

Estudio del **impacto** del **ruido ambiental** en la ciudad de **Badajoz**



Juan Miguel Barrigón Morillas
Miguel Mellado Narciso
Valentín Gómez Escobar

Estudio del impacto del ruido ambiental en la ciudad de Badajoz

Juan Miguel Barrigón Morillas
Miguel Mellado Narciso
Valentín Gómez Escobar

Estudio del impacto del ruido ambiental en la ciudad de Badajoz



Cáceres 2024

AGRADECIMIENTOS. Este trabajo ha sido financiado por Junta de Extremadura-Consejería de Educación, Ciencia y Tecnología y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

Coordinador: Juan Miguel Barrigón Morillas
Colaboradores: Juan Antonio Méndez Sierra | Jose Manuel Vaquero Martínez
Rosendo Vílchez Gómez | Pedro Daniel Gutiérrez Marcos | Carolina Tejeiro Vidal

© Los autores
© 1ª edición: Universidad de Extremadura, 2014
© 2ª edición digital: Universidad de Extremadura, 2024
© De la fotografía de cubierta: Carlos Prieto Gajardo

Eedita:
Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones
Plaza de Caldereros, 2. 10003 Cáceres (España).
Tel. 927 257 041; Fax 927 257 046
E-mail: publicac@unex.es
<https://publicauex.unex.es/>

E-ISBN: 978-84-9127-249-6

Maquetación: Control P. 927 233 223. estudio@control-p.eu

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
1. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	13
1.1. Introducción	13
1.1.1. Sonido y ruido	15
1.1.2. Índices para la valoración del ruido	17
1.1.3. Fuentes de ruido.....	20
1.1.4. Efectos fisiológicos y psicológicos del ruido.....	20
2. RESULTADOS. MAPA DE RUIDO DE BADAJOZ.....	23
2.1 Método de trabajo	23
2.1.1 Introducción.....	23
2.1.2 La Ciudad de Badajoz	24
2.1.3. Método de cálculo y software utilizado	25
2.2. Desarrollo del modelo.....	26
2.2.1 Introducción.....	26
2.2.2. Especificaciones de los elementos del modelo.....	29
2.2.3. Configuración del cálculo	37
2.2.4. Método de comprobación del modelo	39
2.3. Mapas estratégicos de ruido	40
2.3.1. Mapa de ruido de la Ciudad de Badajoz	40
2.3.2. Referencias para la evaluación de la incidencia sobre la población...	44
2.3.3. Evaluación de la población afectada.....	46
3. CONCLUSIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51

INTRODUCCIÓN

Aunque la preocupación por el impacto que, sobre la salud y la calidad de vida de los ciudadanos, representa el nivel de ruido ambiental, posee antecedentes que podemos, incluso, remontar hasta el año 600 antes de Cristo, en la Magna Grecia, centrándonos en la época actual, podemos situar en el año 1977 el origen moderno de esta preocupación.

En este año la Organización Mundial de la Salud (OMS) creó un grupo de trabajo para estudiar los criterios de salud aplicables al ruido, publicando sus conclusiones en el año 1983 (OMS, 1983). En España, los orígenes podemos localizarlos en el Congreso Nacional sobre el ruido, celebrado en Zaragoza en el año 1987. En éste se concluyó: “el ruido es un factor fundamental de contaminación ambiental que lesiona seriamente la salud de los ciudadanos y perturba el derecho a la intimidad personal y familiar” (Cenzano, 1987).

Esta preocupación no ha decrecido con el paso del tiempo sino que, muy al contrario, existe un creciente movimiento internacional tendente a estudiar diferentes aspectos relacionados con el ruido urbano, entre los que podemos citar, los relativos a los efectos adversos del ruido sobre la salud, la obtención de índices y valores asociados a tales índices que impliquen la ausencia de esos efectos adversos, la consecución de normalizaciones en los métodos de medida, etc.

Fruto de esta preocupación que acabamos de citar surgen dos comunicaciones o informes de gran importancia por su profundidad, por estar originados en entidades de gran importancia internacional y, en el caso del segundo de los que citaremos, por las repercusiones que finalmente ha de tener sobre la legislación española en materia de contaminación acústica.

El primer documento al que hacemos referencia ha sido publicado por la OMS en el año 2000 (WHO, 1999). En él, partiendo de la definición de efecto negativo del ruido que da en su capítulo tercero, se estudian, entre otros, el estado actual de los aspectos antes mencionados y, finalmente, se dan recomendaciones sobre posibles líneas de estudio e investigación.

El segundo documento proviene de la Comisión de las Comunidades Europeas y es la Directiva sobre evaluación y gestión del ruido ambiental (COM 2002/49/EC, 2002). Ésta tiene como un objetivo fundamental “crear un marco común en la Unión Europea para la evaluación y gestión de la exposición al ruido ambiental”.

Dado que nuestro hogar es el lugar donde más tiempo permanecemos a lo largo de nuestra vida, podemos considerarlo como el paradigma de aplicación de los criterios de confort acústico. En este sentido, las estrategias de control del ruido en las edificaciones pasan necesariamente, y en primer lugar, por la valoración de los ambientes exteriores en lo que a su atmósfera acústica se refiere, debido a su influencia en el ruido interior de las viviendas. Para esta valoración se requiere, en general, del uso de índices globales de evaluación, normalmente complejos y que aplican ponderaciones en las distintas bandas de frecuencia, para adaptarlos a la respuesta humana a las ondas sonoras.

El ruido ambiental produce efectos diversos sobre los seres humanos (WHO, 1999). Dado que el hecho de que una persona experimente o no esos efectos depende enormemente de su sensibilidad al ruido, toda política sobre ruido ambiental debería estar basada en resultados científicos en los que se hayan tenido en cuenta las variaciones debidas a diferencias de sensibilidad.

El efecto más importante, desde el punto de vista del número de personas afectadas son las molestias que pueden determinarse a partir de encuestas estructuradas (Miedema, 1998). Las molestias están íntimamente relacionadas con efectos específicos tales como la necesidad de cerrar ventanas para evitar que el sueño resulte alterado o que se produzcan interferencias que dificulten la comunicación u oír aparatos audiovisuales. Además, hay otros efectos médicos graves, como la hipertensión, estrés, ataques cardíacos y lesiones auditivas que afectan a un porcentaje menor de la población.

Es evidente que las personas que dicen sufrir molestias a causa del ruido experimentan una reducción en su calidad de vida, y esto le ocurre al 25 % de la población de la Unión Europea. Entre un 5 % y el 15 % padecen perturbaciones graves del sueño por culpa del ruido. Además de estos aspectos no debemos olvidar las repercusiones económicas inducidas por el ruido ambiental. En la actualidad, en la Unión Europea se estima que las pérdidas anuales oscilan entre los 13.000 millones de euros y los 38.000 millones de euros [COM(96)].

Dentro del interés por el estudio urbano, nuestro grupo de investigación lleva varios años realizando estudios de ruido urbano por toda la región. Hasta el inicio de estos estudios se carecía, casi por completo, de trabajos sobre acústica urbana en toda la Comunidad Extremeña. La mayor parte de los estudios se han centrado en estudios basados en medidas experimentales, pero también en simulación de los diferentes entornos sonoros.

En el presente trabajo se presenta el mapa de ruido de la ciudad de Badajoz, obtenido a partir de la simulación, siguiendo la normativa y las recomendaciones

establecidas por la legislación europea y nacional vigente y teniendo en consideración, como única fuente sonora, al tráfico rodado.

El presente trabajo recoge el resultado de labores realizadas por el grupo de investigación ‘Laboratorio de Acústica’, labores que presentan, frente a trabajos anteriores, dos aspectos innovadores claramente diferenciados y que afectan a aspectos muy distintos de su ejecución:

- La utilización de los SIG¹ en la evaluación del ruido urbano y de su impacto sobre la población.
- El empleo de la Directiva del Parlamento Europeo (COM 2002/49/EC, 2002), y la normativa nacional que emana de ella (Ley del Ruido, 2003; Real Decreto 1367/2007) como referencia para realizar esta evaluación.

¹ Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) representan una poderosa tecnología y, frente a otros sistemas como los CAD (Sistema de Dibujo y Diseño Asistido por Ordenador, Computer Assisted Design), presentan sustanciales ventajas en lo que a tratamiento de bases de datos se refiere.

Los orígenes de los SIG como sistemas de información surgen a mediados de los años sesenta y dos hitos marcan su historia; de un lado, a principios de los años setenta se crea el primer sistema gráfico interactivo, creado por COMPUTERVISION, y por otro, al inicio de la década de los años ochenta, ESRI crea el primer sistema eficiente de superposición de polígonos.

1

CONSIDERACIONES PREVIAS

1.1. INTRODUCCIÓN

Nuestra sociedad se encuentra inmersa en una constante evolución sustentada, fundamentalmente, en los grandes avances científicos. Éstos han llevado aparejados importantes desarrollos; no sólo técnicos, sino también económicos y sociales. Como consecuencia de todo ello, se ha producido un incremento importante de la población, la actividad industrial, el intercambio de bienes, los desplazamientos humanos, etc.

Fruto de estos desarrollos nuestra calidad de vida ha mejorado en diferentes aspectos y se ha degradado en otros. Entre estos últimos, creemos que existe una gran unanimidad en considerar a la calidad sonora como uno de los aspectos claramente deteriorado en nuestro entorno cotidiano.

Si tenemos en cuenta datos objetivos, en la Unión Europea, sólo considerando el ruido debido al tránsito en carretera, un 40 % de la población se encuentra expuesta a niveles que exceden los 55 dBA en horario diurno y un 20 % a niveles superando los 65 dBA (COM 2002/49/EC, 2002). Recordemos que según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (WHO, 1999), a partir de un nivel equivalente de 55 dBA, calculado sobre dieciséis horas en horario diurno, se han de considerar efectos negativos importantes sobre las personas. Además, según datos subjetivos, en la Unión Europea un 25 % de la población dice sufrir molestias a causa del ruido (COM 2002/49/EC, 2002).

Por todo ello, desde hace ya varias décadas se vienen realizando, tanto en el ámbito internacional, como nacional, diversos estudios relativos al ruido urbano que tratan alguno de sus diferentes aspectos de interés; como pueden ser: identificación de fuentes, nivel de contaminación sonora, nivel de exposición al ruido, efectos fisiológicos y psicológicos sobre las personas, etc. (Brown y Lam, 1987).

El primer trabajo publicado en España sobre ruido urbano data de año 1968 (Santiago, 1967); si bien en la actualidad existen estudios realizados en diferentes ciudades españolas (Arana y García, 1998; García y colaboradores, 1990; García

y Faus, 1991; Puigdomènech y colaboradores, 1996), incluso de pequeño tamaño (Sanchís y colaboradores, 2000); pese a ello, históricamente, la Comunidad Extremeña se ha caracterizado por una ausencia casi total de estudios similares. El primer trabajo sobre contaminación acústica en Extremadura aparece en el año 1999, en el que se publican valores objetivos de ruido urbano obtenidos en la ciudad de Cáceres (Barrigón Morillas y colaboradores, 1999). Estos estudios se ampliarían a otras ciudades extremeñas como Badajoz (Barrigón Morillas y colaboradores, 2000a) y Navalmoral de la Mata (Gómez Escobar y colaboradores, 2000b), y se amplió el cometido de los estudios a la evaluación de la molestia causada por el ruido urbano en Extremadura (Barrigón Morillas y colaboradores 2000b y 2001). Recientemente, estos estudios se han ampliado a otros muchos municipios extremeños (Barrigón Morillas y colaboradores, 2010 y 2012; Rey Gozalo y colaboradores, 2012 y 2013).

En lo que se refiere a los efectos del ruido sobre el ser humano, la preocupación por el impacto que, sobre la salud y la calidad de vida de los ciudadanos, representa el nivel de ruido ambiental, posee antecedentes que podemos, incluso, remontar hasta el año 600 antes de Cristo, en el que se prohibió, en la ciudad de Sibaris, perteneciente a la Magna Grecia, trabajar los metales a martillazos dentro de los límites urbanos. Aunque, seguramente, esta preocupación es quizás anterior a estas fechas.

En el año 1977 la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó los resultados obtenidos por un grupo de trabajo, en el que se dan, por vez primera, los criterios de salud aplicables al ruido (OMS, 1983).

Además, el “Congreso Nacional sobre el Ruido”, celebrado en Zaragoza en 1987, concluyó que “el ruido es un factor fundamental de contaminación ambiental que lesiona seriamente la salud de los ciudadanos y perturba el derecho a la intimidad personal y familiar” (Cenzano, 1987).

Desgraciadamente, España es uno de los países más ruidosos del mundo, situándose, en lo que a nuestro entorno Europeo se refiere, en el país más expuesto a la contaminación acústica. Un informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) del año 1986 informaba que la proporción de la población española que soporta niveles de ruido ambiental superiores a 65 dBA en periodo diurno frente a la fachada de sus viviendas habituales era de un 23 %, sólo superada en el mundo por Japón con un 31 % para idéntico nivel de ruido (OECD, 1986). Dados los resultados obtenidos en fechas más recientes en España por diversos grupos de investigación (Barrigón Morillas y colaboradores, 1999, 2000a, 2010 y 2012; García y Faus, 2001; Arana y García, 1998), estos resultados pueden encontrarse ampliamente superados.

La preocupación actual por el problema ocasionado por la contaminación acústica podemos resumirla en una serie de informes y normativas surgidas en diferentes ámbitos, desde el local hasta el internacional. Citaremos, en primer, lugar, en un marco internacional, los dos informes más recientes elaborados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) respecto a estos temas, *Community Noise*, publicado en el año 1995 y *Guidelines for Community Noise*, publicado en el año 2000. Ya más cercano, en la Unión Europea (UE), podemos citar el *Libro Verde de la Comisión Europea de Política Futura de Lucha Contra el Ruido*, publicado en el año 1996, que se ha plasmado en la *Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental*, año 2002 (COM 2002/49/EC, 2002) y en la normativa nacional que emana de ella: La *Ley del Ruido*, del año 2003 y sus desarrollos. Ya en nuestra región podemos citar el *Decreto 19/1997, de 4 de Febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones*, publicado por la Junta de Extremadura el 11 de febrero de 1997.

1.1.1. SONIDO Y RUIDO

De forma que ante nosotros se presenta un problema: el ruido. Pero... ¿qué es el ruido? Ese elemento omnipresente al que desde hace algunos años se le viene prestando tal atención.

La definición de ruido es complicada. Podríamos decir, como en la teoría de la comunicación, que ruido es todo aquel sonido carente de información; pero, en realidad, muchos sonidos que la mayoría considerarían como ruido, para otros pueden ser fuente de información. Por ejemplo, se utiliza una fuente de ruido para medir el tiempo de reverberación de un local y, a partir de este parámetro, se obtiene valiosa información sobre la respuesta acústica del local. (O usted cuando escucha el motor de su coche para evaluar el estado en el que se encuentra ¿acaso no obtiene información de ese ruido?; o, acaso, ¿deberíamos haberle llamado sonido?)

En una definición más práctica, y más cercana a la acústica ambiental, diríamos que el ruido es todo aquel **sonido que resulta perturbador** (o todo aquel sonido no deseado). Pero incluso esta definición no deja de tener complicaciones prácticas, ya que un mismo sonido puede resultar molesto para unas personas y no para otras. Pero, lo que aun complica más la aplicación de la definición es que un mismo sonido puede resultar molesto, o no, para una misma persona en función de las circunstancias en las que se encuentre. Resumiendo, según esta definición, podemos afirmar que, en general, la catalogación de un sonido como ruido depende de la persona considerada y del momento.

Además, sonidos deseados, en ciertos casos puedan producirnos daños fisiológicos (por ejemplo, el ambiente ruidoso de una discoteca) y, por tanto, tal vez, deberían ser interpretados como ruido. En otros casos, existen sonidos que no somos conscientes de su existencia, ya que nos acostumbramos a ellos, (por ejemplo, muchas veces el ruido del tráfico, el del aire acondicionado, el del ordenador, a las conversaciones de un bar o a su música, etc.), pero que influyen en nuestro comportamiento en general (nivel de conversación, nivel de intensidad del sonido de las fuentes deseadas, etc.) o incluso en nuestro estado psicológico. Bajo esta línea de razonamiento, podríamos considerar como ruido todo aquel **sonido que afecta negativamente al bienestar fisiológico o psicológico** de las personas.

Y entonces... parece que todo ruido es un sonido, pero ¿todo sonido puede ser un ruido? ¿ruido y sonido, son físicamente lo mismo? Y... ¿qué es el sonido?

Lo primero que hay que decir del sonido es que es una sensación humana. Es nuestro sentido del oído el que nos indica la existencia de un sonido.

Pero, ¿qué llega a nuestros oídos para que se produzca la sensación sonora? Pues a ellos llega lo que la ciencia ha dado en llamar una *onda acústica*. Pero no una onda acústica cualquiera. Para que se perciba como sonido debe poseer ciertas características de *intensidad* y *frecuencia*.

Pero, como van siendo ya muchos términos nuevos, vamos a realizar un breve repaso de los aspectos físicos de las ondas.

Sabemos de la existencia de **fenómenos periódicos**; esto es, fenómenos que se repiten a intervalos regulares de alguna variable, el tiempo (las estaciones) o el espacio (los surcos de un campo arado) serían las más comunes. Si un movimiento es periódico en el tiempo, suele llamársele **movimiento oscilatorio o vibratorio**.

Si un movimiento vibratorio se produce inmerso en un medio material podrá perturbar al mismo y, si éste es elástico, tales perturbaciones se propagarán a través del medio, dando lugar a un **movimiento ondulatorio** u **onda**. La característica fundamental del movimiento ondulatorio es el transporte de energía sin que exista el de materia. Las partículas del medio se mueven con un movimiento vibratorio respecto a sus posiciones de equilibrio.

Si este movimiento ondulatorio llegase a nuestros oídos, podría llegar a provocar una sensación sonora. Esto dependerá fundamentalmente del valor que tomen ciertas magnitudes físicas propias de la onda, la más conocida es la frecuencia (entre 20 Hz y 20 kHz) y de las características de nuestro sistema auditivo.

1.1.2. ÍNDICES PARA LA VALORACIÓN DEL RUIDO

El nivel de ruido ambiental en las zonas urbanas posee variaciones temporales con ciclos asociados a la hora del día, al día de la semana e incluso a la estación del año. Por tanto, el nivel de intensidad se verá influenciado por tales variaciones, de forma que su medida en dos instantes distintos o dos intervalos temporales diferentes dará, en general, resultados distintos, como se observa en la figura 1.1.

Dos representaciones del nivel sonoro, frecuentemente utilizadas en el análisis del ruido, son la distribución estadística (a cada intervalo del nivel sonoro le asigna el tanto por ciento del tiempo de medida que se ha detectado) y la acumulativa (a cada nivel sonoro se asigna el tanto por ciento del tiempo de medida que se ha sobrepasado ese valor). Generalmente suelen obtenerse empleando la curva de ponderación A.

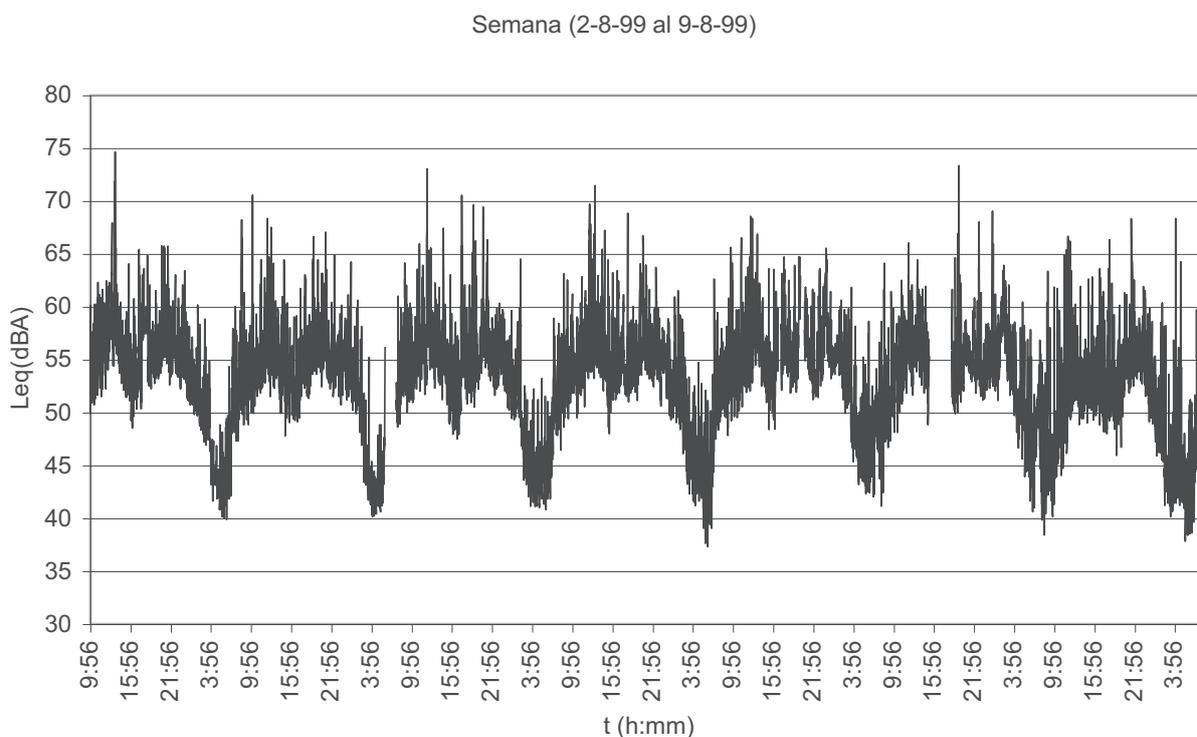


Fig. 1.1. Evolución del nivel equivalente ponderado A, a lo largo de una semana, medido en una calle de una ciudad extremeña.

La medida del *impacto ambiental* de un ruido depende no sólo de la energía sonora del mismo o de sus características espectrales; sino también de la hora de ocurrencia, del lugar, etc. Suelen utilizarse una serie de índices de molestia normalizados, que permiten evaluar el ruido ambiental y sus efectos sobre las personas. Estos índices son muy variados y, en algunos casos, específicos de actividades concretas. Algunos de los más utilizados son:

Nivel sonoro continuo equivalente (L_{eq}): Nivel de ruido continuo y uniforme que, producido durante el periodo de tiempo de medida t , proporciona la misma energía acústica que el ruido real. Viene dado por la expresión siguiente:

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{t} \int_0^t \left(\frac{p(t)}{p_0} \right)^2 dt$$

donde $p(t)$ es la presión acústica eficaz en el instante t .

A partir de este nivel pueden obtenerse niveles útiles para tiempos determinados, a veces añadiendo alguna corrección a determinados intervalos horarios. Usualmente se utiliza con ponderación A, en cuyo caso se designa con el subíndice A ($L_{eq,A}$ o L_{Aeq}) y se expresa en dB(A).

Nivel percentil (L_N): Indica el nivel de presión acústica (en dB(A)) que se ha sobrepasado durante el $N\%$ del tiempo de medida. Los más significativos son los L_1 , L_5 y L_{10} (relacionados con los niveles máximos de ruido), L_{50} (relacionado con el valor medio) y L_{90} , L_{95} y L_{99} (relacionados con los niveles mínimos).

Nivel sonoro lento (slow), L_S o *rápido* (fast), L_F : Niveles sonoros obtenidos ponderando en el tiempo de forma exponencial el cuadrado de la presión sonora. Matemáticamente:

$$L_\tau(t) = 10 \log \left\{ \left[\left(1/\tau \right) \int_{t_s}^t p^2(\xi) e^{-(t-\xi)/\tau} d\xi \right] / p_0^2 \right\}$$

donde la constante de tiempo t representa el tiempo requerido para que la exponencial decrezca en un factor $1/e$. Sus valores normalizados son: 125 ms (rápida) y 1000 ms (lenta). En general, si no se indica lo contrario, se sobreentiende el uso de la ponderación rápida. Esta ponderación es compatible con la ponderación en frecuencias. Por ejemplo, con ponderación A y rápida, representaremos el nivel sonoro, L_{AF} .

Nivel sonoro impulso: Representa un ponderación temporal exponencial similar a la lenta o la rápida, con diferente constante de tiempo si aumenta el nivel sonoro (35 ms) a si decrece (1500 ms.). Admite simultáneamente la ponderación en frecuencias. Por ejemplo, con ponderación A, representaremos el nivel sonoro impulso, L_{AI} .

Nivel sonoro máximo: Es el valor mayor del nivel sonoro que se produce en un intervalo de tiempo determinado, obtenido empleando una de las ponderaciones temporales exponenciales antes vistas. Por ejemplo, con ponderación A y rápida, representaremos el nivel sonoro máximo, L_{AFmax} .

Nivel sonoro mínimo: Es el valor menor del nivel sonoro que se produce en un intervalo de tiempo determinado, obtenido empleando una de las ponderaciones temporales exponenciales antes vistas. Por ejemplo, con ponderación A y rápida, representaremos el nivel sonoro máximo, L_{AFmin} .

Nivel sonoro pico: Es diez veces el logaritmo de la relación entre el cuadrado de la presión sonora máxima que se produce durante un intervalo de tiempo determinado y el cuadrado de la presión de referencia de 20 mPa. Suele emplearse una constante de tiempo de 50 ms o menor. Para presentarlo en el sonómetro suele emplearse un intervalo de 1 s. La ponderación en frecuencias lineal de un aparato de medida del nivel sonoro, suele aportar la respuesta en frecuencias más amplia posible y habitualmente es la ponderación empleada para la medida del nivel sonoro pico.

Algunos niveles que se obtienen a partir del nivel sonoro continuo equivalente son:

- *Nivel sonoro continuo equivalente de 1 hora, $L_{Aeq,1h}$:* Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para un intervalo temporal de una hora.
- *Nivel sonoro continuo equivalente de 24 horas, $L_{Aeq,24h}$:* Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para un intervalo temporal de veinticuatro horas.
- *Nivel sonoro diurno de 12 horas, L_{Ad12} :* Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para un intervalo temporal de doce horas diurnas, entre las 7:00 y las 19:00 horas.
- *Nivel sonoro vespertino (o de entrada de la noche), L_{Ae} :* Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para un intervalo temporal de tres horas, entre las 19:00 y las 23:00 horas.
- *Nivel sonoro nocturno, L_{An} :* Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para un intervalo temporal de nueve horas, entre las 23:00 y las 7:00 horas.
- *Nivel sonoro corregido día-noche, L_{Adn} :* Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para un intervalo temporal de veinticuatro horas, realizando una corrección de + 10 dB sobre los niveles sonoros nocturnos.
- *Nivel equivalente de ruido comunitario o urbano (nivel sonoro día-tarde-noche), L_{Aden} :* Nivel sonoro continuo equivalente obtenido para un intervalo temporal de veinticuatro horas, realizando una corrección de + 5 dB a los niveles sonoros vespertinos y + 10 dB sobre los niveles sonoros nocturnos.

1.1.3. FUENTES DE RUIDO

En nuestro entorno, numerosas fuentes ruido nos rodean, algunas de las cuales no nos posible controlar (transporte, obras, actividades industriales, electrodomésticos, etc.).

Las fuentes de ruido podemos dividir las en fuentes de ruido externas a los edificios y en fuentes internas de los edificios. Entre las primeras encontramos las fuentes de ruido derivadas del tráfico (tanto viario, como ferroviario, como aéreo), fuentes que son predominantes en muchos entornos, las fuentes derivadas de las actividades industriales, los ruidos de obras, etc. Entre las fuentes internas de los edificios se incluyen los impactos y ruidos de voces de los vecinos, los aparatos electrodomésticos, las obras de reforma, ruidos de instalaciones, etc.

1.1.4. EFECTOS FISIOLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS DEL RUIDO

El ruido que, durante décadas podemos decir que ha sido considerado como un mal necesario, es considerado por la OMS desde 1972 como un agente contaminante.

Es fácil entender el porqué se produce tanto ruido de manera poco o nada justificada. Sólo hay que pensar, por ejemplo, que $0,01 \text{ W}$ es la potencia sonora necesaria para tener una fuente que produzca 100 dB.

Los efectos del ruido sobre las personas los podemos clasificar en dos grandes grupos: fisiológicos y psicológicos.

Dentro de los fisiológicos podemos considerar los auditivos y no auditivos. Entre los primeros citaremos las pérdidas de sensibilidad temporal o permanente, alteraciones del equilibrio, percepción de ruidos inexistentes, rotura del tímpano, etc. Entre los segundos se han descrito efectos sobre el sistema central, sobre el endocrino, sobre el neurovegetativo, efectos gastrointestinales, alteraciones del sueño, etc.

Dentro de los efectos psicológicos citaremos, además de aquellos que puedan derivarse directamente de las alteraciones fisiológicas antes descritas, debemos considerar otros que surgen independientemente de aquellos y que, muchas veces, para que se produzcan no son necesarios niveles sonoros cercanos a los que suelen considerarse como peligrosos; entre ellos destacaremos los de estrés, disminución de la capacidad de concentración y de rendimiento, deterioro de la comunicación entre personas, irritabilidad, alteraciones del sueño. Estos efectos dependen de manera

muy importante de las características, personalidad, estado anímico, etc., de cada individuo, de forma que su evaluación es complicada.

Los efectos psicológicos, quizás más que los fisiológicos pueden implicar la toma de decisiones más o menos perniciosas, como la toma de medicamentos, o de cambio de domicilio, etc.

Muchos de los efectos citados, sobre todo los fisiológicos, sólo son apreciables con un seguimiento de la persona durante periodos de tiempo largos, lo que implicará en muchos casos que estos efectos serán apreciados a posteriori, cuando ya son irreversibles. Además, el hecho de que sean detectados a largo plazo hace que su importancia no sea tenida en cuenta. Incluso suelen confundirse con el envejecimiento ¿acaso no es normal que nos quedemos sordos al envejecer?

Para terminar este apartado de efectos del ruido, hablaremos de los “efectos” del ruido. A veces, existen motivaciones bastante alejadas del deseo de que el ruido disminuya en las quejas, por ejemplo de tipo económico.