

I. EL RUIDO EN EL AMBIENTE LABORAL

2.1 ¿Qué es el ruido en ambiente laboral?

El contaminante ruido es aquel sonido indeseable que resulta molesto a nuestros oídos.

Muchos accidentes laborales e incidentes se producen por que el ruido impide oír otros sonidos presentes en el ambiente laboral, los cuales condicionan la actividad y tareas de los trabajadores.

Una exposición constante al ruido en el lugar de trabajo supone mayor nivel de estrés, perturbación en la concentración, más accidentes laborales al disminuir e impedir la percepción de sonidos originados por averías, fallos, alarmas, etc. o a mantener una conversación; aunando a esto la frecuencia de defectos productivos con el consecuente deterioro de la calidad de vida y de la salud del trabajador.

Hoy en día nos encontramos en una sociedad industrializada donde el ruido está presente en la ejecución de la mayor parte de las tareas, siendo ésta su naturaleza. El ruido es uno de los residuos resultantes de muchos de los procesos de transformación que son parte de la vida

cotidiana. Se trata entonces de un riesgo laboral asociado a la pérdida permanente de la capacidad auditiva.

La sordera es un problema asociado a consecuencias secundarias como pueden ser la limitación de la eficacia en el puesto de trabajo o el aislamiento social. Es además, un malestar difícil de detectar, ya que incide lentamente sobre el ser humano, siendo perceptible cuando ya ha producido un daño irreversible en la persona afectada.

2.2 Fisiología del Sistema Auditivo

En este capítulo se examina la estructura y funcionamiento del oído, con el fin de lograr una mejor comprensión de la fisiología del aparato auditivo, mostrando así como un alto nivel de presión sonora puede causar daños irreparables a nuestros oídos. En la figura 1 se muestra la estructura del oído humano.

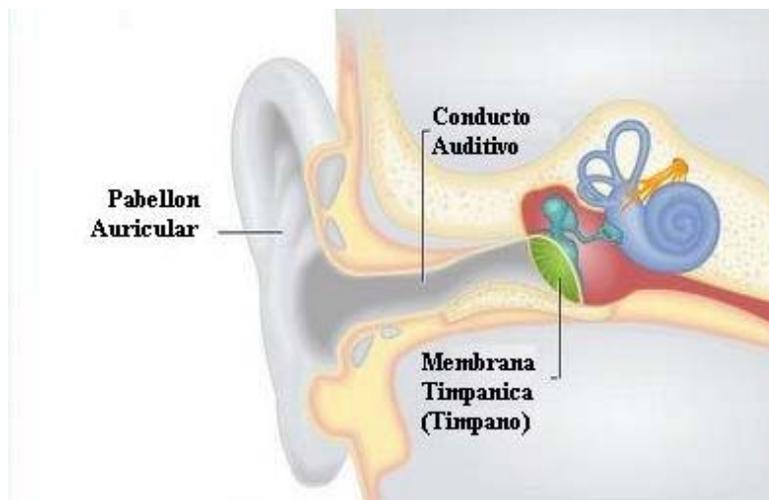


Figura 1. Estructura del oído

2.2.1 El sentido de la audición y el sistema auditivo

La generación de sensaciones auditivas en el ser humano es un proceso complejo, el cual se desarrolla en tres etapas básicas:

1. Captación y procesamiento mecánico de las ondas sonoras.
2. Conversión de la señal acústica (mecánica) en impulsos nerviosos, y transmisión de dichos impulsos hasta los centros sensoriales del cerebro.
3. Procesamiento neural de la información codificada en forma de impulsos nerviosos.

La captación, procesamiento y transducción de los estímulos sonoros se llevan a cabo en el oído. Se pueden distinguir dos regiones o partes del sistema auditivo: la región periférica, en la cual los estímulos sonoros conservan su carácter original de ondas mecánicas hasta el momento de su conversión en señales electroquímicas, y la región central, en la cual se transforman dichas señales en sensaciones.

En la región central también intervienen procesos cognitivos, mediante los cuales se asigna un contexto y un significado a los sonidos; es decir, permiten reconocer una palabra o determinar que un sonido.

El oído o región periférica se divide usualmente en tres zonas, llamadas oído externo, oído medio y oído interno, como se muestra en la figura 2.

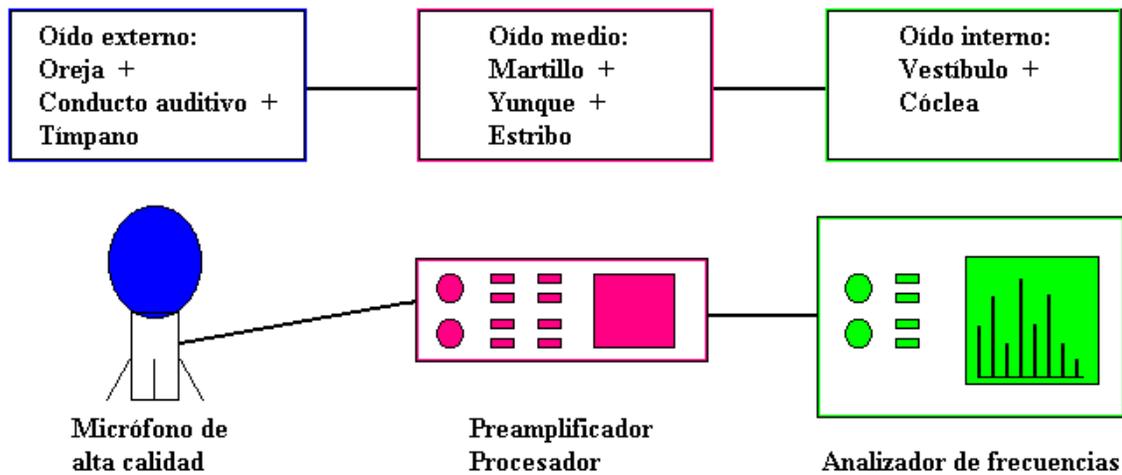


Figura 2. Tres zonas del oído humano

2.2.2 Partes Del Oído Humano

En las siguientes secciones de este capítulo se estudia la anatomía y funcionamiento de estas tres zonas del oído.

2.2.2.1. Oído Externo

El oído externo está formado por el pabellón auricular u oreja, el cual dirige las ondas sonoras hacia el conducto auditivo externo a través del orificio auditivo. El otro extremo del conducto auditivo se encuentra cubierto por la membrana timpánica o tímpano, la cual constituye la entrada al oído medio. La función del oído externo es la de recolectar las ondas sonoras y encauzarlas hacia el oído medio. Asimismo, el conducto auditivo tiene dos propósitos adicionales: proteger las delicadas estructuras del oído medio contra daños y

minimizar la distancia del oído interno al cerebro, reduciendo el tiempo de propagación de los impulsos nerviosos. En la figura 3 podemos apreciar la zona del oído externo.

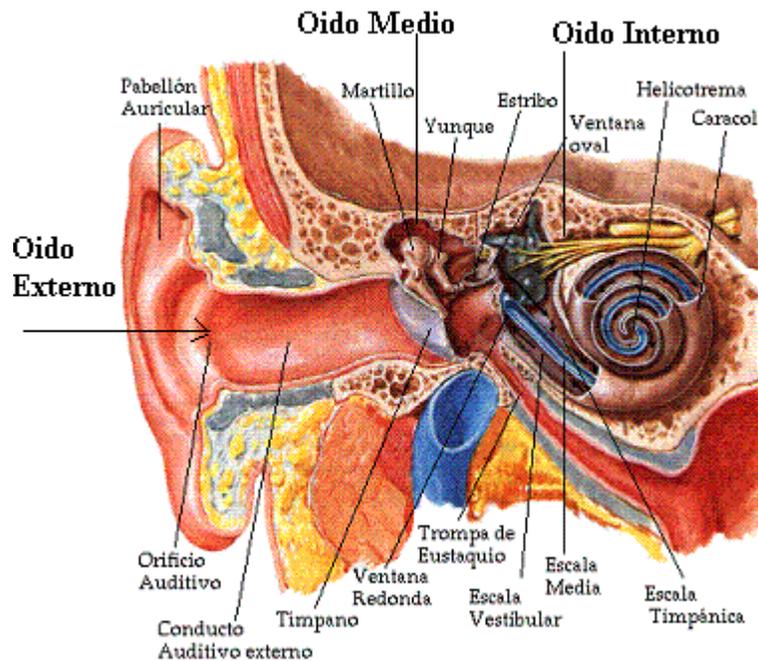


Figura 3. Anatomía del oído humano

2.2.2.2 Oído medio

El oído medio está constituido por una cavidad llena de aire, dentro de la cual se encuentran tres huesecillos, denominados martillo, yunque y estribo, unidos entre sí en forma articulada. Uno de los extremos del martillo se encuentra adherido al tímpano, mientras que la base del estribo está unida mediante un anillo flexible a las paredes de la ventana oval, orificio que constituye la vía de entrada del sonido al oído interno.

Finalmente, la cavidad del oído medio se comunica con el exterior del cuerpo a través de la trompa de Eustaquio, la cual es un conducto que llega hasta las vías respiratorias y que permite igualar la presión del aire a ambos lados del tímpano. Lo anterior puede observarse en la figura3.

2.2.2.3 Oído Interno

El oído interno representa el final de la cadena de procesamiento mecánico del sonido, y en él se llevan a cabo tres funciones primordiales: filtraje de la señal sonora, transducción y generación probabilística de impulsos nerviosos. En la figura 4 se muestran las partes que componen al oído interno.

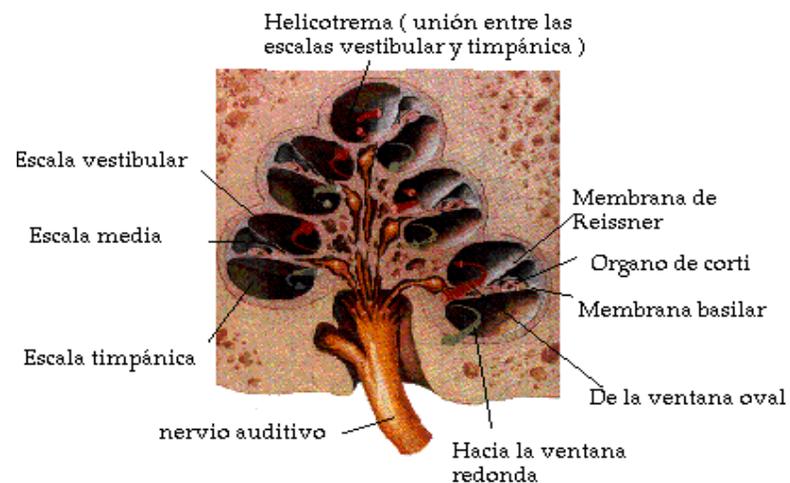


Figura 4. Oído Interno

2.2.3 Área de audición

El ser humano es capaz de detectar únicamente aquellos sonidos que se encuentren dentro de un determinado rango de amplitudes y frecuencias. Ver figura 5.

Se define el rango dinámico del oído como la relación entre la máxima potencia sonora que éste puede manejar y la mínima potencia necesaria para detectar un sonido. Asimismo, el rango de frecuencias asignado convencionalmente al sistema auditivo va desde los 20 Hz hasta los 20 kHz, aun cuando este rango puede variar de una persona a otra o disminuir en función de la edad de la persona, de trastornos auditivos o de una pérdida de sensibilidad (temporal o permanente) debida a la exposición a sonidos de elevada intensidad.

La sensibilidad del sistema auditivo no es independiente de la frecuencia; por el contrario, dos sonidos de igual presión sonora pueden provocar distintas sensaciones de intensidad o "sonoridad", dependiendo de su contenido espectral.

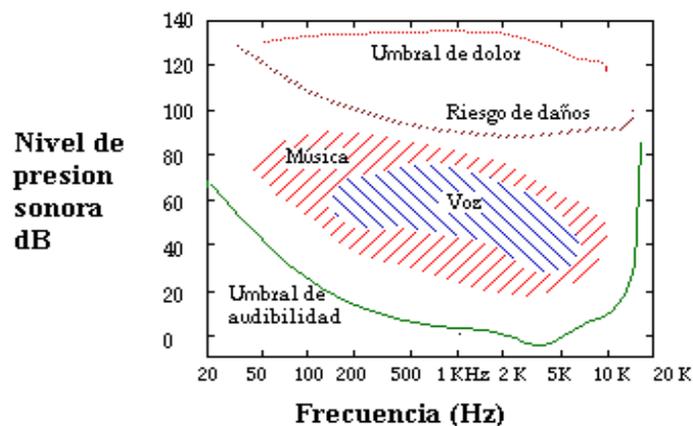


Figura 5. Área de Audición

2.3 Tipos de Ruido en el Ambiente Laboral

A grandes rasgos podemos clasificar el ruido, en dos grupos:

- 1) Ruido de la fuente: Cuando es necesario cuantificar el ruido de una fuente aislada, midiendo en puntos bien definidos alrededor de la misma.
- 2) Ruido en el ambiente laboral: Cuando se mide para determinar el riesgo de pérdidas de la audición, o las molestias que puede generar el ruido dentro de los estándares de la Ergonomía.

Dentro de estos grupos nos encontramos con diferentes tipos de ruidos en función de su duración y oscilaciones de nivel de presión sonora. Los más usuales son:

- ❖ Ruido Continuo o Estable: Se considera un ruido como continuo, cuando su nivel varía en función del tiempo lentamente sobre márgenes inferiores a 5 dB. Tales ruidos provienen de máquinas con cargas estables, por ejemplo motores eléctricos, bombas, etc. Ver figura 6.

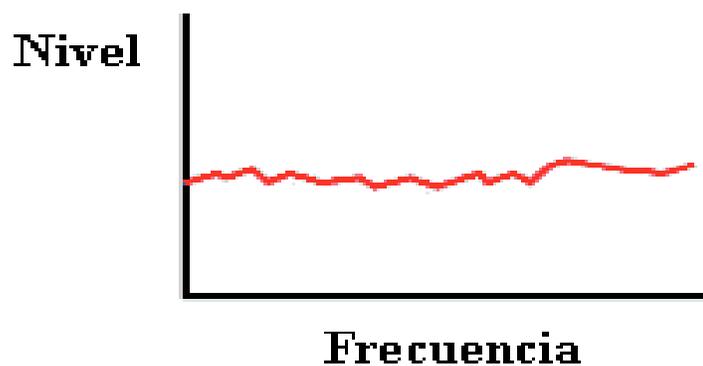


Figura 6. Ruido Continuo

- ❖ Ruidos Fluctuantes: Se considera un ruido como fluctuante, cuando el nivel, en función del tiempo, varía por encima de los 5 dB.
- ❖ Ruido Fluctuante Periódico: Es aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.
- ❖ Ruido Fluctuante Aleatorio: Aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de L_{pA} es superior o igual a 5 dB, variando L_{pA} aleatoriamente a lo largo del tiempo. Ver figura 7.

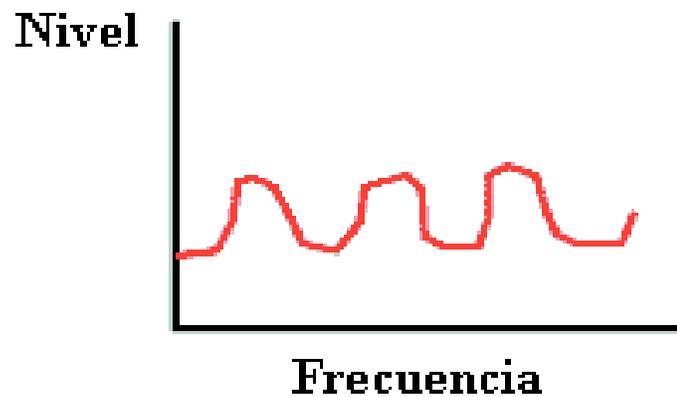


Figura 7. Ruido Fluctuante

- ❖ Ruidos de Impacto: Se considera un ruido de impacto cuando su nivel varía bruscamente dentro de un período muy corto de tiempo. Como por ejemplo un ruido de disparo, golpe de prensa, etc.; podría considerarse como un caso especial dentro de los ruidos transitorios. Ver figura 8.

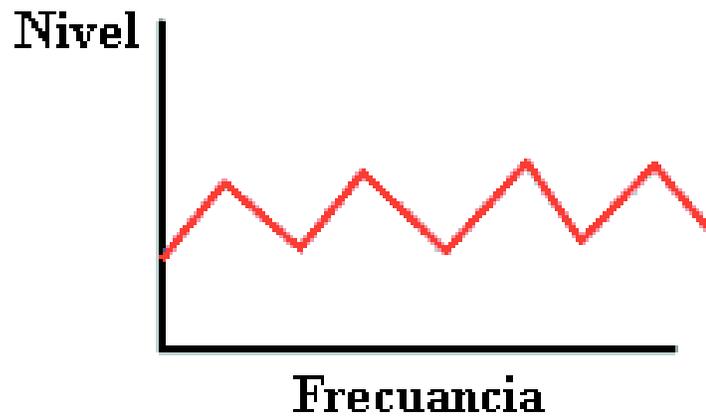


Figura 8. Ruido de Impacto

2.4 Efectos del ruido en la salud del trabajador

La exposición al ruido en el trabajo puede ser perjudicial para la salud de los trabajadores. El efecto más conocido del ruido en el trabajo es la pérdida de audición.

Sin embargo, también puede aumentar el estrés y multiplicar el riesgo de sufrir un accidente. A continuación describiremos los efectos del ruido más comunes en el lugar de trabajo.

- Disminución de la capacidad auditiva

La disminución de la capacidad auditiva puede deberse a un bloqueo mecánico de la transmisión del sonido al oído interno. En raras ocasiones, el deterioro auditivo también puede ser provocado por trastornos de procesamiento auditivo central (cuando los centros auditivos del cerebro se ven afectados).

- Pérdida de audición provocada por el ruido

La pérdida auditiva como consecuencia del ruido es conocida también como enfermedad profesional. Por lo general, la pérdida auditiva como consecuencia del trabajo es provocada por una exposición prolongada a ruidos intensos. Su primer síntoma suele ser la incapacidad para escuchar los sonidos de tono alto. A menos que se resuelva el problema que plantea el exceso de ruido, la capacidad auditiva de la persona continuará deteriorándose, hasta llegar a tener problemas para detectar los sonidos de tono bajo.

Normalmente, este fenómeno se produce en ambos oídos. La pérdida de audición provocada por el ruido es irreversible.

La pérdida de audición se puede producir sin una exposición prolongada. Una exposición breve a ruidos de impulsos (incluso a un único impulso fuerte), como los producidos por armas de fuego, pistolas de clavos o de remaches, puede tener efectos permanentes, como la pérdida de audición. Asimismo, los impulsos pueden perforar la membrana del tímpano.

- Acúfenos

Los acúfenos son sensaciones de timbre, zumbido o explosión que se sienten en los oídos. Una exposición excesiva al ruido aumenta el riesgo de sufrir acúfenos. Si el ruido es de impulso (por ejemplo, una detonación), el riesgo puede aumentar de modo considerable.

El acúfenos puede ser el primer indicio de que el ruido está dañando el oído.

- El ruido y las sustancias químicas

Algunas sustancias peligrosas son tóxicas para el oído. Al parecer, los trabajadores que se ven expuestos a algunas de estas sustancias y a ruidos sonoros corren un mayor riesgo de sufrir daños auditivos que aquellos que están expuestos únicamente a uno de estos factores de riesgo. Esta sinergia se ha observado especialmente entre el ruido y algunos disolventes orgánicos, como el tolueno, el estireno y el disulfuro de carbono. Estas sustancias pueden utilizarse en entornos ruidosos en sectores tales como la industria del plástico, las artes gráficas y la producción de pinturas y lacas.

- El ruido y las trabajadoras embarazadas

La exposición de las trabajadoras embarazadas a elevados niveles de ruido en el trabajo puede afectar al feto. Una exposición prolongada al ruido puede provocar un aumento de la presión sanguínea y del cansancio. Los resultados de algunos experimentos indican que una exposición prolongada a ruidos fuertes durante el embarazo puede afectar posteriormente al oído y que las bajas frecuencias tienen más posibilidades de provocar daños.

Las empresas están obligadas a evaluar la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras embarazadas al ruido; y si existe un riesgo para la seguridad y la salud de la trabajadora o efectos sobre el embarazo, la empresa debe modificar las condiciones de trabajo de la embarazada para evitar dicha exposición. Es necesario reconocer que el uso de equipos de protección personal por parte de la futura madre no protegerá al feto de los riesgos físicos.

- Aumento del riesgo de accidentes

El ruido puede provocar accidentes de las siguientes formas:

- ✘ Dificultando a los trabajadores escuchar y comprender correctamente las voces y las señales.
- ✘ Ocultando el sonido de un peligro que se aproxima o de las señales de advertencia (por ejemplo, las señales de marcha atrás de los vehículos).
- ✘ Distrayendo a trabajadores como, por ejemplo, los conductores.
- ✘ Contribuyendo al estrés laboral que aumenta la carga cognitiva e incrementa la probabilidad de cometer errores.

- Alteración de la comunicación oral

En el trabajo es indispensable una comunicación eficaz, ya sea en una fábrica, una obra de construcción, un centro de llamadas o una escuela. Una buena comunicación oral requiere un nivel de voz a la altura del oído de la persona que escucha al menos 10 dB por encima del ruido ambiente.

A menudo, el ruido ambiente se siente como una alteración obvia de la comunicación oral, sobre todo:

- ✘ Si a menudo hay ruido ambiente.
- ✘ Si la persona que escucha ya padece una ligera pérdida de audición.
- ✘ Si se habla en una lengua que no es la lengua materna de la persona que escucha.

- ✘ Si el estado físico o mental de la persona que escucha se ve afectado por una enfermedad, cansancio o un aumento de la carga de trabajo acompañado de premura.

- El Estrés

El estrés relacionado con el trabajo aparece cuando las exigencias del entorno laboral superan la capacidad del trabajador para hacerles frente (o mantenerlas bajo control). Existen muchos factores (factores de estrés) que contribuyen al estrés laboral, y resulta muy poco usual que un único factor provoque dicho estrés.

El entorno físico de trabajo puede ser una fuente de estrés para los trabajadores. El ruido en el lugar de trabajo, incluso si no alcanza un nivel que exija medidas para evitar la pérdida de audición, ser un factor de estrés (por ejemplo, un teléfono que suena con frecuencia o el zumbido constante de un equipo de aire acondicionado).

El grado en que el ruido afecta al nivel de estrés de los trabajadores depende de una compleja combinación de factores, entre los que destacan:

- ❖ La naturaleza del ruido, como su volumen, tono y previsibilidad.
- ❖ La complejidad de la tarea que realiza el trabajador, por ejemplo, el hecho de que otras personas estén hablando puede ser un factor de estrés si las tareas exigen concentración.
- ❖ La profesión del trabajador (por ejemplo, los músicos pueden sufrir estrés laboral debido a la preocupación por perder el oído).
- ❖ El propio trabajador: los niveles de ruido que en determinadas circunstancias pueden contribuir al estrés, sobre todo si la persona está cansada.

Los niveles altos de ruido pueden tener efectos inmediatos y a largo plazo en los oídos como se muestra en la figura 9.

LOS NIVELES ALTOS DE RUIDO PUEDEN CAUSAR:
<ul style="list-style-type: none">• Pérdida del oído— Temporal y Permanente
<ul style="list-style-type: none">• Dolores de cabeza
<ul style="list-style-type: none">• Mareos
<ul style="list-style-type: none">• Presión alta/Enfermedades del corazón
<ul style="list-style-type: none">• Ansiedad y Fatiga
<ul style="list-style-type: none">• Nerviosismo y estrés que pueden causar úlceras e insomnio
<ul style="list-style-type: none">• Falta de Concentración
<ul style="list-style-type: none">• Accidentes si las advertencias o alarmas no se escuchan

Figura 9. Efectos Inmediatos A Corto Y Largo Plazo Causados Por El Ruido

El nivel de daño del oído puede detectarse con pruebas del oído que se llaman audiogramas.

La pérdida de sonido del oído en la escala de sonido del ser humano cuando habla ocurre entre 2,000 y 4,000 Hertz e indica efectos permanentes o temporales.

A continuación se muestran en la figura 10 los efectos a la salud por el ruido excesivo.

EFFECTOS A LA SALUD POR RUIDO EXCESIVO
<ul style="list-style-type: none">• Dilatación de las pupilas
<ul style="list-style-type: none">• Secreción de hormonas por la tiroides
<ul style="list-style-type: none">• Palpitaciones del corazón
<ul style="list-style-type: none">• Secreción de adrenalina
<ul style="list-style-type: none">• Secreción de hormonas por la corteza
<ul style="list-style-type: none">• Movimiento del estómago e intestinos
<ul style="list-style-type: none">• Reacciones musculares
<ul style="list-style-type: none">• Constricción de los vasos sanguíneos

Figura 10. Efectos a la salud por ruido excesivo

2.5 Medición del ruido en ambiente laboral

Para dar efectividad al objeto de proteger al trabajador en su área laboral, es importante que el dueño o empresario este obligado a reducir al nivel más bajo, técnica y razonablemente posible, los riesgos derivados de la exposición al ruido, tanto en las instalaciones como en operaciones existentes.

El empresario deberá evaluar la exposición de los trabajadores al ruido con el objeto de determinar si se superan los límites o niveles fijados en la normativa en vigor y de aplicar, en tal caso, las medidas preventivas procedentes.

Las mediciones del ruido deberán ser representativas de las condiciones de exposición al mismo y deberán permitir la determinación del nivel diario equivalente y del nivel de pico. Con tal finalidad, la medición del ruido se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en la norma de referencia. Quedan exceptuados de la evaluación de medición aquellos supuestos en los que se aprecie directamente que en un puesto de trabajo el nivel diario equivalente o el nivel pico son manifiestamente inferiores a 80 dBy 140 dB.

Para la medición del nivel diario equivalente, a efectos de su comparación con los límites o niveles considerados reglamentariamente, así como para determinar si el nivel pico supera los 140 dB, se utilizarán sonómetros convencionales, sonómetros integradores, dosímetros u otros que den resultados equivalentes.

Los instrumentos de medida deberán ser verificados, mediante un calibrador acústico o sistema equivalente, antes y después de cada medición o serie de mediciones.

Las mediciones deberán realizarse, siempre que sea posible, en ausencia del trabajador afectado, colocando el micrófono a la altura donde se encontraría su oído. Si la presencia

del trabajador es necesaria, el micrófono se colocará, preferentemente, frente a su oído, a unos 10 centímetros de distancia. El número, la duración y el momento de realización de las mediciones tendrán que elegirse teniendo en cuenta que el objetivo básico de éstas es el de posibilitar la toma de decisión sobre el tipo de actuación preventiva que deberá emprenderse en virtud de lo dispuesto en la norma reglamentaria.

Las mediciones de ruido estable, fluctuante o impulsivo, se efectuarán con un sonómetro integrador o dosímetro que cumpla como mínimo con las exigencias establecidas en las normas.

El instrumento de medición utilizado deberá contar con su respectivo calibrador acústico, específico para cada marca y modelo, el cual cumpla con la exigencias señaladas en las normas.

Puntos importantes para la medición del ruido:

1. Las baterías de los instrumentos, calibradores, dosímetros y sonómetros, deberán ser verificadas antes de cada calibración en terreno.
2. El instrumento de medición siempre deberá ser calibrado en el terreno antes de iniciar la medición y después de terminarla, según las instrucciones entregadas por el fabricante, ya que las condiciones ambientales como temperatura, presión y humedad relativa, pueden afectar parcialmente la respuesta del instrumento.
3. Cuando los resultados de la calibración en terreno obtenidos para antes y después de la medición difieran entre si en más de 1 dB, se deberá descartar la medición realizada, debiéndose registrar los resultados obtenidos.

Puntos que hay que recordar para la medición del ruido:

1. Un ruido puede ser molesto tanto por su volumen como por su frecuencia.
2. La intensidad del sonido se mide en decibelios (dB).
3. Un pequeño aumento del nivel de decibelios equivale a un gran aumento del nivel de ruido.
4. Para detectar todos los problemas de ruido que hay en el lugar de trabajo, hay que medir el ruido de cada fuente por separado.
5. Una forma eficaz de medir el ruido en el lugar de trabajo es hacerlo con un sonómetro.
6. Los niveles de seguridad aplicados al ruido tienen en cuenta: a) el nivel del ruido y b) el tiempo que se está expuesto a él. Ver figura 11.

Tiempo de exposición en horas	Nivel sonoro continuo equivalente
8	90
4	93
2	96
1	99
30	102 min.
15	105 min.

Figura 11. Como se observa, cada incremento de tres decibeles (db) disminuye el tiempo de exposición a mitad, dado al incremento de energía acústica emitida por la fuente.

7. Por lo general, 85-90 dB durante una jornada laboral de ocho horas es el nivel de ruido que tolera la mayoría de las normas y reglamentos.
8. A los trabajadores que están expuestos a niveles elevados de ruido se les debe facilitar protección para los oídos y deben ser rotados para que no estén expuestos durante más de cuatro horas al día. Se deben aplicar controles mecánicos para disminuir la exposición al ruido antes de usar protección de los oídos y de rotar a los trabajadores.

2.6 Equipos para medir el ruido en el ambiente laboral

El sonómetro es un instrumento diseñado para responder al sonido en aproximadamente la misma manera que lo hace el oído humano y dar mediciones objetivas y reproducibles del nivel de presión sonora. Existen muchos sistemas de medición sonora disponibles.

Aunque pueden ser muy diferentes en el detalle, cada uno consiste de un micrófono, una sección de procesamiento y una unidad de lectura.

El micrófono convierte la señal sonora a una señal eléctrica equivalente. La señal eléctrica producida por el micrófono es muy pequeña y debe ser amplificada por un preamplificador antes de ser procesada.

Varios procesamientos diferentes pueden aplicarse sobre la señal. La señal puede pasar a través de una red de ponderación. Es relativamente construir un circuito electrónico cuya

sensibilidad varíe con la frecuencia de la misma manera que el oído humano, y así simular las curvas de igual sonoridad.

La última etapa del sonómetro es la unidad de lectura que muestra el nivel sonoro en decibeles (dB), u otros como el dBA, que significa que el nivel sonoro medido ha sido ponderado con el filtro A. La señal también puede estar disponible en salidas AC o DC, para la conexión de instrumentos externos para un posterior procesamiento. En la figura 12 se muestran las partes de un sonómetro.



Figura 12. Partes de un sonómetro.

Existen diversos tipos de sonómetros que se diferencian principalmente del grado de precisión que deben cumplir en relación a los valores que son capaces de medir. Ellos son los sonómetros tipo 0, 1, 2 y 3. El sonómetro Tipo 0 se utiliza generalmente en laboratorios especializados y sirve como dispositivo estándar de referencia. El Tipo 1, se utiliza tanto en laboratorio como en terreno cuando el ambiente acústico debe ser especificado y/o medido

con precisión. El Tipo 2, es adecuado para mediciones generales en terreno y el tipo 3 se utiliza para realizar mediciones de reconocimiento.

Los instrumentos de medida deberán ser verificados, mediante un calibrador acústico o sistema equivalente, antes y después de cada medición o serie de mediciones, con el fin de garantizar la exactitud de las medidas. Los instrumentos son:

- Sonómetros convencionales

Los sonómetros podrán emplearse únicamente para la medición de Nivel de Presión Acústica Ponderado A (LpA) del ruido estable. La lectura promedio se considerará igual al Nivel de Presión Acústica Continuo Equivalente Ponderado A (LAeq. T) de dicho ruido.

El Nivel Equivalente (LAeq, d) se calculará mediante ecuaciones específicas. Los sonómetros deberán ajustarse, como mínimo, a las prescripciones establecidas por la norma correspondiente.

Los sonómetros convencionales tienen poco tiempo de promediación y son cortos (SLOW, FAST), mientras que en los integradores pueden llegar a horas. Otra diferencia notable es que los convencionales dan preponderancia a los sonidos recientes, mientras que los integradores lo hacen por igual en todo el rango de tiempo escogido.

- Sonómetros integradores

Los sonómetros integradores podrán emplearse para la medición del Nivel de Presión Acústica Continuo Equivalente Ponderado A (LAeq, T) de cualquier tipo de ruido siempre que se ajusten, como mínimo, a las prescripciones establecidas por la norma correspondiente.

Los dosímetros son equipos que monitorean el ruido ambiental y recogen los datos para su posterior análisis. En la figura 13 podemos apreciar el instrumento de medición dosímetro.



Figura 13. Dosímetro

Esta característica los hace propicios para ser portados por los trabajadores mientras desarrollan sus actividades, permitiendo obtener una medición real durante un tiempo prolongado, como puede ser la jornada laboral. Los dosímetros podrán ser utilizados para la medición de El Nivel Diario Equivalente (LAeq, d) de cualquier tipo de ruido siempre que cumplan las siguientes condiciones:

- La relación existente entre el tanto por uno de la Exposición Máxima Permisible (0/1 EMP) y el Nivel Diario Equivalente ($L_{Aeq, d}$) debe seguir una ecuación específica.
- Las características del dosímetro relativas a directividad, ponderación frecuencial A y amplificación deben cumplir, como mínimo, las prescripciones establecidas por la norma correspondiente. El margen de linealidad del dosímetro y su capacidad para la efectiva integración de todo tipo de ruidos, incluidos los de impulso, deben ser, como mínimo, equivalentes a los fijados en la norma para los sonómetros integradores-promediadores del "tipo 2".