

126  
Zej



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

APLICACION DEL NUEVO INSTRUCTIVO NUMERO 11  
RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E  
HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE  
GENERE RUIDO, EDITADO POR LA SECRETARIA  
DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL, PUESTO EN  
VIGOR EL 3 DE JUNIO DE 1989

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A  
REYES VILLEGAS, FAUSTINO MARTIN



MEXICO, D. F.  
TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1993



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# I N D I C E

	Pagina
<b>CAPITULO. I.</b>	<b>1</b>
<b>I .- INTRODUCCION.</b> .....	<b>2</b>
 <b>CAPITULO. II.</b>	 <b>6</b>
<b>II .- RUIDO Y DAÑO QUE PUEDE CAUSAR A LOS TRABAJADORES.</b> .....	<b>7</b>
<b>II.1 .- Ruido.</b> .....	<b>7</b>
<b>II.2 .- Conceptos físicos.</b> .....	<b>10</b>
<b>A.- Frecuencia. (f)</b> .....	<b>10</b>
<b>B.- Período. (T)</b> .....	<b>11</b>
<b>C.- Longitud de Onda. (<math>\lambda</math>)</b> .....	<b>11</b>
<b>D.- Amplitud de Onda.</b> .....	<b>11</b>
<b>E.- Tono.</b> .....	<b>12</b>
<b>F.- Intensidad.</b> .....	<b>12</b>
<b>G.- Decibel.</b> .....	<b>13</b>
<b>H.- Nivel de Presión Acústica.</b> .....	<b>17</b>
<b>II.3 .- glosario.</b> .....	<b>18</b>
<b>A.- Decibel.</b> .....	<b>18</b>
<b>B.- Exposición a ruido.</b> .....	<b>18</b>
<b>c.- Frecuencia.</b> .....	<b>18</b>
<b>D.- Índice compuesto de Exposición al Ruido.</b> .....	<b>19</b>
<b>E.- Índice Parcial de Exposición al Ruido.</b> .....	<b>19</b>
<b>F.- Nivel de Presión Acústica. (NPA)</b> ..	<b>19</b>
<b>G.- Nivel Sonoro "A".</b> .....	<b>20</b>
<b>H.- Nivel Sonoro Continuo Equivalente.</b> ..	<b>20</b>
<b>I.- Presión acústica eficaz.</b> .....	<b>20</b>
<b>J.- Ruido.</b> .....	<b>21</b>
<b>K.- Ruido Estable.</b> .....	<b>21</b>
<b>L.- Ruido Fluctuante.</b> .....	<b>22</b>
<b>LL.- Ruido Impulsivo.</b> .....	<b>22</b>
<b>M.- Ruido Inestable.</b> .....	<b>22</b>
<b>N.- Sonido.</b> .....	<b>22</b>
<b>N.- Condiciones Normales de Operación.</b> ..	<b>23</b>
<b>O.- Dosímetro.</b> .....	<b>23</b>
<b>P.- M de Dosis.</b> .....	<b>23</b>
<b>Q.- Niveles Más Altos de Ruido.</b> .....	<b>24</b>

	Pagina
R. - Observador. ....	24
S. - Período de Observación. ....	24
T. - Procedimientos Administrativos. ..	24
U. - Puesto Fijo de Trabajo. ....	24
V. - Reconocimiento Inicial. ....	25
II.4. - Estructura, Función, y Fisiopatología del Oído. ....	26
II.5. - Daños del Ruido Sobre los Trabajadores. ....	30
A. - Efectos Sobre el Mecanismo Auditivo	30
B. - La Sordera Profesional. ....	31
<b>CAPITULO. III.</b>	<b>37</b>
<b>III. - NUEVO ACUERDO POR EL QUE SE REFORMAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES DEL INSTRUCTIVO NUMERO 11. RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO. ....</b>	<b>37</b>
III.1. - Disposiciones Generales. ....	40
III.2. - Del Reconocimiento. ....	42
III.3. - De la Evaluación. ....	43
III.4. - Del Control. ....	44
III.5. - De los Centros de Trabajo de Nueva Creación. ....	47
III.6. - De las Sanciones. ....	47
III.7. - Anexo 1. ....	48
III.7.1. - Introducción. ....	48
III.7.2. - Exámenes Médicos. ....	48
III.7.3. - Estudio Audiométrico. ....	48
III.7.4. - Otros Estudios Complementarios. ..	49
III.7.5. - La Periodicidad de los Exámenes Médicos. ....	49
III.8. - Anexo 2. ....	50
III.8.1. - Introducción. ....	50
III.8.2. - Método de Cálculo Matemático. ...	50
III.8.3. - Método Gráfico (L). ....	53
III.8.4. - Método de la Organización Internacional de Normalización	

	Pagina
ISO-1999-1975. (E). . . . .	55
III.8.5 .- Método de Cálculo de Nivel Sonoro Continuo Equivalente, Para Ruido Impulsivo, de la Organización Internacional de Normalización. ISO-1999-1975. (E). . . . .	57
III.9 .- Anexo 3. . . . .	58
III.9.1 .- Introducción. . . . .	58
III.9.2 .- Factor de Reducción. (R). . . . .	58
III.9.3 .- Factor de reducción. (R), Caso Especial. . . . .	62
III.10 .- Transitorios. . . . .	64
<b>CAPITULO. IV.</b>	<b>70</b>
IV .- PARAMETROS NECESARIOS DE MEDIR EN EL RUIDO PARA EVALUAR SU POSIBILIDAD DE DAÑO. . . . .	71
IV.1 .- Relación, Agente-Respuesta. . . . .	71
IV.2 .- Factores Etiologicos. . . . .	71
IV.2.1 .- Intensidad del Ruido. . . . .	71
IV.2.2 .- Frecuencia de las Ondas. . . . .	72
IV.2.3 .- Tiempo de Exposición al Ruido. . . . .	72
IV.3 .- Exposición Admisible al Ruido. . . . .	73
<b>CAPITULO. V.</b>	<b>77</b>
V .- INSTRUMENTOS DE MEDICION. . . . .	78
V.1 .- Instrumentos de Medida. . . . .	78
V.2 .- Micrófonos. . . . .	81
V.3 .- Medidores de Nivel Sonoro (Decibelímetro). . . . .	88
V.4 .- Calibración. . . . .	95
V.5 .- Dosímetros. . . . .	96
V.6 .- Analizador de Frecuencia. . . . .	100

	Pagina
<b>CAPITULO. VI.</b>	<b>103</b>
<b>VI.- METODOS DE MEDICION.</b>	<b>104</b>
VI.1.- Determinación del Nivel Sonoro Continuo Equivalente, al que se Exponen los Trabajadores en los Centros de Trabajo. (NOM-SS-50-1988).	108
VI.1.1.- Objetivo.	108
VI.1.2.- Campo de Aplicación.	108
VI.1.3.- Reconocimiento Inicial.	110
VI.1.4.- Métodos de Evaluación Ambiental.	112
VI.1.5.- Método de Evaluación Personal.	128
VI.1.6.- Requisitos en la Instrumentación.	131
VI.1.7.- Registro de Evaluación.	133
VI.2.- Apéndice. "A"	134
 <b>CAPITULO. VII.</b>	 <b>139</b>
<b>VII.- CONCLUSIONES.</b>	<b>140</b>
 <b>CAPITULO. VIII.</b>	 <b>145</b>
<b>VIII.- BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>146</b>

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

## CAPITULO I

### I.- INTRODUCCION.

El hombre no se distingue de los demás animales por el hecho de tener necesidades que debe satisfacer para poder vivir. La diferencia estriba en que toma conciencia de la necesidad y crea medios artificiales para satisfacerla.

Es el único ser viviente que practica la transformación de la naturaleza de acuerdo con un plan previamente trazado. De ahí, podemos desprender que la tendencia histórica del desarrollo de la ciencia y la tecnología es descubrir nuevas y mejores formas de supervivencia. Tendencia que se ha acelerado y cobra magnitud a partir de la revolución industrial.

En algunos países el avance de la ciencia y la tecnología ha ido a la par con la solución a los problemas del desarrollo industrial y económico, lo que ha representado una mejoría en las condiciones de vida de sus habitantes. En cambio, las naciones en vías de desarrollo donde vive la mayor parte de la población mundial, apenas poseen una mínima parte del potencial en ciencia y tecnología disponible.

Esta desigualdad constituye el reto más grande que enfrenta la humanidad en nuestros días; hecho al que no es ajeno el campo de la salud, dentro del cual podemos

enfocarnos a la higiene y seguridad industrial, y muy en especial a la higiene y seguridad industrial con respecto al ruido.

El desarrollo industrial, sin duda alguna, es patente de un avance de beneficio del hombre, sin embargo trae consigo subproductos indeseados para su salud, y que no sólo lo afectan en su vida cotidiana. Uno de estos subproductos no nada más de la industria sino del propio desarrollo en general, es el ruido que, considerándolo más ampliamente, es un contaminante para el medio industrial y urbano en que se desarrolla.

El ruido consecuencia inmediata y casi ineludible de la técnica; se cierne como uno de los peligros más insistentes que hoy comprometen a la salud del hombre.

El nivel sonoro aumenta con el correr de los años, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico ( O.C.D.E. ), calcula que más de un 15% de la población de los países miembros, está expuesta a una media de más de, 65 dB(A), lo cual supone un nivel superior al considerado como admisible por algunos países; de seguir dicha tendencia, se calcula que el porcentaje de personas afectadas aumentará al 20% en el año 2,000.

La solución desde luego no radica en sacrificar el desarrollo, sino en prevenir los impactos adversos del

crecimiento demográfico y de las actividades económicas, aprovechando racionalmente los recursos disponibles.

Es evidente que con miras al Tratado de Libre Comercio en México, se debe dar el reconocimiento adecuado a éste problema y abandonar por completo la mentalidad que se ha tenido, de dar preferente atención a la necesidad de alcanzar una meta de desarrollo industrial, tan imprescindible para la seguridad económica del país, que mantienen en segundo plano éste como otros problemas similares. Cuyas consecuencias comenzarán a apreciarse cuando quizá no sea fácil ni factible remediarlas.

La disminución de la curva de rendimiento laboral de una serie de hombres sometidos a la acción de un nivel sonoro de cierta cuantía, puede evidenciarse por simples experiencias fáciles de realizar por cualquiera; ese aturdimiento o embotamiento que se inicia a los pocos momentos de estar sometido al ruido intenso es el que dificulta la atención en un trabajo frecuentemente peligroso y que facilita y desencadena el accidente, siempre en funestas consecuencias.

El reconocer esta realidad como un problema estructural, aunado a los reclamos sociales por la defensa de la naturaleza y la búsqueda de la seguridad para las actuales y futuras generaciones, ha permitido al Estado Mexicano el iniciar la identificación y puesta en práctica

de soluciones frontales como base de su compromiso con el bienestar social.

Tal es el caso de la reciente publicación hecha por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en el Diario Oficial de la Federación del " - Nuevo Acuerdo Por el Que se Reforman y Derogan Diversas Disposiciones del Instructivo No. 11 Relativo a las Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo Donde se Genera Ruido - ", siendo éste el tema de estudio del presente trabajo.

## CAPITULO II

### RUIDO Y DAÑO QUE PUEDE CAUSAR A LOS TRABAJADORES

## II.- RUIDO Y DAÑO QUE PUEDE CAUSAR A LOS TRABAJADORES

### II.1.- RUIDO :

En todos los momentos de nuestra vida, nos rodea un ambiente sonoro del que conscientemente, sólo captamos una parte.

Se suele definir el ruido, como una mezcla de sonidos de frecuencias diferentes.

El sonido se produce a raíz de la puesta en vibración, por cualquier causa, de una partícula que transmite su vibración a las más próximas, y éstas a las siguientes. Un sonido puro es el que tiene una frecuencia fija, pudiéndose representar gráficamente por una senoide.

Así el sonido consiste en un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una fuente de vibración. La onda es de tipo longitudinal cuando el medio elástico en que se propaga el sonido es el aire y se genera por variaciones de la presión atmosférica por, sobre y bajo el valor normal, originadas por la fuente de vibración.

El proceso de propagación de las ondas sonoras puede representarse gráficamente mediante un sistema de coordenadas en que en la abscisa figura el tiempo y en la ordenada las presiones positivas o negativas. Se obtiene una curva sinusoidal. ( ver figura. II.1 ).

La velocidad de propagación del sonido en el aire a  $0^{\circ}\text{C}$  es de 331 metros por segundo y varía aproximadamente a razón de 0.65 metros por segundo por cada  $^{\circ}\text{C}$  de cambio en la temperatura. La velocidad es independiente de los cambios en la presión barométrica y de la frecuencia y longitud de la onda.

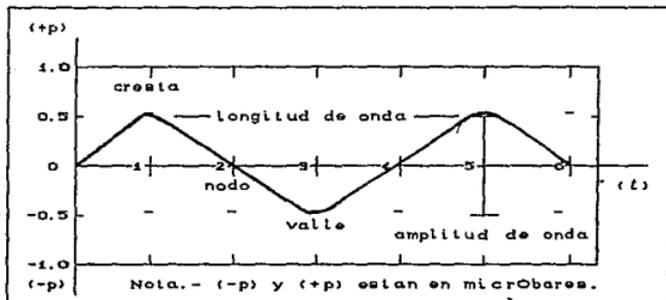


Figura. II.1 -- Representación gráfica de las ondas del sonido, (curva sinusoidal).

No obstante en la práctica, los sonidos no son puros, pudiéndose descomponer para su estudio en un cierto número de sinusoides puras, cuya suma nos dará el espectro de frecuencias del sonido en cuestión.

La mezcla de frecuencias de sonidos diferentes que componen un ruido, esta formada por : frecuencias

pequeñas, esto es frecuencias graves, hasta frecuencias altas que son las frecuencias agudas.

Desde el punto de vista físico o acústico no existe ninguna diferencia entre el sonido y el ruido. La diferencia es exclusiva de orden psicológico o práctico y es así como usualmente se define al ruido como un sonido que produce desagrado o que molesta interfiriendo la actividad normal. Podría agregarse que el ruido es la resultante de la superposición anárquica de ondas sonoras de diferente amplitud y frecuencia, para diferenciarlo de la música en que esta superposición obedece a un plan determinado, previamente establecido y con un objeto preciso. ( ver figura. II.2 )

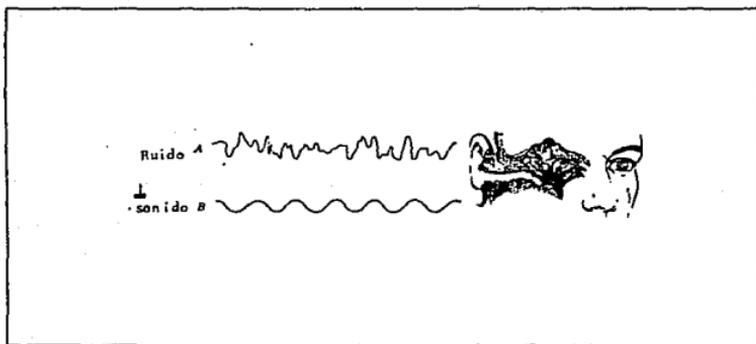


Figura. II.2 . - Diferencia gráfica entre ruido y sonido.

## II.2.- CONCEPTOS FÍSICOS :

Las variaciones de presión del aire necesarias para producir un sonido son muy pequeñas y se miden en microbares ( 1 microbar = dina / cm<sup>2</sup> ). La dina es la unidad de medida del sistema C.G.S. de fuerza y se obtiene al imprimir a la masa de un gramo una aceleración de un centímetro por segundo cuadrado. Para formarse una idea de la magnitud de las presiones que producen las ondas basta considerar que en los sonidos habituales su valor oscila alrededor de una dina / cm<sup>2</sup> y que la presión atmosférica es del orden de un millón de dinas / cm<sup>2</sup>.

Con el objeto de poder precisar los factores que intervienen para que cada sonido tenga sus características propias que lo diferencian de los demás es necesario, previamente, definir algunos conceptos básicos.

### A.- FRECUENCIA : ( f )

En un punto de la onda, la presión fluctúa un cierto número de veces por segundo alrededor de la presión atmosférica y la presión del aire en presencia de ondas acústicas. El número de fluctuaciones o de ciclos por segundo define la frecuencia o la altura del sonido.

$$f = 1/T$$

**B. - PERIODO : ( T )**

El tiempo que tarda en realizarse cada ciclo de la onda recibe el nombre de período. ....  $T = 1/f$

**C. - LONGITUD DE ONDA : (  $\lambda$  )**

Es la distancia en metros que recorre una onda completa en su propagación, que equivale a la distancia recorrida en el tiempo de un período.

**D. - AMPLITUD DE ONDA :**

Es el valor del máximo desplazamiento que asume la onda por efecto de las variaciones de presión en relación con el punto normal o neutro.

De las definiciones anteriores se deduce que la frecuencia es igual al valor recíproco del período (  $f = 1/T$  ) y que la velocidad de propagación es igual al producto de la frecuencia por la longitud de onda (  $v = f \times \lambda$  ).

E. - TONO :

Se designa por tono a un sonido puro, es decir, de una frecuencia determinada. Un diapasón, al ser golpeado, vibra de una manera definida y emite un sonido puro que es siempre de la misma frecuencia, independientemente de la magnitud del golpe.

Los sonidos habituales son mezclas complejas de diversos tonos y para los efectos de su estudio se acostumbra a subdividir el rango de las frecuencias audibles en sectores o bandas. Estas bandas se llaman octavas si la frecuencia final es el doble de la frecuencia inicial de la banda. la subdivisión en bandas de octavas que se usan habitualmente es de 37.5 a 75, 75 a 150 y hasta 4800 a 9600 y aun más ciclos por segundo.

F. - INTENSIDAD :

Es la energía vibratoria que fluye por unidad de tiempo a través de un centimetro de superficie perpendicular a su direccion.

Matemáticamente se expresa como un trabajo dividido entre el producto del tiempo por su área o bien, como el producto de presión por velocidad.

$$I = V P \cos U$$

Donde  $V$  es la velocidad de la partícula de la onda,  $P$  es la presión sonora y  $U$  es la diferencia

de fase entre las dos.

Si la onda sonora está viajando a través de un campo libre entonces.

$$U = P / \rho c$$

$\rho$  = densidad del medio

$c$  = velocidad del sonido dentro del medio

En un campo libre, la presión sonora y la velocidad de la partícula están en fase, así que el  $\cos U = 1$  y por lo tanto la intensidad en la dirección de propagación es :

$$I = P^2 / \rho c$$

Donde  $\rho c$  es la llamada impedancia característica del medio a través del cual el sonido viaja.

#### 0. - DECIBEL :

La potencia del más débil sonido audible hasta el más fuerte, pero todavía incapaz de causar dolor, varía según el orden de 1 a  $10^{12}$  y la presión del sonido dentro de los mismos extremos anteriores de 1 a  $10^6$ .

Son cifras difíciles de manejar, por lo que se ha adoptado otro procedimiento más cómodo de efectuar las mediciones del sonido. Se basa éste en la determinación del nivel que la potencia o presión de un sonido

cualquiera tiene en relación con una base de comparación fija. Empleando una relación logarítmica por razones de comodidad en el manejo de las mediciones; se obtiene así la unidad llamada bel ( b ).

Sin embargo, esta unidad es todavía muy grande y da a los sonidos audibles un rango de variación muy estrecho desde el punto de vista práctico. Por esta razón se emplea en su lugar una unidad más pequeña, que es el "decibel" o decima parte del bel.

Se define como decibel [ db ] ó [ dB ] la relación logarítmica de las intensidades tal que.

$$db = 10 * \log I_1 / I_2$$

como las intensidades están relacionadas con las presiones sonoras mediante  $I = P^2 / \rho v$

Donde  $\rho$  es la densidad del medio y  $v$  es la velocidad de la onda.

Resulta que :

$$db = 10 * \log I_1 / I_2 = 10 * \log P_1^2 / P_0^2$$

$$db = 20 * \log P_1 / P_0$$

Por lo tanto la relación que mide el nivel de un sonido cualquiera en función de la presión que lo produce está dada entonces por la fórmula siguiente:

$$db = 20 * \log P_1 / P_0$$

$P_1$  es la presión del sonido que se mide y  $P_0$  es la base de comparación que en acústica normalmente

corresponde a la presión del más débil sonido audible por el oído normal con un valor de 0.0002 microbares o dinas / cm<sup>2</sup>.

Normalmente se considera la presión de referencia  $P_0$ , la correspondiente al umbral de audibilidad a 1,000 ciclos.

De acuerdo con la fórmula anterior, el nivel del sonido es cero cuando su presión es justamente 0.0002 dinas / cm<sup>2</sup> y aumenta en 20 unidades por cada 10 veces que aumenta la presión. La presión de una dina / cm<sup>2</sup> corresponde a un nivel sonoro de 74 db. Cada vez que una presión cualquiera se duplique, se tiene un aumento de nivel de 6 db.

$$P_0 = 0.0002 \text{ UB} \quad \text{o} \quad I_0 = 1 \times 10^{-6} \frac{\text{W}}{\text{cm}^2}$$

$$P_0 = 0.0002 \text{ dina} / \text{cm}^2$$

$$P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ N/M}^2$$

Con lo que se obtiene la equivalencia entre db ( NIVEL ACUSTICO RELATIVO ) y UB ( PRESION FISICA SONORA ). ( Ver figura. II.3 ).

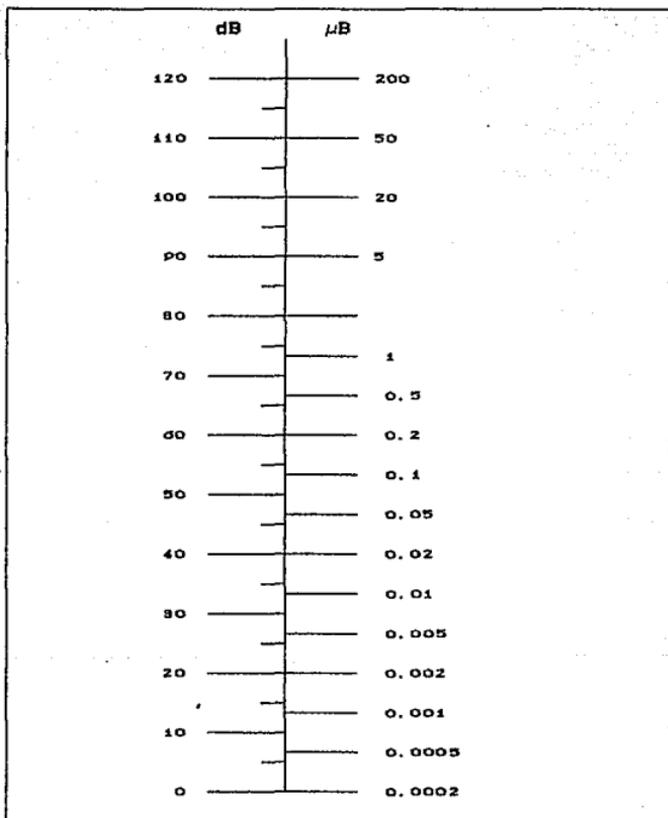


Figura. II. 9 . - EQUIVALENCIA ENTRE dB Y  $\mu B$ .

Con objeto de comparar los niveles en dB, con algunos sonidos conocidos y las sensaciones acústicas que producen se inserta el cuadro siguiente, de la figura II.4.

	$\mu\text{B}$	dB	Sensación
Reactor a 10 m. ....	2000	140	Dolorosa
Sirena de barco .....	630	130	"
Calderería ruidosa .....	63.2	110	Molesta
Metro pasando por la est. 20.0	100	100	"
Taller ruidoso .....	6.3	90	Muy pesada
Calle muy ruidosa .....	2.0	80	"
Máquina de escribir a 1 m. 0.63	70	70	Pesada
Calle ruidosa .....	0.20	60	"
Oficinas generales .....	0.06	50	Moderada
Iglesias .....	0.02	40	"
Area residencial de noche 0.006	30	30	Suave
Hojas en el bosque .....	0.002	20	"

Figura II.4 .- Cuadro de comparación de los niveles de sonido en dB., con algunos sonidos conocidos, así como las sensaciones acústicas que producen.

#### H. - NIVEL DE PRESION ACUSTICA :

La presión acústica es el valor de la presión del medio de propagación debida a la presencia de una perturbación acústica se mide en  $\text{N/m}^2$ .

## II.3.-GLOSARIO

### DEFINICIONES DE LOS TERMINOS Y CONCEPTOS TECNICOS EMPLEADOS EN ESTE INSTRUCTIVO

#### A. - DECIBEL :

Es una unidad de relación, expresada como 10 veces el logaritmo común ( de base 10 ) del cociente de dos cantidades proporcionales en alguna forma a la potencia acústica. Se abreviará db. Si el denominador del cociente es una cantidad cuyo valor ha sido previamente establecido, el decibel expresa una forma particular del significado del cociente, denominado nivel.

#### B. - EXPOSICION A RUIDO :

Es la interrelación del agente físico ruido y el trabajador, en un ambiente laboral.

#### C. - FRECUENCIA :

La frecuencia de una función periódica es el recíproco del período de la misma. Su unidad es el Hertz (Hz). ( ANSI S 1.1-1960 )

**D. - INDICE COMPUESTO DE EXPOSICION AL RUIDO :**

Es la suma de los índices parciales de exposición al ruido para todos los niveles sonoros durante una semana de trabajo de 40 horas.

**E. - INDICE PARCIAL DE EXPOSICION AL RUIDO**

Es el índice determinado por un nivel sonoro y su duración durante una semana de trabajo de 40 horas.

**F. - NIVEL DE PRESION ACUSTICA : ( NPA )**

Es igual a 20 veces el logaritmo decimal de la relación entre una presión acústica y una presión de referencia determinada. Se expresa en decibeles ( NOM-I-42-1972 ).

$$NPA = 20 \log ( P/Po )$$

Donde : P = presión evaluada

Po = presión de referencia

para efectos de este instructivo se considera :

a) Po = 20 Micro Pascales

1 Pa = 1 Pascal = 1 N/m<sup>2</sup>

b) Que la presión acústica es la presión acústica eficaz ( rms ) a menos que otra cosa se especifique.

**G. - NIVEL SONORO "A" :**

Es el nivel de presión acústica ajustado a la función de ponderación denominada "A", con una presión eficaz de referencia de 20  $\mu$ Pa. Se abreviará NS "A". El nivel sonoro se expresará como un número dado en dB (A).

**H. - NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE : ( NSCE )**

Nivel Sonoro dB (A) que si estuviera presente durante 40 horas por semana, daría el mismo índice compuesto de exposición al ruido, que los distintos niveles sonoros medidos en una semana.

**I. - PRESION ACUSTICA EFICAZ :**

La raíz cuadrada de la media aritmética del cuadrado de la presión acústica instantánea registrada en un punto y en un intervalo de tiempo de observación dado el cual es determinado por las condiciones del método particular de medición.

Se expresa como :  $P_{ef} = \left[ (1/T) \int_0^L P^2 (t) dt \right]^{1/2}$

Donde :

$P_{ef}$  = presión acústica eficaz

$T$  = intervalo de tiempo

$p(t)$  = presión acústica instantánea

#### J. - RUIDO :

Es un sonido desagradable o molesto, generalmente aleatorio que no tiene componentes bien definidos. ( NOM-I-42-1972 ).

Es todo sonido que causa molestias, interfiere con el sueño, trabajo o descanso o que lesione o dañe física o psicológicamente al individuo, la flora, la fauna y a los bienes de la nación o de particulares. ( NOM-C-92-1975 ).

Para efectos de este instructivo se entenderá como ruido a los sonidos cuyos niveles de presión acústica en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a su salud o bienestar.

#### K. - RUIDO ESTABLE :

Es aquel que se registra con una variación de su

nivel de presión acústica no superior a  $\pm 2$  dB.  
( NOM-AA-40-1976 )

**L.- RUIDO FLUCTUANTE :**

Es aquel ruido inestable que se registra durante un período mayor o igual a 1s. ( NOM-AA-40-1976 ).

**LL.- RUIDO IMPULSIVO :**

Es aquel ruido inestable que se registra durante un período menor a 1s. ( NOM-AA-40-1976 ).

**M.- RUIDO INESTABLE :**

Es aquel ruido que se registra con una variación de su nivel de presión acústica superior a  $\pm 2$  dB.  
( NOM-AA-40-1976 ).

**N.- SONIDO :**

Es la vibración acústica capaz de producir una sensación audible. ( NOM-I-42-1972 ).

SE ESTABLECEN LAS SIGUIENTES DEFINICIONES  
PARA EFECTOS DE LA N. O. M SS-50-1988  
UTILIZADA EN EL PRESENTE TRABAJO

N. - CONDICIONES NORMALES DE OPERACION :

Situación de producción con relativa estabilidad promedio en el tiempo, determinada por variables tales como ritmo de producción, número de máquinas y equipos utilizados, programa de mantenimiento, demanda de productos o subproductos, etc., que representan una jornada laboral típica de cada centro de trabajo.

O. - DOSIMETRO :

Instrumento que integra una función de presión sonora en un período y se utiliza usualmente para valorar el % de dosis de ruido a la que ha estado expuesto un trabajador.

P. - N DE DOSIS :

Es el número que proporciona el dosímetro y que resulta de la integración de los niveles sonoros "A", durante el período de observación.

**Q. - NIVELES MAS ALTOS DE RUIDO :**

Interpretación subjetiva derivada del reconocimiento sensorial en el área o puesto por evaluar, que contribuye a establecer qué jornada laboral debe sujetarse a la determinación del N.S.C.E.

**R. - OBSERVADOR :**

persona que efectúa la medición de niveles sonoros "A".

**S. - PERIODO DE OBSERVACION :**

Tiempo en el cual el equipo de medición evalúa el nivel sonoro "A" y se registra su magnitud.

**T. - PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS :**

Son aquellas especificaciones que le permiten a la empresa cuantificar con la mayor precisión posible, el tiempo de permanencia del trabajador en cada zona de exposición.

**U. - PUESTO FIJO DE TRABAJO :**

Conjunto de actividades tipificadas en el profesiograma del contrato de trabajo, que son efectuadas

por un trabajador de una categoría laboral determinada y que implican un tiempo y espacio específico, de tal manera que el trabajador permanece relativamente estacionario en relación a su lugar de trabajo.

V.- RECONOCIMIENTO INICIAL :

Actividad previa a la evaluación instrumental, cuyo objetivo es el recabar información confiable que permita determinar el método a emplear y jerarquizar las zonas del local de trabajo donde se efectuará la evaluación.

Nota : REFERENCIAS.

- ( NOM-AA-40-1976 ) .- Clasificación de ruidos
- ( NOM-C-92-1975 ) .- Terminología de materiales aislantes acústicos.
- ( NOM-I-42-1972 ) .- Terminología empleada en electroacústica.
- ( NOM-AA-47-1977 ) .- Sonómetros para usos generales.
- ( NOM-AA-59-1975 ) , - Acústica - Sonómetros de precisión.

#### II.4.- ESTRUCTURA, FUNCION Y FISIOPATOLOGIA DEL OIDO :

El aparato auditivo es bilateral, está alojado en su mayor parte en el hueso temporal y tiene como funciones la recepción del sonido y es, además, el órgano del equilibrio. Se distinguen tres partes : externa, media e interna ( ver figura. II.5 ).

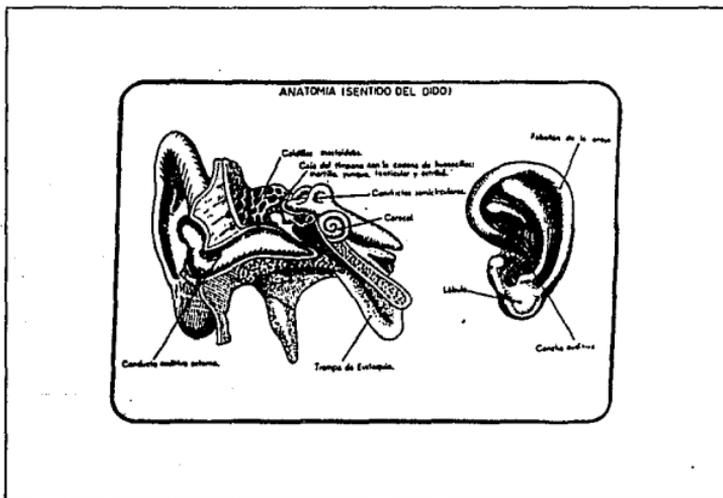


Figura. II.5 .- Estructura del oído humano.

El oído externo está compuesto por el pabellón y el conducto auditivo externo y es el receptor de las ondas sonoras. El tercio externo es cartilaginoso y los dos tercios internos forman un canal óseo que termina en la membrana timpánica.

El oído medio es una cavidad ósea que limita por dentro con el oído interno por las ventanas oval y redonda, con las células mastoideas del temporal y con la faringe por la trompa de Eustaquio, que regula las presiones de la cavidad.

El tímpano está unido con la ventana oval por una cadena de huesecillos : martillo, yunque, y estribo, que tienen sus músculos propios. El oído medio es un órgano colector y amplificador del sonido y aumenta en 30 db las ondas sonoras; al mismo tiempo este sistema tímpano-oscicular puede disminuir la transmisión de ondas más intensas, por disminución de la tensión timpánica. La ventana redonda tiene un segundo tímpano.

El oído interno comprende el vestíbulo, los conductos semicirculares ( equilibrio ) y el caracol o coclea ( audición ) y es el órgano transmisor del sonido.

En el caracol existe un canal en espiral, de dos vueltas y tres cuartos (  $2 \frac{3}{4}$  ); éste canal está dividido en tres secciones: la escalera vestibular que se inicia en la ventana oval; la escalera timpánica que termina en la ventana redonda y se une con la anterior en el vértice del del caracol, la escala media o conducto coclear donde está el órgano de Corti que tiene

alrededor de 20,000 células ciliadas colocadas en cuadruple fila sobre la membrana basilar, donde llegan las terminaciones nerviosas de la rama coclear del nervio auditivo. El canal está lleno de endolinfa que conduce el estímulo sonoro desde la ventana oval en forma de ondas líquidas.

En el pasado se describió al órgano de Corti como un arpa de mil cuerdas que resonaban con sus sonidos específicos. Hoy día se estima que el mecanismo en el caracol es un fenómeno hidrodinámico por el cual las células ciliadas responden selectivamente a la frecuencia de las ondas fluidas; las células de la base del caracol responden a las altas frecuencias y las de la región del vértice a las bajas frecuencias. El estímulo nervioso se transmite al centro de la audición, que está localizada en el lóbulo cerebral temporal.

Durante 1/1,000 de segundo la fibra nerviosa fatigada no transmite la excitación acústica. La lesión del órgano de Corti puede no ser sólo debida a una acción mecánica, sino tal vez a una acción metabólica por agotamiento de los receptores. Las ondas ultrasonoras no producen daño auditivo, excepto cuando están asociadas a frecuencias audíbles altas.

El oído humano responde a la amplitud de frecuencias desde 16 hasta 16,000 c/s. El área más sensible, o sea las frecuencias que son oídas con menos intensidad que las otras, es la amplitud 1,000 a 4,000 c/s. Esta sensibilidad disminuye hacia las frecuencias

más altas que requieren mayor intensidad para ser audibles y que corresponden a la zona que se altera primero con la edad ( presbicia ). Las frecuencias correspondientes a la audición de la voz hablada están entre los 500 y los 2,000 c/s.

Existe un límite de tolerancia del oído humano. Entre 100-120 dB, el sonido se hace inconfortable; a los 130 dB se sienten crujidos; de 130 a 140 dB la sensación se hace dolorosa y a los 160 dB el efecto es devastador. Esta tolerancia no depende mucho de la frecuencia, aunque las altas frecuencias producen las sensaciones más desagradables.

## **II.5.- DAÑOS DEL RUIDO SOBRE LOS TRABAJADORES :**

### **A. - EFECTOS SOBRE EL MECANISMO AUDITIVO.**

Los efectos sobre el mecanismo auditivo pueden clasificarse en :

#### **a) Efectos debidos a un ruido repentino e intenso :**

Generalmente se deben a explosiones o detonaciones, cuyas ondas de presión rompen el tímpano y dañan incluso, la cadena de huesecillos; la lesión resultante del oído interno es de tipo leve o moderado. El desgarre timpánico cura generalmente sin dejar alteraciones, pero si la restitución no tiene lugar, puede desarrollarse una alteración permanente. Los ruidos esporádicos, pero intensos, de la industria metalúrgica pueden compararse, por sus efectos, a pequeñas detonaciones.

#### **b) Efectos debidos a una exposición continua :**

La acción del ruido en el mecanismo conductor puede ocasionar la fatiga del sistema osteomuscular del oído medio, permitiendo pasar al oído medio más energía de la que puede resistir el órgano de Corti. A esta fase de fatiga sigue la vuelta al nivel normal de sensibilidad. De esta manera el órgano de Corti está en continuo estado de fatiga y recuperación. Esta

recuperación puede presentarse en el momento en que cesa la exposición al ruido, o después de minutos, horas o días.

Con la exposición continua, poco a poco se van destruyendo las células ciliadas de la membrana basilar, proceso que no tiene reparación, y es, por tanto permanente. Es por estas razones que el ruido continuo es más nocivo que el intermitente.

#### B. - LA SORDERA PROFESIONAL.

La destrucción progresiva del oído interno no se manifiesta en un principio como sordera, ya que al individuo le llamará la atención el proceso cuando no oiga la voz hablada, o sea, cuando ya se han producido lesiones definitivas en otras bandas. La frecuencia que es efectivamente dañada por el ruido es la de 4,000 c/s por razones no bien aclaradas hasta el momento. Este daño se expande hacia arriba y hacia abajo hasta comprometer el espectro total de la audición si persiste la acción del agente ruido, que se medirá en déficits de decibeles en las distintas frecuencias.

La sordera profesional se caracteriza fundamentalmente por los siguientes aspectos :

- a) es bilateral
- b) se exagera con el trabajo y se atenúa con el reposo, y

c) cesa de progresar si el individuo es retirado del ambiente ruidoso. ( ver figura. II.6 ).

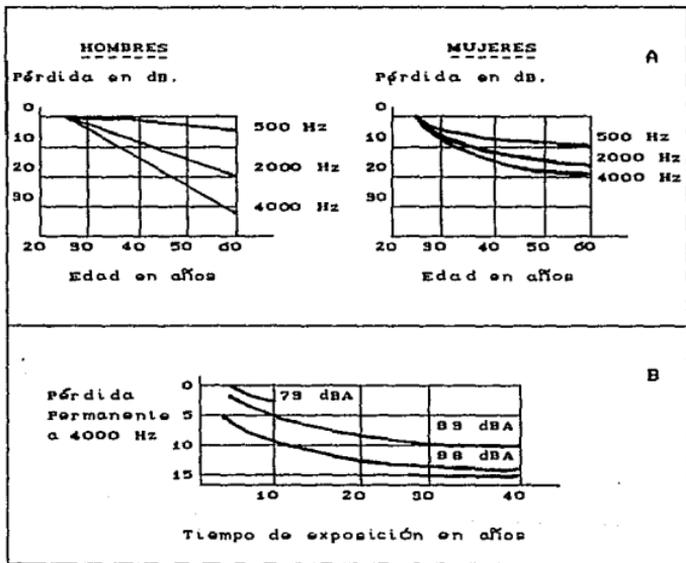


Figura. II.6A. - Pérdidas auditivas en función de la edad.  
Figura. II.6B. - Pérdidas permanentes de audición que cabe esperarse, para 4,000 Hz a distintos dBA.

El cuadro clínico de la sordera profesional ha sido descrito por Maduro en cuatro periodo :

1<sup>er</sup> periodo : El ruido produce una pérdida transitoria de la agudeza auditiva; hay una pérdida de 50 dB en la banda de 4,000 c/s. El individuo tiene la sensación de oído " algodonado " después de la jornada de trabajo y a veces la adaptación es penosa y está acompañada de manifestaciones generales, como ansiedad, excitabilidad y falta de fuerza.

2<sup>do</sup> periodo : Llamado de latencia total. Se caracteriza por falta de síntomas clínicos. Se produce un déficit permanente de 40 a más dB en la banda de 4,000 c/s. Esta fase puede durar igual de dos a tres años o diez a veinte, según las condiciones ambientales.

3<sup>er</sup> periodo : Llamado de latencia subtotal. No se aprecia la voz cuchicheada y el individuo está consciente de su sordera. Se observa en el examen audiométrico una pérdida de 50 a 80 db en la banda de 4,000 pérdida que se extiende a 2 ó 3 octavas, desde 1,000 a 8,000 c/s y que en las bandas de 500 a 2,000 c/s no debe ser mayor a 45 dB.

4<sup>to</sup> periodo : Llamado terminal o de sordera manifiesta. El individuo dificilmente sigue la conversación y presenta acufenos y tinitus ( sensación de silbidos agudos y campanilleo en contacto con un ambiente sonoro o simplemente con un ruido aislado ). El audiograma acusa un vasto déficit auditivo que compromete

a las bandas agudas y sobrepasa en las bandas graves la frecuencia de 500 c/s; se observa a veces un pequeño ascenso en la banda 8,000 c/s a diferencia del daño producido por la edad. Este período sería definitivo y sin empeoramiento posterior tanto en como fuera del riesgo. Algunos autores opinan que podría haber cierto grado de recuperación algún tiempo después de abandonado el trabajo ruidoso. ( ver figura II.7 ).

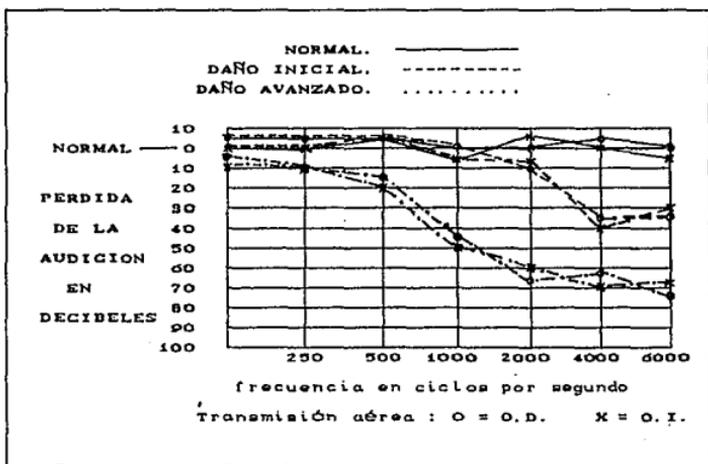


Figura. II.7 .- Audiogramas típicos de pérdida de la audición por causa profesional.

La sordera profesional puede producirse en algunos meses o años y, a veces, puede ser de predominio unilateral. Se presentan también localizaciones atípicas, por ejemplo, los reactores con ruidos en las octavas graves pueden comprometer rápidamente la zona de la conversación ( 500 a 2,000 c/s ), pero luego el déficit se extiende a las otras bandas y adopta el tipo clásico.

Es evidente que los efectos del ruido sobre el organismo producen una disminución de la " agudeza auditiva ", que generalmente se compone de una " pérdida transitoria " y una " pérdida permanente ", la primera se recupera al cabo de un cierto, tiempo esto es entre una hora y varios días, según el tiempo de exposición e intensidad del ruido, pero la segunda es irreversible, siendo su aumento paulatino, por lo que resulta difícil para el trabajador darse cuenta de que va perdiendo agudeza auditiva, hasta que la sordera le produce auténticos problemas de inteligibilidad, habitualmente este tipo de sordera se denomina hipoacusia.

Otro problema que no podemos omitir es la mayor propensión a accidentarse en los trabajadores inmersos en un ambiente ruidoso, precisamente por tener forzada su atención en abstenerse del exterior para desarrollar su trabajo bloqueando uno de sus sentidos ( o bloqueandose el propio ruido ambiente ) y no

pudiendo captar los avisos de alguna anomalia en su entorno como son; ruidos extraños en máquinas, avisos de compañeros en emergencias, etc.

El ruido puede llegar a causar otros efectos fisiológicos como, dolor de oídos, náuseas y disminución de la capacidad de control muscular, nerviosidad e irritabilidad, descontrol mental, desequilibrio circulatorio y fallas orgánicas diversas; todo esto ocurre cuando la exposición es intensa.

CAPITULO III

ACUERDO POR EL QUE SE REFORMAN Y DEROGAN DIVERSAS

DISPOSICIONES DEL INSTRUCTIVO NUMERO 11 RELATIVO

A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS

CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO

- CAPITULO III -

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

III.- ACUERDO Por el que se reforman y derogan diversas disposiciones del instructivo número 11 relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice : Estados Unidos Mexicanos .- Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

El Secretario del Trabajo y Previsión Social con fundamento en los artículos 40 fracción XI de la ley Orgánica de la Administración Pública Federal, 132 fracción XVI, 512, 512D, 527, último párrafo de la Ley Federal del Trabajo; 3o., 5, 135 y 140 del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, expide el siguiente :

ACUERDO POR EL QUE SE REFORMAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES DEL INSTRUCTIVO NUM. 11 RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO.

ARTICULO UNICO.- Se reforman los numerales 2, los incisos c), y d) del numeral 3,6,8, suprimiéndose de este numeral el inciso c) y quedando el inciso d) como el actual inciso c), 9,10,12 pasando este último a ser el actual numeral 11, el numeral 13 se divide en dos numerales , pasando a ser los actuales numerales 12 y 13, asimismo se modifica el numeral 15, se suprime el numeral 17 y por lo tanto la numeración se recorre, quedando de la siguiente manera, los vigentes numerales 18, 19 y 20 pasan a ser los actuales numerales 17 , 18 y 19 respectivamente; de la misma manera se reforman : el Glosario, Tabla I, Gráfica 1, Anexo 2, así como sus Tablas "A" y "B" y su Monograma, Anexo 3; finalmente se derogan la Tabla 2 y la Gráfica 2, pertenecientes al instructivo No. 11, relativo a las condiciones de Seguridad e Higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido, para quedar en los términos siguientes :

### III.1 .- DISPOSICIONES GENERALES.

1. El presente instructivo es de observancia obligatoria y tiene por objeto establecer medidas para mejorar las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido que por sus características, niveles y tiempos de acción sean capaces de alterar la salud de los trabajadores, así como establecer las correlaciones entre los niveles máximos permisibles de ruido y los tiempos máximos permisibles de exposición por jornada de trabajo.

2. Los patrones deberán vigilar que no se rebasen los niveles máximos permisibles de exposición a ruido que se indican en la tabla I y Gráfica I de este Instructivo, que forman parte de él para todos los efectos correspondientes.

3. En los centros de trabajo a que se refiere este instructivo, los patrones, en la adopción de medidas preventivas, deberán tomar en cuenta la naturaleza del trabajo y, en su caso, lo siguiente :

- a) Las características de las fuentes emisoras.
- b) Las características del ruido en lo que respecta a

magnitud y componentes de frecuencia.

c) Las características, tiempo y repetición de la exposición de los trabajadores al ruido.

d) Las alteraciones en la salud de los trabajadores que puedan derivarse de dicha exposición.

e) Los métodos generales y específicos de prevención y control.

4. Los patrones tendrán la obligación de efectuar el reconocimiento, la evaluación y cumplir con las medidas de control necesarias para prevenir alteraciones en la salud de los trabajadores expuestos.

5. Los trabajadores tendrán la obligación de colaborar en las medidas de evaluación y observar las de control que se establezcan en los centros de trabajo donde desempeñen sus actividades.

6. Los patrones deberán conservar, mantener actualizados y exhibir a las autoridades correspondientes, cuando les sea requerido el expediente de registro de los Niveles : Sonoros Continuos

Equivalentes y/o de Ruido Impulsivo según sea el caso y los tiempos de exposición de los trabajadores; con las fechas y horas en que se practiquen las evaluaciones respectivas, a fin de adoptar las medidas de seguridad e higiene que sean necesarias para no rebasar los niveles máximos permisibles de ruido a que se refiere el presente Instructivo.

7. El patrón deberá informar a sus trabajadores de las posibles alteraciones en su salud por la exposición a ruido, y orientarlos sobre la forma de evitarlas o atenuarlas.

### III.2 .- DEL RECONOCIMIENTO.

8. Para llevar a cabo el reconocimiento, los patrones deberán :

- a) Identificar las fuentes emisoras.
- b) Delimitar las zonas donde exista el riesgo de exposición.
- c) Señalar con avisos de seguridad las zonas de exposición en las áreas de trabajo. Dichos avisos deberán

ser colocados en lugares visibles y ajustarse, en general, a la Norma Oficial Mexicana correspondiente.

### III.3 .- DE LA EVALUACION.

9. Para efectuar la evaluación, el patrón deberá :

a) Cuantificar periódicamente en función del riesgo los Niveles Sonoros Continuos Equivalentes y/o de Ruido Impulsivo según sea el caso, aplicando cualquiera de los métodos indicados en el Anexo No. 2 del presente Instructivo, que forma parte del mismo para todos los efectos correspondientes.

b) Emplear los métodos de evaluación e instrumentos de medición señalados en las Normas Oficiales Mexicanas relativas.

c) Asentar los resultados en el expediente de registro a que se refiere la disposición 6 de este Instructivo.

10. El patrón deberá conocer:

Las características del ruido y sus componentes de frecuencia, así como las alteraciones que pudieran derivarse en la salud de los trabajadores.

#### III.4 .- DEL CONTROL.

11. Cuando la magnitud de los niveles de ruido pueda alterar la salud de los trabajadores según los niveles máximos permisibles de exposición referidos en el presente instructivo, los patrones deberán establecer un programa de conservación de la audición, para la cual se deberán observar, en su orden, las siguientes medidas :

a) Modificar o sustituir la maquinaria o equipo que esté alterando el medio ambiente de trabajo con ruido capaz de causar daño a la salud de los trabajadores, por otro que no lo cause.

b) Modificar el procedimiento del trabajo.

c) Modificar los componentes de frecuencia con mayor posibilidad de daño para la salud de los trabajadores.

d) Atenuar la magnitud del ruido utilizando técnicas y materiales específicos que no produzcan nuevos riesgos a los trabajadores, procurando :

- 1) Aislar las fuentes emisoras; y/o
- 2) Disminuir su propagación.

e) Desarrollar un programa de utilización del equipo de protección personal auditivo, éste deberá cumplir con lo

establecido en las Normas Oficiales Mexicanas.

f) Manejar los tiempos de exposición de los trabajadores por jornada de trabajo mediante la rotación de los mismos, a efecto de no exceder los máximos permisibles.

12. Los trabajadores tendrán la obligación de usar el equipo de protección personal auditivo que se les proporcione, cuando la exposición al riesgo lo requiera.

13. La Comisión Mixta de Seguridad e Higiene del centro de trabajo colaborará en el desarrollo del programa a que se refiere la disposición once de este instructivo y que deberá supervisar el uso y mantenimiento del equipo de protección personal auditivo.

14. Las autoridades del trabajo, los patrones y los trabajadores promoverán, mediante exámenes médicos iniciales y periódicos, el mejoramiento de las condiciones de salud de los trabajadores que vayan a estar o estén expuestos a ruidos en los centros de trabajo a que se refiere este instructivo. Dichos exámenes se llevarán a cabo con la periodicidad que se requiera, de acuerdo a la exposición de cada caso.

En el anexo No.1, que forma parte del presente

Instructivo para todos los efectos correspondientes, se sugieren los puntos básicos que deberán comprender los exámenes médicos que se practiquen a los trabajadores expuestos a ruido.

15. Cuando el Nivel Sonoro Continuo Equivalente (NSCE) en los centros de trabajo se encuentre comprendido entre 90 y 105 dB(A), el tiempo de exposición de los trabajadores, con jornada diaria de 8 horas, no excederá del consignado en la Tabla 1. Si el resultado de la exposición se encuentra comprendido entre dos de las magnitudes consignadas en dicha Tabla, se deberá consultar la Gráfica 1 para obtener el tiempo máximo permisible de exposición preciso. Para valores mayores de 105 dB (A) no se permitirá exposición alguna.

16. Cuando se utilicen equipos de protección personal, en la aplicación de la tabla 1, se deberán considerar los niveles de atenuación que, conforme a la Norma Oficial Mexicana correspondiente, proporcionen dichos equipos, así como el tiempo que éstos sean utilizados. El método para determinar la reducción en dB (A), a partir del análisis en frecuencia, será el señalado en el Anexo 3 de este Instructivo, que forma parte del mismo para todos los efectos correspondientes.

17. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, escuchando la opinión de los sectores involucrados, y con base en las experiencias disponibles y adecuadas, realizará las investigaciones y los estudios necesarios para actualizar los niveles máximos permisibles a que se refiere el presente Instructivo.

### III.5 .- DE LOS CENTROS DE TRABAJO DE NUEVA CREACION.

18. Los centros de trabajo de nueva creación deberán ser planeados, instalados, organizados y puestos en funcionamiento de modo que la exposición de los trabajadores a ruido no exceda los niveles máximos permisibles. Al efecto se observarán las medidas a que se refiere el presente Instructivo.

### III.6 .- DE LAS SANCIONES.

19. En los casos de inobservancia de las medidas a que se refiere este Instructivo, la autoridad competente impondrá las sanciones previstas por la Ley Federal del Trabajo y sus reglamentos, pudiéndose llegar incluso a la clausura parcial o total del centro de trabajo conforme a lo previsto por ellos.

### III.7 .- ANEXO 1

#### III.7.1 .- INTRODUCCION.

Las presentes son recomendaciones de los puntos que debieran contemplar los exámenes médicos a realizarse a aquellos trabajadores expuestos a los Niveles Máximos Permisibles de Ruido.

#### III.7.2 .- EXAMENES MEDICOS QUE COMPENDAN PRINCIPALMENTE :

- a) Antecedentes laborales, con énfasis en la exposición a agentes capaces de dañar el sistema auditivo.\*
- b) Antecedentes heredo-familiares y personales patológicos que permitan identificar alteraciones previas en el sistema auditivo.\*
- c) Exploración otoscópica y rinofaríngea.

\* a) y b), Únicamente examen inicial.

#### III.7.3 .- ESTUDIO AUDIOMETRICO QUE CONTENGA COMO MINIMO :

- a) Exploración de vías aéreas en el intervalo de 125 a 8000 Hz.

b) Exploración de vías óseas en el intervalo de 250 a 6000 Hz. y.

c) Logaudiometría. ( Sólo que la audiometría tonal se encuentre alterada ).

#### III.7.4 .- OTROS ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS .

Que de acuerdo con los resultados del estudio clínico, se requieran.

#### III.7.5 .- LA PERIODICIDAD DE LOS EXAMENES MEDICOS.

Deberá ser determinada en base a las características del ruido y de la exposición de los trabajadores; en el desarrollo de estos exámenes debiera contemplarse lo mencionado en los puntos: 2, inciso "c", 3, inciso "a y b" y 4 de este anexo.

### III.8 .- ANEXO 2

#### III.8.1 .- INTRODUCCION.

En el presente Anexo, se establecen 3 métodos para el cálculo del Nivel Sonoro Continuo Equivalente, NSCE ( Equivalente Continuous Sound Level, Leq).

El Nivel Sonoro Continuo Equivalente, NSCE, es un nivel hipotético en dB (A), que de estar presente en el tiempo t, produce los mismos efectos que distintos Niveles Sonoros, a lo largo de un período de exposición con una duración de tiempo igual.

#### III.8.2 .- METODO DE CALCULO MATEMATICO.

El Nivel de Presión Acústica en el tiempo t se define como :

$$NPA_t = 10 \log ( Pef_t / P_o )^2 \quad \dots 1$$

Donde :  $Pef_t$  = presión acústica eficaz evaluada en el tiempo t.

$P_o$  = presión de referencia.

$$\text{Siendo: } Pef_t = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T p_i^2 (t) dt \right]^{1/2} \quad \dots 2$$

Se define al Nivel Sonoro Continuo Equivalente como :

$$\begin{aligned} \text{NSCE} &= \left[ 10 \log \left( \frac{1}{T} \right) \int_0^T \left( (P(t)/P_0)^2 dt \right) \right] \\ &= 10 \log \left( \frac{1}{T} \right) \int_0^T 10^{\frac{(\text{NPA}(t)/10)}{10}} dt \end{aligned}$$

Para valores discretos :

$$\text{NSCE} = 10 \log \left[ \left( \frac{1}{T} \right) \sum_{t=1}^N t_i \text{ antilog } (\text{NPA}(t)/10) \right] \quad \dots 3$$

Cuando NPA se filtra con la red de ponderación "A" de un sonómetro normalizado se tiene que:

$$\text{NS "A"} = 10 \log \left( P/P_0 \right)^2 \quad \dots 4$$

$$\therefore \text{ antilog } \left( (\text{NS "A"})/10 \right) = \left( P/P_0 \right)^2 \quad \dots 5$$

Sustituyendo 5 en 3 se tiene :

$$\text{NSCE} = 10 \log \left[ \left( \frac{1}{T} \right) \sum_{t=1}^N t_i \text{ antilog } (\text{NS "A"}_i / 10) \right] \quad \dots 6$$

$$NSCE = 10 \log \left[ \sum_{i=1}^N t_i \text{antilog} (NS "A" i / 10) \right] - 10 \log t \dots 7$$

Donde :

NS<sub>i</sub> = Nivel Sonoro "A" evaluado en el periodo i

t<sub>i</sub> = Tiempo de exposición del periodo i

t = Tiempo total de exposición.

$$t = \sum_{i=1}^N t_i$$

## 2.1 .- EJEMPLO .

Para calcular el NSCE de un trabajador que se ha expuesto a los siguientes Niveles Sonoros A, en los tiempos especificados, se procede como sigue:

Exposición	NS, dB (A)	tiempo de Exposición t
1	114	10 min (1/6-horas)
2	105	45 min (3/4-horas)
3	92	300 min (5 horas)

Aplicando la ecuación 6 se tiene :

$$NSCE = 10 \log \left[ \text{antilog} \frac{114}{10} * \frac{1}{6} + \text{antilog} \frac{105}{10} * \frac{3}{4} \right]$$

$$+ \text{antilog } \left[ \frac{p_2}{10} \times 5 \right] - 10 \log 5.91d =$$

$$\text{NSCE} = 10 \log \left[ 4.18d \times 10^{10} + 2.87 \times 10^{10} + 7.92 \times 10^{00} \right]$$

$$- 7.72$$

$$\text{NSCE} = 10 \text{ LOG } ( 7.948 \times 10^{10} ) - 7.72$$

$$\text{NSCE} = 108.68 - 7.72 = 100.94 \text{ dB(A)}$$

### III.8.3 .- METODO GRAFICO (1)

Este método emplea el nomograma de este anexo. La forma de utilizarlo es la siguiente :

3.1.- Para cada período de exposición dibuje una línea recta que una el Nivel Sonoro (N.S.) en dB(A), localizado sobre la escala N. S. con el tiempo de exposición localizado sobre la escala t y, anote el valor de f leído en la intersección de la recta con la escala central.

3.2.- Sume todos los valores de f, recibidos durante la jornada de trabajo.

3.3.- Obtenga el valor del Nivel Sonoro Continuo

Equivalente sobre la escala NSCE, opuesta al valor total de f, leído en la escala correspondiente.

### 3.4.- EJEMPLO.

EXPOSICION	NS, dB (A)	TIEMPO DE EXPOSICION	f
1	114	10 min.	5.2
2	105	45 min.	3.0
3	92	5 horas	1.0
			<hr/>
			9.2

Para el valor obtenido para f (9.2) el NSCE es aproximadamente 100 dB (A).

Para obtener el valor exacto del NSCE, deben emplearse las ecuaciones 7 y 8, mostradas en el nomograma de este anexo.

Sin embargo, este método introduce un error gráfico por lo cual sólo debe emplearse para obtener una estimación rápida del NSCE.

### III.B.4 .- METODO DE LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DE NORMALIZACION ISO-1999-1975 (E).

(Este método deberá emplearse preferentemente en aquellos centros de trabajo que tengan establecida la semana laboral de 40 horas).

El procedimiento de cálculo del NSCE consiste de las siguientes etapas :

4.1.- La duración total durante una semana laboral para cada NSA, se localiza en la primera columna de la tabla "A" de este anexo, y el índice de exposición parcial al ruido, se lee en la intersección con la columna de NSA, correspondiente.

Si la duración total es menor a 10 minutos, se debe utilizar el valor mínimo de 10 minutos.

4.2.- Se obtiene la suma de todos los índices de exposición parcial a ruido, la cual se denomina índice de exposición compuesta a ruido.

4.3.- Se localiza el valor del índice de exposición compuesta a ruido en la tabla "B" de este anexo y se lee

en la columna de la derecha el NSCE resultante.

4.4.- Para valores no localizados en las tablas "A" y "B", deben emplearse las ecuaciones 9 y 10, respectivamente.

$$E_i = t_i/40 \left[ \text{antilog} [ 0.1 ( NS"A" - 70 ) ] \right] \dots 9$$

$t_i$  = Es el tiempo total de exposición por semana en horas al NS"A". Para el Nivel Sonoro Continuo Equivalente.

$$NSCE = 70 + 10 * \log \sum_{i=1}^N E_i \dots 10$$

#### 4.5.- EJEMPLO.

EXPOSICION NS "A"	NS dB (A)	$t_i$ (horas)	$E_i$
1	114	1.0	627.97
2	105	4.5	355.75
3	92	30.0	118.87

$$\sum E_i = 1102.59$$

Empleandose la ecuación 10, se obtiene :

$$NSCE = 100.41 \text{ dB (A)}.$$

Debe tenerse presente que el NSCE obtenido por este método, indica el NSCE total de la exposición por semana laboral de 48 horas y no el NSCE para una jornada de trabajo.

### III.8.5 .- METODO DE CALCULO DE NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE, PARA RUIDO IMPULSIVO, DE LA ORGANIZACION INTERNACIONAL DE NORMALIZACION, ISO-1999-1975 (E).

Este método es aplicable a ruido impulsivo consistente de eventos únicos de ruido de una duración menor de 1s ó transitorios únicos de alto nivel de una muy corta duración por ejemplo de disparo.

Sin embargo, para ruido impulsivo consistente de una serie de eventos de aproximadamente igual amplitud (por ejemplo, ruido de martilleo o remachado rápidamente repetidos) una aproximación del índice de exposición parcial al ruido puede basarse en un valor mayor de 10 dB(A) que el Nivel Sonoro Medido.

### III.9 .- ANEXO 3

#### III.9.1 .- INTRODUCCION.

En este anexo se presenta el método para determinar el factor de reducción R, en dB(A), a partir de la atenuación de la presión acústica por octavas de banda, proporcionada por los equipos de protección personal auditivo; empleado para determinar el Nivel Sonoro A real al que se exponen los trabajadores que usan estos equipos.

#### III.9.2 .- FACTOR DE REDUCCION, R.

El factor de reducción, R, en dB(A), se define como un número en dB(A), que resulta de la comparación entre las atenuaciones de la presión acústica por octavas de banda, proporcionadas por los fabricantes de equipos de protección personal auditivo y del análisis de frecuencia del ruido presente en el ambiente de trabajo, con el Nivel Sonoro A del mismo; siendo expresado en la ecuación 1 de este Anexo.

$$R = L_a - 10 \log S - 10.0 \quad \dots\dots\dots 1$$

Donde :

$L_a$  = Nivel Sonoro A en dB(A), respuesta lenta.

$$S = \sum_{i=1}^N \text{antilog} ( 0.1 ( L_i - Q_i ) )$$

$L_i$  = Nivel de presión acústica por octavas de banda.

- $L_1$  = Nivel de presión acústica en la banda de 125 Hz.
- $L_2$  = Nivel de presión acústica en la banda de 250 Hz.
- $L_3$  = Nivel de presión acústica en la banda de 500 Hz.
- $L_4$  = Nivel de presión acústica en la banda de 1000 Hz.
- $L_5$  = Nivel de presión acústica en la banda de 2000 Hz.
- $L_6$  = Nivel de presión acústica en la banda de 4000 Hz.
- $L_7$  = Nivel de presión acústica en la banda de 8000 Hz.

$Q_i$  = Atenuación del Nivel de Presión Acústica por octavas de banda, proporcionada por el fabricante del equipo por emplear.

$Q_1$  = Atenuación a 125 Hz. + 16.2 dB

$Q_2$  = Atenuación a 250 Hz. + 8.7 dB

$Q_3$  = Atenuación a 500 Hz. + 3.3 dB

$Q_4$  = Atenuación a 1000 Hz.

$Q_5$  = Atenuación a 2000 Hz. - 1.2 dB

$Q_6$  = (Promedio de las atenuaciones a 3000 y 4000 Hz.) - 1.0 dB.

$Q_7$  = (Promedio de las atenuaciones a 6000 y 8000 Hz.) - 1.1 dB.

El termino de corrección, "10.0", es tomado en

cuenta por posibles irregularidades del espectro de ruido así como fugas de ruido las cuales pueden ocurrir causadas por cabello largo, anteojos de seguridad, movimientos de cabeza, o varios otros factores.

## 2.1.- EJEMPLO.

Se tiene un Nivel Sonoro A de 95 dB(A), respuesta lenta en un centro de trabajo, el resultado del análisis en frecuencia es el siguiente.

octava de banda Hz.	125	250	500	1000	2000	4000	8000
NP/octava en banda db	89	84	84	80	84	82	75

y el espectro de atenuación del equipo XY, que se desea utilizar es el siguiente :

Hz	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
db	24	21	23	29	30	35	31	29	27

Se necesita conocer cuál es el factor de reducción R, en dB(A), que proporciona dicho equipo :

Efectuando los cálculos se tiene :

$$Q1 = 24 + 16.2 = 40.2 \text{ dB.}$$

$$Q2 = 21 + 8.7 = 29.7 \text{ dB.}$$

$$Q3 = 23 + 3.3 = 26.3 \text{ dB.}$$

$$Q4 = 29 + 0.0 = 29.0 \text{ dB.}$$

$$Q5 = 30 - 1.2 = 28.8 \text{ dB.}$$

$$Q6 = \frac{35 + 31}{2} - 1.0 = 32 \text{ dB}$$

$$Q7 = \frac{29 + 27}{2} - 1.1 = 29.1 \text{ dB}$$

$$\begin{aligned} S &= \text{antilog } (9.9 - 4.02) + \text{antilog } (9.4 - 2.97) \\ &+ \text{antilog } (9.4 - 2.63) + \text{antilog } (9.0 - 2.90) \\ &+ \text{antilog } (8.4 - 2.88) + \text{antilog } (8.2 - 3.20) \\ &+ \text{antilog } (7.5 - 2.91). \end{aligned}$$

$$S = 11,067,510.00$$

Sustituyendo en 1

$$R = 95 - 10 \log S - 10 = 95 - 70.44 - 10 = 14.56 \text{ dB(A)}$$

El equipo XY, atenuará 14.56 dB(A) para el ruido del centro de trabajo

### III.9.3 .- FACTOR DE REDUCCION R, CASO ESPECIAL.

Cuando no se ha efectuado un análisis en frecuencia del ruido en el centro de trabajo y se desea una estimación aproximada del factor de reducción R de un equipo, se puede emplear la ecuación 2 de este anexo para su obtención.

Este cálculo es aproximado, y se basa en la asunción que el nivel de presión por octavas de bandas es igual. Para muchos tipos de ruidos dará resultados muy cercanos a los obtenidos por el método descrito en el apartado 2 de este anexo.

Esta estimación sólo debe emplearse en tanto se tenga el análisis de frecuencia del ruido del centro de trabajo, el cual permita determinar, R, de forma precisa.

$$R = - 10 \log S - 3.0$$

Donde :

$$S = \sum_{i=1}^7 \text{antilog} ( -0.1 * Q_i )$$

$Q_i$  = definido en el apartado 2 de este anexo.

### 3.1.- EJEMPLO.

Se desea calcular el factor R, proporcionado por el equipo XY, cuya atenuación por frecuencia es igual a la de 2.1.

Se tiene entonces :

$$Q_1 = 40.2, Q_2 = 29.7, Q_3 = 26.3, Q_4 = 29.0, Q_5 = 28.8, \\ Q_6 = 32.0, Q_7 = 29.1$$

$$S = \text{antilog} (-0.1 * 40.2) + \text{antilog} (-0.1 * 29.7) \\ + \text{antilog} (-0.1 * 26.3) + \text{antilog} (-0.1 * 29.0) \\ + \text{antilog} (-0.1 * 28.8) + \text{antilog} (-0.1 * 32.0) \\ + \text{antilog} (-0.1 * 29.1).$$

$$S = 0.0079497$$

$$R = 20.997 - 3 = 17.997 \text{ dB(A)}$$

### III.10 .- TRANSITORIOS.

**PRIMERO .-** El presente Acuerdo entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO .-** Se deroga la Tabla número 2 y la Gráfica Núm.2 del Instructivo Núm. 11 relativo a las condiciones de Seguridad e Higiene en los centros de Trabajo donde se Genere Ruido; así como todas aquellas disposiciones que se opongan al presente Instructivo.

**Sufragio Efectivo. No Reelección.**

Ciudad de México, a los seis días del mes de abril de mil novecientos ochenta y nueve .- El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Arsenio Farrell Cubillas .- Rúbrica.

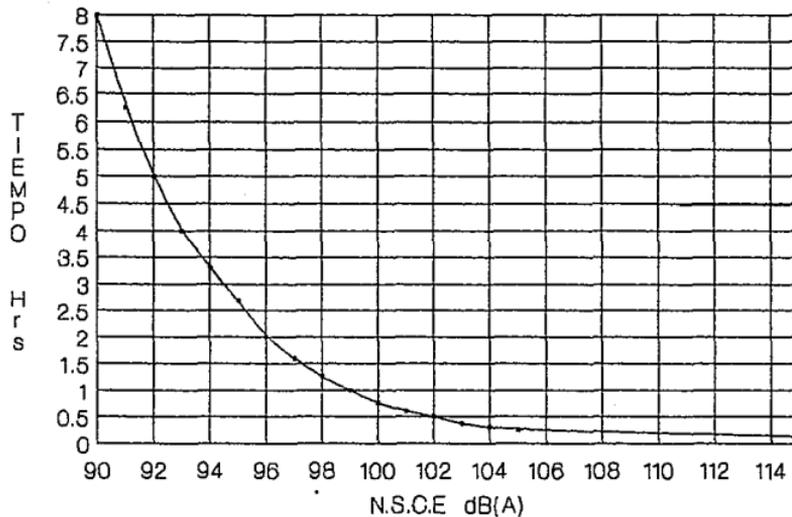
-----  
TABLA No. 1

-----  
TIEMPO MAXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICION POR JORNADA  
DE TRABAJO EN FUNCION DEL NIVEL SONORO CONTINUO  
EQUIVALENTE

TIEMPO Hrs.	N.S.C.E. dB (A)
8	90
4	93
2	96
1	99
0.5	102
0.25	105

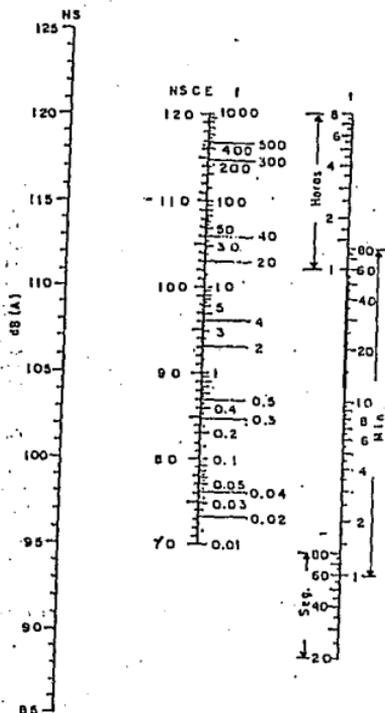
# GRAFICA No. 1

## T.M.P.E. POR JORNADA DE TRABAJO EN FUNCION DEL N.S.C.E.



T.M.P.E. - TIEMPO MAXIMO PERMISIBLE DE EXPOSICION  
N.S.C.E. - NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE

NOMOGRAMA DEL ANEXO 2  
EMPLEADO PARA CALCULAR  
EL NSCE.



$I = \frac{1}{8} \text{ Antilog} [0.1(N.S - 90)] - 7$

donde I este dado en horas.

También:

$$NSCE = \frac{\log I}{0.1} + 90 = 8$$

TABLA "A" DEL ANEXO 2  
INDICE DE EXPOSICION PARCIAL AL RUIDO

DURACION POR SEMANA		INDICES DE EXPOSICION PARCIAL A RUIDO PARA VALORES DE N.S. ENTRE 80 Y 120 dB(A) Y CON DURACION DE 10 MIN. A 40 Hrs. POR SEMANA.									
HORAS	MINUTOS	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
	10					5	15	40	130	415	
	12					5	15	50	160	500	
	14					5	20	60	185	585	
	16					5	20	65	210	685	
	18					10	25	75	235	750	
	20					10	25	85	265	835	
0.5	25			5	10	105	330	1050	3330	1040	
	30			5	15	40	125	395	1250	1250	
	40			5	15	35	165	525	1670	1670	
	50			5	20	70	210	660	2080	2080	
1.0	60			5	10	25	60	250	790	2500	
	70			5	10	30	90	290	920	2920	
	80			5	10	35	105	330	1050	3330	
1.5	96			5	10	40	120	375	1190	3750	
	100			5	15	40	130	415	1320	4170	
2.0	120			5	15	50	160	500	1580	5000	
2.5				5	20	65	200	625	1980	6250	
3.0				10	25	75	235	750	2370	7500	
3.5			5	10	30	90	275	875	2770	8750	
4.0			5	10	30	100	315	1000	3160	10000	
5.0			5	15	40	125	395	1250	3950	12500	
6.0			5	15	45	150	475	1500	4740	15000	
7.0			5	20	55	175	555	1750	5530	17000	
8.0			5	20	60	200	630	2000	6320	20000	
9.0			5	25	70	225	710	2250	7110	22500	
10.0		5	10	25	80	250	720	2500	7910	25000	
12.0		5	10	30	95	300	950	3000	9490	30000	
14.0		5	10	35	110	350	1100	3500	11100		
16.0		5	15	40	125	400	1260	4000	12600		
18.0		5	15	45	140	450	1420	4500	14200		
20.0		5	15	50	160	500	1580	6000	15800		
25.0		5	20	65	200	625	1980	6250	19800		
30.0		10	25	75	235	750	2370	7500	23700		
35.0		10	30	90	275	875	2770	8750	27700		
40.0		10	30	100	315	1000	3160	10000	31600		

TABLA "B" DEL ANEXO 2

NIVELES SONOROS CONTINUOS EQUIVALENTES  
A PARTIR DE LOS INDICES DE EXPOSICION COMPUESTA A  
RUIDO

INDICE DE EXPOSICION COMPUESTA A RUIDO	NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE N.S.C.E., dB(A)
10	80
15	82
20	83
25	84
30	85
40	86
50	87
60	88
80	89
100	90
125	91
160	92
200	93
250	94
315	95
400	96
500	97
630	98
800	99
1000	100
1250	101
1600	102
2000	103
2500	104
3150	105
4000	106
5000	107
6300	108
8000	109
10000	110
12500	111
16000	112
20000	113
25000	114
31500	115

## CAPITULO IV

PARAMETROS NECESARIOS DE MEDIR EN EL RUIDO

PARA DETERMINAR SU POSIBILIDAD DE DAÑO

## CAPITULO IV

### IV .- PARAMETROS NECESARIOS DE MEDIR EN EL RUIDO PARA EVALUAR SU POSIBILIDAD DE DAÑO

#### IV.1.- RELACION AGENTE-RESPUESTA.

Se ha avanzado hasta el punto donde la relación agente-respuesta, a veces denominada relación dosis-respuesta puede ser determinada en forma cuantitativa para el ruido, en relación con la sordera ocupacional. Es muy importante conocer esta relación cuantitativa para poder interpretar en forma total la medición del ruido, la evaluación del riesgo derivado del mismo, determinar su control y la investigación de incidentes que involucran una previa exposición al ruido.

#### IV.2.- FACTORES ETIOLOGICOS.

Tres son los factores que intervienen en la producción de la pérdida de la audición : a), intensidad del ruido ; b), frecuencia de las ondas sonoras ; c), tiempo de exposición al ruido.

IV.2.1.- INTENSIDAD DEL RUIDO : Se ha determinado experimentalmente que las intensidades de 90-100 dB producen daño. En base a experiencias en grupos

industriales se ha determinado que intensidades menores de 86 dB para cualquier banda de frecuencias no serían dañinas durante largos períodos de exposición ( concepto de "banda crítica" de Kryter ). Igualmente la experiencia industrial ha demostrado, según Hardy, que si el nivel de ruido no excede de 50 sones en cualquier banda de octavas, la exposición prolongada no produciría daño del oído; al contrario, una exposición de 100 sones muy probablemente lo produciría; la diferencia entre estos dos límites es aproximadamente de 9 dB.

En algunos países las ordenanzas no se limitan sólo al nivel máximo de 85 dB, sino que en frecuencias menores de 1,200 c/s permiten un nivel mayor en decibeles.

**IV.2.2.- FRECUENCIA DE LAS ONDAS SONORAS :** Los sonidos agudos son más nocivos que los sonidos graves, porque producen mayor fatiga coclear. En general, la composición del ruido es compleja, porque las intensidades están repartidas en varias bandas, como por ejemplo, la industria textil, que presenta una gamma de intensidades entre las bandas de 500 a 9,000.

**IV.2.3.- TIEMPO DE EXPOSICION :** Generalmente se requiere una exposición prolongada. Sin embargo, fuera de los factores ambientales propios del medio y del tipo de industria, existe un factor individual que depende de una susceptibilidad personal o de lesiones contemporáneas del

oído, tales como otitis crónicas medias. Un factor que debe tomarse en cuenta es la edad, ya que a la pérdida de la audición provocada por el ruido se agregan los daños causados por la edad, siendo el diagnóstico diferencial a veces muy difícil a pesar de las técnicas audiométricas.

Para obtener una mejor estimación del deterioro auditivo debido a la edad ; la Junta de compensación del Estado de Nueva York., toma en cuenta lo siguiente. Se descuenta 0.5% por cada año sobre cincuenta años hasta 60 años y 10% para todas las personas que tienen más de 60 años ; de esta manera se corrige la pérdida de la audición debida a la presbicia.

#### IV.3.- EXPOSICION ADMISIBLE AL RUIDO.

Desde que se tuvo la certeza de que la exposición al ruido puede ocasionar sordera profesional, se intentó establecer un criterio que definiera lo que debía entenderse por un ruido que constituyera riesgo de daño.

Una de las modificaciones más recientes introducidas en la valoración de la exposición al ruido es el cambio del criterio de riesgo de daño de la audición por el criterio de conservación de la audición. El primero implica el concepto de que una exposición excesiva produce un determinado grado de pérdida, en tanto que el segundo indica límites de

exposición al ruido sobre los cuales es necesario adoptar medidas tendientes a conservar la audición. Es una manera diferente de enfocar el problema, que conduce al mismo resultado, pero que se ajusta mejor al criterio con que opera la Seguridad e Higiene Industrial.

Los primeros límites que se fijaron fueron más bien vagos y se circunscribían a la intensidad admisible del ruido. Así las primeras pautas establecieron que un ruido de menos de 85 dB debe considerarse inofensivo ; que entre 90 y 100 podría producir daños permanentes en exposiciones prolongadas durante años ; que exposiciones diarias entre 100 y 120 dB durante periodos largos producen daños en una proporción considerable de expuestos, y que por sobre 120 dB los daños son evidentes en pocos meses. Se dejaba constancia en forma genérica de que la exposición a un ruido continuado es más nociva que un ruido igual, pero intermitente.

Estos límites consideran sólo una de las características del ruido prescindiendo de la frecuencia, que junto con la intensidad son los factores causales de la sordera profesional.

La inclusión de la frecuencia condujo a fijación de nuevos límites, más adecuados desde el punto de vista práctico. Algunas normas europeas fijan un máximo de 110 dB para frecuencias hasta 75 c.p.s., 100 dB entre 75 y

300, 90 dB entre 300 y 1,200 y 85 dB para las frecuencias restantes. Otras normas son aún más severas, ya que admiten niveles máximos comprendidos entre 100 y 78 dB para los mismos rangos de frecuencia. Algunos autores han propuesto procedimientos aún más afinados para fijar los límites máximos haciendo intervenir, además del nivel y de la frecuencia del ruido, el nivel de intensidad.

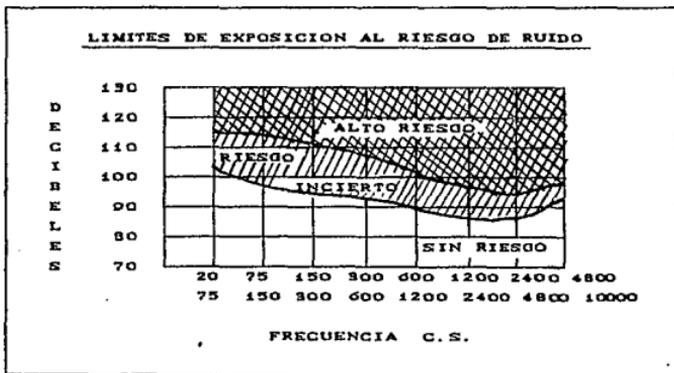


Figura. IV.1.- Límites de exposición al riesgo del ruido.

La figura IV.1 muestra los límites más difundidos y aceptados de exposición al riesgo, en función del nivel

y de la frecuencia del ruido. En el gráfico se distinguen tres zonas. La superior corresponde a todas las combinaciones de nivel y frecuencia cuyos ruidos constituyen riesgo alto e indiscutido. La segunda zona es una faja intermedia en que el efecto es incierto; los daños pueden producirse o no, dependiendo de la susceptibilidad personal, del tiempo de exposición y de las características particulares que presentan algunos ruidos. Por debajo se encuentra la tercera zona en que el ruido no ofrece riesgo alguno sea cual fuere su nivel o su frecuencia. El límite inferior de la segunda zona es el que debe aceptarse como máximo desde el punto de vista de la conservación de la audición.

Los valores que da el gráfico anterior corresponden a exposiciones continuadas. Muchas veces la exposición es intermitente o implica sólo una fracción reducida de la jornada de trabajo. Para estos casos se ha sugerido incluir la variable tiempo de exposición en los límites máximos ya señalados. Se modifica así la zona de riesgo grave aumentando el umbral, lo que se compensa con los períodos de ausencia de la exposición. En otros términos: por encima de la línea del umbral de riesgo grave semanal se construye un conjunto de curvas paralelas a ésta, las cuales son tanto más altas cuanto menor es el tiempo de exposición. El techo máximo de estas curvas es 135 dB, lo que debe interpretarse en el sentido de que en ningún caso, y por breve que sea la exposición debe excederse este nivel.

# CAPITULO V

## INSTRUMENTOS DE MEDICION

## CAPITULO V

### V .- INSTRUMENTOS DE MEDICION.

#### V.1 .-INSTRUMENTOS DE MEDIDA.

Aunque los instrumentos de medida del ruido presentan variaciones según sea el fabricante, operan sobre la base de los mismos principios y están destinados a los mismos fines.

Estos instrumentos, llamados a veces sonómetros, son básicamente dos, pero se les pueden agregar ciertos accesorios. El primero tiene por objeto medir el nivel del ruido en decibeles, por lo que suele llamársele también decibelímetro.

El segundo mide el nivel parcial que alcanza el ruido dentro de determinadas bandas de frecuencia por lo que se llama analizador de sonido o también analizador de bandas o de frecuencia.

El decibelímetro consta, especialmente, de un micrófono que convierte las ondas sonoras en ondas eléctricas y de un circuito electrónico compuesto de atenuador, amplificador, un conjunto de filtros eléctricos, rectificador e indicador de las mediciones. Funciona mediante pilas o baterías eléctricas colocadas dentro del instrumento. Las ondas eléctricas producidas

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

por el micrófono son amplificadas suficientemente y registradas por el indicador. El amplificador opera por acción manual en forma discontinua, en saltos de 10 decibeles. Los filtros eléctricos, operados con un control manual, son tres generalmente y tienen por objeto aproximar las mediciones del nivel del sonido que da el instrumento a las respuestas que para el mismo sonido da el oído.

El rango de medición de estos instrumentos alcanza generalmente hasta 140 dB. Sin embargo, existen también otros ( *Sound Survey Meter* ) que no tienen la precisión del anterior. Son más compactos y sólo permiten efectuar una primera aproximación a un determinado problema.

El decibelímetro indica un valor numérico que corresponde al ruido como un todo, es decir, como una resultante de los diversos sonidos puros que lo componen. Desde el punto de vista del efecto nocivo sobre el órgano de la audición, o de la identificación de los componentes del ruido, esto no es suficiente y se hace necesario conocer los valores de nivel del ruido en diversas regiones de frecuencia dentro del rango audible.

Para cumplir con este objetivo se utiliza el analizador de sonido. El que se usa en el estudio de ruidos industriales pertenece al tipo denominado de ancho de banda distinto y fluctuante. Se caracteriza porque las

diversas bandas fijas de frecuencia que es posible seleccionar son de ancho ( número de ciclos ) diferente unas de otras y, además, dentro de cada banda es posible establecer ciertas subdivisiones en forma limitada.

Las bandas en que está dividido el rango de análisis de frecuencias son las llamadas octavas, en que el ancho de una banda cualquiera es el doble de la que le precede. La primera banda empieza en 37.5 c.p.s. y llega a 75; la segunda, va de 75 a 150; la tercera, de 150 a 300, y así sucesivamente hasta la última, que habitualmente es de 4,800 a 9,600 c.p.s. Sin embargo, el instrumento tiene un rango total de medición de 20 a 20,000 c.p.s. lo que permite medir además niveles de ruido entre las frecuencias 20-37.5 y 9,600-20,000 y el nivel total de todo el rango. El rango de bandas de 37.5 a 9,600 c.p.s. es suficiente, en la práctica, para el estudio de los efectos del ruido y de las medidas de control que correspondan. El número de bandas es más bien reducido, lo que permite estudios en un lapso relativamente breve, pero son lo bastante anchas para evitar distorsiones en las medidas.

Estos instrumentos no están provistos de micrófonos, de modo que generalmente se usan acoplándoles un decibelímetro. El analizador no mide el nivel máximo que alcanza el ruido en cada banda de frecuencias, sino el valor promedio.

Algunos fabricantes ofrecen un equipo que consta de un decibelímetro y un analizador, constituyendo una sola unidad.

Existen varios accesorios que se pueden usar con los dos instrumentos básicos ya descritos. Desde luego es posible gravar el ruido en una cinta magnetofónica o registrar gráficamente su nivel para efectuar estudios posteriores. Se suelen emplear analizadores de impactos y de vibraciones, calibradores, y para trabajos más refinados, osciloscopios y oscilógrafos, que permiten la reproducción visible de las ondas sonoras.

#### V.2 .- MICROFONOS.

La parte más delicada de los instrumentos de medición es el micrófono. Cualquier distorsión de su respuesta frente al sonido falsea las mediciones.

Los micrófonos son una parte esencial de todas las determinaciones acústicas, y las características de un micrófono controlan las especificaciones de las secciones en las determinaciones del nivel sonoro y estándares ANSI que cumplen con los parámetros tales como frecuencias, rango, directividad, estabilidad de la temperatura y efectos de la humedad. En realidad el micrófono es el factor principal que hace la distinción entre los diferentes tipos de sonómetros.

Idealmente el micrófono debería producir una señal eléctrica que es una réplica exacta de la perturbación acústica. Debe operar sobre un intervalo dinámico amplio, sobre un intervalo de frecuencia ancho, y debe ser estable bajo cambios severos en las condiciones ambientales.

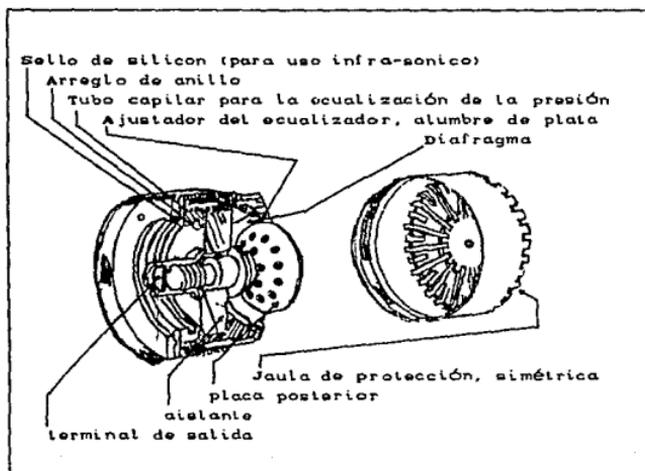


Figura.V.1 .- Construcción de un micrófono condensador.

De los diferentes principios de la construcción de los micrófonos únicamente el micrófono de condensador y el piezoeléctrico son utilizados para propósito de instrumentación. El micrófono condensador puede ser de un

diafragma de metal estirado (laminado) o del tipo eléctrico. El micrófono condensador de metal laminado es la mejor opción para una mejor exactitud y repetitividad en las determinaciones; mientras que el piezoeléctrico y condensador eléctrico es una segunda opción si el costo es importante.

La construcción del micrófono de diafragma laminado comúnmente llamado micrófono condensador, se muestra en la figura. V.1. El cartucho del micrófono consiste de un diafragma de metal delgado cerca de una placa posterior rígida, estos dos elementos están aislados eléctricamente uno del otro y de la placa del capacitor. un voltaje de polarización DC se aplica a través de las placas, la variación en presión debida a las ondas sonoras moverá el diafragma, variando el ancho de la garganta de aire.

Consecuentemente una alternación en la carga se genera en el capacitor. Con un diseño cuidadoso es posible mantener una salida eléctrica proporcional a la presión sonora sobre un rango amplio de frecuencias y decibeles dBA. Con la finalidad de que los cambios en la presión atmosférica no cambien la posición estática del diafragma y ocasionen un cambio en la sensibilidad del micrófono, el aire dentro del micrófono es venteado a la atmósfera. Por lo tanto la presión estática permanece constante en ambos lados del diafragma. Un coeficiente de temperatura común para los metales del diafragma y la caja es seleccionado de tal manera que la estabilidad de la temperatura del micrófono pueda ser garantizada por un período largo.

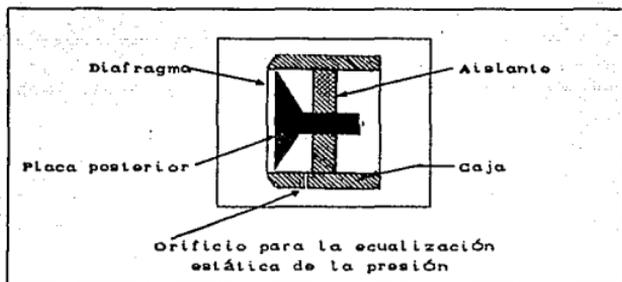


Figura.V.1a .- construcción esquemática del micrófono condensador.

Hay otro tipo de micrófono condensador, el cual es comúnmente llamado "Electret". Un esquema de su construcción se muestra en la figura. V.2 es similar al micrófono condensador de metal laminado, en este se tiene un diafragma separado de las placas posteriores por una garganta de aire delgada. El diafragma del micrófono "Electret", de cualquier manera está hecho de una película delgada de un polímero cuya superficie externa es una placa de metal. El planchado y la placa posterior forman los electrodos de un condensador con cada sección superior del electrodo, se representa un micrófono en miniatura .

Las salidas se suman para producir el efecto de salida de un micrófono, ya que el polímero tiene una carga

eléctrica en sí mismo, de este modo contiene su propia carga, no se requiere de un voltaje de polimerización.

Generalmente se usa el tipo de micrófono llamado "no direccional", que corresponde en forma igual al sonido que desde cualquier ángulo incide en el micrófono; pero esta característica es válida para frecuencias inferiores a 2,000 c.p.s. A frecuencias superiores la posición influye en la respuesta, obteniéndose valores superiores e inferiores al real, según el micrófono gire hacia una posición frontal o lateral respecto a la dirección del ruido. Ello no tiene importancia cuando se trata de medir niveles de sonido generales en un ambiente; pero la tiene cuando se estudia un componente particular del ruido del ambiente producido por una fuente dada en una dirección determinada.

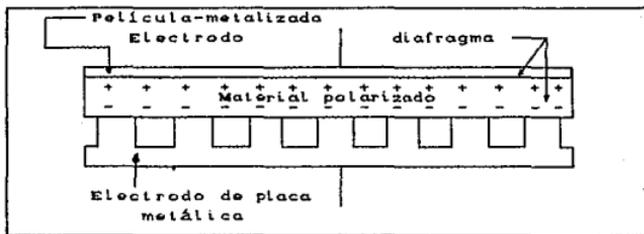


Figura. V.2 .- Diagrama esquemático de un micrófono ELECTRET

Los instrumentos son calibrados de manera de producir el mínimo de distorsión en la respuesta, lo que corresponde a un ángulo de  $60$  a  $75^{\circ}$ , formado por la dirección del sonido y eje longitudinal del micrófono.

El micrófono más usado es el tipo llamado "de cristal" (piezoeléctrico), que es muy sensible a la humedad y temperatura. Especialmente esta última lo afecta en forma tal que a más de  $55^{\circ}\text{C}$ . Sufrir daños permanentes. Se recomienda no usarlo en temperaturas ambientales que exceden  $45^{\circ}\text{C}$ . En caso de temperaturas mayores debe usarse otro tipo de micrófono, como el dinámico, que, sin embargo, es muy sensible a sufrir daños en ambientes polvosos.

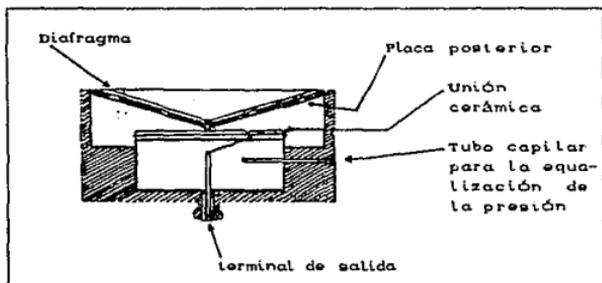


Figura. V. 9 .- Dibujo esquemático del micrófono piezoeléctrico.

La forma más común del micrófono piezoeléctrico, utiliza un elemento de cerámica piezoeléctrica a la cual se le aplica un movimiento de unión cuando el diafragma se expone a la presión sonora. Un ejemplo de este tipo de micrófonos se muestra en la figura. V.3. y V.3a. El elemento de unión de cerámica se apoya en ambas terminales. El diafragma cónico aplica una fuerza hacia el centro de la unión, por lo que se produce una salida de voltaje proporcional a la amplitud del movimiento del diafragma.

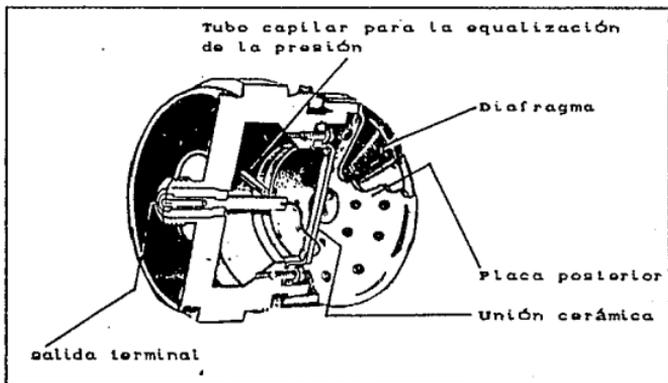


Figura. V.3a .- Construcción práctica del micrófono piezoeléctrico.

Los micrófonos piezoeléctricos son generalmente utilizados para propósitos de medición del nivel sonoro,

son relativamente baratos y tienen la ventaja de no necesitar corriente eléctrica. Para mediciones precisas del nivel sonoro, los micrófonos piezoeléctricos no son recomendables. Tamaño a tamaño estos micrófonos tienen una respuesta de frecuencia pobre y sensibilidad más baja que el micrófono condensador.

### V.3 .- MEDIDORES DE NIVEL SONORO ( DECIBELIMETRO ).

Un medidor de nivel sonoro, es un instrumento de medición acústica que consiste de un micrófono amplificador, filtro y una carátula para la lectura como se muestra en la figura. V.4.. Deberán cumplir con una o más de los estándares gobernantes ANSI, especificaciones para medidores de nivel sonoro que dominan en los E.E.U.U. SI.4-1971, pero la IEC-179, una especificación internacional para mayor precisión, generalmente se especifica para una mayor exactitud en el trabajo. SI-4-1971, especifica tres tipos de medidores de nivel sonoro.

TIPO 1 .- MEDIDOR DE NIVEL SONORO DE PRECISION.

TIPO 2 .- MEDIDOR DE NIVEL SONORO PARA PROPOSITOS  
GENERALES.

TIPO 3 .- MEDIDOR DE NIVEL SONORO PARA  
DETERMINACIONES.

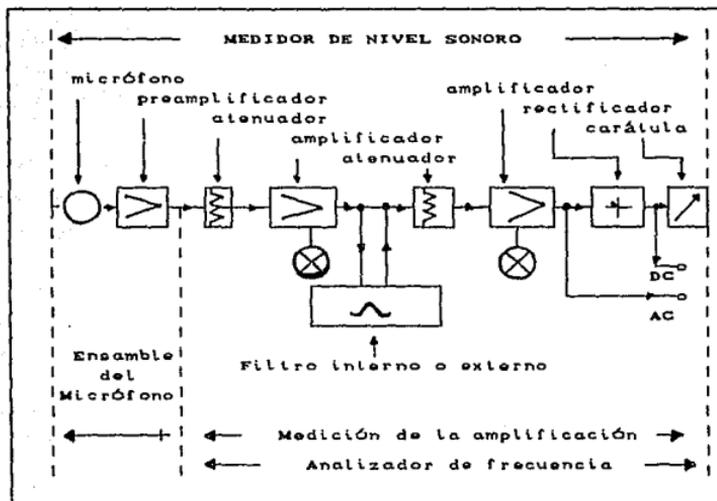


Figura. V.4 .- Diagrama de bloque de las partes más importantes de un medidor de nivel sonoro.

Las especificaciones eléctricas estándares tales como medidores de amortiguación, respuestas de frecuencia de carga para redes y ciertas características ambientales.

El factor distintivo entre estos tres tipos de medidores de nivel sonoro es la tolerancia permitida por la frecuencia de respuesta y la respuesta direccional. Por

lo tanto, el micrófono determina si el medidor de nivel sonoro cumple con los requerimientos del tipo 1, 2 ó 3.

La tolerancia de la respuesta de frecuencia de carga-A de corriente estándar se encuentran resumidas en la figura.V.5., para el intervalo importante alrededor de 1 KHZ. Nótese la precisión del medidor de nivel sonoro, no responde alrededor de los 15 KHZ, y los propositos generales y pruebas de nivel sonoro están garantizados para operar hasta los 10 KHZ. La mayoría de los usuarios demanda más de la garantía mínima, así que la prospectiva del usuario es revisar las especificaciones para cada medidor sonoro.

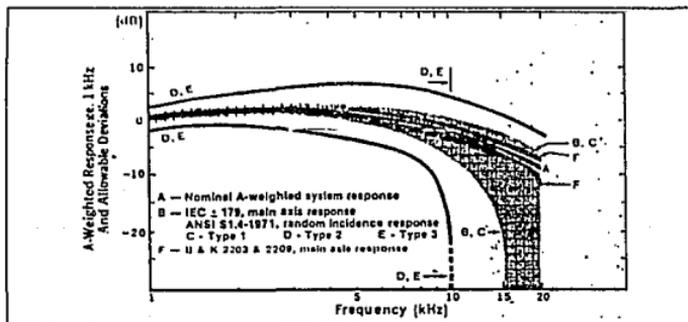


Figura. V.5. — Los estándares de corriente permiten una amplia tolerancia en las respuestas de carga de frecuencia A de los medidores de nivel sonoro. De cualquier manera, una adherencia cercana de un instrumento a la curva "A" nos permite protegernos contra severas amplificaciones o atenuaciones de los datos obtenidos utilizando el instrumento en programas de determinación de ruido.

De mucha más importancia para el usuario son las tolerancias direccionales que se muestran en la figura. V.6.. Estas curvas están normalizadas de tal manera que concuerden con el filtro-A por las determinaciones de los

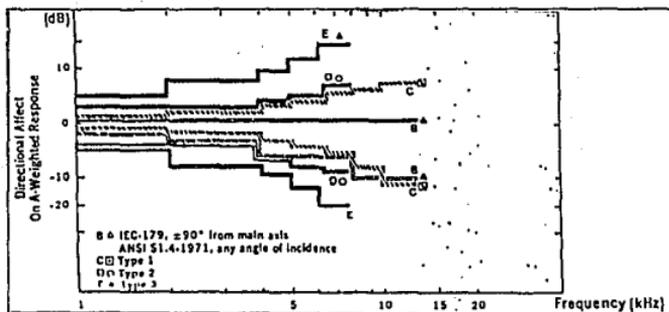


Figura. V.6.- Los estándares permiten irregularidades en las características direccionales de los medidores de nivel sonoro. Determinaciones de ruido industrial generalmente requieren micrófonos que son más unidireccionales que aquellos estándar garantizados.

ejes principales, bajo condiciones de un campo libre que se presentan por una respuesta plana. Los estándares ANSI permiten usar el micrófono de incidencia rasante, el cual sobre estima las ondas sonoras con una incidencia perpendicular a la superficie sensitiva. El medidor de nivel sonoro tipo 3 está permitido para tener un error

positivo hasta 14 dB a 8 KHZ. Para proteger al usuario, OSHA desaprueba el uso del medidor tipo 3 para determinaciones donde se expone al operador. La tolerancia para el medidor tipo 2 está más restringida. Un medidor típico tipo 2 para propósitos generales se muestra en la figura. V.7..



Figura. V.7.- Un medidor de nivel sonoro típico tipo 2 para investigaciones generales de ruido. El instrumento que se muestra aquí es ligero en peso y puede ser operado por una mano.

La tolerancia para el medidor tipo 1 es similar a la del tipo 2, pero está ampliada a 15 KHZ. Muchas organizaciones no están satisfechas con la tolerancia direccional del tipo 1 así que los estándares IEC-179 generalmente se especifican .

El estándar IEC-179 esencialmente requiere que la mayoría de los ejes sensitivos coincidan con el eje de respuesta principal. El intento es para especificar un micrófono de incidencia perpendicular que nunca pueda sobreestimar el nivel sonoro.

Otra diferencia entre los medidores debe hacerse si el medidor se utilizará en programas de reducción de ruido, el medidor debe ser seleccionado de tal manera que disponga de un octavo de filtro opcional. Estos medidores generalmente son más caros que los diseñados únicamente para determinaciones de ruido. Los indicadores de nivel sonoro miden niveles rms., de la señal acústica, se requieren dos posiciones para la medición de amortiguamiento, "rapida" y "lenta" que corresponden al promedio de veces de aproximadamente 200 y 800 ms. aun cuando la respuesta lenta del medidor generalmente fluctua.

En este caso el operador debe ver que el intervalo de los niveles se indique en el medidor. Para ruidos temporales debe verificar la máxima lectura durante el evento. Pero OSHA impone un requerimiento de la determinación para ruidos de impacto que no se cubran en los estándares ANSI, IEC. Para ruidos de impacto tales como operaciones de forjado, estampado e impresión, un límite de ruido OSHA se impone basado en el pico del nivel de presión sonora. Un detector pico-respuesta con un tiempo en aumento que no excede 50 microsegundos se necesita para estas determinaciones, y las determinaciones

deben hacerse en el modo C ó de respuesta lineal. Es más el medidor debe tener un circuito-sostenido que capture el nivel más alto y el nivel más bajo en un intervalo menor a 0.05 dB/seg. Esta capacidad puede construirse en un medidor sonoro o los fabricantes pueden proporcionar un accesorio por separado. Un indicador de nivel sonoro preciso con picos-sostenido y un filtro de octavas opcional se muestra en la figura. V.8.

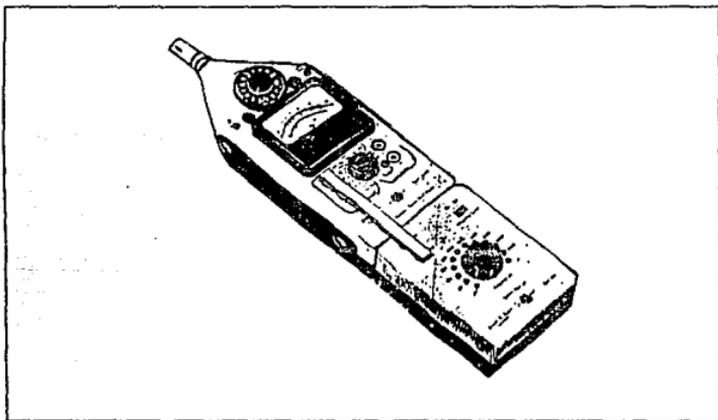


Figura. V.8 .- Como se muestra, un filtro de octavas colocada en un medidor de nivel sonoro preciso forma un analizador manual y portátil.

#### V.4 .- CALIBRACION.

En la práctica común y más en los requerimientos estándares de las industrias un medidor de nivel sonoro puede ser calibrado con una señal acústica antes y despues de cada día de uso. Muchos calibradores utilizan una señal eléctrica para manejar un diafragma que sirve como bocina en la cavidad de la calibración.

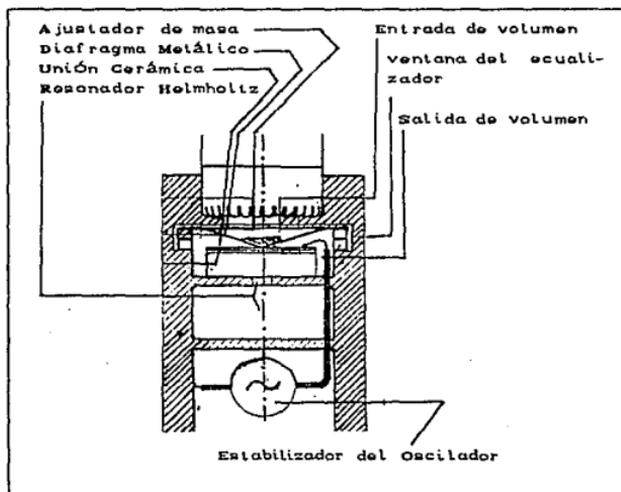


Figura. V.4 .- Corte que muestra los principios de operación de un calibrador acústico portátil.

La calibración del nivel es una función del voltaje aplicado, un circuito regulador se utiliza para mantener un suministro de voltaje a un nivel constante. Muchos calibradores de este tipo operan a 1 KHZ., a esta frecuencia el filtro no gana peso, ofreciendo la ventaja que a 1 KHZ., el calibrador puede ser utilizado con el medidor sonoro con el modelo A-Weighting sin utilizar factores de corrección. Un calibrador acústico de control electrónico se muestra en la figura. V.9., aquí se utiliza un elemento piezoeléctrico para poder manipular el diafragma metálico, el cual actúa como bocina.

#### V.5 .- DOSIMETROS.

Las leyes OSHA requieren caracterizaciones de variación en el ruido ambiental para un único criterio. El ambiente puede ser aquel experimentado por un empleado en movimiento cuyo trabajo cubre varias áreas en la industria, o aquellas áreas de trabajo en donde la operación intermitente de las máquinas produce variaciones impredecibles en la variación del nivel sonoro. OSHA especifica una dosis diaria (D) de unidades.

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

Donde C es la exposición total a un determinado nivel dBA. y T es el tiempo de exposición máxima

dB(A)/tiempo de exposición, produce una composición de exposiciones en un lector digital. La ventaja es que son instrumentos muy simples que convierten la relación del tiempo-nivel sonoro a un equivalente en decibeles. Un dosímetro típico OSHA se muestra en la figura. V.11 y V.11a, y unos diagramas de bloques en la figura. V.12.

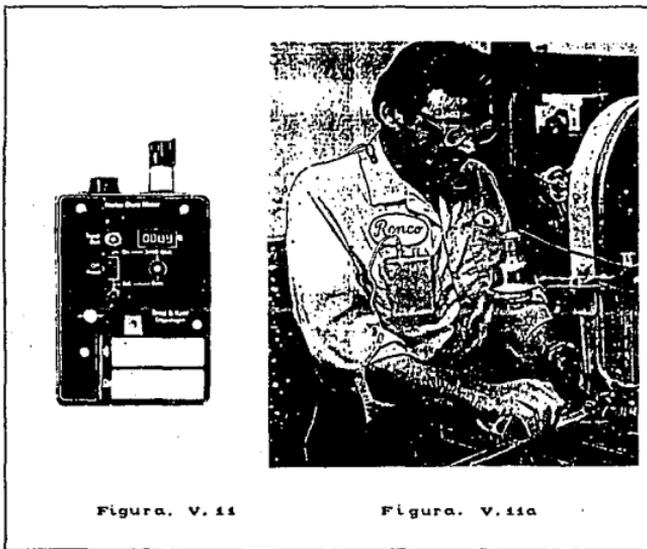


Figura. V. 11

Figura. V. 11a

Figura. V. 11 .-Dosímetro sonoro OSHA. Puede utilizarse por el trabajador en su camisa o la bolsa del saco o en su cinturón.

permisible a ese nivel durante 8 horas de trabajo diario. La relación entre los dBA. y la duración máxima permisible se muestra en la figura. V.10.

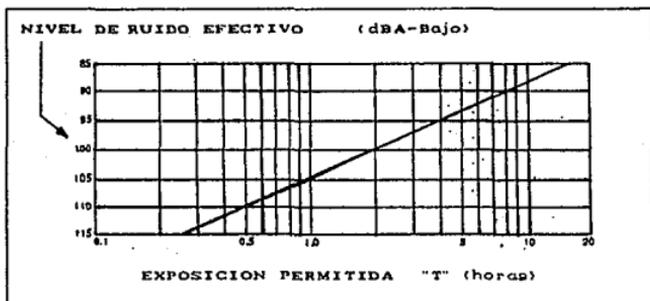


Figura. V.10 .- Tabla dBA VS. exposición permitida para el personal de trabajo.

La dosis de ruido puede ser producida por los trabajadores móviles estudiando sus movimientos y estimando el tiempo total al que están expuestos a cada uno de los diferentes dBA. Alternativamente los dosímetros pueden ser utilizados por empleados en movimiento o empleados estacionarios para obtener una determinación directa de la dosis de ruido. Los dosímetros están integrados con medidores sonoros que operan sobre tiempos determinados, generalmente 8 horas. Estos convierten los dBA. a frecuencias de acuerdo con el OSHA la relación

Figura. U.11a .- Se muestra un dosímetro OSHA que puede ser utilizado en la bolsa de la carisa de un trabajador con una extensión de un micrófono licalizado cerca de su oído para captar la eficiencia del ruido del ambiente del trabajador.

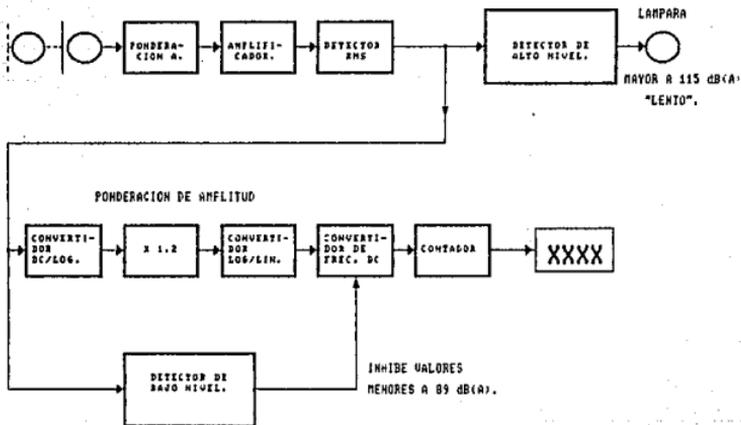


Figura U.12 .-Diagrama de bloques de un medidor personal de ruido, de acuerdo al criterio OSHA.

## V.6 .- ANALIZADOR DE FRECUENCIA.

los medidores de nivel sonoro básicos son comúnmente utilizados para determinar si hay una violación al OSHA a la exposición constante de ruido, o si el nivel sonoro de una máquina sobrepasa lo garantizado.

las lecturas ayudan un poco a la persona responsable, para reducir el nivel sonoro. Generalmente debe conocer la frecuencia del sonido, ya que un diseño eficiente de paredes y lugares cerrados depende del espectro de frecuencia y materiales absorbentes en paredes y techos, si dominan las altas frecuencias.

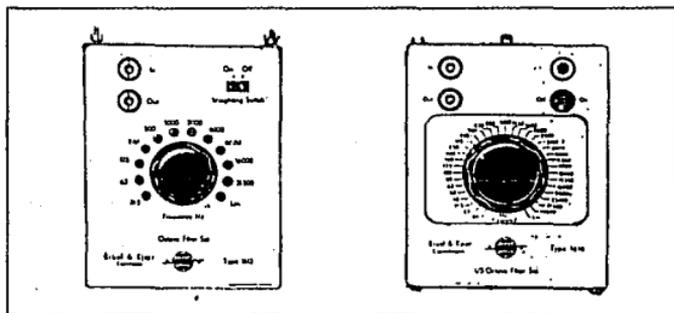


Figura. V.19 .- (Izquierda) conjunto de filtro de octavas o filtro de 1/3 de octava, (Derecha) pueden colocarse fácilmente a un medidor de nivel sonoro de precisión para permitir una versatilidad, paquete portátil sonido-analizador. (Ver fig. V.8 para un sistema combinado).



muestra en la figura. V.14. también los analizadores del laboratorio tienen un gran número de filtros individuales que operan en paralelo, los analizadores portátiles consisten de un único filtro que el operador cambia de una posición a la siguiente. En la figura. V.8., se muestra un filtro de octavas, conectado a su medidor de nivel sonoro.

Históricamente los medidores de nivel sonoro, han sido diseñados de tal manera que el análisis del octavo se puede realizar únicamente cuando el medidor se encuentra en un modo de respuesta de frecuencia plana, lo que previene análisis de señales A-pesadas. hoy en día todos los trabajos que se realizan para reducir el ruido están dirigidos a reducir el nivel de dBA. Por lo que es necesario que los instrumentos actuales permitan conexiones en serie de filtros A-pesados y filtros de octavas. De esta manera, la banda dominante A-pesada-octavo es identificada directamente. En la figura. V.15 se muestra un análisis típico de un octavo para mostrar los efectos beneficiosos de limitar las áreas cerradas con materiales absorbentes.

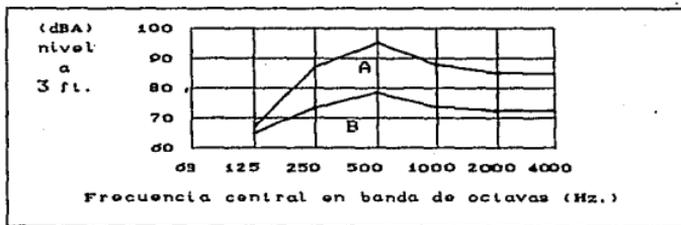


Figura. V.15 .- Nivel sonoro 3" tomado de un motor eléctrico encerrado. El diseño A es un encierre estándar, el diseño B es un material absorbente.

## CAPITULO VI

### METODOS DE MEDICION

## CAPITULO VI

### VI.- METODOS DE MEDICION.

Las mediciones de ruidos en ambientes industriales suelen presentar dificultades debido a su carácter fluctuante entre diversos niveles. La puesta en marcha o detención de máquinas, equipos o procesos, el movimiento circunstancial de materias primas o productos, los cambios en la naturaleza de los materiales que se procesan, el ritmo de producción, etc., afectan el nivel de ruido. Estas variaciones tienen aún más influencia cuando se emplea el analizador de bandas, especialmente si se está operando con fracciones de octavas.

Además, en el ambiente industrial el sonido no sigue la ley de propagación que rige solamente en condiciones ideales. Las paredes, pisos, cielos y otras superficies como el equipo industrial mismo producen reflexión del sonido, incrementando los niveles efectivos. Por otra parte, ciertas barreras derivadas de las propias instalaciones pueden deflectar las ondas sonoras afectando determinadas áreas y la presencia de materiales absorbentes, incluyendo el propio vestuario del personal, retienen en proporciones a veces apreciables el sonido.

Es necesario, por tanto, estudiar previamente la conformación del ambiente a fin de elegir un número suficiente y adecuado de posiciones donde efectuar las

mediciones y repetir las si se producen cambios notorios en el nivel general que se está valorando.

Quando se mide una fuente determinada de ruido, el producido por otras operaciones puede afectar en forma significativa las lecturas, lo que tiene importancia si la evaluación de las fuentes se efectúa con fines de control. Pero, tratándose en cambio de un estudio destinado a determinar posibles riesgos para el personal, en fuente de ruido individual, carece de importancia, ya que el daño es producido por el conjunto de ellas.

Los estudios de ruido que se presentan en la práctica son por lo general de tres tipos diferentes:

a) Investigaciones sumarias para una primera aproximación a un problema dado. Con este objeto se utilizan instrumentos simples, de sensibilidad limitada ( *Sound Survey Meters* ).

b) Estudio de las características del ruido para determinar sus posibles efectos nocivos. Los instrumentos requeridos para este tipo de trabajo son el decibelímetro y el analizador de bandas de octavas.

c) Estudios de investigación o con fines de control del ruido. Se requieren en este caso, además del

decibelímetro y analizador de bandas, otros equipos e instrumentos accesorios según sea la naturaleza de los factores que se desea precisar, especialmente si se trata de un estudio exhaustivo de la fuente del ruido.



**VI.1.- DETERMINACION DEL NIVEL SONORO CONTINUO EQUIVALENTE, AL QUE SE EXPONEN LOS TRABAJADORES EN LOS CENTROS DE TRABAJO ( NOM - SS - 50 -1988 ).**

**VI.1.1.- OBJETIVO.**

Esta Norma Oficial Mexicana establece los métodos para determinar el Nivel Sonoro Continuo Equivalente ( N.S.C.E ) al que se exponen los trabajadores en el centro de trabajo.

**VI.1.2.- CAMPO DE APLICACION.**

Esta Norma se aplica en aquellos centros de trabajo, donde se requiera determinar el nivel sonoro continuo equivalente, al que se exponen los trabajadores por motivo o en ejercicio de su trabajo, para proteger su salud contra el daño auditivo, de acuerdo a lo establecido en el Instructivo No. 11, del Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo ( ver apéndice A ). Los métodos son:

2.1.- Método de evaluación ambiental.

2.1.1.-Método para evaluar ruido estable en el ambiente laboral.

2.1.2.-Método para evaluar ruido inestable en el ambiente laboral

2.1.3.-Método para evaluar ruido en puesto fijo de trabajo

2.2.- Método de evaluación personal.

2.3.- La aplicación de estos métodos depende de las condiciones laborales particulares de cada centro de trabajo de tal forma que puede seleccionarse uno o más de los métodos establecidos, para una correcta determinación del N.S.C.E., al que se exponen los trabajadores.

### VI.1.3.- RECONOCIMIENTO INICIAL.

3.1.- Esta actividad debe realizarse de una forma previa a la aplicación del procedimiento de evaluación del ruido en el ambiente laboral.

3.2.- El propósito del reconocimiento inicial es el recabar toda aquella información técnica y administrativa que permita seleccionar el método de evaluación y la prioridad de las zonas y puestos por evaluar.

3.2.1.- La información que debe recabarse es la siguiente:

- a) Planos de distribución de maquinaria y equipo.
- b) Descripción del proceso.
- c) Programas de mantenimiento.
- d) Registros de producción.
- e) Número de trabajadores por áreas.
- f) Número de trabajadores en puestos fijos de trabajo.
- g) Número de trabajadores en puestos de trabajo no estacionarios
- h) Tiempo de exposición de los trabajadores (Véanse e,f,g ).
- i) Opinión de supervisores, Comisión Mixta de Seguridad e Higiene y/o de los trabajadores de áreas y jornadas laborales con mayor riesgo de

daño auditivo.

- j) Reconocimiento visual y auditivo de las zonas por evaluar.

3.2.2.- Se realiza un recorrido con sonómetro por las zonas de evaluación, para determinar de una manera objetiva las características del nivel sonoro "A". Sin embargo, esta medición únicamente es un paso en la aplicación de esta Norma Oficial Mexicana y sólo se utiliza para jerarquizar las zonas de evaluación.

3.3.- En función del método de evaluación seleccionado, es necesario complementar lo indicado en 3.2.1.

3.4.- Del análisis de la información recabada en esta actividad, se establece el programa de evaluación, el cual debe comunicarse a la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene y a los trabajadores.

#### VI.1.4.- METODOS DE EVALUACION AMBIENTAL.

A. Estos métodos permiten determinar el N.S.C.E. al que se exponen los trabajadores de una forma indirecta, a través de la evaluación del(los) nivel(es) sonoro(s) "A" presente(s) en el ambiente laboral, y la correlación del tiempo de exposición, por lo que es necesario que la empresa establezca procedimientos administrativos que le permitan conocer dicho tiempo, para todos los trabajadores.

B. La evaluación del(los) nivel(es) sonoro(s) "A", es por zonas del centro de trabajo, a través de muestras discretas ( o continuas, según la instrumentación empleada ) y de forma puntual.

C. La evaluación del(los) nivel(s) sonoro(s) "A", en una jornada laboral, será función de las condiciones normales de operación, de tal manera que cuando esas condiciones se modifiquen sustancialmente, será necesario realizar una nueva evaluación.

4.1.- Método para evaluar ruido estable.

4.1.1.- Puntos de medición.

Los puntos de medición deben seleccionarse de tal manera, que describan el entorno ambiental de una forma confiable, siendo el número de ellos función entre otros de la distribución de la maquinaria y equipo del local de trabajo, proceso de producción, facilidades para su ubicación, irregularidades dinámicas especiales del campo de presión sonora y de la precisión deseada.

Todos los puntos de medición de una zona de evaluación deben identificarse con un número progresivo, registrándose su posición en el plano del local. Tomar especial cuidado para que la ubicación del observador no sea motivo para que éste sufra un accidente o enfermedad de trabajo.

#### 4.1.2.- Contornos isonivel.

Con el nivel sonoro "A" determinado en cada punto de medición, se construyen los mapas isonivel del local de trabajo, estableciéndose entre cada contorno isonivel áreas de un nivel sonoro "A" conocido. Para trazar los contornos isonivel se unen puntos de medición con igual número, sonoro "A", preferentemente iniciando con los de mayor nivel. Los contornos de isonivel no pueden intersectarse, y deben tender a ser curvas cerradas.

#### 4.1.3.- Instrumentación y equipo.

4.1.3.1.- Como mínimo debe utilizarse la siguiente instrumentación y equipo.

- a) Sonómetro con red de ponderación "A".
- b) Reloj o cronómetro.
- c) Tripié de soporte para el sonómetro.
- d) Cinta métrica.

4.1.3.2.- En su caso se podrá utilizar.

- a) Sonómetro de precisión, con red de ponderación "A"
- b) Sonómetro integrador y/o
- c) Equipo periférico, para mediciones continuas.

4.1.4.- Calibración.

La calibración de la instrumentación debe realizarse como se indica en 6.2.

4.1.5.- Micrófono.

4.1.5.1.- Altura del micrófono

a) Cuando la mayoría de los trabajadores realicen sus labores de pie, la altura del micrófono debe ser de 1.25 m.  $\pm$  0.1 m., en relación al plano de sustentación de los trabajadores. La altura establecida se determinó a

fin de evitar los errores de paralelaje por la altura del observador.

b) Cuando la mayoría de los trabajadores realicen sus labores sentados, el micrófono debe colocarse a la altura promedio de la cabeza de los trabajadores.

c) Cuando se utilice otra altura del micrófono, deberá informarse su razón, en el registro de evaluación.  
( véase 7 )

d) La altura seleccionada debe informarse en el registro de evaluación.

#### 4.1.5.2.- Orientación del micrófono.

El micrófono durante el período de observación en un punto de medición, debe orientarse en aquella posición donde se registre el máximo nivel sonoro "A" del punto de medición.

#### 4.1.6.- Posición del observador.

Con el propósito de evitar la interferencia del observador en la medición, éste debe colocarse de forma lateral con respecto al micrófono.

#### 4.1.7.- Procedimiento.

4.1.7.1.- La evaluación debe realizarse como mínimo durante una jornada laboral de 8 hrs. y en aquella jornada que bajo condiciones normales de operación, presente los niveles más altos de ruido. ( véase el glosario del capítulo II, en "condiciones normales de operación" y "niveles más altos de ruido" ).

#### 4.1.7.2.- Ubicación de puntos de medición.

La ubicación de los puntos de medición, en función de las necesidades y características de cada local de trabajo, debe efectuarse mediante el gradiente de presión sonora, de la siguiente manera:

a) El punto inicial debe fijarse de preferencia en un límite o acceso a una zona de evaluación registrandose el nivel sonoro "A" máximo ( el cual debe utilizarse como referencia para iniciar la evaluación ).

b) Se desplaza al observador con el sonómetro en una dirección previamente determinada, hasta encontrar un nivel sonoro "A" que difiera  $\pm 3$  dB(A), respecto al de referencia, marcando en el plano de distribución este punto, y registrando su nivel sonoro "A". El procedimiento se repite a lo largo de esa trayectoria, hasta cubrir completamente la zona de evaluación. Los puntos de medición son aquellos que registren su nivel sonoro "A", que sean diferentes en  $\pm 3$  dB(A), al del

punto de medición inmediatamente contiguo.

c) Una vez concluida esa trayectoria, se procede de la forma descrita anteriormente, pero en forma transversal.

d) Las trayectorias de ubicación de puntos de medición deben hacerse en función de las características del local de trabajo y de la distribución espacial del campo sonoro, pero siempre debe garantizarse que se ha cubierto toda la zona de trabajo.

e) Cuando se han identificado todos los puntos de medida, debe procederse a su evaluación, de acuerdo a lo indicado de 4.2.6.2 a 6.2.6.4.

f) Debe evitarse colocar los puntos de medición a una distancia menor de 1.5 m. de las paredes.

#### 4.1.7.3.- Períodos de observación para ruido estable.

cuando se ha determinado del reconocimiento inicial que el ruido es estable durante toda la jornada de trabajo, deben efectuarse sólo tres períodos de observación, siempre y cuando las características del proceso no cambien durante la jornada de trabajo.

4.1.8.- Determinación del nivel sonoro "A" promedio del punto de medición.

4.1.8.1.- Debe calcularse el nivel sonoro "A" promedio del punto evaluado mediante la acuación 1.

$$NS "A" \bar{i} = 10 \log i/n \sum_{i=1}^n 10^{N_i/10} \dots\dots 1$$

Donde :

- n es el número de lecturas registradas del nivel sonoro "A".
- N<sub>i</sub> es el nivel sonoro "A" registrado.
- NS "A"<sub>i</sub> es el nivel sonoro "A" promedio del punto i. 250 >= n >= 150

4.1.8.2.- El valor del nivel sonoro "A"<sub>i</sub> debe registrarse en el formato 2 ( como el que se muestra en la figura 2. Véase apéndice B ).

4.1.9.- Determinación del N.S.C.E. de ruido estable al que se exponen los trabajadores.

4.1.9.1.- Construcción del mapa isonivel.

Una vez determinados los niveles sonoros "A"<sub>i</sub> de los puntos de medición, debe elaborarse el mapa isonivel de

la zona evaluada, procediendo a dibujar en su plano de distribución, los contornos isonivel como se indicó en 4.1.2.

4.1.9.2.- Para realizar lo indicado en 4.1.9.1, no deben considerarse aquellos puntos de medición con un nivel sonoro "A"  $L < 80$  dB (A).

4.1.9.3.- Del mapa isonivel de la zona evaluada y la determinación del tiempo de exposición de cada trabajador, debe calcularse su N.S.C.E. de exposición. Como se indica en el Instructivo No. 11 ( Véase apéndice A ).

4.2.- Método de evaluación para ruido estable.

4.2.1.- Prioridad de áreas de evaluación.

Considerando la dificultad que representa evaluar ruido inestable por la dependencia del tiempo de presencia, determinada por las características del proceso, y que la aplicación de este método limita las dimensiones del área de evaluación que puede ser cubierta en una jornada laboral, es necesario establecer la prioridad de las áreas para evaluar de acuerdo al siguiente procedimiento:

a) Del análisis de la información realizada en el reconocimiento sensorial, deben determinarse las zonas de evaluación.

b) De las zonas de evaluación, deben identificarse las áreas con nivel sonoro "A" > 80 dB (A) (Véase 4.1.9.2).

c) Las Áreas identificadas con nivel sonoro "A" > 80 dB (A) deben dividirse en áreas de 6 \* 6 m.

d) Una vez efectuada la división indicada en c, deben identificarse aquellas en las que existan trabajadores, denominándose áreas de evaluación.

e) Las áreas de evaluación pueden ser jerarquizadas, informándose las razones en el registro de evaluación ( Véase 7, inciso c ).

f) Los puntos de medición de las áreas de evaluación deben ubicarse en las zonas de mayor densidad de trabajadores. De no ser posible esta ubicación, deben localizarse en el centro geométrico de dicha área. Especial cuidado debe tomarse para que la ubicación del observador no sea motivo para que éste sufra un accidente o enfermedad de trabajo.

g) Se pueden excluir de la evaluación algunas áreas indicadas en d), siempre y cuando la determinación del N.S.C.E. al que se exponen los trabajadores sea por otro método indicado en esta norma.

#### 4.2.2.- Instrumentación y equipo.

Debe utilizarse el indicado en 4.1.3.

#### 4.2.3.- Calibración.

La calibración de la instrumentación debe realizarse como se indica en 6.2.

#### 4.2.4.- Micrófono.

Debe procederse de acuerdo a lo indicado en 4.1.5.

#### 4.2.5.- Posición del observador.

Debe ubicarse como se indica en 4.1.6.

#### 4.2.6.- Procedimiento.

##### 4.2.6.1.- Condiciones para la evaluación.

a) La evaluación se realiza durante una jornada laboral de 8 hrs. cubriendo un área máxima determinada por el número de puntos de medición.

b) Si el nivel sonoro "A" varía entre un día y otro debido al número de máquinas y equipos en uso, cargas o ciclos de trabajo diferentes; la evaluación debe realizarse como mínimo durante la jornada que bajo condiciones normales de operación presente los niveles más altos de ruido.

#### 4.2.6.2.- Evaluación.

a) Los puntos de medición deben ser numerados progresivamente e identificados en el plano de distribución del área evaluada.

b) Se recomienda hacer mediciones en una serie de puntos en una primera instancia, y sin valor en la evaluación final, con el propósito de que los trabajadores se acostumbren al proceso de medición y no interfieran con ella ( Véase 3.4 ).

c) Durante la jornada laboral deben realizarse al menos cinco periodos de observación, por cada punto de medición.

d) Cada periodo de observación tiene una duración de alrededor de 5 min., de tal forma que se registren 50 muestras como mínimo.

e) Durante un periodo de observación debe registrarse el nivel sonoro "A" aproximadamente cada 5 s.

f) En cada punto de medición, los periodos de observación deben repetirse aproximadamente cada hora.

g) Debe utilizarse la constante de integración "rápida", del sonómetro.

h) El valor del nivel sonoro "A" debe ser el observado instantáneamente, ajustando al entero más cercano y registrándose sin considerar tendencias de las variaciones en el nivel sonoro "A".

#### 4.2.6.3.- Registro de los niveles sonoros "A".

a) Para el registro de los niveles sonoros "A" de todos los puntos de medición durante una hora, debe utilizarse el formato 1 ( Como el que se muestra en la figura 1 . Véase apéndice B ).

b) Una vez concluida la evaluación de la jornada de trabajo, la información de cada punto de medición, tomada de las hojas de registro por hora, deben ordenarse y graficarse en el formato 2 ( Como el que se muestra en la figura 2. Véase apéndice B ).

c) La escala del nivel sonoro "A" en el formato indicado en b), debe ser del mínimo al máximo obtenido, con incrementos unitarios.

#### 4.2.6.4.- Determinación del nivel sonoro promedio del área evaluada.

4.2.6.4.1.- Debe calcularse el nivel sonoro "A" promedio del área evaluada por un punto de medición, mediante la ecuación 2.

$$NS "A"_{\bar{i}} = 10 \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{(N_i/10)} \dots\dots 2$$

Donde:

- n es el número de lecturas registradas del nivel sonoro "A" ( n = 250 ).
- N<sub>i</sub> es el nivel sonoro "A" registrado.
- NS"A"<sub>̄i</sub> es el nivel sonoro "A" promedio del área i.

4.2.6.4.2.- Si el nivel sonoro "A", de dos áreas contiguas y laterales, difiere en más de 6 dB "A", éstas deben subdividirse en tres áreas de evaluación, incluyendo un punto intermedio para realizar la medición, por lo que el procedimiento de medición debe repetirse para ese punto, en una jornada laboral, cuyas condiciones normales de operación sean aproximadamente iguales a las de la primera evaluación.

4.2.7.- Determinación del N.S.C.E. de ruido inestable, al que se exponen los trabajadores.

Del nivel sonoro "A"<sub>̄i</sub> calculado en 4.2.6.4.1., para el área evaluada y la determinación del tiempo de exposición

de cada trabajador, se calcula su N.S.C.E., de exposición, como se indica en el Instructivo No. 11 ( Véase apéndice A ).

#### 4.3.- Método para evaluar ruido en puesto fijo de trabajo.

Este método puede utilizarse en aquellos puestos de trabajo, en los cuales el trabajador permanece, en función de sus actividades, relativamente estacionario en una zona de trabajo.

##### 4.3.1.- Condiciones para la evaluación.

La evaluación debe efectuarse en las condiciones descritas en 4.1.7.1.

##### 4.3.2.- Ubicación del punto de medición.

El punto de medición debe ubicarse en el lugar que habitualmente ocupa el trabajador, y de no ser posible lo más cercano a él, sin interferir con su labor.

##### 4.3.3.- Instrumentación y equipo.

Debe utilizarse el indicado en 4.1.3.

##### 4.3.4.- Calibración.

La calibración de la instrumentación debe realizarse como se indica en 6.2

4.3.5.- Micrófono.

4.3.5.1.- Altura del micrófono.

El micrófono debe colocarse como se indica en 4.1.5.1.

4.3.5.2.- Orientación del micrófono.

El micrófono debe orientarse según lo indicado en 4.1.5.2.

4.3.6.- Posición del observador.

Debe ubicarse como se indica en 4.1.6.

4.3.7.- Procedimiento.

El procedimiento de evaluación debe ser de acuerdo a lo indicado de 4.2.6.2. a 4.2.6.3, y en 4.1.8. Debe considerarse que para este método, únicamente se evalúa un solo punto.

4.3.8.- determinación del N.S.C.E., al que se expone el trabajador.

Del nivel sonoro "A" calculado con la ecuación 1 ( en este caso  $i = 1$  y  $n$  depende del tipo de ruido evaluado y del tiempo de exposición del trabajador ), debe calcularse su N.S.C.E., de exposición, como se indica en el Instructivo No. 11 ( Véase apéndice A ).

#### VI.1.5.- METODO DE EVALUACION PERSONAL.

Este método puede utilizarse en aquellos casos en los cuales se requiere determinar de una forma más severa en N.S.C.E. al que se expone el trabajador o cuando las características del puesto de trabajo requieren una movilidad dentro del local de trabajo, que dificulta su evaluación por los métodos indicados en 4.1.8.2 y 4.3.

##### 5.1.- Condiciones para la evaluación.

La evaluación debe efectuarse en las condiciones descritas en 4.1.7.1.

##### 5.2.- Instrumentación.

5.2.1.- Debe emplearse un dosímetro ( véase el glosario del capítulo II, en "Dosímetro" ) que permita como mínimo el % de dosis ( véase el glosario del capítulo II, en " % de dosis " ) que recibe el trabajador.

5.2.2.- El dosímetro debe permitir que la lectura del % de dosis se efectúe de inmediato.

Se podrán utilizar dosímetros que no cumplan con la condición anterior, siempre y cuando se garantice que el instrumento no continuará midiendo una vez que haya

concluido el período de observación.

5.2.3.- El dosímetro debe cumplir con el criterio de incrementos de 3 dB "A" , establecido en el Instructivo No. 11 ( véase apéndice A ).

#### 5.3.- Calibración.

La calibración del dosímetro debe realizarse como se indica en 6.2.

#### 5.4.- Procedimiento.

5.4.1.- En la utilización del dosímetro deben seguirse las instrucciones del fabricante; cuando no existan éstas, el micrófono debe colocarse en el hombro del trabajador.

5.4.2.- Una vez calibrado el dosímetro, debe colocarse en el trabajador, iniciando el funcionamiento, simultáneamente con la exposición del mismo, o se valorará la exposición de acuerdo a las técnicas establecidas por el fabricante.

5.4.3.- Al concluir el tiempo total de exposición (T), se detendrá el funcionamiento del dosímetro, procediéndose a registrar el porcentaje de dosis (D) del trabajador en el formato 3 ( como el que se indica en la figura 3. Véase apéndice B ).

5.4.4.- Se registra en el formato 3, tanto la hora de inicio de exposición ( $t_i$ ), como la final ( $t_f$ ), procediéndose a calcular y registrar en el mismo formato el tiempo total de exposición (T); ( $T = t_f - t_i$ ).

5.4.5.- Debe calcularse el N.S.C.E. al que se expone el trabajador de acuerdo a la ecuación 3.

$$\text{N.S.C.E.} = 90 + 9.97 \log ( D/12.5 (T) ) \quad 3$$

Donde :

D = Es el porcentaje de dosis.

T = Es el tiempo total de exposición en horas.

Una vez determinado el N.S.C.E. de exposición se registra su valor en el formato 3.

5.4.6.- Como información complementaria debe registrarse en el formato 3, el tiempo máximo permitido de exposición al N.S.C.E. determinado.

#### VI.1.6.- REQUISITOS EN LA INSTRUMENTACION.

6.1.- Los sonómetros y dosímetros empleados en el desarrollo de esta norma, deben contar con un certificado oficial de calibración.

6.1.1.- Este certificado como mínimo indica :

- a) Marca del fabricante.
- b) Modelo, tipo y número de serie.
- c) Características del micrófono.

6.2.- Calibración de campo.

6.2.1.- Del sonómetro.

El sonómetro debe calibrarse de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante, al inicio del primer período de observación, y se verifica al concluir el último registrándose en el formato 1.

6.2.2.- Del Dosímetro.

El dosímetro debe calibrarse de acuerdo a lo indicado en el manual del fabricante, al iniciar y al finalizar el tiempo total de exposición.

En el formato 3, se indica tanto la hora de inicio ( $t_i$ ) como la final ( $t_f$ ), así como las referencias de calibración.

#### VI.1.7.- REGISTRO DE EVALUACION.

El registro de evaluación a que se refiere el Instructivo No. 11 ( Véase apéndice A ) debe constar de :

- a) Informe descriptivo de las condiciones normales de operación, en las cuales se realizó.
- b) Justificación de los criterios para seleccionar el método de evaluación.
- c) Plano de distribución de la zona o área evaluada, en el que se indique la ubicación de los puntos de medición.
- d) Los formatos 1, 2, 3, ( dependiendo del caso ). Si existe más de una hoja de cada formato, deben numerarse en forma progresiva.
- e) Datos del calibrador usado en la calibración de campo. Estos datos son : marca, tipo y número de serie.
- f) Opcionalmente, cada empresa debe incluir la información que considere pertinente.
- g) Nombre y firma del responsable del proyecto de evaluación.

## APENDICE A

La presente norma se expide para ser aplicada en lo que se refiere al Instructivo No. 11 " Relativo a las Condiciones de Seguridad e Higiene en los Centros de Trabajo donde se Genere Ruido ", expedido por al Secretaria del Trabajo y Previsión Social y publicado en el Diario Oficial de la Federación del 2 de junio de 1989.





FORMATO 2

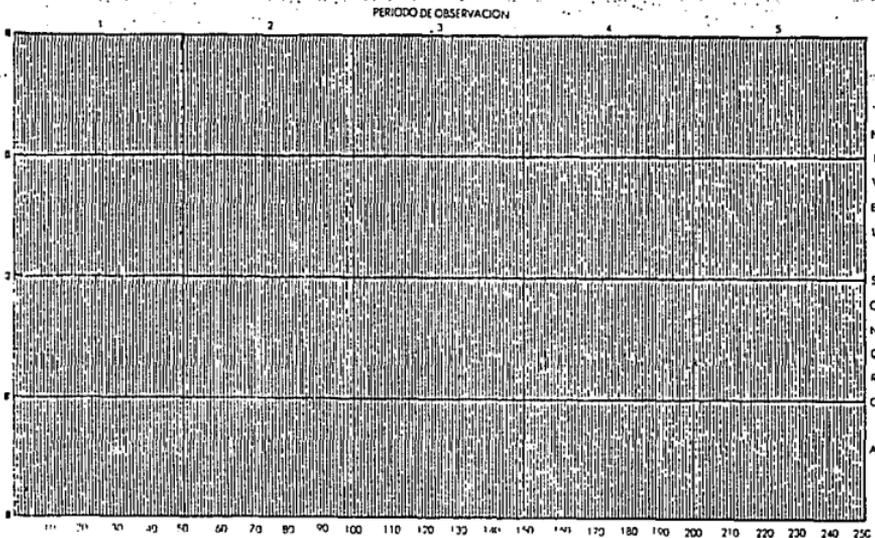
GRÁFICA DEL N. S. "A" POR PUNTO

NOM-SS-50-1986

EMPRESA: \_\_\_\_\_ PUNTO DE MEDICIÓN NÚMERO: \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_ OBSERVADOR: \_\_\_\_\_

LUGAR Y FECHA: \_\_\_\_\_ NIVEL SONORO "A" PROMEDIO DEL PUNTO: \_\_\_\_\_



FORMATO 3:

REGISTRO DE EVALUACION PERSONAL

NOM-SS-50-1988

EMPRESA: \_\_\_\_\_ HOJA NUMERO: \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_ OBSERVADOR: \_\_\_\_\_

LUGAR Y FECHA: \_\_\_\_\_ TOTAL DE TRABAJADORES EXPOSTOS: \_\_\_\_\_

DOSIMETRO

NUMERO	MARCA	MODELO	SERIE	CALIBRACION	
				Inicial	Final

TRABAJADOR

NOMBRE	PUESTO	DOSIMETRO		HORA		TIEMPO DE EXPOSICION	% DE DOSIS	N S.C.E.	TIEMPO MAX. PERM. DE EXP.
		NUMERO	Inicial	Final					

## CAPITULO VII

### CONCLUSIONES

VII.- CONCLUSIONES.

El hombre es parte integral de la naturaleza, depende de ella para vivir y desarrollarse en sociedad e individualmente. No obstante, los impactos que el ser humano genera sobre los ecosistemas al satisfacer sus necesidades y aspiraciones, han derivado en un desequilibrio que, en grandes extensiones del planeta se muestra hoy en día irreversible.

Aunque la naturaleza posee cierta capacidad para tolerar y amortiguar las alteraciones provocadas por el hombre, cuando sus modos y formas de apropiación, manejo y transformación de los recursos naturales transgreden dicha capacidad, los procesos naturales de intercambio de energía y materia se rompen y aparecen la contaminación y el deterioro ambiental. En México, durante el presente siglo, se han alcanzado grados significativos de perturbación en nuestros ecosistemas. La erosión, la presencia de contaminantes en el agua, suelo y aire de las ciudades, la desaparición de especies silvestres y entre otros tantos contaminantes más, el ruido es una de las manifestaciones de esta situación.

La preocupación acerca de estos problemas, denominados ecológicos en los últimos años, ha rebasado el ámbito científico y de la administración de los recursos

naturales, para convertirse en una demanda social. Por tal motivo, se hace imprescindible evaluar y dar a conocer las condiciones del medio y los elementos físicos y bióticos que lo componen, para detectar las causas y efectos de los mismos y actuar en consecuencia.

La contaminación ambiental se origina principalmente por el crecimiento no planificado de los centros de población, las actividades industriales y las transformaciones en los hábitos de comportamiento, orientados al consumismo. Este fenómeno ocurre cuando se rebasa la capacidad de autodepuración de los ecosistemas, al arrojarse al medio natural elementos y sustancias en concentraciones tales que no pueden ser absorbidos o biodegradados.

Los principales efectos de la energía contaminante consisten en la modificación de la conducta de los seres vivos como la migración de especies, el desarrollo de mecanismos de resistencia en el hombre, cambios en sus condiciones fisiológicas, psicológicas y conductuales, derivados del estado de angustia conocido como *stress*. Existen también otros efectos de mayor gravedad dependiendo de la duración y características de la exposición como son daños serios a los tejidos y hasta la muerte.

Cualquier forma de energía puede contaminar el

ambiente al modificar las condiciones naturales del medio y producir de esta manera daños a los seres vivos. En cualquier actividad humana se encuentra presente alguna forma de energía radiante — calor, radiaciones, vibraciones, ruido — . pero las fuentes de energía no son contaminantes *per se*, sino por el efecto que causen en la comunidad. Además de la intensidad de energía, el tiempo de su presencia, sus características de emisión y propagación, la susceptibilidad hacia este tipo de contaminantes depende de la capacidad de adaptación y de la actitud de un individuo o una comunidad.

Al final del presente trabajo, podemos concluir que : El ruido es un sonido indeseable . Los efectos del ruido en el hombre dependen de la duración de la exposición y no sólo de la intensidad; van desde la molestia y el *stress* hasta lesiones irreversibles en el oído que incluso pueden llegar a la sordera. Las fábricas, las industrias y otros centros de trabajo, así como los vehículos, son fuente de emisión de ruido.

La intensidad del ruido se mide en  $W/m^2$  y puede indicarse en decibeles "A" ( dB(A) ). La pérdida de la audición empieza con la exposición prolongada ( 8 horas o más ) a niveles de 85 a 90 dB(A). Los efectos del ruido por debajo de estos niveles tienen una componente subjetiva de gran importancia. de ahí que la medición de la intensidad del ruido generado en una zona no describa los efectos en la comunidad.

Para la medición de ruido existen instrumentos que identifican y cuantifican la contaminación y determinan los índices de ruido, también se cuenta con planos de isonivel de ruido que consideran la intensidad del mismo generado en una zona y finalmente con psicogramas que revelan los niveles de molestia provocados en una comunidad por ruido.

La prevención de la sordera ocupacional es un problema muy importante en muchos centros de trabajo preocupados por controlar y evitar la contaminación ambiental auditiva, ocasionada por ruido. En un futuro cercano habrá gran demanda de profesionistas capacitados que puedan encarar los retos de la contaminación. Así lo afirman, los lineamientos seguidos por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) en coordinación con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) y otros organismos tanto gubernamentales como privados.

Existe ya decisión política y moral por parte del gobierno para solucionar este tipo de problemas pero su solución sólo puede quedar en manos de los profesionistas preparados, tanto en el terreno de la práctica para entender los procesos de producción y transformación industrial de productos útiles al hombre y así poder optimizarlos, como en el terreno de la investigación científica y tecnológica, encaminada a la obtención de nuevos materiales capaces de aislar ó suprimir

de manera satisfactoria todo ruido generado en la maquinaria industrial. Tal problema es un verdadero reto que se ajusta a las características del Ingeniero y muy especialmente del Ingeniero Químico.

Dentro de la problemática actual de la contaminación industrial en México y las acciones correctivas que se apliquen, las cuestiones de protección ambiental serán en un futuro lo que actualmente las Normas de Seguridad Industrial, es decir que necesariamente están incluidas en los proyectos, con lo que se resalta la importancia que tiene el incorporar la variable ambiental desde la formulación de cualquier proyecto de inversión y eliminar de antemano las técnicas o procesos que no reúnan los requisitos exigidos por SEDESOL, por que de lo contrario se perderá mucho tiempo y dinero infructuosamente.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

## CAPITULO VIII

### BIBLIOGRAFIA

- 1.- William Handley ; M.B.E. ; "Manual de Seguridad Industrial"; Mc. Gray-Hill., traducción de la 2a. edición en Ingles ; p.p. 359-377.
- 2.- J.J. Bloomfield ; "Introducción a la Higiene Industrial".; Editorial Reverte S.A. ; 1964 , p.p.184-208.
- 3.- Ruiz Iturregui D. Jose Ma., et.al. "Conocimientos Básicos de Higiene y Seguridad en el Trabajo"; Ediciones de Deusto S.A., Bilbao España, 1978, p.p.133-174.
- 4.- Paul N.Cheremisinoff and Peter P. Cheremisinoff , "Industrial Noise Control Handbook" , Ann Arbor Science Publishers Inc. 1977, Manufactured in U.S.A.
- 5.- Hundal, M.S. "Sistemas para Controlar el Ruido en la Fábrica"; Higiene y Seguridad., Organo Oficial de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C. Vol.XXIV, No.2, Febrero de 1984.
- 6.- Manual de Prevención de Accidentes para Operaciones Industriales, Editorial Mapfre. CIAS, Madrid España, 1974.
- 7.- Velázquez,José. "Efectos del Ruido en el Hombre y su prevención"., Unidad de Medicina del Trabajo; Higiene y Seguridad. Organo de la Asociación Mexicana de Higiene y Seguridad, A.C. Vol. XVIII, No.10, Octubre de 1978.
- 8.- IMSS y STPS "Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo e Instructivos" Instructivo No.11 Agosto de 1987, p.p 169-192.

9.- Diario Oficial de la Federación., "Acuerdo por el que se reforman y derogan diversas disposiciones del instructivo número 11, relativo a las condiciones de Seguridad e Higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido." , Viernes 2 de Junio de 1989., p.p. 14-26.

10.- Cemanáhuac., "II semana de la Ingeniería Química" Boletín de la U.A.M.I. No.9., 30 de noviembre de 1991.

11.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-AA-40-1976  
"Clasificación de Ruidos".

12.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-AA-43-1977  
"Determinación del Nivel Sonoro Emitido por Fuentes Fijas".

13.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-AA-47-1977  
"Sonómetros para Usos Generales".

14.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-AA-59-1978  
"Acústica-Sonómetros de precisión".

15.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-AA-62-1978  
"Acústica-Determinación de los Niveles de Ruido Ambiental".

16.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-AA-62-1979  
"Acústica-Determinación de los niveles de Ruido Ambiental". -Fe de Erratas-

17.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-C-92-1975  
"Terminología de Materiales Acústicos".

18.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-C-102-1976  
"Medición en Campo del Nivel de Presión Acústica Ó del Nivel Sonoro en el Ambiente de un Claustro".

19.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-I-41-1972  
"Terminología Empleada en Electroacústica".

- 20.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-S-35-1986  
"Seguridad-Protectores Auditivos".
- 21.- Norma Oficial Mexicana .....NOM-SS-50-1988  
"Higiene Industrial - Medio Ambiente Laboral  
Determinación del Nivel Sonoro Continuo  
Equivalente, al que se Exponen los  
Trabajadores en los Centros de Trabajo".

20. - Norma Oficial Mexicana .....NOM-S-35-1986  
"Seguridad-Protectores Auditivos".
21. - Norma Oficial Mexicana .....NOM-SS-50-1988  
"Higiene Industrial - Medio Ambiente Laboral  
Determinación del Nivel Sonoro Continuo  
Equivalente, al que se Exponen los  
Trabajadores en los Centros de Trabajo".