

# MONOGRAFÍAS TÉCNICAS SOBRE CONTAMINACION ACUSTICA

## ÍNDICES ACÚSTICOS



**UCA**

Universidad  
de Cádiz

Laboratorio de

Ingeniería

Acústica

**MONOGRAFÍAS TÉCNICAS SOBRE CONTAMINACION ACUSTICA**

# **ÍNDICES ACÚSTICOS**

**Laboratorio de Ingeniería Acústica**



**Universidad de Cádiz**

**Departamento de Máquinas y Motores Térmicos**  
**Laboratorio de Ingeniería Acústica.**  
UNIVERSIDAD DE CÁDIZ  
Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos (CASEM)  
Campus Río San Pedro. 11510 - Puerto Real. Spain  
Telf. y Fax. 956 016 051  
E-mail: [ricardo.hernandez@uca.es](mailto:ricardo.hernandez@uca.es)

## **INDICE**

### **1.- Periodos temporales de evaluación.**

### **2.- Definición de los índices de ruido**

Índice de ruido continuo equivalente  $L_{Aeq,T}$ .

Índice de ruido máximo  $L_{Amax}$ .

Índice de ruido continuo equivalente corregido  $L_{K_{eq}, T}$  :

Índice de ruido continuo equivalente corregido promedio a largo plazo  $L_{Kx}$ .

Índice de ruido día-tarde-noche,  $L_{den}$ .

Índice de ruido en período nocturno,  $L_n$ .

Índices de ruido suplementarios

### **3.- Altura del punto de evaluación de los índices de ruido**

### **4.- Aplicación de los Índices Acústicos**

### **5.- Métodos y procedimientos de evaluación para los índices acústicos**

Métodos de cálculo de los índices  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$ .

Métodos y procedimientos de medición de ruido

Adaptación de los métodos de medida

Corrección por reflexiones

Corrección por componentes tonales ( $K_t$ ), impulsivas ( $K_i$ ) y bajas frecuencias ( $K_f$ ).

Presencia de componentes tonales emergentes

Presencia de componentes de baja frecuencia

Presencia de componentes impulsivos

Procedimientos de medición

Evaluación de los índices de ruido referentes a objetivos de calidad acústica en áreas acústicas

Evaluación de los índices de ruido referentes a los niveles sonoros producidos por los emisores acústicos

Infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias

Infraestructuras portuarias y actividades

Condiciones de medición

### **6.- Métodos de evaluación de los efectos nocivos**

### **7.- Instrumentos de medida**

### **8.- Entidades que realizan la evaluación**

## **LEGISLACIÓN ESPECÍFICA RELATIVA AL RUIDO**

## ÍNDICES ACÚSTICOS

En este Capítulo se establece los índices para la evaluación del ruido y de las vibraciones, en los distintos periodos temporales de evaluación, de los objetivos de calidad acústica en áreas acústicas o en el espacio interior de edificaciones y de los valores límite que deben cumplir los emisores acústicos.

Se emplearán índices acústicos homogéneos correspondientes a las 24 horas del día, al período diurno, al período vespertino y al período nocturno<sup>1</sup>.

### 1.- Periodos temporales de evaluación.

Se establecen los tres periodos temporales de evaluación diarios siguientes:

- 1º) Periodo día (d): al periodo día le corresponden 12 horas;
- 2º) Periodo tarde (e): al periodo tarde le corresponden 4 horas;
- 3º) Periodo noche (n): al periodo noche le corresponden 8 horas.

La administración competente puede optar por reducir el período tarde en una o dos horas y alargar los períodos día y/o noche en consecuencia, siempre que dicha decisión se aplique a todas las fuentes, y que facilite al Ministerio de Medio Ambiente información sobre la diferencia sistemática con respecto a la opción por defecto. En el caso de la modificación de los periodos temporales de evaluación, esta modificación debe reflejarse en la expresión que determina los índices de ruido.

Los valores horarios de comienzo y fin de los distintos periodos temporales de evaluación son: periodo día de 7.00 a 19.00; periodo tarde de 19.00 a 23.00 y periodo noche de 23.00 a 7.00, hora local.

La administración competente podrá modificar la hora de comienzo del periodo día y, por consiguiente, cuándo empiezan los periodos tarde y noche. La decisión de modificación deberá aplicarse a todas las fuentes de ruido.

A efectos de calcular los promedios a largo plazo, un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas.

---

<sup>1</sup> Artículo 11 de la Ley 37/2003, de 17 de noviembre

## 2.- Definición de los índices de ruido

### Índice de ruido continuo equivalente $L_{Aeq,T}$ .

El índice de ruido  $L_{Aeq,T}$ , es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en decibelios, determinado sobre un intervalo temporal de T segundos, definido en la norma ISO 1996-1: 1987.

Donde:

- Si  $T = d$ ,  $L_{Aeq,d}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período día;
- Si  $T = e$ ,  $L_{Aeq,e}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período tarde;
- Si  $T = n$ ,  $L_{Aeq,n}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, determinado en el período noche;

Se emplea para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal T.

### Índice de ruido máximo $L_{Amax}$ .

El índice de ruido  $L_{Amax}$ , es el mas alto nivel de presión sonora ponderado A, en decibelios, con constante de integración fast,  $L_{AFmax}$ , definido en la norma ISO 1996-1:2003, registrado en el periodo temporal de evaluación.

### Índice de ruido continuo equivalente corregido $L_{Keq, T}$ :

(Índice de ruido corregido del periodo temporal T): Es el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos por la presencia en el ruido de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, durante un periodo de tiempo T.

Se emplea para evaluar niveles sonoros en un intervalo temporal T, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo

El índice de ruido  $L_{Keq,T}$ , es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido por la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia y ruido de carácter impulsivo, de conformidad con la expresión siguiente:

$$L_{Keq, T} = L_{Aeq, T} + K_t + K_f + K_i$$

Donde:

$K_t$  es el parámetro de corrección para evaluar la presencia de componentes tonales emergentes.

$K_f$  es el parámetro de corrección, para evaluar la presencia de componentes de baja frecuencia.

$K_i$  es el parámetro de corrección, para evaluar la presencia de ruido de carácter impulsivo.

- Si  $T = d$ ,  $L_{K_{eq,d}}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período día;
- Si  $T = e$ ,  $L_{K_{eq,e}}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período tarde;
- Si  $T = n$ ,  $L_{K_{eq,n}}$  es el nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, corregido, determinado en el período noche;

### Índice de ruido continuo equivalente corregido promedio a largo plazo $L_{K,x}$ .

El índice de ruido  $L_{K,x}$ , es el nivel sonoro promedio a largo plazo, dado por la expresión que sigue, determinado a lo largo de todos los periodos temporales de evaluación "x" de un año.

$$L_{K,x} = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_{K_{eq,x}})_i} \right)$$

Donde: **n** es el número de muestras del periodo temporal de evaluación "x", en un año

$(L_{K_{eq,x}})_i$  es el nivel sonoro corregido, determinado en el período temporal de evaluación "x" de la iésima muestra.

### Índice de ruido día-tarde-noche, $L_{den}$ .

En la evaluación de los niveles sonoros en el ambiente exterior<sup>2</sup> mediante índices de ruido, el sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en el propio paramento vertical.

El índice de ruido día-tarde-noche,  $L_{den}$ , se expresa en decibelios (dB), y se determina mediante la expresión siguiente:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left( 12 * 10^{\frac{L_d}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right)$$

Donde:

**Ld** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos día de un año.

<sup>2</sup> Artículo 5 del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre

**Le** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos tarde de un año.

**Ln** es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos noche de un año.

Donde:

Al día le corresponden 12 horas, a la tarde 4 horas y a la noche 8 horas. La administración competente puede optar por reducir el período tarde en una o dos horas y alargar los períodos día y/o noche en consecuencia, siempre que dicha decisión se aplique a todas las fuentes, y que facilite al Ministerio de Medio Ambiente información sobre la diferencia sistemática con respecto a la opción por defecto. En el caso de la modificación de los períodos temporales, esta modificación debe reflejarse en la expresión que determina el Lden.

Un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas.

Y donde: El sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente, es decir, no se considera el sonido reflejado en la fachada de una determinada vivienda.

### **Definición del índice de ruido en período nocturno, Ln.**

El índice de ruido en período nocturno Ln es el nivel sonoro medio a largo plazo ponderado A definido en la norma ISO 1996-2: 1987, determinado a lo largo de todos los períodos nocturnos de un año.

Donde:

- La noche dura 8 horas, según la definición descrita.
- Un año corresponde al año considerado para la emisión de sonido y a un año medio por lo que se refiere a las circunstancias meteorológicas.
- El sonido que se tiene en cuenta es el sonido incidente

En la preparación y la revisión de los mapas estratégicos de ruido<sup>3</sup> se aplicarán los índices de ruido Lden y Ln.

Para la planificación acústica y la determinación de zonas de ruido<sup>4</sup>, se podrán utilizar índices distintos de Lden y Ln.

### **Índices de ruido suplementarios**

Para la evaluación del ruido ambiental en casos especiales<sup>5</sup>, además de Lden y Ln, y cuando proceda Ld y Le, puede resultar conveniente utilizar índices de

---

<sup>3</sup> Artículo 5 del Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre

<sup>4</sup> Artículo 5 del Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre

<sup>5</sup> Artículo 5 del Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre



ruido especiales con los valores límite correspondientes. He aquí algunos ejemplos:

La fuente emisora de ruido considerada sólo está activa durante una pequeña fracción de tiempo (por ejemplo, menos del 20% del tiempo durante todos los períodos diurnos, vespertinos o nocturnos de un año).

El número de casos en que se emite ruido es, en uno o más de los períodos considerados, en promedio muy bajo (por ejemplo, menos de un caso por hora, entendiéndose por caso un ruido que dura menos de cinco minutos, por ejemplo, el ruido del paso de un tren o de un avión).

L<sub>Amax</sub> o SEL (nivel de exposición sonora) para la protección durante el período nocturno en caso de incrementos bruscos de ruido.

Hay protección adicional durante el fin de semana o en un período concreto del año.

Hay protección adicional durante el período diurno.

Hay protección adicional durante el período vespertino.

Se da una combinación de ruidos procedentes de fuentes distintas.

Se trata de zonas tranquilas en campo abierto.

El ruido contiene componentes tonales emergentes.

El contenido en bajas frecuencias del ruido es grande.

El ruido tiene carácter impulsivo.

### **3.- Altura del punto de evaluación de los índices de ruido**

La altura del punto de evaluación de los índices de ruido depende de su aplicación:

a.- Para la selección de la altura del punto de evaluación podrán elegirse distintas alturas, si bien éstas nunca deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, en aplicaciones, tales como:

- la planificación acústica,
- la determinación de zonas ruidosas,
- la evaluación acústica en zonas rurales con casas de una planta,
- la preparación de medidas locales para reducir el impacto sonoro en viviendas específicas y
- la elaboración de un mapa de ruido detallado de una zona limitada, que ilustre la exposición al ruido de cada vivienda.

b.- Cuando se efectúen mediciones en el interior de los edificios, las posiciones preferentes del punto de evaluación estarán al menos a 1 m de las paredes u otras superficies, a entre 1,2 m y 1,5 m sobre el piso, y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas. Cuando estas posiciones no sean posibles las mediciones se realizarán en el centro del recinto.

### Elaboración de mapas estratégicos de ruido:

Cuando se efectúen cálculos para la elaboración de mapas estratégicos de ruido en relación con la exposición al ruido en el interior y en las proximidades de edificios, los puntos de evaluación se situarán a  $4,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$  (3,8 m-4,2 m) de altura sobre el nivel del suelo en la fachada más expuesta; a tal efecto, la fachada más expuesta será el muro exterior más próximo situado frente a la fuente sonora; en los demás casos, podrán decidirse otras opciones.

Cuando se efectúen mediciones para la elaboración de mapas estratégicos de ruido en relación con la exposición al ruido en el interior y en las proximidades de edificios, podrán escogerse otras alturas, si bien éstas no deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, y los resultados deberán corregirse de conformidad con una altura equivalente de 4 m. En estos casos se justificarán técnicamente los criterios de corrección aplicados.

### Otras aplicaciones:

En las demás aplicaciones, como la planificación acústica y la determinación de zonas ruidosas, podrán elegirse otras alturas, si bien éstas nunca deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo; algunos ejemplos:

- a) Zonas rurales con casas de una planta.
- b) La preparación de medidas locales para reducir el impacto sonoro en viviendas específicas.
- c) Un mapa de ruido detallado de una zona limitada, que ilustre la exposición al ruido de cada vivienda.

### **OBSERVACIONES:**

La propia norma establece que: Hasta tanto se usen con carácter obligatorio métodos comunes de evaluación para la determinación de los índices  $L_{den}$  y  $L_n$ , se podrán utilizar a estos efectos los índices de ruido existentes y otros datos conexos, que deberán transformarse, justificando técnicamente las bases de la transformación, en los índices anteriormente citados. A estos efectos sólo se utilizarán datos correspondientes a los tres años inmediatos anteriores a la fecha de la determinación de estos índices de ruido.

## **4.- Aplicación de los Índices Acústicos.**

Se aplicarán<sup>6</sup> los índices de ruido  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$ , para:

---

<sup>6</sup> Anexo I, del Real Decreto 1513/2005 de 16 de diciembre

- La verificación del cumplimiento de los objetivos de calidad acústica aplicables a las áreas acústicas y al espacio interior de los edificios
- Para la evaluación de los niveles sonoros producidos por las infraestructuras
- A efectos de la delimitación de las servidumbres acústicas.

Para verificar el cumplimiento de los valores límite aplicables a los siguientes emisores acústicos:

- Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.
- Valores límite de inmisión de ruido aplicables a nuevas infraestructuras portuarias y a nuevas actividades.

En la evaluación del ruido se aplicaran los índices de ruido  $L_d$ ,  $L_e$ ,  $L_n$ ,  $L_{Amax}$ , y  $L_{K,x}$

**$L_{Amax}$**  : (Índice de ruido máximo): es el índice de ruido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos, producidos por sucesos sonoros individuales. Se emplea para evaluar niveles sonoros máximos durante el periodo temporal de evaluación

**$L_{K,x}$**  : (Índice de ruido corregido a largo plazo del periodo temporal de evaluación «x») : Es el índice de ruido corregido asociado a la molestia, o a los efectos nocivos a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación «x».

Se emplea para evaluar la molestia y los niveles sonoros, con correcciones de nivel por componentes tonales emergentes, por componentes de baja frecuencia o por ruido de carácter impulsivo, promediados a largo plazo, en el periodo temporal de evaluación «x».

## 5.- Métodos y procedimientos de evaluación para los índices acústicos

En este capítulo se regula las condiciones de uso respecto de los objetivos de calidad acústica de los métodos de evaluación de la contaminación acústica, así como los procedimientos que se empleen en dicha evaluación.

Los valores de los índices acústicos pueden determinarse bien mediante cálculos o mediante mediciones (en el punto de evaluación). Las predicciones sólo pueden obtenerse mediante cálculos.

A los efectos de la inspección de actividades por las administraciones públicas competentes, la valoración de los índices acústicos se determinara únicamente mediante mediciones.

### **Métodos de cálculo de los índices $L_d$ , $L_e$ y $L_n$ .**

Los métodos de cálculo recomendados para la evaluación de los índices de ruido  $L_d$ ,  $L_e$  y  $L_n$ , son<sup>7</sup> :

Los métodos de cálculo recomendados para la evaluación de los índices de ruido  $L_{den}$  y  $L_n$ , son<sup>8</sup> los siguientes:

Ruido industrial: ISO 9613-2: «Acústica-Atenuación del sonido cuando se propaga en el ambiente exterior, Parte 2: Método general de cálculo».

Para la aplicación del método establecido en esta norma, pueden obtenerse datos adecuados sobre emisión de ruido (datos de entrada) mediante mediciones realizadas según alguno de los métodos descritos en las normas siguientes:

ISO 8297: 1994 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de plantas industriales multifuente para la evaluación de niveles de presión sonora en el medio ambiente-Método de ingeniería»,

EN ISO 3744: 1995 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia sonora de fuentes de ruido utilizando presión sonora. Método de ingeniería para condiciones de campo libre sobre un plano reflectante»,

EN ISO 3746: 1995 «Acústica-Determinación de los niveles de potencia acústica de fuentes de ruido a partir de presión sonora. Método de control en una superficie de medida envolvente sobre un plano reflectante».

Ruido de aeronaves: ECAC.CEAC Doc. 29 «Informe sobre el método estándar de cálculo de niveles de ruido en el entorno de aeropuertos civiles», 1997. Entre los distintos métodos de modelización de trayectorias de vuelo, se utilizará la

<sup>7</sup> Artículo 5 y apartado 2, del anexo II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre.

<sup>8</sup> Artículo 6 II del Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre

técnica de segmentación mencionada en la sección 7.5 del documento 29 de ECAC.CEAC.

Ruido del tráfico rodado: el método nacional de cálculo francés «NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTULCPC-CSTB)», mencionado en la «Resolución de 5 de mayo de 1995, relativa al ruido de las infraestructuras viarias, Diario Oficial de 10 de mayo de 1995, artículo 6» y en la norma francesa «XPS 31-133». Por lo que se refiere a los datos de entrada sobre la emisión, esos documentos se remiten a la «Guía del ruido de los transportes terrestres, apartado previsión de niveles sonoros, CETUR 1980».

Ruido de trenes: El método nacional de cálculo de los Países Bajos, publicado como «Reken-en Meetvoorschrift Railverkeerslawaa'i'96» ("Guías para el cálculo y medida del ruido del transporte ferroviario 1996"), por el Ministerio de Vivienda, Planificación Territorial, 20 de noviembre 1996.

Para la adaptación de estos métodos a las definiciones de  $L_{den}$  y  $L_n$ , se tendrán en cuenta la recomendación de la Comisión, de 6 de agosto de 2003<sup>9</sup>, relativa a orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, el procedente de aeronaves, el del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes.

## **Métodos y procedimientos de medición de ruido.**

### **Adaptación de los métodos de medida.**

Las administraciones competentes que opten por la evaluación de los índices de ruido mediante la medición in situ deberán adaptar los métodos de medida utilizados a las definiciones de los índices de ruido, y cumplir los principios, aplicables a las mediciones para evaluar niveles de ruido en determinados periodos temporales de evaluación y para promedios a largo plazo, según corresponda, expuestos en las normas ISO 1996-2: 1987 e ISO 1996-1: 1982.

### **Corrección por reflexiones.**

Los niveles de ruido obtenidos en la medición frente a una fachada u otro elemento reflectante deberán corregirse para excluir el efecto reflectante del mismo.

### **Corrección por componentes tonales ( $K_t$ ), impulsivas ( $K_i$ ) y bajas frecuencias ( $K_f$ ).**

Cuando en el proceso de medición de un ruido se detecte la presencia de componentes tonales emergentes, o componentes de baja frecuencia, o

---

<sup>9</sup> ]. Diario Oficial n°L 212 de 22/08/2003 p. 0049 - 006 4

sonidos de alto nivel de presión sonora y corta duración debidos a la presencia de componentes impulsivos, o de cualquier combinación de ellos, se procederá a realizar una la evaluación detallada del ruido introduciendo las correcciones adecuadas.

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

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

**Presencia de componentes tonales emergentes:**

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

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

$$L_t = L_f - L_s$$

Donde:

- $L_f$ , es el nivel de presión sonora de la banda  $f$ , que contiene el tono emergente.
  - $L_s$ , es la media aritmética de los dos niveles siguientes, el de la banda situada inmediatamente por encima de  $f$  y el de la banda situada inmediatamente por debajo de  $f$ .
- c) Se determinará la presencia o la ausencia de componentes tonales y el valor del parámetro de corrección  $K_t$  aplicando la tabla siguiente:

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

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

### Presencia de componentes de baja frecuencia:

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

- Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora con las ponderaciones frecuenciales A y C.
- Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$L_f = L_{Ceq,Ti} - L_{Aeq,Ti}$$

- Se determina la presencia o la ausencia de componentes de baja frecuencia y el valor del parámetro de corrección  $K_f$  aplicando la tabla siguiente:

| Lf en dB              | Componente de baja frecuencia<br>$K_f$ en dB |
|-----------------------|--|
| Si $L_f \leq 10$      | 0  |
| Si $10 > L_f \leq 15$ | 3  |
| Si $L_f > 15$         | 6  |

### Presencia de componentes impulsivos.

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

- Se medirá, preferiblemente de forma simultánea, los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderado A, en una determinada fase de ruido de duración  $T_i$  segundos, en la cual se percibe el ruido impulsivo,  $L_{Aeq,Ti}$ , y con la constante temporal impulso (I) del equipo de medida,  $L_{Aeq,Ti}$
- Se calculará la diferencia entre los valores obtenidos, debidamente corregidos por ruido de fondo:

$$L_i = L_{Aeq,Ti} - L_{Aeq,Ti}$$

- Se determinará la presencia o la ausencia de componente impulsiva y el valor del parámetro de corrección  $K_i$  aplicando la tabla siguiente:

| Li en dB              | Componente impulsiva<br>$K_i$ en dB |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Si $L_i \leq 10$      | 0                                   |
| Si $10 > L_i \leq 15$ | 3                                   |
| Si $L_i > 15$         | 6                                   |

### **Procedimientos de medición.**

Los procedimientos de medición in situ utilizados para la evaluación de los índices de ruido se adecuarán a las prescripciones siguientes:

- a. Las mediciones se pueden realizar en continuo durante el periodo temporal de evaluación completo, o aplicando métodos de muestreo del nivel de presión sonora en intervalos temporales de medida seleccionados dentro del periodo temporal de evaluación.
- b. Cuando en la medición se apliquen métodos de muestreo del nivel de presión sonora, para cada periodo temporal de evaluación, día, tarde, noche, se seleccionarán, atendiendo a las características del ruido que se esté evaluando, el intervalo temporal de cada medida  $T_i$ , el número de medidas a realizar  $n$  y los intervalos temporales entre medidas, de forma que el resultado de la medida sea representativo de la valoración del índice que se está evaluando en el periodo temporal de evaluación.
- c. Para la determinación de los niveles sonoros promedios a largo plazo se deben obtener suficientes muestras independientes para obtener una estimación representativa del nivel sonoro promediado de largo plazo.
- d. Las mediciones en el espacio interior de los edificios se realizarán con puertas y ventanas cerradas, y las posiciones preferentes del punto de evaluación estarán al menos a 1 m de las paredes u otras superficies, a entre 1,2 m y 1,5 m sobre el piso, y aproximadamente a 1,5 m de las ventanas, realizando como mínimo tres posiciones. Cuando estas posiciones no sean posibles las mediciones se realizarán en el centro del recinto.
- e. Atendiendo a la finalidad, la evaluación por medición de los índices de ruido se adecuará además de lo indicado en los apartados anteriores a las normas específicas de los apartados siguientes:

### **Evaluación de los índices de ruido referentes a objetivos de calidad acústica en áreas acústicas.**

- a. Se realizará una evaluación preliminar mediante mediciones en continuo durante al menos 24 horas, correspondientes a los episodios acústicamente más significativos, atendiendo a la fuente sonora que tenga mayor contribución en los ambientes sonoros del área acústica.
- b. Se determinará el número de puntos necesarios para la caracterización acústica de la zona atendiendo a las dimensiones del área acústica, y a la variación espacial de los niveles sonoros.



- c. El micrófono se situara preferentemente a 4 metros sobre el nivel del suelo, fijado a un elemento portante estable y separado al menos 1,20 metros de cualquier fachada o paramento que pueda introducir distorsiones por reflexiones en la medida. Para la medición se podrán escoger otras alturas, si bien éstas no deberán ser inferiores a 1,5 m sobre el nivel del suelo, y los resultados deberán corregirse de conformidad con una altura equivalente de 4 m. En estos casos se justificaran técnicamente los criterios de corrección aplicados.

### **Evaluación de los índices de ruido referentes a los niveles sonoros producidos por los emisores acústicos.**

#### **Infraestructuras viarias, ferroviarias y aeroportuarias.**

- Se deberán realizar al menos 3 series de mediciones del  $L_{Aeq,Ti}$ , con tres mediciones en cada serie, de una duración mínima de 5 minutos ( $Ti = 300$  segundos), con intervalos temporales mínimos de 5 minutos, entre cada una de las series.
- La evaluación del nivel sonoro en el periodo temporal de evaluación se determinará a partir de los valores de los índices  $L_{Aeq,Ti}$  de cada una de las medidas realizadas, aplicando la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_{Aeq,Ti}} \right)$$

Donde:

T, es el tiempo en segundos correspondiente al periodo temporal de evaluación considerado.

$Ti$ , intervalo de tiempo de la medida  $i$ .

$n$ , es el número de mediciones del conjunto de las series de mediciones realizadas en el periodo de tiempo de referencia T.

El valor del nivel sonoro resultante, se redondeará incrementándolo en 0,5 dB(A), tomando la parte entera como valor resultante.

#### **Infraestructuras portuarias y actividades.**

- Cuando la finalidad de las mediciones sea la inspección de actividades, los titulares o usuarios de aparatos generadores de ruidos, tanto al aire libre como en establecimientos o locales, facilitarán a los inspectores el acceso a sus instalaciones o focos de emisión de ruidos y dispondrán su funcionamiento a las distintas velocidades, cargas o marchas que les indiquen dichos inspectores, pudiendo presenciar aquellos todo el proceso operativo.

- La medición, tanto para los ruidos emitidos como para los transmitidos por los emisores acústicos, se llevará a cabo en el lugar en que su valor sea más alto.
- La medición, tanto de los ruidos emitidos al ambiente exterior de las áreas acústicas, como de los transmitidos al ambiente interior de las edificaciones por los emisores acústicos, se llevará a cabo en el punto de evaluación, en que su valor sea más alto.
- Cuando, por las características del emisor acústico, se comprueben variaciones significativas de sus niveles de emisión sonora durante el periodo temporal de evaluación, se dividirá éste, en intervalos de tiempo,  $T_i$ , o fases de ruido (i) en los cuales el nivel de presión sonora en el punto de evaluación se perciba de manera uniforme.
- En cada fase de ruido se realizarán al menos tres mediciones del  $L_{Keq,T_i}$ , de una duración mínima de 5 segundos, con intervalos de tiempo mínimos de 3 minutos, entre cada una de las medidas.
- Las medidas se considerarán válidas, cuando la diferencia entre los valores extremos obtenidos, es menor o igual a 6 dBA.
- Si la diferencia fuese mayor, se deberá proceder a la obtención de una nueva serie de tres mediciones.
- De reproducirse un valor muy diferenciado del resto, se investigará su origen. Si se localiza, se deberá repetir hasta cinco veces las mediciones, de forma que el foco origen de dicho valor entre en funcionamiento durante los cinco segundos de duración de cada medida.
- Se tomará como resultado de la medición el valor más alto de los obtenidos.
- En la determinación del  $L_{Keq,T_i}$  se tendrá en cuenta la corrección por ruido de fondo. Para la determinación del ruido de fondo, se procederá de forma análoga a la descrita en el punto anterior, con el emisor acústico que se está evaluando parado.
- Cuando se determinen fases de ruido, la evaluación del nivel sonoro en el periodo temporal de evaluación se determinará a partir de los valores de los índices  $L_{Keq,T_i}$  de cada fase de ruido medida, aplicando la siguiente expresión:

$$L_{Keq,T} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i 10^{0.1 L_{Keq,T_i}} \right)$$

Donde:

**T**, es el tiempo en segundos correspondiente al periodo temporal de evaluación considerado ( $\geq T_i$ ).

**T<sub>i</sub>**, es el intervalo de tiempo asociado a la fase de ruido *i*. La suma de los **T<sub>i</sub>** = **T**.

**n**, es el número de fases de ruido en que se descompone el periodo temporal de referencia **T**.

El valor del nivel sonoro resultante, se redondeará incrementándolo en 0,5 dB(A), tomando la parte entera como valor resultante.

### **Condiciones de medición.**

En la realización de las mediciones para la evaluación de los niveles sonoros, se deberán guardar las siguientes precauciones:

- a. Las condiciones de humedad y temperatura deberán ser compatibles con las especificaciones del fabricante del equipo de medida.
- b. En la evaluación del ruido transmitido por un determinado emisor acústico no serán válidas las mediciones realizadas en el exterior con lluvia, teniéndose en cuenta para las mediciones en el interior, la influencia de la misma a la hora de determinar su validez en función de la diferencia entre los niveles a medir y el ruido de fondo, incluido en éste, el generado por la lluvia.
- c. Será preceptivo que antes y después de cada medición, se realice una verificación acústica de la cadena de medición mediante calibrador sonoro, que garantice un margen de desviación no superior a 0,3 dB respecto el valor de referencia inicial.
- d. Las mediciones en el medio ambiente exterior se realizarán usando equipos de medida con pantalla antiviento. Así mismo, cuando en el punto de evaluación la velocidad del viento sea superior a 5 metros por segundo se desistirá de la medición.

## 6.- Métodos de evaluación de los efectos nocivos<sup>10</sup>.

Se define efectos nocivos como los efectos negativos sobre la salud humana o sobre el medio ambiente.

Los efectos nocivos se podrán evaluar según las relaciones dosis-efecto a las que se hace referencia<sup>11</sup>. Las relaciones dosis-efecto se utilizarán para evaluar el efecto del ruido sobre la población.

Las relaciones dosis-efecto que se establezcan para la adaptación a la normativa comunitaria se referirán en particular a lo siguiente:

- La relación entre las molestias y los valores de Lden por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales,
- La relación entre las alteraciones del sueño y los valores de Ln por lo que se refiere al ruido del tráfico rodado, ferroviario, aéreo y de fuentes industriales.

En caso necesario, podrán presentarse relaciones dosis-efecto específicas para:

- Viviendas con aislamiento especial contra el ruido, según la definición del anexo VI,
- viviendas con fachada tranquila, según la definición del anexo VI,
- distintos climas o culturas,
- grupos de población vulnerables,
- ruido industrial tonal,
- ruido industrial impulsivo y otros casos especiales.

Se debe entender por:

Aislamiento especial contra el ruido<sup>12</sup> correspondiente, es decir, aislamiento especial de un edificio contra uno o varios tipos de ruido ambiental, junto con instalaciones de ventilación o aire acondicionado que permiten mantener un alto grado de aislamiento contra el ruido ambiental.

Una fachada tranquila<sup>13</sup>, es decir, la fachada de una vivienda donde el valor de Lden a una altura de cuatro metros sobre el nivel del suelo y a una distancia de dos metros de la fachada, para el ruido emitido por una fuente específica, es inferior en más de 20 dB al de la fachada con el valor más alto de Lden.

En tanto no se establezcan en la normativa comunitaria procedimientos comunes para determinar el grado de molestia, basados en las relaciones dosis-efectos del ruido sobre la población, se considerarán como valores admisibles de referencia en relación con las molestias y alteraciones del sueño, los que se determinen reglamentariamente

<sup>10</sup> Artículo 29. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre

<sup>11</sup> Disposición adicional primera y anexo III. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre

<sup>12</sup> anexo VI. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre

<sup>13</sup> anexo VI. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre

## **7.- Instrumentos de medida<sup>14</sup>.**

En los trabajos de evaluación del ruido por medición, se deberán utilizar instrumentos de medida<sup>15</sup> y calibradores que cumplan los requisitos establecidos en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, a que se refiere el apartado anterior, para los de tipo 1/clase 1.

Los instrumentos de medida utilizados para todas aquellas evaluaciones de ruido, en las que sea necesario el uso de filtros de banda de octava o 1/3 de octava, deberán cumplir lo exigido para el grado de precisión tipo1/clase1 en las normas UNE-EN 61260:1997 «Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava» y UNE-EN 61260/A1:2002 «Filtros de banda de octava y de bandas de una fracción de octava».

En la evaluación de las vibraciones por medición se deberán emplear instrumentos de medida que cumplan las exigencias establecidas en la norma UNE-EN ISO 8041:2006. «Respuesta humana a las vibraciones. Instrumentos de medida».

## **Uso de instrumentos de medida del ruido del tipo 2/clase 2<sup>16</sup>.**

1. Durante un periodo de siete años, se podrán utilizar en los trabajos de evaluación del ruido por medición, instrumentos de medida que cumplan los requisitos establecidos en la Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos, para los de tipo 2/clase 2.

2. Se exceptúa de la aplicación del apartado anterior, a los trabajos de evaluación del ruido por medición que sirvan de base para la imposición de sanciones administrativas o en los procesos judiciales. En estos casos se utilizarán instrumentos de medida que cumplan los requisitos establecidos por la Orden citada en el apartado anterior, para los de tipo 1 / clase 1.

## **8.- Entidades que realizan la evaluación<sup>17</sup>.**

Con el fin de que los resultados obtenidos en los procesos de evaluación de la contaminación acústica sean homogéneos y comparables, las administraciones competentes velarán por que las entidades encargadas de la realización de tales evaluaciones tengan la capacidad técnica adecuada. Asimismo, velarán por la implantación de sistemas de control que aseguren la correcta aplicación de los métodos y procedimientos de evaluación establecidos en este real decreto, para la realización de evaluaciones acústicas.

---

<sup>14</sup> Artículo 30 . Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre

<sup>15</sup> Artículo 13 Ley 37/2003, de 17 de noviembre

<sup>16</sup> Disposición transitoria segunda. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre Uso de instrumentos de medida del ruido del tipo 2/clase 2.

<sup>17</sup> Artículo 31 . Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre

## LEGISLACIÓN ESPECÍFICA RELATIVA AL RUIDO

### Norma Europea

1. Directiva 2002/49/CE del parlamento europeo y del consejo; de 25 de junio de 2002; sobre evaluación y gestión del ruido ambiental, Diario Oficial de las Comunidades Europeas
2. Recomendación de la Comisión, de 6 de agosto de 2003, relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondientes (Texto pertinente a efectos del EEE) [notificada con el número C(2003) 2807]. *Diario Oficial n°L 212 de 22/08/2003 p. 0049 - 0064*

### Norma Estatal

3. LEY 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido BOE n. 276 de 18/11/2003
4. Real decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental BOE núm. 301; 17 diciembre 2005
5. Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas BOE núm. 254; martes 23 octubre 2007

### Código Técnico

6. Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, por el que se aprueba el documento básico «DB-HR Protección frente al ruido» del Código Técnico de la Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE núm. 254; martes 23 octubre 2007

### Norma Autonómica

7. Decreto 326/2003, de 25 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía. BOJA núm. 243 de 18 de diciembre 2003
8. Orden de 26 de julio de 2005, por la que se aprueba el modelo tipo de ordenanza municipal de protección contra la contaminación acústica. BOJA N° 158 16 de agosto 2005

### Calidad Ambiental

9. Ley de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental; Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. BOJA núm. 143 del 20 de julio 2007. Esta Ley deroga a La Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.

### Metrología

10. Orden del Ministerio de Fomento, de 25 de septiembre de 2007, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la medición de sonido audible y de los calibradores acústicos.