

107  
28/10

UNIVERSIDAD NACIONAL

AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"LA PROBLEMATICA DEL RUIDO"

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

AREA: INDUSTRIAL

PRESENTA: JESUS RUBEN PEREZ RENTERIA

ASESOR: M.C. MARCIA GONZALEZ OSUNA

MEXICO, D.F.

1985



## **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

CAP.	T E M A S	PAG.
I	INTRODUCCION - - - - -	1
II	INDICE Y MEDIDAS DEL RUIDO - - - - -	4
III	MARCO LEGAL - - - - -	28
IV	EFFECTOS DEL RUIDO EN EL HOMBRE - - - - -	41
V	CONTROL DEL RUIDO - - - - -	58
VI	ESTUDIO PRACTICO - - - - -	77
VII	CONCLUSIONES - - - - -	87
	BIBLIOGRAFIA - - - - -	92

I N T R O D U C C I O N

## I N T R O D U C C I O N

En la industria Mexicana, se encuentran presentes agentes contaminantes físicos, químicos y psicosociales que degradan en mayor o menor medida el medio ambiente, con la correspondiente repercusión en la salud y el bienestar.

Dentro de los agentes físicos contaminantes se halla el ruido, que es un sonido no deseado. Como consecuencia de su acción está la de interferir la comunicación oral y la de ser causa de molestias físicas proporcionales al nivel del ruido.

Es interés del presente estudio, el plasmar el conocimiento de las técnicas de reconocimiento, evaluación y control del ruido, mostrando por otra parte el entorno jurídico que nos afecta, en nuestra labor presente y futura como ingenieros industriales.

Por lo ya expresado, podemos comprender la importancia de este tema dentro de la preparación académica que se tiene para los estudiantes de ingeniería industrial, puesto que la amplitud del currículum académico no hacen posible entrar en detalles hacia conocimientos tan específicos.

El hombre está siendo expuesto a cantidades cada vez mayores de una mezcla de tensiones, esto aunado con los contaminantes que se

han incrementado en número y volúmen al transcurso del tiempo y cambios tecnológicos, nos debe preocupar como promotores de una buena salud en el campo industrial, dado que el ruido no solo pone en juego el sentido del oído, sino que como consecuencia de repetición de sonidos trae el agotamiento de los niveles de energía, puede causar cambios químicos en la sangre, en el volúmen de la circulación de la sangre, cambios en los patrones de sueño, afecciones psicológicas, por citar algunos ejemplos.

Innumerables instituciones dentro de la República se dedican al control del ruido con aplicación directa en el Sector Industrial, pero es labor del ingeniero el recomendar o aprobar la instalación de la planta productora en determinada distribución, hecho que puede, antes de presentarse el problema de existencia del ruido, contemplarse desde su diseño inicial.

Por todo lo anterior, presentamos un estudio que engloba en forma simple y sencilla, los rubros que debemos tener conocimiento en la problemática del ruido.

INDICES Y MEDIDAS  
DEL RUIDO

## INDICES Y MEDIDAS DEL RUIDO

Para un mejor entendimiento de la naturaleza del ruido se darán a continuación definiciones, fórmulas y parámetros, que nos orienten en el conocimiento de los sonidos.

### CARACTERISTICAS DEL SONIDO

Tono, Timbre, Intensidad.

#### EL TONO:

Es una cualidad del sonido que depende de su frecuencia, cuando la frecuencia es elevada, se dice que el sonido tiene un tono alto o agudo y cuando tenemos el caso contrario el tono es grave o bajo.

En general los sonidos que percibimos son mezclas diferentes en frecuencias, puesto que los tonos puros sólo se producen con diapasones.

En virtud de que la velocidad del sonido depende básicamente de la temperatura del medio de transmisión, que en el ambiente es prácticamente constante, podemos relacionar la frecuencia con la longitud de onda por medio de la ecuación:

donde:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$\lambda$  = Longitud de onda.

$c$  = Velocidad del sonido.

$f$  = Frecuencia.

Dado que la velocidad del sonido es para efectos prácticos constante, esta relación nos indica que la longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia; esto es, sonido de elevada frecuencia tiene muy corta longitud de onda y viceversa, un sonido de baja frecuencia tiene una longitud de onda más larga.

EL TIMBRE:

Un armónico es un sonido cuya frecuencia es un múltiplo entero de otro, que se llama fundamental. Si "F" es frecuencia de sonido, la del segundo armónico será 2F, la del tercer armónico es 3F y por tanto para las mismas condiciones de temperatura del aire, la longitud de onda es el doble de la del segundo armónico o del triple del tercer armónico, etc.

Cuando se superpone un sonido fundamental y varios de sus armónicos resulta un sonido compuesto cuya frecuencia es igual a la de un tono fundamental. Cada uno de los armónicos-componentes se le denomina parcial.

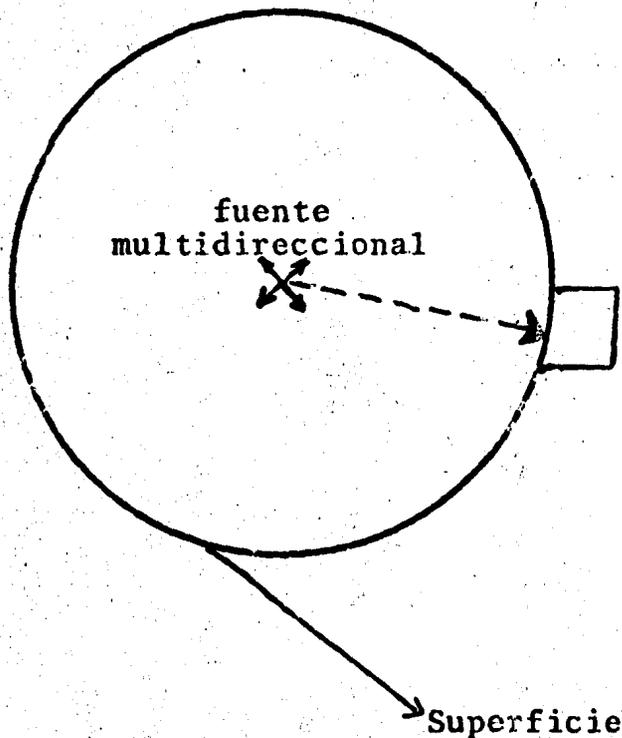
Así un diapasón o un violín que remiten la misma nota fundamental producen sensaciones auditivas diferentes, por que los parciales o armónicos adicionales son diferentes en cada caso.

El timbre es la cualidad de un sonido compuesto que depende de la naturaleza de los armónicos que lo integran y de sus amplitudes relativas.

## LA INTENSIDAD:

Es la propiedad por la cual percibimos un sonido más fuerte o más débil y a mayor o menor distancia del foco sonoro, la intensidad se mide por la energía que atraviesa, en la unidad de tiempo y por la unidad de área colocada perpendicularmente a la dirección en que se propaga el sonido.

El sonido se difunde en todas direcciones, podemos estudiar este fenómeno de acuerdo al siguiente modelo:



Presión al cuadrado de la raíz media cuadrática de la presión del sonido.

$$I = \frac{W}{S} \quad (2)$$

donde: I = intensidad  
W = potencia  
S = superficie

Para una onda esférica dado que la presión sonora es directamente proporcional, se tiene:

$$I = \frac{P^2}{\rho C} \quad \text{ec (3) donde: } I = \text{intensidad}$$

P = presión  
 ρ = Densidad del aire  
 C = Velocidad del sonido

Para un círculo el área es  $4\pi r^2$  por lo que sustituyendo este valor en la ec (2) y despejando la potencia obtenemos:

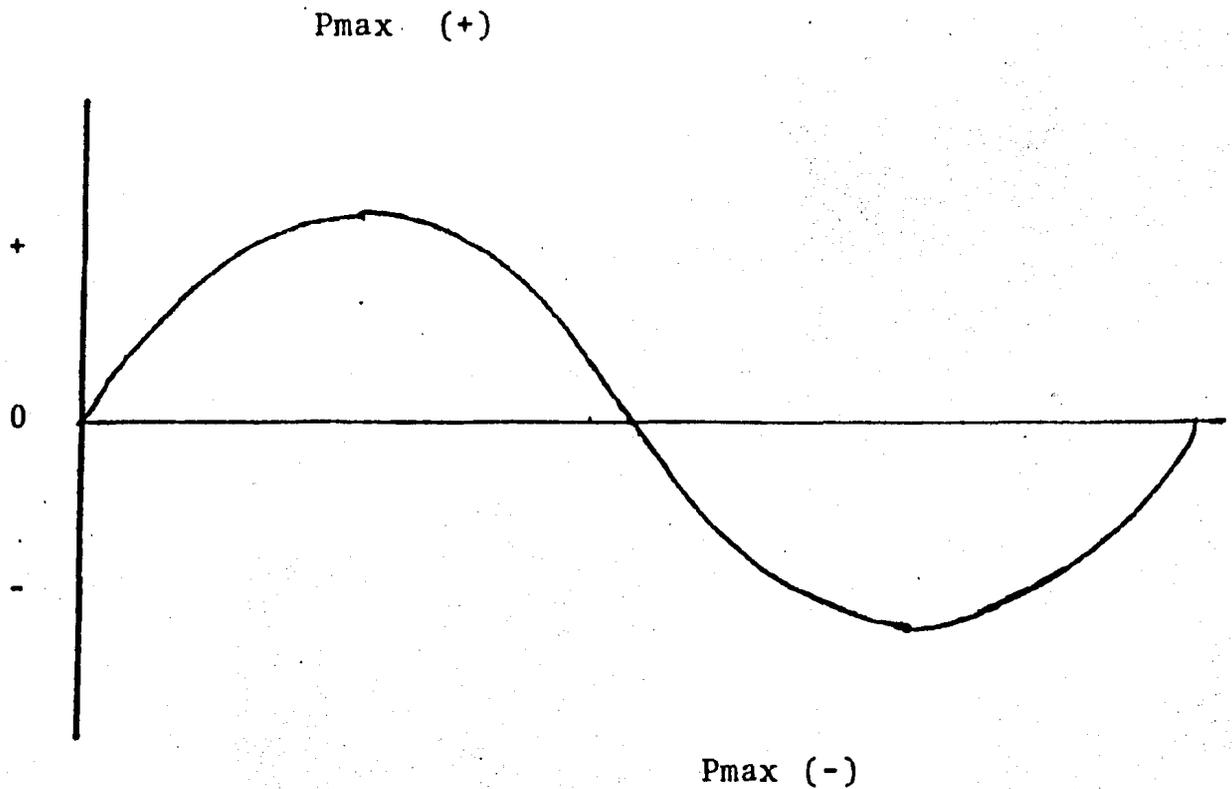
$$W = I_{prom.} \cdot 4\pi r^2 \quad - - - \text{ec (4)}$$

Donde  $I_{prom.}$  es la intensidad sonora promedio a una distancia  $r$  de la fuente cuando la potencia acústica es  $W$  de acuerdo con la figura del modelo de fuente multidireccional.

Obviamente, la intensidad decrece con el cuadrado de la distancia de la fuente a lo que se conoce como la ley del cuadrado inverso.

En virtud de la dificultad que representa el medir la intensidad sonora directamente, los instrumentos de medición del sonido se han diseñado con el objeto de evaluar la presión sonora efectiva o de la presión media cuadrática. Esta presión media cuadrática se define de acuerdo al esquema siguiente (considerando un tono como puro). Figura No. 1.

FIG. No. 1 COMPORTAMIENTO GRAFICO DE UN TONO PURO.



$$PMC = \sqrt{(0.5 P_{max})^2 + (-0.5 P_{max})^2}$$

$$PMC = \sqrt{(0.25 + 0.25) P_{max}^2}$$

$$PMC = \sqrt{0.5 P_{max}^2} = \sqrt{\frac{P_{max}^2}{2}} = \frac{P_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$PMC = 0.707 P_{max} \quad \text{ec (5)}$$

DONDE: PMC= Presión media cuadrática

Pmax= presión máxima del tono puro.

En la selección de unidades de medición del sonido se involucran diversos problemas, dos de los principales se exponen a -- continuación:

El primero de ellos fué debido al amplio rango de presión sonora que corresponde al espectro acústico, que va desde los 20-micropascales hasta presiones de 20 pascales.

El segundo de los problemas involucrados se refiere al tipo de respuesta que tiene el oído humano, cuya reacción al estímulo acústico se asemeja a la respuesta logarítmica, sin embargo estos problemas se resolvieron por el uso del decibel.

#### DEFINICION DEL BELL:

Los niveles absolutos de presión sonora detectables por el oído humano varían de 1,000,000,000,000 a 1, esta escala es demasiado grande para que se pueda usar con comodidad. Fué reducido tomando una relación logarítmica llamada originalmente Bell en honor a Alexander Graham Bell, pero como resultó demasiado grande se dividió entre 10 y recibió el nombre de decibel.

Podemos cuantificar los niveles acústicos de potencia, intensidad y presión.

Los instrumentos de medición del sonido son diseñados para responder a cambios de presión sonora y se calibran para obtener lecturas de decibeles, en términos de la relación logarítmica de la presión media cuadrática del sonido (P.M.C.).

## NORMAS DE EXPOSICION A RUIDO:

Desde hace mucho tiempo se ha reconocido que la exposición a ruido produce patología en el órgano de la audición, así como también alteraciones psicológicas, con su repercusión en la conducta. Debido a la susceptibilidad individual, las normas desarrolladas hasta ahora sólo han sido dadas en función del peligro de la pérdida auditiva.

Desde 1831 J. Fasbroke reconoció esta posibilidad de daño. A raíz de ello, tanto en Europa como en los Estados Unidos de Norteamérica, se realizaron diferentes experiencias con el objeto de comprobar o disprobar la hipótesis de Fasbroka.

Un exámen de la bibliografía publicada antes de 1950, revela que la mayoría de las investigaciones estaban basadas en un valor único para definir el nivel seguro de exposición a ruido.

Posterior a 1950 se produjo un cambio fundamental, olvidándose de un nivel único, para pasar a valores múltiples en base a los aportes de las diferentes bandas de octava.

EN LA TABLA No. 1 y 2 SE RESUMEN ESTOS DIVERSOS CRITERIOS.

TABLA No. 1

## NORMAS PARA PELIGROS DE RUIDO HASTA PRINCIPIOS DE 1950.

AUTOR	AÑO	NIVEL DE PRESION ACUSTICA GLOBAL.		
		SEGURO	UMBRAL DE DAÑO	DANINO
MAC KENZIE	1934			90
ROSENBLITH	1942	75 - 80		
BUNCH	1942		80 - 90	
MC COY	1944	80 - 85	90 - 100	110 - 130
DAVIS	1945		100	115 - 120
GALDNER	1945			90
SCHWEISHMER	1945		80 - 90	
MC LAREN	1947		100	
FOWLER	1947		100	
CANFIELD	1949	80		100 - 110
GRAVE	1949	90		
GUILD	1950	90 dB so bre el - límite - auditivo.		

## NIVEL DE PRESION ACUSTICA POR BANDA DE OCTAVA.

TABLA No. 2

		NIVEL DE PRESION ACUSTICA POR BANDAS DE OCTAVA							
AUTOR	AÑO	70	75	150	300	600	1200	2400	4800
		75	150	300	600	1200	2400	4800	9600
KRYTER	1950	-	120	110	96	95	95	88	100
ROSENBLITH Y STEVENS (Banda ancha)	1953	110	102	97	95	95	95	95	95
ROSENBLITH Y STEVENS (Banda angosta)	1953	100	92	87	85	85	85	85	85
A.F.R. 160-3	1956	-	-	-	85	85	85	85	-
A.A.-0.0.	1957	-	-	-	8	5	-	-	-
I.S.O	1961	103	96	91	88	85	83	81	80
KRYTER (Banda Ancha)	1963	-	98	92	89	86	85	85	86
KRYTER (Banda Angosta)	1963	-	93	87	84	81	80	80	81
A.A.-0.0.	1964	-	-	-	85	85	-	-	-
NOTA: A.A.O.O. ( American Academy of ophtalmology and otolaryngology ) ( International organization for standerization )									

De 1967 en adelante, diversos comités de intersociedades médicas integrado por igual número de representantes de diversas agrupaciones (de la American Academy of Occupational Medicine, de la American Academy of Ophthalmology and Otolaryngology, de la American Industrial Medical Association). Quienes publicaron un informe "Guidelines for Noise Exposure Control" (lineamientos para el control de exposición a ruido). En este informe se propone el uso de la escala A para ponderar el nivel sonoro como un patrón de medida para los riesgos de exposición a ruido, como también para el manejo de datos sobre el peligro de la pérdida de la audición, a distintos niveles de exposición al ruido.

Diversos autores, previo estudio de poblaciones expuestas a ruido, llegaron a adoptar y predecir hallazgos de pérdida auditiva provocada por el ruido.

Bostford demostró que nivel sonoro medio de la escala A indicaba el peligro para el deterioro del órgano de la audición con tanta exactitud, como lo hacían los límites expresados como niveles de presión acústica por banda de octava en el 80% de los casos y era ligeramente más conservador que las bandas de octava en el 16% de los casos.

Passchier y Vermur indicaron que era tan preciso como la clasificación numérica de ruidos para estimar las pérdidas de la agudeza auditiva en poblaciones expuestas a ruido.

al usar dB (A) para predecir pérdidas auditivas, estaba dentro de  $\pm 2$  dB aún para ruidos cuya pendiente variaba desde +4 dB octava a -5 dB octava.

Cohen, Anticaglia y Carpenter, comprobaron en un estudio de laboratorio que aún cuando el nivel sonoro en dB (A) quizás interrumpe demasiada energía de baja frecuencia en el 99% de los casos predijo el desplazamiento del umbral temporal de la audición dos minutos (DTU<sub>2</sub>), después de las exposiciones a ruido de tres espectros distintos (pendientes de -6dB octava y 6 dB octava) y también pudo hacerlo (y en algunos casos mejor) con otros métodos de clasificación que empleaban medidas espectrales en bandas de octava.

Como consecuencia de su exactitud para evaluar los niveles de riesgo a que se sujetan los trabajadores expuestos a ruido la American Conference of Governmental Industrial Hygienists por conducto de su comité de estudio de los Agentes Físicos creado en Mayo de 1967, adoptó el dB (A). Como una condición bajo la cual la mayor parte de los trabajadores no sufrirán de deterioro en su salud al exponerse reiteradamente día tras día, de acuerdo a la tabla siguiente:

A continuación se muestra la Tabla No. 3 que indica los niveles permisibles a sonidos continuos (1972).

## T A B L A No. 3

## EXPOSICIONES PERMISIBLE A SONIDOS CONTINUOS (1972).

Tiempo de exposición permisible.	Nivel Sonoro ( en db (A) )
8 horas	90
6 horas	92
4 horas	95
3 horas	97
2 horas	100
1.5 horas	102
1 hora	105
3/4 hora	107
1/2 hora	110
1/4 hora	115

Después de nuevos estudios, en el año de 1975, modificaron la tabla anterior, en virtud de diversas observaciones y análisis estadísticos, así como consideraciones netamente prevencionistas - quedando desde entonces a la fecha como se indica en la tabla No. 4

T A B L A No. 4

DURACION DE LA EXPOSICION PERDIDA EN HORAS	NIVEL SONORO dB (A)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
* 1/8	115

\* No deberá exceder la exposición a ruido continuo o intermitente a los 115 dB (A). Valor Límite.

El cálculo de la tabla numérica 3 corresponde a la ecuación:

$$T = \frac{16}{\left( \frac{\text{dB (A)} - 85}{5} \right)^2} \quad \text{ec. ( 5 )}$$

En tanto que la tabla número 4 corresponde a la ecuación:

$$T = \frac{16}{\left( \frac{\text{dB (A)} - 80}{5} \right)^2} \quad \text{ec. ( 6 )}$$

La ecuación 5 es aplicada por el Occupational Safety and Health Administration (OSHA) en tanto que la segunda, ha sido recomendada por el National Institute of Safety and Health (NIOSH) y la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

Cabe hacer notar que los tres organismos norteamericanos; OSHA, NIOSH, y ACGIH, intentan con estas ecuaciones el criterio de equipresión, es decir, que cantidades iguales de presión acústica que llegan al oído del trabajador producen el mismo efecto y por tanto, cada vez que se dobla el tiempo de exposición hay que disminuir el nivel sonoro en 6 dB (A) para que el riesgo sea el mismo. Sin embargo los tonos de 5 en 5 dB (A) (ver denominador del exponente de las ecuaciones 5 y 6), teniendo en cuenta el período de exposición a niveles sonoros-

Por otro lado, de acuerdo a diversas investigaciones realizadas en Europa, sostienen que: cantidades iguales de energía sonora producen el mismo efecto en el oído, independientemente de como sea su distribución en el tiempo. En otras palabras, sostienen el concepto de equienergía. Esto supone que para producir el mismo efecto con un tiempo de exposición doble, es necesario reducir la energía a la mitad y por lo tanto, al nivel sonoro debe ser 3 dB (A) menor para que el riesgo sea el mismo.

Por lo tanto la ecuación se modifica, en cuanto a tiempo de exposición permisible, quedando de la manera siguiente:

$$T = \frac{16}{2^{\left( \frac{\text{dB (A)} - 87}{3} \right)}} \quad \text{ec. ( 7 )}$$

Lo cual las Tablas 3 y 4 se modifican de la siguiente manera:

T A B L A No. 5

DURACION DE LA EXPOSICION (HORAS)	NIVEL dB ( A )
16	87
8	90
4	93
2	96
1	99
0.5	102
0.25	105
0.125	108

EL NIVEL SONORO EQUIVALENTE CONTINUO SE ENCUENTRA REGIDO POR LA ECUACION No. 8

$$\text{NSEC.} = 10 \log \frac{1}{\tau_T} \left[ \int_0^{\tau} \left\{ \frac{P(t)^2}{P_{\text{Pref}}} \right\} dt \right] \text{ ec. (8)}$$

Integrando la ecuación 8 a diferentes niveles sonoros tenemos:

$$\text{NSEC.} = 10 \log \left[ \tau_1 \text{antilog} \frac{L_{p1}}{10} + \tau_2 \text{antilog} \frac{L_{p2}}{10} + \dots \right. \\ \left. \tau_n \text{antilog} \left( \frac{L_{pn}}{10} \right) \right] - 10 \log \tau_t \text{ ec. (9)}$$

en donde:

NSEC. = nivel sonoro equivalente continuo.

$L_{p1}, L_{p2} \dots L_{pn}$  = nivel sonoro 1, 2 ... n.

$\tau_1, \tau_2 \dots \tau_n$  = tiempo de exposición a los niveles sonoros 1, 2, ... n.

$\tau_t$  tiempo total de la exposición.

El nivel sonoro equivalente continuo, se puede definir como un nivel hipotético en dB (A), que al estar presente durante un tiempo produce los mismos efectos, que distintos niveles LP a lo largo de un período de exposición con una duración total idéntica.

Con el objeto de ejemplificar el uso de estas ecuaciones, se presenta el problema siguiente:

Calcular el nivel sonoro equivalente continuo conociendo los siguientes datos:

T A B L A No. 6

ZONA	NIVEL SONORO	$\tau_i$
1	114 dB (A)	10 min ( 1/6 hora )
2	105 dB (A)	45 min ( 3/4 hora )
3	92 dB (A)	300 min ( 5 horas )

APLICANDO LA ECUACION 9 SE TIENE QUE:

$$\text{NSEC.} = 10 \log \left\{ \left[ \frac{1}{6} \times \text{antilog} (114/10) \right] + \left[ \frac{3}{4} \times \text{antilog} 105/10 \right] + \left[ 5 \times \text{antilog} (92/10) \right] \right\} - 10 \log (5 + 0.75 + 0.166)$$

$$\text{NSEC.} = 10 \log \left[ \frac{1}{6} \times 2.51 \times 10^{11} + \frac{3}{4} \times 3.16 \times 10^{10} + 5 \times 1.58 \times 10^9 \right] - 10 \log 5.916$$

$$\text{NSEC.} = 10 \log \left[ 41.38 \times 10^9 + 23.7 \times 10^9 \right] + 7.9 \times 10^9 - 10(0.772)$$

$$\text{NSEC.} = 10 \log (73.43 \times 10^9) - 7.72$$

$$\text{NSEC.} = 10 (10.886) - 7.72 = 108.66 - 7.72 = 100.94$$

$$\text{NSEC.} = 101 \text{ dB (A)}$$

— Cuando un trabajador se expone a niveles sonoros de diversas magnitudes se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_3}{T_3} + \frac{C_4}{T_4} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \leq 1 \quad \text{ec. (10)}$$

donde: C1, C2, C3, . . . Cn Tiempo de exposición real a los niveles sonoros 1, 2, 3, . . . , n.

T1, T2, T3, . . . Tn Tiempo de exposición permisible a esos niveles sonoros 1, 2, . . . , n.

Para calcular los valores de la dosis, de acuerdo con las normas de la OSHA, se tiene que:

Aplicando la ecuación No. 5

$$T1 = \frac{16}{2 \left( \frac{114-85}{5} \right)} = \frac{16}{2 (29/5)} = \frac{16}{2 (5.8)} = \frac{16}{55.72}$$

$$T1 = 0.2872$$

$$T2 = \frac{16}{2 \left( \frac{105-85}{5} \right)} = \frac{16}{2 (20/5)} = \frac{16}{2 (4)} = \frac{16}{16}$$

$$T2 = 1$$

$$T3 = \frac{16}{2 \left( \frac{92-85}{5} \right)} = \frac{16}{2 (7/5)} = \frac{16}{2 (1.4)} = \frac{16}{2.64} = 6.06$$

$$T3 = 6.06$$

Aplicando la ecuación 10:

$$\frac{0.166}{0.2872} + \frac{0.75}{1} + \frac{5}{6.06} = 0.58 + 0.75 + 0.82 = 2.15$$

$$2.15 \geq 1$$

Existe una sobre exposición:

Calculándolos con el criterio NIOSH - ACGIH, se tiene que:

$$T1 = \frac{16}{2 \left( \frac{114-80}{5} \right)} = \frac{16}{2 \left( \frac{34}{5} \right)} = \frac{16}{2 (6.8)} = \frac{16}{111.43} = 0.144$$

$$T2 = \frac{16}{2 \left( \frac{105-80}{5} \right)} = \frac{16}{2 \left( \frac{25}{5} \right)} = \frac{16}{2 (5)} = \frac{16}{32} = .5$$

$$T3 = \frac{16}{2 \left( \frac{92-80}{5} \right)} = \frac{16}{2 \left( \frac{12}{5} \right)} = \frac{16}{2.4} = \frac{16}{5.27} = 3.031$$

$$\frac{0.166}{0.144} + \frac{0.75}{0.125} + \frac{5}{3.031} = 1.15 + 6 + 1.65 = 8.8$$

$$8.8 \geq 1$$

∴ Existe una sobre exposición.

Ahora bien, surge la pregunta, ¿ cuándo es el sonido continuo y cuándo no ? La respuesta es la siguiente:

El sonido se considera continuo cuando la vibración es de  $\pm 1.5$  dB  $\pm 1.5$  dB ( 100% de energía ).

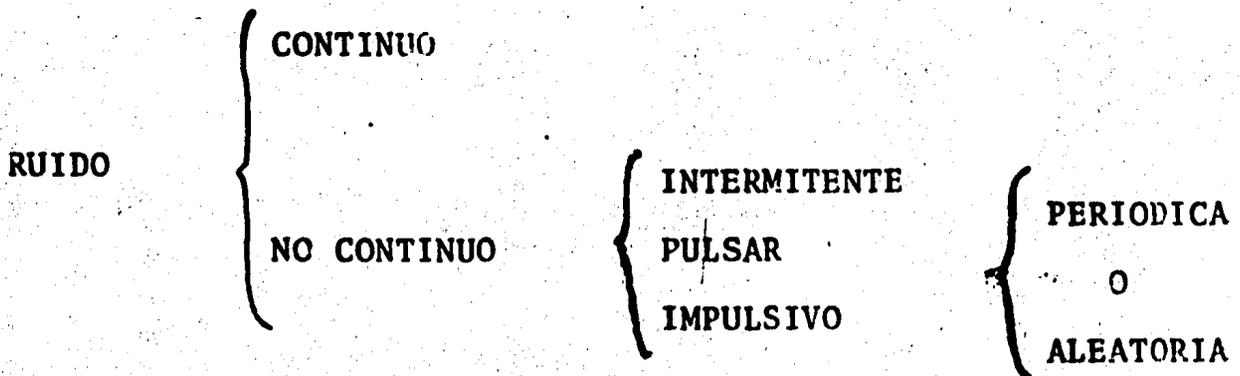
Si el sonido varía hasta en  $\pm 3$  dB y no excede 15 minutos para presentarse se considera intermitente.

Si varía en más de  $\pm 3$  dB y su duración oscila entre 15 minutos y más de 10 milisegundos el ruido es pulsar.

Es impulsivo o por impacto si su duración es inferior a 10 milisegundos.

Si la presentación es cíclica, se denomina periódica. Si no cumple con este compromiso se le llama aleatoria.

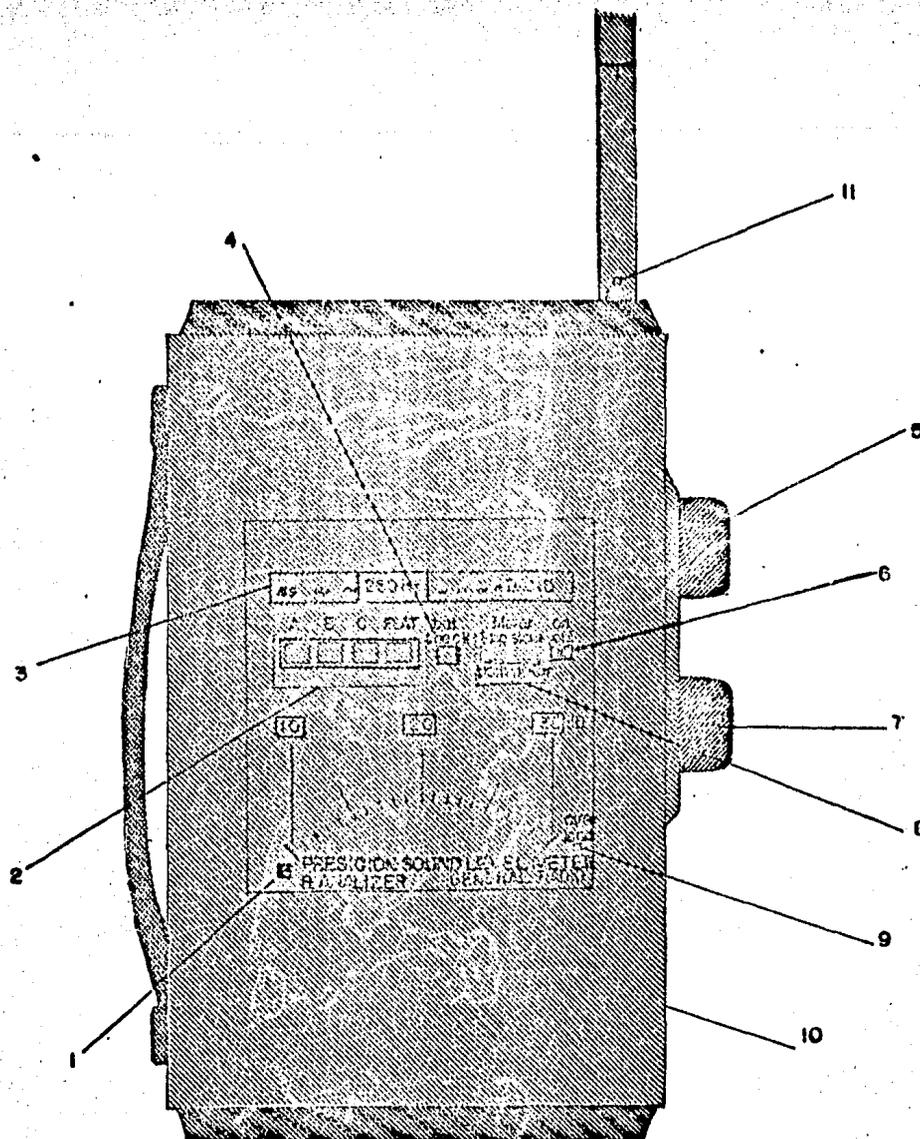
Esquemáticamente se puede representar de la siguiente manera:



Para evaluar los sonidos por impacto, la ACGIH recomienda lo dispuesto en la tabla No. 10.

T A B L A No. 10

RUIDO POR IMPULSO	O IMPACTO
DB (pico)	No impulsos por jornada
140 -----	100 ( $10^2$ )
130 -----	1 000 ( $10^3$ )
120 -----	10 000 ( $10^4$ )



DECIBELIMETRO Y SUS PARTES QUE LO COMPONEN

- 1.- CARATULA.
- 2.- BOTONES PARA BANDAS A, B, C, (FILTROS)
- 3.- INDICADOR DE BANDAS DE OCTAVA.
- 4.- BOTON CHECADOR DE BATERIAS.
- 5.- CAMBIADOR DE BANDAS.
- 6.- BOTON DE ENCENDIDO Y APAGADO.
- 7.- BOTON DE RESPUESTA LENTA O RAPIDA.
- 8.- CAMBIO DE DECIBEL.
- 9.- INDICADOR DE SOBRE CARGA.
- 10.- BOTON PARA IMPULSO O IMPACTO.
- 11.- MICROFONO.

## MEDICION DE LA CAPACIDAD AUDITIVA:

La capacidad auditiva se mide normalmente con un Audiómetro Automático, la persona sometida a prueba, entra en una cabina y se coloca unos audífonos. El Audiómetro realiza la prueba automáticamente, siguiendo un ciclo con el oído izquierdo y luego con el derecho y marca los resultados como se indica en la figura A durante el ciclo de pruebas la máquina presenta un tono de 250 Hz que va aumentando en intensidad hasta que la persona indica oprimiendo un botón. Después de tres o cuatro pruebas con una frecuencia específica pasa a la siguiente más alto y repite la prueba hasta complementar las siete frecuencias ( 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 y 8000 Hz) luego se repiten las pruebas en el otro oído.

Según los resultados de la figura A parece que la persona en cuestión, padece una pérdida neurosensorial, debido no enteramente al ruido. La pérdida del sonido sería sin duda menor a los 8000 Hz. En cuanto a la pérdida conductiva, la depresión aparece en las frecuencias bajas, con poca pérdida en altas frecuencias.

En la figura No. 2 se presenta la Audiometría Automática.

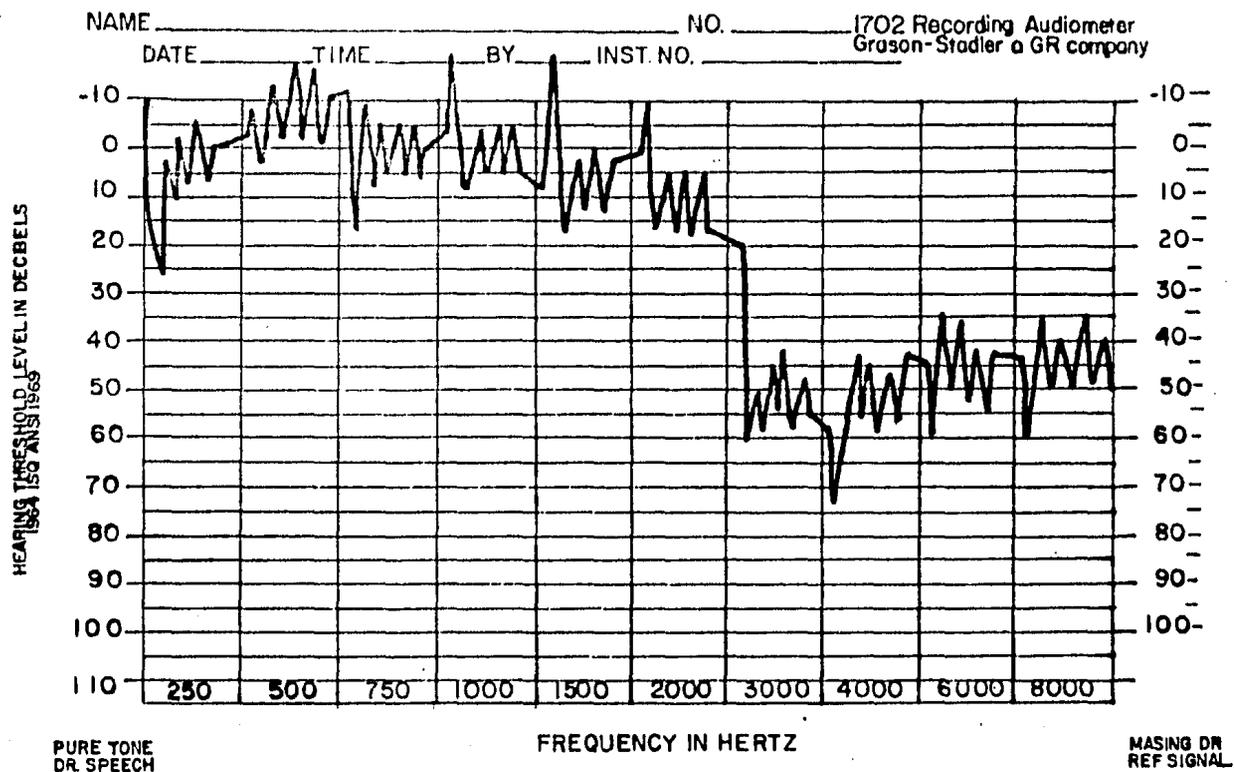


FIGURA NO. 2

MARCO LEGAL

## I N T R O D U C C I O N

Las demandas formuladas por distintos sectores de la población aunadas al indispensable ajuste que requieran los mecanismos para extender los beneficios del sistema, hacía imprescindible una reforma más amplia de la Ley, y posiblemente su completa restructuración.

Los diferentes Artículos, resultado de cuidadosos estudios que desde entonces se han venido realizando, busca dar satisfacción a esas demandas conforme a las posibilidades reales del desarrollo económico del País.

Durante muchos años el movimiento obrero pugnó porque se extendiera la Ley del Seguro Social, cuya expedición había sido declarada de intereses públicos en la Constitución. A pesar de su insistencia y de los diversos proyectos elaborados por el Ejecutivo Federal no se había logrado.

Las relaciones laborales mejor definidas legalmente constituyen el punto de partida para extender los beneficios de la Seguridad Social a otros núcleos económicamente productivos, hasta alcanzar en alguna medida a los grupos e individuos marginados, cuya propia condición les impide participar en los sistemas existentes.

Las sucesivas reformas que se han hecho a la Ley, han tenido el propósito de avanzar hacia una seguridad social que sea integral en el doble sentido de mejorar la protección al núcleo de los trabajadores asegurados y de extenderla a grupos humanos no sujetos a relaciones de trabajo.

La sociedad industrial que México construye no podrá afianzarse ni prosperar si no mejora el nivel de vida de los trabajadores. El Programa de Vivienda Popular y el conjunto de medidas económicas propuestas por el Poder Ejecutivo a la Representación Nacional, son bases de una política armónica cuyas partes estimadas inseparables, particularmente a las que van dando forma a un verdadero Programa Nacional de Bienestar Colectivo.

Entre los logros alcanzados en estas ampliaciones están la Legislación y protección que estas Leyes dan al trabajador respecto a la seguridad en el trabajo y a las indemnizaciones correspondientes en caso de accidente.

Para una conceptual de la problemática del ruido se tratará a continuación el marco legal en el cual está inserto este estudio, dando los Artículos de la Ley Federal del Trabajo y de la Ley del Seguro Social.

## DEL SEGURO DE RIESGOS DE TRABAJO

---

---

### ARTICULO 52

La existencia de estados anteriores tales como idiosincrasias, taras, discrasias, intoxicaciones o enfermedades crónicas, no es causa para disminuir el grado de la incapacidad temporal o permanente, ni las prestaciones que correspondan al trabajador.

### ARTICULO 53

No se considerarán para los efectos de esta Ley, riesgos de trabajo los que sobrevengan por alguna de las siguientes causas:

- I. Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador en estado de embriaguez.
- II. Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador bajo la acción de algún psicotrópico, narcótico o droga enervante, salvo que exista prescripción suscrita por médico titulado y que el trabajador hubiera exhibido y hecho del conocimiento del patrón lo anterior.
- III. Si el trabajador se ocasiona intencionalmente una incapacidad o lesión por sí o de acuerdo con otra persona.
- IV. Si la incapacidad o siniestro es el resultado de alguna riña o intento de suicidio.
- V. Si el siniestro es resultado de un delito intencional del que fuere responsable el trabajador asegurado.

### ARTICULO 54

En los casos señalados en el artículo anterior se observarán las normas siguientes:

- I. El trabajador asegurado tendrá derecho a las prestaciones consignadas en el ramo de enfermedades y maternidad o bien a la pensión de invalidez señalada en esta Ley, si reúne los requisitos consignados en las disposiciones relativas.

- II. Si el riesgo trae como consecuencia la muerte del asegurado, los beneficiarios legales de éste tendrán derecho a las prestaciones en dinero que otorga el presente capítulo.

#### ARTICULO 57

El asegurado que sufra algún accidente o enfermedad de trabajo, para gozar de las prestaciones de dinero a que se refiere este capítulo, deberá someterse a los exámenes médicos y a los tratamientos que determine el Instituto, salvo cuando exista causa justificada.

#### ARTICULO 58

El patrón deberá dar aviso al Instituto del accidente o enfermedad de trabajo, en los términos que señale el reglamento respectivo.

Los beneficiarios del trabajador incapacitado o muerto, o las personas encargadas de representarlos, podrán denunciar inmediatamente al Instituto el accidente o la enfermedad de trabajo que haya sufrido. El aviso también podrá hacerse del conocimiento de la autoridad de trabajo correspondiente, la que, a su vez, dará traslado del mismo al Instituto.

#### ARTICULO 62

Los riesgos de trabajo pueden producir:

- I. Incapacidad temporal.
- II. Incapacidad permanente parcial.
- III. Incapacidad permanente total.
- IV. Muerte.

Se entenderá por incapacidad temporal, incapacidad permanente parcial e incapacidad permanente total, lo que al respecto disponen los artículos relativos de la Ley Federal del Trabajo.

#### ARTICULO 65

El asegurado que sufra un riesgo de trabajo tendrá derecho a las siguientes prestaciones en dinero:

- I. Si lo incapacita para trabajar recibirá mientras dure la inhabilitación, el ciento por ciento de su salario sin que pueda exceder del máximo del grupo en el que estuviese inscrito. Los asegurados del Grupo W recibirán un subsidio igual al salario en que coticen. El goce de este subsidio se otorgará al asegurado entre tanto no se declare que se encuentra capacitado para trabajar, o bien se declare la incapacidad permanente parcial o total, en los términos del reglamento respectivo.
- II. Al ser declarada la incapacidad permanente total del asegurado, éste recibirá una pensión mensual de acuerdo con la siguiente tabla:

## SALARIO DIARIO

GRUPO	MAS DE	PROMEDIO	HASTA	PENSION MENSUAL
M	\$ -----	\$ 45.00	\$ 50.00	\$ 1,080.00
N	50.00	60.00	70.00	1,440.00
O	70.00	75.00	80.00	1,800.00
P	80.00	90.00	100.00	2,025.00
R	100.00	115.00	130.00	2,587.50
S	130.00	150.00	170.00	3,375.00
T	170.00	195.00	220.00	4,095.00
U	220.00	250.00	280.00	5,250.00
W	280.00			

Los trabajadores inscritos en el grupo W, tendrán derecho a recibir una pensión mensual equivalente al setenta por ciento del salario en que estuvieren cotizando. En el caso de enfermedad de trabajo se tomará el promedio de las cincuenta y dos últimas semanas de cotización, o las que tuviere si su aseguramiento fuese por un tiempo menos.

Los trabajadores incorporados al sistema de porcentaje sobre el salario conforme al artículo 47 de esta Ley, percibirán pensión equivalente, en los siguientes términos:

El ochenta por ciento del salario cuando éste sea hasta de \$ 80.00 diarios, el setenta y cinco por ciento cuando alcance hasta \$ 170.00 diarios y el setenta por ciento para salarios superiores a esta última cantidad.

III. Si la incapacidad declarada es permanente parcial, el asegurado recibirá una pensión calculada conforme a la tabla de valuación de incapacidad contenida en la Ley-Federal del Trabajo, tomando como base el monto de la pensión que correspondería a la incapacidad permanente total. El tanto por ciento de la incapacidad se fijará entre el máximo y el mínimo establecidos en dicha tabla teniendo en cuenta la edad del trabajador, la importancia de la incapacidad, si ésta es absoluta para el ejercicio de su profesión aún cuando quede habilitado para dedicarse a otra, o que simplemente hayan disminuido sus aptitudes para el desempeño de la misma o para ejercer actividades reenumeradas semejantes a su profesión u oficio.

Si la valuación definitiva de la incapacidad fuese de hasta el 15%, se pagará al asegurado, en sustitución de la pensión, una indemnización global equivalente a cinco anualidades de la pensión que le hubiese correspondido.

IV. El Instituto otorgará a los pensionados por incapacidad permanente total y parcial con un mínimo de cincuenta por ciento de incapacidad, un aginaldo anual equivalente a quince días del importe de la pensión que perciban.

\* Esta cotización de salarios fué obtenida de la Ley del Seguro Social de 1982 la cual se encuentra vigente.

#### ARTICULO 75

Las pensiones por incapacidad permanente total o parcial, con un mínimo del 50% de incapacidad, serán revisadas e incrementadas anualmente.

## ARTICULO 86

Los capitales constitutivos se integran con el importe de alguna o algunas de las siguientes prestaciones:

- I. Asistencia médica.
- II. Hospitalización.
- III. Medicamentos y material de curación.
- IV. Servicios auxiliares de diagnóstico y de tratamiento.
- V. Intervenciones quirúrgicas.
- VI. Aparatos de prótesis y ortopedia.
- VII. Gastos de traslado del trabajador accidentado y pago de viáticos en su caso.
- VIII. Subsidios pagados.
- IX. En su caso, gastos de funeral.
- X. Indemnizaciones globales en sustitución de la pensión, en los términos de la última parte de la Fracción III del Artículo 65 de esta Ley.
- XI. Valor actual de la pensión, que es la cantidad calculada a la fecha del siniestro y que, invertida a una tasa anual de interés compuesto del cinco por ciento, sea suficiente, la cantidad pagada y sus intereses, para que el beneficiario disfrute la pensión durante el tiempo a que tenga derecho a ella, en la cuantía y condiciones aplicables que determina esta Ley, tomando en cuenta las probabilidades de reactividad, de muerte y de reingreso al trabajo, así como la edad y sexo del pensionado.

## ARTICULO 90

El Instituto llevará a cabo las investigaciones que estime convenientes sobre riesgos de trabajo y sugerirá a los patronos las técnicas y prácticas convenientes a efecto de prevenir la realización de dichos riesgos.

## ARTICULO 91

Los patronos deben cooperar con el Instituto en la prevención de los riesgos de trabajo, en los términos siguientes:

- I. Facilitarle la realización de estudios e investigaciones.
- II. Proporcionarle datos e informes para la elaboración de estadísticas sobre riesgos de trabajo.
- III. Colaborar en el ámbito de sus empresas a la difusión de las normas sobre prevención de riesgos de trabajo.

R I E S G O S   D E   T R A B A J O

---



---

Artículo 473. Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Comentario. Se contribuye el concepto de riesgo profesional por el riesgo de trabajo, que la doctrina extranjera utiliza para concluir en éste los accidentes y enfermedades que sufran los trabajadores en el desempeño de sus labores y con motivo de éstas. No tiene mayor importancia el cambio terminológico.

Artículo 474. Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo de trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste. Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar de trabajo y de éste a aquél.

AFICIONES DERIVADAS DE LA FATIGA INDUSTRIAL.

Artículo 156. Hipoacusia y sordera: trabajadores expuestos a ruidos y trepidaciones, como laminadores, trituradores de metales, tejedores, coneros y trocileros, herreros, remachadores, telegrafistas, radiotelegrafistas, telefonistas, aviadores, probadores de armas y municiones

Artículo 477. Cuando los riesgos se realizan pueden producir:

I. Incapacidad temporal.

II. Incapacidad permanente parcial.

III. Incapacidad parmanente total

IV. La muerte.

Artículo 478. Incapacidad temporal es la pérdida de facultades o aptitudes que imposibilita parcial o totalmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo.

Artículo 483. Las indemnizaciones por riesgos de trabajo que produzcan incapacidades, se pagarán directamente al trabajador.

En los casos de incapacidad mental, comprobados ante la Junta, la indemnización se pagará a la persona o personas, de las señaladas en el artículo 501, a cuyo cuidado quede; en los casos de muerte del trabajador, se observará lo dispuesto en el artículo 115.

COMENTARIO: Como el salario, las indemnizaciones deben pagar se directamente al trabajador; sólo en los casos de imposibilidad material podrá efectuarse el pago por medio de carta poder suscrita por dos testigos, pero deberán tomarse todas las precauciones necesarias para evitar fraudes en perjuicio del trabajador. El apoderado deberá prestar ante la Junta de Conciliación y Arbitraje a los testigos para la autenticidad del mandato.

Artículo 487. Los trabajadores que sufran un riesgo de trabajo tendrán derecho a:

- I. Asistencia médica y quirúrgica.
- II. Rehabilitación.
- III. Hospitalización, cuando el caso lo requiera.
- IV. Medicamentos y material de curación.
- V. Los aparatos de prótesis y ortopedia necesarios.
- VI. La indemnización fijada en el presente Título.

Artículo 488. El patrón queda exceptuado de las obligaciones que determina el artículo anterior, en los casos y con las modalidades siguientes:

- I. Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador en estado de embriaguez.
- II. Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador bajo la acción de algún narcótico o droga enervante, salvo que exista prescripción médica y que el trabajador hubiese puesto el hecho en conocimiento del patrón y le hubiese -- prestado la prescripción suscrita por el médico.
- III. Si el trabajador se ocasiona intencionalmente una lesión por sí solo o de acuerdo con otra persona.
- IV. Si la incapacidad es el resultado de alguna riña o intento de suicidio.

El patrón queda en todo caso obligado a prestar los primeros auxilios y a cuidar el traslado del trabajador a su domicilio o a un centro médico.

Artículo 491. Si el riesgo produce al trabajador una incapacidad temporal la indemnización consistirá en el pago íntegro del salario que deje de percibir mientras subsista la imposibilidad de trabajar. Este pago se hará desde el primer día de la incapacidad.

Si a los tres meses de iniciada una incapacidad no ésta el trabajador en aptitud de volver al trabajo, él mismo o el patrón podrá pedir, en vista de los certificados médicos respectivos, de los dictámenes que se rindan y de las pruebas conducentes, se resuelva si debe seguir sometido al mismo tratamiento médico y gozar de igual indemnización o procede declarar su incapacidad permanente con la indemnización a que tenga derecho. Estos exámenes podrán repetirse cada tres meses. El trabajador percibi

rá su salario hasta que se declare su incapaci-  
dad permanente y determine la indemnización a  
 que tenga derecho.

COMENTARIO: Tratándose de riesgos de trabajo que originen-  
 incapacidad temporal, tendrá aplicación de re-  
 gla general contenida en el artículo 484, con-  
 formada por el precepto que se comenta en cuan-  
 to que la base para la indemnización será el -  
 salario diario, o sea, se le pagará al trabaja-  
 dor íntegramente los salarios que deje de per-  
 cibir mientras subsista la incapacidad de tra-  
 bajo. En consecuencia no rigen las disposicio-  
 nes contenidas en el artículo 486. En este sen-  
tido se ha pronunciado la doctrina jurispruden-  
cial.

Artículo 492. Si el riesgo produce al trabajador una incapa-  
 sidad permanente parcial, la indemnización con-  
sistirá en el pago del tanto por ciento que fi-  
ja la tabla de valuación de incapacidades, cal-  
culado sobre el importe que debería pagarse si  
 la incapacidad hubiese sido permanente total .  
 Se tomará el tanto por ciento que corresponda-  
 entre el máximo y el mínimo establecidos, to-  
 mando en consideración la edad del trabajador,  
 la importancia de la incapacidad y la mayor o  
 menor aptitud para ejercer actividades renume-  
 radas, semejantes a su profesión u oficio. Se  
 tomará asimismo en consideración si el patrón-  
 se a preocupado por la reeducación del trabaja-  
 dor.

LOS EFECTOS DEL RUIDO

EN EL HOMBRE

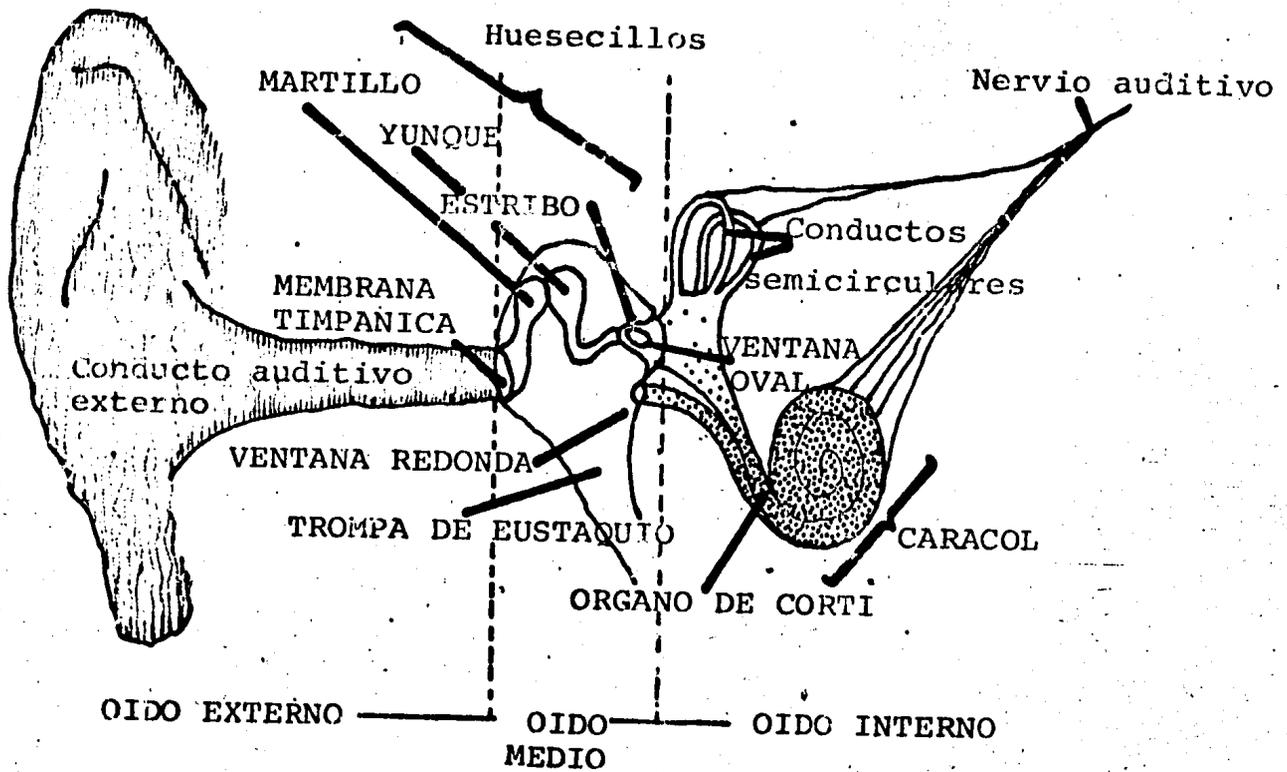
El sentido en el cual recae la percepción a la vibración mecánica de las ondas sonoras en el aire es el de la audición, para poder entender los efectos tema de estudio de este capítulo nos interiorizaremos en el sentido de la audición y de su fisiología.

El oído es el receptor de las ondas sonoras, éste discrimina las frecuencias y, finalmente, transmite información auditiva hacia el sistema nervioso central.

La transmisión de sonido desde la membrana timpánica al caracol, se desarrolla como proceso primario, la membrana timpánica tiene forma cónica, con su cavidad hacia abajo, en dirección del conducto auditivo, esta posición superior de la membrana timpánica evita que objetos sólidos caigan sobre ella. Unido al centro de la membrana timpánica está el mango del martillo, donde el martillo se halla firmemente unido por su otro extremo al yunque, de manera que siempre que el martillo se mueve el yunque hace lo mismo. El extremo opuesto del yunque se articula con el fallo del estribo y la base del estribo apoya en la abertura de la ventana oval, donde los sonidos son transmitidos al oído interno, o sea el caracol.

Los huesecillos del oído medio están unidos por ligamentos, de manera que el martillo y el yunque actúan juntos como una sola palanca que tiene su punto de apoyo aproximadamente en el borde de la membrana. La voluminosa cabeza del martillo que se ha-

FIGURA 1 EL OIDO



lla en la parte opuesta de la palanca del mango, equilibra casi exactamente en el extremo de la palanca, de manera que los cambios de posición del cuerpo no aumentan ni disminuyen la tensión de la membrana timpánica. (Ver figura no. 1)

La articulación del yunque con el estribo hace que este último gire hacia atrás cada vez que el mango del martillo se mueve hacia adentro y hacia adelante cada vez que el martillo va hacia afuera, lo cual provoca el desplazamiento hacia adentro y hacia afuera de la base a nivel de la ventana oval.

El mango del martillo es impulsado constantemente hacia aden-

tro, lo cual conserva a la membrana timpánica constantemente tensa. Esto permite que las vibraciones sonoras en cualquier porción de la membrana timpánica sean transmitidas al martillo, cosa que no ocurriría si no estuviera tensa.

Cuando sonidos muy intensos son transmitidos a través del sistema de huesecillos hacia el sistema nervioso central, después de un período de latencia de solo 10 milésimas de segundo se produce un reflejo que origina contracción de los músculos del estribo y tensor del tímpano tira del mango del martillo hacia adentro, mientras que el músculo del estribo tira de este hueso hacia fuera. Esto hace que las dos fuerzas se opongan entre sí y, por lo tanto, permitiendo que todo el sistema de huesecillos logre mucha rigidez, disminuyendo considerablemente la transmisión de sonido para el caracol.

La función de este mecanismo estriba, en parte en permitir la adaptación del oído a los sonidos de intensidades diferentes, en parte a proteger al caracol de lesiones que pudieran lesionarlo por ruidos excesivamente intensos.

Dentro del caracol y en la membrana basilar se halla una estrutura, el órgano de Corti, que contiene una serie de células mecánicamente sensibles, las células pilosas. Estos son los órganos terminales receptivos que generan impulsos nerviosos en respuesta a vibraciones sonoras.

Como todo sentido del cuerpo humano tiene una ingerencia y conjunción con el sistema nervioso, esto se tratará y analizará en los efectos que se verán a continuación.

Los efectos del ruido pueden clasificarse por muchos atributos, pero se han seleccionado algunos de ellos, que a continuación se enuncian:

EFFECTOS FISIOLÓGICOS

EFFECTOS PSICOLÓGICOS

EFFECTOS EN LA COMUNICACION

OTROS EFFECTOS

Para mayor comprensión de la problemática que acarrea un medio ambiente ruidoso, se procederá a desglosar los efectos citados con anterioridad.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS

El ruido puede afectar a la fisiología del cuerpo humano de tres importantes maneras:

En los sistemas internos del cuerpo

En el umbral de audición

En el patrón del sueño

Los sistemas internos del cuerpo humano se definen como aque-

llos sistemas que son esenciales para la vida, por ejemplo: sistema cardio vascular (corazón, arterias, venas), sistema gastrointestinal (estómago, intestinos), neuronas (nervios), músculo esquelético (músculos, huesos) y el sistema endócrino (glándulas). El estímulo del ruido en las fibras del oído pueden indirectamente afectar a estos sistemas. Con altos niveles de ruido se estrechan las venas, se incrementan de igual forma el pulso y la respiración, provocando tensión y fatiga, pudiendo causar mareos y pérdida del balance, sin embargo, estos efectos son temporales y ocasionan que el proceso de adaptación ocurra; esta adaptación es en sí misma un indicativo de una alteración en las funciones corporales y es por lo tanto indeseable.

Se conocen estudios como los realizados por Jansen (1959) con cerca de 1400 trabajadores con actividades varias y a quienes se examinaron a lo largo del estudio en sus funciones fisiológicas. Los trabajadores fueron clasificados en dos grupos acorde a la exposición al nivel del ruido. Un grupo era el expuesto hasta 80 dB, y el otro de 100 dB y por encima de este nivel. La diferencia en las alteraciones de las respuestas cardíacas entre estos dos grupos fue estadísticamente significativa. Sin embargo, la distribución de severidad de los síntomas no fueron reportados.

En lo que respecta al umbral de audición, que se define como el más bajo o alto nivel de ruido que se puede oír, el oído puede verse afectado cuando escuche un sonido mas allá de lo normal,

pudiendo ser el daño parcial o total. El ruido puede causar pérdidas temporales o permanentes en la audición y tintineos. Los efectos temporales son aquellos en los cuales el oído recobra relativamente pronto su propiedad auditiva, después de pasar el sonido. Es evidente que la pérdida de la audición es desde calquier punto de vista indeseable, llámese social, económico, psicológico y fisiológico.

Se define el patrón del sueño como aquella condición natural recurrente regularmente de descanso, esencial para un cuerpo humano normal para su mantenimiento y recuperación. El ruido puede afectar la profundidad, continuidad, duración y el valor recuperativo del sueño. El rompimiento o carencia del sueño trae como resultados la irritabilidad, conductas irracionales y somnolencia, la fatiga es consecuencia también de una profundidad en el sueño no adecuado.

La exposición a altos niveles de ruido tienen efectos potenciales en el detrimento de la labor de un trabajador con índices altos de accidentes y ausentismo, esta exposición causa un stress general.

En los trabajos de precisión que requieren un control visual, el ruido puede ejercer una influencia nociva tan pronunciada que obligue al individuo a reajustar continuamente su distancia focal por las respuestas pupilares que se generan en ambientes ruidos. El rendimiento por ejemplo, de los choferes, torneros,

soldadores, etc., se ve afectado.

Estudios efectuados sobre el ruido y su afectación en la pupila muestran el grado de la respuesta pupilar en función de la intensidad del ruido, al igual que el caso de las respuestas circulatorias, se observa una reacción ligera con dilatación pupilar del 10% a 75 dB mientras que reacciones intensas aparecen a 95 dB con dilatación pupilar del 35%, así mismo, impulsos sonoros alternos de 75 dB y 95 dB aplicados cada 20 seg. provocaron modificaciones del tamaño pupilar síncronas con la intensidad del ruido.

#### EFECTOS PSICOLOGICOS

El ruido puede afectar la estabilidad mental con su consecuente respuesta psicológica (fastidio, ansiedad, angustia, etc.).

La estabilidad mental es la habilidad individual de la función mental o de actuar en una forma normal. Se está generalmente de acuerdo en que el ruido no causa enfermedades mentales o problemas conductuales, pero es predominante el impacto en las respuestas psicológicas tales como, la cólera, irritabilidad, incremento de nerviosismo y otras molestias.

Derivada de la pérdida permanente o reducción de la audición existen problemas psicológicos asociados, que hacen que la persona afectada se aisle de la realidad en que vivía, en este tipo

de casos se recomiendan las entrevistas psiquiátricas, tests psicológicos con su medición, etc., para poder reintegrar a un trabajador al medio de trabajo.

#### OTROS EFECTOS

Los efectos en la comunicación cara a cara vía oral se acentúan cuando está presente el ruido, es decir se pierde la habilidad de dar y recibir información, señales o mensajes sin instrumento alguno; es importante su análisis dado que se trata de una actividad esencial. Interferencia temporal o interrupción durante las fases de la actividad humana pueden molestar y peligrar el bienestar personal. En situaciones donde la comunicación verbal es usada para el desarrollo de una actividad que pone en alerta al trabajador, predispone a un medio ambiente que pudiendo no ser peligroso lo ánima.

El efecto en el desarrollo del trabajo es el asociado con las perturbaciones que se sufren en desarrollo mecánico y/o mental de tareas. El ruido puede afectar en:

El incremento de una tensión muscular que interferirá con el movimiento.

El lapso de atención o diversificación de la atención de una tarea encomendada.

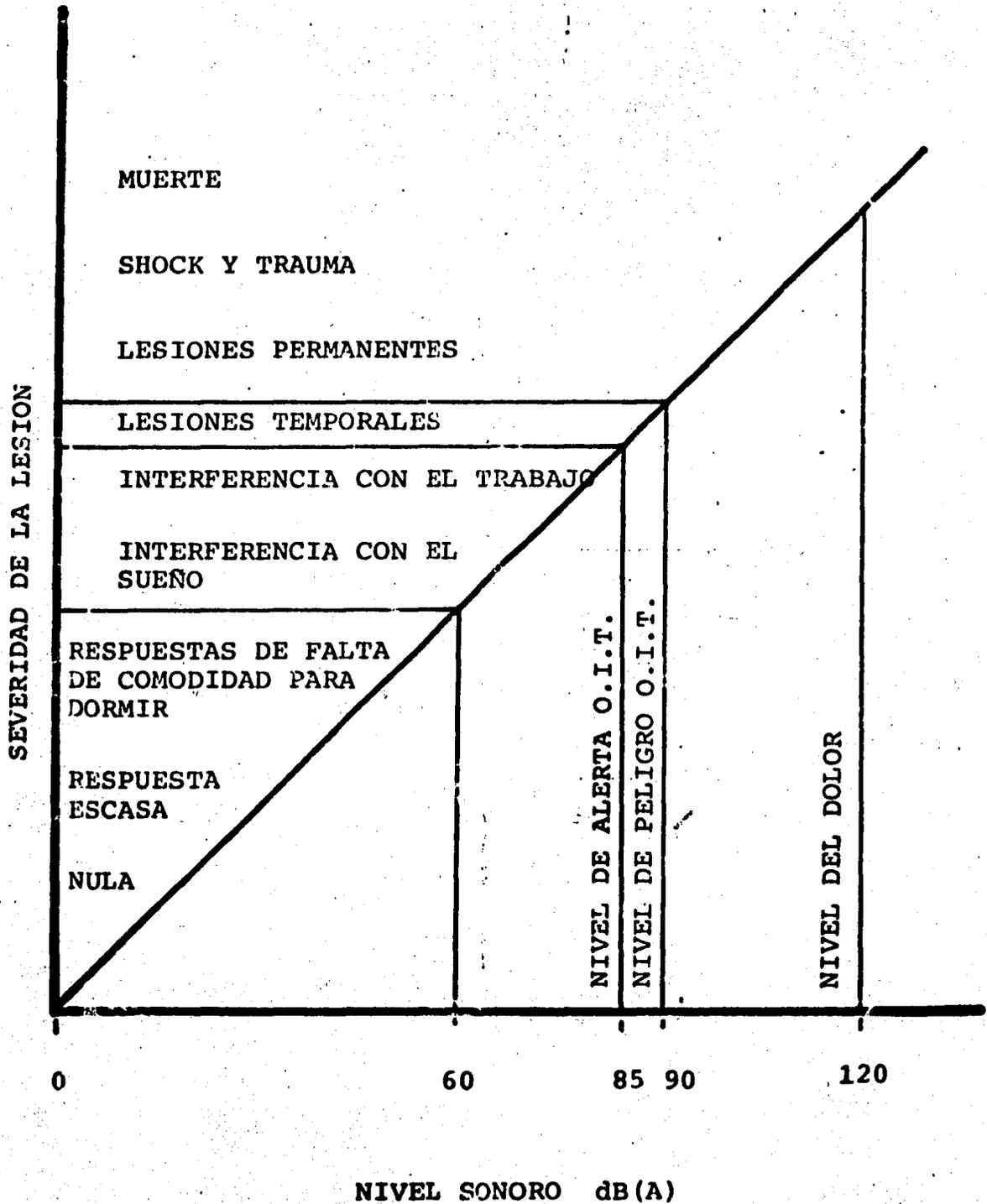
En la necesidad de señales audibles.

En la respuesta inmediata en condiciones de alto nivel de ruido.

Los trabajos donde el esfuerzo mental no requiere concentración son menos susceptibles a la afectación por ruido, así como en actividades rutinarias. El impacto mayor se resiente en actividades de análisis y resolución de problemas creativos, donde la concentración es primordial, por esta razón, se recomienda que el área de oficinas queden independientes de las instalaciones fabriles.

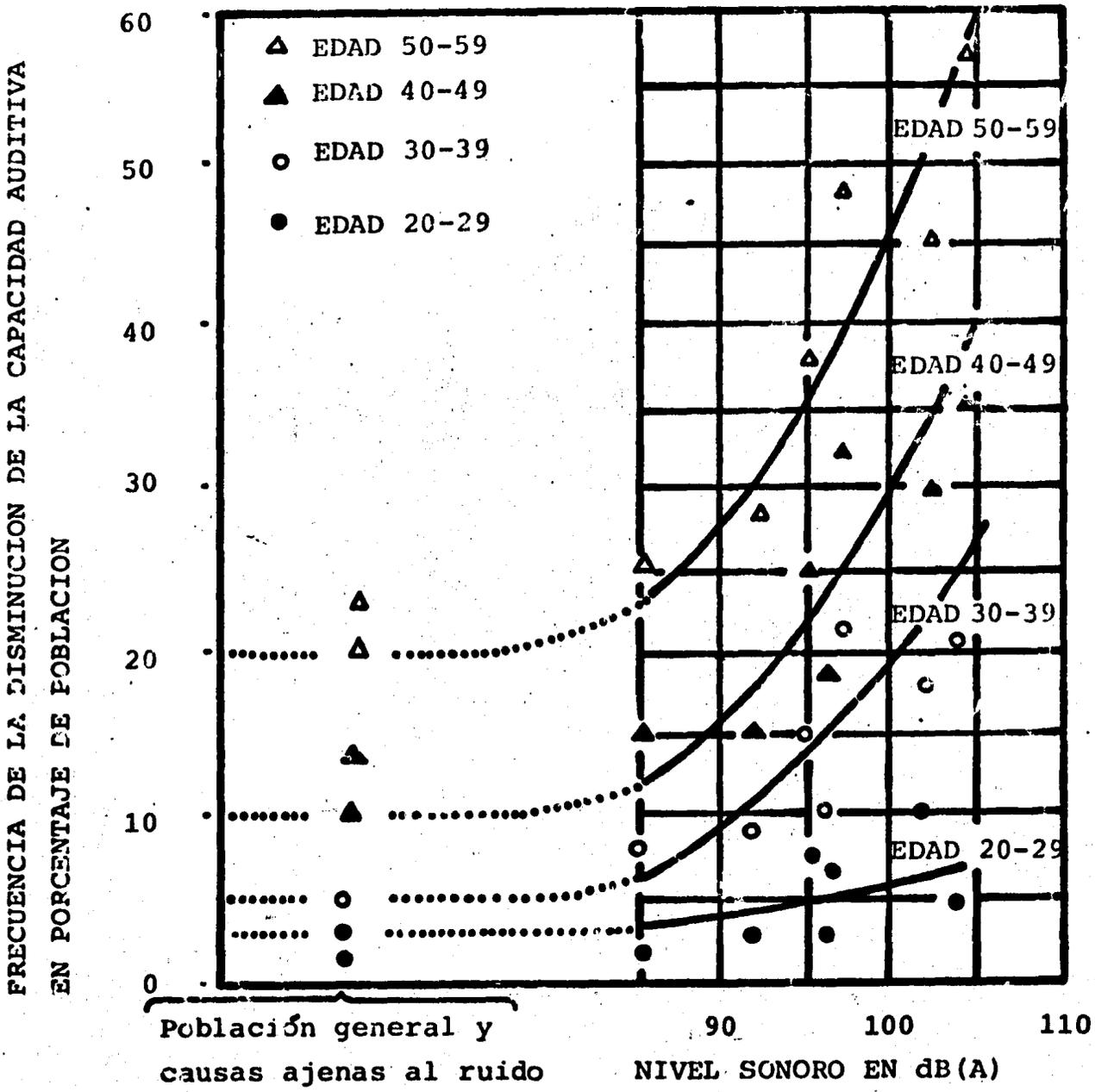
En la figura 2 se presenta una serie de efectos en función de diferentes niveles sonoros, considerando 8 horas de trabajo efectivo en una semana laboral de 40 horas. Este diagrama fué elaborado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

FIGURA 2 SEVERIDAD DE LAS LESIONES CONTRA NIVEL SONORO



En la figura 3 se muestra el trabajo del Comité Mixto para el Control del Ruido, que resume la incidencia que poseen la edad y la magnitud de la exposición al ruido durante la vida activa, respecto a la pérdida de una parte considerable de la capacidad auditiva. Cabe aclarar que el muestreo se realizó en diferentes niveles socioeconómicos, lo cual dió como resultado, que el 20% de la población cuya edad oscila entre 50 y 59 años experimentaron una disminución de la capacidad auditiva del orden del 15% con una incertidumbre de un 2% sin que en ellos haya exposición alguna a los ruidos de origen industrial; por el contrario, aquellas personas que estuvieron expuestas al ruido industrial, mostraron un grado mayor de incidencia del proceso de disminución de la capacidad auditiva, como se presenta en la gráfica.

FIGURA 4 FRECUENCIA DE LA CAPACIDAD AUDITIVA EN LA POBLACION TOTAL Y EN GRUPOS SELECCIONADOS POR EDADES Y POR EL TIPO DE EXPOSICION A LOS RUIDOS INDUSTRIALES



CONTROL DEL RUIDO

A toda causa corresponde una serie de efectos que podemos clasificar en positivos y negativos. La existencia de estos efectos pueden ser fácilmente observados en cualquier aspecto de una acción o reacción. La palabra control se puede definir en términos de estadalidad de la causa, de la manera siguiente:

Control es una operación tendiente a evitar los efectos negativos de una causa.

Dada una causa tal que presente condiciones de invariancia, la introducción del control puede llegar a evitar su efecto negativo, permitiendo en cambio sus efectos positivos. El control es una medida preventiva, independiente de la causa en si; es decir el control muchas veces no tiende a la supresión de la causa; pero si a la manipulación del efecto.

El primer paso en el establecimiento de un método de control consiste en averiguar cuales son todos los efectos que producen la causa para posteriormente evaluar y clasificar en positivos y negativos, y esto nos dara la pauta para determinar cual es el método más apropiado para eliminarlos.

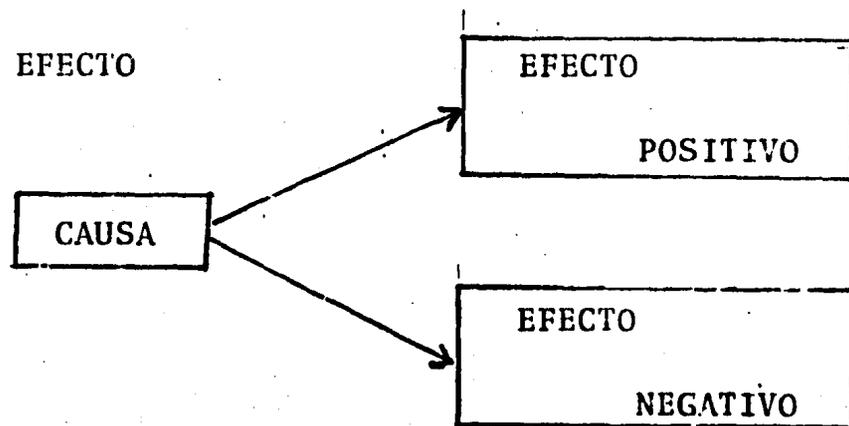
El control puede ser efectivo o inefectivo independientemente de la causa en si; para que el control sea efectivo es necesario que esté adecuado a la causa que lo produce y además que esté orientado a la supresión de los efectos negativos sin modificar los efectos positivos.

En la figura No. 1

Se muestra por medio de un diagrama de bloques los diversos elementos que intervienen en el control y su significado. Como se muestra a continuación.

Figura No. 1

## ESQUEMA CAUSA Y EFECTO



El problema del control del ruido en la industria tienen dos aspectos preponderantes:

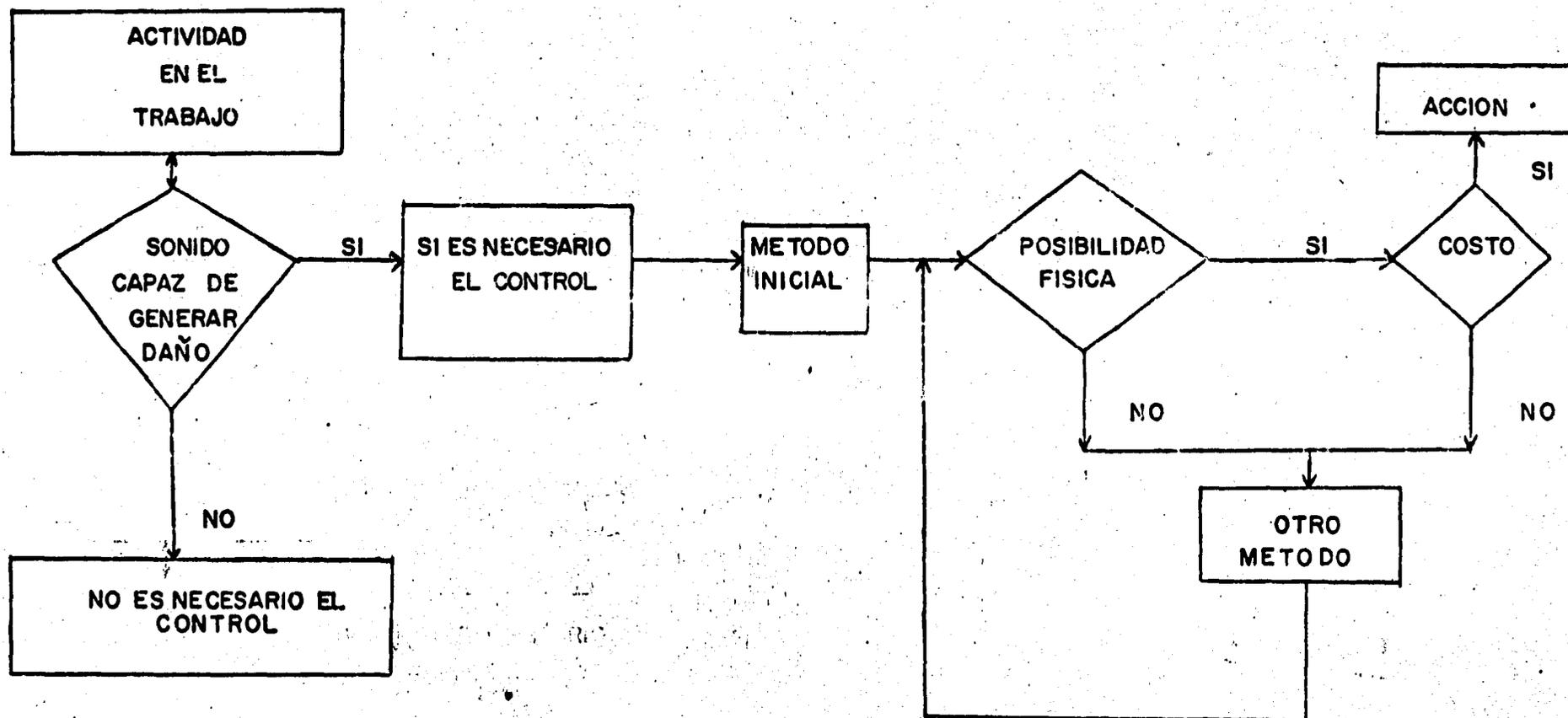
1.- Es su fundamentación o sea el establecimiento de una razón poderosa para realizar el control.

2.- El método en la solución del problema en general.

En la figura No. 2 se esquematiza mediante el uso de un diagrama el esquema general del control.

Debe de observarse que el sonido es producto del propio trabajo, sino hay trabajo no se produce ruido. La supresión total del ruido en una industria implicaría necesariamente la eliminación total laboral. Salvo ciertas excepciones, como algunos trabajos netamente intelectuales, el ruido es manifestación del trabajo de manera tal que a mayores esfuerzos físicos (maquinaria más grande y más pesada) es mayor el nivel sonoro productivo; podemos concluir que la generación del sonido es una condición propia e inherente al trabajo no intelectual.

FIGURA No. 2  
ESQUEMA GENERAL DEL CONTROL.

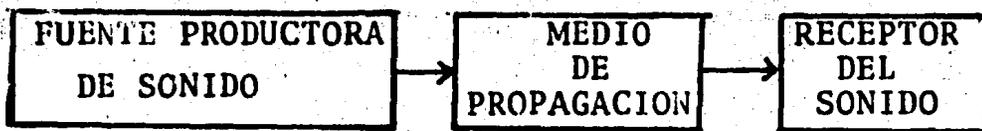


La elección del método de control determina en íntima relación con el estudio del fenómeno sonoro, recordando que de acuerdo con el aspecto sintético del sonido, éste puede ser reconocido en una distribución de acuerdo a; su frecuencia, al tiempo de presentación y a la energía generada por él.

La variación del contenido de energía de el fenómeno en función de su frecuencia es llamado espectro.

En la figura No. 3 representamos por medio de un diagrama de bloques el fenómeno sonoro.

Fig. No. 3 F E N O M E N O S O N O R O



De acuerdo con el diagrama anterior, se puede pensar que la eliminación de cualquiera de los 3 elementos, podría ser un método de control, ya que antes aseguramos que la supresión de la causa no es control, de manera tal que si fuera posible efectuar dicha supresión, ese método no sería control, a continuación se verá la invalidez de su proposición desde un punto de vista práctico, al menos desde una observación de tipo general.

La eliminación de la fuente implica necesariamente la supresión de la actividad que ella genera. En muchos manuales de control del sonido se señala que la supresión de la fuente es una de las mejores formas de control. Sin lugar a dudas, se refieren no a la supresión total, sino a otra fuente cuyo nivel de presión acústica generado sea inferior.

Por tanto, la eliminación de la fuente, es un acto absurdo.

La eliminación del medio es físicamente imposible. El sonido provocado por una máquina tiene dos medios de propagación; uno aéreo formado por el aire que lo rodea y otro sólido a través del suelo en donde la máquina se encuentra cimentada o ejerciendo su acción. Suponiendo que se pudiera operar en el vacío, la su presión del piso es imposible y todo el sonido generado sería transmitido por el medio sólido.

Finalmente, la supresión absoluta del receptor (operador de los equipos), implicaría que el trabajador no estuviera nunca en íntimo contacto con ellos. Al efectuarse este contacto, aunque sea por unos minutos ó por una vía indirecta, se nota la imposibilidad de la supresión del receptor en forma absoluta. Sin embargo, la supresión parcial es un método de control que será estudiando posteriormente.

Con la eliminación de los elementos básicos del fenómeno sonoro es realizable, puede efectuarse con ellos un control, es decir, la supresión no de los elementos en si, sino de los factores negativos que influyen en ellos. Así pues, el control puede efectuarse en tres formas gerarquizadas de la manera siguiente:

- 1.- CONTROL DE LA FUENTE.
- 2.- CONTROL EN EL MEDIO.
- 3.- CONTROL EN EL RECEPTOR.

## C O N T R O L     D E     L A     F U E N T E

Para nuestro caso, una fuente es un elemento estático que genera sonidos por vibraciones internas y que las comunica al exterior

por medio del aire o por propagación indirecta a todos los elementos que lo rodean.

Se debe distinguir los dos elementos en estudio:

- 1.- La forma por la cual se genera el sonido.
- 2.- Las partes de la fuente causantes del sonido.

A la forma por la cual se genera el sonido en la fuente se le dá el nombre de CAUSA, a las partes de la fuente que causa el sonido se les denomina GENERADORES.

Es importante destacar que la naturaleza del control obedece esencialmente a la causa y que solamente una forma de control envuelve a los generadores.

Esto, es el estudio de las causas es primordial para conocer la naturaleza del control.

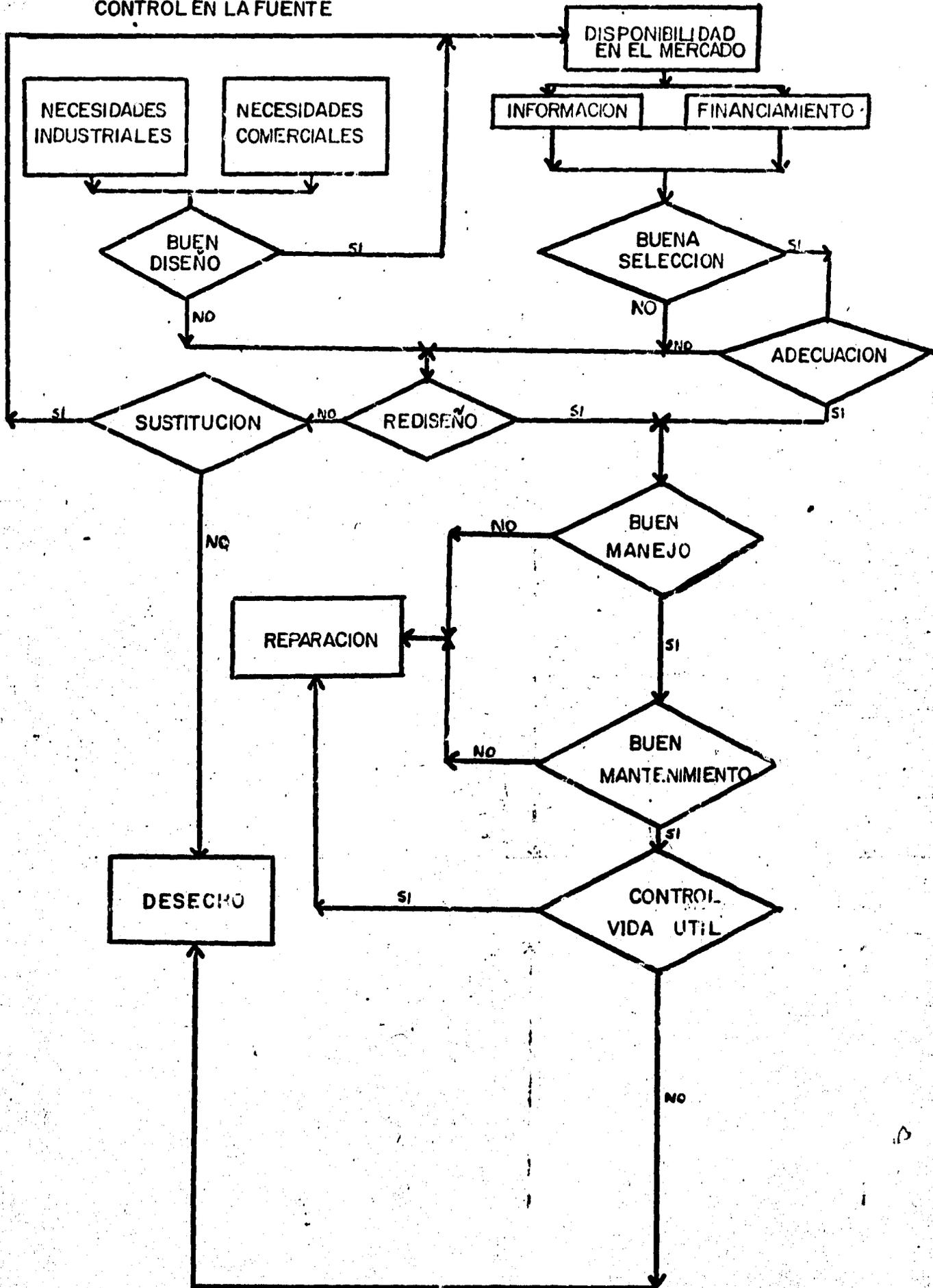
El sonido es consecuencia de una vibración, por tanto, se puede generar de formas muy diferentes de acuerdo con el elemento vibrátil.

Se dice así, que las causas del sonido pueden ser de cinco tipos ó clases:

- 1.- MECANICAS
- 2.- NEUMATICAS
- 3.- EXPLOSIONES O IMPLOSIONES
- 4.- HIDRAULICAS
- 5.- MAGNETICAS

A continuación se muestra en la siguiente Figura No. 4 el control de la fuente:

FIGURA No.4  
CONTROL EN LA FUENTE



## C O N T R O L D E P R O C E S O :

En la mayoría de los manuales del control del sonido existe una marcada tendencia en confundir dos conceptos, el control de la fuente y el control de proceso, la diferencia entre ambos no deja de ser sutil y depende de las definiciones de ambos conceptos.

El control en la fuente implica una alternación más o menos importante en la fuente misma, en tanto que, el control de proceso, por el contrario, consiste en una serie de análisis del uso de una serie de fuentes dentro de un proceso industrial. Las fuentes no se alteran, sino el proceso donde se emplean. Dicho control puede realizarse antes o después de que el producto entre en una máquina, o durante el lapso en que el producto se encuentra en ella.

Debe pensarse en un control de proceso en el caso de que la manipulación del producto de por resultado la generación del sonido. Esto se basa en el principio de la exposición directa del operador, los elementos básicos del control del proceso son:

- 1.- Sustitución del proceso.
- 2.- Modificación del proceso.

El control de proceso es una ampliación del análisis operacional empleado por la Ingeniería Industrial.

Del análisis operacional es importante conocer el tiempo en que se realiza cada una de las operaciones; si para cada actividad de una operación se mide el nivel de presión acústico a que se expone el trabajador, puede determinarse el nivel sonoro continuo equivalente producto en toda la operación. Para esto debemos tener cuidado que el análisis operacional en cuestión corresponda a una sola persona o al mismo grupo de personas.

Toda actividad que presente niveles sonoros superiores o iguales a los 85 db(A) debe ser estudiada por separado, verificandose si existe una posibilidad de sustitución. La sustitución puede ser de diferente indole:

- 1.- De herramientas.
- 2.- De procedimiento de trabajo.
- 3.- De avance en la línea.
- 4.- De forma de depósito.
- 5.- De continente

#### C O N T R O L E N E L M E D I O .

Dadas las características de los elementos que intervienen en el medio es el único que no causa ni efecto. La posibilidad de control en el medio depende de los resultados producidos por los efectos de la transmisión del sonido emitido por la fuente y por las causas que esta transmisión produce en el receptor.

Así pues el control del sonido en el medio puede realizarse en dos fases:

- 1.- Tratar de evitar la propagación por medio del aislamiento.
- 2.- Tratar de conseguir un máximo de pérdidas energéticas por absorción.

Aislar, significa colocar una barrera que impida a la energía emitida por la fuente y llegar hasta el receptor. Esto se puede hacer a dos niveles como muestra en la Figura No. 5

## AISLAMIENTO:

FUENTE- - - - -MEDIO- - - - -RECEPTOR

FUENTE-----MEDIO-----RECEPTOR

En la primera figura, la barrera evita que el sonido emitido por la fuente llegue a propagarse en el medio. En el dibujo inferior la barrera evita que el sonido ya producido, llegue hasta el receptor.

Estas barreras son elementos físicos que separan efectivamente a los elementos que intervienen en el fenómeno sonoro.

Las barreras aislantes pueden ser totales o parciales, las totales se construyen mejor de forma tal, que producen un enclaustramiento de la fuente o del receptor. Como la intensidad acústica es mayor entorno de la fuente que entorno del receptor, los enclaustramientos de la fuente son más difíciles y más costosos que los del receptor. Las barreras parciales son aconsejables cuando la propagación del sonido que va de la fuente al receptor es muy marcada y su trayectoria es aérea, en este caso, una barrera que obstruya esa trayectoria libre será lo más indicado.

Para evitar reflexiones que produzcan fuentes parásitas, es necesario procurar elementos que absorban la energía acústica.

Estos se pueden lograr mediante:

- 1.- Absorción propia de los materiales.
- 2.- Por resonancia de un sistema construido con materiales apropiados.

Los materiales responden a la absorción en función de las frecuencias, teniéndose que la absorción es pequeña a bajas frecuencias en los materiales comunes.

También se puede construir resonadores con los materiales, esto es,

cavidades llenas de aire, que permiten que la energía incidente se gaste al tratar de mover la masa de aire en ellas contenidas; los resonadores sólo son eficientes, a menos que se contruya una batería de ellos para absorber las frecuencias más importantes de ese espectro. La construcción de resonadores requiere de los siguientes puntos a seguir.

- 1.- La cavidad debe estar cerrada todas sus caras menos una.
- 2.- La cara no cerrada debe estar perforada por medio de agujeros de diámetro controlado.
- 3.- El espesor de esta cara también debe de estar de acuerdo a las condiciones de trabajo del resonador.

Cuando se decide construir un enclaustramiento para las máquinas esto es una caja aislante, debe tenerse en cuenta una serie de requisitos fundamentales.

- 1.- Las máquinas a cubrir deben contar con un control remoto para que puedan operarse desde el exterior de esa caja.
- 2.- Deben de ser cajas móviles para dar acceso a los operarios y facilitar su mantenimiento, o bien deben ser de un tamaño tal que permitan dentro de sí dar cabida a los responsables del mantenimiento.
- 3.- Deben tener ventanas de observación.
- 4.- En su interior debe de existir una reverberación baja.
- 5.- Debe de estar ajustada a un sistema fijo que le mantenga herméticamente cerrado.
- 6.- Debe tener un sistema de ventilación para el escape de los gases.
- 7.- Debe permitir el proceso industrial de tal manera que los materiales que entran a la máquina, no sufran ningún deterioro.

Las cajas aislantes para trabajadores se les denomina cabinas de

operadores y debe de reunir las características siguientes:

- 1.- La máquina que depende de los trabajadores debe tener control remoto para poder manejar las mismas desde la cabina.
- 2.- Deben construirse de manera tal que la observación al exterior sea completa y adecuada.
- 3.- Deben de ser confortables para los trabajadores que las utilicen.

Un sistema ideal que se está usando en la actualidad es el logro de las vigilancias de las máquinas por medio de sistemas de circuitos cerrado de televisión.

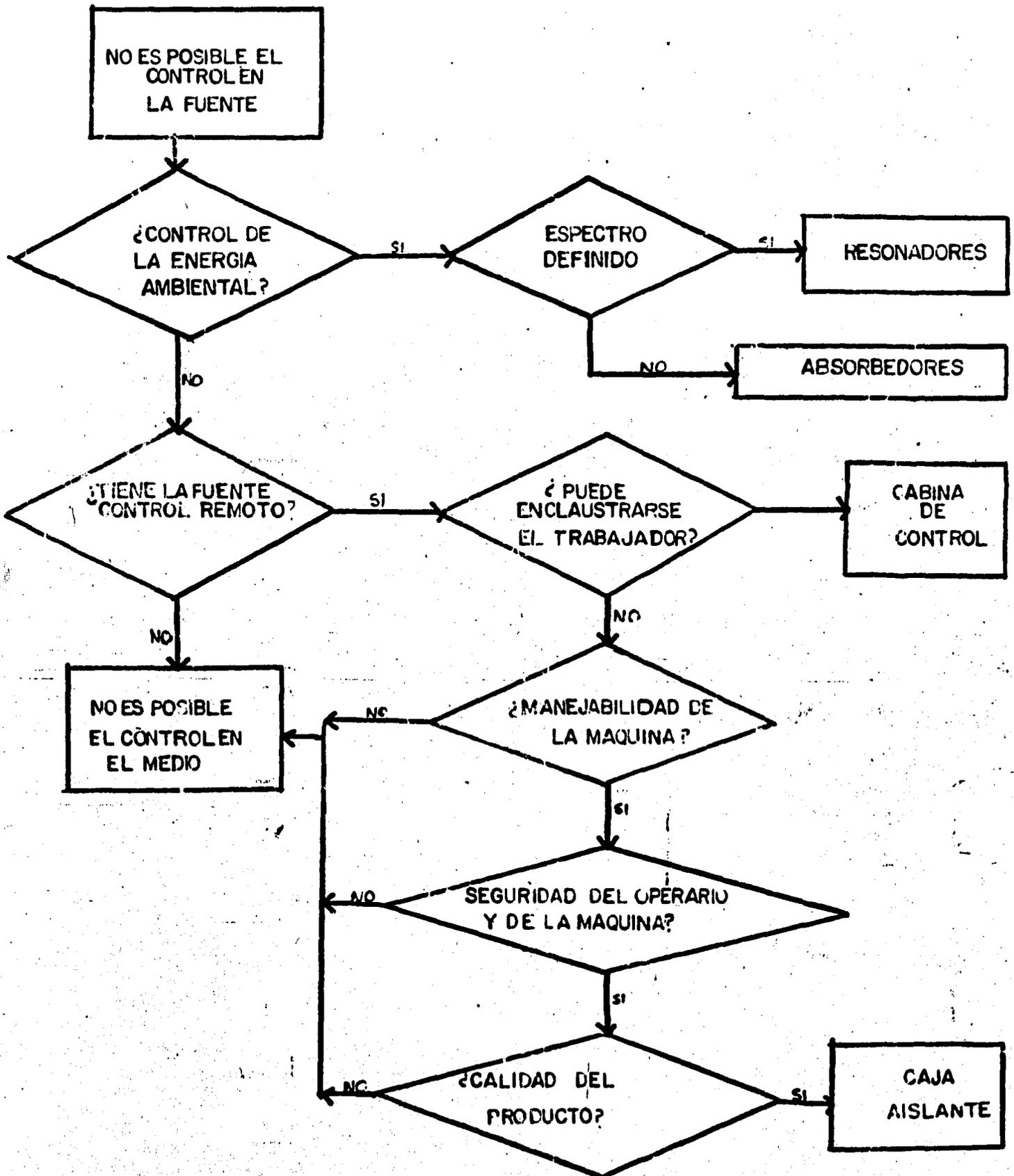
Este sistema resulta ideal pues permite la separación entre la fuente y el receptor.

Cuando se ha decidido realizar el control por medio de la construcción de cajas aislantes o cabinas para operadores, debe tenerse especial cuidado en su montaje, para que las paredes sellen perfectamente y eviten la fuga o entrada de la energía acústica. Muchas veces las vibraciones en los sitios de trabajo producen un desajuste de estas cajas, por lo que deben de ser revisadas periódicamente para evitar sus efectos negativos.

En la figura No. 6 presenta los criterios de selección del método de control en el medio de transmisión del sonido.

Como a continuación se muestra:

FIGURA No 6  
CONTROL EN EL MEDIO



## C O N T R O L A L I N D I V I D U O

Los niveles más altos de ruido se pueden tolerar si el tiempo de exposición es corto, para un oído en específico. En los Estados Unidos, la posibilidad es de 5 dB por cada vez que se duplica en el tiempo, en vez de los 3 dB que se acostumbran en la mayor parte de Europa. Puesto que nuestro máximo es actualmente de 90 dB (A) durante 8 horas, un empleado puede estar expuesto a 95 dB (A) durante 4 horas, a 100 dB (A) durante 2 horas, a 105 dB (A) durante 1 hora, a 110 dB (A) durante media hora y a 115 dB(A) durante un cuarto de hora no se permiten más de 115 dB(A).

Reduzca el tiempo de exposición haciendo que el ruido sea intermitente luego, minimice la exposición del trabajador, diseñe nuevamente las tareas de manera que las áreas ruidosas puedan ser inspeccionadas mediante pantallas, proporcione un área tranquila para el trabajo que se pueda realizar antes y después de trabajar en el área ruidosa.

Los módulos y las desconexiones rápidas minimizan el tiempo ocioso y la exposición del personal de mantenimiento. Considere la rotación de tareas en el transcurso del día.

Las orejeras y los tapones para los oídos tratan de aislar totalmente el sistema auditivo. Son la única protección verdaderamente eficaz contra el ruido de las armas de fuego y las herramientas, explosivos.

El medio raramente es tan ruidoso como para que no sea posible reducir el ruido a un nivel seguro mediante equipo protector individual.

Advierta que una atenuación de 15 dB es suficiente por lo general

puesto que la mayoría de los ruidos son inferiores a los 105 db(A).

Advierta también que, puesto que los protectores para los oídos funcionan mejor en la gama de las altas frecuencias, puede ser más conveniente reducir las componentes de baja frecuencia del ruido si es que de todos modos se van a usar protectores.

El problema del equipo protector individual no es el mal diseño sino la mala aplicación. A menudo se proporciona a los trabajadores el tamaño incorrecto, las juntas ya no sellan porque están gastadas y lo que es peor, los trabajadores se niegan a usar el dispositivo debido al desarrollo gradual del deterioro auditivo que les impide darse cuenta del peligro. Tal vez sea conveniente que el uso del e equipo protector forme parte de la descripción del trabajo y sea una condición para el empleo. Haga entender al empleado que se trata de ayudarlo así mismo. El equipo de protección personal más eficaz es aquel que se usa.

Las orejeras tienen la ventaja de que un solo tamaño le sirve a la mayoría y de que son visibles a gran distancia. El supervisor pue de saber quién está usando el equipo protección personal. Pero son calientes, pesadas y desordenan el peinado, si se usan anteojos se reduce el sello y la cabeza está oprimida por el resorte.

Los tapones para los oídos deben ser adaptados a cada persona, porque el tamaño y la forma de los canales auditivos difieren. Muchas veces, el oído derecho no tienen el mismo tamaño y forma que el izquierdo. La aceptación aumenta considerablemente si los empleados pueden obtener tapones moldeados para sus oídos o si pueden probar cuatro o cinco tamaños y modelos hasta no encontrar los más cómodos. Cuando hay ruido, podemos oír mejor con tapones que sin ellos. Se tendrá que prohibir el uso de los inútiles tapones de algodón seco.

Los tapones para los oídos son livianos compactos y no dan mal aspecto, de manera que el supervisor no puede saber si se llevan puestos. Además se pierden, se puede evitar que se pierdan uniéndolos con un cordón, asegurándose de tener repuestos.

Para lograr que se use el equipo de protección personal se requiere convencimiento, motivación y supervisión, día tras día.

### SUPERVISION MEDICA.

Es de suma importancia tener un control médico adecuado que vigile las posibilidades de lesiones auditivas producto del trabajo, en el personal expuestos a niveles sonoros peligrosos se señala para este fin tres tipos de exámenes audiométricos:

- 1.- Examen de ingreso.
- 2.- Exámenes periódicos (por lo menos anuales)
- 3.- Examen final (cuando el trabajador se retira de la empresa).

El examen previo debe ser exhaustivo acerca de la salud del trabajador y debe de incluir sus antecedentes de carácter laboral y patológico de tipo general. En el campo audiológico, se debe de contemplar.

- 1.- Revisión de la integridad de la membrana timpánica y del oído externo.
- 2.- Antecedentes otopatológicos (estudio del oído enfermo).
- 3.- Traumas craneoencefálicos.
- 4.- Audiometría tonal aérea con tonos puros.
- 5.- Audiometría ósea con tonos puros.

De acuerdo a los resultados de este examen, el médico puede de

terminar la aptitud del candidato, para exponerse o no a un ambiente sonoro severo.

Una decisión médica debe de ser inapelable y tiene características impositivas para cualquier tipo de solicitud posterior del individuo.

Los exámenes médicos periódicos desde el punto de vista audiológico deben de constar por lo menos de:

- 1.- Audiometría Tonal aérea con tonos.
- 2.- Determinación del cambio temporal del umbral de la audición a los dos minutos.

Este concepto quiere decir que los dos minutos después de la exposición laboral al trabajador se le debe de realizar la audiometría a efecto de ver cuales son las variaciones que tiene en el umbral temporal de la audición.

Los exámenes audiológicos finales, se realizan cuando el trabajador se retira de la empresa y tiene por objeto evitar problemas con autoridades laborales debiendo realizar las siguientes pruebas:

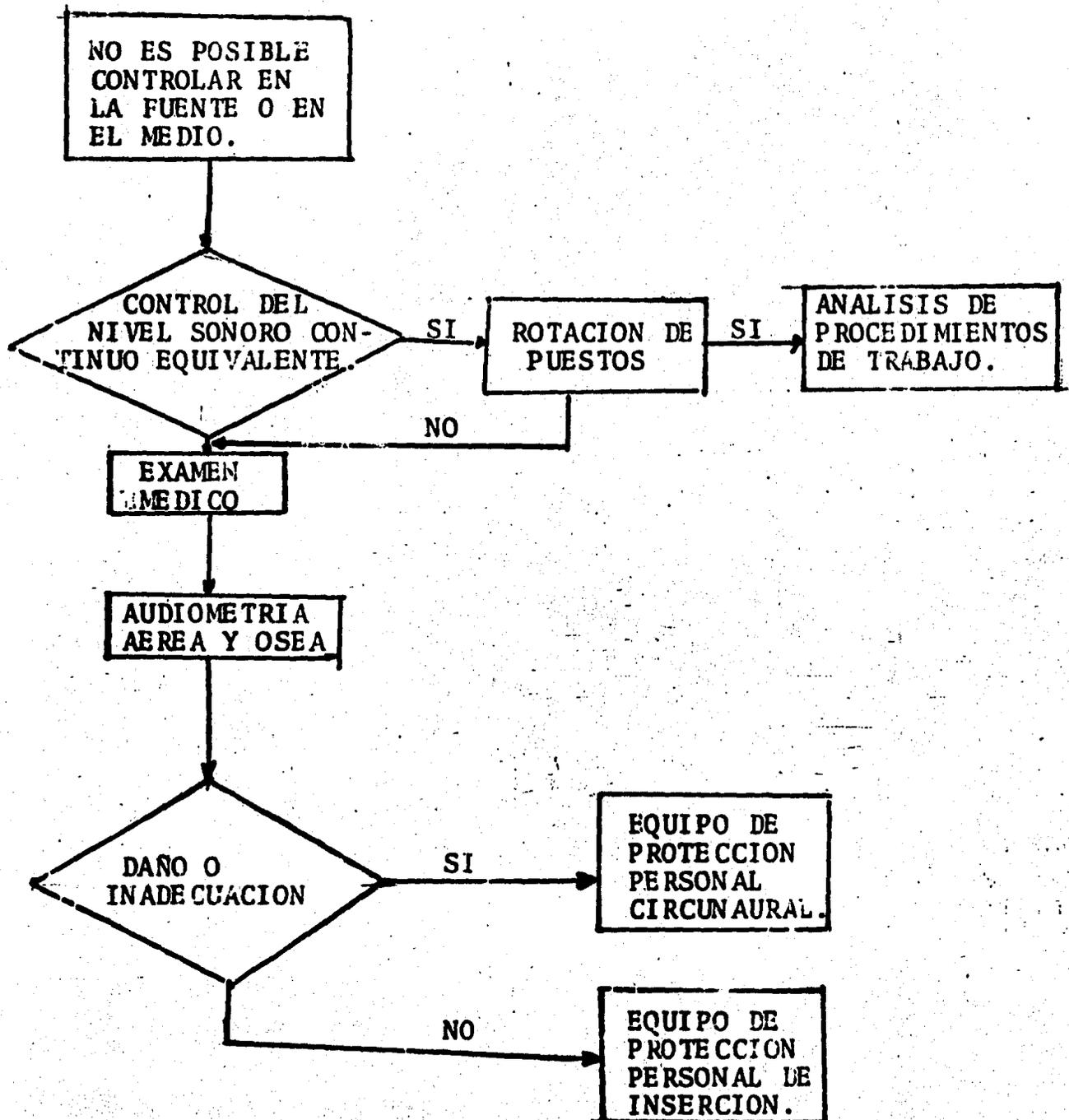
- 1.- Examen timpánico y del oído externo.
- 2.- Audiometría aérea con tonos.
- 3.- Audiometría ósea con tonos.

Los exámenes periódicos tienen como finalidad determinar si un trabajador es afectado o no por la exposición de que es objeto. En el caso del uso de protectores auditivos, saber si estos dispositivos cumplen o no con su función.

Finalmente es necesario hacer incapié en que muchas veces, para solucionar un problema de este tipo, es necesario adoptar diferentes combinaciones de los métodos propuestos.

Que si sólo se considera un método de control éste será función de su afectividad. Como se muestra en la figura No. 7

FIGURA No 7  
CONTROL EN EL INDIVIDUO



**ESTUDIO PRACTICO**

## INTRODUCCION.-

El Estudio Práctico está basado en la empresa, en la cual existen niveles sonoros que rebasan los máximos permísibles, por lo que se determinarán los niveles de presión acústica que existen, en cada una de las áreas de trabajo, determinando los tiempos de exposición permisibles por día debiendo ser menor que la unidad.

Para dar una mejor solución a la problemática del Ruido se dictaran medidas preventivas y correctivas en el punto correspondiente a recomendaciones.

Habiéndose efectuado un recorrido por los diferentes departamentos mencionados se determinaron los niveles sonoros que se presentan en éstas áreas y puestos de trabajo.

Por lo tanto se efectuó el desarrollo de las evaluaciones correspondientes, es decir una cuantificación analítica del agente físico "ruido", obteniéndose la información específica que se anota en las tablas de evaluación (tablas No. 1 y 2).

La cuantificación analítica del agente ruido, se obtuvo con la ayuda de equipo de lectura directa (medidor de niveles sonoros de precisión general radio 1933) que está de acuerdo a las especificaciones estandar nacionales americanas por medidores de niveles de presión sonora y presión acústica.

Para el tiempo de exposición que debe permitirse se tomó en consideración la Tabla de valores umbrales límite que tiene en funcionamiento la Conferencia America de Higieristas Industriales del Gobierno de los Estados Unidos de América de 1981 y que se presta a continuación:

Los tiempos de exposición se deberán calcular de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$T = \frac{16}{2 \left( \frac{(L_i - 80)}{5} \right)}$$

Donde: T = tiempo de exposición en horas.

L = Nivel sonoro medio en dB (A).

La relación dosis/día, se calcula con la fórmula siguiente:

$$C_1 + C_2 + C_n \leq 1$$

Donde: C1, C2, Cn+ = Tiempo de exposición permisible para cada nivel sonoro medido en dB (A) en horas.

#### Agente Físico (Ruido)

A continuación se presenta un cuadro en el que se especifican los puestos de trabajo, las áreas del proceso y los niveles sonoros encontrados, así como los tiempos permisibles de exposición a esos niveles de acuerdo a criterios internacionales, la dosis/día de ruido a que se exponen y la conclusión de superior o inferior al umbral límite permisibles (Tabla No. 2)

En aquellos puestos en los que se concluye que la exposición es superior el valor permisible, se presenta un análisis del nivel de acústica por banda de octavas, que es necesario para calcular el equipo de protección personal, que se debe suministrar a los trabajadores expuestos a este agente.

AREA(S) Calderas, Compresores, Fermentación, Centrifugas

Citrato de Calcio y Celdas.

PUESTO(S) Operadores de máquinas y ayudantes.

TIPO DE RUIDO: CONTINUO

Evaluación:

TABLA No 1

A R E A S	NIVEL SONORO dB(A)	LIN	NIVELES DE PRESION ACUSTICA (HZ)										TIEMPO PROMEDIO APROX. EXPOSICION (HRS.)
			31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K	
1. Calderas: Caldera (HLD)	95.5	96	94.5	96	92	95	92.5	94	91	87.5	84	80	6.0
Calderas (escritorio del fogonero)	91	98	89	92	92.5	89	86	83.5	84	83	82	79	6.0
2. Compresor: Roots "L" 900H.P.	96	99	85	82	94	91	88	87	90	90	86	72	5.0
Roots "M" 2250 H.P.	97	99.5	87	98	92	89	89	88	94	90.5	86	68	5.0
3. Fermentación Centrifuga A y B (puesto de control).	94	100	87	95	93	94	90	87	85.5	85	85	73.5	3.0
4. Citrato de calcio. transportador pto. control	90	94	84	84	85	85	87	85.5	83	76	70.5	70.	2.0
5. Celdas Centrifugas Citrato de Sodio.	89	96	86	88	85.5	88	84	84	81.5	77	72	70.	6.0

AREA: Calderas, Compresores, Fermentación  
Centrifugas, Citrato de Calcio y  
Celdas.

Tipo de ruido: Continuo

82

PUESTO (S) Operador de Máquinas y Ayudantes.

TABLA No. 2

CONCLUSIONES DE LA EVALUACION

AREA	PUESTO	NIVEL	TIEMPO DE EXPOS. PERMISIBLE (HRS).	TIEMPOS DIRECTOS POR TURNO (HRS)	DOSIS DIA	CONCLUSIONES
<u>Calderas:</u> H I D	-Fogonero -Ayte.	91	3.42	6.0	1.72	Superior del valor permisible.
<u>Compresores</u>	-Operador -Ayte	97	1.515	5.0	3.30	Supervisor del valor permisible.
<u>Fermentación</u> <u>Centrifuga</u> A y B	-Operador -Ayte	94	2.29	3.0	1.31	Supervisor del valor permisible.
<u>Citrato de Calcio</u> <u>Transportador.</u>	-Operador -Ayte.	90	4.0	2.0	0.5	Inferior al valor permisible.
<u>Celdas:</u> <u>Centrifuga</u> <u>Citrato de Sodio</u>	-Operador	89	4.59	6.0	1.30	Superior al valor permisible.

**CONCLUSIONES :****Agente Físico "Ruido"**

Las áreas y puestos donde se rebasa el valor umbral límite se presentan en el siguiente cuadro.

**CUADRO No. 3**

**Puestos cuya exposición a ruido no es permisible.**

<b>A R E A</b>	<b>P U E S T O</b>
<b>Calderas</b>	<b>Fogonero Ayudante</b>
<b>Compresores</b>	<b>Operador Ayudante</b>
<b>Fermentación</b>	<b>Operador Ayudante</b>
<b>Celdas</b>	<b>Operador</b>

**Resúmen de la Evaluación: Fuerte**

**RECOMENDACIONES DE CONTROL.****Ruido.-**

En los puestos de Fogonero, ayudante, operador y ayudante en las áreas mencionadas en el cuadro No. 3, las dosis/día de ruido superan los valores permisibles para la exposición a ruido continuo de nivel variable.

**Recomendaciones:****MEDIDAS DE CONTROL.**

- 1.- Manejo de los tiempos de exposición, de forma tal (Como se indica en la tabla No. 2), que la dosis/día de ruido sea inferior a la unidad

2.-Uso del equipo de protección personal, que garantice la atenuación suficiente para que la dosis/día de ruido sea inferior a la unidad.

El equipo deberá de calcularse de acuerdo al criterio siguiente:

Area Compresores;

Nivel Sonoro: 97 dB (A)

3.-De acuerdo al cálculo efectuado, se deberá proporcionar a los trabajadores del área de compresores, calderas, fermentación y celdas; un tipo de tapón auditivo que atenúe el ruido existente en esas áreas en  $27 \pm 2$  dB.

Esto quiere decir que al seleccionar el tapón de un proveedor cualquiera nos deberá garantizar que el trabajador estará protegido adecuadamente, por debajo del máximo nivel medio que fué de 93 dB.

4.-Se deberá mantener estrecha vigilancia en éstas áreas y llamar la atención del personal que no utilice los "Tapones auditivos", durante la jornada laboral.

5.-Conjuntamente, se deberán colocar letreros visibles alusivos al uso del equipo de protección personal contra el "Ruido" en las áreas mencionadas.

6.-Debido a que en las áreas y puestos de trabajo donde se rebasa el valor umbral limite, se deberán de realizar un estudio Aviológico a cada persona que labore en dichas áreas:

Dichos estudios deberán llevarse a cabo por lo menos una vez al año.

Calculo del Equipo de Proteccion Personal

Frecuencia Hz	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
Nivel de presión acustica por banda de octava.	92	89	89	88	94		90.5		86
Atenuación del equipo de protección personal marca "X" (A-0) Hear Guards	22	25	26	31	38		41	42	40
Desviación std. del equipo.	6.2	6.6	5.8	5.2	4.0	5.0	4.5	4.9	4.4

Nota: La atenuación y la desviación estandar deberá calcularse de acuerdo a la norma ANSI Z.24.22, 1957( datos proporcionados por el fabricante).

$R = La - 10 \log S$

R = Factor de reducción

La = Nivel sonoro en dB(A).

Log = Logaritmo base 10

$$S = \text{Antilog} (0.1 \times (11 - Q1)) + \text{antilog} (0.1 \times (L2 - Q2)) + \text{antilog} (0.1 \times (L3 - Q3)) + \text{antilog} (0.1 \times (L4 - Q4)) + \text{antilog} (0.1 \times (17 - Q7))$$

L1, L2, L3, ..., L7 = Nivel sonoro en bandas de octava a 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz (medido).

Q1, Q2, Q3, ..., Q7 = Nivel sonoro en banda de octava a 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz que atenúa el equipo.

$$Q1 = 22 + 16.2 - (2 \times 6.2) = 3.26 \quad L1 - Q1 = 92 - 32.6 = 59.4$$

$$Q2 = 25 + 8.7 - (2 \times 6.6) = 20.5 \quad L2 - Q3 = 89 - 20.5 = 68.5$$

$$Q3 = 26 + 3.3 - (2 \times 5.8) = 17.7 \quad L3 - Q3 = 89 - 17.7 = 71.3$$

$$Q4 = 31 + 0 - (2 \times 5.2) = 20.6 \quad L4 - Q4 = 88 - 20.6 = 67.4$$

$$Q5 = 38 - 1.2 - (2 \times 4.0) = 28.8 \quad L5 - Q5 = 94 - 28.8 = 65.2$$

$$Q6 = (41 + 42) / 2 - 1.0 - 5.0 - 4.5 = 31 \quad L6 - Q6 = 90.5 - 31 = 59.5$$

$$Q7 = (38 \times 40) / 2 + 1.1 - (4.9 + 4.4) = 30.8 \quad L7 - Q7 = 86.39 - 30.8 = 55.2$$

Aplicando la fórmula:

$$S = \text{antilog}(0.1 \times 59.4) + \text{antilog}(0.1 \times 68.5) + \text{antilog}(0.1 \times 71.3) \\ + \text{antilog}(0.1 \times 67.4) + \text{antilog}(0.1 \times 65.2) + \text{antilog}(\dots) \\ (0.1 \times 59.5) + \text{antilog}(0.1 \times 65.2) =$$

$$S = 870,963.59 \\ + 7079,457.8 \\ + 1348,962.9 \\ + 5495,408.7 \\ + 3311,311.2 \\ + 891,250.94 \\ + 331,131.12 \\ \hline 19328,486.25$$

$$R = 97 - 10 \log(19,328,486,25)$$

$$R = 97 - 10(7.28) =$$

$$R = 97 - 70.28 = 26.72$$

Nivel sonoro efectivamente atenuado:

$$La - R = 97 - 26.72 = 70.28 \text{ dB (A)}$$

**C O N C L U S I O N E S**

## CONCLUSIONES

- 1.- Dentro de la legislación actual se consigna solamente la sordera profesional y la hipoacusia como la razón para seguir un proceso legal y no se contemplan más efectos.
- 2.- El ruido no solo causa sordera profesional sino que hay pruebas y estudios de las modificaciones que causa, que a la larga se traducen en alteraciones patológicas.
- 3.- Se han comprobado efectos fisiológicos, tales como: pérdida temporal o permanente de la audición, alteraciones cardíacas, presencia de tensión y fatiga, carencia de sueño decrementando su valor recuperativo ocasionando conductas irracionales y somnolencia, respuestas pupilares indeseables.
- 4.- Dentro de los efectos psicológicos, encontramos: respuestas de fastidio, ansiedad, angustia; aunque directamente el ruido no puede causar lo anterior si lo anima en personas que cuentan con una predisposición a sufrir estas alteraciones, derivada de la pérdida total o daño grave en el umbral de la audición el individuo resiente el cambio de su vida cotidiana lo que lo hace sujeto de auxilio psicológico.
- 5.- Existen otros efectos del ruido que no revisten gran importancia, pero la repetición continuada crea medios ambientes desfavorables e incluso peligrosos en la industria, estos serían: la deficiencia en la comunicación oral o cara a cara, la no percepción de señales de alerta y la falta de concentración para poder realizar tareas que requieran atmósferas

## . C O N C L U S I O N E S

silenciosas.

- 6.- El estudio práctico tiene por objeto evitar la pérdida auditiva de los trabajadores industriales, dependiendo de la actividad que desarrollen, debe corresponder al menos una pérdida igual a la natural por el proceso de envejecimiento.
- 7.- Los efectos producidos en diferentes niveles sociales en cuanto a un buen beneficio económico (aumenta la productividad), es difícil establecerlo en forma directa; pero indirectamente se puede medirlo de acuerdo a los puntos siguientes:
  - A) Reducción del ausentismo.
  - B) Comodidad en el trabajo.
  - C) Satisfacción por las labores.
  - D) Deseo de progreso.
  - E) Seguridad en las labores.
  - F) Estabilidad emocional.
  - G) Equilibrio doméstico.
- 8.- El ruido distrae la actividad del trabajador y le hace caer en inadvertencias; aunque es posible que algunos accidentes se deberán al mismo ruido.
- 9.- Se puede determinar que en condiciones muy ruidosas, el rendimiento no puede tomarse como un índice del estado de salud de los trabajadores.
- 10.- Se concluye que el ruido de las ciudades se ha duplicado en los últimos treinta años dando como resultado una disminución de vida del ser humano de 8 a 12 años.

sería desde la pérdida total de la audición hasta la muerte.

15.- En los casos extremos de exposición al ruido su resultado sería desde la pérdida total de la audición hasta la muerte.

## B I B L I O G R A F I A

- ° LEY FEDERAL DEL TRABAJO. EDITORIAL PORRUA. 1976.
- ° LEY DEL SEGURO SOCIAL. EDITORIAL PORRUA. 1982.
- ° REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. PUBLICACION DE LA SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVI  
SION SOCIAL.
- ° INDUSTRIAL NOISE CONTROL. FADER, BRUCE. JHON WILEY  
AN SONS INC. 1981.
- ° THE IMPACT OF NOISE POLLUTION. BLUGIARELLO GEORGE,  
ARIEL ALEXANDRE. PERGAMON PRESS INC. 1976.
- ° ENVIROMENTAL IMPACT ANALYSIS. R.K. JAIN, PH.D LV  
URBAN. VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY. 1977.
- ° LA TIRANIA DEL RUIDO. ROBERT ALEX BARON. FONDO  
DE CULTURA ECONOMICA. 1973.