Título trabajo: **CONTAMINACIÓN FÍSICA AMBIENTAL EN LA COLOCACIÓN Y REPARACIÓN DE PAVIMENTOS.- RIESGOS PARA LAS PERSONAS**.

Autores: M. Rosato [1], G.Botasso [2], J. Rivera [3], E. Fensel [4], J. Añón Suarez [5], L. Ricci [6]

Dirección: Calle 60 y 124 (1900) La Plata Teléfono: +54-221-4890413

e-mail: lemac@frlp.utn.edu.ar

Entidad u organismo a que pertenece: Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional La Plata - LEMaC – Area Medio Ambiente y Obras Civiles.

1- Integrante Area MAyOC-LEMaC, Investigador Categoría B, Docente UTN.
2- Director del LEMaC, Investigador Categoría B, Docente UTN, Experto PNUD.
3- Responsable Area Estudios del Transporte-LEMaC, Docente UTN.
4- Responsable Area MAyOC-LEMaC.
5- Integrante Area MAyOC-LEMaC.
6- Integrante Area MAyOC-LEMaC.

RESUMEN

No es común registrar en la industria de la pavimentación de nuestro país, la toma de recaudos adecuados para garantizar la seguridad de los trabajadores, hecho que sí se registra en países más desarrollados tecnológicamente. Esto genera la necesidad de estudiar los efectos nocivos generados por el ruido y las vibraciones sobre la salud de los trabajadores y motivar tanto a los responsables del área como los propios afectados para que adopten las medidas de prevención y protección correspondientes.

Se presenta una breve reseña de las principales tareas que se realizan en la colocación y reparación de pavimentos asfálticos, destacándose aquellas que ponen en riesgo la salud de las personas. Luego se dan nociones de ruido y las vibraciones como fenómenos físicos, resumiendo sus características y parámetros fundamentales para una comprensión de los riesgos y como apoyo a la búsqueda de soluciones. Se consideran así los efectos fisiológicos y los daños que pueden causar en el hombre, incluyendo el concepto de dosis admisible y exponiéndose las exigencias de la legislación vigente.

A modo de conclusión se dan recomendaciones y procedimientos a seguir para la protección del trabajador, planteando distintas alternativas dentro del marco legal vigente.

1.) OBJETIVO

Estudiar y difundir los efectos nocivos generados por el ruido y las vibraciones sobre la salud de los trabajadores, motivándolos para que adopten las medidas de prevención y protección que los responsables del área determinen.

2.) INTRODUCCIÓN

En la construcción y reparación de pavimentos se realizan diversas actividades tales como: movimiento de suelos, construcción de bases, carpetas asfálticas, obras de hormigón, reparaciones, etc. Para realizar estas tareas se utilizan diversas máquinas y equipos pesados, vehículos de carga, herramientas manuales vibrátiles, etc. Entre estos equipos podemos citar: camiones, tractores, pala retroexcavadora, motoniveladora, rodillos, pata de cabra, reclamadora, mixer, reglas vibrantes, equipo de corte, martillo neumático, bowcat, compactadores manuales, escarificadoras, etc. que actúan como fuentes de ruidos y de vibraciones.

3.) EL RUIDO Y LA VIBRACIONES

El constante aumento de producción y de consumo, observado en las últimas décadas, nos ha llevado a una creciente acumulación de residuos que constituyen una amenaza para el equilibrio ecológico.

A diferencia de algunos productos químicos o de los residuos radiactivos que pueden subsistir durante años, y hasta siglos, el ruido es un residuo que desaparece en el mismo momento en que se suprime su emisión.

El ruido y las vibraciones forman parte de nuestro ambiente. Sin influir de manera visible generan efectos de consecuencias, a veces irremediables, sobre los seres vivos, en particular en las personas expuestas a ellos directamente.

Tanto el ruido como las vibraciones han ido acrecentándose como consecuencia de los avances de la tecnología y son un elemento inseparable del entorno ambiental del hombre, acompañándolo en su trabajo y desplazamientos, durante su distracción y también en su hogar. Como consecuencia directa de este incremento asistimos a un aumento real del número de personas que padecen discapacidades físicas y auditivas.

La audición es una función esencial para la comunicación entre los hombres, permite el intercambio de información y la identificación de diferentes sonidos.

4.) NOCIONES DE RUIDO Y DE VIBRACIONES

4.1.) RUIDO

4.1.1) DEFINICIÓN

El sonido tiene muchas definiciones, pero en general identificamos como sonido a todas aquellas señales acústicas que nos producen una sensación agradable. En contraposición, el ruido se define como un sonido molesto, desagradable o simplemente no deseado.

El ruido es el resultado de un disturbio que se propaga por un medio elástico, causa una alteración de la presión o un desplazamiento de las partículas del material y puede ser reconocido por una persona o por un instrumento de detección o de medición.

El origen de un ruido es una vibración mecánica que se transmite a las moléculas del material que rodean al cuerpo vibrante y generan la "propagación".

No existe propagación de sonidos en el vacío porque para que un ruido o sonido se propague debe contar con el auxilio de un medio elástico que puede ser un gas, un líquido o un sólido. En nuestra vida cotidiana el medio de propagación del ruido es el aire ambiente.

4.1.2.) PARÁMETROS FUNDAMENTALES

Presión sonora

La presencia de sonido en el aire provoca variaciones de presión que se superponen a la presión atmosférica. A estas variaciones de presión se las conoce como "presión sonora". La presión sonora actúa sobre nuestros oídos generando la audición.

Frecuencia (f)

Una campana al ser golpeada vibra con un movimiento oscilatorio (se repite varias veces por segundo). El número de ciclos completos de vibración en la unidad de tiempo es la frecuencia, que se mide en Hertz (Hz).

El rango de frecuencias audibles por el hombre va desde 20 Hz. a 20.000 Hz.

Velocidad de propagación del sonido (c)

Es la velocidad con que las ondas sonoras se alejan de la fuente. Se expresa en metros por segundo (m/s) y está relacionada con el medio por donde se propaga: en el aire es del orden de 344 m/s, en el acero es de 5.000 m/s en el hierro es de 3.400 m/s, en agua salada 1.500 m/s.

Longitud de onda (λ)

Es la distancia que existe entre dos puntos de máxima presión correspondientes a la onda sonora que se está propagando. La longitud de onda se calcula como:

$\lambda = c/f$ se expresa en metros (m)

Para las frecuencias de los límites audíbles las longitudes de ondas en el aire a temperatura normal serán:

- Para sonidos graves, 20 Hz.: $\lambda = 17{,}2$ m
- Para sonidos agudos, 20.000 Hz; $\lambda = 0{,}0172$ m = 17,2 mm
- En conversación normal empleamos sonidos cuyas frecuencias están comprendidas entre 500 y 2.000 Hz.

Nivel de presión sonora

La onda sonora se propaga en el aire en forma de variaciones de presión y la intensidad de un sonido depende del valor que tenga esa presión sonora.

El sonido más débil que puede captar el oído humano tiene una presión sonora del orden de 20 millonésimos de Pascal (0,00002 Pa) correspondiente al "umbral mínimo de audición", en tanto que el "umbral de dolor", la presión sonora máxima tolerable por el hombre es de 20 Pascal. La relación entre la máxima y la mínima presión sonora que el oído puede captar es de 1.000.000 de veces (20 Pa/20 millonésimos de Pa)

Todos los sonidos perceptibles para el oído humano tienen presiones sonoras comprendidas dentro de estos límites (Recordemos que en el Sistema MKS, la unidad de presión es el Pascal resultante de dividir una fuerza de un Newton aplicada sobre un metro cuadrado).

Resulta un tanto complicado expresar las intensidades de los sonidos midiendo las presiones sonoras en Pascal lo que impulsó la adopción del decibel (dB), unidad de medida adimensional que se obtiene calculando el logaritmo de la relación entre dos presiones sonoras.

Se compara la presión sonora del sonido que se desea medir con otra tomada como referencia. De manera que los sonidos audibles por el hombre pueden ser expresados en una escala que va desde 0 a 120 dB

4.1.3.) UNIDADES

- de frecuencia es el Herz (Hz)
- de velocidad de propagación del sonido (m/s)
- de longitud de onda (m)
- de nivel sonoro: es el resultado, expresado en dB, de una medición de sonido que abarca todo el espectro audible. Se realiza con un instrumento denominado "medidor de nivel sonoro". En algunos casos estos instrumentos llevan incorporados filtros con curvas de respuestas que se asemejan a la respuesta del oído humano. En otros casos el nivel sonoro se compensa de acuerdo a diferentes curvas identificadas con las letas A, B o C. Segun el fin perseguido se emplearán distintas unidades: dB(A), dB(B), dB(C). El resultado se da siempre en dB(A), cuando se mide el ruido de acuerdo al grado de peligrosidad con respecto a las personas.

Análisis de frecuencia

En algunos casos no es necesario encarar mediciones sobre la totalidad del espectro audible sino en zonas más restringidas, realizándose los que se denomina "análisis de frecuencia". Con ese propósito se utilizan aparatos dotados de filtros que dejan pasar las señales comprendidas dentro de una pequeña zona del espectro.

4.1.4.) SENSIBILIDAD DEL OÍDO

Hemos dicho que el oído humano es capaz de percibir frecuencias comprendidas entre los 20 y los 20.000 Hz. En la conversación normal empleamos sonidos cuya frecuencia varía entre 500 y 2.000 Hz.

La experiencia muestra que los ruidos de frecuencias altas son más dañinos que los ruidos graves, por eso en las mediciones de ruido se tiene en cuenta, el nivel y la frecuencia de los mismos.

4.1.5) PROPAGACIÓN DEL SONIDO

Reflexión - Absorción - Transmisión

Reflexión: Cuando las ondas sonoras chocan con un cuerpo, pared, techo, etc. una parte de su energía es absorbida, otra transmitida y el resto reflejado, convirtiendo al cuerpo, la pared o techo en fuente secundaria de sonido. La persona que se encuentra en un local con máquinas o dentro de una máquina recibe el ruido de la fuente primaria y también el que reflejan las otras superficies.

Absorción: El aire absorbe el sonido, fenómeno que se nota en grandes distancias. Esa es más importante para las frecuencias altas, lo que explica por qué el trueno se oye grave.

Transmisión: La vibración de una máquina se transmite al aire como ruido y a través de su anclaje o apoyo pasa al suelo, que a su vez la transmite a otros puntos del local o a locales contiguos. Esa forma de transmisión se denomina “por estructuras” y es diferente de la transmisión por aire.

4.2) VIBRACIONES

4.2.1) DEFINICIÓN

Es el movimiento oscilatorio de una partícula o cuerpo, alrededor de su posición de reposo.

4.2.2.) PARÁMETROS

- El “período de una vibración” es el tiempo transcurrido entre dos pasos sucesivos por un mismo punto, cumpliendo un ciclo. Se mide en segundos.
- “Frecuencia” de la vibración es el número de ciclos por segundo y se mide en Hz (Hertz). El daño que pueda causar una vibración, ya sea en los bienes o en las personas, depende de la o las frecuencias presentes.
- “Desplazamiento” corresponde al valor del apartamiento del cuerpo con respecto a su posición de reposo. Puede usarse el valor pico o de pico a pico o valor eficaz
- “Velocidad” con que se mueve el cuerpo, es máxima en el punto que corresponde a la posición de reposo y es nula para desplazamiento máximo. Se mide en m/s.
- “Aceleración” se define como cambio de velocidad. Está relacionada con la energía de la vibración y por lo tanto con el daño potencial que la vibración puede producir. Se mide en m/s^2.

4.2.3.) CARACTERÍSTICAS DE LA VIBRACIONES

Las vibraciones presentan diversas características:

- Vibración periódica: movimiento oscilatorio de una partícula o de un cuerpo alrededor de de una posición de referencia que se repite exactamente, por ejemplo el péndulo de un reloj.
- Vibración aleatoria: el elemento que vibra se mueve de manera irregular, con amplitudes y frecuencias que nunca se repiten. Ejemplo: vehículo que circula por una calle despareja.

- Vibración transitoria y choques: Son provocadas por una violenta liberación de energía como un choque o una explosión.

En la vida cotidana nos encontramos expuestos a vibraciones de distintas amplitudes y frecuencias, son ejemplos: caminar o correr, viajar en distintos medios de transporte, trabajar con herramientas que vibran, estar sobre o junto a máquinas que generan impactos, etc. Esas vibraciones se transmiten a una parte o a la totalidad del cuerpo provocando efectos de gran variedad.

Vibraciones de gran amplitud y muy baja frecuencia, como viajar en barco, pueden afectar a las personas, en tanto que vibraciones de muy baja amplitud y altas frecuencias transmitidas a través de las manos pueden provocar lesiones en los dedos y en articulaciones con distintos grados de incapacidad. Esta situación corresponde al uso de herramientas vibrátiles.

4.2.4.) CONFORMACIÓN ESTRUCTURAL DEL CUERPO HUMANO

Desde el punto de vista de la física, el cuerpo humano está conformado por una estructura resistente articulada (esqueleto) que se mueve por la acción de masas blandas (músculos). En esa estructura soporte están suspendidos los distintos órganos viscerales mediante sistemas ligamentosos, encapsulamientos, músculos y una red de tejidos altamente especializados.

La naturaleza ha provisto al hombre de distintos sistemas de amortiguación: almohadillas, superficies fibrocartilaginosas en las articulaciones, discos intervertebrales, meniscos, tejidos grasos en las plantas de los pies y en las nalgas, líquido cefaloraquídeo para proteger el cerebro y la médula espinal y tejidos blandos, todos ellos capaces de absorber vibraciones.

4.2.5.) PERCEPCION DE LAS VIBRACIONES

En el caso de la audición o la vista el cuerpo humano cuenta con los oídos y los ojos, órganos que concentran todas las funciones con real eficacia. En cambio para responder a los problemas fisiológicos de las vibraciones el organismo se vale de una compleja organización de distintos sistemas, como el auditivo y vestibular y la gran cantidad de receptores distribuidos en la piel y en el interior del cuerpo, entre otros.

El cuerpo elabora respuestas fisiológicas cuando está sometido a vibraciones. Las más simple son acciones “reflejas” de los músculos, movimientos de la cabeza, de las extremidades, mantenimiento o compensación de una postura del cuerpol, etc.

4.2.6.) COMPORTAMIENTO DEL CUERPO HUMANO ANTE LAS VIBRACIONES

La exposición de las personas a las vibraciones se produce cuando las mismas entran en contacto directo con cuerpos vibrantes que generan movimientos en todo el cuerpo o en partes de él. La reacción del mismo dependerá de la frecuencia que tiene la fuente.

El hombre parado o sentado sobre una plataforma que vibra verticalmente por debajo de los 2 Hz se comporta como una masa unitaria. Por encima de ese valor el cuerpo responde como un sistema de masas suspendidas, en el que cada una intensificará la acción de la vibración según una frecuencia de resonanacia que le es propia.

Por ejemplo: en el conjunto torax-abdomen-pelvis se producen resonancias con vibraciones verticales de 3 a 5 Hz, en la columna vertebral a los 5 Hz, el conjunto cabeza y cintura escapular resuena a 20 Hz, los ojos en el rango de 60-90 Hz, el corazón, el hígado y el estómago entre los 4 y 8 Hz, en tanto que el cerebro lo hace a 500 Hz.

5.) EFECTOS DEL RUIDO Y DE LAS VIBRACIONES SOBRE EL CUERPO HUMANO

5.1.) EFECTOS DEL RUIDO

5.1.1) FUNCIONAMIENTO BÁSICO DEL OÍDO

El oído es un órgano complicado en su estructura y funcionamiento. Recibe las vibraciones sonoras como presión de ondas de sonido, transformándolas en pulsos bioeléctricos que son transportados por los nervios auditivos al cerebro en donde son decodificados para generar la audición.

La transformación de vibración mecánica en impulso bioeléctrico se realiza en las células especiales alojadas en el interior del oído. El oido interno tambien recibe estímulos vibratorios directamente a través de los huesos del cráneo, función de eficacia poco significativa comparada con la transmisión aérea, pero que adquiere importancia si ésta se encuentra perturbada.

5.1.2.) DAÑOS EN EL OIDO INDUCIDOS POR RUIDO

La exposición a ruido intenso durante tiempo prolongado reduce la capacidad de las células del oído interno para producir impulsos eléctricos.

La primera etapa es de sordera temporal, que desaparece a las pocas horas de la exposición, pero si esta exposición se incrementa en intensidad y tiempo la recuperación es cada vez más lenta, se desemboca en una sordera permanente causada por la muerte celular. La sordera permanente no se presenta en forma brusca sino que progresa lentamente a medida que va aumentando el número de células muertas. Se define técnicamente como sordo al individuo que a frecuencias de 500, 1.000 y 2.000 Hz tiene un umbral auditivo (en promedio) de 25 dB superior al normal de un sujeto joven y sano

Es importante tener en claro:

a) - La sordera permanente producida por el ruido es TOTALMENTE IRREVERSIBLE y no existe ningún tratamiento quirúrgico ni medicamentoso que permita recuperar la capacidad auditiva perdida

b) - Es posible detectarla precozmente mediante la realización periódica de audiometrías.

5.1.3.) AUDIOMETRÍAS

La audiometría consiste en la deteminación de los valores mínimos que una persona percibe en cada frecuencia y que luego se comparan con los de un individuo normal. La diferencia entre ambos es la pérdida auditiva para cada frecuencia.

La realización de audiometrías periódicas, permite detectar una afección antes de que adquiera gravedad afectando el desenvolvimiento individual. Por esta razón SE RECOMIENDA practicar audiometrías a trabajadores expuestos a más de 80 dB en jornada normal.

También hay que tener en cuenta que la pérdida del oído forma parte del proceso natural de envejecimiento y en ese caso no está relacionado con el fenómeno ruido.

5.1.4.) EFECTOS DEL RUIDO EN EL RESTO DEL ORGANISMO

El ruido se transmite a otras zonas del cuerpo mediante las interconexiones que se producen en el cerebro entre los nervios del oído y los que van a otras regiones. Puede producir entre otros trastornos: aumento de frecuencia respiratoria, mayor incidencia en la hipertensión arterial, afecciones al estómago e intestino, disminución de la agudeza visual, alteración del funcionamiento de las glándulas endócrinas, trastornos nerviosos y dificultades en la atención.

5.1.5.) - DOSIS ADMISIBLES

La exposición prolongada a ruidos de suficiente intensidad tiene diversos efectos sobre el organismo humano. Los más conocidos, aunque no los únicos, son los que se producen en el oído pudiendo terminar en sordera total. Los efectos dependen del nivel de ruido y del tiempo de exposición.

Como los ruidos pueden ser contínuos (no impulsivos), discontínuos (impulsivos) o ruidos de impacto, las legislaciones adoptan en general como tiempo de exposición el eqivalente al de una jornada laboral completa.

Los valores de dosis máximas admisibles para una jornada completa de 8 horas diarias y 48 horas semanales varían de un país a otro al igual que las recomendaciones de los expertos. Suele admitirse que exposiciones a niveles de ruido no superiores a 80 dB(A) durante una jornada laboral no provocan pérdidas en la capacidad auditiva. La mayoría de los países fijan valores para una jornada completa en 85 dB(A) o en 90 dB(A).

En nuestro país, en la la Ley Nacional 19587, Decreto 351/79 - Cap 13 - Arts. 85 a 94 se fijan las condiciones generales que deben cumplir las empresas y en el Anexo V del citado Decreto, se define el Nivel Sonoro Contínuo Equivalente (N:S:C:E.) como “el nivel sonoro medido en dB(A) de un supuesto ruido constante y contínuo durante toda la jornada, cuya energía sonora sea igual a la del ruido variable medido estadísticamente a lo largo de la misma”.

Las dosis máximas permitidas Son:

- 90 dB (A) de N.S.C.E. para jornada de 8 horas y 48 horas semanales.
- Por encima de 115 dB (A) no se permite exposición sin protección individual ininterrumpida mientras dura la agresión sonora.
- Para niveles mayores de 135 dB (A) no se permite el trabajo ni aun con el uso obligatorio de protectores individuales.

La legislación también establece las caracteríticas de los instrumentos a usar para las mediciones de nivel sonoro, continuo, de impactos y de ruidos impulsivos Además se fijan criterios de aceptabilidad de infrasonidos y ultrasonidos.

5.2.) EFECTOS DE LAS VIBRACIONES

5.2.1) EFECTOS DE LAS VIBRACIONES (de 2 a 30 Hz)

Vibraciones de frecuencias muy bajas

Ya hemos referido que vibraciones con frecuencias menores de 2 Hz provocan alteraciones como: profundo malestar, sudor frío, palidez, mareo, náuseas, vómitos, que corresponden al caso típico de personas que viajan en barcos donde se conjugan movimientos de gran amplitud y baja frecuencia

Vibraciones de 2 a 30 Hz

En este rango de frecuencias ya entran en juego las frecuencias de resonancia de los distintos órganos.

Las vibraciones se transmiten al cuerpo en tres direcciones: vertical, lateral y de adelante hacia atrás. Las direcciones del movimiento dependen de la posición en que se encuentra la persona. En la gran mayoría de los trabajos la dirección es la vertical, casos que corresponden a posición parado o sentado. Este tipo de vibraciones afectan a conductores de vehículos de transporte, equipos pesados usados en la construcción, tractores, tareas forestales, etc. Los efectos comienzan a la frecuencia de 2 Hz que provoca el desplazamiento del tórax y la cabeza con la aparición de molestias respiratorias que puede llegar a ser de gran intensidad.

Las frecuencias de 4 a 10 Hz generan dolores abdominales, reacciones musculares, gran sensación de disconfort debido a resonancia del corazón, dolores tipo infarto, dolores en los riñones por estiramiento del ureter y cambios en sus movimientos normales.

De 8 a 12 Hz los síntomas se ubican en la columna vertebral apareciendo dolores de cintura y de 12 a 20 Hz aumenta la tensión muscular, dolores de cabeza, trastornos en el habla, irritación del recto y la vejiga. A mayor frecuencia resuenan los ojos, generando alteraciones en la visión.

En todos los casos los daños pueden ser reversibles o permanentes. La aparición de daños permanentes no sólo dependen del tiempo de exposición a las vibraciones, sino que están vinculados a otros factores asociados al trabajo, como postura, esfuerzo muscular, características propias del individuo, edad, patologías previas, etc.

Se citan algunas alteraciones crónicas relacionadas con exposiciones prolongadas:

-Columna vertebral: dolores lumbares por causa del nervio ciático, cambios en la estructura ósea, picos de loro, aplastamiento de cartílago, calcificación de los discos, hernias lumbares de discos, el dolor aparece siempre antes de los cambios degenerativos.

-Aparato digestivo: hemorroides y mayor propensión a las enfermedades gástricas.

-Aparato urogenital: prostatitis y presencia de sangre en la orina.

-Visión: disminución de la agudeza visual.

-Alteraciones en las funciones hormonales.

-Comportamiento: disminución del tiempo de reacción, incremento de las frecuencia de errores en las pruebas de manualidades, irritación nerviosa e insomnio.

Influencia de las vibraciones y el rendimiento en el trabajo

Los efectos de las vibraciones en la visión, en las respuestas motoras y en las respuestas intelectuales concurren a una reducción del rendimiento en el trabajo.

5.2.2) VIBRACIONES DE MAS DE 20 Hz EN MANO Y BRAZO

Las personas que trabajan con herramientas vibrátiles, martillos a explosión o neumáticos, taladros, motosierras a cadena, pulidoras, remachadoras, etc., están sometidos a vibraciones que afectan el sistema mano-brazo.

Las vibraciones de baja frecuencia se transmiten al sistema mano-brazo, las mayores de 70 Hz hacen vibrar solamente la mano y las superiores a los 150 Hz limitan su acción a los dedos. Estas vibraciones provocan diversos efectos:

-Vasculares

Los primeros sítomas se manifiestan como palidez, entumecimiento y hormigueo en los dedos. Se deben a deficiencias en la circulación sanguínea y aparecen después de la exposición continua a las vibraciones durante uno a diez años. Esta situación se agrava y continúa años después de haber cesado el trabajo, provocando una forma de incapacidad que se ve incrementada por el esfuerzo muscular.

- Osteoarticulares.

Producen alteraciones en los huesos y en las articulaciones que se manifiestan después de períodos muy largos de exposición, provocando lesiones en muñeca y codo, excepcionalmente en hombro. Son mucho más comunes en trabajadores que usan máquinas pesadas, en especial martillos y taladros neumáticos

- Neurológicos

Los daños neurológicos aparecen en personas que están expuestas a vibraciones de alta frecuencias. Las manifestaciones observadas son: disminución de la sensibilidad, hipersensibilidad al frio o calor a veces con alteración del equilibrio y pérdida de la vaina mielítica de los nervios lo cual origina dolor. Casi siempre van asociados a trastornos vasculares y osteoarticulares.

- Musculares

Los trabajadores que usan herramientas vibrátiles padecen de atrofias musculares y tendinosas, inflamación de músculos y tendones, disminución de la fuerza de la mano. Estos problemas se combinan y en general van asociados con microtraumatismos y esfuerzo muscular.

- Generales

La exposición a vibraciones provoca tratornos en el comportamiento, dolores de cabeza, fatiga, neurosis, irritabilidad, insomnio, aumento de transpiración en las manos, etc.

También producen efectos en la visión (imágenes borrosas), en las respuestas de los músculos y en el intelecto, originando una baja de rendimiento en el trabajo. En el caso específico de choferes la conducción se ve entorpecida y pude transformarse en peligrosa.

6.) MEDICIONES DE RUIDO Y DE VIBRACIONES

Se realizan de acuerdo a normas nacionales (IRAM) o internacionales (ISO) con instrumentos que respondan a normas y con la intervención de personal especializado.

6.1.) MEDICION Y EVALUACION DEL RUIDO

Instrumentos

El ruido se define por su nivel en decibeles (dB) y por las frecuencias que lo componen, parámetros que permiten evaluar su grado de peligrosidad. Recordemos que aún a igual nivel los ruidos agudos son más peligrosos.

La medición simultánea de nivel sonoro y frecuencia requiere aparatos costosos y personal especializado, por eso son más usados los medidores de nivel sonoro que miden el ruido en dB(A) que tiene en cuenta simultáneamente el nivel en dB y el contenido de frecuencia.

De esta forma una sola medición brinda datos comparables en lo que respecta a peligrosidad, ya que cuanto más alto es su valor en dB(A) más peligroso es un ruido.

A los efectos de seleccionar protectores auditivos es necesario medir los niveles de ruido en bandas de frecuencias y detectar cual es la se debe atenuar con el protector. Para ese fin hay instrumentos que vienen con divisores de frecuencia, incorporados o externos. En los filtros de octavas el ancho de banda va desde la frecuencia inferior f1, hasta la frecuencia superior f2 existiendo la relación matemática f1/f2 = 2, en los filtros de tercios de octavas esa relación es igual a la raíz cúbica de 2 = 1,26.

"Medidor de nivel sonoro"

Es un aparato electrónico pequeño y portátil que consta de un micrófono que hace las veces del oído, un amplificador y un indicador de aguja o digital que indica el nivel en dB(A). Los hay de distintos precios, calidades, sensibilidad, etc.

Sobre la totalidad del espectro audible miden en una sola operación el ruido en dB(A), unidad que tiene en cuenta el nivel y la frecuencia.

"Dosímetro"

Si el nivel de ruido tiene variaciones muy rápidas y no se puede obtener una medición precisa con el medidor de nivel sonoro, se recurre a la utilización de un aparato portátil llamado dosímetro. En lugar de dar el valor instantáneo de ruido, en el dosímetro se lee el nivel promedio durante el tiempo que ha estado funcionando. Por su tamaño, el trabajador lo puede llevar durante varias horas o una jornada completa obteniendo así el nivel promedio de ruido a que estuvo expuesto durante ese tiempo.

Otros instrumentos

En las mediciones acústicas se utilizan una gran variedad de instrumentos medidores de nivel sonoro: impulsivo, registradores de nivel sonoro, grabadores magnéticos, osciloscópios, generadores de señales, analizadores de tiempo real, etc.

Evaluación del ruido

La evaluación del ruido se lleva a cabo mediante mediciones en las condiciones y lugares indicados por normas. Se debe tener presente que el riesgo depende del nivel de ruido en dB(A) y del tiempo de exposición diario durante el cual una persona está sometido.

La comparación de los valores medidos con los fijados como dosis máxima admisible establecidos en los Art. 85 y en el Anexo V, punto 2 del Decreto 351/79 nos permitirá tener una idea de la situación y tomar o no las medidas correctivas necesarias.

6.2.) MEDICION Y EVALUACION DE VIBRACIONES

Medidores de vibraciones

El movimiento vibratorio de un cuerpo queda perfectamente definido cuando se conoce la frecuencia de la vibración y una de las tres magnitudes siguientes: desplazamiento, velocidad y aceleración. Conocida una de estas magnitudes automáticamente se pueden conocer las otras dos porque están matemáticamente ligadas entre sí.

Instrumentos electrónicos disponibles en la actualidad como el acelerómetro, permiten hacer mediciones sobre un amplio rango de frecuencias.

Evaluación de vibraciones

La evaluación de las vibraciones que puedan afectar a las personas se hace de acuerdo a normas que indican los valores de aceleración eficaz admisibles en función de la frecuencia de la vibración y el tiempo de exposición.

A tal efecto se tiene en cuenta los tres tipos de exposición humana a las vibraciones.

- Vibraciones transmitidas a toda la superficie del cuerpo (cuerpo inmerso en un medio vibrante)
- Vibraciones transmitidas al cuerpo a través de la superficie de apoyo (los pies cuando se está parado, las nalgas cuando se está sentado)
- Vibraciones aplicadas a una parte del cuerpo, manos o pies por medio de manijas, pedales (herramientas neumáticas, pedales)

Vibraciones del cuerpo entero

Las evaluaciones se realizan según norma ISO 2631/85 o IRAM 4078 Parte I/89 Los períodos de tiempo van desde 1 minuto hasta 24 h y la gama de frecuencias de 1 a 80 Hz.

Para definir la respuesta humana a las vibraciones se consideran cuatro magnitudes:

- intensidad o nivel de vibración
- frecuencias de la vibración
- dirección de aplicación
- tiempo de exposición

Los criterios de evaluación según normas son los siguientes:

- Límite de capacidad reducida por la fatiga. Tiene que ver con la eficiencia de la persona. Ejemplo: en la conducción de camiones, la fatiga empeora el rendimiento y predispone a generar accidentes.
- Límite de exposición, está destinado a preservar la salud y la seguridad de los trabajadores.
- Límite de confort reducido. Está destinado a evitar las molestias producidas por las vibraciones (Iram 4078 Parte II).

Las vibraciones deben ser medidas y evaluadas según las direcciones que correspondan a un sistema ortogonal con origen en el corazón. Eje pies-cabeza, eje postero-anterior y eje lateral de derecha a izquierda.

Las magnitudes utilizadas son la aceleración expresada con un valor cuadrático medio (valor eficaz).

Del mismo modo se pueden evaluar vibraciones en el sistema mano-brazo siguiendo las indicaciones de la norma ISO 5349/86 o Iram 4097/88.

7.) RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DEL RUIDO Y DE LAS VIBRACIONES

7.1) MARCO LEGAL

Se hace referencia a la Ley Nacional 19587 - Decreto 351/79-Cap.13 - Art.85 a 94 y Anexo V.

7.2) ALTERNATIVAS

MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS del problema ruido

La prevención de la sordera se logra reduciendo el nivel del ruido que llega al oído y con ese fin la legislación recomienda la siguiente secuencia (Art. 87):

ALTERNATIVA 1)

REDUCIR EL RUIDO EN SU ORIGEN

- Limitando su producción, ej. doblar una chapa por plegado es más silencioso que por martillado.
- Reduciendo las superficies vibrantes, ej. las planchas perforadas mueven menos aire y en consecuencia hacen menos ruido.
- A igual superficie usar varias correas de transmisión en lugar de una, hacen menos ruido.
- Los contenedores construidos por varias planchas producen menos ruido que los de una pieza.
- Disminuir la altura de caída y amortiguar ésta reduce el ruido.
- Modificando la flexibilidad de las planchas vibrantes, ej. superponer una goma a una sierra circular y una plancha de acero reforzada

ALTERNATIVA 2)

REDUCIR EL RUIDO EN SU TRANSMISION

Cuando no se puede reducir el ruido generado se recurre a diversos métodos para limitar su transmisión:

- Encerrar la fuente ruidosa en un recinto insonorizado, de paredes rígidas recubiertas interiormente de un material poroso, puertas con cierres hérméticos, con todas las entradas y salidas de aire insonorizadas y recubiertas interiormente con material poroso.
- Aislar al trabajador dentro de una cabina insonorizada. Esta alternativa presenta algunos inconvenientes, como la generación de claustrofobia.
- Emplear pantallas que actuando como cerramiento parcial o creando una “sobra de ruido” lo reduce de manera apreciable.
- Realizar el tratamiento acústico del local mediante la colocación en el techo y/o paredes de paneles absorbentes de ruido. Tiene eficacia en lugares alejados de las fuentes de ruido, protegiendo a los trabajadores que se encuentran allí.

ALTERNATIVA 3

USO DE ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL

La protección personal tiene como principal inconveniente la incomodidad que produce en quién la usa, llegando en algunos casos a provocar trastornos locales (eczemas, inflamaciones, etc). Sin embargo, cuando se han agotado todas las vías de solución no queda otra alternativa que el uso de protectores auditivos y aunque el trabajador los lleve de a ratos es mejor que no usarlos nunca.

De todos modos la protección personal no debe considerarse la solución definitiva sino una medida temporal para casos esporádicos (ej. reparaciones) o mientras se aplican soluciones correctoras definitivas.

Es recomendable que los protectores sean ensayados por un Laboratorio reconocido o tengan un sello de calidad VER RESOLUCION DE LA SECRETARIA DE INDUSTRIA, COMERCIO Y MINERIA N° 896/99

Existen dos tipos de protectores personales: los llamados de copa y los tapones endoaurales y cada uno de ellos tienen ventajas, inconvenientes y limitaciones con respecto al uso.

ALTERNATIVA 4

Limitación del tiempo de exposición.

CONTROL DE LAS VIBRACIONES

Marco legal
Decreto 351 Art 94 y Anexo V punto 10

Para evitar o disminuir la exposición a las vibraciones de los trabajadores se pueden aplicar las siguientes alternativas:

1) - Reducción de vibraciones en la fuente
2) - Reducción de vibraciones transmitidas al operario

VIBRACIONES TRANSMITIDAS A TODO EL CUERPO

Alternativa 1- Reducción de la vibración en la fuente.

Corresponde a la búsqueda de soluciones mediante la aplicación de ingeniería en las máquinas y vehículos tratando de reducir las vibraciones que producen.

Es aplicable a máquinas y vehículos que circulan por piso desparejo y transportan personas: tractor, camión de carga, pala retroexcavadora, reclamadora, bowcat, etc.

En todos esos casos se recomienda:

- Elegir modelos de máquinas y vehículos adecuados a la tarea a realizar, prefiriendo aquéllos que por diseño generen menores vibraciones o tengan frecuencias que no afecten al cuerpo. Se tendrá en cuenta: el número de revoluciones de motores y partes giratorias, características de la suspensión, etc.
- Reemplazar las máquinas con oruga por las de neumáticos.
- Capacitar al operario en el correcto desempeño de su tarea de acuerdo al método de trabajo seleccionado.
- Establecer en la empresa un plan de mantenimiento de los vehículos y máquinas, prestando atención al balanceo de masas rotantes, suspensiones de todo tipo, ruedas-estructura, motor-estructura, articulaciones, etc.

Alternativa 2- Reducción de las vibraciones transmitidas al operario en todo su cuerpo.

La base de este tipo de protección consiste en introducir un sistema elástico-amortiguador entre la máquina o vehículo y el trabajador en su puesto de trabajo. Además de la reducción de la vibración recibida se busca mejorar la postura del operario para disminuir las vibraciones transmitidas a lo largo de su cuerpo. Esto se logra mediante el uso de asientos de formas y dimensiones acordes a las características de la máquina o cabinas suspendidas.

Los diseños abarcan sistemas de aislación de vibraciones según el eje vertical y otros que actúan ante vibraciones verticales y laterales.

Es importante elegir el asiento en función de las características de la máquina, ya que podría convertirse en un amplificador de las vibraciones en lugar de reducirlas.

Se tendrá en cuenta que los asientos mecánicos son recomendados para frecuencias superiores a los 3 Hz.

VIBRACIONES TRANSMITIDAS AL SISTEMA MANO-BRAZO

Herramientas manuales vibrantes. Martillos neumáticos

Alternativa 1- Reducción de vibraciones de la herramienta

Se logra mediante la introducción de mejoras de diseño y por lo tanto se deben elegir los modelos que produzcan menor vibración.

Alternativa 2 - Reducción de las vibraciones que se transmiten al operario.

Se procura reducir las vibraciones que recibe el trabajador mediante métodos de aislamiento que consisten en la colocación de elementos elásticos y amortiguadores entre la máquina y el hombre. Pueden utilizarse elementos de protección personal del trabajador, tales como guantes acolchados, o estar incorporados a la herramienta, como en el caso de las agarraderas antivibratorias o los mangos suspendidos usados en pisones.

También se debe capacitar al operador para que use correctamente la herramienta guiándola sin necesidad de aplicar ningún tipo de esfuerzo o agarre con fuerza.

8.) RECOMENDACIONES

Dado que la exposición de las personas al ruido y las vibraciones provocan incapacidades parciales o totales de audición y motricidad se recomienda:

- Seleccionar máquinas, equipos, vehículos y herramientas que generen el menor ruido y vibración posibles.
- Seleccionar métodos de trabajo que constituyan el menor riesgo posible para el personal.
- Capacitar al personal en su tarea informándole permanentemente de los peligros a los que puede estar expuesto y las medidas de seguridad que debe adoptar para protegerse.
- Establecer un plan de mantenimiento programado y sistemático de máquinas, vehículos, herramientas vibrátiles a fin de mantener sus condiciones de funcionamiento y de seguridad originales.
- Seleccionar elementos de protección personal adecuados al riesgo de cada sector de trabajo en particular, teniendo en cuenta que lo que sirve en un caso puede no ser eficaz en otro.
- Hacer obligatorio el uso de elementos de protección personal.
- Establecer un plan de vigilancia médica de común acuerdo con el servicio de higiene y seguridad orientado a la detección precoz de signos o lesiones causadas por ruidos y vibraciones, introduciendo de inmediato las medidas correctivas pertinentes.
- Impartir entrenamiento respecto del uso de las herramientas y de los elementos de protección personal adecuados a cada una de ellas.
- Organizar el trabajo de manera que incluya períodos de descanso para reducir el riesgo por exposición continua en períodos prolongados.
- Mantener la temperatura corporal en niveles confortables y adecuar la ropa a las condiciones ambientales, evitando enfriamientos y permanencia con ropa mojada.
- Sujetar las herramientas vibrátiles de manera segura y suave.
- Recordar que el hábito de fumar reduce el flujo sanguíneo en manos y dedos.
- Concurrir a consulta médica ante cualquiera de estos síntomas: dedos blancos, hormigueo o entumecimiento.
- Verificar que las herramientas vibrátiles no despidan gases o fluidos fríos sobre las manos del operador.

Estas últimas recomendaciones se basan en la Norma IRAM 4097, anexo B.

9.) BIBLIOGRAFIA

- Mendez A., Zalazar E.-El Ruido y la Audición - Ad-Oc, 1995
- Behar A.- El Ruido y su Control - Arbó -1977
- Mendez A., Werner A. - El Hombre y las Vibraciones- Ad-Hoc,1991
- Medio Ambiente de Trabajo - OIT -1977
- Kavalev L. - Ruido la Nueva Amenaza - Tres Tiempos 1977
- Harris C. - Manual del Control del Ruido - Inst. de Estudios de Administr., Madrid, 1977
- Tipler P. - Física 3a De.- Reverté, 1995