

Índice

1. Introducción
2. Tipos de Ruidos
 - 2.1. Ruido Urbano
 - 2.1.1. Automóviles
 - 2.1.2. Aviones
 - 2.1.3. Ferrocarril
 - 2.1.4. Otras Fuentes Sonoras
 - 2.1.5. Auriculares
 - 2.1.6. Teléfonos Celulares
 - 2.2. Ruido Industrial
3. Magnitudes y Unidades
 - 3.1. Presión Sonora
 - 3.2. Intensidad Sonora
 - 3.3. La Amplitud
 - 3.4. El Timbre
 - 3.5. La Velocidad del sonido
4. Ruido Industrial y efecto en la Salud
 - 4.1. Características del Ruido
 - 4.2. Efecto del ruido en el oído
 - 4.3. Efecto de la Exposición al Ruido en los Seres Humanos
 - 4.3.1. Efecto Fisiológicos
 - 4.3.1.1. La Sordera y la Hipoacusia
 - 4.3.1.2. Ruido y Embarazo
 - 4.3.1.3. Efectos sobre el Sistema Cardiovascular
 - 4.3.1.4. Efecto sobre el Aparato Respiratorio
 - 4.3.1.5. Efectos sobre el Aparato Digestivo
 - 4.3.1.6. Efecto sobre el Sistema Nervioso Central
 - 4.3.1.7. Efectos Sobre la Visión
 - 4.3.1.8. Fatiga Auditiva

- 4.3.1.9. Perdida Progresiva de la Audición
- 4.3.1.10. Acúfenos
- 4.3.1.11. Efectos sobre el Equilibrio
- 4.3.2. Efectos Psicológicos
 - 4.3.2.1. Trastornos del Sueño
 - 4.3.2.2. Stress
 - 4.3.2.3. Efectos sobre el Aprendizaje
 - 4.3.2.4. Efectos sobre el Rendimiento
- 4.3.3. Efectos Sociales
 - 4.3.3.1. Efecto Mascara e Interferencia con el Lenguaje
 - 4.3.3.2. Efecto sobre el comportamiento social
 - 4.3.3.3. Molestias
- 5. Medidas de control del Ruido
 - 5.1. Sobre la fuente
 - 5.2. Sobre el ambiente
 - 5.3. Controles Administrativos
 - 5.4. Sobre el Hombre
 - 5.5. Normas Aplicables
- 6. Conclusiones

1 Introducción

El ruido es una de las principales causas que potencialmente producen deterioro auditivo en la mayoría de las comunidades. Nuestros trabajos, hábitos y recreación, y nuestros barrios y casas están llenos con los niveles potencialmente dañosos de ruido. Es preocupante cuando tenemos que millones de personas están expuestos diariamente al ruido, que está dañando permanentemente a su oído. Si a esta situación global adjuntamos la exposición laboral a riesgos por ruido, definitivamente tenemos que considerar que estamos ante la presencia de un problema de salud significativo.

La pérdida auditiva en los trabajadores ocurre gradualmente en la mayoría de los casos, incrementándose con el tiempo de exposición y con la edad de la persona. El primer conocimiento del daño normalmente empieza en general con la pérdida de palabras ocasionales durante la conversación, y dificultad en la comprensión de las palabras cuando habla por teléfono. Desgraciadamente, cuando el trabajador se da cuenta de este problema, generalmente es demasiado tarde. Se pierde la habilidad de oír la frecuencia alta, por ejemplo, una flauta o flautín, o incluso los susurros suaves. Cuando el daño continúa, puede ser lo suficientemente importante para producir molestias; y no hay ninguna cura. Los audífonos no restauran el oído ruido-dañado, aunque ellos pueden ser de ayuda limitada a algunas personas. De allí, la importancia de detectar tempranamente la pérdida de la audición inducida por ruido.

Las personas con sordera parcial, expuestas al ruido, necesariamente no viven en un mundo de quietud. Muchos sonidos todavía audibles a ellos pueden ser escuchados con claridad, pero distorsionados. Las consonantes especialmente alta como la "s" y "ch," a menudo no las escucha o distingue de otros sonidos. La conversación frecuentemente está alterada, es fuerte, y siente como si tuviera "la cabeza en un barril". Cuando se encuentran expuestos a ruido muy fuerte, las personas con la pérdida parcial de la audición pueden experimentar incomodidad y dolor. Además, frecuentemente padecen el tinnitus o zumbido irritante o sienten

rugidos en la cabeza; incluso, padecen de angustia emocional y trastornos del sueño.

La capacidad a la conversación normalmente se hace difícil para las personas con pérdida parcial de la audición, lo cual las limita para participar en las conferencias, reuniones, fiestas, y otras reuniones; dificultad para escuchar televisión, radio, y el teléfono, que constituyen actividades importantes de nuestras vidas. En pocas palabras, las personas sienten como si el mundo se les acortara. La depresión emocional que sigue la pérdida auditiva es mucho mayor, si el deterioro ha sido súbito que gradual. Esto conlleva a que las personas con pérdida de la audición sufren incomodidad y el aislamiento social.

Es importante considerar que las personas en muchos casos están expuestas social y ocupacionalmente a ruido, y el efecto de ambos factores, puede generar la pérdida de la capacidad auditiva. Como regla general, siempre que nosotros necesitemos levantar nuestra voz para ser oída, el ruido del fondo puede ser demasiado fuerte y debe evitarse.

En términos generales podemos definir al ruido como un sonido desagradable y molesto, con niveles excesivamente altos que son potencialmente nocivos para la audición. Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, esto puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que se desarrolle la pérdida auditiva, aunque en cualquiera de estos casos, es lamentablemente irreversible.

2 Tipos de ruidos

Continuo constante: Es aquel cuyo nivel sonoro es prácticamente constante durante todo el período de medición, las diferencias entre los valores máximos y mínimos no exceden a 6 dB(A).

Continuo fluctuante: Es aquel cuyo nivel sonoro fluctúa durante todo el período de medición, presenta diferencias mayores a 6dB(A) entre los valores máximos y mínimos.

Intermitente: Presenta características estables o fluctuantes durante un segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 segundos.

Impulsivo o de impacto: Son de corta duración, con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1 segundo, presenta diferencias mayores a 35dB(A) entre los valores máximos y mínimos.

140 dB	Umbral del dolor
130 dB	Avión despegando
120 dB	Motor de avión en marcha
110 dB	Concierto
100 dB	Perforadora eléctrica
90 dB	Tráfico
80 dB	Tren
70 dB	Aspiradora
50/60 dB	Aglomeración de Gente
40 dB	Conversación
20 dB	Biblioteca
10 dB	Ruido del campo
0 dB	Umbral de la audición

Las causas fundamentales de la contaminación acústica son, entre otras, el aumento espectacular del parque automovilístico, el hecho de que las ciudades no habían sido concebidas para soportar los medios de transporte, las actividades industriales, las obras públicas y la construcción, los servicios de limpieza y de recogida de basura, sirenas y alarmas, así como las actividades lúdicas y recreativas, y entre ellas, la creciente proliferación de botellones en áreas urbanas.

2.1. RUIDO URBANO.



2.1.1 AUTOMÓVILES.

El ruido del tráfico perturba las distintas actividades, interfiriendo con la comunicación hablada, perturbando el sueño, el descanso, la relajación, impidiendo la concentración y el aprendizaje y lo que es más grave, creando estados de tensión y cansancio que pueden degenerar en enfermedades de tipo nervioso y cardiovascular.

Una buena planificación urbana debe proveer unas buenas comunicaciones con un mínimo impacto por ruido. Esa labor sólo puede ser realizada a través de dos caminos paralelos:

- Un diseño medioambiental óptimo de las vías de comunicación.
- Una planificación compatible del uso del suelo alrededor de las vías.

El nivel sonoro continuo aumenta con:

- La velocidad del tráfico.
- La intensidad del mismo.
- El porcentaje de vehículos comerciales.
- La longitud de carretera vista.

Y disminuye con:

- La presencia de obstáculos en la trayectoria de propagación.
- La cobertura vegetal del terreno.
- La fluidez del tráfico.



2.1.2. AVIONES.



El impacto de las aeronaves, en toda su variedad, no se limita a las proximidades de los grandes aeropuertos, sino que afecta también, en mayor o menor medida, a una gran parte de las zonas urbanas y rurales de todos los países del mundo. La proliferación de aeropuertos, el aumento del número de personas que utilizan con frecuencia este medio de transporte y la generalización de su uso en el movimiento de carga, han producido un aumento exponencial en el tráfico aéreo a lo largo de estas últimas décadas.

2.1.3. FERROCARRIL.



La reciente proliferación de trenes de gran velocidad en muchos países desarrollados supone, desde el punto de vista de la acústica ambiental, un elemento muy negativo. La existencia de trenes subterráneos en las zonas urbanas, tanto en lo referente a las grandes líneas interurbanas en sus rutas de penetración en las ciudades como a las redes metropolitanas, no resuelve totalmente el problema (vibraciones de los edificios, llegada de ruido a la superficie, etc).

2.1.4. OTRAS FUENTES SONORAS.



En todas las ciudades modernas existen también otras fuentes sonoras que poseen un carácter singular y esporádico, aunque, por desgracia, su presencia se deja sentir en algunas ocasiones con

excesiva frecuencia; éste es el caso de las sirenas de los coches de policía, bomberos y ambulancias o de las señales acústicas de los sistemas de seguridad.

2.1.5. AURICULARES.



Usar los auriculares en un nivel del volumen suficientemente alto puede causar el deterioro o la sordera temporal o permanente de oído debido a un efecto llamado enmascarar. El volumen del auricular tiene que competir con el ruido de fondo, especialmente en lugares excesivamente ruidosos tales como estaciones del subterráneo, aeropuertos, y muchedumbres grandes. Esto conduce a la desaparición del dolor normal asociado a niveles más altos de volúmenes, y los períodos prolongados del volumen excesivamente ruidoso son extremadamente perjudiciales. Otros riesgos se presentan del conocimiento reducido de sonidos externos, por ejemplo el uso de auriculares mientras se conduce un vehículo. Para que el impacto del ruido no sea desfavorable a la salud del usuario se debería:

- Introdurcir el trazado de circuito de seguridad que el volumen limitado de la salida.
- Aadvirtienddo al usuario cuando el volumen peligroso es utilizado.
- Imponer un límite de reproducción máximo.

2.1.6. TELEFONOS CELULARES



La Telefonía móvil no se puede considerar en estos tiempos un mal menor. Su aparición y uso de manera masiva es bastante resiente y día a día esto se va incrementando, es por esto que es materia de estudio de investigadores a grupos reducidos de usuarios.

En base a esto se ha demostrado que la exposición continuada a microondas de GSM puede producir fatiga, tendencia depresiva, desordenes del sueño, problemas cardiovasculares, dificultades de concentración, desórdenes de la piel y pérdida de apetito.

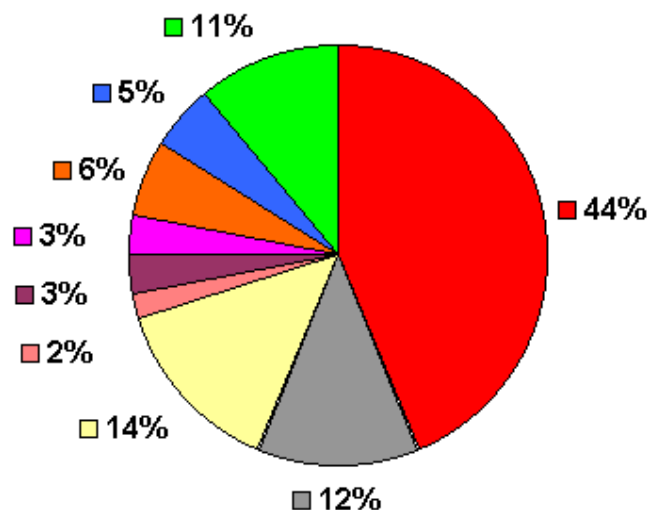
2.2. RUIDO INDUSTRIAL.



El ruido industrial está originado fundamentalmente por el funcionamiento de los diferentes tipos de máquinas existentes en estos lugares y, en general por toda su actividad interna. La progresiva molestia que produce el ruido industrial está relacionada directamente con toda una serie de factores objetivos, tales como el aumento del nivel de industrialización en todo el mundo, la paulatina concentración de la actividad industrial en espacios limitados y el aumento de la potencia de las máquinas. En líneas generales, el ruido industrial se caracteriza por presentar niveles de presión acústica relativamente elevados, con carácter impulsivo o ruidos de alta intensidad y corta duración. La presencia de ultrasonidos, infrasonidos y vibraciones reviste también una gran importancia en ambientes industriales. Las obras públicas o la construcción tienen una gran importancia como causa de molestia. Los compresores, martillos neumáticos, excavadoras y vehículos pesados de todo tipo producen unos niveles de ruido tan elevados que, al margen de la significación de prosperidad y desarrollo que puedan simbolizar, son el blanco de muchas de las quejas de los residentes de nuestras ciudades. A pesar de los esfuerzos realizados para solucionar este problema,

los éxitos alcanzados hasta ahora son relativamente modestos. Las estrategias adoptadas difieren considerablemente de unos países a otros, en parte como consecuencia de la diferente sensibilidad que muestran esas mismas sociedades ante el fenómeno que nos ocupa, y en parte debido a las repercusiones tecnológicas, económicas y sociales que comporta cualquier política eficaz de lucha contra el ruido.

Fuentes principales de los niveles de ruido urbano



■ Turismos	■ Vehiculos pesados
■ Motos y motocicletas	■ Recogida de basuras
■ Obras urbanas	■ Ventilación y aire acondicionado
■ Peatones	■ Sirenas y claxon
■ Otras causas	

3. Magnitudes y unidades

3.1. Presión Sonora: Es la variación de Presión que puede ser detectada por el oído humano. El umbral de percepción para un individuo se produce a partir de una presión sonora de 2×10^{-5} Nw/m². La poca operatividad de esta escala, hace necesario utilizar los decibeles (dB) para expresar la magnitud de la presión

sonora, la cual es el logaritmo (de base 10) de la relación de dos intensidades y viene dada por la siguiente expresión:

Nivel de Presión (dB) = $10\log$ (Presión acústica existente/Presión acústica de referencia)

Frecuencias y ancho de bandas normalizados: Frecuencia es el número de variación de presión por segundo, se mide en Hz. Las mediciones acústicas también se realizan a determinadas frecuencias, de acuerdo con las normas correspondientes. Estas frecuencias se establecen con base en la frecuencia de 1 KHz. Se han establecido tres series de frecuencias denominadas octavas (1/1), medias octavas (1/2) y tercios de octava (1/3) de banda.

Los seres humanos sólo podemos percibir el sonido en un rango de frecuencias relativamente reducido, aproximadamente entre 20 y 20.000 hercios.

3.2. Intensidad sonora: Es la energía que atraviesa en la unidad de tiempo la unidad de superficie, perpendicular a la dirección de propagación de las ondas, se mide en watt/m².

La distancia a la que se puede oír un sonido depende de su intensidad, que es el flujo medio de energía por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación. En el caso de ondas esféricas que se propagan desde una fuente puntual, la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia, suponiendo que no se produzca ninguna pérdida de energía debido a la viscosidad, la conducción térmica u otros efectos de absorción. Por ejemplo, en un medio perfectamente homogéneo, un sonido será nueve veces más intenso a una distancia de 100 metros que a una distancia de 300 metros. En la propagación real del sonido en la atmósfera, los cambios de propiedades físicas del aire como la temperatura, presión o humedad producen la amortiguación y dispersión de las ondas sonoras, por lo que generalmente la ley del inverso del cuadrado no se puede aplicar a las medidas directas de la intensidad del sonido.

La intensidad relativa de un sonido con respecto a otro se define como 10 veces el logaritmo (con base 10) de la razón de sus intensidades. Los niveles así definidos expresados en decibelio (dB), son una cantidad adimensional.

La intensidad fisiológica o sensación sonora de un sonido se mide en decibelios o decibeles (dB). Por ejemplo, el umbral de la audición está en 0 dB, la intensidad fisiológica de un susurro corresponde a unos 10 dB y el ruido de las olas en la costa a unos 40 dB. La escala de sensación sonora es logarítmica, lo que significa que un aumento de 10 dB corresponde a una intensidad 10 veces mayor: por ejemplo, el ruido de las olas en la costa es 1.000 veces más intenso que un susurro, lo que equivale a un aumento de 30 dB.



DECIBELIMETRO

3.3. La amplitud. Es la característica de las ondas sonoras que percibimos como volumen. La amplitud es la máxima distancia que un punto del medio en que se propaga la onda se desplaza de la posición de equilibrio; esta distancia corresponde al grado de movimiento de las moléculas de aire en una onda sonora. Al aumentar su movimiento, golpean el tímpano con una fuerza mayor, por lo que el oído percibe un sonido más fuerte. Un tono con amplitudes baja, media y alta demuestra el cambio del sonido resultante.

3.4. El Timbre. Si se toca el la situado sobre el do central en un violín, un piano y un diapasón, con la misma intensidad en los tres casos, los sonidos son idénticos en frecuencia y amplitud, pero muy diferentes en timbre. De las tres fuentes, el diapasón es el que produce el tono más sencillo, que en este caso está formado casi

exclusivamente por vibraciones con frecuencias de 440 Hz. Debido a las propiedades acústicas del oído y las propiedades de resonancia de su membrana vibrante, es dudoso que un tono puro llegue al mecanismo interno del oído sin sufrir cambios. La componente principal de la nota producida por el piano o el violín también tiene una frecuencia de 440 Hz. Sin embargo, esas notas también contienen componentes con frecuencias que son múltiplos exactos de 440 Hz, los llamados tonos secundarios, como 880, 1.320 o 1.760 Hz. Las intensidades concretas de esas otras componentes, los llamados armónicos, determinan el timbre de la nota.

3.5. La Velocidad del sonido. La frecuencia de una onda de sonido es una medida del número de vibraciones por segundo de un punto determinado. La distancia entre dos compresiones o dos enrarecimientos sucesivos de la onda se denomina longitud de onda. El producto de la longitud de onda y la frecuencia es igual a la velocidad de propagación de la onda, que es la misma para sonidos de cualquier frecuencia (cuando el sonido se propaga por el mismo medio a la misma temperatura).

La velocidad de propagación del sonido en aire seco a una temperatura de 0 °C es de 331,6 m/s. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad del sonido; por ejemplo, a 20 °C, la velocidad es de 344 m/s. Los cambios de presión a densidad constante no tienen prácticamente ningún efecto sobre la velocidad del sonido. En muchos otros gases, la velocidad sólo depende de su densidad. Si las moléculas son pesadas, se mueven con más dificultad, y el sonido avanza más despacio por el medio. Por ejemplo, el sonido avanza ligeramente más deprisa en aire húmedo que en aire seco, porque el primero contiene un número mayor de moléculas más ligeras. En la mayoría de los gases, la velocidad del sonido también depende de otro factor, el calor específico, que afecta a la propagación de las ondas de sonido.

La onda sonora va acompañada de un flujo de energía mecánica, y tiene como propiedades su ángulo de reflexión, refracción, interferencia, difracción, absorción y efecto doppler.

La medición del ruido industrial requiere de información básica para su planeación y ejecución: planos de distribución de la unidad productiva, descripción del proceso, número de trabajadores, especificación del puesto de trabajo, programas de mantenimiento, registros de producción, opinión de supervisores y de los empleados, reconocimiento visual y auditivo. La medición directa del riesgo considera el ambiente acústico, medición de las actividades, variaciones operacionales, utilización de procedimientos técnicos y normativos adecuados (métodos de evaluación ambiental) y selección de la instrumentación correcta.

4. Ruido Industrial y Efectos a la Salud.

4.1. Características del ruido

Algunas características del ruido:

- Es el contaminante más barato de producir.
- Es complejo de medir y cuantificar.
- No deja residuos (no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero sí puede tener un efecto acumulativo en el hombre).
- Es uno de los contaminantes que requiere menos cantidad de energía para ser producido.
- Tiene un radio de acción pequeño, vale decir, es localizado.
- No es susceptible grandes traslados a través de los sistemas naturales, como por ejemplo, el aire contaminado llevado por el viento, o un residuo líquido cuando es trasladado por un río por grandes distancias.
- Se percibe sólo por un sentido: el oído. Esto hace subestimar su efecto, a diferencia de otros contaminantes como en el caso del agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.
- Características objetivas (parámetros físicos) Intensidad, frecuencia, duración, variabilidad, etc.
- Características subjetivas (apreciación). Por parte del sujeto: biológicas, psicológicas, culturales, costumbres, calidad de vida. Relacionado con el ambiente: depende de la zona donde se encuentra el afectado. Según la actividad que realice: sueño, deporte, concentración.

4.2. Efectos del ruido en el oído

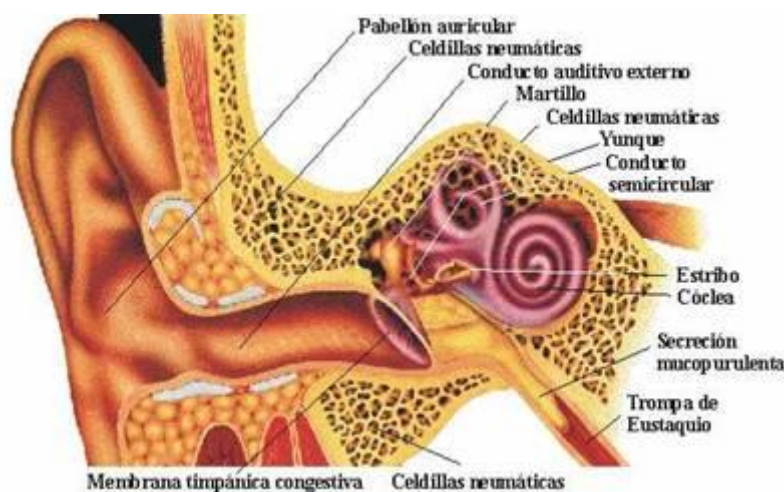
La generación de sensaciones auditivas en el ser humano es un proceso extraordinariamente complejo, el cual se desarrolla en tres etapas básicas:

- Conversión de la señal acústica (mecánica) en impulsos nerviosos, y transmisión de dichos impulsos hasta los centros sensoriales del cerebro.
- 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 propiamente dicho, mientras que la etapa de procesamiento neural, en la cual se producen las diversas sensaciones auditivas, se encuentra ubicada en el cerebro. Así pues, 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.

El oído o región periférica se divide usualmente en tres zonas, llamadas oído externo, oído medio y oído interno, de acuerdo a su ubicación en el cráneo, como puede verse en la siguiente figura:

Oído Humano



Los estímulos sonoros se propagan a través de estas zonas, sufriendo diversas transformaciones hasta su conversión final en

impulsos nerviosos. Tanto el procesamiento mecánico de las ondas sonoras como la conversión de éstas en señales electroquímicas son procesos no lineales, lo cual dificulta la caracterización y modelado de los fenómenos preceptuales.

El proceso de transducción o conversión de señal mecánica a electroquímica se desarrolla en el órgano de Corti, situado sobre la membrana basilar.

Las vibraciones de la membrana basilar hacen que ésta se mueva en sentido vertical. A su vez la membrana tectorial, ubicada sobre las células ciliares (los transductores), vibra igualmente; sin embargo, dado que los ejes de movimiento de ambas membranas son distintos, el efecto final es el de un desplazamiento "lateral" de la membrana tectorial con respecto a la membrana basilar. Como resultado, los cilios de las células ciliares externas se "doblan" hacia un lado u otro.

En el caso de las células internas, aún cuando sus cilios no están en contacto directo con la membrana tectorial, los desplazamientos del líquido y su alta viscosidad (relativa a las dimensiones de los cilios) hacen que dichos cilios se doblen también en la misma dirección.

La diferencia fundamental entre los dos fluidos de la cóclea, la perilinfa y la endolinfa, estriba en las distintas concentraciones de iones en los dos fluidos. De esta manera, la endolinfa se encuentra a un potencial eléctrico ligeramente positivo.

Por otro lado, los movimientos de los cilios en una dirección determinada, hacen que la conductividad de la membrana de las células ciliares aumente. Debido a las diferencias de potencial existentes, los cambios en la membrana modulan una corriente eléctrica que fluye a través de las células ciliares.

La consiguiente disminución en el potencial interno de las células internas provoca la activación de los terminales nerviosos aferentes, generándose un impulso nervioso que viaja hacia el cerebro. Por el contrario, cuando los cilios se doblan en la dirección opuesta, la

conductividad de la membrana disminuye y se inhibe la generación de dichos impulsos.

Las fibras aferentes están conectadas mayormente con las células ciliares internas, por lo que es posible concluir con certeza que éstas son los verdaderos "sensores" del oído. Por el contrario, el papel de las células ciliares externas (más numerosas que las internas) era objeto de especulaciones hasta hace pocos años.

Recientemente se ha comprobado que dichas células no operan como receptores, sino como "músculos", es decir, como elementos móviles que pueden modificar las oscilaciones en la membrana basilar.

La actuación de las células ciliares externas parece ser la siguiente: para niveles de señal elevados, el movimiento del fluido que rodea los cilios de las células internas es suficiente para doblarlos, y las células externas se saturan. Sin embargo, cuando los niveles de señal son bajos, los desplazamientos de los cilios de las células internas son muy pequeños para activarlas; en este caso, las células externas se "alargan", aumentando la magnitud de la oscilación hasta que se saturan.

Este es un proceso no lineal de realimentación positiva de la energía mecánica, de modo que las células ciliares externas actúan como un control automático de ganancia, aumentando la sensibilidad del oído.

Este nuevo modelo del mecanismo de transducción nos indica que el conjunto formado por la membrana basilar y sus estructuras anexas forman un sistema activo, no lineal y con realimentación, y permite explicar dos fenómenos asociados al oído interno: el "tono de combinación", generado a partir de dos tonos de distinta frecuencia por un elemento no lineal

que contiene un término cúbico, y las "emisiones otoacústicas", las cuales consisten en tonos generados en el oído interno en forma espontánea o estimulada, y que pueden llegar a ser audibles.

4.3. Efectos de la Exposición al Ruido en los Seres Humanos

La nocividad del ruido depende de 5 factores fundamentales:

1. Nivel de intensidad: El ruido máximo permitido es de 85 Decibeles, si la intensidad es mayor debe protegerse al trabajador.
2. Tiempo de exposición
3. Frecuencia: Los ruidos de alta frecuencia son más nocivos que los de baja frecuencia
4. Intervalo entre las exposiciones
5. Sujeto pasivo receptor

Según la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), salud es "un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedades" [OMS 2005]. De esta definición se puede concluir que los efectos del ruido en hombres y mujeres están asociados no solamente a enfermedades auditivas, sino también con el deterioro en la calidad de vida de las personas

A modo de dimensionar lo perjudicial que puede llegar a ser el ruido como elemento contaminante, se enuncian algunos efectos del ruido en el hombre. No obstante, se debe señalar que lo perjudicial de estos efectos depende entre otras cosas, de cuan elevado sean los niveles y del período de exposición al ruido del individuo.

4.3.1. Efectos fisiológicos

A pesar que el ruido es captado solo por un órgano (oído), sus efectos son percibidos por gran parte de los órganos y partes del cuerpo humano.

4.3.1.1. La sordera o hipoacusia

Es una de las principales enfermedades profesionales, propia del desarrollo industrial y difiere de la presbiacusia, en que esta última es el deterioro de la audición que se asocia al proceso de envejecimiento del hombre [OMS 1999]. En nuestro país se le ha considerado como la segunda enfermedad laboral más común después de la tendinitis (común en los digitadores). Cualquier reducción en la sensibilidad de audición es considerada una pérdida de la audición. La exposición a niveles altos de ruido por largo período de tiempo daña las células de la cóclea [Arenas et al. 2004].

4.3.1.2. Ruido y embarazo

Entre los estímulos sensoriales a los que el feto está expuesto, el universo sonoro es uno de los más importantes (voz de la madre, sonidos externos, etc.). Alrededor del quinto mes de gestación, el oído del feto se hace funcional, percibiendo los ruidos propios de su entorno

inmediato, correspondiente a los del propio organismo de la madre. Experimentos realizados en poblaciones ubicadas en los entornos de aeropuertos de Japón, demostraron que los niños cuyas madres vivieron el embarazo desde el principio en dichos lugares, sufren menos alteraciones que aquellos en que la madre vivió sólo desde el quinto mes hasta el nacimiento.



4.3.1.3. Efectos sobre el sistema cardiovascular

El ruido produce alteraciones en el ritmo cardíaco debidas al efecto de alarma que experimenta el organismo [Quezada 2002]. Las exposiciones a ruidos intensos y por largo tiempo puede causar sobre carga del corazón causando secreciones anormales de hormonas, tensión muscular del corazón, vaso constricción periférica [Kogan 2004; Arenas et al. 2004]. Estudios han demostrado que durante el sueño la actividad cardiovascular se ve perturbada a partir de un ruido de tráfico que penetre en la vivienda de entre 45 dB(A) a 65 dB(A) [Pérez 1998].

Ejemplo:

Estudios realizados demuestran que trabajadores de las industrias de acero y fundición presentan una gran incidencia de alteraciones del ritmo cardíaco. También se producen

modificaciones del electrocardiograma y del riesgo coronario. Todos estos efectos relacionados con el corazón, parecen ser transitorios, desapareciendo con mayor o menor rapidez cuando cesa la exposición al ruido.

Recomendaciones:

- Realizar exámenes preocupacionales
- Realizar exámenes cardíacos periódicos
- Control diario de la tensión arterial.
- Controles periódicos de ruido mediante uso de sonómetros que cumplirán con las normas .
- Disminuir el ruido general mediante dispositivos aisladores y barreras.
- Cambio de maquinarias con movimientos alternativos por rotatorias.
- Realizar Capacitaciones sobre la problemática y su prevención mediante el uso de EPP.
- Controlar el uso de EPP.

4.3.1.4. Efectos sobre el aparato respiratorio

Frente a un estímulo sonoro, se produce un aumento de la frecuencia respiratoria y aunque la influencia sobre el sistema respiratorio es real, no se manifiesta hasta pasado unos años. Cuando el ruido cesa, la frecuencia respiratoria vuelve a la normalidad [Muñoz 1995].

Por tratarse de una afectación que no es crónica, la problemática debe reducirse al control médico.

Recomendaciones:

- Realizar exámenes preocupacionales
- Realizar exámenes cardíacos periódicos
- Control diario de la tensión arterial.

4.3.1.5. Efectos sobre el aparato digestivo

En presencia de ruido algunos procesos involucrados en la digestión pueden alterar su ritmo natural. Se ha observado una reducción de la motilidad del estómago, la cual consiste en la contracción de los músculos del estómago que cumplen la función de amasar el alimento y traspasarlo procesado al intestino, liberando el espacio necesario para que ingresen nuevos alimentos al estómago [Arenas et al. 2004]. Además, se pueden encontrar alteraciones en la secreción ácida del estómago, manifestándose en una mayor incidencia de úlceras duodenales, cólicos y otros trastornos gastrointestinales [Muñoz 1995].

Recomendaciones:

- Realizar exámenes preocupacionales
- Realizar exámenes gástricos periódicos
- Control diario de la tensión arterial.

4.3.1.6. Efectos sobre el sistema nervioso central

El ruido provoca modificaciones del ritmo alfa de las corrientes cerebrales y una reducción e incluso supresión de la reacción al estímulo luminoso. Ruidos del orden de 130 dB modifican las corrientes cerebrales, asemejándose a la curva encontrada en estado agónico. Los vasos sanguíneos centrales muestran tendencias a espasmos y los periféricos a dilatación. Una exposición de 20 minutos a un nivel entre 95 y 105 dB da lugar a alteraciones de algunos factores de irrigación cerebral [Muñoz 1995].

4.3.1.7. Efectos sobre la visión

La exposición a ruido bajo ciertas características provoca la dilatación de las pupilas. El ruido también puede provocar un estrechamiento del campo visual y una disminución de la percepción del color. Algunas consecuencias del ruido sobre la vista (sus resultados no han podido ser generalizados) son: decrementos de la presión de la vista, cambios en el nivel de percepción del brillo de fondo, déficit del color rojo y la visión nocturna, y disminución de la velocidad de movimiento del ojo para algunos ángulos. Se ha notado que si la estimulación sonora se realiza sobre un oído, se pueden producir algunas deferencias en el ojo opuesto, tales como pérdida de

sensibilidad, reducción del campo visual y cambios en la verticabilidad percibida de una línea [Arenas et al. 2004].

4.3.1.8. Fatiga auditiva

También conocido como TTS (Temporary Threshold Shift) o Cambio Temporal del Umbral Auditivo. Se trata de un déficit temporal de la sensibilidad auditiva producto de la exposición a altos niveles de ruido. Suele producirse durante la primera hora de exposición al ruido y su amplitud depende del tipo de éste.

Los ruidos de frecuencia elevada producen mayores desplazamientos que los de baja frecuencia a igual intensidad [Muñoz 1995]. Al dejar de estar expuesto al ruido, esta fatiga disminuirá gradualmente hasta recuperarse completamente. Sin embargo, si el oído es expuesto nuevamente a altos niveles de ruido

antes de completarse esta recuperación, se producirá un nuevo cambio en el umbral, el cual podría hacerse permanente si estas exposiciones se tornan habituales [SESMA 2005].

4.3.1.9. Pérdida progresiva de la audición

Conocida también como PTS (Permanent Threshold Shift) o Cambio Permanente del Umbral Auditivo. Éste es causado por lesiones cocleares, dichas lesiones se deben a que el ruido va matando las células auditivas, las cuales no se regeneran. Cada ser humano nace con 10.000 de estas células en cada oído. Suele comenzar por una pérdida en el entorno de la frecuencia de 4.000 Hz que, con el paso de los años, se va acentuando en estas frecuencias y alcanzando a las adyacentes.

En general, los trastornos de la audición suelen alcanzar su grado máximo a los diez años de exposición al ruido y luego se estabilizan durante treinta años. [Muñoz 1995]. Es muy habitual escuchar decir a la gente, que frecuentemente está expuesta a altos niveles de ruido, que se han "acostumbrado al ruido". Más que "acostumbramiento", lo que ocurre es que el oído no ha alcanzado a recuperarse de la fatiga auditiva o TTS, convirtiéndose paulatinamente en un cambio permanente e irreversible.

4.3.1.10. Acúfenos

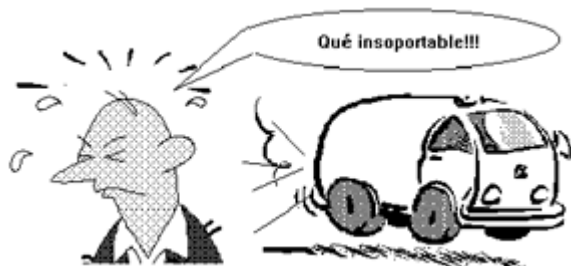
Son sonidos que se producen por la alteración del nervio auditivo que hacen escuchar un sonido interior constante que, en casos extremos puede causar ansiedad y cambios de carácter. Este efecto se le atribuye al ruido.

4.3.1.11. Efectos sobre el equilibrio

Cuando un ruido supera los 110 dB puede provocar vértigos, pérdida de equilibrio, marcha inestable y náuseas. Ruidos más intensos pueden dar lugar a un cuadro sincopal más o menos graves, precedido de vómitos abundantes. Cesado el ruido intenso, las náuseas y los mareos pueden persistir algún tiempo [Muñoz 1995].

4.3.2. Efectos psicológicos

En los últimos años se han relacionado una serie de patologías no auditivas producidas tanto directas como indirectamente por la exposición al ruido. Según los especialistas, dentro de las alteraciones psicológicas que produce el ruido se pueden citar las siguientes: irritabilidad, susceptibilidad exagerada, agresividad, entre otros trastornos de la personalidad.



4.3.2.1. Trastornos del sueño

El ruido ambiental puede causar efectos primarios durante el sueño y efectos secundarios que se pueden observar al día siguiente. Los efectos primarios del trastorno del sueño son dificultad para conciliar el sueño, interrupción del sueño, alteración en la profundidad del sueño.

Los efectos secundarios o posteriores en la mañana o día(s) siguiente(s) son baja en el nivel de vigilancia del sujeto, cansancio, cambios de humor, irritabilidad, y pueden convertir en crónico, a largo plazo, un sueño irregular.

4.3.2.2. Stress

Actualmente se considera al ruido como uno de los factores estresantes más importantes. No tan solo los ruidos elevados producen trastornos en las personas, si no, también sonidos débiles pero repetidos pueden generar perturbaciones neurofisiológicas aun más importantes que las producidas por los sonidos intensos. El ruido de débil intensidad, pero cuya fuente, repetición o significación, introduce una dimensión subjetiva, puede entrañar

molestias psicológicas y dolencias somáticas graves que no están ligadas a los aspectos puramente físicos del oído [Pérez 1998].

4.3.2.3. Efecto sobre el aprendizaje

Los niños educados en ambientes ruidosos suelen ser menos atentos a las señales sonoras y se advierten perturbaciones en su capacidad de escuchar. En los establecimientos educacionales cercanos a vías de circulación vehicular de alto tráfico o cercanos a aeropuertos o líneas férreas, se ha detectado un retraso en el aprendizaje de la lectura.



4.3.2.4. Efecto sobre el rendimiento

El ruido puede actuar como elemento de distracción, según la significación del estímulo, y puede también afectar el estado psicofisiológico del individuo. Las actividades que implican vigilancia, reunión de información y procesos analíticos parecen ser particularmente sensibles al ruido.

4.3.3. Efectos sociales

El ruido puede producir varios efectos sociales y conductuales, así como molestia. Esos efectos a menudo son complejos, sutiles e indirectos y son resultado de la interacción de diversas variables no auditivas. Sin embargo, se debe reconocer que niveles similares de ruido de tránsito o de la industria causan diferentes grados de molestia.

Esto se debe a que la molestia en las personas varía no sólo con las características del ruido, incluida la fuente del ruido, sino que depende en gran medida de muchos factores no acústicos de naturaleza social, psicológica o económica [OMS 1999].

4.3.3.1. Efecto máscara e interferencia con el lenguaje

Cuando un sonido impide la percepción total o parcial de otros sonidos presentes, se dice que este sonido enmascara a los otros. Esto puede traer graves complicaciones cuando se trata del enmascaramiento de mensajes o señales de alerta y muy especialmente de la comunicación hablada. La inteligibilidad de palabras aisladas se ve más afectada por el ruido que las

oraciones, y aumenta marcadamente con el número de sílabas; las palabras bisilábicas se entienden casi con el doble de facilidad que palabras monosilábicas con el mismo ruido de fondo [Kinsler 1995].

4.3.3.2. Efecto sobre el comportamiento social

Los efectos del ruido ambiental se pueden determinar al evaluar su interferencia en el comportamiento social y otras actividades. Los ruidos urbanos que interfieren el descanso y la recreación parecen ser los más importantes.

Existen pruebas consistentes que el ruido fuerte también aumenta el comportamiento agresivo en individuos predispuestos a la agresividad [OMS 1999].

4.3.3.3. Molestias

Las molestias relacionadas con el ruido pueden definirse como sensaciones desagradables que este provoca. La capacidad de causar molestias de un ruido depende de muchas de sus características físicas. Además, para causar molestia influyen además los factores no acústicos de carácter social, psicológico o económico, y existen considerables diferencias entre las relaciones individuales ante un mismo ruido [Muñoz 1995].

5. Medidas de Control del Ruido

1. Sobre la fuente
2. Sobre el ambiente
3. Controles administrativos
4. Sobre el hombre

5.1. Sobre la fuente: Va desde el simple ajuste de un tornillo hasta el rediseño o sustitución de la maquinaria por una nueva tecnología.

El aspecto más deseable cuando se comienza un programa de reducción de sonido, es el concepto de emplear principios de ingeniería para reducir los niveles de ruido.

Entre los controles de ingeniería que reducen el nivel de ruido tenemos:

- a) Mantenimiento
 - Reemplazo ajuste de piezas gastadas o desbalanceadas de las máquinas.
 - Lubricación de las piezas de las máquinas y empleo de aceites de corte.
 - Forma y afilado adecuado de las herramientas de corte
- b) Reemplazo de máquinas
 - Máquinas más grandes y lentas en vez de otras más pequeñas y rápidas.
 - Matrices fijas en lugar de matrices de una operación.
 - Prensas en lugar de martillos.
 - Cizallas rotativas en vez de cizallas en escuadra.
 - Prensas hidráulicas en lugar de las mecánicas.
 - Correas de transmisión en vez de engranajes.
- c) Sustitución de procesos
 - Compresión en vez de remachado por impactos.
 - Soldadura en vez de remachado.
 - Trabajo en caliente en lugar de en frío.
 - Prensado en vez de laminado o forjado.
- d) Otras
 - Modificación de los mecanismos ruidosos de algunas máquinas como por ejemplo, instalando amortiguadores, cambiando los engranajes, etc.
 - Recubrimiento parcial o total de las máquinas ruidosas con paneles acústicamente aislantes.
 - Instalación de paneles acústicos en las planchas o estructuras de las máquinas con el fin de amortiguar las vibraciones.

- Montaje de las máquinas sobre soportes antivibratorios anclados en el suelo.
- Recubrimientos de las paredes o techos del local con paneles absorbentes acústicos.
- Redistribución de las máquinas en el local, situando las más ruidosas en los lugares donde su influencia sea menor.

5.2. Sobre el ambiente: Se reduce el nivel de ruido mediante el empleo de materiales absorbentes (blandos y porosos) o mediante el aislamiento de equipos muy ruidosos (confinamiento total o parcial de cada equipo ruidoso) o aislando al trabajador, en una caseta prácticamente a prueba de ruido para él y sus ayudantes. Para el caso de automóviles podemos dar las siguientes soluciones:

- Limitar la velocidad media del tráfico, distribuirlo por otras vías ofreciendo itinerarios de coste similar, de forma que se reduzca la intensidad de tráfico en determinados tramos.
- Llevar a cabo un buen mantenimiento del vehículo, haciendo hincapié en el silenciador; utilizar el claxon en casos de estricta necesidad; detener el motor en paradas o atascos; hacer uso de transportes públicos...
- Control del ruido mediante métodos pasivos como pantallas acústicas, soportes vibratorios, silenciadores reactivos y materiales porosos.
- Aprovechar montículos y obstáculos naturales para encauzar la carretera de forma que se creen barreras acústicas entre el terreno adyacente y la carretera. Situar el trazado en trinchera resulta siempre beneficioso desde el punto de vista acústico.
- Finalmente, facilitar la fluidez del tráfico, significa reducir aceleraciones, siempre más ruidosas que el movimiento a velocidad constante.

5.3. Controles administrativos: Los controles administrativos deben interpretarse como toda decisión administrativa que signifique una menor exposición del trabajador al ruido.

Existen muchas operaciones en las que puede controlarse por medidas administrativas la exposición de los trabajadores al ruido, sin modificarlo, sino cambiando solamente los esquemas de producción o rotando los trabajadores de modo que el tiempo de exposición se encuentre dentro de los límites seguros. Esto incluye acciones tales como transferir trabajadores desde un lugar de trabajo donde hay un nivel de ruido alto a otro con un nivel menor, si es que este procedimiento permite que su exposición diaria al ruido sea más aceptable.

Los controles administrativos también se refieren a programar los tiempos de funcionamiento de las máquinas de manera de reducir el número de trabajadores expuestos al ruido.

5.4. Sobre el hombre: Se refiere a la protección auditiva personal. Cuando las medidas de control no pueden ser puestas en práctica y/o mientras se establecen esos controles, el personal debe ser protegido por los efectos de los niveles excesivos de ruido. En la mayoría de los casos esa protección puede alcanzarse mediante el uso de protectores auditivos adecuados.

Los dispositivos protectores auditivos personales son barreras

Acústicas que reducen la cantidad de energía sonora transmitida a través del canal auditivo hasta los receptores del oído interno

La capacidad de un dispositivo protector para atenuar (en decibeles) es la diferencia en el nivel medido del umbral de audición de un observador con protectores auditivos (umbral de test) y el umbral auditivo medido sin ellos (umbral de referencia).

Los protectores auditivos que se usan comúnmente en la actualidad son del tipo tapón u orejeras. El protector tipo tapón atenúa el ruido obstruyendo el canal auditivo externo, mientras que el tipo orejera encierra la oreja proporcionando un sello acústico.

Limitación de los tiempos de permanencia de los trabajadores en las zonas particularmente ruidosas.
Utilización de equipos protectores personales por parte de los trabajadores expuestos a niveles sonoros particularmente elevados.

5.5. Normativa Aplicable

En nuestro país las limitaciones las establece claramente el Dec. 351/79 de la ley 19587 en su Anexo V, Capítulo 13. Para el caso de ruido generado por fuentes fijas, la norma de referencia es la IRAM 4062 versión 2001 "Ruidos Molestos al Vecindario" al cual adhieren la mayoría de los municipios los fines de calificar la molestia de los ruidos.

6. Conclusiones

Diremos que además de la eficacia de los métodos pasivos, deberíamos concienciar a la población de que el ruido es un factor de riesgo para nuestra salud. Una vez asumido el problema que plantea esto, tendríamos que adoptar medidas preventivas, ya que, son más rentables económica y socialmente, y potenciar campañas de educación medioambiental, para que todos contribuyan y exijan disminución de los niveles de ruido si es preciso.