por el contrario se amplía el tiempo de integración?
- Estos son solo algunos casos más de parámetros, procesos o acciones a definir para mejorar y homogeneizar los resultados entre los diferentes agentes, no solo laboratorios, si no también administraciones, policía local, etc.

4. UN EJEMPLO CONCRETO DE DEBATE PARA MEJORAR EL REAL DECRETO 1367/2007. CORRECCIÓN POR COMPONENTES TONALES

Situación actual: El Real Decreto 1367/2007 establece lo siguiente en relación a las correcciones por componentes tonales:

3.3. Corrección por componentes tonales (K_t), impulsivas (K_i) y bajas frecuencias (K_b).

Cuando en el proceso de medición de un ruido se detecte la presencia de componentes tonales emergentes, o componentes de baja frecuencia, o sonidos de alto nivel de presión sonora y corta duración debidos a la presencia de componentes impulsivos, o de cualquier combinación de ellos, se procederá a realizar una evaluación detallada del ruido introduciendo las correcciones adecuadas.

El valor máximo de la corrección resultante de la suma $K_t + K_i + K_b$ no será superior a 9 dB.

En la evaluación detallada del ruido, se tomarán como procedimientos de referencia los siguientes:

Presencia de componentes tonales emergentes:

Para la evaluación detallada del ruido por presencia de componentes tonales emergentes se tomará como procedimiento de referencia el siguiente:

- Se realizará el análisis espectral del ruido en 1/3 de octava, sin filtro de ponderación.
- Se calculará la diferencia:

$$L_t = L_f - L_s$$

Donde:

L_f , es el nivel de presión sonora de la banda f , que contiene el tono emergente.

L_s , es la media aritmética de los dos niveles siguientes, el de la banda situada inmediatamente por encima de f y el de la banda situada inmediatamente por debajo de f .

- Se determinará la presencia o la ausencia de componentes tonales y el valor del parámetro de corrección K_t aplicando la tabla siguiente:

Banda de frecuencia 1/3 de octava	L_t en dB	Componente tonal K_t en dB
De 20 a 125 Hz	Si $L_t < 8$	0
	Si $8 \leq L_t \leq 12$	3
	Si $L_t > 12$	6
De 160 a 400 Hz	Si $L_t < 5$	0
	Si $5 \leq L_t \leq 8$	3
	Si $L_t > 8$	6
De 500 a 10000 Hz	Si $L_t < 3$	0
	Si $3 \leq L_t \leq 5$	3
	Si $L_t > 5$	6

- En el supuesto de la presencia de más de una componente tonal emergente se adoptará como valor del parámetro K_t , el mayor de los correspondientes a cada una de ellas.

Figura 5. Determinación de componentes tonales en el actual RD 1367/2007

Debate 1. ¿Es correcta esta metodología de evaluación? ¿Qué es un tono emergente?

El criterio especificado para hacer una evaluación detallada para determinar la existencia de componentes tonales emergentes es erróneo en los casos en los que en la práctica no existe un tono emergente.

Puede darse el caso de que, al aplicar la fórmula del RD 1367/2007 a los datos obtenidos en bandas de tercio de octava de una medición, se determine que hay una componente tonal emergente en casos donde no la hay (Ej. En casos en los que hay dos bandas contiguas con un nivel sonoro elevado, y luego otra con un nivel más bajo. En ese caso, al comparar el nivel sonoro de la frecuencia central respecto a la media aritmética de la anterior y la posterior según se establece en el RD 1367/2007, podría dar a entender que hay una componente tonal y por tanto penalizar, cuando en la práctica no existe un tono emergente.

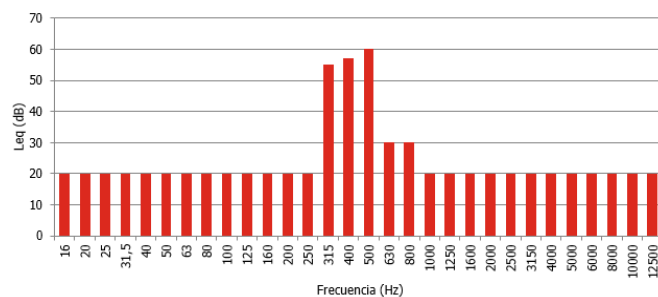


Figura 6. Caso en el que no existe un tono emergente, pero que al realizar la evaluación detallada del RD 1367/2007 se determinaría que si existe una corrección por tono emergente en las bandas de 315 y de 500 Hz

En la norma UNE ISO 1996-2:2020 en el Anexo K se dice que para que una banda se pueda considerar como tonal

emergente, el nivel sonoro en dicha banda debe superar el de “ambas” bandas adyacentes en una diferencia de nivel constante.

Debate 2. ¿Cómo actuar si sólo se determina corrección K_t en una de las tres medidas realizadas?

Actualmente hay comunidades autónomas (Ej. Cataluña) en las que se indica que al menos dos de las tres medidas realizadas en un recinto tengan penalización K_t para poder aplicar dicha penalización al resultado final.

¿Este criterio es más ajustado a la realidad que el contemplado por defecto en el RD 1367/2007?

Debate 3. ¿Es correcto el actual rango de evaluación y los valores de L_t para aplicar penalizaciones?

En el rango de evaluación debería eliminarse la frecuencia más baja (20 Hz) ya que siempre hay que comparar una frecuencia central respecto a la anterior y posterior, y por debajo de 20 Hz no hay que medir.

En el Anexo K de la norma UNE ISO 1996-2:2020, en el rango entre 25 y 125 Hz, se hace referencia a diferencias de 15 dBA respecto a anterior y posterior y no de 12 dBA como figura en el RD 1367/2007. ¿Es recomendable adaptar el RD 1367/2007 a lo contemplado en la UNE EN ISO 1996-2?

Debate 4. ¿Se deben aplicar correcciones si el tono no es audible?

Si el tono no es audible por el oído humano, ¿tiene sentido penalizar con hasta 6 dBA?

Hay normativas de comunidades autónomas (Decreto 176/2009 en Cataluña, y Decreto 213/2012 en Euskadi) que contemplan lo que son sonidos audibles en base a la norma UNE-ISO 226:2013 y no aplican penalizaciones si el tono no es audible. ¿Se puede tomar en consideración este criterio en la revisión del RD 1367/2007?

Debate 5. ¿Son adecuados los saltos de 3 dB en las correcciones?

El hecho de que en el actual RD 1367/2007 se pase directamente de 0 a 3 y de 3 a 6, puede hacer que en casos en los que en la evaluación detallada resulte que el valor L_t sea muy próximo al límite con el que se penaliza con un valor o con otro, la variación de unas décimas en el nivel sonoro de una banda de frecuencia determinada puede hacer que se pase a penalizar con 3 dBA más el valor global.

¿Puede ser más ajustado a la realidad emplear un método escalonado o una curva, para que una diferencia de unas décimas entre dos resultados no provoque una variación en el índice de evaluación de 3 dBA?

5. CONCLUSIONES

Con solo algunos ejemplos de las diversas interpretaciones que pueden hacerse de la actual redacción del RD1367/2007, queda patente la necesidad de una revisión de este documento, para una mayor concreción de cuestiones técnicas relativas a la metodología de medida.

El reto no es sencillo, no solo hay que dar respuesta a muchas cuestiones, además cada decisión técnica debe equilibrarse con aspectos económicos, y de salud entre otros. Lo que abrirá a su vez nuevos debates dentro de los grupos de trabajo de revisión del RD1367/2007 creados por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, pero esto ya es otra historia...

6. REFERENCIAS

[1] Real Decreto 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.

[2] UNE-ISO 1996-2:2020. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de presión sonora.

[3] Decreto 176/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 16/2002, de 28 de junio, de protección contra la contaminación acústica, y se adaptan sus anexos

[4] Decreto 213/2012, de 16 de octubre, de contaminación acústica de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

[5] UNE-ISO 226:2013. Acústica. Líneas isofónicas normales.