

# ¿Es el dBA un Parámetro Adecuado para Evaluar la Exposición al Ruido Laboral?



**Maldonado, Irene**

Construcciones Mafravi S.A.

Ctra. De la Sierra Nº 47-B, Bajo / 18008 Granada, España

[irene-mafravi@telefonica.net](mailto:irene-mafravi@telefonica.net)



**Zamorano, Montserrat**

Dpto. Ingeniería Civil, Área Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Granada / Campus Fuentenueva s/n. Edificio ETS Caminos, Canales y Puertos /18071, Granada. Tel.: (34) 958249458

[zamorano@ugr.es](mailto:zamorano@ugr.es)



**Rubio, M<sup>a</sup> Carmen**

Dpto. Ingeniería Civil, Área Ingeniería de la Construcción. Universidad de Granada / Campus Fuentenueva s/n. Edificio ETS Caminos, Canales y Puertos /18071, Granada. Tel.: (34) 958249445

[mcrubio@ugr.es](mailto:mcrubio@ugr.es)



**Ramos, Ángel Fermín**

Dpto. Ingeniería Civil, Área Tecnologías del Medio Ambiente. Universidad de Granada / Campus Fuentenueva s/n. Edificio ETS Caminos, Canales y Puertos /18071, Granada. Tel.: (34) 958240463

[ramosr@ugr.es](mailto:ramosr@ugr.es)

## ABSTRACT

El ruido es una de las principales causas de afección laboral, y es un factor presente en la mayoría de los trabajos, muy especialmente en el sector de la construcción donde se alcanzan altos niveles de exposición al ruido como consecuencia de la maquinaria y materiales empleados. Como consecuencia de la cultura preventiva en el trabajo que comienza a desarrollarse en Europa en la década de los ochenta, los países miembros desean promover mejoras en la seguridad y salud de sus trabajadores, y por lo tanto mejoras en los lugares y condiciones de trabajo, siendo la reducción de los niveles de exposición de los trabajadores al ruido uno de sus objetivos. La normativa, en relación a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo, emplea el nivel de exposición diaria al ruido expresado en dB(A) como parámetro físico para indicar el riesgo al que está sometido el trabajador. El uso del dB(A) se ha extendido como consecuencia de la facilidad que representa la obtención de un único número para el proceso de manipulación y procesamiento de datos, además de permitir una comparación sencilla de datos. Sin embargo, la ponderación "A" resta importancia a las frecuencias bajas del ruido, dificultando la evaluación de otra serie de trastornos generados por el ruido, no menos importantes que la pérdida de audición, como son los trastornos fisiológicos (sistema nervioso, cardiovascular, etc.) o psicológicos (efectos sobre el sueño, estrés, etc.), efectos "extra-auditivos". En este trabajo se recogen consideraciones que hacen dudar de la idoneidad del uso de la ponderación A para evaluar el riesgo frente al ruido al que están sometidos los trabajadores, y los efectos adversos sobre la salud de los mismos.

## Palabras clave

Ponderación A, exposición, efectos auditivos, efectos extra-auditivos.

## INTRODUCCIÓN

Desde hace siglos es sabido que los altos niveles de ruido causan afecciones en la salud de las personas. Antes de la industrialización, los ruidos a los que se veían sometidos los trabajadores en su puesto eran muy limitados. Es sin embargo tras la Revolución Industrial, cuando el desarrollo de la maquinaria genera un gran número de fuentes de ruido y por lo tanto, de focos de pérdida de audición.

Cada día, millones de trabajadores europeos están expuestos tanto al ruido en el lugar de trabajo como a todos los riesgos que conlleva. La pérdida de la capacidad auditiva inducida por el ruido es una de las enfermedades profesionales más comunes en Europa [1]. Para la Organización Mundial de la Salud constituye "la enfermedad profesional irreversible más prevalente" [2]. En Europa, uno de cada cinco trabajadores (unos 39,5 millones de trabajadores) se ve obligado a alzar la voz por encima de lo que es necesario en una conversación normal para ser escuchado al menos durante la mitad del tiempo que se encuentra en su lugar de trabajo [3], y alrededor del 7% de los trabajadores europeos (es decir, más de 13 millones y medio de trabajadores) considera que su trabajo afecta a su salud en forma de trastornos auditivos [4, 3].

En España, más del 7% de la población trabajadora (más de un millón de trabajadores) se considera bastante o muy afectada por el ruido en el lugar de trabajo [5].

En la década de los ochenta, los estados miembros de la Comunidad Europea, redactan una serie de Directivas dirigidas a la protección de los trabajadores. La Directiva 86/188/CEE [6] establece unos requisitos mínimos de seguridad y salud sobre riesgos relacionados con la exposición a ruido en el trabajo, que serán ampliados posteriormente con el desarrollo de otra serie de Directivas. Toda la normativa europea redactada, emplea principalmente el nivel de presión acústica ponderado A, como unidad para establecer los límites de exposición acústica de los trabajadores.

Aunque la pérdida de audición es el efecto adverso más grave causado por la exposición a ruido, hay otra serie de efectos extra-auditivos a los que también se deben prestar atención. La valoración de estos efectos extra-auditivos se ve dificultada con el uso del nivel de presión acústica ponderado A, como consecuencia de la valoración que la curva de ponderación A otorga a diversas frecuencias, en especial a las bajas.

En este trabajo se realiza un análisis del tratamiento que la normativa europea ofrece para la protección de trabajadores por exposición a ruido, cuestionando si éste se adecua para la interpretación y valoración de todos los efectos genera en la salud de los trabajadores, a partir de las referencias científicas publicadas.

## NORMATIVA

En Europa, hace ya varias décadas que la preocupación por la seguridad, la salud y la higiene de los trabajadores ha venido incrementándose. Este interés se materializa mediante la redacción de una serie de Directivas, que tienen como objeto la mejora de las condiciones laborales. Surge así una directiva-marco que servirá de base a posteriores directivas específicas, con el objetivo de cubrir todos los riesgos relativos a la seguridad y salud en el lugar de trabajo.

Esta directiva-marco, o Directiva 89/391/CEE [7], establece una serie de requisitos mínimos y principios generales que los estados miembros deberán transponer en las disposiciones nacionales, y que a veces serán complementadas mediante la redacción de disposiciones técnicas y normas voluntarias que aumentarán el nivel de protección.

La protección contra los efectos del ruido ha sido una de las prioridades a escala europea desde una fase temprana de desarrollo de la política de salud y seguridad en el trabajo. Ya en 1986, el Consejo aprobó la Directiva 86/188/CEE relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo.

En 1999 se iniciaron una serie de debates que concluyeron con la decisión de dar un tratamiento individual al ruido respecto a las vibraciones. Así el ruido constituyó la segunda parte de la propuesta original aprobada por el Parlamento Europeo y el Consejo, creando la nueva Directiva 2003/10/CE [8] que deroga la Directiva 86/188/CEE el 15 de febrero de 2006, fecha límite para la transposición de la nueva Directiva.

La Directiva 86/188/CEE, incorpora que cuando la exposición diaria de un trabajador pueda superar los 85dB(A), establece la obligación del empresario a que los trabajadores sean formados e informados sobre los riesgos de la exposición al ruido para el oído, de las medidas de protección y prevención, del uso de protectores individuales (que deberán estar a disposición del trabajador) y del derecho a una vigilancia médica. Cuando la exposición diaria personal de un trabajador al ruido supere los 90dB(A), además de las medidas anteriores, las zonas donde se alcance este nivel deberán estar señalizadas y limitadas. En este caso el uso de los protectores auditivos no será opcional, sino obligatorio.

La transposición de esta directiva al ordenamiento jurídico español se realiza a través del Real Decreto 1316/1989 [9], sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición a ruido durante el trabajo. Este Real Decreto obliga al empresario a realizar una evaluación de la exposición para determinar si se superan los límites fijados en la norma, y evaluaciones periódicas anuales en los puestos de trabajo en los que el nivel diario equivalente o el nivel de pico superen 85dB(A) o 140dB respectivamente, o cada tres años si se sobrepasan dichos límites, pero el nivel diario equivalente supera 80dB(A).

En el caso en que el nivel diario equivalente supere los 80dB(A), el Real Decreto dispone proporcionar al trabajador la información inherente a la evaluación de la exposición, los riesgos para la audición, de las medidas preventivas adoptadas, y establece la necesidad de proporcionar protectores auditivos a quien los solicite, y realización de reconocimientos médicos quinquenales.

Cuando el nivel diario equivalente supere los 85dB(A), el control médico se realizará como mínimo cada tres años, y se deberán suministrar protectores auditivos a todos los trabajadores expuestos. El uso de los protectores auditivos será obligatorio cuando se superen los 90dB(A) y los controles médicos en este caso se realizarán anualmente.

Este Real Decreto también establece el deber de los fabricantes de equipos de trabajo de incluir una información sobre el ruido que generan. Esta información debe incluir como mínimo el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A (siempre que dicho nivel supere los 80dB(A)) y el nivel de pico (siempre que supere los 140dB).

Por último, el Real Decreto muestra en su anexo 4, cómo realizar el control de la función auditiva de los trabajadores.

La Directiva 86/188/CEE, dispuso su revisión por el Consejo a propuesta de la Comisión a fin de reducir los riesgos debidos a la exposición al ruido, teniendo en cuenta los avances alcanzados por los conocimientos científicos y la tecnología. La mayor novedad que presenta la nueva Directiva 2003/10/CE sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud por exposición de trabajadores a ruido, es la reevaluación de los niveles de referencia. Para evitar lesiones irreversibles en la audición de los trabajadores, la Directiva prevé un valor límite de exposición de 87dB(A) y una presión acústica de pico de 200Pa, por encima de los cuales no debería

haber ningún trabajador expuesto; de hecho, el ruido que llega a los oídos debería quedar por debajo de estos valores límite de exposición. La Directiva también prevé unos valores superiores e inferiores de exposición que dan lugar a una acción fijados en 85dB(A) (y 140Pa) y 80dB(A) (y 112Pa) respectivamente, que determinan cuándo es necesario tomar medidas preventivas para reducir el riesgo para los trabajadores.

## EFFECTOS EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

**Molestia:** Guski [10] propuso que la molestia al ruido es debida en parte a los factores acústicos y en parte debido a las variables personales y sociales.

La comparación entre un ruido con su banda centrada en 250Hz con un ruido con banda centrada en 100Hz, ambos ponderados según la curva A, mostró que la molestia a baja frecuencia era mayor que la de alta frecuencia para el mismo nivel expresado en dBA [11]. Este trabajo fue ampliado [12, 13] usando un rango de ruidos más amplio, centrados en 80Hz, 250Hz, 500Hz y 1000Hz, llegando a la conclusión de que el dBA infravalora la molestia para frecuencias menores a 200Hz.

Según Kryter [14] las frecuencias más altas producen mayor molestia que las más bajas, inclusive para iguales niveles de sonoridad. Para este mismo autor la molestia suele incrementarse cuando el ruido contiene altas concentraciones energéticas en bandas estrechas o en tonos puros.

**Descenso del rendimiento:** Según Recuero [15], el rango de 2 a 2000 Hz es el que provoca una caída del rendimiento en el trabajo. Johnson [16] a partir de su experimento señaló que el infrasonido de 7Hz recibido con 142dB, producía un efecto distractor y reducía la habilidad de concentrarse en la realización de tareas cognitivas.

**Cambios endocrinos:** Uno de los pocos estudios que investigan las alteraciones endocrinas provocadas por el ruido en las personas, halló que el ruido de 2000Hz administrado durante 30 minutos a un nivel sonoro de 90dB provocó un incremento de adrenalina y noradrenalina en la orina. El mismo efecto se halló en niños expuestos cotidianamente a ruido de aviones [17].

Ante exposiciones a tonos de 0,66 seg. de duración, comprendidos entre 3000Hz y 4000Hz y reproducidos cada 22 seg. durante un mes (10 días a 80dB, 10 días a 85dB y los últimos 10 días a 90dB), se registraron incrementos de cortisol y colesterol en la sangre. Al cesar la exposición se restablecieron los valores normales [14].

**Pérdida auditiva y desplazamientos temporales y permanentes del umbral auditivo:** En el ambiente laboral, la comunicación mediante órdenes habladas o señales acústicas son muy frecuentes. Las personas con déficit auditivos (10dB de promedio entre ambos oídos entre 2.000Hz y 4.000Hz), tendrán dificultades para entender la comunicación hablada [18]. La pérdida de percepción de una señal sonora puede conllevar diversas consecuencias, desde una disminución en la producción, hasta otras tan graves como accidentes.

En el caso de exposiciones a ruido de banda ancha y relativamente planas, la pérdida máxima se produce en el rango de 3000 a 6000Hz [19]. En otro estudio realizado por el mismo autor se demostró que la energía en 425Hz tiene correlación con los desplazamientos permanentes en las bandas de 1000Hz y 2000Hz, y las pérdidas permanentes en 4000Hz tienen relación con la exposición a 1700Hz. Valores extremadamente altos de infrasonidos pueden ocasionar daños en el tímpano y en el oído interno [17].

Nixon [20] empleó un par de pistones de teléfono en unas orejeras para producir niveles de 135dB a 18Hz. Se emplearon seis exposiciones de cinco minutos, con periodos de dos minutos entre ellas. Se observaron desplazamientos temporales del umbral en un tercio de los sujetos, pero era recuperado tras media hora. En un trabajo posterior Burdick [21] indicó que quizás habría algunos desplazamientos de umbral permanentes durante un largo periodo de exposición a alto nivel. Para ello

expuso a varios sujetos a sonidos de baja frecuencia con niveles de 110dB y 120dB durante cuatro horas. Obtuvo un desplazamiento del umbral auditivo permanente de 15dB desde las bajas frecuencias hasta 2kHz.

**Enfermedad vibroacústica:** La enfermedad vibroacústica (Vibroacoustic Disease) es una patología de naturaleza sistémica hallada de forma reciente, que es causada por la exposición prolongada a ruidos de frecuencias bajas (<500Hz) y de niveles sonoros superiores a 90dB. Con el paso de los años de exposición a este tipo de ruido, la enfermedad vibroacústica puede progresar desencadenando cuadros clínicos de gravedad como infartos cardíacos, accidentes cerebro-vasculares, cáncer, epilepsia y reacciones sociales violentas, entre otros [22].

**Dolores auditivos:** Los dolores auditivos están producidos por la exposición a altos niveles de ruido, apareciendo cuando el desplazamiento del sistema del oído medio excede de sus límites normales. Los umbrales de dolor se generan al alcanzar desde los 140dB a 30Hz hasta 165dB a 2Hz [24]. Sin embargo, hay personas con problemas en el oído medio cuyos umbrales de dolor son menores a éstos.

**Mareos, náuseas y desmayos:** En estudios llevados a cabo por la NASA se halló que los tonos puros de 60Hz, 73Hz y 100Hz con un nivel de 150dB, causaron mareos en varios sujetos [14]. Algunos autores como Johnson [16] sugieren que el infrasonido puede causar un estado semejante al de ebriedad, mientras que Recuero [15] asigna el rango 0,1Hz a 10Hz a las deficiencias motrices. Los tonos puros de 100Hz a 153dB también pueden ser causantes de náuseas [14].

**Vibraciones localizadas:** Las ondas sonoras comprendidas entre 4 y 100Hz son capaces de producir resonancias en el cuerpo humano [15]. Este efecto también se ha registrado para el ruido de banda ancha con su nivel máximo de 128dB en 50Hz. Tonos puros de 100Hz han producido molestias debajo de las costillas e incluso a 60Hz y 73Hz se ha producido gran presión bajo el esternón [14]. Las vibraciones del tórax y el abdomen están en general, situadas entre 40 y 60Hz y han podido ser medidas a partir de 105dB [16].

**Efectos en vista y pulmones:** Se ha registrado un decremento considerable en la precisión visual en individuos sometidos a tonos de 43Hz, 50Hz y 73Hz, de niveles comprendidos entre 150dB y 155dB [14].

Algunos autores sostienen que los pulmones son uno de los órganos más sensibles a las ondas sonoras incidentes por vías no auditivas. Esta hipótesis es sostenida debido a la conexión aérea que existe entre los pulmones y el medio exterior, la cual podría tornarlos más vulnerables frente a estímulos sonoros aéreos de elevado nivel y frecuencia baja [23].

## DISCUSIÓN

La curva "A" surgió a partir de los contornos de igual sonoridad, obteniéndose con la curva de sonoridad de 40 fonos. Los contornos para igual sonoridad fueron hallados para tonos puros, por lo tanto, para elaborar curvas de ponderación a partir de ellos, se está asumiendo que la ponderación será válida para tonos puros. La ponderación "A" fue definida inicialmente para ponderar los niveles de presión sonora comprendidos entre 24dB y 55dB, no cualquier nivel. Fue originariamente creada para reflejar la respuesta en frecuencia del oído, mientras que actualmente se emplea para valorar el impacto global del ruido sobre las personas. Sin embargo, la respuesta en frecuencia de los efectos del ruido no tiene por qué coincidir con la respuesta del oído humano, por lo que la legislación sobre el ruido redactada hasta la actualidad no protege a las personas de todos los efectos ocasionados por el ruido.

En el caso de las bajas frecuencias que pueden dar lugar a síntomas (molestia, enfermedad vibroacústica, mareos, etc), la ponderación A resta importancia a estas frecuencias, de manera que no es adecuada para evaluar efectos de ruido en el ser humano en sucesos sonoros ricos en éstas, y concretamente para niveles superiores a 90dB.

Los efectos que genera un ruido depende de las características del mismo, entre las que destaca la frecuencia, por lo tanto el efecto de un fenómeno acústico dependerá de la frecuencia.

Que el nivel sonoro sea medido en dB o dBA no informa sobre el contenido espectral de ruido, lo que puede impedir analizar la eficiencia de las ponderaciones. Además, para estudios de dosis-respuestas como es el caso de la prevención laboral, sin el correspondiente registro del espectro, podría afectarse la validez de la reproducibilidad del suceso sonoro en el trabajo.

En los ámbitos laborales en que existen inmisiones sonoras superiores a 90dB, la ponderación A no considera eficientemente el impacto del ruido sobre la salud de los trabajadores, aún cuando la dosis de ruido sea inferior al 100% de exposición. De manera que no podemos afirmar que la legislación sobre ruido protege íntegramente la salud de los trabajadores expuestos a ruidos.

La normativa creada para la protección de los trabajadores expuestos al ruido se centra en los efectos auditivos del mismo, justificando la falta de protección frente a efectos extra-auditivos como consecuencia de la limitación del conocimiento científico sobre los mismos. Esta justificación no tiene validez en la actualidad, ya que el desarrollo de la técnica de medición y de los equipos de medida, permiten una mejor descripción del ruido, y por tanto una evaluación de los posibles efectos en la salud de las personas más concreta.

## CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las referencias científicas consultadas así como la legislación en materia de riesgo laboral a exposición de ruidos, se puede realizar las siguientes consideraciones:

1. La ponderación "A" resta importancia a las frecuencias bajas del ruido, dificultando la evaluación de otra serie de trastornos generados por el ruido, no menos importantes que la pérdida de audición, como son molestias, fatiga, descenso de rendimientos, efectos en vista y pulmones, cambios endocrinos, etc.
2. Que el nivel sonoro sea medido en dB o dBA no informa sobre el contenido espectral de ruido, afectando a la validez de la reproducibilidad del suceso sonoro en el trabajo, y así una valoración más correcta de la evaluación de riesgos a la exposición a ruidos.
3. El desarrollo de la técnica de medición y de los equipos de medida de niveles sonoros espectrales, permiten una mejor descripción del ruido, y por tanto una evaluación de los posibles efectos en la salud de los trabajadores más concreta.

Es por ello, que este equipo de trabajo se encuentra inmerso en la realización de investigaciones conducentes a relacionar espectros sonoros con efectos sobre la salud de los trabajadores.

## REFERENCIAS

1. Estadísticas europeas sobre enfermedades profesionales (EODS), 2001.
2. Noise Health. 1998;1(1):6-12. The World Health Organisation and the prevention of deafness and hearing impairment caused by noise. Smith AW. Prevention of Deafness and Hearing Impairment (PDH) [La Organización Mundial de la Salud y la prevención de la sordera y las discapacidades auditivas ocasionadas por el ruido], Organización Mundial de la Salud, CH-1211 Ginebra 27, Suiza.
3. CEEAS (2004) "El empleo en Europa 2004", Comisión Europea, Empleo y Asuntos Sociales, ISBN 92-894-7986-8.

4. ESWC (2000) Tercera encuesta europea sobre las condiciones de trabajo, mencionada en *Work and Health in the EU, A statistical portrait 1994 – 2002* ISBN92-894-7006-2.
5. Porcentaje derivado de la V Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo 2003.
6. Directiva 86/188/CEE, del Consejo, de 12 de Mayo de 1986, relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo.
7. Directiva 89/391/CEE, del Consejo, de 12 de Junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo.
8. Directiva 2003/10/CE, de 6 de Febrero, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (ruido).
9. RD 1316/1989, de 27 de Octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
10. Guski (1999): Personal and social variables as codeterminants of noise annoyance. *Noise and Health* 1, 45-56.
11. Persson, K., Björkman, M., and Rylander, R. (1985): An experimental evaluation of annoyance due to low frequency noise. *Jnl Low Freq Noise Vibn* 4, 145-153.
12. Persson, K., and Björkman, M. (1988): Annoyance due to low frequency noise and the use of the dB(A) scale. *J Sound Vibration* 127, 491-497.
13. Persson, K., Björkman, M., and Rylander, R. (1990): Loudness, annoyance and the dB(A) in evaluating low frequency sounds. *Jnl Low Freq Noise Vibn* 9, 32-45.
14. Kryter, K. (1985): *The effects of noise in man*, second edition, Academic Press, Londres.
15. Recuero, M. (1994): *Ingeniería Acústica*, Editorial Paraninfo, Madrid 1994.
16. Johnson, D. (1982): *Quantifiable effects of noise on humans*, Seminario Latinoamericano de Acústica, Volumen I, Córdoba.
17. Berglund, B., Lindvall, T. (1995): *Community Noise*, document prepared for the World Health Organization (WHO), Center for Sensitory Research Stockholm.
18. Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D. (1999): *Guidelines for Community Noise*, World Health Organization, Cluster of Sustainable Development and Healthy Environment, Department of the Protection of the Human Environment, Occupational and Environmental Health, Geneva.
19. Harris, C. (1995): *Manual de Medidas Acústicas y Control de Ruido*, tercera edición, McGraw Hill, Madrid.
20. Nixon, C. (1973): Human auditory response to intense infrasound. In *Proceedings Colloquium on Infrasound*, CNRS Paris, 24-27 Sept 1973, pp. 317-338.
21. Burdick, C.K., Patterson, J.H., Mozo, B.T., and Camp, R.T. (1978): High frequency hearing loss incurred by exposure to low frequency noise.
22. Alves-Pereira, M., Castelo Branco, N. (2000): *Vibroacoustic Disease: The Need for a New Attitude Towards Noise*. CITIDEP & DCEA-FCT-UNL, Lisboa.
23. Alves-Pereira, M., Reis Ferreira, J., Joanaz De Melo, J., Motylewski, J., Kotlicka, E., Castelo Branco, N. (2004): Noise and the respiratory system, *Revista Portuguesa Pneumología*, 9(6): 481-492.
24. Von Gierke, H.E., and Nixon, C. (1976): Effects of intense infrasound on man. In: *Infrasound and Low Frequency Vibration*. Editor: W Tempest. Academic Press.