

# Regulación de la contaminación sonora en España. Análisis comparativo de diferentes legislaciones

Miguel Arana<sup>1</sup>; Antonio Vela<sup>1</sup>; María L. San Martín<sup>1</sup>; A. García<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Laboratorio de Acústica. Departamento de Física.  
Universidad Pública de Navarra.  
<sup>2</sup> Dpto. De Física Aplicada. Universidad de Valencia.  
E-mail: marana@unavarra.es

PACS: 43.15

## Resumen

A lo largo de estos últimos años, muchas administraciones autonómicas y municipales de nuestro país han elaborado regulaciones para controlar el ruido y la vibración en los medios urbanos. En el presente trabajo, que en ningún caso pretende ser exhaustivo, se ha llevado a cabo un análisis comparativo y crítico de una selección de las normativas promulgadas por diferentes comunidades autónomas y ciudades españolas, discutiendo detenidamente las analogías y diferencias existentes entre ellas.

## Abstract

Along the last ten years several Autonomous and Municipal Administrations have developed regulations designed to control both the noise and the vibration pollution. This review does not try to be exhaustive and therefore not all the existing Spanish noise regulations have been considered. Only a wide selection of the most recent or complete of them is analysed. The most important contents of these regulations are compared and discussed.

## Introducción

Durante el último decenio, muchas administraciones públicas (Comunidades Autónomas y Ayuntamientos) han aprobado legislaciones encaminadas al control de la contaminación por ruido y vibraciones. Obviamente, la inten-

ción es bienvenida por lo que representa en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, así como por lo que este hecho supone en cuanto al reconocimiento de este tipo de contaminación, tradicionalmente minusvalorada. Por contra, también es preciso señalar que en múltiples situaciones dichas normativas se han elaborado sin llevar a cabo un estudio previo adecuado de la situación existente, con el riesgo que supone establecer unos niveles de calidad de cumplimiento dudoso. Asimismo, algunas de ellas son prácticamente copia casi literal de otras, con ausencias o deficiencias en definiciones, índices evaluadores y procedimientos de medida, de tal forma que carecen del rigor requerido para una normativa que contempla múltiples aspectos técnicos. Finalmente, cabe recordar que el control eficiente de la aplicación de una normativa requiere la dotación de medios técnicos y humanos con la formación técnica adecuada, una situación que no siempre se cumple de forma satisfactoria.

El principal objetivo del presente trabajo es la realización de un estudio comparativo de diversas legislaciones existentes en España relativas al control de la contaminación acústica y las vibraciones. El trabajo no pretende ser exhaustivo y no todas las normativas en vigor de las diferentes Comunidades Autónomas y Ayuntamientos de nuestro país han sido tomadas en consideración. Por otra parte, existen múltiples regulaciones de carácter municipal que no han sido contempladas. Por lo general, dichas regulaciones están claramente enfocadas a las actividades de ocio y se remiten a la legislación vigente de la Comunidad a la que pertenecen.

Las legislaciones contempladas en el presente estudio comparativo son las siguientes:

- a) Comunidad Foral de Navarra. Decreto Foral 135/1989. Referencia: CFN [1].
- b) Comunidad de Madrid. Decreto 78/1999. Referencia: CM [2].
- c) Generalitat de Catalunya. Resolució 30/10/95. Referencia: GC [3].
- d) Comunidad de Andalucía. Decreto 74/1996. Referencia: CA [4].
- e) Comunidad de Castilla y León. Decreto 3/1995. Referencia: CCL [5].
- f) Ayuntamiento de Barcelona. 1999. Referencia: AB [6].
- g) Ayuntamiento de Madrid. 2000. Referencia: AM [7].

En nuestra opinión, es también interesante hacer referencia al Borrador del Anteproyecto de Ley contra la Contaminación Acústica. Referencia: LCA [8]. Tal borrador fue redactado y discutido durante los años 1998 y 1999 con la pretensión, por parte del Ministerio de Medio Ambiente, de que el Gobierno pudiera presentarlo al Parlamento para su aprobación como Ley Básica sobre este tema durante la actual legislatura (2000-2004).

## Objetivos

Los objetivos del presente trabajo han sido dos:

1. Ofrecer a los interesados un resumen comparativo de algunas legislaciones representativas contra la contaminación por ruido y vibraciones.
2. Realizar un análisis comparativo crítico de dichas legislaciones, con algunas aportaciones que persiguen intentar unificar criterios para futuras normativas sobre esta materia.

Los autores estiman como tarea necesaria y conveniente la creación de un foro de debate en el que todas aquellas personas responsables, implicadas o motivadas en el objetivo del control y lucha contra el ruido ambiental puedan contrastar sus opiniones, experiencias y dudas, con el fin de que las disposiciones y actuaciones de las diferentes Administraciones presenten una mayor coherencia y efectividad en la

reducción de los elevados niveles de ruido y sus molestias derivadas en nuestro país.

## Análisis comparativo de las diferentes normativas

En esta sección se lleva a cabo un análisis comparativo crítico de los diferentes apartados contemplados en las normativas estudiadas.

### 1. Índices/Evaluadores.

Para la valoración del nivel sonoro se utiliza, prácticamente de forma general, el Nivel Sonoro Continuo Equivalente en ponderación A,  $L_{Aeq}$ . Las dos excepciones a esta situación son CCL y CA. En ambos casos, el valor medido con los índices propuestos será superior al valor del índice  $L_{Aeq}$  en la práctica totalidad de las situaciones. El uso del índice  $L_{MAX}$  puede calificarse de arriesgado si se usa de forma general, aunque éste es el índice utilizado en algunos países, como Alemania, Suecia y Corea, para la valoración de los niveles sonoros generados por instalaciones de agua y calefacción en el interior de las viviendas [9].

### 2. Tiempo de medida.

Con respecto al tiempo de medida, la variabilidad es mayor. Para focos fijos, los dos criterios son, o bien varias medidas de 5 segundos o bien medidas continuas entre 1 y 10 minutos. Cuando el ruido a medir es relativamente constante y no hay presencia de otras fuentes de ruido, la duración del tiempo de medida es intrascendente. Sin embargo, quienes han dedicado bastante tiempo a este tipo de medidas conocen la dificultad de valorar los efectos de un foco sonoro en presencia de otras fuentes de ruido, tales como el tráfico. Para estas situaciones, es preferible el uso de tiempos cortos y varias medidas, con un análisis de los resultados que confirme la fiabilidad de las medidas en función de la dispersión y la selección del valor más adecuado. En este sentido, la propuesta de AM es bastante razonable.

Para la valoración de los niveles sonoros ambientales, debidos fundamentalmente al tráfico rodado, se llevan a cabo bien medidas continuas de 15 horas (diurno) y 8 horas (nocturno) o bien medidas continuas durante 5 días. La opción depende, lógicamente, del índice utilizado para la valoración; si este es, por ejemplo, el  $L_{Aeq \text{ día semanal}}$ , no existe alternativa a la medida continua durante las 15 horas del periodo diurno, cinco días a la semana. Salvo que se disponga de suficientes medios humanos y/o técnicos, estas opciones resultan difíciles de aplicar en la práctica. En

nuestra opinión, las medidas en torno a los 15 minutos (propuesta de GC) proporcionan resultados suficientemente significativos en la práctica.

### 3. Corrección por tonos puros.

Cuatro de las normativas consideradas llevan a cabo una corrección y penalización por la existencia de tonos puros. Es conocido [10] que, de dos diferentes ruidos con idéntico  $L_{Aeq}$ , produce mayor molestia aquél que contenga una componente tonal. Se dice que existe componente tonal si la potencia espectral en una banda de octava supera en más de 5 dB a las de las bandas contiguas, es decir, la inferior y superior.

En una de las normativas (CFN) dicha penalización es de 5 dBA; es decir, el índice  $L_{Aeq}$  se incrementa en 5 dBA si el ruido medido contiene componente tonal. En otras dos (GC y AB) varía entre 3 y 6 dBA dependiendo de la percepción. Finalmente, en (AM) la penalización es de 5 dBA si el nivel sonoro continuo equivalente con ponderación C,  $L_{Ceq}$ , supera en más de 10 dB al  $L_{Aeq}$ . En este último caso la penalización en cuestión no se efectúa, en rigor, por la existencia de tales componentes tonales, sino que la corrección corresponde a la introducción de una penalización por las bajas frecuencias en su conjunto.

### 4. Corrección por ruido impulsivo.

En forma similar a las penalizaciones por tonos puros contempladas en el punto anterior (correspondiente, en forma gráfica, a subidas y bajadas bruscas en la representación del correspondiente análisis espectral), la variabilidad temporal del ruido, evaluada según la respuesta temporal de los filtros *Fast* e *Impulse*, también es penalizada. La ponderación temporal exponencial *impulso* posee una constante de tiempo de 35 ms para sonidos que aumentan con el tiempo y una constante de 1.500 ms para sonidos que decrecen con el tiempo. El correspondiente tiempo de subida para la respuesta *Fast* es de 125 ms. [11]. Se denomina *Parámetro de Impulso* a la diferencia entre el nivel sonoro continuo equivalente impulso con ponderación A ( $L_{Aeq}$ ) y el correspondiente nivel sonoro continuo equivalente con ponderación A ( $L_{Aeq}$ ) [12]. Para una valoración objetiva del parámetro de impulso, ambos índices han de medirse simultáneamente.

La corrección propuesta por una de las normativas (CFN) es detallada en cuanto a tiempos de presencia de sonidos impulsivos y a diferencia de niveles, pero, en nuestra opinión, adolece de rigor en la definición de ruido impulsivo. Por otra parte, la evaluación del tiempo de presencia es complicada, por lo que, en la práctica, es inoperante. Dos de las normativas (GC y AB) penalizan en 3 ó 6 dBA dependiendo si la

percepción subjetiva del ruido impulsivo es media o fuerte, respectivamente. Una vez más, la definición de ruido impulsivo en este caso no nos parece rigurosa. Finalmente, una de las normativas (AM) efectúa la penalización de 5 dBA cuando la diferencia entre los niveles sonoros continuos equivalentes  $L_{Aeq}$  y  $L_{Aeq}$  es superior a 10 dB. En este caso, la definición es rigurosa y la corrección es objetivable, por lo que resulta, en nuestra opinión, muy acertada. Por supuesto, la toma en consideración de la penalización requiere que el equipo de medida disponga de respuesta temporal *Impulse* y, a ser posible, dicha respuesta sea medida simultáneamente al parámetro  $L_{Aeq}$ .

### 5. Periodos diurno y nocturno.

El periodo considerado como diurno es de 8 a 22 h en tres de las normativas (CFN, CM y CCL) y de 7 a 22 h en otras tres (GC, CA y AB). En una de ellas (AM), se distingue entre días laborables (7 a 23 h) y días festivos (8 a 23 h). No obstante, en la mayoría de estas normativas se admite el margen de  $\pm 1$ h para las disposiciones municipales. En la mayoría de países de nuestro entorno, el horario diurno abarca de las 7 a las 22 h. En algunos de ellos se considera también el periodo de tarde (de 18 a 22 h), con penalizaciones a medio camino entre las correspondientes a los periodos diurno y nocturno. La diferencia de una hora en la definición del periodo diurno es una cuestión importante puesto que los valores límites máximos de ruido permitidos se modifican entre 5 y 10 dBA dependiendo de que el periodo considerado sea el día o la noche.

### 6. Tipologías de zonas.

Respecto a la calificación o definición de la zona, existe bastante uniformidad entre las diferentes legislaciones; las diferencias son muy pequeñas e incluso, puramente semánticas. En estas calificaciones se distinguen los ambientes sonoros exteriores e interiores. Para las zonas exteriores, cuatro de las normativas (CM, AB, AM y LCA) distinguen cinco tipos de áreas o zonas diferentes. A continuación, describiremos estas calificaciones con las definiciones utilizadas en una de las normativas (LCA), dando también entre paréntesis, las definiciones alternativas utilizadas en las otras regulaciones.

Tipo I: Zona de especial protección contra la contaminación acústica.

(Área de silencio/Sanitaria/Área de alto confort acústico)

Tipo II: Suelo urbano o urbanizable de uso residencial.

(Área levemente ruidosa/Residencial, educativa, cultural, religiosa)

Tipo III: Suelo urbano donde concurren usos residencial, comercial y de servicios.

(Área tolerablemente ruidosa/Área de uso mixto/Residencial con tráfico importante)

Tipo IV: Suelo urbano o urbanizable de uso industrial, recreativo y de espectáculos.

(Área comercial y de servicios/Área ruidosa/Área de servicios públicos, industria e infraestructuras)

Tipo V: Suelo afectado por servidumbres acústicas.

(Área especialmente ruidosa con servidumbre de transporte rodado y aéreo)

Esta tipología de zonas, definida inicialmente en el ya mencionado Borrador del Anteproyecto de Ley (LCA), ha sido adoptada en las tres normativas promulgadas más recientemente. Esta tipología resulta, en nuestra opinión, bastante coherente y apropiada. No obstante, y puesto que los límites máximos permitidos varían notablemente de una zona a otra, se requiere, con el fin de ser operativos y rigurosos, que los Planes Generales de Ordenación Urbana asignen cada zona de una ciudad a una de las tipologías definidas anteriormente. Esto planteará, sin duda, problemas de difícil solución. Por ejemplo, se puede dar el caso de que dos zonas de diferente tipología sean colindantes, con diferencias en los niveles máximos permitidos de hasta 20 dBA. Sin embargo, la propagación del sonido no entiende de tipologías. Son frecuentes las situaciones de cercanía entre una zona residencial y otra industrial, así como las de zona residencial y zona con servidumbre acústica. El uso de barreras acústicas, como solución general, no parece ni adecuado ni práctico. Para futuras actuaciones urbanas, el uso de zonas de transición puede aportar buenas soluciones a este problema.

Con respecto al ambiente interior, cabe señalar que todas las normativas contemplan el interior de las viviendas, diferenciando las piezas habitables (dormitorios y salas de estar) y el resto (cocinas, pasillos y baños). Además de ambientes interiores de uso residencial, algunas normativas (CA, CCL, AM) contemplan, con mayor o menor detalle, interiores en edificios de equipamiento (sanitario, cultural, etc.) y de servicios terciarios (hospedaje, oficinas, etc.).

## 7. Niveles sonoros exteriores.

En relación con los máximos niveles sonoros exteriores permitidos según la tipología de la zona, existe una notable dispersión entre las diferentes normativas. Para la tipología Tipo I, dichos niveles máximos varían desde los ciertamente exigentes (45 día - 35 noche de la CCL), pasando por los 50-40 (CFN), hasta los 60-50 del resto de

las normativas, si bien dos de ellas (CM y AM) establecen los niveles de 50-40 para el futuro suelo urbano no consolidado actualmente. Las más restrictivas en este sentido (CCL y CFN) excluyen explícitamente el ruido debido al tráfico rodado.

En todas las legislaciones estudiadas excepto una (CCL), el límite máximo permitido se incrementa en 5 dBA con cada cambio de tipología. En la mayoría de los casos, la diferencia entre los máximos permitidos para el horario diurno y nocturno es de 10 dBA.

## 8. Niveles sonoros interiores.

Con relación a los niveles sonoros interiores, todas las normativas coinciden en los valores de 35 día - 30 noche en piezas habitables de uso residencial. En habitaciones de instalaciones sanitarias, los máximos permitidos en cuatro de las legislaciones (GC, CA, CCL y AM) son aún más restrictivos (30-25). Para zonas de cocinas, pasillos y baños, todas las legislaciones coinciden en establecer valores máximos de 40 día - 35 noche.

## 9. Aislamiento acústico.

En todas las normativas estudiadas se hace referencia al aislamiento acústico de los elementos constructivos, en general haciendo referencia a la NBE-CA-88, mencionada en el presente trabajo como NBE-CA-81 [13]. En nuestra opinión, dada la poca efectividad que dicha norma ha mostrado en la práctica, cabe inducir poca o nula eficacia a este objetivo por parte de las citadas normativas. En una de ellas (CFN), el aislamiento entre locales se ha circunscrito a la problemática de los locales de ocio (caso de bares, pubs y discotecas), pero la definición del aislamiento y el procedimiento de medida adolecen de rigor. Aunque en los primeros años de aplicación de la citada norma se consiguió una notable mejora de los aislamientos en este tipo de locales, los aislamientos exigidos actualmente debieran ser superiores.

Mención aparte merece una reciente normativa (AM) tanto por su mayor rigor como por sus niveles de exigencia. Además de remitirse a las normas de medida estandarizada UNE-EN-ISO 140-4 [14] y UNE-EN-ISO 717-1 [15], los límites exigidos pueden garantizar una adecuada protección a los vecinos afectados. El añadido del aislamiento en baja frecuencia ( $D_{125}$ ) obligará, sin duda, a un buen diseño del aislamiento acústico. Lamentablemente, la no exigencia de medida del tiempo de reverberación en la sala receptora da lugar a que la correspondiente medida no sea totalmente normalizada y objetiva por lo que se refiere a la caracterización del aislamiento del elemento de

separación, aunque, en la práctica, las diferencias serán siempre muy pequeñas.

En nuestra opinión, al ser los procedimientos clásicos de medida y valoración (ISO 140-4 e ISO 717-1, respectivamente) normas españolas, la medida y valoración de los aislamientos acústicos en las diferentes normativas deberían remitirse de forma automática a aquellas. Otra cuestión distinta es que los aislamientos requeridos sean más o menos exigentes.

### 10. Emisión sonora de vehículos a motor.

Todas las legislaciones estudiadas hacen referencia a los máximos niveles de emisión en vehículos individuales. Diversos estudios muestran que una de las medidas más necesarias y asumidas por los ciudadanos en el objetivo de reducir los niveles de ruido urbano es el control y penalización de la emisión sonora de los vehículos a motor, especialmente las motocicletas [16]. El control mediante test estandarizado tipo ISO 362 o similar requiere un apreciable esfuerzo de medios humanos y técnicos por parte de la Administración. A favor de este control está la máxima de que paga más quien más contamina. En comunicación personal a uno de los autores, responsables de la aplicación de dos de las normativas estudiadas han reconocido la ausencia de control en este apartado.

### 11. Vibraciones.

Todas las normativas estudiadas contemplan la medida y valoración del nivel de vibración. Tres de ellas (CFN, GC y AB) optan por el parámetro logarítmico LA, definido mediante una determinada ponderación entre las frecuencias comprendidas entre 1 y 80 Hz. El resto opta por el parámetro K según la norma ISO 2631 [17]. Los límites permitidos para las distintas tipologías de zona y uso son muy similares en todas ellas, en forma análoga a lo que sucedía para los niveles sonoros interiores. Al menos en la Comunidad Foral de Navarra, el número de denuncias sobre molestias por vibraciones es muy inferior al correspondiente a molestias por ruido; creemos que lo mismo sucede en el resto de comunidades y municipios de nuestro país. Este hecho, unido al más complejo equipo de medida necesario, hace que la experiencia en la medida y valoración de molestias por vibraciones en medios urbanos sea muy reducida.

### 12. Acondicionamiento acústico.

Solo una de las normativas (AM) contempla ajustar los tiempos de reverberación de los locales para conseguir la máxima inteligibilidad, especialmente en recintos

docentes. Para locales de pública concurrencia, el ajuste del tiempo de reverberación es más flexible. Lamentablemente, el acondicionamiento acústico sigue siendo una asignatura pendiente en la mayoría de los centros docentes.

### 13. Declaración de zonas acústicamente saturadas.

Seis de las normativas analizadas (CM, GC, CA, AB, AM, LCA) contemplan la posibilidad de declaración de zonas acústicamente saturadas, utilizando con este fin una u otra semántica. Dicha declaración implica la denegación de nuevas actividades o un mayor nivel de exigencia en las oportunas emisiones sonoras.

### 14. Especificaciones técnicas sobre equipo de medida.

Salvo una de las normativas (CFN), el resto de las normativas consideradas en el presente estudio exigen algunas especificaciones sobre los equipos de medida utilizados (sonómetros, filtros y calibradores). En general, se requieren sonómetros de Clase I, que respondan a normas UNE-EN o a especificaciones IEC.

### 15. Certificaciones técnicas.

En cinco de las normativas (CFN, GC, CA, CCL, AB) se requiere la certificación, por titulado técnico competente, del estudio o resultado de las medidas realizadas para justificar el cumplimiento de los valores exigidos en las normativas. Respecto a la actividad de inspección, solamente una de dichas normativas se ocupa con cierto detalle de este aspecto, diferenciando la necesidad y complejidad del equipo de medida requerido en la inspección. Si la inspección requiere instrumentación compleja, la inspección ha de ser realizada por un técnico municipal. En esta normativa, la Policía Municipal podrá levantar actas de inspección cuando no se requiera la utilización de equipos de medida acústica.

## Conclusiones

1. Las diferentes legislaciones adoptadas en múltiples Comunidades y Ayuntamientos en los últimos 20 años muestran una creciente preocupación por el control de la contaminación acústica, algo que, objetivamente, consideramos un resultado altamente positivo.
2. En algunos casos, la falta de rigor en aspectos técnicos tales como definición de índices, los requerimientos de

los dispositivos de medida y las condiciones de medida y valoración, pueden plantear serios problemas legales ante reclamaciones técnicamente justificadas. Es deseable un mayor rigor en la elaboración de futuras normativas.

3. Es exigible a la Administración responsable el cumplimiento de sus propias normativas, así como la aportación de los medios humanos y técnicos necesarios para alcanzar dicho cumplimiento. Nos consta que, en alguno de los casos estudiados, no existen medios suficientes para la realización de las medidas necesarias en la labor de inspección.
4. Si bien los niveles de exigencia en cuanto a los objetivos de calidad son, lógicamente, responsabilidad y decisión de la Administración legisladora, sería deseable mayor unificación en los aspectos técnicos de medida y valoración, así como la remisión a las normas de medida internacionalmente aceptadas. Esta práctica permitiría la comparación objetiva de resultados entre los responsables de los programas de control y seguimiento de las diferentes normativas. En nuestra opinión, la previsible próxima Ley Básica contra la Contaminación Acústica debiera ser muy rigurosa en este sentido, como guía para futuras legislaciones en nuestras Comunidades y Ayuntamientos.
5. Los autores estiman como tarea necesaria y conveniente la creación de un foro de debate en el que todas aquellas personas implicadas y motivadas en el objetivo del control y lucha contra el ruido urbano puedan contrastar sus opiniones, experiencias y dudas, con la finalidad de que las disposiciones y actuaciones de las diferentes Administraciones muestren la máxima coherencia y efectividad en la reducción de los elevados niveles de ruido ambiental en nuestro país, así como en sus molestias derivadas.

## Referencias

- [1] DECRETO FORAL 135/1989. B.O.N. núm. 76
- [2] DECRETO 78/1999. B.O.C.M. 8 de Junio de 1999
- [3] RESOLUCIÓN DE 30 d'octubre de 1995. D.O.G.C. núm. 2126; 10-11-95.
- [4] DECRETO 74/1996. BOJA núm. 30; 7-3-1996
- [5] DECRETO 3/1995. B.O.C. y L. Núm. 11; 17-1-1995
- [6] AJUNTAMENT d'BARCELONA. Legislació i normatives. Ordenances municipals. Títol III. Contaminació acústica. B.O.P.B. núm. 143; 16-6-1999
- [7] AYUNTAMIENTO DE MADRID. Ordenanza General de Protección del Medio Ambiente Urbano. Contaminación Acústica. 2000/2001.
- [8] BORRADOR DEL ANTEPROYECTO DE LEY CONTRA LA CONTAMINACIÓN ACÚSTICA. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 1999.
- [9] B. Rasmussen and J.H. Ryndel.; "Lydforhold I Boliger", The Acoustics Laboratory. Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark. September, 1994.
- [10] K.D. Kryter and K.S. Pearsons.; "Some Effects of Spectral Content and duration on Perceived Noise Levels", J. Acoust. Soc. Amer., Vol 35, No. 6, 1963, pp. 866-883
- [11] IEC 651:1979, *Sound Level Meters*, International Electrotechnical Commission, CH-121, Ginebra 20, Suiza. 1979
- [12] D.M. Yeager and A. H. Marsh.; "Niveles Sonoros y su Medida" en "Manual de Medidas Acústicas y Control del Ruido" (Capítulo 11), Cyril M. Harris (Editor), McGraw-Hill. Madrid, 1995
- [13] NBE-CA-81. R.D. 1909/81, de 24 de Julio. B.O.E. 7 de Septiembre de 1981.
- [14] UNE-EN-ISO 140-4. *Acoustics. Measurement of sound insulation in buildings and of building elements. Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms.*
- [15] UNE-EN-ISO 717-1. Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements Part. 1: Airborne sound insulation.
- [16] M. Arana and A. García, "A Social Survey on the Effects of Environmental Noise on the residents of Pamplona, Spain.", *Applied Acoustics*, Vol. 53, pp: 245- 253, 1998
- [17] ISO 2631. 1978. *Guide for the valuation of human exposure to wole-body vibration.* Intenational Organization for Standardization. CH-1211. Ginebra, 20. Suiza, 1978