

Seminario exposición laboral al ruido

Medición del nivel de ruido

Valentín Jornet Casanova
Jefe de Sección

INTRODUCCIÓN

- ◆ La forma en la que se desarrollan las mediciones determina la fiabilidad de los resultados.
- ◆ Lo que se obtiene de cualquier medición es un intervalo de valores (determinado por la incertidumbre) en el que se encuentra, con una cierta probabilidad, el verdadero valor.
- ◆ La incertidumbre raramente es menor de 1 dB.
- ◆ De acuerdo con el Real Decreto 286/2006, la evaluación de la exposición al ruido precisa, en general, de la medición de los niveles de ruido y la correspondiente comparación con los valores inferior y superior de exposición así como con los valores límite.

- ◆ Cuando el intervalo en el que se encuentra el parámetro medido comprenda los valores de referencia (valores de exposición o límite) se puede asumir directamente que la exposición vulnera esos valores o bien disminuir la incertidumbre aumentando el número o calidad de las mediciones.

Valoración de los resultados*

Si $L_{Aeq,d} - U \leq L_{ref} \leq L_{Aeq,d} + U$	No se puede extraer una conclusión respecto a la superación del valor de referencia. Debe repetirse o ampliarse el muestreo y conseguir mayor precisión. Se puede optar, a efectos de prevención, por considerar que se sobrepasa el valor de referencia (L_{ref}).
Si $L_{Aeq,d} + U \leq L_{ref}$	No se sobrepasa el valor de referencia.
Si $L_{Aeq,d} - U > L_{ref}$	Se sobrepasa el valor de referencia.

*U = incertidumbre asociada a los resultados

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- ◆ Para la medición del ruido se pueden utilizar sonómetros, sonómetros integradores promediadores y dosímetros personales, como mínimo de clase 2 en las condiciones que se establecen en el Anexo III del Real Decreto 286/2006.
- ◆ En el caso de los sonómetros, antes de las mediciones es conveniente comprobar (no ajustar) los mismos con un calibrador acústico.
- ◆ Por el contrario, los dosímetros deben ser comprobados y en caso necesario ajustados, antes de las mediciones, utilizando un calibrador acústico.



INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

- ◆ La medición con dosímetros personales es recomendable cuando el puesto de trabajo implica movilidad y el establecimiento de tiempos y la localización del trabajador es prácticamente imposible,
- ◆ O, en general, cuando la variación del nivel de ruido es muy grande o impredecible, a lo largo de la jornada, y no se puede analizar con un sonómetro integrador.



SELECCIÓN DE LA JORNADA DE MEDICIÓN

- ◆ Para efectuar las mediciones se elegirán una o más jornadas que el técnico, sobre la base de la información recibida de la empresa y de los trabajadores, considere características (o representativas) del trabajo habitual.
- ◆ Cuando la exposición al ruido varía sistemáticamente entre diferentes jornadas, en virtud de lo dispuesto en el artículo 5.3, se debería tomar como referencia el periodo semanal en lugar del diario. En estos casos se obtiene el nivel de exposición semanal equivalente, $L_{Aeq,s}$ dado por la expresión:

$$L_{Aeq,s} = 10 \log \frac{1}{5} \sum_{i=1}^m 10^{L_{Aeq,di}/10}$$

ESTRATEGIAS DE MEDICIÓN

- ◆ La necesidad de obtener una exactitud razonable en los resultados de las mediciones hace que éstas deban organizarse de forma distinta según cuales sean las condiciones del trabajo.
- ◆ En el documento ~~ISO/TC 43/SC 1 N1649~~, norma UNE-EN ISO 9612 se consideran tres estrategias diferenciadas:
 - las mediciones basadas en la operación o la tarea
 - las mediciones basadas en función o en el muestreo durante el trabajo
 - las mediciones de jornada completa



MEDICIONES BASADAS EN LA OPERACIÓN O LA TAREA

- ◆ Se divide en operaciones o tareas la jornada de trabajo.
- ◆ Dentro de cada operación el trabajo que se realiza debe ser similar y el nivel equivalente, $L_{Aeq,T}$ correspondiente debe ser repetible y representativo de ella.
- ◆ Debe conocerse la duración de la operación.
- ◆ El tiempo de medición en cada operación depende de la variación del nivel de ruido. Si la operación dura menos de 5 minutos, se debe medir durante toda la operación. Si la operación dura más, como mínimo debe medirse el $L_{Aeq,T}$ durante 5 minutos.

MEDICIONES BASADAS EN LA OPERACIÓN O LA TAREA

- ◆ Cuando el ruido durante la operación es cíclico, la medición debe cubrir al menos tres ciclos enteros y en todo caso un número entero de ciclos. Cuando la duración de tres ciclos es menor de 5 minutos, la duración de la medición debe extenderse por encima de 5 minutos cubriendo un número entero de ciclos.
- ◆ Sea cual sea el tipo de ruido, la medición debería repetirse tres veces para cada operación.

MEDICIONES BASADAS EN LA OPERACIÓN O LA TAREA

◆ Si los resultados de una misma operación difieren 3 dB o más, se optará por una de las siguientes acciones:

- Subdividir la operación en otras operaciones y proceder como se ha indicado anteriormente con cada nueva operación.
- Realizar otras tres mediciones como mínimo para la operación en cuestión.
- Realizar una nueva serie de mediciones alargando el tiempo de cada una de ellas hasta que la diferencia sea inferior a 3 dB.

MEDICIONES BASADAS EN LA OPERACIÓN O LA TAREA

◆ El valor del nivel equivalente de presión sonora para cada operación se calcula con la siguiente expresión:

$$L_{Aeq,T,m} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{L_{Aeq,T,m,n}/10} \right] \text{dB (A)}$$

donde: $L_{Aeq, T,m}$ es el nivel equivalente durante la operación m , $L_{Aeq,T,m,n}$ es el resultado de cada una de las mediciones de dicha operación y N es el número de mediciones.

$$\bar{L}_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{3} (10^{0.1 \cdot 80.1} + 10^{0.1 \cdot 82.2} + 10^{0.1 \cdot 79.6}) \right] = \boxed{80.8 \text{ dB}}$$

En una operación de soldadura este sería el nivel equivalente de tres mediciones que dieron 80.1, 82.2 y 79.6 dB(A)

MEDICIONES BASADAS EN LA OPERACIÓN O LA TAREA

◆ La contribución de cada operación al nivel equivalente diario es la siguiente:

$$L_{Aeq,d,m} = 10 \log \left[\frac{T_m}{8} 10^{L_{Aeq,T,m}/10} \right] \text{ dB (A)}$$

donde $L_{Aeq, T, m}$ es el nivel equivalente durante la operación m y T_m es el valor medio de la duración de dicha operación.

Para un puesto con tres tareas: planificar 1.5 h con un nivel inferior a 70 d(B)A, soldar 5h nivel exposición 80.8 d(B)A y cortar y pulir 1.5 h expuesto a un nivel de 90,1 d(B)A

$$10 \lg \left[\frac{1}{8} \left(1.5 \cdot 10^{0.70} + 1.5 \cdot 10^{0.901} + 5 \cdot 10^{0.808} \right) \right] = \underline{\underline{84.29 \text{ dB(A)}}$$

nivel equivalente diario del puesto

MEDICIONES BASADAS EN LA OPERACIÓN O LA TAREA

- ◆ El nivel equivalente diario se puede calcular de dos formas a partir de las operaciones:

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{8} 10^{L_{Aeq,T,m}/10} \right] \text{ dB (A)}$$

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{L_{Aeq,d,m}/10} \right] \text{ dB (A)}$$

En esta segunda forma, necesitamos conocer el nivel equivalente diario de cada una de las operaciones del puesto de trabajo

MEDICIONES BASADAS EN LA OPERACIÓN O LA TAREA

◆ El nivel equivalente diario de cada operación

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg \frac{T}{8}$$

Soldando 5 h/día expuesto a un nivel de ruido de 80.81 d(B)A

$$\text{Soldadura: } L_{(Aeqd)} = 80'8 + 10 \lg \left(\frac{5}{8} \right) = 78'75 \text{ dB(A)}$$

Nivel equivalente diario de la operación
De soldar en d(B)A

MEDICIONES BASADAS EN LA OPERACIÓN O LA TAREA

- ◆ Cálculo del nivel equivalente diario de un puesto de trabajo partiendo de los niveles equivalentes diarios de cada una de las tareas

$$L_{Aeq,d} = 10 \log \left[\sum_{m=1}^M 10^{L_{Aeq,d,m}/10} \right] \text{ dB (A)}$$

Para un puesto con tres tareas
 planificar – con nivel equivalente diario de 62.73 d(B)A,
 Soldando con nivel equivalente diario de 78.75 d(B)A,
 Cortando y puliendo con nivel equivalente diario de 82.83 d(B)A,

$$10 \lg \left(10^{0.6273} + 10^{0.7875} + 10^{0.8283} \right) = \underline{\underline{84.25 \text{ dB(A)}}}$$

**nivel equivalente
diario del puesto**

MEDICIONES BASADAS EN EL MUESTREO DURANTE EL TRABAJO

- ◆ En este tipo de estrategia, propuesta en el documento ~~ISO/TC 43/SC 1 N1649~~, norma UNE-EN ISO 9612, se trata de tomar aleatoriamente muestras durante el desarrollo del trabajo.
- ◆ La estrategia es apropiada cuando la jornada no puede dividirse en operaciones o no está clara dicha división.
- ◆ No es un sistema adecuado cuando hay episodios de ruido muy intensos y de corta duración.
- ◆ El muestreo puede llevarse a cabo en un grupo homogéneo de exposición (GHE), es decir, un grupo de trabajadores cuya exposición, a la vista de las condiciones de su trabajo, debería ser similar.

MEDICIONES BASADAS EN EL MUESTREO DURANTE EL TRABAJO

◆ De acuerdo con la siguiente tabla se selecciona la duración acumulada mínima de las mediciones. A continuación se elige el número de mediciones (como mínimo 5) y se decide la duración de cada muestra.

Selección de la duración del muestreo

Número de trabajadores del grupo homogéneo (G)	Duración mínima acumulada de las mediciones (horas)
$G \leq 5$	5
$5 < G \leq 15$	$5 + (G-5)/2$
$15 < G \leq 40$	$10 + (G-15)/4$
$G > 40$	17 o subdividir el grupo

MEDICIONES BASADAS EN EL MUESTREO DURANTE EL TRABAJO

- ◆ Hay que asegurarse que las muestras se distribuyen aleatoriamente tanto entre los trabajadores del GHE, como a lo largo de la jornada de trabajo.
- ◆ La selección de las muestras debe asegurar que se incluyen acontecimientos ruidosos específicos.
- ◆ El cálculo del nivel equivalente, durante la exposición de la jornada, asignable a los trabajadores del GHE, es:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{L_{Aeq,T,n}/10} \right] \text{ dB (A)}$$

Donde $L_{Aeq,T,n}$ es el nivel equivalente obtenido de la muestra n y N es el número de muestras tomadas.

MEDICIONES BASADAS EN EL MUESTREO DURANTE EL TRABAJO

◆ Por último, el nivel equivalente diario de los trabajadores del GHE es:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] \text{ dB (A)}$$

Donde T es el tiempo de exposición durante la jornada.

MEDICIONES DE LA JORNADA COMPLETA

- ◆ Este tipo de medición supone cubrir la totalidad del tiempo de trabajo de la jornada, incluyendo tanto los periodos más ruidosos como los más tranquilos.
- ◆ Lo más práctico es, en estos casos, utilizar dosímetros personales.
- ◆ Cuando no es posible que las mediciones se extiendan a la totalidad de la jornada, deben cubrir lo máximo posible e incluir los periodos más significativos de ruido.
- ◆ Ya que el valor que se obtiene es la media de lo que ha ocurrido, al emplear periodos prolongados y utilizar dosímetros personales, este tipo de medición tiene el riesgo de incluir contribuciones falsas.

MEDICIONES DE LA JORNADA COMPLETA

- ◆ **La forma de contrarrestar este riesgo es disponer de buena información sobre lo que ha ocurrido durante la medición.**
 - **mediante la observación,**
 - **la realización de mediciones prospectivas,**
 - **interrogando a los trabajadores sobre las actividades realizadas y los lugares donde han permanecido,**
 - **o valorando la exposición alternativamente sobre trabajadores seleccionados.**

MEDICIONES DE LA JORNADA COMPLETA

- ◆ También proporciona buena información la utilización de dosímetros personales que proporcionen el historial de la exposición (por ejemplo: evolución temporal del nivel de presión sonora).
- ◆ Inicialmente se realizan mediciones sobre tres jornadas completas, tomadas sobre grupos homogéneos de exposición (GHE).
- ◆ La media de las tres jornadas se toma como el $L_{aeq,d}$.
- ◆ Si los resultados difieren 3 dB o más, se deberá medir sobre una jornada adicional.