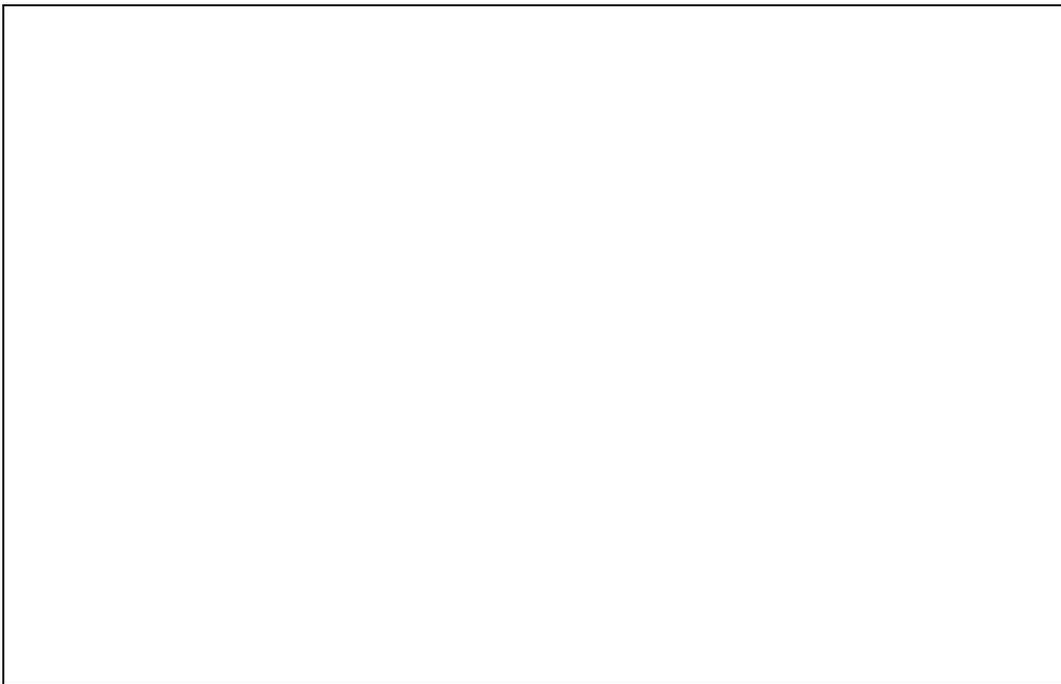


El ser humano percibe los sonidos a través del sistema auditivo, cuya sensibilidad es la mayor de todos nuestros sentidos. El oído percibe diferencias de presión del aire $1/100$ de gr/cm^2 que originan en el tímpano oscilaciones de unas diez milésimas de milímetro.

1. ANATOMÍA DEL OÍDO.

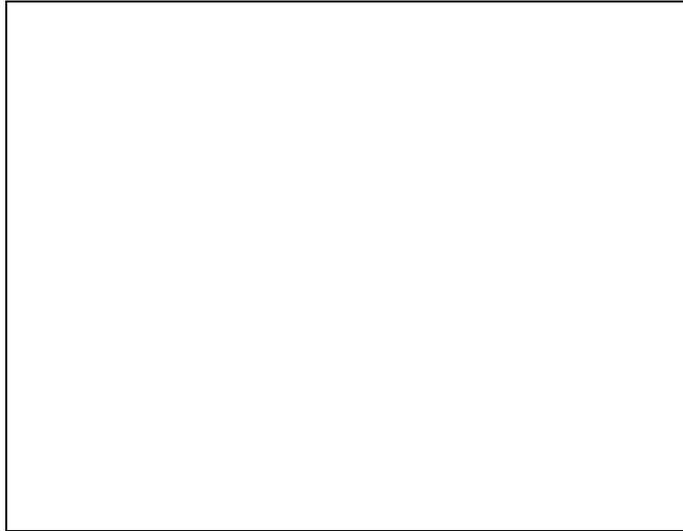
El oído humano es la estructura anatómica funcional que se compone de tres partes: oído externo, oído medio, y oído interno. (Ver **DIBUJO 1**).



DIBUJO 1. *Anatomía del oído humano.*

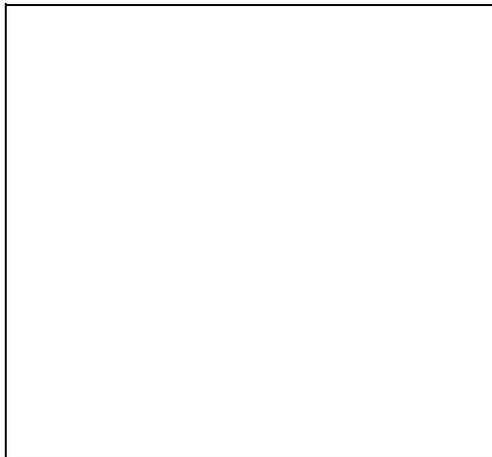
- Oído externo: es la estructura externa constituida por la oreja y el conducto auditivo externo. Las ondas sonoras son conducidas a través del oído externo hasta el oído medio.
- Oído medio: está formado por la Cavidad timpánica y por el yunque, martillo y estribo, se articulan entre sí y con la membrana timpánica. Las ondas sonoras se transmiten a través de ellos cuando vibra el tímpano.

Tanto la cavidad timpánica como el yunque, martillo y estribo están contenidos dentro de un espacio irregular en el hueso temporal. Está separado del oído externo por la membrana timpánica. La trompa auditiva o trompa de Eustaquio permite el paso de aire desde la faringe posterior hasta el oído medio.



DIBUJO 2. *Oído medio.*

- Oído interno: es una compleja estructura interna del oído que comunica directamente con el nervio acústico. Transmite las vibraciones sonoras desde el oído medio a través del líquido de los conductos semicirculares (órgano del equilibrio), que se unen al vestíbulo, conectado con la cóclea (órgano de la audición). Consta de dos partes: el laberinto óseo y el laberinto membranoso (Ver **DIBUJO 3**).



DIBUJO 3. *Oído interno.*

2. FISIOLOGÍA DEL OÍDO.

El oído percibe variaciones periódicas de presión en forma de sonido cuando su frecuencia está comprendida entre los 20 y los 20000 Hz, como ya se ha comentado anteriormente. Esta capacidad puede variar en función de las características de la persona, su sexo, edad, fatiga, grado de concentración, etc.

Las características anatómicas del conducto auditivo externo, y el fenómeno de resonancia que en él se produce, hacen que la mayor sensibilidad del oído para la

percepción del sonido, se produzca para las frecuencias de éste comprendidas entre los 1000 y 4000 Hz.

Cuando el sonido llega al oído externo es conducido hasta la membrana del tímpano que, al vibrar, pone en movimiento los huesecillos del oído medio. El estribo, unido elásticamente a la membrana oval, comunica un movimiento ondulatorio al líquido que llena la cavidad del oído interno, estimulando el órgano de Corti. El rozamiento de los extremos libres de las células sensoriales con la membrana tectoria genera impulsos eléctricos que discurren a lo largo del nervio auditivo hasta llegar al cerebro, en donde finalmente es interpretado como sonido.

De esta forma nuestro cerebro es capaz de percibir e interpretar cualquier sonido o ruido que se produzca en nuestro entorno.

Son muchos los efectos nocivos que pueden producir el ruido, cuando éste incide de forma directa sobre el ser humano, ya sea durante largos periodos de exposición o por una elevada intensidad de aquel. Evitar estas situaciones y/o protegerse de dicha exposición, son la mejor forma de evitar sus secuelas.

3. EFECTOS FISIOLÓGICOS.

Todos nosotros, a lo largo del día, estamos sometidos en algún momento a algún tipo de ruido. Al llamado laboral o industrial, debido a nuestro trabajo, o al denominado ruido comunitario, que incluye el generado por fuentes que funcionan para satisfacer las necesidades de una comunidad.

En la tabla siguiente se exponen los efectos más significativos del ruido que afectan a la salud, admitiendo que ésta representa una situación de bienestar físico y mental. (Ver **TABLA 4**).



TABLA 4.*Efectos más significativos del ruido que afectan a la salud.*

De forma general los efectos del ruido sobre el hombre se pueden dividir en auditivos y no auditivos. Los primeros son aquellos efectos que producen alteraciones en la audición, y los no auditivos son el resto.

3.1. Auditivos.

El órgano auditivo es un órgano fundamental de relación. Por lo tanto el sentido de la audición está íntimamente ligado con las funciones psíquicas del individuo, y fundamentalmente unido a la emisión y percepción de la palabra.

La secuela más importante de la sordera es su influencia sobre la comunicación.

Existen dos tipos de sordera:

- La sordera de conducción o de transmisión: se debe a deficiencias en el mecanismo de conducción del sistema auditivo.
- La sordera neural: se debe a deficiencias o daño en el nervio auditivo o en la membrana basilar y otras conexiones neurales que están estrechamente vinculadas en la cóclea.

Las causas de la sordera son variables. Pueden ser de origen patológico o bien por exposición prolongada a ruido industrial intenso y, tal vez, a los efectos generales de la edad. El resultado de la exposición anormal a los sonidos se llama sordera de estimulación que afecta al oído interno.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), tiene en la actualidad censadas del orden de 500 profesiones que puedan entrañar algún peligro para la capacidad auditiva de los trabajadores.

Hay dos tipos principales de pérdida auditiva incluida por el ruido: la que ocurre gradualmente durante un período de años y la que puede atribuirse a un periodo breve, pero intenso, de exposición al ruido. Este último es el que se denomina, generalmente, trauma acústico.

El estudio de las posibles alteraciones de oído se hace mediante técnicas de exploración audiométrica. Los audiómetros constan de un generador de tonos que proporciona sonidos puros en distintas frecuencias de la gama audible, permitiendo graduar la intensidad en niveles, hasta que el tono es apenas audible por el receptor. En cada frecuencia se mide la intensidad necesaria para que un tono sea audible. La gráfica resultante se llama audiograma e indica la pérdida de la audición, en dB, para las distintas frecuencias de prueba. (Ver **TABLA 5**).

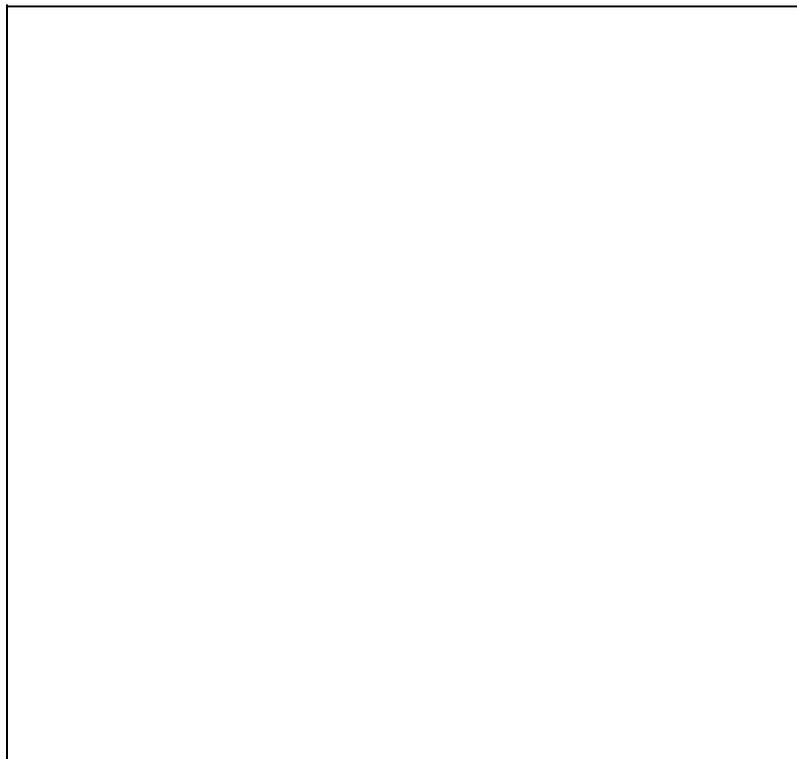


TABLA 5. Audiograma donde indica la pérdida de audición.

En la génesis de la sordera intervienen factores objetivos y subjetivos. La intensidad sonora es de primordial importancia, pero también influye la composición en frecuencia del ruido (las frecuencias agudas por encima de 2KHz son más perjudiciales que las bajas).

Tampoco se pueden olvidar otros conceptos que influyen en la sordera como:

- La susceptibilidad individual: factor individual que tiene una gran importancia por obedecer a una serie de causas que condicionan la forma particular de responder el oído frente a la agresión.
- La edad: los individuos jóvenes son más resistentes al trauma sonoro que las personas de más de cuarenta y cinco años.
- El sexo: las mujeres tienen mejor audición que los hombres y la diferencia se acentúa al aumentar la edad.
- La patología anterior: la respuesta del oído al trauma sonora depende de la constitución otológica del individuo. (Ver **TABLA 6**).

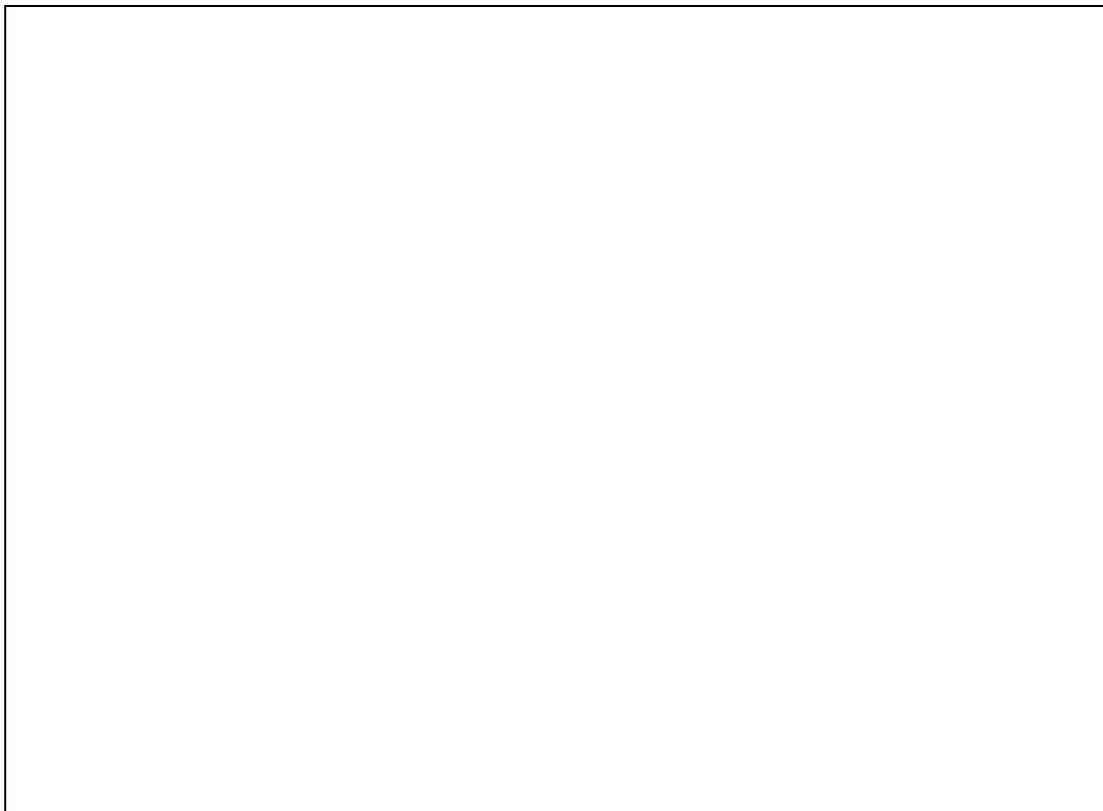


TABLA 6. *Tabla indicativa del daño acústico por ruido en % de trabajadores y en % de disminución.*

3.2. No auditivos.

Según la Organización Mundial de la Salud, la salud es “un estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente una ausencia de dolencias y enfermedades”. El bienestar viene disminuido por el ruido y, por tanto, el ruido afecta a la salud.

Los estímulos sonoros pasan fácilmente al sistema nervioso central a través del sistema auditivo, dada la proximidad y vinculación existente entre ambos.

La acción nociva del ruido sobre el organismo humano, dejando aparte las lesiones auditivas, se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- Perturbaciones de las reacciones del sistema nervioso central
- Alteraciones de las respuestas del sistema neurovegetativo que se manifiestan a través de anomalías de las funciones circulatoria, cardíaca, respiratoria, etc., y en la actividad endocrina.

La exposición a altos niveles de ruido tiene un efecto general de incremento de la estimulación del sistema nervioso central actuando como un agente provocador de tensión que puede llevar a una situación de estrés en el hombre, generando un aumento de las enfermedades cardiovasculares, respiratorias y digestivas.

Se ha demostrado que la exposición a altos niveles de ruido conduce a una elevación de la actividad eléctrica de la piel, disminución del flujo sanguíneo periférico y alta presión sistólica y diastólica. Sobre el aparato respiratorio se ha observado taquipnea producida por el ruido, cuyo efecto unido a los cardiovasculares, va acompañado de un aumento en el consumo de oxígeno.

El aparato digestivo también es afectado por el ruido, habiéndose observado una disminución de la actividad gástrica produciendo náuseas, vómitos, digestiones pesadas y también molestias hepáticas.

Los trabajadores expuestos a niveles elevados de ruido padecen una mayor incidencia de trastornos cardiovasculares, problemas de garganta y trastornos del equilibrio que aquellos expuestos a niveles más bajos de ruido.

También está demostrado que la exposición al ruido de altas intensidades está asociado con dolores de cabeza (jaquecas).

El ambiente ruidoso puede afectar adversamente a personas de todas las edades, especialmente a niños, que difieren de los adultos en su susceptibilidad al ambiente ruidoso. Los niños en ciertas etapas de su crecimiento se encuentran más sensibles al estrés que se acrecienta con el ruido ambiental. A su vez hay que tener en cuenta el hecho fisiológico de tratarse de un órgano en desarrollo, que por tanto se puede endurecer y hacerse menos sensible.

A continuación se citan algunos ejemplos:

- En estudios encefalográficos se ha observado que el ruido provoca modificaciones del ritmo alfa de las corrientes cerebrales.

- Ruidos del orden de 130dB modifican las corrientes cerebrales.
- Una exposición de 20 minutos a un ruido entre 95 y 105dB da lugar a alteraciones de algunos factores de riesgo cerebral.
- El ruido produce alteraciones en el ritmo cardiaco, debidas tal vez al efecto de alarma.
- En personas con alteraciones previas de circulación coronaria pueden presentarse después de una exposición a un ruido de 90dB, de 10 minutos de duración.
- En personas mayores de 40 años, con una larga exposición al ruido, se ha observado un aumento significativo de morbilidad cardiovascular por infarto de miocardio.
- Aunque el límite aceptado para que se produzcan reacciones neurovegetativas es de 60dB se han estudiado aumentos de adrenalina con niveles de ruido de 55dB.
- Exposiciones a ruido intenso han provocado subida de niveles de glucosa sanguínea.
- Se produce un aumento de la frecuencia respiratoria. Cuando el ruido cesa la frecuencia respiratoria vuelve a la normalidad.
- Se pueden encontrar alteraciones de la secreción ácida del estómago.
- Alteraciones en la motilidad de estómago e intestinos.
- Estrechamiento del campo visual.
- Alteraciones de la visión nocturna.
- Alteraciones de los músculos ciliares.

4. EFECTOS PSICOLÓGICOS.

En el orden psicológico, el ruido puede producir fundamentalmente sensaciones de desagrado y de molestia.

No existe un método objetivo de medir esta molestia, pero es posible obtener algunos datos mediante encuestas.

Según se deduce de las encuestas:

- El ruido intermitente es más agresivo que el ruido continuo, y si la intermitencia es aperiódica (impredecible), el rechazo es mayor todavía.

- Cuanto más alto es el ruido con respecto al ambiente sonoro, más requiere nuestra atención.
- Ruidos conteniendo componentes de altas frecuencias o muy bajas son más molestos que ruidos con un espectro más uniforme.
- Ruidos de tipo o dirección desconocida pueden producir reacciones de miedo o ansiedad.
- Sonidos que son desconocidos en intensidad o ritmo, producen curiosidad.
- Sonidos cerca del umbral de inteligibilidad pueden ser más molestos que si son fácilmente captables.
- Ruidos no producidos por el trabajo que estamos haciendo nos resultan más molestos que los originados por este.

Otras alteraciones psicológicas que pueden producir el ruido son:

- Falta de atención.
- Aumento de errores.
- Imprecisión de las respuestas y falta de calidad de las mismas.
- Estados de ansiedad.
- Fatiga.

Antes de finalizar mencionar que son numerosos los trabajos que han estudiado los efectos del ruido que afectan a aspectos psicológicos del individuo. Existen variaciones en los resultados de diversos autores en función del tipo de ruido elegido para las pruebas, pero todos coinciden en el efecto negativo, sobre actividades que impliquen procesos de memorización, atención, recuerdo, etc.

La cultura actual del ocio, especialmente en la juventud, va acompañada generalmente de altos niveles sonoros. Las fiestas al aire libre, con la megafonía correspondiente, los conciertos multitudinarios, etc., no sólo tienen relación con los protagonistas sino que provocan con frecuencia quejas de vecinos cercanos que reclaman su derecho al descanso.

Para concluir se puede afirmar que no habría mejor campaña para luchar contra el ruido que una información sobre sus efectos y crear el hábito desde la escuela de apreciar el silencio cuando es necesario, incluyendo el respeto a los que conviven con nosotros.

5. UMBRALES DE AUDICIÓN.

La complejidad del estudio de los efectos del ruido se debe a que no todas las personas responden de la misma manera a su estímulo, por lo que hay que recurrir a valoraciones estadísticas con las que comparan los resultados individuales.

Estos efectos son los más estudiados por ser los más directamente relacionados con el ruido y por ser característicos de algunas profesiones, prácticamente desde que existió una actividad laboral organizada.

La pérdida de audición debida al ruido sólo se produce de manera instantánea en casos puntuales como puede ser el de una explosión, que puede dañar el oído medio con la destrucción de la membrana timpánica o las células ciliares del oído interno.

En general, la presencia del ruido da lugar a un desplazamiento del umbral de audición que se recupera una vez que aquel ha cesado y que se denomina desplazamiento temporal del umbral de audición (DTU).

El paso de DTU en un individuo, a desplazamiento permanente (DPU), se produce de una manera lenta sin que éste lo perciba, a veces a lo largo de años, hasta hacerse irreversible. Hay que tener en cuenta que al hecho descrito anteriormente, hay que añadir la pérdida de audición debida a la edad, denominada presbiacusia. En relación con las pérdidas de audición ocasionadas por ruido, a niveles excepcionalmente elevados, se constata en ocasiones la aparición de los denominados acúfenos (pitidos en los oídos), así como vértigos o mareos.

He aquí un dato la Directiva de la Comunidad Europea relativa a la protección de los trabajadores contra los riesgos debidos a la exposición al ruido durante el trabajo fija el valor de 85dB(A) como límite.

Ahora bien, algunos autores sitúan el problema de la interferencia del ruido con la palabra, entre los primeros efectos del ruido. Como ejemplo de esta situación puede citarse el caso de las aulas de enseñanza, que requieren para su actividad condiciones acústicas idóneas y donde la coincidencia de un ruido de fondo excesivo, unida a malas condiciones acústicas de los recintos (lo cual es bastante habitual), las imposibilita para el ejercicio de la docencia. Otro ejemplo es el de una fábrica donde un trabajador puede no oír una señal de alerta o confundir órdenes transmitidas, dando lugar incluso a accidentes laborales.

Por último conviene señalar que las valoraciones de pérdidas de audición se llevan a cabo mediante pruebas audiométricas.