



ASPECTOS ERGONÓMICOS DEL RUIDO



Título:

Aspectos ergonómicos del ruido

Autor: Centro Nacional de Nuevas Tecnologías (CNNT) del INSST,
O.A., M.P.

Colaboradores:

María Sánchez Fuentes

Teresa Álvarez Bayona

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías (CNNT) del INSST, O.A., M.P.

Edita:

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías (CNNT) del INSST, O.A., M.P.

C/ Torrelaguna, 73 - 28027 Madrid

Tel. 91 363 41 00, fax 91 363 43 27

www.insst.es

Maquetación:

KENAF Servicios gráficos S.L.

C/ González Dávila, 20 - 4º Izquierda - Oficina 43 D - 28031 Madrid

Tlfn: 91.380.64.71 / e-mail: info@kenaf.es

Edición: Madrid, julio 2024

NIPO (en línea): 118-24-013-0

Hipervínculos: El INSST no es responsable ni garantiza la exactitud de la información en los sitios web que no son de su propiedad. Asimismo, la inclusión de un hipervínculo no implica aprobación por parte del INSST del sitio web, del propietario del mismo o de cualquier contenido específico al que aquel redirija.

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://cpage.mpr.gob.es>

Catálogo de publicaciones del INSST:

<http://www.insst.es/catalogo-de-publicaciones>



ASPECTOS ERGONÓMICOS DEL RUIDO

01	Nociones de acústica	4
	1.1. Ruido y sonido	4
	1.2. Propiedades físicas del sonido	5
	1.3. Sensación sonora	7
	1.4. Medición	8
02	Real Decreto 286/2006	10
03	Bases anatómicas y fisiológicas de la audición	12
04	Efectos del ruido desde el punto de vista ergonómico	14
	4.1. Efectos auditivos del ruido	14
	4.2. Efectos extra-auditivos del ruido	14
	4.2.1. Efectos fisiológicos	15
	4.2.2. Efectos psicológicos	16
	4.2.3. Efectos comportamentales	17
	4.2.4. Efectos sobre la seguridad	19
05	Evaluación del riesgo por exposición a ruido en ergonomía	20
	5.1. Curvas de valoración	23
	5.2. Método SIL	25
	5.3. Índice de ruido en oficinas (IRO)	26
06	Medidas preventivas	29
07	Bibliografía	32
	Legislación	32
	Normas	33
	Bibliografía	34



NOCIONES DE ACÚSTICA

1.1. Ruido y sonido

El **sonido** es un fenómeno vibratorio que, a partir de una perturbación inicial del medio elástico donde se produce, se propaga en ese medio, bajo la forma de una variación periódica de presión sobre la presión atmosférica, y que puede ser percibido por el sistema auditivo.

El sonido como fenómeno físico tiene capacidad para producir cambios físicos en el oído, pero, además, sufre un proceso intelectual de interpretación, lo cual va bastante más allá de la detección. La música, un sonido que guarda cierto orden matemático en sus combinaciones de intensidad y frecuencias, puede producir sentimientos diversos y también puede excitar o adormecer.

Se puede considerar que el ruido es un sonido molesto e indeseado. Esta definición tiene una componente de apreciación subjetiva por parte del oyente respecto a un fenómeno físicamente cuantificable.

Simplificando, se podría decir que el sonido es una vibración que el oído humano puede percibir. Si esta percepción tiene connotaciones negativas, el sonido se convierte en ruido.

Un mismo sonido puede ser considerado como agradable o desagradable por diferentes personas, o incluso por una misma persona en diferentes momentos o situaciones, en función de diversos factores que se verán a lo largo del presente documento.

Diferencias del ruido con respecto a otros contaminantes

- Es barato de producir. Necesita muy poca energía para ser emitido.
- No deja residuos, no tiene efecto acumulativo en el medio, pero sí en las personas.

01

- Su radio de acción es mucho menor que otros contaminantes: se encuentra localizado.
- No se traslada a través de los sistemas naturales.
- Solo se percibe por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto.

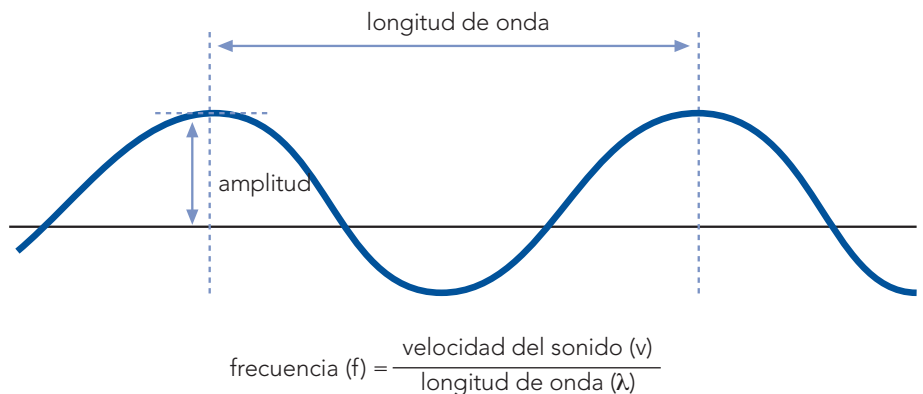
1.2. Propiedades físicas del sonido

Las principales propiedades que caracterizan al sonido son:

A. Presión acústica (volumen o intensidad)

Es la variación de presión, en relación con la presión atmosférica, que se produce cuando una onda sonora se propaga en un medio elástico como el aire. Es un parámetro muy útil por ser fácil de medir. Está relacionada con la amplitud de onda (figura 1.1.). Permite clasificar los sonidos en fuertes y débiles.

Figura 1.1. Características de una onda.



Para que las variaciones de presión puedan ser audibles, deben estar comprendidas en el rango de $20 \cdot 10^{-6}$ y 200 Pa , o lo que es lo mismo, entre 20 y $200.000.000 \mu\text{Pa}$ (Pa -Pascal: unidad de medida equivalente a la presión uniforme que ejerce la fuerza de un newton sobre la superficie plana de un metro cuadrado), lo que obligaría a utilizar para su cuantificación una escala de 10 millones de unidades, que resulta muy poco operativo.

Para solventar este problema se convierte esta escala en otra logarítmica, introduciendo el concepto de nivel de presión acústica, que se mide en decibelios (dB); el decibelio toma la forma:

$$L = 10 \log_{10} \frac{P^2}{P_0^2} \text{ [dB]}$$

donde P es el nivel de presión existente y P_0 es la presión correspondiente al umbral auditivo ($P_0 = 20 \mu\text{Pa}$). Con esta conversión el nivel de dicho umbral auditivo es de 0 dB y el del umbral de dolor 140 dB .

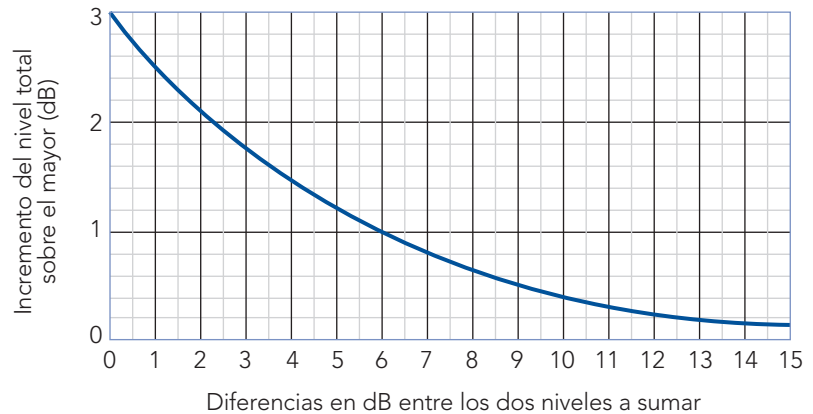
El utilizar una escala logarítmica conlleva que pequeñas diferencias en dB suponen en realidad un incremento importante de energía. Además,

02
03
04
05
06
07

01

los cálculos teóricos del sonido resultante de varias fuentes superpuestas deben tener en cuenta que las sumas de dB son sumas logarítmicas. Por ejemplo, la suma de dos presiones acústicas de igual valor da como resultado un nivel sonoro 3 dB superior a ellas. (65dB+ 65dB = 68 dB). En la figura 1.2 se representa un ábaco para calcular de forma aproximada la suma de dos niveles sonoros diferentes:

Figura 1.2. Adición de niveles sonoros.



B. Frecuencia (tono)

Es el número de variaciones de presión en un segundo, o bien el número de oscilaciones completas en una unidad de tiempo. Es inversamente proporcional a la longitud de onda (figura 1.1). Su unidad de medida es el Hercio (Hz), que equivale a ciclos/segundo.

Así como la presión o intensidad acústica determina el volumen de un sonido, la frecuencia determina el tono: bajas frecuencias, tonos graves; altas frecuencias, tonos agudos.

El oído humano potencialmente solo es capaz de percibir sonidos cuyas frecuencias se sitúen entre 20 y 20.000 Hz y es más sensible a unas frecuencias que a otras.

Resulta práctico dividir el espectro de frecuencias en grupos, denominados bandas de octava. Una banda de octava es un grupo de frecuencias comprendidas entre f_1 y f_2 , siendo $f_2 = 2 \times f_1$ y su $f_{central} = \sqrt{f_2 \cdot f_1}$, la escala de banda de octava más habitual es la mostrada en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Escala de bandas de octava.

Escala de bandas de octava								
Frecuencia central (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

C. Reverberación

Es un concepto interesante desde un punto de vista ergonómico, pues va a influir en el grado de bienestar acústico.

Cuando las ondas sonoras chocan con un obstáculo, una parte es absorbida y otra parte se refleja, avanzando de nuevo con menor energía. Pueden volver a chocar, perdiendo más energía y avanzando de nuevo. El sonido que recibe el trabajador será la combinación entre el sonido

02

03

04

05

06

07

01

del choque inicial y los reflejos que se siguen produciendo, aunque el foco haya dejado de emitir.

El tiempo de reverberación (TR) de un local, para una banda de frecuencia dada, se define como el tiempo necesario (en segundos) para que, después del cese de la emisión de ruido, el nivel de presión acústica disminuya 60 dB. Este tiempo va a depender de la geometría del local, de sus materiales, etc.

Si el TR es muy prolongado se seguirán oyendo los sonidos previamente emitidos cuando se generen los nuevos, provocando distorsiones en el sonido que perjudican la inteligibilidad de la palabra. Además, se produce un aumento del nivel del ruido ambiente.

Si el TR es muy corto los sonidos suenan débiles, especialmente si se perciben lejos de la fuente.

El Documento Básico de protección frente al Ruido del Código Técnico de Edificación "DB-HR Protección frente al ruido", aprobado por el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre, establece en su apartado 2.2, unos valores límite para el TR (tabla 1.2).

Tabla 1.2. Tiempos de reverberación.

RECINTO	TIEMPO DE REVERBERACIÓN
Aulas y salas de conferencias vacías, sin ocupación y sin mobiliario, de volumen < 350 m ³	< 0,7 s
Aulas y salas de conferencias vacías, pero incluyendo el total de las butacas, de volumen < 350 m ³	< 0,5 s
Comedores y restaurantes vacíos	< 0,9 s

1.3. Sensación sonora

Como se ha comentado, el oído humano puede discriminar la frecuencia de la onda sonora (entre 20 y 20.000 Hz) y su nivel de presión acústica (entre 20x10⁻⁶ y 200 Pa). Esta discriminación no es lineal, es decir, el oído no se comporta igual frente a un aumento de presión sonora en las distintas frecuencias, sino que atenúa la sensación en las frecuencias de 20 a 1000 Hz (graves), amplifica entre 1000 y 5000 Hz y vuelve a atenuar a partir de 5.000 Hz (muy agudas). Es decir, para una misma sensación sonora, se necesita más presión acústica a frecuencias bajas (< 1000 Hz) y altas (> 5000Hz). Por ello, se ha de medir el ruido utilizando un dispositivo que permita determinar los niveles de presión acústica de forma similar a como los percibe el oído humano, es decir, se debe aplicar un "filtro de corrección" o lo que es lo mismo, una "escala de ponderación". La figura 1.3 muestra diferentes escalas de ponderación, siendo la escala A la empleada principalmente para evaluar el ruido en los lugares de trabajo, por ser la que más se asemeja al comportamiento del oído humano:

02

03

04

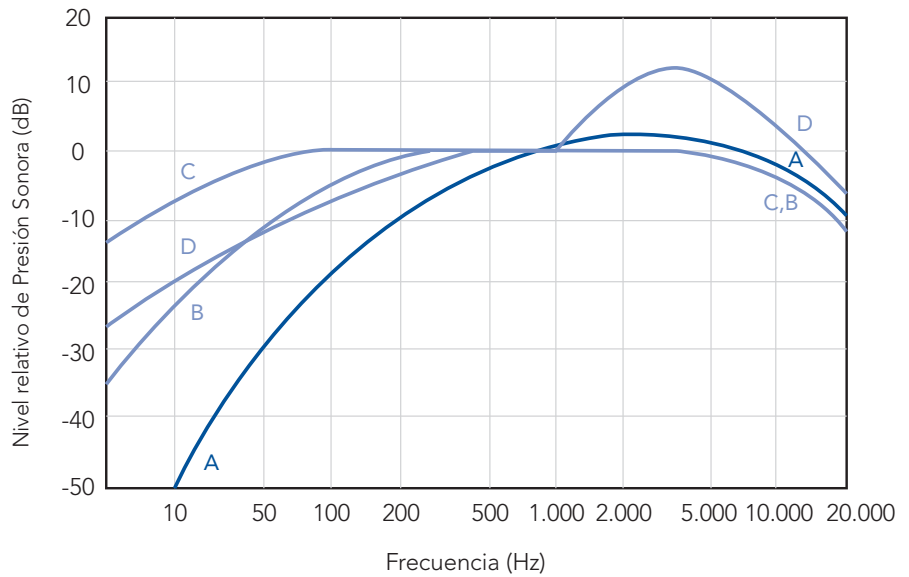
05

06

07

01

Figura 1.3. Diferentes escalas de ponderación.



1.4. Medición

A la hora de realizar una medición del ruido, se pueden emplear diferentes instrumentos:

- Un **sonómetro** mide de forma directa el nivel de presión sonora de un ruido, ya sea instantáneo, utilizando un sonómetro convencional, o promediado en el tiempo, mediante un sonómetro integrador. Presenta la lectura en decibelios (dB). Si la diferencia entre los niveles de ruido máximo y mínimo es menor de 5 dB se considera ruido estable, y se puede medir con un sonómetro convencional, proporcionando el Nivel de Presión Acústica Ponderado A (L_{pA})¹, mientras que un sonómetro integrador sirve para todo tipo de ruido en puestos fijos y mide el Nivel de Presión Acústica Equivalente Ponderado A ($L_{Aeq,T}$)². Si el tiempo durante el que se pondera la medición son 8 horas, el valor que se obtiene es el nivel de exposición diaria ($L_{Aeq,d}$).
- Un **dosímetro** es un medidor de exposición sonora personal, que utiliza un micrófono y una serie de circuitos medidores de presión sonora. La dosis acumulada en el tiempo se refleja en un monitor que permite conocer el porcentaje de dosis de ruido recibido, ya sea durante toda la jornada laboral o a lo largo de un determinado número de ciclos de trabajo. Sirve para todo tipo de ruidos en puestos fijos y móviles.

02

03

04

05

06

07

¹ Nivel de Presión Acústica Ponderado A (L_{pA}): Valor del nivel de presión acústica, en decibelios, determinado con el filtro de ponderación frecuencial A, dado por la siguiente expresión:

$$L_{pA} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_A^2}{P_0^2} \right) \text{ [dB]}$$

donde P_A es el valor eficaz de la presión acústica ponderada A, en Pascales.

² Nivel de Presión Acústica Equivalente Ponderado A ($L_{Aeq,T}$): El nivel, en decibelios A, dado por la expresión:

$$L_{Aeq,t} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P_A(t)}{P_0} \right)^2 dt \right) \text{ [dB]}$$

donde $T = t_2 - t_1$ es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

01

Se debe tener en cuenta que los instrumentos de medición deben cumplir los requisitos establecidos en el Anexo III "Instrumentos y condiciones de aplicación", del [Real Decreto 286/2006, sobre la protección de los trabajadores frente al ruido](#) (RD 286/2006). Por ejemplo: el sonómetro integrador-promediador se ha de ajustar como mínimo a las prescripciones establecidas en la serie de normas UNE-EN 61672 (versión posterior de la norma UNE-EN 60804:1996, a la que hace referencia el RD 286/2006), y los instrumentos de medición deben comprobarse antes y después de la medida mediante un calibrador acústico.

Tanto los sonómetros como los dosímetros y los calibradores acústicos, deben someterse al control metrológico del Estado según la [ORDEN ITC/155/2020](#) de 7 de febrero, que establece que los sonómetros y sonómetros integradores-promediadores deben cumplir los requisitos establecidos en la serie de normas **UNE-EN 61672**, los calibradores acústicos los de la norma **UNE-EN IEC 60942** y los dosímetros los de la norma **UNE-EN 61252**. Esta orden también indica en el apartado 5 de su anexo XIV, que el plazo de verificación periódica de estos equipos será de un año.

Para realizar mediciones desde un punto de vista ergonómico adquiere una importancia especial el *analizador de frecuencias*. Es una función que permite a los sonómetros-promediadores y dosímetros descomponer el ruido en sus diferentes frecuencias y agruparlas en bandas de octava. Es interesante porque los efectos del ruido sobre el ser humano no solo dependen del volumen, sino también de la frecuencia o tono que presenta.

02

03

04

05

06

07

01

02



REAL DECRETO 286/2006

El [Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido](#) es el principal referente normativo y constituye la normativa vigente en España para la protección frente a los efectos nocivos derivados de la exposición al ruido en el ámbito laboral. Tiene por objeto, según su artículo 1:

“Establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores contra los riesgos para su seguridad y su salud derivados o que puedan derivarse de la exposición al ruido, en particular los riesgos para la audición”.

Los conceptos básicos que se indican en esta normativa son:

- La responsabilidad de su aplicación recae sobre la empresa, tanto en lo que se refiere a la evaluación como a la adopción de medidas técnicas y organizativas a adoptar.
- El principio básico es eliminar el riesgo en el origen o reducirlo al nivel más bajo posible, basándose en los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley 31/1995.
- Se debe efectuar una evaluación de riesgos basada en la medición, excepto para los casos en los cuales la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma.
- Los valores de exposición que presenta (tabla 2.1) tienen como principal objetivo la protección principalmente de los efectos auditivos. No se puede garantizar que por debajo del valor inferior de exposición que da lugar a una acción (80 dBA) no se produzcan efectos extra-auditivos, como se expone en este documento.

03

04

05

06

07

- 01
- 02

Establecer valores para controlar las molestias es muy difícil, ya que dependen de múltiples factores con una amplia variabilidad, al estar condicionados por las diferencias entre personas trabajadoras, con distintos estados de salud y exposiciones a ruidos con características distintas.

Tabla 2.1. Valores de exposición indicados en el RD 286/2006.

	Nivel de exposición diaria (L _{Aeq,d})	Nivel de pico
Valores límite de exposición	87 dBA	140 dBC
Valores superiores de exposición que dan lugar a una acción	85 dBA	137 dBC
Valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción	80 dBA	135 dBA

- La evaluación requiere una revisión periódica en función del nivel de ruido.
- Se debe llevar a cabo una vigilancia de la salud con control audiométrico con una periodicidad determinada, según el artículo 11.2 *"...Su periodicidad será como mínimo, cada tres años en los puestos de trabajo en los que se sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, o cada cinco años cuando se sobrepasen los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción."*³.
- Se deben establecer unas pautas de utilización de protectores auditivos individuales, teniendo en cuenta las posibles excepciones.
- Se deben establecer los criterios de formación, información, consulta y participación de los trabajadores.

- 03
- 04
- 05
- 06
- 07

³ El "Protocolo para la vigilancia sanitaria específica de las personas trabajadoras expuestas al ruido" publicado por el Ministerio de Sanidad en el año 2022 también indica esta periodicidad.

01

02

03

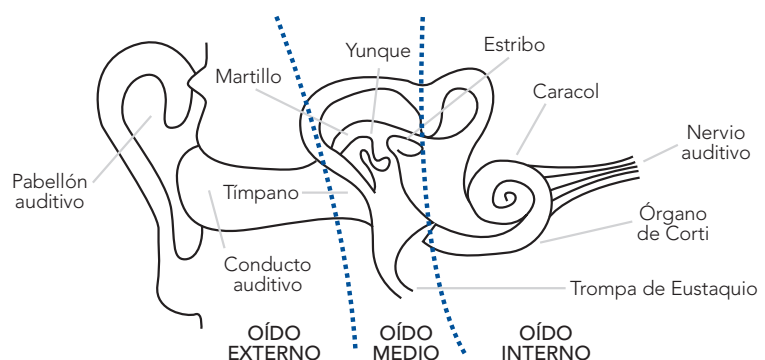


BASES ANATÓMICAS Y FISIOLÓGICAS DE LA AUDICIÓN

El oído se divide en tres partes:

- **Oído externo:** está formado por el pabellón auditivo y el conducto auditivo externo. Termina en el tímpano. Transforma la presión de la onda sonora en vibración del tímpano.
- **Oído medio:** se encuentra entre el tímpano y la membrana oval y está formado por una cadena de huesecillos móviles (martillo, yunque y estribo) que conducen la vibración hasta la ventana oval. Está en comunicación directa con nariz y garganta a través de la trompa de Eustaquio, lo que permite la entrada y salida de aire del oído medio para equilibrar las diferencias de presión con el exterior.
- **Oído interno:** está dividido en el caracol o cóclea, con el órgano de Corti como receptor sensorial, y cuyas células sensoriales enlazan con las terminales nerviosas del nervio auditivo que llega hasta el lóbulo temporal, el vestíbulo (responsable del equilibrio) y tres canales semicirculares, comunicados entre sí, y que contienen un fluido gelatinoso denominado endolinfa.

Figura 3.1. Partes del oído.



04

05

06

07

- 01
- 02
- 03

El órgano de Corti contiene células ciliadas, receptores sensibles a sonidos del rango audible de frecuencias, que transforman la energía mecánica de las ondas sonoras en energía que excita al nervio auditivo.

Las células del órgano de Corti no tienen capacidad regeneradora, es decir, cuando se lesionan se pierde audición de forma irremediable.

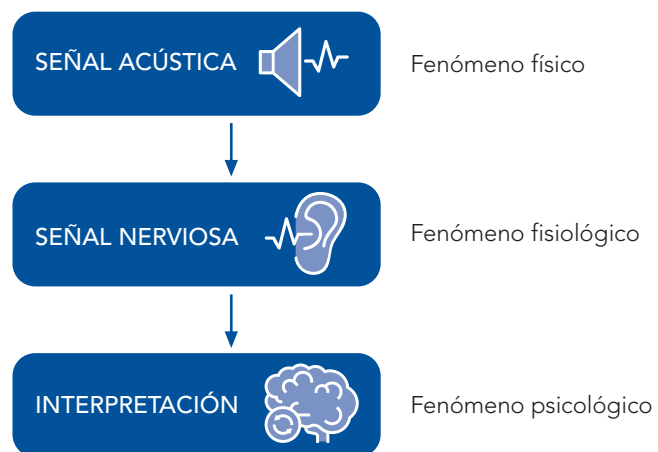
El sistema vestibular (vestíbulo y canales semicirculares) como responsable del equilibrio integra también los estímulos visuales y somato sensoriales.

El proceso de audición empieza cuando las ondas sonoras son captadas por el pabellón auditivo y llegan por el conducto auditivo externo al tímpano. Mediante vibraciones se transmiten las ondas a la cadena de huesecillos, que a su vez se mueven y transmiten esta vibración. La onda acústica se transforma aquí en una vibración mecánica. Esta vibración pasa por la ventana oval al caracol, el movimiento de la endolinfa que se produce al vibrar la cóclea estimula el movimiento de las células ciliadas del órgano de Corti, que son de estructura nerviosa. Las células de Corti enlazan con la red de nervios que llega a la superficie del cerebro (córtex auditivo).

El patrón de respuesta de las células ciliadas a las vibraciones de la cóclea codifica la información sobre el sonido para que pueda ser interpretada por los centros auditivos del cerebro: es ahí donde se produce la interpretación de dicha señal.

El proceso de percepción de un estímulo sonoro se produce de manera que el oído interno transforma la señal acústica (fenómeno físico) en una señal nerviosa (fenómeno fisiológico). Esa señal se transmite por el nervio auditivo al cerebro, donde se integra y se interpreta (figura 3.2.).

Figura 3.2. Proceso de percepción.



- 04
- 05
- 06
- 07

En el oído interno existen conexiones nerviosas no solo con el nervio auditivo, también existen otras conexiones indirectas con otros sistemas como el neuroendocrino, el sistema nervioso autónomo y el sistema límbico. Debido a estas conexiones de las vías acústicas con otros sistemas se justifica la existencia de los efectos extra-auditivos del ruido.

01

02

03

04



EFECTOS DEL RUIDO DESDE EL PUNTO DE VISTA ERGONÓMICO

4.1. Efectos auditivos del ruido

El efecto más conocido y preocupante de la exposición al ruido es la pérdida de la capacidad auditiva. Este efecto depende fundamentalmente del nivel de presión acústica y del tiempo de exposición.

El estudio del efecto auditivo no va a ser tratado con detalle, al no ser objeto de este documento.

Sin embargo, se debe recordar que la **hipoacusia** producida por exposición al ruido puede ser de dos tipos: de *conducción* y de *percepción o neurológica*.

- La pérdida conductiva se puede deber a la rotura del tímpano o a una dislocación de los huesos del oído medio. Se origina por una onda sonora de elevada energía, como por ejemplo una explosión.
- La exposición prolongada al ruido puede producir una pérdida auditiva por lesión neural en las células del órgano de Corti, originándose un daño que se puede convertir en un proceso irreversible y permanente.

4.2. Efectos extra-auditivos del ruido

El ruido no solo afecta al oído, puede producir daño en otros órganos, dando lugar a una serie de efectos extra-auditivos.

La prevención de estos efectos entra dentro del ámbito de actuación de la ergonomía y son el objeto principal de este documento.

05

06

07

01

02

03

04

4.2.1. Efectos fisiológicos

Se pueden observar efectos fisiológicos tanto *motores* (contracciones musculares), *vegetativos* (variaciones en la frecuencia cardíaca, vasoconstricción periférica, aumento de la presión sanguínea, ralentización de los movimientos respiratorios, etc.) y *electroencefalográficos*.

Las respuestas podrán ser:

- **A corto plazo:** respuestas psicofisiológicas inmediatas provocadas por cambios cualitativos o cuantitativos en el ruido. Como ejemplos están el “reflejo de orientación” y el “reflejo de sobresalto”. El primero está relacionado con los procesos de atención e implica redirección de los órganos sensitivos hacia la fuente de ruido y una serie de respuestas fisiológicas, como disminución de la frecuencia cardíaca, del flujo y la presión sanguínea, y aumento de la secreción de las glándulas sudoríparas. El reflejo de sobresalto implica parpadeo, sacudida muscular y aumento de las frecuencias cardíaca y respiratoria.

Ambas respuestas son cortas y débiles y no suelen tener consecuencias importantes, pero sirven como indicadores de la capacidad del ruido para distraer la atención.

- **A largo plazo:** el ruido produce alteraciones fisiológicas que pueden afectar a la salud. Estos efectos dependen también del tipo de actividad, de las exigencias de la tarea, de las condiciones de ejecución, de la duración del trabajo con exposición al ruido y de las características de cada persona. Los efectos se pueden clasificar en:
 - *Efectos cardiovasculares:* son los más estudiados. Se ha comprobado que durante la exposición a ruido se produce vasoconstricción periférica y se eleva la presión diastólica. También se sabe que entre personas expuestas a ruido son más frecuentes los trastornos cardiovasculares, sobre todo, la hipertensión. No obstante, los trastornos cardíacos dependen además de otros factores como la reactividad vegetativa de la persona, del carácter previsible o no del ruido, de la actividad y de otros factores.
 - *Efectos hormonales:* el ruido afecta a la secreción de las “hormonas del estrés”: catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) y hormonas corticosuprarrenales (cortisol), pero este efecto varía en función de la actividad, de la tarea y de factores físicos y psicosociales. Se ha comprobado también un incremento significativo de la Hormona del Crecimiento (GH), que es un importante marcador del estrés.
 - *Efectos sobre el sueño:* las personas expuestas a ruido durante el día pueden sufrir alteraciones del sueño, tanto en la calidad como en la cantidad de este. Se reduce tanto el número como la duración de los ciclos del sueño. El ruido también puede provocar el efecto contrario, inducir sueño, especialmente en el caso de ruidos de baja frecuencia, monótonos y repetitivos.

05

06

07

01

02

03

04

4.2.2. Efectos psicológicos

Los efectos psicológicos son subjetivos, y por tanto difíciles de cuantificar. El efecto psicológico más conocido que produce el ruido es la sensación de desagrado y molestia.

Es muy difícil establecer unos valores a partir de los cuales se produce sensación de molestia, ya que cada persona valora el ruido de una manera diferente. Por ejemplo, un mismo ambiente acústico puede ser molesto para una persona y no para otra. Esta situación va a dificultar el estudio objetivo del problema. La valoración de los aspectos relacionados con la producción del ruido (frecuencia e intensidad) son sencillos de determinar, sin embargo, otro tipo de factores que influyen sustancialmente como son el contexto psicosocial, la actitud personal hacia la fuente de ruido, la actividad, la tarea, etc., son mucho más complicados de valorar objetivamente.

La evaluación subjetiva del ruido se realiza mediante cuestionarios y escalas de autovaloración. De la relación entre estas evaluaciones subjetivas y las características físicas del sonido surgen las *bases psicoacústicas del ruido*, que han permitido el desarrollo de una serie de índices acústicos cuyo objetivo es valorar el grado de molestia de una forma más objetiva (se desarrolla en el apartado 5).

Los factores más relacionados con estos efectos son:

- **Intensidad:** si se aumenta el nivel de un ruido, el aumento del nivel de molestias será proporcional, pero entre dos ruidos diferentes no siempre el más molesto es el de mayor intensidad.
- **Frecuencia:** dado que el oído humano es más sensible a las frecuencias altas, en igualdad de condiciones, estas se perciben como más ruidosas.
- **Variabilidad temporal:** cuando el ruido varía en el tiempo, hay menos riesgo de daños objetivos que si es constante, pero en cuanto a reacciones subjetivas, la variabilidad es en sí misma una característica molesta.
- **Relación señal-ruido:** cuando un ruido enmascara palabras o sonidos que la persona trabajadora cree relevantes (señales), se considera especialmente molesto.
- **Contenido informativo:** si el contenido informativo es útil (ruidos que avisan de anomalías, etc.), los ruidos se consideran más aceptables que si no llevaran ninguna información.
- **Predecibilidad y controlabilidad:** los ruidos imprevisibles irritan más que los rutinarios o periódicos. Cuando una persona trabajadora puede controlar la producción de un ruido está menos molesta que si no puede hacerlo.
- **Actitud respecto a la fuente del ruido:** un trabajador a disgusto con una máquina determinada estará especialmente molesto por el ruido de esa máquina.
- **Actividad en curso:** en la evaluación subjetiva influyen las exigencias de la tarea y la carga de trabajo.

05

06

07

01

02

03

04

- **Necesidad de ruido:** un ruido se considera más aceptable cuando es consecuencia inevitable de la actividad desarrollada.
- **Diferencias individuales:** existen diferencias interindividuales en cuanto a la sensibilidad al ruido, de forma que un mismo ambiente acústico provoca respuestas que pueden ser muy distintas en diferentes personas.

4.2.3. Efectos comportamentales

En el ámbito laboral, los efectos más estudiados del ruido sobre el comportamiento han sido los que afectan al *rendimiento* y al *comportamiento social*, especialmente a la comunicación.

- **Efectos sobre el rendimiento**

Los efectos del ruido sobre el rendimiento (entendido como la eficacia de la persona trabajadora en la realización de su trabajo) son complejos y afectan de distinta manera a diferentes actividades, dependiendo de factores como las características del ruido (intensidad, frecuencia, tipo, significación, etc.), la posibilidad de previsión y control del mismo, naturaleza y exigencias de la tarea, duración, variables psicofisiológicas personales (sensibilidad, estado funcional, motivación, etc.) y la presencia de otros factores ambientales molestos.

No hay efectos claramente definidos del ruido sobre el rendimiento de la tarea. Un mismo tipo de ruido podría disminuir la concentración en unos casos o ser estimulante en otros. En tareas que requieren un nivel de concentración elevado introducir un ruido puede afectar negativamente, mientras que ese mismo ruido presente en tareas monótonas o repetitivas puede resultar estimulante.

Los efectos nocivos del ruido parecen estar asociados fundamentalmente con tareas en las que hay que aplicar conocimientos, pensar detenidamente y llegar a conclusiones. Esto involucra a la memoria a corto y largo plazo. Weinstein en 1977 demostró que en una prueba de lectura, un ruido entre 68 y 70 dB(A) impide significativamente la detección de errores gramaticales (tarea basada en el conocimiento), pero no afecta a la habilidad de detectar errores ortográficos (tarea basada en reglas).

Por lo tanto, el ruido provoca disminución de la atención y deteriora especialmente la realización de trabajos que requieren concentración, rapidez o destreza. Es preciso hacer un esfuerzo suplementario para aislarse del ruido, lo que se traduce en un mayor desgaste y fatiga. Aunque también hay que tener en cuenta que el ruido puede no afectar, incluso en ciertas circunstancias puede ser un aspecto positivo, para el desempeño de tareas rutinarias o basadas en la destreza.

En general, se puede observar que el ruido casi siempre es molesto para el trabajo, y que las actividades que demandan un esfuerzo de atención mayor y más sostenido en el tiempo son más sensibles al ruido.

05

06

07

01

02

03

04

- **Efectos sobre el comportamiento social**

Efectos psicosociales: la mera presencia de ruido, por sí sola e independientemente de sus características, provoca un conjunto de sensaciones desagradables y molestias que pueden manifestarse en el comportamiento individual y social de las personas expuestas. Si la exposición es crónica, se incrementa la irritabilidad, se manifiestan tendencias agresivas, y se dificulta la ayuda y colaboración entre la plantilla. Las relaciones interpersonales se hacen más difíciles, tanto por la fatiga que se genera como por el tiempo de recuperación auditiva tras el trabajo y por las alteraciones de comportamiento que se pueden ocasionar. Los efectos que a este nivel se pueden producir son:

- Dificultades de comunicación, como se verá más adelante.
- Perturbaciones del reposo y del descanso.
- Perturbaciones del sueño nocturno.
- Disminución de la capacidad de concentración.
- Sensación de malestar: empieza a manifestarse a partir de 35 dB(A), estando el umbral en 65 dB(A), según la OMS.

Efectos sobre la comunicación: el ruido puede dificultar la comunicación hablada en el puesto de trabajo (la comprensión de los mensajes verbales), lo que repercute en la seguridad, el proceso productivo y las relaciones personales y profesionales. La dificultad para comunicarse con otras personas durante la jornada laboral aumenta el aislamiento y hace más penosas las condiciones de trabajo. La interferencia del ruido en la comunicación verbal depende de los siguientes factores:

- Nivel de presión acústica (intensidad).
- Espectro del ruido existente (frecuencia).
- Tono de voz empleado.
- Distancia entre los interlocutores.
- Exigencias conversacionales de la tarea.

La comunicación en ambientes ruidosos aumenta la carga de trabajo tanto en el emisor como en el receptor: uno debe elevar la voz y el otro debe incrementar la atención para comprender el mensaje. La dificultad de comprensión aumenta cuando el trabajador debe prestar atención simultáneamente al mensaje verbal y a señales provenientes de otras fuentes.

Existen diversos métodos para establecer unos niveles máximos o recomendados de ruido que permitan mantener la comunicación dentro de unos niveles aceptables, siendo el Método SIL (del inglés, Speech Interference Level) uno de los más empleados. Este método establece los niveles máximos de ruido aceptables para el rango de frecuencias conversacionales (entre 500 y 4000 Hz). Este método se desarrolla en el apartado 5.2. del presente documento.

05

06

07

01

02

03

04

4.2.4. Efectos sobre la seguridad

Se observa que en ambientes ruidosos los trabajos son más peligrosos que los efectuados en ambientes silenciosos, pero no se ha demostrado que la causa directa sea el ruido y, por lo tanto, no se puede establecer una relación causal entre ruido y accidentes.

En todo caso, el ruido es un factor potencial de riesgo para la seguridad o, al menos, favorece el error humano, pues enmascara los sonidos portadores de información útil (señales de alarma, avisos peligrosos, mensajes de advertencia de peligro, etc.), interfiere en la comunicación y desvía la atención.

05

06

07

01

02

03

04

05



EVALUACIÓN DEL RIESGO POR EXPOSICIÓN A RUIDO EN ERGONOMÍA

En primer lugar, hay que asegurar que no se sobrepasan los valores que se establecen en el RD 286/2006, bien a través de la observación de un técnico competente o bien a través de una medición. Pero como se ha comentado anteriormente, hay que tener en cuenta que no queda demostrado que el cumplimiento de estos valores proteja frente a riesgos no auditivos, por tanto, la evaluación no puede finalizar en este punto, en especial si se han detectado posibles molestias.

Este Real Decreto establece la metodología de evaluación, así como los valores límites, los equipos de medición y la metodología para llevar a cabo mediciones enfocadas a prevenir los efectos auditivos. Por el contrario, en el caso de los efectos extra-auditivos la normativa no es clara como en el caso anterior. No establece unos límites como referencia para llevar a cabo esta evaluación. Lo que sí está claro es que se debe evaluar. Se puede recurrir a otras fuentes, por ejemplo, en el *Real Decreto 486/1997*, sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo, en su anexo III, punto 2 se establece que:

“Asimismo, y en la medida de lo posible, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para los trabajadores”.

Hay otro tipo de normativa que se debe tener en cuenta ya que desarrolla diversos criterios técnicos y facilita valores de referencia sobre bienestar acústico. Por ejemplo:

- **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. En el artículo 14 establece las exigencias básicas de protección frente al ruido.

06

07

01

02

03

04

05

El documento básico de protección frente al ruido (DB-HR) establece los criterios acústicos para las obras de nueva construcción y reformas en los edificios ya existentes, sustituyendo los criterios de la Norma Básica de la Edificación NBE CA-88. Los valores definidos en el DB-HR aseguran el cumplimiento de las exigencias básicas y proporcionan soluciones técnicas de reducción de ruido con los valores necesarios de atenuación de los aislamientos, así como el sistema de verificación acústica de las edificaciones.

- **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.

El anexo III de este real decreto recoge valores de niveles de inmisión⁴ que no deben superarse para dar cumplimiento a los objetivos de calidad acústica establecidos en el anexo II, y considerados valores admisibles de referencia para evitar molestias y alteraciones en el sueño.

- **Real Decreto 1027/2007**, de 20 de julio, por el que se aprueba el nuevo Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). En su artículo 11.4 sobre *Bienestar e higiene*, establece que:

“Calidad del ambiente acústico: en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de las instalaciones térmicas estará limitado.”

Su instrucción técnica IT 1.1.4.4 sobre *Exigencia de calidad del ambiente acústico* indica:

“Las instalaciones térmicas de los edificios deben cumplir la exigencia del documento DB-HR Protección frente al ruido del Código Técnico de la Edificación, que les afecten.”

Independientemente de la metodología de evaluación que se considere, hay que comenzar por realizar un análisis de la tarea lo más detallado posible, obteniendo el mayor número de datos en cuanto al número de ocupantes, jornada, tipo de trabajo (necesidad de concentración, dificultad de la tarea, etc.), fuentes de ruido, distribución temporal del mismo a lo largo de la jornada, acústica del local, etc.

Como se ha visto, los ruidos pueden provocar diferentes efectos, así que, dependiendo del objetivo de la evaluación, se requerirán unos métodos u otros. No va a ser lo mismo evaluar la dificultad en la concentración para realizar una tarea que evaluar la capacidad de comunicación en un entorno ruidoso.

Una vez establecido el objetivo de la evaluación, el primer paso será la **identificación de las fuentes de ruido**. En general, se pueden considerar cuatro fuentes principales de ruido:

- *Ruido exterior*: tráfico rodado, tráfico aéreo, obras públicas, actividades comunitarias (espectáculos, manifestaciones, etc.).

06

07

⁴ Nivel de inmisión: nivel acústico medio existente durante un período de tiempo determinado, medido en un sitio determinado.

01

02

03

04

05

- *Ruido producido por las personas*: movimiento de las personas o sus actividades (grapar, dar golpes, etc.) y, sobre todo, las conversaciones, especialmente aquellas en las que no se está directamente implicado y que son inteligibles.
- *Ruido de las instalaciones*: ascensores, conducciones de agua, instalaciones lumínicas y, sobre todo, los sistemas de ventilación y climatización.
- *Ruido de los equipos de trabajo*: impresoras, fotocopiadoras o cualquier otro tipo de máquina, teléfonos, ordenadores, en definitiva, equipos para la realización del trabajo.

El segundo paso debería consistir en determinar qué **características de las tareas realizadas, del ruido y de la persona trabajadora** hace que se considere ese ruido molesto o inadecuado. Existen cuatro clases principales de variables que influyen en el grado de molestia:

- Características físicas del ruido:
 - Nivel de presión sonora.
 - Frecuencia.
 - Variabilidad.
- Características no físicas del ruido:
 - Contenido en información.
 - Predictibilidad.
- Características de la persona:
 - Actitud frente al ruido.
 - Estado de salud auditiva.
- Actividad desarrollada:
 - Grado de atención.
 - Complejidad de la tarea.
 - Necesidad de discriminación auditiva.

Una vez que se dispone de toda la información necesaria se determinará la metodología de la evaluación.

Los *cuestionarios de tipo subjetivo* resultan útiles como primera aproximación. En este tipo de cuestionario el servicio de prevención recopila información sobre los factores indicados anteriormente, pudiendo ponerse ya de manifiesto la existencia de molestias, fuentes de ruido molestas, número de afectados, periodos y horarios especialmente problemáticos, etc. En muchas ocasiones, un cuestionario de este tipo será suficiente puesto que la información que de él se obtenga marcará el camino a seguir. Sin embargo, otras veces esta información no bastará para detectar el problema, por lo que se deberá recurrir a otro tipo de herramientas, que incluirían la medición objetiva de una serie de pará-

06

07

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05

metros. El INSST dispone de un cuestionario denominado “Ruido: Evaluación y Acondicionamiento ergonómico”, muy útil en este punto.

Además de estos cuestionarios y criterios técnicos, existen diversos métodos de evaluación, desarrollados por distintos autores y basados en aspectos diferentes, de los cuales se van a estudiar con detenimiento, por ser los más utilizados en ergonomía, los siguientes:

- Curvas de valoración (NR, NC/PNC, RC).
- Método SIL (del inglés, “Speech Interference Level”).
- Índice de Ruido en Oficinas (IRO).

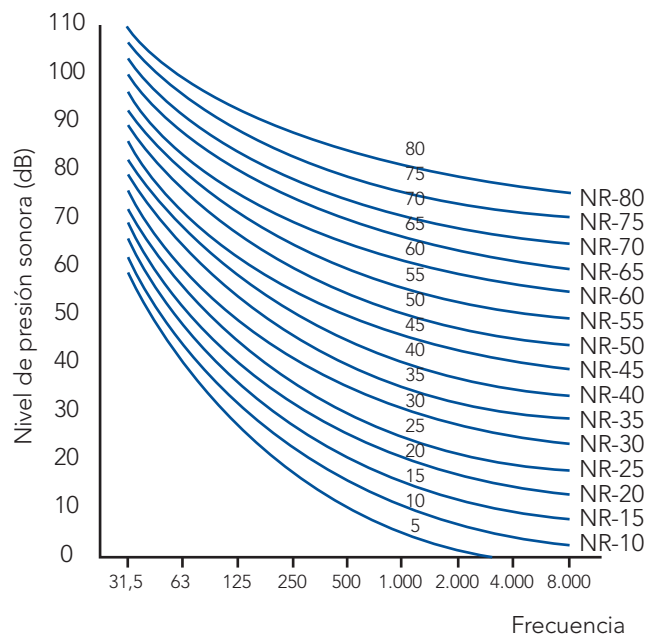
5.1. Curvas de valoración

Son una familia de métodos basados en unas curvas que se han obtenido mediante pruebas subjetivas realizadas a colectivos de personas ocupadas en diferentes actividades. Así, en función del tipo de actividad que se esté realizando, se eligen las curvas, que delimitan las condiciones de **bienestar acústico** y cuyos valores no deben ser superados por los niveles medidos.

Uno de los criterios más utilizados son las curvas NR (*Noise Rating*), desarrolladas en la norma UNE 74022-81 que actualmente está anulada, lo que no ha impedido que siga teniendo un uso muy extendido.

Las curvas NR (figura 5.1.) son una familia de curvas de las cuales se selecciona una u otra en función de parámetros como el tipo de actividad o el local.

Figura. 5.1. Curvas NR.



La siguiente tabla (tabla 5.2.) representa algunos ejemplos de actividades o locales y las curvas NR que se deberían seleccionar:

- 06
- 07

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05

Tabla 5.2. Intervalo de curvas NR aceptables.

Local-actividad	Intervalo de curvas NR
Talleres	60-70
Oficinas mecanizadas	50-55
Gimnasios, salas de deporte, piscinas	40-50
Restaurantes, bares y cafeterías	35-45
Despachos, bibliotecas, salas de justicia	30-40
Cines, hospitales, iglesias, pequeñas salas de conferencias	25-35
Aulas, estudios de televisión, grandes salas de conferencias	20-30
Salas de concierto, teatros	20-25
Clínicas, recintos para audiometrías	10-20

Para aplicar este método se debe obtener el análisis de frecuencias del ruido objeto de estudio. Se intercalan esas frecuencias en el gráfico de curvas NR y se elige una curva NR como criterio de referencia. Se compara el espectro del ruido con la curva referencia y si alguna frecuencia del espectro está por encima de la curva referencia, posiblemente habrá molestias. Con este método se obtienen las frecuencias que se deberán atenuar para reducir las molestias del ruido, que son aquellas que quedan por encima de la curva de referencia.

Este método se puede emplear también para valorar molestias en lugares/actividades exteriores, gracias a la existencia de curvas características con presiones sonoras más elevadas.

Si el ruido fuera de tipo impulso, se deben realizar una serie de correcciones teniendo en cuenta el contenido del espectro de frecuencias y la duración de la exposición.

Las *curvas NC* fueron las primeras en utilizarse (1957), pretendiendo originalmente relacionar el espectro de un ruido con la perturbación que producía en la comunicación verbal. Tienen en cuenta los niveles de interferencia de la palabra y los niveles de sonoridad. Así, este método presenta ciertas limitaciones en la evaluación de ruidos con espectros centrados en la zona de frecuencias bajas o altas, por lo que se desarrollaron en el año 1971 las *curvas PNC* (del inglés, *Preferred Noise Criteria*), que corrigen y modifican las curvas NC, principalmente en ese aspecto.

Las *curvas RC* (del inglés, *Room Criteria*) (1981) consideran criterios de enmascaramiento de comunicación de discurso y la vibración inducida por ruido en frecuencias bajas, incluyen bandas de octava por debajo de los 16 Hz. Más tarde, los años de experiencia mostraron la necesidad de ciertos refinamientos en la técnica RC, dando lugar al método RC Mark II, que proporciona información útil tanto sobre el nivel de presión sonora como sobre el carácter subjetivo de un espectro sonoro, diferenciando por ejemplo la molesta sensación de retumbe, zumbido o pitido. La *NTP 795. Evaluación del ruido en ergonomía: Criterio RC MARK II*,

- 06
- 07

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05

puede ayudar a emplear este método de evaluación que actualmente es el más completo de todas las curvas.

5.2. Método SIL

Valora la capacidad de un ruido estable de interferir en la conversación entre dos personas en un entorno libre de superficies reflectantes que pudieran reforzar las voces de las personas.

Hasta la publicación de la norma UNE-EN ISO 9921:2004, el método SIL establecía la distancia recomendable que debía existir entre emisor y receptor para evitar la pérdida de información por el ruido ambiente existente. Con la modificación contemplada en esta norma, el método SIL ya no recomienda distancias óptimas, sino que es una estimación de las interferencias producidas por el ruido ambiental durante una comunicación verbal, así como una evaluación de la inteligibilidad verbal.

La interferencia en la comunicación verbal depende de los siguientes aspectos:

- Nivel sonoro en las frecuencias de la comunicación verbal (500, 1000, 2000 y 4000 Hz) durante el intervalo de comunicación.
- Tono de voz a emplear (esfuerzo vocal).
- Distancia entre emisor y receptor.
- Contenido de la tarea.

El nivel de interferencia verbal del ruido en el oído del oyente (LSIL) es la media aritmética de los niveles de presión sonora en las bandas de octava para las frecuencias conversacionales de 500, 1.000, 2.000 y 4.000 Hz:

$$L_{SIL} = \left[\frac{1}{4} \sum L_{N,oct,i} \right] \text{dBA}$$

Donde $L_{N,oct,i}$ es la presión sonora de octava del ruido ambiente en el oído del oyente, en la banda de octava "i".

El $L_{S,A,1m}$ es el nivel de presión sonora ponderado A equivalente del diálogo a una distancia de 1 m frente a la boca. Es por tanto un valor teórico relacionado con el esfuerzo vocal del emisor medido a una distancia de un metro del emisor (tabla 5.3.).

Tabla 5.3. Clasificación según el esfuerzo vocal del emisor.

Esfuerzo del emisor	$L_{S,A,1m}$
Relajado	54
Normal	60
Elevado	66
Alto	72
Muy Alto	78

- 06
- 07

La norma también define unos parámetros de corrección en función de la calidad verbal, el uso de la protección auditiva por parte de receptor,

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05

y las distancias. El conocimiento del idioma entre el emisor y receptor también son parámetros que deben tenerse en cuenta para la evaluación.

Para las distancias mayores de 1m se obtiene otro parámetro, el nivel de presión sonora ponderado A equivalente del diálogo en el oído del oyente ($L_{S,A,L}$) a partir de la siguiente expresión:

$$L_{S,A,L} = L_{S,A,1m} - 20 \log \left[\frac{r}{r_0} \right] \text{ dB (A)}$$

Donde r : distancia emisor-receptor.

r_0 : distancia emisor-receptor de referencia (1m).

Una vez obtenidos estos dos parámetros (L_{SIL} y $L_{S,A,L}$), el índice de inteligibilidad (SIL) se calcula con la expresión:

$$SIL = L_{S,A,L} - L_{SIL}$$

El resultado obtenido se compara con la tabla 5.4.:

Tabla 5.4. Criterio SIL.

Evaluación de la inteligibilidad	SIL
Mala	<3
Escasa	3 < SIL < 10
Suficiente	10 < SIL < 15
Buena	15 < SIL < 21
Excelente	> 21

Un índice SIL mayor a 10 dB(A) indica una suficiente inteligibilidad de la comunicación.

Este método está explicado en la [NTP 794. Evaluación de la comunicación verbal: método SIL.](#)

5.3. Índice de ruido en oficinas (IRO)

Es un método útil para evaluar las molestias producidas por el ruido en oficinas, donde los ruidos generados se deben a distintas fuentes, con espectros de frecuencias y características de emisión heterogéneos. Para su determinación es necesario conocer el nivel de presión acústica existente y su variabilidad temporal.

Este índice se basa en un estudio realizado por B. Hay y M.F. Kemp en 1972 del ruido en su conjunto, característico de este tipo de trabajo: personas hablando, teléfonos sonando, actividad de trabajo normal, sistemas de ventilación y climatización en marcha y ruido procedente del exterior, incluido el tráfico, etc. El resultado de dicho estudio proporciona el porcentaje de insatisfacción en relación con las mediciones realizadas en ese ambiente.

- 06
- 07

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05

Una vez obtenidos los valores de presión acústica, se puede calcular el IRO mediante la siguiente ecuación:

$$IRO = L_{90} + 2,4 (L_{10} - L_{90}) - 14$$

Donde:

L_{10} = nivel de presión acústica (dB A) que se sobrepasa durante el 10% del tiempo de observación.

L_{90} = nivel de presión acústica (dB A) que se sobrepasa durante el 90% del tiempo de observación.

En la siguiente tabla 5.5. se muestran los porcentajes de insatisfechos para diferentes combinaciones de L_{10} y $(L_{10} - L_{90})$.

Tabla 5.5. Porcentaje de insatisfechos con el ruido de las oficinas.

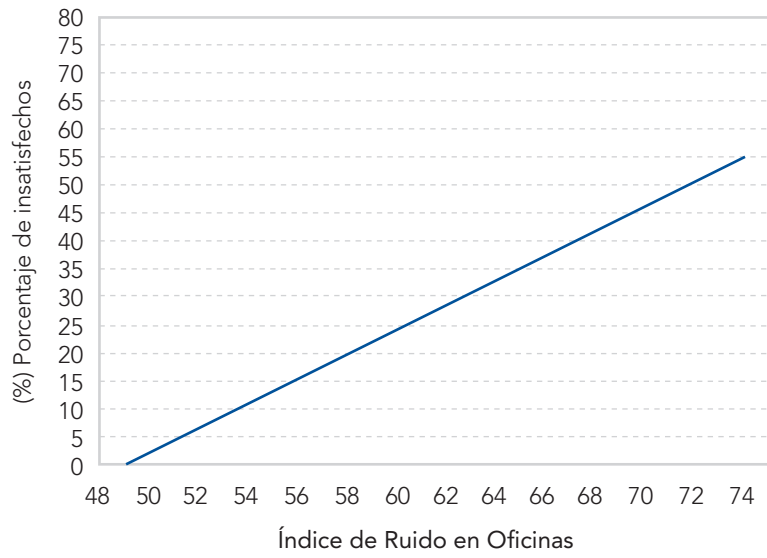
L_{10}	Porcentaje de Insatisfechos para los valores $(L_{10} - L_{90})$								
	7	8	9	10	11	12	13	14	15
55	14	17	20	22	25	28	31	34	37
56	16	19	22	24	27	30	33	36	39
57	18	21	23	26	29	32	35	38	40
58	20	23	25	28	31	34	37	40	42
59	22	25	27	30	33	36	39	42	44
60	24	27	29	32	35	38	41	44	46
61	26	29	31	34	37	40	43	46	48
62	28	30	33	36	39	42	45	47	50
63	30	32	35	38	41	44	47	49	52
64	32	34	37	40	43	46	49	51	54
65	34	36	39	42	45	48	51	53	56

En la figura 5.2 se muestra la relación entre el porcentaje de insatisfechos y el índice de ruido en oficinas (IRO), como se puede ver, a mayor $(L_{10} - L_{90})$, mayor porcentaje de insatisfechos, lo que confirma la teoría de que la variabilidad temporal del ruido es uno de los factores que más influye en el grado de molestia manifestado por el personal.

- 06
- 07

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05

Figura 5.2. Relación entre el porcentaje de insatisfechos y el índice de ruido en oficinas.



Este método está explicado en la [NTP 503. Confort acústico: el ruido en oficinas.](#)

- 06
- 07

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06



MEDIDAS PREVENTIVAS

El R.D. 286/2006 en su artículo 4 establece una serie de disposiciones encaminadas a evitar o a reducir la exposición al ruido. Como primera opción se encuentra la eliminación en su origen. En caso de no poder eliminarse, reducirlo al nivel más bajo posible. La gestión del riesgo se debe basar en los principios de la acción preventiva del artículo 15 de la Ley 31/1995.

Figura 6.1. Principios generales de la acción preventiva.



El artículo 4 de este real decreto también indica algunas medidas que se pueden emplear, que también son extrapolables a la protección frente al ruido desde el punto de vista ergonómico:

- a) *Otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse al ruido;*
- b) *La elección de equipos de trabajo adecuados que generen el menor nivel posible de ruido, habida cuenta del trabajo al que están destinados, incluida la posibilidad de proporcionar a los trabajadores equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en la normativa sobre comercialización de dichos equipos cuyo objetivo o resultado sea limitar la exposición al ruido;*

01

02

03

04

05

06

- c) *La concepción y disposición de los lugares y puestos de trabajo;*
- d) *La información y formación adecuadas para enseñar a los trabajadores a utilizar correctamente el equipo de trabajo con vistas a reducir al mínimo su exposición al ruido;*
- e) *La reducción técnica del ruido:*
- 1º) *Reducción del ruido aéreo, por ejemplo, por medio de pantallas, cerramientos, recubrimientos con material acústicamente absorbente;*
- 2º) *Reducción del ruido transmitido por cuerpos sólidos, por ejemplo, mediante amortiguamiento o aislamiento;*
- f) *Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo;*
- g) *La reducción del ruido mediante la organización del trabajo:*
- 1º) *Limitación de la duración e intensidad de la exposición;*
- 2º) *Ordenación adecuada del tiempo de trabajo."*

Además de todo esto, del RD 286/2006 se desprenden una serie de acciones a realizar por parte de la empresa, en función del nivel de exposición sonora al que se encuentren sometidas las personas en los puestos de trabajo.

La solución a los problemas originados por el ruido, independientemente de la superación o no de los valores que dan lugar a acciones pasa, en cualquier caso, por la disminución del nivel de ruido. Algunas de las medidas que se pueden adoptar en función de las principales fuentes generadoras de ruido son:

- **Ruido exterior:** evitar la transmisión del ruido a los espacios de trabajo, mediante la selección apropiada de los materiales de construcción, del diseño del aislamiento y, en especial, del tipo de ventanas.
- **Ruido de las personas:** compartimentar el local, insonorización de locales, tratamiento acústico de techos, paredes y suelos, enmascaramiento del ruido de conversaciones irrelevantes, etc.
- **Ruido de las instalaciones** (principalmente del sistema de ventilación): uso de conexiones aislantes y silenciadores en los conductos, instalación de materiales absorbentes de ruido en el encamisado de los conductos, uso de elementos antivibratorios o bloques de inercia para evitar la transmisión de las vibraciones a la estructura, modificación del tamaño o modelo de los difusores y las rejillas de retorno del aire, etc.
- **Ruido de los equipos de trabajo:** sustituyendo los equipos por otros que emitan menos ruido, encerrando la fuente de ruido mediante carcasas recubiertas de material absorbente o aislando la fuente, por ejemplo, reuniendo los equipos ruidosos en un local especial en el que no haya personas habitualmente.

07

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06

En general un buen mantenimiento de los equipos de trabajo y de las instalaciones controla los niveles de ruido, y permite garantizar los mejores valores de emisión y transmisión sonora.

Se ha de tener en cuenta la importancia que los aspectos subjetivos tienen frente a un contaminante como el ruido por lo que, a la hora de aplicar medidas preventivas, no se pueden olvidar medidas de tipo organizativo y psicosocial que, en ocasiones, pueden resultar las únicas viables, especialmente si el problema se encuentra a niveles de ruido bajos pero molestos.

01

02

03

04

05

06

07



BIBLIOGRAFÍA

Legislación

- ESPAÑA. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. [Consulta 26/09/2023] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con>
- ESPAÑA. Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, de disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y su guía técnica correspondiente. [Consulta 26/09/2023] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/486/con>
- ESPAÑA. Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, de disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización y su guía técnica correspondiente. [Consulta 26/09/2023] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/488>
- ESPAÑA. Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido y su guía técnica correspondiente. [Consulta 26/09/2023] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2006/03/10/286/con>
- ESPAÑA. Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). [Consulta 26/09/2023] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/07/20/1027>
- ESPAÑA. 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. [Consulta 26/09/2023] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/10/19/1367/con>

01

02

03

04

05

06

07

- ESPAÑA. 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. [Consulta 26/09/2023] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/10/19/1371>
- Orden ICT/155/2020, de 7 de febrero, por la que se regula el control metrológico del Estado de determinados instrumentos de medida. [Consulta 26/09/2023] Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/o/2020/02/07/ict155>

Normas

- Norma UNE-EN ISO 11690-1:2021 Acústica. Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria. Parte 1: estrategias de control del ruido.
- Norma UNE-EN ISO 11690-3:1999. Acústica. Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria. Parte 3: propagación del sonido y predicción del ruido en recintos de trabajo.
- Norma UNE-EN ISO 9241-6:2000. Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD) Parte 6: Requisitos ambientales.
- Norma UNE-EN ISO 9921:2004. Ergonomía, evaluación de la comunicación verbal.
- Norma UNE-EN ISO 9612:2009. Acústica. Determinación de la exposición al ruido en el trabajo. Método de ingeniería.
- Norma UNE-EN ISO 10551:2019. Ergonomía del ambiente físico. Evaluación de la influencia del ambiente físico empleando escalas de juicio subjetivo..
- Norma UNE ISO 1996-2:2020. Acústica. Descripción, medición y evaluación del ruido ambiental. Parte 2: Determinación de los niveles de ruido ambiental.
- Norma UNE-EN ISO 28802:2012. Ergonomía del ambiente físico. Evaluación mediante un estudio ambiental que comprenda las mediciones físicas y las respuestas subjetivas de las personas.
- Norma UNE-EN ISO 11690-2:2021. Acústica. Práctica recomendada para el diseño de lugares de trabajo con bajo nivel de ruido que contienen maquinaria. Parte 2: Medidas de control del ruido
- Norma UNE 74022-1981 (ISO-R-1966). Valoración del ruido en función de la reacción de las colectividades (Anulada).
- Norma UNE 74023-1992. Acústica. Determinación de la exposición a ruido en el trabajo y estimación de las pérdidas auditivas inducidas por el ruido. (Anulada).

01

02

03

04

05

06

07

Bibliografía

- ASHRAE. (2005). *Fundamentals Handbook Chapter 7: Sound and vibration*. ASHRAE
- CORTES BARRAGAN, R. et al. (2009) *Revisión sistemática y evidencia sobre exposición profesional a ruido y efectos extra-auditivos de naturaleza cardiovascular*. En: *Medicina y seguridad del trabajo*. [online]. 2009, vol.55, n.215 pp.28-51. [Consulta 26/09/2023] Disponible en: < https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2009000200004 >. ISSN 1989-7790.
- GÓMEZ-CANO HERNÁNDEZ, M. (1994) *Aspectos ergonómicos del ruido. Condiciones de Trabajo y Salud*. En: *Salud y Trabajo*. n° 102, pp 33-40.
- INSST. (2021) *Cuestionarios: Ruido: evaluación y acondicionamiento ergonómico*. Madrid: INSHT, 35 p. ISBN 978-84-7425-728-1. C0004 [Consulta 26/09/2023] Disponible en Web: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Ruido+Evaluaci%C3%B3n+y+acondicionamiento+ergon%C3%B3mico.pdf/8090501b-24a1-4cc1-8409-6ccc324005ab?t=1633963859695>
- INSST. (2023) *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido: Real decreto 286/2006, de 10 de marzo. BOE n° 60, de 22 de marzo*. Madrid, INSHT 101 p., ISBN 978-84-7425-756-4, NIPO 211-08-017-8, GT.118. [Consulta 26/09/2023] Disponible en Web: <https://www.insst.es/documents/94886/2927460/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+exposici%C3%B3n+al+ruido+en+los+lugares+de+trabajo+2022.pdf/491842fd-cdf3-09bc-09b6-acc88279eea4?t=1691578868388>
- INSST. (1998) *NTP 503: Confort acústico: el ruido en oficinas*. Disponible en Web: [Consulta 26/09/2023] http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/501a600/ntp_503.pdf.
- INSST. (2007) *NTP 794: Evaluación de la comunicación verbal. Método SIL*. INSHT. FD-2795. [Consulta 26/09/2023] Disponible en Web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/786a820/794%20web.pdf>
- INSST. (2007) *NTP 795: Evaluación del ruido en ergonomía. Criterio RC Mark II*. INSHT. FD.2798. [Consulta 26/09/2023] Disponible en Web: <https://www.insst.es/documents/94886/327401/795+web.pdf/f4b4d947-9b5a-4bd7-b521-768d7ed95436>
- INSST. (1999). *Efectos del ambiente físico de trabajo sobre las personas: respuestas psicofisiológicas, subjetivas y de comportamiento*. Madrid: INSHT. 79p. ISBN: 84-7425-548-1, NIPO: 211-99-009-X.

- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07

- INSST. (2001) *Curso de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales. Ergonomía y Psicosociología Aplicada*. U.D. 6: Aspectos ergonómicos del ruido. Evaluación. INSHT. Madrid.
- MINISTERIO DE SANIDAD (2022) *Protocolo para la vigilancia sanitaria específica de las personas trabajadoras expuestas a ruido*. [Consulta 26/09/2023] Disponible en web: <https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/ruidoProtocolo.pdf>
- WEINSTEIN N. D. (1977). *Noise and intellectual performance: a confirmation and extension*. *Journal of applied psychology*, 62, 104–107. DOI: 10.1037/0021-9010.62.1.104. [Consulta 26/09/2023] Disponible en web: <https://psycnet.apa.org/doiLanding?doi=10.1037%2F0021-9010.62.1.104>

MATERIAL TÉCNICO

DOCUMENTOS TÉCNICOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO
Y ECONOMÍA SOCIAL



NIPO (en línea):118-24-013-0



DD.132.1.24