

A decorative graphic consisting of several overlapping, semi-transparent green circles of varying shades, creating a circular frame around the central text.

**INFORME SOBRE LOS EFECTOS ADVERSOS DEL RUIDO
AMBIENTAL, ENGLOBANDO EL RUIDO PRODUCIDO
POR EL TRANSPORTE AÉREO**

Informe sobre los efectos adversos del ruido ambiental, englobando el ruido producido por el transporte aéreo

*Informe basado en las guías sobre ruido ambiental de la Organización
Mundial de la Salud*

Informe realizado por:

Centre de Recerca en Epidemiologia Ambiental, Barcelona

Maria Foraster Pulido

Xavier Basagaña Flores

Jordi Sunyer Deu

Fecha:

Barcelona, diciembre 2010

ÍNDICE

1. Introducción.....	4
2. Definiciones.....	5
3. Medición del ruido ambiental para evaluar efectos en la salud.....	7
4. Efectos adversos del ruido ambiental.....	7
4.1. Pérdida de audición.....	7
4.2. Comunicación.....	8
4.3. Trastornos del sueño.....	9
4.4. Efectos cardiovasculares.....	10
4.5. Efectos sobre el rendimiento.....	12
4.6. Quejas y molestias.....	12
4.7. Efectos sobre la salud mental.....	13
5. Conclusiones y niveles guía.....	14
6. Bibliografía.....	16
7. Apéndice 1: valores guía en ambientes específicos	17
8. Apéndice 2: niveles límite para cada efecto.....	18

1. INTRODUCCIÓN:

El presente informe tiene como objetivo resumir de manera objetiva la evidencia científica existente sobre los efectos adversos del ruido ambiental sobre la salud, y en específico del producido por los aviones, así como de indicar los niveles acústicos ambientales publicados para la protección de la misma.

Este informe está elaborado a partir de guías oficiales de la Organización Mundial de la Salud (OMS), las cuales resumen la evidencia científica de los efectos del ruido ambiental sobre la salud y el bienestar, evidencia que proviene tanto de estudios epidemiológicos como experimentales en humanos y en animales. Estas guías establecen además directrices sobre niveles acústicos ambientales límite para la protección de la salud pública. Estas guías son:

- *Guidelines for community noise, OMS, 1999;* que en castellano denominaremos: *Guías para el ruido urbano.*
- *Night-noise guidelines for Europe, OMS, 2009;* que en castellano denominaremos *Guías para el ruido nocturno en Europa.*

El ruido ambiental o contaminación acústica ambiental puede ser debido al transporte terrestre o aéreo, al ruido del vecindario, a la industria o a las obras. Este informe describe los efectos adversos asociados al ruido ambiental, el cual engloba el ruido producido por los aviones. El informe se refiere a los efectos del ruido de los aviones siempre que exista información específica sobre éstos.

2. DEFINICIONES:

Las siguientes definiciones, usadas en este informe, se basan en el *Apéndice 1* del documento *Guías para el ruido nocturno en Europa (2009)* para LAeq,T, LAmáx y SEL, en el libro *Ingeniería Acústica. Teoría y aplicaciones*, de Michael Möser y José Luis Barros (página 221) para LAeq, T y el tiempo de reverberación, y en la Directiva Europea 2002/49/EC para Lden, Ldía, Ltarde y Lnoche. Para más información sobre Lden, se puede consultar la página 79 de las *Guías para el ruido nocturno en Europa (2009)*.

- LAeq, T: Medida resumen de la exposición al ruido para la duración de un determinado intervalo de tiempo T (p.ej. para un periodo de 24 horas: LAeq, 24h). Se expresa como el nivel de presión sonora continua equivalente (medido en dB(A)) sobre el intervalo en cuestión, y puede interpretarse como un valor promedio continuo de la energía de la señal sonora durante el intervalo.
- LAmáx: Máximo nivel de presión sonora exterior asociado con un acontecimiento de ruido individual
- SEL: Nivel de exposición sonora: nivel de presión sonora equivalente asociado con un acontecimiento sonoro individual, con el nivel equivalente estandarizado a un segundo.
- Ldía: nivel sonoro promedio de largo plazo según se define en ISO 1996-2: 1987, determinado sobre todos los periodos diurnos del año. El periodo diurno tiene una duración mínima de 12 horas. Sus unidades son dB(A).
- Ltarde: nivel sonoro promedio de largo plazo, según se define en ISO 1996-2: 1987, determinado sobre todos los periodos de tarde del año. El periodo de tarde tiene una duración mínima de entre 2 y 4 horas. Sus unidades son dB(A).
- Lnoche: nivel sonoro promedio de largo plazo, según se define en ISO 1996-2: 1987, determinado sobre todos los periodos nocturnos del año. El periodo nocturno tiene una duración mínima de 8 horas. Sus unidades son dB(A).
- Lden: Indicador del nivel sonoro promedio de 24 horas ponderado por la contribución de Ldía, Ltarde y Lnoche en 24 horas al grado de molestia de 24 horas. Sus unidades son dB(A).

- Tiempo de reverberación: Referente a una fuente sonora se define como: el tiempo desde que se desconecta la fuente sonora hasta que la energía decae a una millonésima parte de su valor inicial.

En el documento de *Guías para el ruido nocturno en Europa (2009)* se establecen las siguientes definiciones para referirse al grado de evidencia científica (es decir, al grado de demostración científica de una teoría) para los efectos del ruido nocturno sobre la salud. En el presente informe las definiciones se refieren al ruido ambiental, no sólo al ruido nocturno. Las definiciones están basadas en los criterios de la IARC (International Agency for Research and Cancer).

- Evidencia *suficiente*:

Se ha establecido una relación causal entre la exposición al ruido ambiental en cuestión y el efecto. En los estudios existentes se pudo excluir de manera razonable el efecto del azar, el sesgo y la distorsión, se pudo observar la relación y es verosímil que el efecto sea (también) causado por la exposición.

- Evidencia *limitada*:

Dos casos diferentes se clasifican en esta categoría:

1) Se ha podido observar una relación entre la exposición al tipo de ruido ambiental en estudio y el efecto, pero no se pudieron excluir de manera razonable los efectos del azar, el sesgo y la distorsión. Sin embargo, la relación es verosímil.

2) No se ha observado una relación directa entre el ruido y el efecto, pero hay evidencia indirecta de buena calidad y la relación es verosímil. La evidencia indirecta se asume si la exposición a ruido puede provocar un efecto intermedio y otros estudios demuestran que el efecto intermedio puede provocar el efecto de estudio.

- Evidencia *insuficiente*:

Los estudios disponibles son de baja calidad y la falta de significación estadística no permite derivar conclusiones sobre la causalidad de la relación entre exposición a ruido y el efecto de estudio. La verosimilitud de la relación es limitada o nula.

3. MEDICIÓN DEL RUIDO AMBIENTAL PARA EVALUAR EFECTOS EN LA SALUD:

Las *Guías para el ruido urbano de la OMS, 1999 (página 37)* establecen que el indicador LAeq, T se debe usar para medir los ruidos continuos, como por ejemplo el ruido de los coches. Sin embargo, para los ruidos discontinuos, es decir, aquellos con fluctuaciones en el nivel de ruido como el ruido debido a los aviones o el ruido de los trenes, se deben obtener indicadores como el nivel máximo de ruido LAmax o el nivel de exposición sonora ponderado (SEL), además de LAeq, T.

Las *Guías para el ruido nocturno de la OMS, 2009 (página 8)* matizan que LAmax y SEL permiten describir reacciones inmediatas al ruido y son útiles en el laboratorio. Sin embargo, para la protección a largo plazo, contar el número de acontecimientos de ruido también es importante, así como usar indicadores del ruido a largo plazo como Ldía o Lnoche. Para acontecimientos sonoros con un patrón temporal parecido existe una relación sencilla entre LAmax y SEL, y en consecuencia entre LAmax y Lnoche (o Ldía).

4. EFECTOS ADVERSOS DEL RUIDO AMBIENTAL:

Cabe destacar que los efectos descritos para el ruido ambiental son diversos. Algunos efectos disminuyen la calidad de vida y otros pueden incrementar el riesgo de sufrir enfermedades. Algunos efectos se asocian básicamente a la exposición del ruido producido durante el día y otros parecen estar más relacionados con la exposición al ruido durante el periodo nocturno de descanso. A continuación se listan los diferentes tipos de efectos adversos observados y se mencionan los niveles de ruido límite para cada uno de ellos, siempre que estén disponibles. Estos niveles pueden ser niveles en el interior o en el exterior de los edificios, según se especifique.

4.1. Pérdida de audición:

Tal como explican las *Guías para el ruido urbano (1999)*, los niveles altos de ruido afectan a la morfología del oído interno impidiendo la transmisión de los sonidos, sobretodo aquellos de frecuencia alta (3000-6000Hz), y aumentando en consecuencia el umbral de audición. Para ruido ambiental, se considera que la exposición a niveles de ruido iguales o inferiores a LAeq, 24h de 70 dB(A) no perjudica a la audición en la mayoría de las personas, incluso si la exposición se ha prolongado durante toda la vida. De la misma manera, ruidos con presión sonora máxima inferior a 140 dB(A) (en

niños 120 dB(A)) tampoco se consideran perjudiciales para la audición en la mayoría de las personas. Cabe destacar que incluso pérdidas de audición pequeñas pueden afectar a la comprensión oral.

4.2. Comunicación:

La no comprensión oral por un exceso de ruido ambiental puede conllevar diferentes dificultades, como por ejemplo, no poder discriminar señales sonoras como timbres, teléfonos, alarmas o música. Las interferencias en la comprensión pueden además causar problemas de “concentración, incertidumbre y falta de confianza en uno mismo, irritabilidad, malentendidos, disminución de la capacidad de trabajo, problemas en las relaciones humanas, y diferentes reacciones de estrés (Lazarus 1998)” (página 42, OMS, 1999). Además, pueden hacer que el hablante tenga que ejercer más esfuerzo vocal.

Los grupos más susceptibles a sufrir problemas de comunicación por el ruido son las personas con disfunciones auditivas, las personas mayores, los niños en proceso de aprendizaje de una lengua o de adquisición de la lectura y las personas que se comunican en una lengua extranjera (página ix, OMS, 1999).

Para una comunicación sin interferencias entre personas sin problemas auditivos, es necesario que la relación de la señal en relación con el ruido (es decir, la diferencia entre el nivel de sonido del habla y el nivel de sonido del ruido ambiental sea al menos de 15 dB(A). Una conversación normal tiene un nivel sonoro de unos 50 dB(A) (nivel sonoro normal a 1 metro de distancia entre personas), así pues, un ruido ambiental por encima de 35 dB(A) interferiría en la comunicación, estando en una sala pequeña. Para la comprensión de mensajes complicados (en la escuela, escuchando lenguas extranjeras, una conversación telefónica) se recomienda que la relación de la señal en relación con el ruido sea de menos de 15 dB(A) (página 44, OMS, 1999). Para los grupos vulnerables se necesitan niveles de ruido incluso inferiores a 35 dB(A), niveles que se deben intentar conseguir. El tiempo de reverberación de la sala también es importante, y éste debe ser inferior a 0,6 segundos para una buena comprensión oral incluso para los grupos vulnerables. Estas indicaciones se recogen en la *Guía para el ruido urbano (1999)*.

4.3. Trastornos del sueño:

Las *Guías para el ruido nocturno en Europa* de la OMS (2009) incorporan información actualizada sobre los efectos del ruido durante el sueño y proponen niveles de ruido nocturno inferiores a los de las *Guías para el ruido urbano* de la OMS (1999) para la protección de la salud frente a los trastornos del sueño. En las guías del 2009 estos se fijan por debajo del valor guía del 1999 (LA_{max} de 45dB) y se expresan en L_{noche}. Sin embargo, el resto de afirmaciones en relación a los trastornos del sueño se mantienen. Estas son:

- 1) que debe ser posible dormir con las ventanas de la habitación ligeramente abiertas para tener buena ventilación (página 107, OMS, 2009). Con las ventanas ligeramente abiertas, el ruido perceptible en el interior se corresponde con una reducción de unos 15dB respecto al nivel de ruido exterior. En consecuencia, esta es la reducción aplicada a los niveles límite interiores.
- 2) que para prevenir trastornos en el sueño se debe considerar el nivel de presión sonora equivalente y el número y el nivel sonoro de los acontecimientos sonoros en los estudios (página 110, OMS, 2009). Este apartado está basado en las guías del 2009.

El sueño está compuesto por diferentes fases que permiten la restauración del organismo. La evidencia aportada por estudios del sueño indica como la alteración del sueño *per se* está asociada con la fatiga, la disminución del rendimiento mental, la depresión, las enfermedades víricas, los accidentes, la diabetes, la obesidad y las enfermedades cardiovasculares (Capítulo 2, OMS, 2009).

Los factores ambientales como el ruido también pueden interferir en el sueño. Diversos estudios indican que el ruido de aviones y de coches puede inducir insomnio (página 79, OMS, 2009). Por otro lado, ante acontecimientos de ruido individuales se observan efectos inmediatos sobre el sueño, tales como: el paso a un sueño menos profundo, cambios en el registro del electroencefalograma (estos cambios se denominan despertares, pero son inconscientes), despertares conscientes, incremento en el tiempo para dormirse, aumento de la probabilidad de despertarse por la mañana y de no poder volver a dormir, incremento de los movimientos del cuerpo y aumento de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial sistólica (página 44, OMS, 1999; Capítulo 3, OMS, 2009).

Así mismo, los estudios muestran que el ser humano se adapta a nuevos ruidos rápidamente, excepto para las reacciones fisiológicas como las cardiovasculares o el incremento de la movilidad. Así pues, es necesario investigar los efectos adversos que estas alteraciones pueden tener bajo una exposición a largo plazo (páginas 44, 55, OMS, 2009). Este aspecto se desarrolla a lo largo de los apartados de este informe.

Los trastornos del sueño se pueden convertir en un problema crónico o de largo plazo. El trastorno del sueño se puede medir en cuestionarios a partir de la declaración de esta condición por la persona afectada. Esta medida subjetiva está correlacionada con el diagnóstico de desorden del sueño causado por factores ambientales (ICSD 780-52-6) y en las guías se considera como un problema de salud (página 93, OMS, 2009). Igualmente, estas guías concluyen, a partir de estudios basados en entrevistas a profesionales médicos, que, “independientemente de la pregunta de si el trastorno del sueño declarado es formalmente una enfermedad o no, su severidad es comparable a enfermedades comúnmente aceptadas” (página 96, OMS, 2009).

Se han derivado curvas dosis-respuesta que describen el aumento en el porcentaje de población con un sueño altamente alterado en relación al aumento de los niveles de ruido nocturnos para ruido de coches, de aviones y de trenes (Figura 4.1 en las *Guías para el ruido nocturno*). Las curvas muestran un aumento mayor de estos trastornos para el tráfico aéreo que para el ruido de coches, y mayor para el ruido de coches que para el ruido de trenes. La curva dosis-respuesta que más variabilidad muestra es la curva para el ruido de aviones. Las guías para ruido nocturno (2009) apuntan que, en consecuencia, la curva dosis-respuesta para el ruido de aviones es sólo indicativa de esta relación. Por encima de 40dB de Lnoche en el exterior se observan trastornos del sueño, insomnio por causas ambientales e incremento del consumo de sedantes y de medicamentos para conciliar el sueño.

4.4. Efectos cardiovasculares

El mecanismo biológico por el cual el ruido puede producir efectos cardiovasculares se basa en el mecanismo del estrés, el cual ha sido probado en numerosos estudios de laboratorio, y se asocia a la reacción del sistema nervioso autónomo y del sistema endocrino. La activación del sistema nervioso autónomo simpático y del sistema endocrino conlleva un aumento de la presión arterial, de la frecuencia cardíaca, incremento de los lípidos y glucosa en sangre y también un incremento de la liberación

de hormonas relacionadas con el estrés, tales como adrenalina, noradrenalina y cortisol. Se considera que a largo plazo, esta reacción podría incrementar el riesgo de sufrir enfermedades, como algunas enfermedades cardiovasculares (páginas 62-63, OMS, 2009). Por otro lado, a partir de estudios epidemiológicos, existe la hipótesis de que el ruido nocturno podría ser más determinante de los efectos cardiovasculares que el ruido diurno. Sin embargo, la contribución del ruido diurno no está todavía descartada (página 78, OMS, 2009).

Los estudios epidemiológicos muestran que ha aumentado la evidencia científica respecto al incremento de la hipertensión en las áreas más expuestas al ruido de los aviones. Sin embargo, para el ruido del tráfico de coches la evidencia actual no es tan consistente en relación a la hipertensión. Por otro lado, la evidencia para el ruido del tráfico de coches es más consistente en relación a la enfermedad cardiovascular isquémica, mientras que hay pocos estudios que hayan estudiado este efecto para el ruido de los aviones. También se establece que la evidencia para infarto de miocardio es *suficiente* para L_{día}, pero que es necesario realizar más estudios para el periodo nocturno. No se han identificado grupos vulnerables específicos. En resumen, en este momento existe evidencia *limitada*, que no *insuficiente*, sobre los efectos cardiovasculares del ruido debido al transporte. Es decir, los estudios epidemiológicos existentes no permiten establecer una relación final, pero existe un mecanismo biológico verosímil para la asociación. En consecuencia, y teniendo en cuenta la prevalencia e importancia de las enfermedades cardiovasculares, es importante tener en cuenta este posible efecto en la producción de guías para la protección de la salud pública (Apartado 4.5, OMS, 2009).

Se han establecido los niveles de 60 dB de L_{día} y 50 dB para L_{noche}, ambos en el exterior, como niveles por debajo de los cuales no se observa riesgo de infarto de miocardio. Estos valores se obtienen de curvas dosis-respuesta para la relación entre el ruido del tráfico de coches y el infarto de miocardio, pero se usan también como aproximación para los efectos del ruido de aviones, debido a que no existe suficiente información para éste último. Sin embargo, cabe destacar que se considera que los efectos inducidos por el ruido de los aviones podrían ser mayores a los efectos derivados del ruido de coches, ya que el ruido de los aviones llega por igual a todas las fachadas de una residencia, sin posibilidad de evasión, y las encuestas indican que este ruido crea mayor molestia en la población que el ruido de los coches (página 79, OMS, 2009).

4.5. Efectos sobre el rendimiento:

El ruido puede tener efectos adversos sobre el rendimiento en tareas cognitivas complejas. La lectura, la atención, la capacidad de resolver problemas y la memorización son las tareas cognitivas más afectadas por la presencia de ruido. También pueden producirse efectos a más largo plazo. Se ha observado como en escuelas alrededor de aeropuertos, los niños expuestos al ruido de manera permanente tienen un rendimiento inferior. Además, pueden incrementarse los niveles de hormonas relacionadas con el estrés y aumentar la actividad del sistema nervioso autónomo simpático en reposo (páginas 49-50, OMS, 1999). Teniendo en cuenta que los niños están en proceso de aprendizaje y que deben realizar tareas cognitivas complejas, este grupo de la población se puede considerar como más vulnerable al ruido (página 81, OMS, 2009).

4.6. Quejas y molestias:

De acuerdo con el “Health Council of the Netherlands (2004)” o Consejo de Salud de Holanda (2004), las quejas debidas al ruido son sintomáticas de una reducción de la calidad de vida. Las quejas con relación al ruido parecen empezar a niveles de Lden de 45 dB(A) y de Lnoche de 35 dB(A) en el exterior según indica un estudio alrededor del aeropuerto de Schipol, en Holanda. Cabe destacar que estos niveles pueden diferir según la cultura y el modo de registro (página 59, OMS, 2009).

Por otro lado, en las *Guías para el ruido urbano de la OMS (1999)* se dedica un apartado a los efectos en la conducta y a las molestias debidas al ruido (página 50, OMS; 1999). En este apartado se establece que las molestias se pueden definir como “un sentimiento de desagrado asociado con un factor o condición, que se sabe o se cree a nivel individual o de grupo que puede afectar de manera adversa”. De todos modos, con el ruido se pueden experimentar otras emociones negativas como enfado, insatisfacción, indefensión, ansiedad, entre otras. Se considera que algunos de estos efectos son el resultado de la interacción del ruido con otros factores no acústicos de naturaleza social, económica o psicológica. Además, el cambio en el comportamiento puede implicar cerrar ventanas –disminuyendo la ventilación-, no usar los balcones, etc., o ser menos sociable. Existen curvas dosis-respuesta para la relación entre el ruido de transporte de aviones, coches y trenes con las molestias. En ellas, se observa

mayor molestia para ruido de los aviones (página 51, OMS, 1999). Finalmente, se establece el nivel de LAeq de 50 dB exteriores durante el día como valor por debajo del cual poca gente se siente moderadamente molesta (página 60, OMS, 1999).

4.7. Efectos sobre la salud mental:

Diferentes estudios japoneses sobre aviación militar muestran efectos asociados a salud mental, como la depresión y el nerviosismo, a niveles altos de ruido de los aviones. Por otro lado, se ha observado un incremento de la compra de medicación en zonas con niveles altos de ruido de aviones en Suiza. Un estudio más reciente mostró un incremento en el consumo de medicamentos para dormir y de sedantes con el incremento del ruido nocturno, especialmente en personas mayores (Apartado 4.8.1, OMS, 2009). Un estudio alrededor del aeropuerto de Heathrow en Londres indicó que el ruido de los aviones podía influir la salud mental de los niños en relación a la hiperactividad y en reacciones de estrés y de sensación de bienestar (página 86, OMS, 2009).

También cabe destacar que se ha observado que el insomnio no es siempre una consecuencia de trastornos psiquiátricos, sino que el insomnio puede ser la causa de efectos sobre la salud mental, tales como ansiedad o trastornos de humor. Teniendo en cuenta que el ruido ambiental puede producir insomnio ambiental (Ver apartado 4.3 de este informe), esta observación es relevante (Apartado 4.8.11, OMS, 2009).

Se considera que el mecanismo por el cual el ruido afecta a la salud mental es el mismo mecanismo del estrés descrito en el apartado 4.4 del presente informe, aunque también se sugiere un modelo más sofisticado que tiene en cuenta la interacción entre la persona y su entorno y su comportamiento ante el ruido (página 88, OMS, 2009).

En resumen, la evidencia actual sugiere que la exposición al ruido ambiental, especialmente a niveles altos, se relaciona con síntomas de falta de salud mental, posible aumento de la ansiedad y consumo de medicación sedante. Sin embargo, la evidencia para efectos mentales más importantes es *limitada* y se requieren más estudios en este campo. La evidencia actual sugiere que la exposición al ruido podría producir síntomas psicológicos para Leq por encima de 70 dB(A), pero la mayoría de estudios se han realizado para el periodo diurno y se considera que el periodo nocturno podría ser relevante para los problemas mentales (página 93, OMS, 2009).

Las *Guías para el ruido nocturno (2009)* establecen como nivel límite 60dB de Lnoche en el exterior como valor por encima del cual se podrían producir efectos sobre la salud mental (Ver apéndice 2).

Existen dos posibles grupos más vulnerables a los efectos del ruido sobre la salud mental. El primero podrían ser las personas sensibles al ruido, ya que suelen tener más predisposición a sufrir molestias por el ruido y podrían tener más riesgo de afecciones mentales. El segundo podrían ser los niños, ya que hay cierta evidencia de su vulnerabilidad en cuanto a nacimiento prematuro, bajo peso al nacer e hiperactividad (página 88, OMS, 2009).

5. CONCLUSIONES Y VALORES GUÍA:

La evidencia recopilada indica que el ruido ambiental, incluyendo el ruido producido por los aviones, disminuye la calidad de vida y produce alteraciones a corto plazo, algunas de ellas persistentes (por ejemplo las alteraciones cardiovasculares) que podrían derivar en efectos a largo plazo, tales como las enfermedades cardiovasculares o algunas enfermedades mentales. Aunque la evidencia para algunos de los efectos sea todavía limitada, por ejemplo para los efectos cardiovasculares o las enfermedades mentales, el mecanismo biológico es verosímil y existe *suficiente* evidencia para la cadena causal. Así pues, es necesario proteger a la población bajo el principio de precaución. Por ello, se establecen niveles guía para el ruido diurno y nocturno que deben estar basados en los niveles de ruido más bajos que afecten a la salud.

Para los niveles diurnos, se establece como nivel guía 50 dB(A) en el exterior, siendo este el nivel por debajo del cual la mayoría de la población estaría protegida de estar moderadamente o seriamente molesta. En las *Guías para el ruido urbano (1999)* se establecen además niveles guía para diferentes situaciones y ambientes específicos según los efectos adversos identificados en ellos.

Para el ruido nocturno y según las *Guías para el ruido nocturno (2009)*, por debajo de 30 dB de Lnoche en el exterior no se observan efectos sobre el sueño, excepto en un ligero incremento en la frecuencia de movimientos del cuerpo. Por otro lado, no hay *suficiente* evidencia científica de que los efectos biológicos observados a niveles de ruido por debajo de 40 dB de Lnoche en el exterior sean dañinos para la salud. En

cambio, se observan efectos adversos por encima de 40 dB, como los trastornos del sueño, el insomnio por causas ambientales y el incremento del consumo de medicamentos para conciliar el sueño y de sedantes. Así pues, para la protección de la salud pública, el nivel nocturno guía para Europa se establece en 40 dB de Lnoche en el exterior. Así mismo, se recomienda que en situaciones en las que este nivel no sea alcanzable a corto plazo, los niveles sean de 55 dB de Lnoche en el exterior, pero sólo como medida intermedia temporal en casos excepcionales, ya que las poblaciones vulnerables no pueden protegerse a estos niveles.

6. BIBLIOGRAFÍA:

Organización Mundial de la Salud 1999. *Resumen Ejecutivo. Guías para el ruido urbano*, Organización Mundial de la Salud, 1999.

World Health Organization 1999. *Guidelines for community noise*, Geneva, 2009.

World Health Organization 2009. *Night noise guidelines for Europe, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2009.*

Michael Möser, José Luis Barros, 2009. *Ingeniería Acústica. Teoría y Aplicaciones*. Springer, 2ª edición.

7. APÉNDICE 1: VALORES GUÍA EN AMBIENTES ESPECÍFICOS

Cuadro 1 : Valores guía para el ruido urbano en ambientes específicos

Ambiente Específico	Efecto(s) crítico(s) sobre la salud	L _{Aeq} [dB(A)]	Tiempo [horas]	L _{max fast} [dB]
Exteriores	Molestia grave en el día y al anochecer	55	16	-
	Molestia moderada en el día y al anochecer	50	16	-
Interior de la vivienda, dormitorios	Interferencia en la comunicación oral y molestia moderada en el día y al anochecer	35	16	
	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	45
Fuera de los dormitorios	Trastorno del sueño, ventana abierta (valores en exteriores)	45	8	60
Salas de clase e interior de centros preescolares	Interferencia en la comunicación oral, disturbio en el análisis de información y comunicación del mensaje	35	Durante clases	-
Dormitorios de centros preescolares, interiores	Trastorno del sueño	30	Durante el descanso	45
Escuelas, áreas exteriores de juego	Molestia (fuente externa)	55	Durante el juego	-
Hospitales, pabellones, interiores	Trastorno del sueño durante la noche	30	8	40
	Trastorno del sueño durante el día y al anochecer	30	16	-
Hospitales, salas de tratamiento, interiores	Interferencia en el descanso y la recuperación	#1		
Áreas industriales, comerciales y de tránsito, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	70	24	110
Ceremonias, festivales y eventos de entretenimiento	Deficiencia auditiva (patrones: < 5 veces/año)	100	4	110
Discursos públicos, interiores y exteriores	Deficiencia auditiva	85	1	110
Música y otros sonidos a través de audífonos o parlantes	Deficiencia auditiva (valor de campo libre)	85 #4	1	110
Sonidos de impulso de juguetes, fuegos artificiales y armas	Deficiencia auditiva (adultos)	-	-	140 #2
	Deficiencia auditiva (niños)	-	-	120 #2
Exteriores de parques de diversión y áreas de conservación	Interrupción de la tranquilidad	#3		

#1: Lo más bajo posible.

#2: Presión sonora máxima (no LAF, máx) medida a 100 mm del oído.

#3: Se debe preservar la tranquilidad de los parques y áreas de conservación y se debe mantener baja la relación entre el ruido intruso y el sonido natural de fondo.

#4: Con audífonos, adaptado a valores de campo libre.

Información extraída del Resumen ejecutivo de las *Guías para el ruido urbano*, OMS, 1999 (*disponible en castellano*). Los valores para alteraciones del sueño se actualizaron en las *Guías para el ruido nocturno de la OMS*, 2009.

8. APÉNDICE 2: NIVELES LÍMITE PARA CADA EFECTO

En las *Guías para el ruido nocturno* de la OMS (2009), se proporcionan los niveles límite o niveles umbral observados para los diferentes efectos. Es decir, “los niveles por encima de los cuales sucede un efecto o en el que se observa que depende de la dosis.” (Página 102, OMS, 2009).

Tabla 1. Resumen de los efectos y niveles límite para los efectos de los cuales existe evidencia *suficiente* (traducción al castellano de la Tabla 5.1. de las *Guías para el ruido nocturno* de la OMS (2009)).

Efecto		Indicador	Nivel límite, dB	Referencia en Guías (capítulo, sección)
Efectos biológicos	Cambio en la actividad cardiovascular	*	*	3.1.5
	Despertares en el EEG	LAm _{max} , interior	35	4.10
	Movilidad, inicio de la movilidad	LAm _{max} , interior	32	3.1.8, relación dosis-respuesta para aviones
	Cambios en la duración de diferentes etapas del sueño y fragmentación del sueño	LAm _{max} , interior	35	3.1
Calidad del sueño	Despertarse por la noche y/o demasiado pronto por la mañana	LAm _{max} , interior	42	3.1.7, relación dosis-respuesta para aviones
	Prolongación del periodo de inicio del sueño, dificultad para dormirse	*	*	3.1
	Fragmentación del sueño, reducción del tiempo dormido	*	*	3.1
	Incremento de la movilidad media durante el sueño	Lnoche, exterior	42	3.2, relación dosis-respuesta para aviones
Bienestar	Trastorno del sueño declarado	Lnoche, exterior	40	4.2, relación dosis-respuesta para aviones/coches/trenes
	Uso de medicamentos para dormir y de sedantes	Lnoche, exterior	42	4.5.8
Afecciones médicas	Insomnio ambiental**	Lnoche, exterior	42	3.1; 4.1; 4.2

* Aunque se ha observado que el efecto sucede o que se puede construir un mecanismo biológico verosímil, no se han podido determinar indicadores o niveles límite.

** Nótese que el “insomnio ambiental” es el resultado del diagnóstico de un profesional médico mientras que “trastorno del sueño declarado” es esencialmente lo mismo, pero declarado en el contexto de una encuesta. El número de preguntas y la formulación exacta podrían diferir.

Tabla 2. Resumen de los efectos y niveles límite para los efectos de los cuales existe evidencia *limitada* (traducción al castellano de la Tabla 5.2. de las *Guías para el ruido nocturno* de la OMS (2009)).⁺

Efecto		Indicador	Nivel límite, dB	Referencia en Guías (capítulo, sección)
Efectos biológicos	Cambios en los niveles hormonales (relacionados con estrés)	*	*	2.5
Bienestar	Somnolencia/cansancio durante el día y la tarde	*	*	2.2.3
	Incremento de la irritabilidad durante el día	*	*	2.2.3
	Daño en relaciones sociales	*	*	2.2.3
	Quejas	Lnoche, exterior	35	4.3
	Daño en el rendimiento cognitivo	*	*	2.2.3
	Insomnio	*	*	4.6
	Hipertensión	Lnoche, exterior	50	2.2.3; 4.5.6
	Obesidad	*	*	2.2.3
	Depresión (en mujeres)	*	*	4.8
	Infarto de miocardio	Lnoche, exterior	50	4.5.15
	Reducción de la esperanza de vida (mortalidad prematura)	*	*	2.2.3; 2.5
	Afecciones psiquiátricas	Lnoche, exterior	60	4.8.15
	Accidentes (ocupacional)	*	*	2.2.3; 2.4

⁺Nótese que como la evidencia para los efectos en esta tabla es limitada, los niveles límite también tienen un valor limitado.

*Aunque se ha observado que el efecto sucede o que se puede construir un mecanismo biológico verosímil, no se han podido determinar indicadores o niveles límite.

Con el patrocinio de



Parc de Recerca
Biomèdica de Barcelona
Doctor Aiguader, 88
08003 Barcelona

Tel. +34 93 214 73 00
Fax +34 93 214 73 02

info@creal.cat
www.creal.cat



centre de recerca
en epidemiologia
ambiental

