

300617

H
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.**

**“EL RUIDO COMO UN FACTOR CONTAMINANTE
DENTRO DE LA INDUSTRIA METAL MECANICA”**

T E S I S P R O F E S I O N A L
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A
CARLOS ALFREDO BUENFIL PIÑA

MEXICO, D. F.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN¹ 9 8 8**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

INDICE

INTRODUCCION

GENERALIDADES

CAPITULO I: LA CONTAMINACION EN EL VALLE DE MEXICO

CAPITULO II: TIPOS DE CONTAMINANTES INDUSTRIALES

CAPITULO III: IMPACTO DE LOS CONTAMINANTES A LA SALUD

CAPITULO IV: LEGISLACION SOBRE LA CONTAMINACION

**CAPITULO V: EL RUIDO COMO UN FACTOR DE CONTAMINACION
INDUSTRIAL**

CAPITULO VI: EJEMPLO DE APLICACION

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

APENDICE A

INTRODUCCION

El trabajo del hombre es el punto de partida del progreso y del desarrollo en todas sus formas.

Materias primas, herramientas, inversiones y máquinas, no serían sin el trabajo; otra cosa que simples instrumentos improductivos. Ahora bien, es necesario que el trabajo del hombre tenga una alta productividad con el propósito de alcanzar un mayor incremento en la producción de los bienes materiales y servicios que requiera la sociedad.

El trabajo, punto de apoyo y sosten de la productividad, no siempre esta exento de riesgos. El polvo, el calor, la mala iluminación, las materias quimicotóxicas, el ruido, y fundamentalmente, la fatiga, son otros tantos elementos que atentan al equilibrio físico y mental del hombre que trabaja.

Un factor contaminante como el ruido en la vida profesional, sobre todo en las fabricas, es un serio problema.

Si tenemos presente por ejemplo que el ruido de las sirenas de alarmas es de 15 (db) decibeles, el de una perforadora mecánica es de 120 db, el de una motocicleta es 110 db, el de una licuadora es 90 db, en oficinas muy ruidosas encontramos hasta 90 db, el ruido del teléfono al llamar es de 70 db (límite que no es considerado dañino, pero que resulta muy molesto si este suena continuamente).

La pérdida de la audición provocada por el ruido es, uno de los principales peligros que enfrenta la industria, la gente que trabaja en fabricas ruidosas generalmente tiene menor capacidad de audición que los empleados de una oficina o comercio. El nivel del ruido parece aumentar

alrededor de las máquinas utilizadas por la industria del hierro y del acero, la producción automotriz, fabricación de textiles, imprentas, construcción pesada, la industria de acabados, la agricultura mecanizada, y las turbinas de aviones.

La pérdida de la audición provocada por el ruido proviene en la mayoría de los casos del deterioro de las células ciliares microscópicas que transmiten el sonido del oído al cerebro, estas células están ubicadas en el caracol del oído interno, una sola explosión sonora puede destruir en forma permanente miles de estas células y ruidos persistentes de 90 db o más, como los que se encuentran en un ambiente ruidoso de trabajo, provocan primero una pérdida temporal de la audición y eventualmente la pérdida permanente a través de un deterioro gradual de estas células.

En el capítulo I, veremos las emisiones de contaminantes en el Valle de México, a manera de gráficas con cifras proporcionadas por los organismos gubernamentales correspondientes.

En el capítulo II, consta de una relación de las industrias contaminantes dentro de la rama metal mecánica, y sus principales emisiones al medio ambiente.

El capítulo III, es una breve reseña de los contaminantes y su impacto sobre la salud.

El capítulo IV, es ya en forma el desarrollo de el ruido como un factor de contaminación dentro de la industria metal mecánica.

En el capítulo V, tenemos todo lo referente a la legislación sobre la contaminación, leyes, reglamentos, normas y sugerencias relativas al

problema de la emisión del ruido.

El capítulo VI, tomando en cuenta los procedimientos que marca la norma; el reporte, de un caso práctico, con el fin de ayudar a redondear los conceptos que se manejaron los capítulos anteriores.

Las conclusiones de el proyecto que nos enmarcan el panorama de el riesgo de la emisión de ruido provocada por la industria.

La bibliografía y centros de consulta.

Siendo este en si el contenido de el proyecto podemos decir que estamos seguros de la seriedad que el problema representa, dado que diversos estudios realizados en medios industriales han permitido comprobar -- que la reducción de los niveles sonoros llevan, consigo una mejora del -- rendimiento, una disminución de los errores profesionales, una baja de -- los accidentes, de trabajo y una reducción del ausentismo , fatiga y -- stress.

GENERALIDADES

Desde los primeros pobladores de la tierra, la contaminación ha re presentado un serio problema, los humos, desperdicios, etc... ocasionan que la gente tuviera que ingeniar~~se~~las para de alguna manera no sufrir - mayores daños.

Al pasar del tiempo, las grandes epidemias provocadas por la falta de sanidad, fue haciendo que al mismo tiempo que aumentaba la población - y que las congregaciones se convertían en ciudades se tenía que de alguna manera controlar y encausar la producción de humos, polvos y basura.

Para ese entonces los pequeños talleres de herrería y fundición, - así como de carpintería y otros, solucionaban sus problemas por medios - empíricos.

En la minería principalmente el riesgo de trabajo era altísimo, - sin que existiera ninguna seguridad para los trabajadores que ~~labraban~~en ellas.

Al pasar de los años nos encontramos que el problema de la contaminación se agudizaba hasta llegar a la revolución industrial, en la que polvos, humos, gases, ruido, temperaturas, etc... crecían al ritmo que - evolucionaba la industria. Donde no preocupaba su emisión ni difusión, - únicamente la ~~manera~~ de encausarla hacia el medio ambiente de alguna manera. En las últimas décadas el problema de la contaminación se ha acrecen-tado enormemente, existiendo campañas internacionales para su prevención y control.

Por lo que todo esto nos lleva a concluir que uno de los factores fundamentales en el deterioro ambiental, es la presencia del ser humano.

Si bien es cierto que la generación de todo tipo de contaminación se inicia con la presencia de el ser humano, el problema se acrecenta - cuando los asentamientos humanos crecen generando contaminantes a una tasa mayor que la capacidad del medio de autodepuración ecológica.

En nuestro país la centralización demográfica propiciada por el - desarrollo macrocefalico de la capital y unos cuantos centros urbanos, ha propiciado la concentración de los problemas de contaminación ambiental en ciertas zonas del país.

Más aún, aparte, el abandono de zonas agrícolas, agotadas, más la emigración de la población, ha propiciado el avance de la desertificación.

Estas concentraciones humanas depauperizadas, han generado zonas marginadas en las diversas ciudades del país, con graves problemas de deficit de servicios sanitarios básicos en ellos.

Con lo que nos encontramos en un serio dilema; la contaminación - provocada por el progreso y por la falta de el.

La contaminación provocada por la falta de servicios, miseria, infecciones, etc... y la contaminación provocada por el progreso: que se traduce en la contaminación de las fabricas, automóviles, etc...

En los últimos años en México se ha dado un gran auge a la conciencia acerca de la contaminación dado el riesgo que corremos todos los seres vivientes por esta causa.

Podemos decir que algo se a logrado a traves de campañas publicitarias, reglamentación y control a fabricas con alto indice de contaminación, etc... pero la realidad de las cosas es que todavía queda mucho por

hacer, sobre todo en particular en las industrias.

Sin olvidar que en los últimos años la crisis económica ha hecho tomar otro giro a algunas industrias que en lugar de tener su atención fijada en una política de expansión y mejoramiento (seguridad industrial, control de la contaminación, etc...), se encuentran con toda su atención a la supervivencia de la empresa, resolviendo otro tipo de problemas.

No con esto se quiere decir que la contaminación no sea un problema serio al que se le tenga que prestar una especial atención, de hecho existen empresas dedicadas exclusivamente a la fabricación de instrumentos para la medición y el control de la contaminación, así como asesores que analizan el problema y plantean las posibles soluciones así como su tiempo y costo.

CAPITULO I

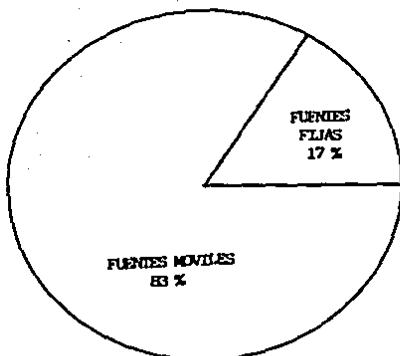
LA CONTAMINACION EN EL VALLE DE MEXICO

1.1 El Valle de México es la zona metropolitana más poblada de el mundo, por consiguiente tiene a su vez la grave problemática que esto representa.

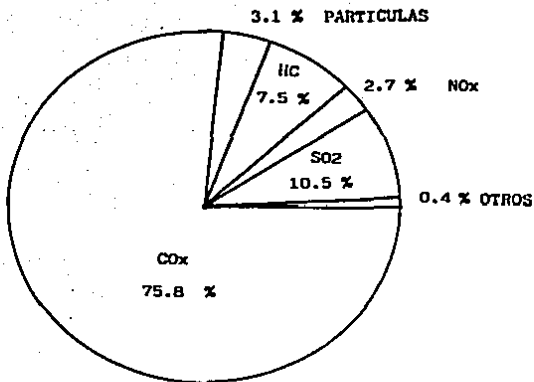
El suministro de servicios y alimentos así como la falta de vivienda, el tráfico, desempleo y la contaminación, son serios problemas que enfrenta a diario la gran ciudad.

1.2 Según calculos, las emisiones anuales dado en porcentaje de contaminación atmosférica en el Valle de México, tenemos:

Gráfica 1.2.1



Gráfica 1.2.2



donde: CO_x significan = Bióxido ó Monóxido de carbono

SO₂ significan = Bioxido de azufre

NO_x significan = Bióxido de Nitrógeno

HC significan = Hidruro de carbono (metano)

1.3 Las fuentes fijas constituyen el 17% aproximadamente de la emisión total de contaminantes en el Valle de México. Dichas fuentes son consideradas específicamente por el tipo de emisión provocada.

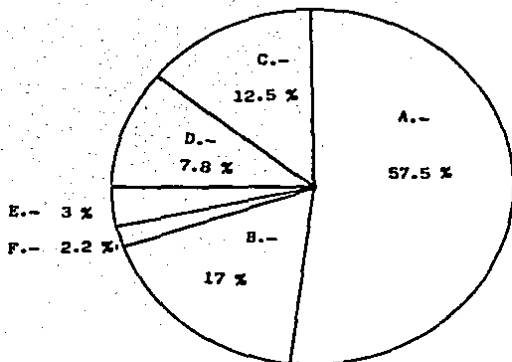
Y se clasifican en tres:

1° Por la emisión de partículas que veremos en la gráfica 1.3.1

2° Por la emisión de óxidos de azufre dado en la gráfica 1.3.2

3° Y por la distribución porcentual de emisión de contaminantes. En la gráfica 1.3.3 que veremos a continuación:

Gráfica 1.3.1



Donde: A.- Fabricación de cemento

B.- Elaboración de diversos productos químicos

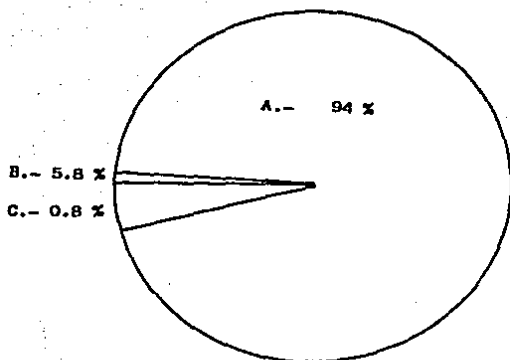
C.- Combustión de combustibles

D.- Fabricación de pulpa de celulosa

E.- Producción de hierro gris

F.- Producción de acero

Gráfica 1.3.2

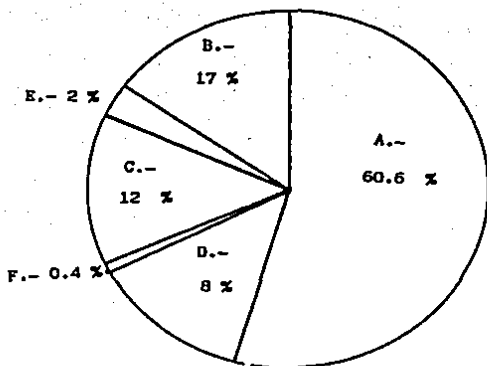


donde: A.- Combustión de combustibles

B.- Elaboración de diversos productos químicos

C.- Fabricación de pulpa de celulosa

Gráfica 1.3.3



donde: A.- SO_x

B.- Partículas

C.- NO_x

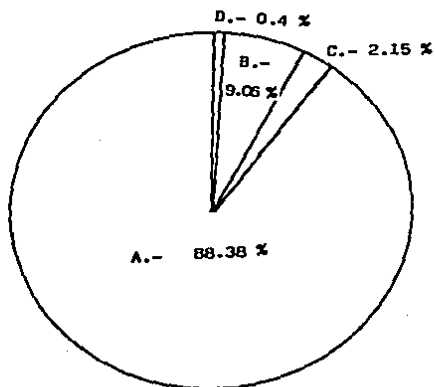
D.- CO

E.- Otros

F.- HC

1.4 Dentro de las fuentes móviles de emisión de contaminantes, podemos observar que, las fuentes vehiculares tienden a una cierta ocurrencia de emisión de contaminantes. Como se presenta en la siguiente gráfica 1.4.1

Gráfica 1.4.1

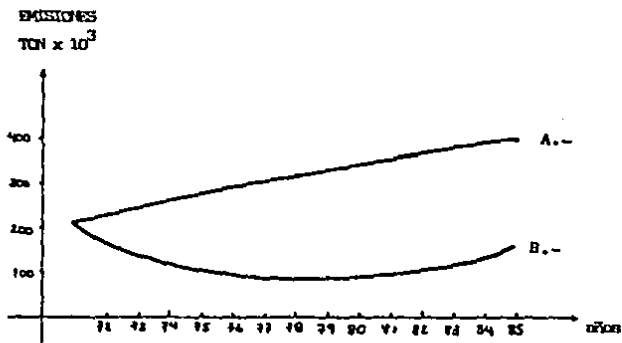


donde: A.- CO
B.- HC
C.- NO_x
D.- SO₂

1.5 La emisión de toneladas de partículas provocada por fuentes fijas, es como se muestra en la gráfica 1.5.1, realmente - para ponerse a pensar.

El creciente aumento en la productividad de las fabricas, trae como consecuencia el aumento de la emisión de partículas.

Gráfica 1.5.1

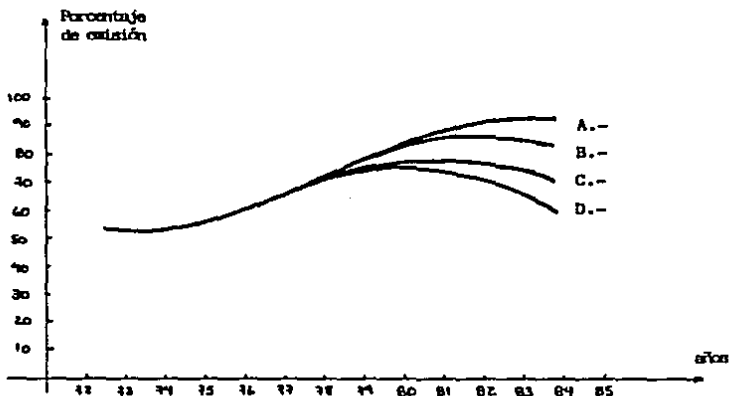


donde: A.- sin equipo de control

B.- con equipo de control

1.6 Las tendencias por medio de control y sugerencias, para abatir las emisiones de contaminantes, por concepto de fuentes fijas. Son como se muestran en la gráfica 1.6.1

Lo que nos hace observar, que si se pueden obtener resultados óptimos a corto y mediano plazo.



donde: A.- Sin controles

B.- Controles en los procesos

C.- Cambio en los combustibles (sólo industria principal)

D.- Cambio hasta de un 75% de combustibles por gas

2.1 LA CONTAMINACION PROVOCADA POR LA INDUSTRIA METAL MECANICA:

La industria metal mecánica encierra dentro de si a todas aquellas empresas que tienen que ver con la preparación, - transformación y acabado de los metales para su uso y aplicación. Como lo son: la fundición, los tratamientos superficiales y térmicos, la fabricación (mecanización), preparación de superficies, soldadura, etc... siendo estas las más importantes.

Cada una tiene sus diferentes giros o actividades pero teniendo en común los materiales que emplean.

Por lo que los agentes contaminantes y la fuente que los produce en cada una son diferentes.

2.2. La contaminación provocada por la calderería:

Los contaminantes que se presentan en este tipo de industrias, basicamente son partículas sólidas, partículas líquidas o hasta gases.

La perturbación que puede provocar es a causa de sus características orgánicas o minerales, es decir, por su naturaleza química, por sus propiedades visibles ó invisibles, por su actividad optica. (su estado submicroscopico, microscopico ó macroscopico) o sea por su granulometría, y por ser dañinos o tóxicos, es decir, por provocar efectos fisioló-

gicos nocivos.

En lo que se refiere a contaminación atmosférica, los contaminantes que aparecen en este tipo de industrias pueden agruparse en los siguientes: lodos ácidos, lodos alcalinos, - arrastres de ácidos y de álcalis al aire evacuado, vapores de disolventes y polvo de talleres de arena y de pulido.

2.3 La contaminación provocada por los tratamientos superficiales:

Las aguas residuales de estas industrias llevan como contaminantes partículas metálicas, aceites solubles o insolubles, productos de limpieza, productos de los dispositivos de prevención de las cabinas de pintura, acidez, alcalinidad, coloraciones diversas tendiendo al color lechoso, y productos - originados en los talleres de tratamientos de superficies. Dichos tratamientos se aplican a los metales férricos, al cobre, al aluminio y a sus aleaciones principalmente.

Los estados principales o fases de tratamiento son:

- desengranado
- decapado
- revestimiento y protección

Las características dominantes de los agentes contaminantes en esta industria son vapores nocivos, es decir, donde se producen contaminación del aire, por ácidos, metales tóxicos y otros productos en los efluentes líquidos.

En lo que se refiere a la contaminación del agua los productos químicos utilizados en esta industria son muy variados la mayoría de ellos pueden perturbar la vida acuática, y entre ellos podemos citar a los siguientes:

- Aniones tóxicos: Como cianuros, ácido crómico y cromatos solubles.
- Cationes tóxicos: Como metales pesados de todo tipo.
- Hierro: Que colorea el agua y absorbe el oxígeno disuelto del agua.
- Nitratos y sulfatos: Que provocan proliferación de algas.
- Aceites y disolventes: Que pueden producir diversos peligros en los conductos de aguas residuales. Por presencia de disolventes pueden provocar toxicidad, con cloro perturbar el tratamiento biológico de las aguas residuales.
- Jabón y detergentes: Los cuales se acumulan y su degradación biológica retardada resulta ser sumamente dañina.
- Acidez y alcalinidad: Que pueden producir corrosión de los materiales de construcción.
- Materias sólidas en suspensión: Que pueden precipitar hidróxidos;

partículas metálicas, residuos de pintura, y se pueden producir atoramientos por su sedimentación.

2.4 A título de ejemplo podemos citar en forma de tabla la agrupación de los agentes contaminantes según el tipo de operación en la industria del tratamiento de superficies:

AGENTES CONTAMINANTES		
OPERACION	FUENTES	EFFECTOS
A) Desengrasado	- disolventes aceites y grasas disueltas	contaminación de aire y agua
B) Decapado	- ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido fluorhídrico, ácido crómico. - sales metálicas disueltas - precipitados de hidróxidos metálicos y productos de neutralización.	contaminación de agua
C) Revestimientos metálicos :	- galvanoplastia - vapores nocivos, vertidos de baños usados, vertidos de aguas de lavado, fugas de cubas o desbordamientos accidentales.	contaminación de agua
- cadmio		
- cromo		
- níquel		

- cobre
- fosfatación
- estaño
- dorado
- plateado

D) Pintura

- vapores de disolventes

peligro de explosiones y de fuego, irritación de ojos
 olores, aspiración de productos no quemados y de aerosoles.

- partículas de pintado a pistola

- agua utilizada para recuperación de pintura pulverizada.

- evaporación de disolventes en el secado y en el cocido de pintura.

- limpieza del material pintado.

2.5 Naturaleza y origen de los contaminantes en la industria:

OPERACION	AGENTES CONTAMINANTES	EFFECTOS
A) Fabricación (mecanización)	-aceites de lubricación	contaminación del
	- aceites de refrigera- ción	aire y agua.
	- aceites de corte	contaminación por
	- aceites sulfoclorados	ruido
	- polvo, carbono grafiti cos, humos.	
B) Preparación de las superficies:	- barrido	contaminación del
	limpieza de partículas sólidas, etc...	aire y ruido.
C) Tratamientos térmicos:	- mal funcionamiento de los hornos	contaminación del
	- vapores y lodos	aire y ruido.
	- humos emitidos por las áreas fundidas	
	- gases tóxicos de los orga nos de atmósfera controlada (óxidos metálicos).	
D) Soldadura de Arco:	- emisiones de óxidos de hierro	contaminación del
	- humos tóxicos de metales diversos	aire y ruido.

- formación de ozono
- descomposición del tri-cloroetileno y producción de ácido clorhídrico y de fosgeno.
- descomposición del dioxido de carbono
- producción del monóxido de carbono
- formación de óxidos de nitrógeno
- humos de origen metálico
- agentes tóxicos debidos a revestimientos diversos
- soldaduras de berilio

2.6 Agentes contaminantes en la industria de la fundición:

CONTAMINACION	AGENTES CONTAMINANTES	FUENTES DE EMISION
Aire	- polvo	emisiones de residuos; <u>manutención</u> de la arena - secado y modelado de la arena.
	- humos negros	cargas de residuos usados.

	- dióxido de azufre	combustión
	- monóxido de carbono	descomposición de los productos en la colada.
	- humos de acroleína y fenoles	descomposición de los productos en la colada
	- olores	producción de resinas en el cocido de los núcleos.
Agua	- materias sólidas	lavado de los efluentes grasosos.

2.7 Datos complementarios

Por mes en todas las fundiciones del Distrito Federal se utilizan 10 mil toneladas de carbon y de cada tonelada que se utiliza se desprenden 7 kilos de emisiones sólidas a la atmósfera.

Por otra parte diariamente se venden en el Distrito Federal 16 millones de litros de gasolina, y 4 mil barriles diarios de combustóleo a las termoelectricas de Acolman, en el Estado de México.

Lo que ocasiona una generación de sobresaturación de CO₂ que es inducido al Valle de México por las corrientes de aire que viajan predominante del Norte al Sur, con la adversidad y problemática de interrupción del flujo debido a el choque con las montañas tan altas que encierran al Distrito Federal teniendo dos puntos a considerar:

- El primero: la zona más alta de la Ciudad es el Sur. (El Ajusco), y el Norte es la zona que produce mayor emisión de contaminantes dada que es la región con mayor índice de aglomeramiento tanto de automóviles (fuentes móviles) como de industrias (fuentes fijas.
- El segundo: es que el aire viaja regularmente del Norte contaminando (en mayor proporción) a el Sur más alto y por lo tanto la mayor emisión del Norte es transportada hacia el Sur donde choca con la región más alta como se explicaba anteriormente, lo que produce un efecto de resaca de agentes

contaminantes en el Valle de México y por lo tanto su saturación en la atmosfera.

3.1 INTRODUCCION

La toxicidad es una propiedad inherente de todas las sustancias químicas. Los materiales comunes como el agua, la sal, - el azúcar, el nitrógeno y el oxígeno, son capaces de presentar efectos tóxicos ya que pueden producir reacciones adversas sobre el organismo cuando se administran en determinadas dosis.

Por otro lado, el hombre cuando es sometido a determinadas - dosis de agentes físicos como calor, frío, ruido, etc., puede sufrir efectos sobre la salud.

Estos son los factores ambientales que rodean al hombre con potenciales para dañarlo y que pueden encontrarse en su ambiente de trabajo en diferentes concentraciones ó magnitudes y que de acuerdo al grado de exposición se podrá presentar una enfermedad profesional.

Sin embargo no solo varían las condiciones ambientales del - trabajo, sino que también interviene la variable sensibilidad de las personas, de una a otra, de un día a otro, bajo unas - circunstancias u otras. Sabemos que existen muchos factores - que influyen en la susceptibilidad de las personas a sufrir - una reacción por exposición a sustancias, radiaciones ó agentes físicos en el ambiente: su estado de salud en un momento dado, sus antecedentes patológicos, dietas y estados de nutri

ción, alcoholismo, consumo de drogas y medicamentos, tabaquismo, estado emocional, edad, temperatura del ambiente y del cuerpo, antecedentes genéticos, hipersensibilidad, estado de embarazo, régimen de ejercicio, etc.

Trabajadores que carecen genéticamente de ciertas enzimas en la sangre, son altamente susceptibles a la anilina y al nitrobenzeno. Hombres que son habituales tomadores de licor son más susceptibles al tetracloruro de carbono y al tricloroetileno. Personas de complexión delgada y piel seca son más susceptibles a los efectos carcinógenos de las radiaciones ultravioleta y a dermatitis por diversas sustancias. En el mundo de la Higiene Industrial se está considerando ahora cuidadosamente el papel que pueden jugar algunos antioxidantes, conservadores, vitaminas etc., que se agregan a alimentos envasados, sobre la susceptibilidad de algunas personas a ciertas sustancias tóxicas y carcinógenas.

Todo esto nos hace ver la dificultad de fijar niveles y dosis estándar de exposición a agentes ambientales que aseguren absoluta y ciertamente, un medio ambiente de trabajo sano y seguro.

3.2 EL SISTEMA RESPIRATORIO

El hombre posee mecanismos anatómicos y fisiológicos que lo protegen de daños ocasionados por múltiples agentes en el aire. La disposición de los conductos respiratorios permite la deposición de partículas en las superficies más elásticas

del tracto respiratorio, obstaculizando su paso hacia los bronquiolos y alveolos pulmonares, donde se lleva a cabo el intercambio distal de la respiración. Por otro lado, todas las superficies del sistema respiratorio, están recubiertas por una película delgada de un fluido mucoso que las protege y sirve para transportar las partículas que hubieran llegado a depositarse en los pulmones hacia la faringe, a través del movimiento ondulatorio de células en dichos tejidos.

Este mecanismo es potente y da a todo el sistema respiratorio una característica de autolimpieza permanente.

Otro mecanismo de limpieza lo constituyen los fagocitos, organismos monocelulares que se encuentran presentes en los alveolos pulmonares y en otras partes del organismo. Estos fagocitos son capaces de aumentar rápidamente en número por bipartición celular dentro de los mismos pulmones ó llegar a éstas a través del flujo sanguíneo desde otras partes del cuerpo y tienen la propiedad de poder "engullir" partículas extrañas hasta de 15 micras de longitud.

El último mecanismo que permite la limpieza de los pulmones es el líquido linfático presente entre los vasos capilares sanguíneos y las paredes de los alveolos.

Los gases se mueven a través del sistema respiratorio a causa del mismo flujo de aire de la respiración y también por su propiedad de difusividad.

Algunos gases como el nitrógeno y el monóxido de carbono, son totalmente inertes en cuanto a sus efectos sobre la estructura celular del sistema respiratorio, aunque el monóxido es capaz de reaccionar con la hemoglobina y hasta causar la muerte. El comportamiento de las partículas en el interior del sistema respiratorio es distinto y variará dependiendo principalmente del tamaño de la partícula y de su densidad.

De acuerdo a la tabla 3a, se presenta el comportamiento de las partículas en el sistema respiratorio.

TABLA 3a.

DIAMETRO DE PARTICULA	COMPORTAMIENTO
Mayor que 10 micras	Se eliminarán totalmente del sistema a través de la nariz y conductos superiores.
Entre 3 y 10 micras	Se depositarán principalmente en las membranas mucosas del tracto respiratorio superior.
Entre 1 y 2 micras	Empezarán a penetrar en las partes profundas de los pulmones. Se depositarán algunas partículas en los bronquiolos y alveolos pulmonares por gravedad.
Entre 0.1 y 0.5 micras	Tendrán considerable contacto con los alveolos y se depositarán por acción de la gravedad y de la inercia. Habrá poca difusividad.
0.01 micras y menores	Se depositarán en los tejidos alveolares principalmente por difusividad.

3.2.1 FACTORES QUE DETERMINAN LA REACCION PULMONAR ANTE GASES Y PARTICULAS.

Los principales factores que determinarán si puede existir un daño pulmonar por exposición a gases o partículas son:

- a) Naturaleza del agente
- b) Cantidad ó dosis del agente en contacto con los tejidos.
- c) Reactividad de los tejidos ante el agente.

Ciertos gases, como el nitrógeno y partículas tales como el carbón y la mayoría de los silicatos, son esencialmente inertes hacia los tejidos pulmonares.

3.2.2 REAACIONES DEL SISTEMA RESPIRATORIO.

A) ESTRECHEZ DE LA CONDUCCION RESPIRATORIA

Los casos se presentan a diferentes alergias y pueden ser agudo y reversible o crónico y de características irreversibles.

B) HIPERSECRECION MUCOSA

Cuando el estímulo a las membranas es severo, las células secretan mayores cantidades de mucosidad y esto puede conducir a la obstrucción de las vías respiratorias.

C) PARALISIS DEL MECANISMO DE ELIMINACION DE LAS MEMBRANAS MUCOSAS.

Es la paralización temporal del mecanismo de autolimpieza del sistema respiratorio.

D) EFECTOS SOBRE LOS FAGOCITOS

Existen sustancias que son resistentes a la acción de la engulción de los fagocitos. Provocando la muerte de estos.

E) EDEMA PULMONAR

El edema pulmonar se limita esencialmente al efecto de gases tóxicos y a bacterias más que a partículas ocasionando inflamación celular aguda (edema) el cual puede llegar a ocasionar la muerte.

F) INFLAMACION CRONICA DE NATURALEZA GRANULOMATOSA

Es un daño crónico intersticial pulmonar y depende de la susceptibilidad del individuo.

G) EFIGEMA PULMONAR

Endurecimiento de las paredes de los alveolos, que obstaculiza su permeabilidad y elasticidad y por consiguiente su función de intercambio de oxígeno.

H) FIBROSIS PULMONAR O NEUMOCONIOSIS

Es la formación de cicatrices fibrosas, que conduce al desarrollo de un tipo modular de tejido fibroso, denso y adherente.

I) CANCER

En el pulmon existen muy diversos tipos de celulas que se estan renovando constantemente.

Esta facultad de recemplazo puede ser acelerada a consecuencia de una lesi3n celular.

La frecuencia de canceres pulmonares en trabajadores expuestos a partculas de cromo, niquel, asbento, uranio y otros agentes, es excesiva por lo que estas sustancias y cada dia un n3meromayor, son etiquetadas como carcinogenas.

J) EFECTOS SISTEMICOS EN EL ORGANISMO

Las vias respiratorias estan consideradas como la via de acceso de t3xicos m3s importante del organismo y mediante la cual se provocan con mayor frecuencia las enfermedades ocupacionales m3s graves. Por tal motivo es importante considerar que las sustancias en el ambiente no s3lo ocasionan los da1os locales antes descritos, sino que son los pulmones los que a trav3s del sistema circulatorio y linf3tico permiten que ciertos t3xicos viajen por el organismo y se depositen en diversos organos, a los que atacan, reducen sus funciones biol3gicas o hacen reaccionar adversamente, desarroll3ndose un da1o a la salud.

3.2 DERMATOSIS OCUPACIONALES

Las dermatosis ocupacionales están consideradas como la más común de las enfermedades del trabajo y constituye en el mundo entre el 50 y el 65% de las enfermedades industriales reportadas. Puede estimarse que por lo menos el 1% de la población trabajadora sufre alguna lesión cutánea durante el transcurso de un año.

3.3.1 La piel es el órgano de mayor tamaño del cuerpo humano con cerca de dos metros cuadrados de área potencialmente expuesta al contacto de sustancias y agentes extraños. Se trata de un órgano cuyas propiedades anatómicas y fisiológicas proporcionan múltiples funciones: regula la temperatura del cuerpo, recibe y transmite sensaciones, elabora pigmento, secreta sudor y regula su propios elementos celulares. Con sus características de espesor y elasticidad protege los músculos y los nervios, así como el sistema circulatorio; su pigmentación protege contra los efectos de la luz solar y de otras fuentes de energía física; su impermeabilidad impide el paso del agua, de bacterias y de muchos agentes químicos.

3.2.2 CAUSAS DE DERMATOSIS

El desarrollo de una dermatosis ocupacional está íntimamente ligado a factores predispositivos como raza, edad, sexo, textura de la piel, respiración, hábitos de

limpieza, sensibilización alérgica y época del año.

Es ampliamente conocida la sensibilidad de individuos de piel clara a los rayos del sol ó a la radiación ultravioleta. Las personas de piel seca son menos resistentes a los solventes y detergentes, mientras que los individuos de piel grasosa están más propensos a desarrollar lesiones de tipo acné, en algunas operaciones industriales.

Las causas directas de dermatosis ocupacionales, clasificadas en orden de frecuencia e importancia, son las químicas, las mecánicas, las físicas y las biológicas.

A) CAUSAS QUIMICAS

Las sustancias químicas, orgánicas e inorgánicas, constituyen el mayor riesgo presente en el ambiente laboral. Las sustancias actúan como irritantes primarios, como sensibilizadores alérgicos ó como fotosensibilizadores.

Cerca del 80% de las dermatosis ocupacionales son causadas por irritantes primarios, que pueden dañar cualquier piel en el primer contacto, ya que poseen propiedades químicas capaces de reaccionar con ella.

Las sustancias capaces de producir dermatitis alérgicas por contacto con la piel son pocas, en comparación al número de irritantes primarios. Son bien conocidos como sensibilizadores alérgicos cutáneos.

B) CAUSAS MECANICAS

Toda persona que experimenta fricción repetida sobre la piel puede desarrollar una abrasión o más comunmente una callosidad. Hay herramientas de alta frecuencia que pueden ocasionar desórdenes cutáneos, acompañados de dolores espasmódicos en los dedos.

C) CAUSAS FISICAS

El calor, el frío, la luz solar, la radiación ultravioleta y la radiación ionizante, pueden causar daños sobre la piel. Es posible sufrir quemaduras por un arco eléctrico, por exposición a una fuente radioactiva ó bien por metales y vidrio fundido y por solventes, detergentes usados a alta temperatura.

Las bajas temperaturas llevan a la congelación de los tejidos y a daños permanentes en los vasos sanguíneos. Están expuestos a daños en la piel quienes están en contacto con radiaciones ultravioleta, en operaciones de fundido de metales, soldadura y otras.

D) CAUSAS BIOLÓGICAS

Las bacterias, virus, hongos y parásitos atacan a la piel y algunas veces son la causa de enfermedades sistémicas de origen ocupacional.

3.3.3 TIPOS DE DERMATOSIS OCUPACIONALES

A) DERMATITIS AGUDA DE CONTACTO

Causada generalmente por un irritante primario ó un

sensibilizador alérgico.

B) ERUPCIONES Y ACNE

Desarrollada comunmente por aceites y grasas y derivadas del petróleo, alquitrán, brea.

C) CAMBIOS EN LA PIGMENTACION

Pueden presentarse tanto como pérdida, como incremento de la pigmentación de la piel, los aceites derivados del Petróleo,asfaltos brea,sustancias fotorreactivas y a la luz solar, aumentan la pigmentacion.

D) TUMORES Y CARCINOMAS

Entre los agentes con propensión a la generación de tumores en la piel, que pueden llegar a ser carcinógenos, se cuenta a la luz solar, los rayos - X.

E) ULCERAS

Son frecuentes las ulceraciones atribuidas por el ácido crómico,sal, solventes,ácidos, ó por acción del calor ó abrasión mecánica.

3.4 EL SISTEMA AUDITIVO

Un sonido es el resultado de un movimiento ondulatorio que origina cambios de presión en el aire con respecto a la presión atmosférica, en forma de pequeñas compresiones y decompresiones y que son producidos por un objeto en vibración. El ruido conocido generalmente como un sonido indeseable, se caracteriza por su complejidad y por una carencia de orden y regularidad en sus ondas sonoras.

El oído humano es capaz de registrar las variaciones oscilantes de presión, en las frecuencias que se encuentran dentro - del " Espectro Audible " y que comprenden de los 20 ciclos por

segundo ó Hertz (20 Hz) hasta los 20,000 Hz.

El fenómeno de la audición se produce cuando las ondas de presión lleguen al conducto auditivo e inciden en el tímpano, - haciéndolo vibrar. Esta vibración timpánica transmitida mecánicamente por medio de la cadena de huesecillos (martillo, - yunque y estribo) hasta otra membrana vibratoria llamada ventana oval, figura 3.B.

EL OIDO HUMANO

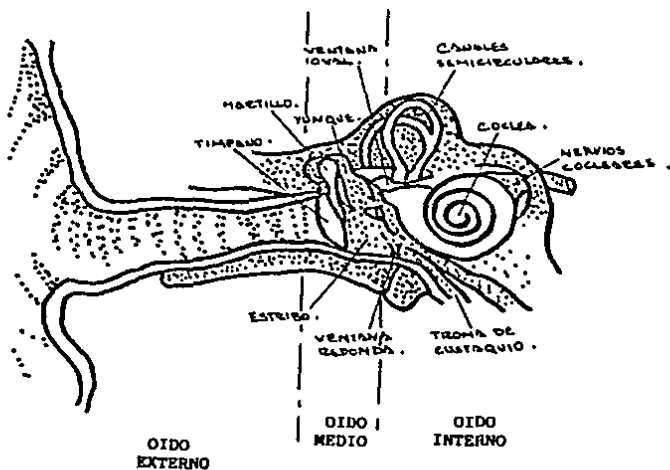


FIG. 3. B.

Hasta aquí la vibración sonora atraviesa las secciones del -
Oído Externo y Oído Medio. A partir de entonces la vibración
transmitida por la ventana oval pasa a un medio líquido den-
tro de la Cóclea, en el Oído Interno, figura 3.C.

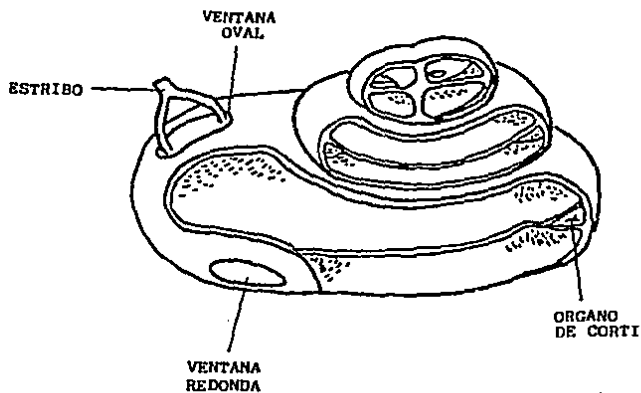
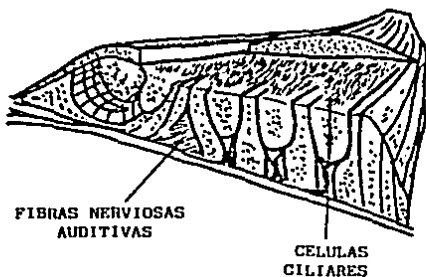


FIG. 3. C. COCLEA

En la cóclea se encuentra el Organó de Corti , donde las vibraciones son transformadas en impulsos bioeléctricos que se envían al cerebro a través del nervio auditivo, figura 3.D.



ORGANO DE CORTI

FIG. 3. D.

Los efectos directos del ruido en el hombre pueden dividirse en tres:

- De comunicación
- Psicológicos
- Fisiológicos

3.4.1 EFECTOS HACIA LA COMUNICACION

El efecto enmascarador del ruido provoca que el oído sea incapaz de discriminar señales de advertencia ó peligro en el trabajo, o la misma conversación. Consecuentemente este efecto incrementa el riesgo de accidentes.

3.4.2 EFECTOS PSICOLOGICOS

El efecto psicológico o emocional en el hombre se manifiesta en una molestia que puede ser causada por exposición a ruido continuo. Se ha discutido que puede llegar a causar problemas de insomnio o tensión nerviosa. Inclusive el ruido irritante de una Ciudad pudiera llegar a provocar reducción de la eficiencia o capacidad de trabajo de una persona. Puede decirse en general que el efecto psicológico puede aumentar con la intensidad del ruido y su complejidad.

3.4.3 EFECTOS FISIOLÓGICOS

El efecto del ruido en el organismo es el más importante y grave al cual nos enfrentamos. Los efectos fisiológicos del ruido se pueden dividir en tres -

clases:

- Efectos generales
- Efecto agudo auditivo
- Efecto crónico sobre el Oído Interno

Se ha atribuido al ruido el producir efectos generales sobre el organismo, tales como elevación de la presión sanguínea, así como disturbios en las funciones metabólicas, en el sistema digestivo y en el ritmo respiratorio. Estos efectos pudieran manifestarse en dolores de cabeza, náusea, tensión muscular y fatiga. Sin embargo aunque en los medios de Medicina Ocupacional se discute esta posibilidad, no ha sido posible establecer clínicamente su relación causa-efecto.

El ruido puede ocasionar efectos agudos sobre el oído, particularmente sobre el tímpano, solo en caso de exposición a un ruido de muy alta intensidad, como el que se genera en una explosión. Esta lesión generalmente puede ser corregida por tratamientos médicos ó por cirugía.

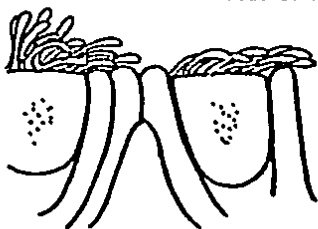
De los efectos fisiológicos el de mayor importancia - por su gravedad sobre el sentido de la audición es el crónico, conocido como hipocúsia por trauma acústico, cuyas características son: afecta al Oído Interno y es irreversible.

Las ondas transmitidas a la Cóclea son llevadas al Organó de Corti, donde producen un movimiento oscilatorio de una serie de células ciliares.

Según la teoría, este movimiento ciliar provoca impulsos que se transmiten a las neuronas de las fibras nerviosas auditivas.

Si las células ciliares son sometidas durante largos periodos de tiempo a la acción de altos niveles sonoros, éstas empiezan a perder su facultad de recuperar su posición original, primero temporalmente (lo que se conoce como fatiga acústica, en cuyo caso la recuperación total se logra después de un periodo de descanso hasta de 16 horas) y con el transcurso de los años, definitiva e irreversiblemente, figura 3.E. En este caso se trata de una lesión conocida como " coclear " o " perceptiva ".

FIG. 3. E.



CELULAS CILIARES DAÑADAS

El " trauma acústico " se manifiesta en sus inicios en una disminución de la audición de las frecuencias de 4000 Hz. Conforme avanza la lesión, se empieza a perder la audición en 2000 y 8000 Hz y posteriormente en las demás frecuencias.

Durante los inicios del trauma acústico es sumamente difícil, inclusive para el propio afectado el reconocer el daño y no es sino hasta que la lesión avanza considerablemente, cuando éste se empieza a percatar de su sordera, al tener problemas para escuchar la conversación de los demás, iniciándose así el proceso de un serio problema familiar y social.

Por medio del audiograma es factible identificar el trauma acústico desde su inicio y diferenciarlo de un daño en el oído externo ó medio (sin relación con el ruido Industrial) y asimismo diferenciar un trauma industrial (producido por ruido industrial) de otro tipo de trauma acústico.

Una lesión en el oído externo ó medio (tapón en el conducto auditivo, tímpano perforado, otosclerosis, adherencias en la caja timpánica, etc.) se manifestarán en el audiograma por una disminución de la agudeza auditiva en las frecuencias bajas (abajo de los 1000 Hz.)

Una lesión de tipo infeccioso en el oído interno, que interesa la cóclea ó el nervio auditivo, se manifestará casi sin excepción por una hipoacusia perceptiva unilateral (solo un oído, arriba de 1000 Hz). Existen medicamentos conocidos como ototóxicos, como la estreptomycinina y la canamicina y hasta la humilde aspirina tomada en grandes y repetidas dosis, que provocan hipoacusia bilateral muy semejante al trauma industrial, pero con la diferencia de que se manifiesta por una disminución predominante en 8000Hz. Para identificar esta posible causa es importante el interrogatorio al trabajador, tratando de descubrir padecimientos anteriores que hubieran podido ser tratados con medicamentos ototóxicos. Un cazador, un aficionado al tiro al blanco con arma de fuego, tendrán una disminución sólo unilateral arriba de 1000Hz oído derecho si tira con pistola y oído izquierdo si tira con rifle ó escopeta.

3.4.4 NIVELES UMBRALES DE LA AUDICION

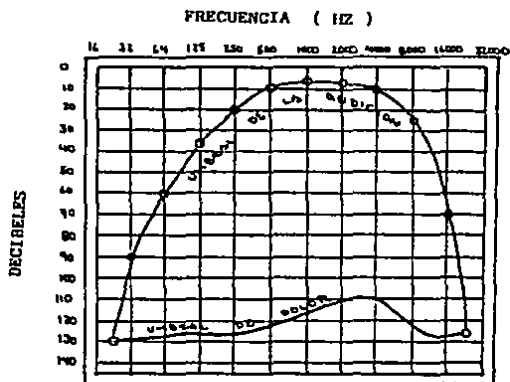
Nuestro oído solo es capaz de escuchar una fracción de los sonidos que nos rodean. No podemos escuchar sonidos de muy baja intensidad ni ondas sonoras con frecuencia arriba ó abajo de ciertos límites.

Estos límites llamados Umbral de la Audición , figura 3 F, varían de persona a persona, pero se ha podido

establecer que el rango audible comprende las frecuencias entre 20 y 20,000 Hz, requiriéndose una mayor intensidad para poder escuchar las frecuencias cercanas a estos límites. Por otro lado, la exposición a muy altas intensidades de sonido (+ 130 dB) ocasiona una sensación de molestia, conociéndose este límite como Umbral del Dolor.

La figura 3 F , muestra estos límites para un oído joven y sano.

FIG. 3. F.










UMBRALES DE LA AUDICION

A fin de medir las pequeñas diferencias de presión sonora se estableció el Decibel (dB), como una unidad logarítmica del sonido. La intensidad del sonido en el umbral de la audición a 1000 Hz se calificó como 0 dB, que equivale a una presión de 2×10^{-10} atmósferas.

La siguiente tabla 3 G, muestra algunos ejemplos de distintas intensidades sonoras existentes en nuestro medio.

La columna Magnitud de Intensidad de Sonido, representa cuantas veces un sonido determinado es mayor al umbral de la audición.

TABLA 3. G.

MAGNITUD DE INTENSIDAD DE SONIDO.	N.º VECES SONORO DB		FUENTE
100 000 000 000 000	140		MOTOR JET.
10 000 000 000 000	130		UMBRAL DE DOLOR
1 000 000 000 000	120		AVION HELICE
100 000 000 000	110		PERFORADORA NEUMÁTICA
10 000 000 000	100		FABRICA NORMAL
1 000 000 000	90		CAMION PELADO
100 000 000	80		TRAFICO
10 000 000	70		AUTOMOVIL
1 000 000	60		CONVERSACION
100 000	50		RESIDENCIA DE CIUDAD
10 000	40		MUSICA SUAVE
1 000	30		VENTILADOR SILENCIOSO
100	20		CASA DE CAMPO
10	10		MUEVULLO DE OJAS
0	0		UMBRAL DE LA AUDICION.

CAPITULO IV LEGISLACION SOBRE LA CONTAMINACION

4.1 INTRODUCCION

En México el gobierno a tomado especial conciencia en todo lo referente a la contaminación, en este capítulo veremos, las leyes que existen al respecto, sus principales artículos y definiciones así como un resumen del reglamento específico para la contaminación originada por la emisión del ruido.

4.2 LEY DE PROTECCION AL AMBIENTE

En 1972 se crea la subsecretaría de mejoramiento del ambiente, la gestión ambiental en México se mantuvo dispersa en diversas dependencias, con intervención en mayor o menor grado en la solución de los problemas ambientales.

En 1977, la nueva Ley Orgánica de la Administración Pública federal otorga a la Secretaría de Salubridad y Asistencia entre otras atribuciones, el planear y dirigir la política ambiental del país.

En 1978 se decide crear la comisión intersecretarial de saneamiento ambiental, a efecto de lograr una coordinación en las acciones realizadas, entre la Secretaría de Salubridad y Asistencia y otras dependencias, que mantenían acciones al respecto.

No fue sino hasta Enero de 1982 cuando se crea la Ley Federal de Protección al Ambiente.

Que en su capítulo primero (disposiciones generales), el artículo cuarto nos define para efectos de esta ley, considerar:

- Contaminación:

La presencia en el ambiente de uno ó más contaminantes o cualquier combinación de ellos que perjudiquen ó resulte nocivo a la vida, la salud y el ambiente humano, la flora y la fauna o degraden la calidad de el aire, del agua, - del suelo o de los bienes y recursos en general.

- Contaminante:

Toda materia ó sustancia, sus combinaciones ó compuestos los derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía térmica, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, aguas suelo, flora, fauna ó cualquier elemento ambiental, alteren o modifiquen su composición, o afecten la salud humana.

- 4.3 Se encuentra también dentro de dicha ley en el capítulo 6° artículos del 39 al 41 todo lo referente a la protección del ambiente por efectos de energía térmica, ruido y vibraciones.
- Artículo 39: Queda prohibido producir emisiones contaminantes de energía térmica, ruido y vibraciones perjudiciales al ambiente o salud pública, en contravención a las disposiciones legales relativas.
- Artículo 40: En la construcción de obras ó instalaciones que generen energía térmica, ruido ó vibraciones, así como en la operación ó funcionamiento de las existentes deberán tomarse las medidas técnicas preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes.

Artículo 41: La Secretaría de Salubridad y Asistencia, tendrá facultades para establecer los procedimientos a fin de y controlar la contaminación por energía térmica, ruido ó vibraciones y fijar los límites de tolerancia de dichos contaminantes, así como para vigilar su cumplimiento.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia realizará análisis, estudios, investigaciones y vigilancia con el objeto de localizar el origen o procedencia, naturaleza, grado, magnitud ó frecuencia de las emisiones de energía térmica, ruido ó vibraciones, para evitar daños a la salud, en coordinación con organismos públicos ó privados, nacionales ó internacionales podrá recopilar, revisar, intercambiar e integrar información relacionada con este tipo de contaminación, así como de métodos y tecnología de control y tratamiento de los mismos.

- 4.4 Dentro de el breviarío jurídico ecológico, editado por la - Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología y la Subsecretaría de Ecología, encontramos el reglamento para la protección del ambiente por la emisión de ruido, de el 6 de Diciembre de 1982, el cual se compone de 9 capítulos con 79 artículos en total. A manera de resumen de los 8 capítulos encontramos:

4.4.1 Capítulo I : Disposiciones Generales:

Consta de el artículo 1º al 4º siendo la principal temática el que este reglamento se aplica en todo el territorio nacional, su aplicación es por conducto de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, en conjunto

con otros organismos, del sector público, difundan información para proveer el cumplimiento de este reglamento, así como el ejecutivo federal, en su caso promoverá la descentralización así como facilitará a las industrias la adquisición de equipos y aditamentos para medir, controlar ó abatir la contaminación provocada por la emisión de ruido.

4.4.2 Capítulo II : De las Definiciones:

Comprende los artículos 5° y 6° ; donde se nos define que es una fuente emisora de ruido, banda de frecuencias, bel, ciclo, decibel, decibel (A), frecuencia nivel de presión acústica, nivel equivalente, presión acústica peso bruto vehicular, responsable de fuente de contaminación ambiental por efectos del ruido, ruido, dispersión acústica, y las fuentes artificiales de contaminación originados por la emisión de ruido - tanto fijas como móviles. Todo esto para los fines de este reglamento.

4.4.3 Capítulo III : De la Emisión de Ruido:

Que se compone desde el artículo 7° hasta el 40°, y nos señala que la Secretaría de Salubridad y Asistencia en coordinación con otras dependencias realizará los estudios e investigaciones necesarios para determinar: los efectos molestos y peligrosos en las personas; la planeación, los programas y las normas que -

deban ponerse en práctica; el nivel de presión acústica, banda de frecuencias, duración y demás características de la emisión de ruido en zonas industriales; - la presencia de ruido específico contaminante del ambiente en zonas determinadas; y las características de emisiones según las fuentes que utilizan fijas ó - móviles. También que los responsables de las fuentes emisoras, de acuerdo a este reglamento deberán de prestar todo tipo de información referente a la emisión - de ruido contaminante.

Para determinar si se rebasan los niveles máximos permitidos se realizarán mediciones según los procedimientos que señala el propio reglamento.

Así también los fabricantes de maquinaria y aparatos electromecánicos deberán de colocar en un lugar visible una etiqueta ó señal que indique la peligrosidad por emisión de ruido de el aparato.

El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 db (A) de las seis a las veintidós horas y de 65 db : esto se medirá a no más de 15 metros de el predio, durante un lapso no menor de 15 minutos. Si por alguna razón de índole técnica ó socio-económica debidamente comprobadas, el responsable de una - fuente fija no pueda cumplir los límites señalados, - la Secretaría de Salubridad y Asistencia; dará una -

autorización para la fijación del nivel permitido con una solicitud con todos sus datos y argumentos.

Para fijar el nivel máximo permitido la Secretaría de Salubridad y Asistencia tomará en consideración los siguientes criterios: el riesgo que signifique para la salud la emisión del ruido proveniente de la fuente; las repercusiones económicas y sociales que ocasionaría la implantación de medidas para abatir la emisión del ruido; las posibilidades tecnológicas de control de la contaminación ambiental, provenientes de la fuente fija y las características de la zona circunvecina que se ve afectada por el ruido.

Además todo establecimiento industrial, comercial, de servicio público y en general toda edificación deberán construirse de tal forma que permitan un aislamiento acústico para que el ruido generado en su interior no rebase los niveles permitidos.

Se tendrá que presentar a las autoridades un informe de la construcción con su ubicación y tiempo de duración, número y naturaleza de las fuentes, localización dentro de la obra y el horario.

Siendo la Secretaría de Salubridad y Asistencia quien dicte las medidas pertinentes, para la planificación y ejecución de obras urbanísticas, sirenas, megavoces ó cualquier otro dispositivo para advertir situacio-

nes de peligro aún cuando se rebasen los niveles máximos permitidos.

Se tendrán que ajustar a 55 dB (A) todas aquellas fuentes fijas ó móviles que se instalen cerca de hospitales , guarderías, escuelas, asilos, lugares de descanso y otros sitios donde el ruido entorpezca cualquier actividad.

Las autoridades competentes podrán señalar zonas de restricción temporal ó permanente y se fijarán a cada caso en particular. Los aparatos amplificadores de sonido ó dispositivos similares sólo podrán ser usados en la vía pública en caso de servicio de beneficio colectivo.

Para la autorización de la ubicación y construcción de aeropuertos y/o similares tendrá que tomar en cuenta la opinión de la Secretaría de Salubridad y Asistencia determinando: la distancia a las zonas urbanas, las soluciones de ingeniería pertinentes y las características de servicios auxiliares con objeto de evitar ó disminuir el ruido.

Los niveles de ruido así como la altura de sobrevolar sobre zonas habitacionales deberán estar sujetas a las normas establecidas.

Así también las compañías que presten servicio ferroviario deberán de dar el debido mantenimiento a sus

instalaciones y equipos a fin de prevenir y controlar la contaminación ambiental, así también las nuevas instalaciones ferroviarias deberán ser ubicadas de conformidad con lo que señale la autoridad urbanística de igual manera los operadores ferrocarrileros restringirán el uso de silbatos y demás dispositivos similares dentro de las zonas urbanas. Las autoridades de tránsito competentes tomarán en cuenta la opinión de la Secretaría de Salubridad y Asistencia para la fijación de rutas, horarios y límites de velocidad en los servicios públicos de autotransporte. Para efectos de prevenir y controlar la emisión de ruido, ocasionada por automóviles, camiones, autobuses, y similares se les establece el siguiente nivel permisible, vehículos hasta 3,000 kg. 79 dB (A); más de 3,000 Kg hasta 10,000 Kg. 81 dB (A), y más de 10,000 KG. 84 dB (A), estos valores serán medidos a 15 M. de la fuente. Se prohibirá la fabricación, ensamble, importación ó distribución de vehículos automotrices que rebasen los niveles máximos permisibles. Si algún vehículo rebasa el nivel permisible el responsable deberá adoptar de inmediato las medidas necesarias. De igual forma las competencias deportivas de vehícu-

los automotores de transportación terrestre ó acuática deberán contar con la aprobación de la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

La construcción de estaciones terminales de autotransporte deberán ajustarse a los niveles máximos de emisión de ruido establecidos, queda prohibido también la circulación de vehículos con escape abierto.

En toda operación de carga o descarga de mercancía u objetos que se realice en la vía pública, no se deberá rebasar un nivel de 90 dB (A), de las siete a las veintidos horas y de 85 dB (A) de las veintidos a las siete horas.

Excepto en casos de emergencia ó vehículos autorizados queda prohibido el uso de campanas, sirenas ó cualquier otro dispositivo semejante, instalado en cualquier vehículo.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia en coordinación con las autoridades auxiliares, elaborarán normas oficiales que contemplen los aspectos básicos de la emisión de ruido, el ruido producido en casas habitación por la vida puramente doméstica no es objeto de sanción.

Los carrillones, campanas y demás dispositivos similares que emitan ruido a la vía pública, sólo podrán operarse entre las seis y las veintidos horas.

4.4.4 Capítulo IV : De las Medidas de Orientación y Educación.

Que se compone del artículo 41 al 48, las dependencias de gobierno en coordinación con la Secretaría de Salubridad y Asistencia para elaborar y ejecutar programas y cualquier otra actividad para educar orientar y difundir el problema originado por la emisión de ruido. Así también la Secretaría de Educación Pública incluirá en los programas educativos y en los libros de texto gratuito los aspectos elementales del origen y prevención de la contaminación ambiental; como también - promoverá en instituciones de educación superior del país, la investigación científica y tecnológica sobre la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido y formas de combatirla.

Las Camaras de Comercio y las de la Industria y sus respectivas federaciones coadyuvarán con las autoridades orientando a sus asociados al cumplimiento de las medidas de prevención, las empresas públicas y privadas promoverán campañas educativas permanentes contra la contaminación.

4.4.5 Capítulo V : De La Vigilancia e Inspección:

Que comprende los artículos del 48 al 60, la vigilancia del cumplimiento de este reglamento estará a cargo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, en -

coordinación con las dependencias del ejecutivo se encargarán de coadyuvar lo dispuesto por la Ley Federal de Protección al Ambiente.

La vigilancia relativa a fuentes móviles en operación la realizarán en su carácter de auxiliares de la autoridad sanitaria las Secretarías de Comunicaciones y - Transportes, la Secretaría de Patrimonio y Fomento Industrial, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, así como el Departamento del Distrito Federal y los Gobiernos de las demás entidades federativas y municipios.

En caso de una presunta infracción al reglamento la autoridad procederá a efectuar la medición del ruido emitido y la detección de acuerdo con la norma correspondiente.

Si un vehículo rebasa los niveles máximos en dB (A) de la siguiente tabla:

de vehículos hasta 3,000 kg.	-	86 dB(A)
de vehículos de más de 3,000 kg	-	92 dB(A)
de vehículos de 10,000 kg ó más	-	99 dB(A)
de motocicletas		89 dB(A)

el conductor o responsable deberá reparar el vehículo y presentarlo a inspección de no hacerlo se podrá retener el vehículo para su reparación o hasta su retiro de circulación.

Con lo que las autoridades auxiliares competentes deberán conceder un plazo para el ajuste de las emisiones del vehículo con el correspondiente levantamiento de acta, debidamente motivada y fundamentada, en lo que se asienten los hechos y la violación de este reglamento.

De igual manera la Secretaría de Salubridad y Asistencia así como las autoridades competentes, realizarán visitas de inspección a las fuentes emisoras de ruido y predios colindantes.

Los inspectores que se designen deberán tener conocimientos técnicos en la materia y las visitas deberán ajustarse a órdenes escritas de la autoridad competente, girando un oficio del objeto y alcance de la visita.

Donde el personal se identificará debidamente, ya que los propietarios, encargados u ocupantes del establecimiento a que se visita deberán de permitir el acceso y dar todo genero de posibilidades a dicho personal.

Una vez indicada la diligencia se deberán designar dos testigos que permanecieran en el desarrollo de la visita.

El inspector visitante, señalará las anomalías, deficiencias ó irregularidades de la materia lo que se -
hara constar en el acta.

Al finalizar la inspección se le invitará al propietario encargado u ocupante , a manifestar lo que a su derecho convenga y a formar el acta, entregándosele una copia de la misma, asentandolo en el original, el personal visitador entregara el acta levantada a la autoridad para su inspección.

Para el efecto de este reglamento no seran objeto de inspección las casas habitación, salvo que existan anomalías.

4.4.6 Capítulo VI : Del Procedimiento para Aplicar Sanciones:

Que se comprende los artículos 61,62 y 63, turnada el acta de inspección a la autoridad competente, se clasificará y el resultado se notificara al interesado en caso de infracción, se le dara un plazo para que formule su defensa como a su derecho convenga.

Una vez presentado el escrito de defensa, pruebas y alegatos, previo desahogo de pruebas, debera dictarse la resolución definitiva siendo notificado el interesado.

La calificación de las infracciones esta dada por:

- El caracter intencional o imprudencial de la acción u omisión.
- Las consecuencias que origine.
- La actividad desarrollada por el infractor

- Las condiciones económicas del infractor
- La residencia

4.4.7 Capítulo VII : Del Recurso Administrativo de Inconformidad:

Que consta de los artículos del 64 al 69, el recurso administrativo de inconformidad se interpondrá por escrito ante la autoridad que haya impuesto la sanción.

Dentro de un lapso determinado después de la resolución.

En dicho escrito se deberá precisar el nombre, domicilio de quien promueve la inconformidad, los agravios que la cause la resolución y la autoridad que haya dictado la resolución (anexando documentos acreditando la personalidad del promoviente así como las pruebas pertinentes).

Con lo que el infractor dispondrá de tiempo para el desahogo de las pruebas.

Al resolverse el recurso la infracción que motivo la resolución , se apreciara tal como aparezca probada ante la autoridad por lo que no se admiten pruebas distintas a las rendidas, durante la tramitación del procedimiento (aplicación de sanciones).

Una vez admitido el recurso y en su caso desahogadas las pruebas la autoridad competente dictará la reso-

lución fundada y motivada notificándosele al interesado.

La interposición del recurso suspenderá la ejecución de las sanciones si el infractor garantiza el interés fiscal (que establece el código fiscal de la Federación) notificando a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que de no pagar se proceda a su ejecución.

4.4.8 Capítulo VIII : De la Acción Popular:

Que comprende los artículos 70, 71 y 72 únicamente se requiere que cualquier persona denuncie ante la Secretaría de Salubridad y Asistencia el nombre y domicilio del denunciante, ubicación de la fuente (con los mayores datos posibles) y hora en que se produce la mayor emisión de ruido, con lo que la autoridad competente efectuara las inspecciones necesarias para la comprobación y si el denunciante lo solicita se le informara de el curso de la inspección.

4.4.9 Capítulo IV : De las Sanciones:

Que comprende los artículos del 73 al 79, dependiendo de la infracción contemplada en los artículos de este reglamento la multa podrá ser desde doscientos a cincuenta mil pesos (incluyendo los casos de infracciones de este reglamento).

En caso de reincidencia podrá sancionarse con multas de veintemil hasta cien mil pesos, previsto también en este reglamento.

En ocasiones independientemente de las multas podrá clausurarse temporal ó definitivamente los establecimientos que emitan contaminantes.

El personal de inspección que no observe lo dispuesto en este reglamento será sancionado de acuerdo a la gravedad de la falta (y se aplicará previa audiencia - del interesado).

4.4.10 El decreto de reformas y adiciones a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.

Del 29 de Diciembre de 1982 en su artículo 6° nos señala que todo lo que se lea como Secretaría de Salubridad y Asistenc'na debiera ser leído como Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

4.5 Norma que establece el procedimiento para determinar el nivel sonoro emitido por una fuente fija.

Se conoce con la abreviatura D.G.N. - AA - 43 - 1976.

Se tiene que tomar en consideración la forma en la que dicha fuente produce ese nivel sonoro, el lugar donde se encuentra, el efecto de otras fuentes que constituyen el nivel sonoro de fondo y el método de evaluación de resultados.

En el procedimiento de campo, cuyos resultados son fijados por valores aleatorios, teniendo un control estadístico de

los mismos para asegurar la representatividad de los resultados.

Esta norma se divide en varios incisos, el primero es el objetivo y el campo de aplicación, posteriormente el segundo - las normas en las que esta apoyada esta, el tercero las definiciones relativas a esta norma, en el cuarto inciso encontramos los símbolos usados, el quinto inciso el fundamento de el método de prueba, el sexto los instrumentos para la prueba, - el séptimo inciso el procedimiento de el método de prueba, - el octavo inciso nos indica la forma de expresión de resultados, método de cálculo, el noveno inciso la forma de informar la prueba.

Posteriormente a manera de apéndice se ilustra el desarrollo matemático y el décimo inciso la bibliografía en que se basa el proyecto de esta norma.

4.6 La Ley Federal del trabajo:

En su título noveno, riesgos de trabajo y artículo No. 483 del proyecto declara que las indemnizaciones por riesgo de - trabajo , que produzca incapacidad , se pagaran directamente al trabajador, y que en los casos de enajenación mental se - pagara a su representante legal.

Siendo en el artículo 514 en donde encontramos ; para los - efectos de este título, la ley adopta lo siguiente: la tabla de valuación de incapacidades permanentes; en donde la sorde- ra e hipocausias profesionales estan comprendidas en su párra

fo 351.

Que dice: se validaran siguiendo las normas de la tabla combinada, por un lado el porcentaje de hipocausia bilateral combinada, y por el otro el porcentaje de incapacidad permanente (al salario que reciba el trabajador).

% de Hipocausia	% de Incapacidad
Bilateral combinada.	permanente.
10	10
15	14
20	17
25	20
30	25
35	30
40	35
45	40
50	45
55	50
60	55
65	60
70	65
75 a 100	70

Se recomienda la exploración por medio de la audiometría tonal determinando la incapacidad funcional auditiva binaural, sin reducción por presbiacusia ó estado anterior.

4.7 El Instituto Mexicano del Seguro Social, Subdirección General Jurídica / Jefatura de Servicios de Seguridad en el Trabajo.

En 1982 editó un folleto de recomendaciones generales para el control de ruidos en los locales de trabajo.

Siendo el ruido el riesgo más común al que está expuesto - gran número de trabajadores.

Es por eso que en esta guía el Instituto Mexicano de el Seguro Social, pretende enfatizar los aspectos de prevención más relevantes.

No se informa de técnicas de evaluación de sonidos o ruidos ni sobre sus aspectos teórico-científicos, de ingeniería ó - médico, por lo que a propósito se omitieron las especificaciones de materiales y dimensiones con objeto de que las - comisiones de seguridad e higiene, apliquen las soluciones - con libertad e imaginación.

4.7.1 La primera recomendación es para las máquinas y - equipos pesados, que produzcan vibraciones y ruidos intensos, se recomienda anclarlos sobre bases rígidas y pesadas, con su propia estructura de soporte, que no hagan contacto con el piso ni con el resto de la estructura del edificio.

4.7.2 La segunda es para las máquinas y los equipos de mediano peso, puede optarse por la recomendación de máquinas pesadas, o por montarlos sobre materiales ó estructuras de amortiguación de vibraciones,

anciándolas sobre bases rígidas.

- 4.7.3 La tercera recomendación es para las máquinas y los equipos ligeros, como las unidades remachadoras ó las motobombas, se recomienda el montaje sobre bases rígidas de peso proporcional y sobre materiales ó estructuras de amortiguación de vibraciones. Evitar en lo posible que se monten sobre la maquinaria ó equipo de mayor tamaño, ó sobre construcciones ligeras, pues esto puede originar mayor vibración e intensificar el ruido.
- 4.7.4 La cuarta es para muchas fuentes generadoras de ruido, se recomienda que esten rodeadas con construcciones que proporcionen aislamiento de sonido para el local de trabajo donde los trabajadores puedan estar expuestos.
- 4.7.5 Las áreas ruidosas pueden disminuir su nivel de ruido instalando en techos y paredes, materiales apropiados para absorber sonidos.
- 4.7.6 Alrededor de los puestos de trabajo donde se realizan operaciones muy ruidosas, se sugiere colocar mamparas absorbentes del sonido.
- 4.7.7 Establecer, de manera permanente, un programa de mantenimiento preventivo que incluya reposición periódica de partes desgastadas; revisión de elementos ó sistemas de anclaje y fijación de máquinas, equi-

pos, conexiones, tubería, ductos, etc..., lubricación de todas las partes en movimiento; así como la vigilancia y conservación de los dispositivos ó estructuras instaladas para el control de ruido.

- 4.7.8 Cuando las tareas puedan ejecutarse a control remoto, se recomienda el aislamiento de los trabajadores en cuartos ó cabinas separados del ambiente ruidoso.

Los cuartos ó las cabinas deben constituirse con cubiertas especificadas para lograr el aislamiento protector.

- 4.7.9 Los materiales absorbentes del ruido son los que tienen las características de ser porosos, flexibles con amortiguamiento interno alto. Entre estos materiales se tiene fieltro, hule espuma, espuma plástica, fibras naturales y artificiales, los cartones con determinadas estructuras, etc.

- 4.7.10 Las superficies de maquinarias ó equipos que vibran y emiten ruidos deben ser recubiertas, en parte ó en toda la extensión de su área, según lo requieran para disminuir la vibración y el ruido, con los materiales absorbentes recomendados.

- 4.7.11 Se recomienda el recurso del encerramiento para las maquinarias y equipos cuya generación de ruido no ha podido ser controlada en otra forma.

Los encerramientos deben tener una estructura base de material denso, como la madera comprimida; en el interior debe recubrirse de materiales absorbentes del ruido; debe proveerse ventilación para la maquinaria ó equipo que desprenda calor en su operación, la ventilación debe darse a través de silenciadores así como entradas de aire, los escapes, ó cualquier otra conexión que lleven.

- 4.7.12 Cuando el flujo de fluidos por las tuberías produzca ruido, se recomienda para atenuarlo, disminuir la turbulencia del fluido y fijar las tuberías, adicionando a las abrazaderas ó ganchos que las sostienen materiales flexibles amortiguadores de las vibraciones.
- 4.7.13 Se recomienda usar transportadores de banda, que son más silenciosos que los de baleros, en los casos en que así sea apropiado para el manejo de materiales.
- 4.7.14 Se recomienda reducir la altura de caída de los materiales, objetos ó piezas, de los transportadores a las cajas donde se colectan y si es posible adicionar laminas flexibles de hule ó plástico en el trayecto de su caída para amortiguarla, y en consecuencia disminuir la intensidad del ruido.

- 4.7.15 Cuando se compren motores eléctricos, transmisiones ó maquinarias y equipos en general, es recomendable tomar en cuenta, como una razón importante en su selección, el rango de ruido que producen y escoger los más silenciosos.
- 4.7.16 Se recomienda instalar silenciadores sencillos en los escapes de las válvulas neumáticas; en los ductos de los sistemas de ventilación, cerca de los ventiladores ruidosos; en las tomas de aire de las compresoras ó en cualquier parte donde una abertura y el flujo de aire ó gases, que a través de ella circulen, sean los causantes del ruido.
- 4.7.17 Se recomienda instalar cámaras de expansión con escapes y silenciadores en el cuerpo de las herramientas neumáticas, para atenuar la generación de ruido.
- 4.7.18 Se recomienda instalar, en los equipos con motores muy ruidosos, sistemas aislantes ó absorbentes de ruido en las superficies inmediatas a los motores.
- 4.7.19 Para los motores deben seleccionarse transmisiones que permitan la regulación de la velocidad de rotación en forma más suave y silenciosa.
- 4.7.20 Se recomienda cambiar las bandas anchas por su equivalente en bandas angostas con separadores en las poleas, que al reducir la superficie de vibración, disminuyen el ruido durante su operación.

- 4.7.21 Se recomienda instalar aislantes de vibraciones en las bases de los motores, bombas y equipos en general, que sean focos de emisión de ruido.
- 4.7.22 Para evitar la reflexión del sonido procurar que - las máquinas y los equipos ruidosos se instalen lo más alejados posible de las paredes y techo.
- 4.7.23 Evitar el uso de los chorros de aire ruidosos, cuando se usan para enfriamiento es recomendable sustituirlos con sistemas que sean silenciosos, cuando se usan para limpieza de partes y equipos se recomienda hacerlo con boquillas especiales de doble escape, que atenuan la generación de ruido y además, rodear esta operación con mamparas absorbentes de ruido.
- 4.7.24 Para prevenir ó reducir el ruido que se produce por el impacto entre las partes en movimiento de las maquinarias ó los equipos, se recomienda adoptar una ó varias de las siguientes medidas:
- reducir un poco su velocidad
 - acortar las partes que golpean
 - sustituir las partes metálicas por materiales plásticos.
 - recubrirlas con este mismo material
 - cambiar la dirección ó el tipo de movimiento.

- 4.7.25 Se recomienda reducir la velocidad de los cambios en las maquinarias ó los equipos para que los arranques, las paradas, los cambios de velocidad, los movimientos hacia adelante y hacia atrás y otros, se realicen con suavidad y produzcan menos ruido.
- 4.7.26 Se recomienda cambiar las laminas que vibran y producen ruido, por placas o tableros de laminas perforadas ó por mallas de alambre que producen menos ruido, especialmente en las grandes protecciones que se instalan para volantes bandas ó poleas.
- 4.7.27 Se recomienda aislar, por encerramiento, las partes de las maquinarias y los equipos que sean especialmente ruidosas y que no pueda evitarse por otros medios. Esto es muy común y factible en los puntos de operación, como el de la maquinaria remachadora donde esta el martillo.
- 4.7.28 Se recomienda modificar las operaciones ruidosas, lo que significa cambiar los impactos por el uso silencioso de la palanca, como en el caso del martillo para doblar soleras ó laminas que puede cambiarse por el uso de pinzas de presión, ó aún mejor, con una dobladora, aunque sea manual.
- 4.7.29 Estas son las veintiocho recomendaciones de el folleto, mismas que pueden ser aplicadas y tomadas en cuenta, buscando el mejor resultado al menor costo.

4.8 Tomando en comparación otros países, para establecer las diferencias que existen con respecto a México es uno de los países más adelantados en cuestión de controles de contaminación, - con tecnología de vanguardia en este ramo.

4.8.1 El Sr. Germaine Moreau en su libro de la Defensa de el hombre contra la contaminación (La Defense de L'Homme contre les Pollutions) el segundo tema abocado al ruido (Bruit) con subtítulo: La lucha contra el ruido en Francia, Legislación y Reglamentación (La Lutte contre le bruit en France Legislation et Reglamentation). En la cual hace una recopilación de documentos referentes y nos dice que dada las necesidades que día con día surgen se tiene que tomar en primer plano la higiene pública para lograr un saneamiento social.

Como el ruido, por ejemplo en el caso de industrias generatrices de este, incomodan al propio personal que en el laboran, por lo que aunado a otras causas que lo producen surge el plan nacional dividido en planes locales: dentro de el código de la administración comunitaria (code de L'Administration communale), y respectivamente un reglamentosanitario prototipo (reglament sanitaire type) apoyado en el reglamento sanitario anterior de 1963 a manera de complemento y actualización.

El artículo 1° dispone: que la autoridad sanitaria en este caso el Ministerio de Salubridad Pública y Seguridad Social (Au Ministe're de la Sante Publique et de la Securite Sociale) será la encargada de intervenir en cualquier local ya sea habitacional, comercial ó industrial si así lo considera necesario para aplicar el reglamento y resolver cualquier problema.

El artículo 2° del código señala: que el reglamento sanitario determine todo tipo de precauciones para aplicarlas en pro de el bienestar común.

Posteriormente después de una larga enumeración hasta el artículo 103 Bis de las sanciones; a diferentes fuentes emisoras:

* A las fuentes móviles: al entrar en vigor este reglamento no es retroactivo a los usuarios de automóviles antiguos sino que solo es aplicable a usuarios de automóviles contemporáneos y posteriores al dicho reglamento.

Por otra parte a conductores de todo tipo de automotores que no sean automóviles como : motocicletas, camiones, camionetas, tractores, etc... se aplicara dicho reglamento.

** A las fuentes fijas: (los locales ya sean habitacionales comerciales e industriales): los cuales — también tienen diferente tratamiento si ya estaban

establecidos antes de que entrara en vigor dicho código y a los futuros industriales, comerciales e inclusive usuarios de ~~casas~~ habitación.

4.8.2 Conclusiones de la comparación entre la reglamentación en México y en otro país:

- Como primer punto de comparación tenemos que el ruido en ambos casos es un problema de interés y preocupación para las autoridades, dado que perturban la sa-nidad pública.

- Como segundo punto tenemos que en México las diferen-tes autoridades competentes en este problema cada una por su parte ha realizado diferentes proyectos que ayu-den a regular y legislar el problema, hasta que en 1982 se le otorgo a la Secretaría de Desarrollo Urbano y -Ecología, la tarea de coordinar a todas las demás depen-dencias con el fin de formar un frente común.

En cambio en Francia, solo existe una autoridad en ma-teria de contaminación y esta a su vez determina re-gula y sanciona en su caso, todo lo referente a dicho problema, sin tener que interactuar ; como sucede en nuestro país.

- El tercer punto es que en México el Instituto Mexi-cano del Seguro Social, publico una guía con recomenda-ciones generales para el control de ruidos en los loca-les de trabajo (siendo como lo dice únicamente de ca-

racter recomendativo).

En Francia se tiene exactamente la misma guía con los mismos incisos e íngulos, con la diferencia de que se divide en 2:

La primera es que si la fábrica ya estaba establecida, se le recomienda utilizar algún tipo de atenuador contra la emisión de ruido de manera que se mejore el ambiente de trabajo, si no excede del umbral permitido es 90 dB.

- Cuarto punto: en materia de reglamentación en ambos casos las autoridades coinciden en que un ambiente sano de trabajo es lo mejor para que el obrero desarrolle al máximo tanto sus aptitudes como su capacidad creativa en el trabajo que efectúa.

4.8.3 Dentro de este incio de comparación con otros países, intentamos investigar también a Estados Unidos pero el problema con que nos encontramos es que: independientemente que es en esencia similar a lo que se tiene en México o en Francia. Ellos utilizan de diferente forma sus principios de legislación por lo que cada estado en forma independiente tienen su Ley de Trabajo, en el que engloba situación obrera, licencias sanitarias - (regulación de contaminación), salarios, etc., por lo que nos era muy difícil el poder hacer una comparación con México.

4.8.4 Podemos concluir que en México existe un reglamento a la altura de cualquier otro país, pero sin que se aplique realmente. Por lo que el interés por el ruido ha sido ciertamente desplazado por la acción de otros contaminantes más nocivos como los del agua y el aire. Por lo que el ruido no tiene la atención que deberíamos darle.

CAPITULO V EL RUIDO COMO FACTOR DE CONTAMINACION INDUSTRIAL

5.1 INTRODUCCION

El problema de el ruido depende de 3 elementos básicos: la fuente sonora, el medio donde se transmite y el receptor. Estos 3 elementos no necesariamente actuan independientemente, la potencia sonora radiada, depende del medio ambiente alrededor de la fuente, esto significa que una máquina puede producir o radiar más ruido si esta en un lugar cerrado, que si estuviera en uno abierto.

La forma en que se transmite el ruido puede ser afectado por detalles acústicos de la fuente y del escucha, así tenemos que la fuente sonora puede estar en movimiento, puede ser intermitente, etc... por otro lado el escucha puede estar sujeto a diferentes ocupaciones, variar su estado onírico, etc... La actitud de las personas hacia el ruido esta influenciada por la naturaleza del ruido y sus características de propagación.

5.2 LA EMISION DE RUIDO

Es palpable que el ruido aumenta dia con dia en cualquier tipo de actividad, en el trabajo, en la oficina, en la calle, etc. Para definir el sonido es necesario establecer como se manifiesta, como se trasmite en los diferentes medios y como lo capta el hombre:

El sonido es una variación de presión que se transmite por un movimiento ondulatorio a través de algún medio y que el odio

humano puede detectar.

El número de variaciones por segundo se denomina frecuencia y se mide en ciclos por segundo ó hertz (hz).

El ruido es un sonido cuya intensidad varía al azar en el tiempo y que nos impide la comunicación. Frecuentemente se emplea la palabra ruido para definir un sonido no deseado, es decir desagradable, que interfiere con la comunicación y que puede ser fisiológicamente dañino.

La frecuencia es el número de veces por segundo que una onda sonora se desplaza en un ciclo completo de movimiento. El tiempo requerido para cada ciclo se conoce como período de la onda y es simplemente la inversa de la frecuencia.

La distancia que recorre una onda sonora en un período o ciclo se denomina longitud de onda del sonido y se expresa por λ . La velocidad de una onda sonora es igual al producto de la longitud de onda y la frecuencia.

$$C = \lambda f \quad \text{S.2.A.}$$

donde:

C = velocidad en metros por segundo

λ = longitud de onda en metros

f = frecuencia en hertz (ciclos por segundo)

Es importante hacer notar que la velocidad del sonido depende solo de las propiedades del medio y de las condiciones de presión y temperatura.

La longitud de onda es una propiedad importante del sonido. Por ejemplo, las ondas sonoras de baja frecuencia tienen una longitud de onda mucho mayor que el tamaño de un obstáculo y son poco afectadas por la presencia del mismo ya que las ondas pasarán alrededor de él (difracción).

Si la longitud de onda es pequeña en comparación con el tamaño del obstáculo (sonido de alta frecuencia) el sonido será reflejado ó dispersado en muchas direcciones y el obstáculo producirá una sombra. En conclusión una barrera acústica es de poco valor cuando se utiliza como protección para sonidos de baja frecuencia y puede ser muy efectiva para sonidos de alta frecuencia.

Si pudiéramos escuchar el sonido a una sola frecuencia sonaría como un sonido tonal. Sin embargo, la mayoría de los sonidos están compuestos de varias frecuencias, por ejemplo el sonido de una nota de un instrumento musical no solo contienen la frecuencia dominante sino tiene tonos adicionales, los cuales son múltiplos de la frecuencia fundamental (armónicos).

El ruido industrial no tiene tonos a una frecuencia dada, sino tiene ruidos cortos, repetidos, emitidos al azar en todas las frecuencias del rango de audición del oído humano, (20 a - 20,000 Hz aproximadamente). Estos sonidos se les llama de banda ancha, sin embargo su composición se puede separar en octavas de banda que es la forma en que comunmente se divide el espectro acústico.

Cuando se realiza un estudio de ruido es importante definir su frecuencia ya que el daño auditivo y las medidas de control dependen de la frecuencia del ruido.

En el aire las ondas sonoras hacen que las partículas de aire vibren a través de distancias muy cortas, estas partículas hacen vibrar a las partículas adyacentes y así es como se transmite el sonido. Puesto que el aire es un medio elástico casi perfecto, casi no hay pérdida de energía a medida que las partículas transmiten su vibración una a otra a través de una sala ó cuarto, a la velocidad del sonido. A medida que las partículas vibran ocurren variaciones momentáneas de la presión atmosférica. Gracias a estos cambios de presión, un micrófono puede responder al sonido y nuestro oído puede detectar el sonido. Los cambios de presión sonora son alternativamente positivos ó negativos con respecto a la presión atmosférica.

Si queremos medir el ruido necesitamos medir esas variaciones de presión, puesto que si tomáramos el promedio de las variaciones de presión, encontraríamos que es igual a la presión atmosférica ya que las fluctuaciones positivas se contrarrestan con las negativas. Por lo tanto en lugar de tomar un promedio simple debemos de obtener la raíz cuadrática media (rms), la cual es el valor obtenido de la raíz cuadrada del promedio de los cuadrados de la presión sonora.

Un sonido muy débil tiene una presión sonora rms muy pequeña comparada con la presión atmosférica; por ejemplo un sonido apenas audible a 1000 Hz en un ambiente silencioso es de aproximadamente 2×10^{-10} atmósferas.

Para simplificar la medición y utilizar una escala significativa, la presión sonora rms se debe expresar en decibeles.

El decibel es una relación logarítmica y está basado en un punto de partida de referencia. El punto de referencia (cero decibeles) es la presión sonora rms que corresponde al sonido más débil que puede ser escuchado por una persona normal (2×10^{-10} atmósferas). Todas las demás presiones sonoras rms están referidas a esta presión de referencia.

Por lo tanto el decibel (db) es la relación logarítmica para expresar el nivel de presión sonora a una presión de referencia de 2×10^{-10} atmósferas ($2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$).

Puesto que normalmente no se menciona el nivel de referencia cuando uno se refiere al nivel de presión sonora decimos: " el nivel de presión sonora es de x db ".

La palabra nivel se utiliza para designar a la presión rms relativa a la presión de referencia. El nivel de presión sonora (NPS) para cualquier sonido medido se define por:

$$\begin{aligned} \text{NPS (db)} &= 10 \log \left(\frac{(\text{presión sonora rms medida})^2}{(2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2)} \right) \\ &= 20 \log \left(\frac{\text{presión sonora rms medida}}{2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2} \right) \end{aligned}$$

Los sonómetros ó decibelímetros está calibrados para leer los decibeles relativos a la presión sonora rms de referencia -
(2×10^{-5} atm.)

Los sonómetros ó decibelímetros por lo general tienen tres redes ó filtros de ponderación de frecuencias, las cuales se identifican como escala A, B y C. En la figura 5.A., se muestran la respuesta a frecuencias de estas redes. Se ha demostrado a través de estudios que el ruido de alta frecuencia me dido en la escala A se correlaciona con los efectos del daño auditivo en la gente. Consecuentemente esta escala es la que se utiliza para evaluar el potencial de daño auditivo de los niveles de ruido elevados y la exposición. La reglamentación oficial utiliza los niveles sonoros de la escala A por esta razón. Cuando se mide el ruido en la escala " A " nos referi mos a nivel sonoro (NS) y se elimina la palabra " presión " (nivel de presión sonora).

La cuarta curva de la figura 5. A muestra la sensibilidad ~ del oído (como función de la frecuencia) para escuchar los sonidos más débiles posibles (umbral). En esta curva pode-

nos observar que el oído humano es más sensible a sonidos de altas frecuencias (1000 a 5000 Hz.)

Cuando el decibelímetro se pone en la escala A, el medidor da una lectura numérica que ajusta el ruido registrado de acuerdo con la respuesta del filtro ver tabla 5.B, e indica un solo valor numérico del sonido total que pasa a través del filtro. El valor resultante es el nivel sonoro ponderado por la escala A y se expresa en las unidades dB (A).

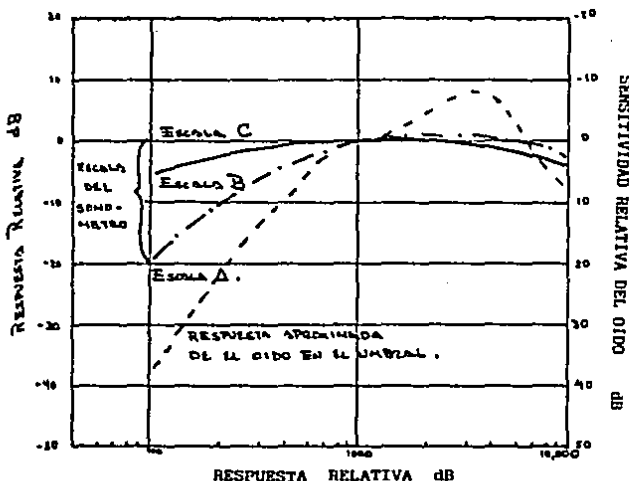


Fig. 5.A. Características de la respuesta de las redes ó filtros de ponderación y respuesta del oído en el umbral.

FRECUENCIA CENTRAL DE LA OCTAVA DE -- BANDA Hz	RESPUESTA DEL FILTRADO A dB
31.5	- 39.5
63	- 26.0
125	- 16.0
250	- 8.5
500	- 3.0
1000	0
2000	+ 1.0
4000	+ 1.0
8000	- 1.0

TABLA 5.B

CARACTERISTICAS DEL FILTRO DE PONDERACION DE LA ESCALA A DE LOS
SINOMETROS POR LAS FRECUENCIAS DE BANDAS DE OCTAVA.

5.3 NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICION A RUIDO

Las autoridades laborales de nuestro País han discutido el Instructivo No. 11 de la STPS, relativo a ruido. (Dicho instructivo hasta el momento de realizar este trabajo no ha sido publicado en el Diario Oficial) por lo que aún no tiene carácter legal, sin embargo en él se establecen los niveles máximos permisibles para la exposición a ruido.

Para 8 hrs. de exposición el nivel máximo permisible es de 90 dB (A). Para períodos más cortos de tiempo se permiten niveles más altos como lo muestra la figura 5.C.

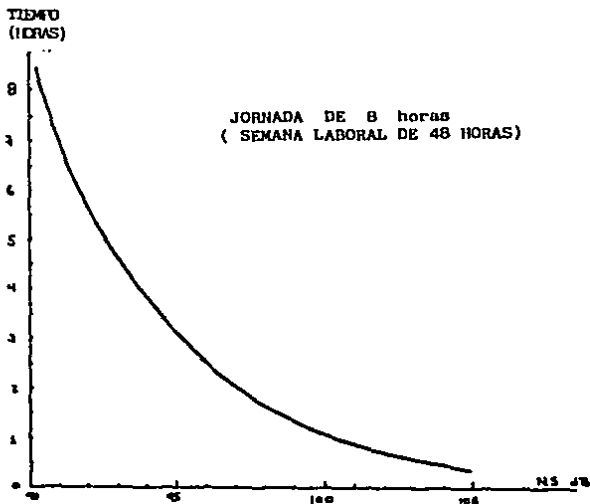


Fig. 5.C. Tiempo máximo permisible de exposición.

A nivel industrial, los niveles sonoros tienen variaciones durante el día, resultantes de factores tales como la operación de la maquinaria, el desplazamiento de los trabajadores y las secuencias de producción, etc. Por ello, para determinar la exposición a ruido es necesario tomar en consideración los periodos de variación del ruido con respecto al tiempo. Por ésto el instructivo No. 11 utiliza el concepto de dosis de ruido.

La exposición a cualquier sonido por arriba de 90 dB (A) dá como resultado de que el trabajador reciba una dosis parcial del ruido cuyo valor depende de su duración.

Para calcular la dosis de ruido diaria de un trabajador, se suman todas las dosis parciales. La dosis de ruido diaria no debe exceder la unidad y se define de acuerdo con la siguiente expresión:

$$D = \sum_{i=1}^h \frac{C_i}{T_i} \quad 5.3.A.$$

donde:

C_i = Tiempo real de exposición a nivel sonoro i

T_i = Tiempo máximo permitido al nivel sonoro i

Si $D < 1$ La exposición es permitida

Si $D > 1$ La exposición total no se permite

Para calcular el tiempo máximo permisible de exposición (TMPE) se utiliza la siguiente exposición:

$$TMPE = \frac{16}{2^a} \quad 5.3.B.$$

donde:

$$a = \frac{NS - 87}{3}$$

NS = Nivel sonoro en dB (A)

A manera de ejemplo calcularemos la dosis de ruido de un trabajador que de acuerdo a las actividades que realiza, se expone a los siguientes niveles sonoros:

$$104 \text{ dB (A) durante 15 min, } a = \frac{104 - 87}{3} = 5.67 \quad TMPE = \frac{16}{5.79} = 0.315 \text{ hs.}$$

$$94 \text{ dB (A) durante 2 hrs, } a = \frac{94 - 87}{3} = 2.333 \quad TMPE = \frac{16}{5.04} = 3.174 \text{ hs.}$$

$$91 \text{ dB(A) durante 1.5 hrs, } a = \frac{91 - 87}{3} = 1.333 \quad TMPE = \frac{16}{2.52} = 6.35 \text{ hs.}$$

$$87 \text{ dB(A) durante 4.25 hs, } a = \frac{87 - 87}{3} = 0 \quad TMPE = \frac{16}{1} = 16 \text{ hs.}$$

$$D = \frac{0.25}{0.315} + \frac{2}{3.174} + \frac{1.5}{6.35} + \frac{4.25}{16}$$

$$D = 0.794 + 0.63 + 0.236 + 0.27$$

D = 1.93 Por lo tanto la exposición no es permisible.

La reglamentación Oficial contendrá requisitos adicionales:

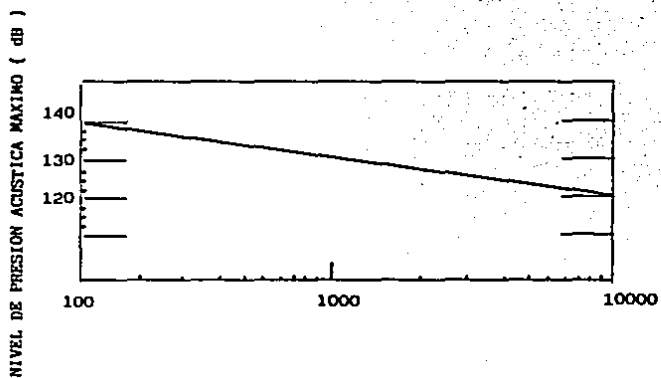
- No se permite la exposición aún instantánea a un nivel superior a los 114 dB (A).
- No se permite la exposición a niveles de presión sonora superiores a 140 dB para ruidos por impulso. El reglamento define al ruido impulsivo como aquel que se registra durante un periodo menor a 1 segundo. Para evaluar el ruido por impulso se requiere equipo especial, el cual es una medición no ponderada de la presión instantánea máxima, ver tabla 5.D y la figura 5.8.

NÚMERO DE IMPULSOS POR JORNADA	NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA MÁXIMO dB
100	140
1000	130
10000	120

TABLA 5.D

NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA MÁXIMO PARA RUIDOS POR IMPULSO

TABLA 5.D



NUMERO DE IMPULSOS POR JORNADA

NIVEL DE PRESION ACUSTICA MAXIMO PARA RUIDOS POR
IMPULSO

5.4 MEDICION DEL RUIDO

La medición del ruido industrial es de dos tipos:

- 1.- Medición para evaluar la exposición a ruido y verificar el cumplimiento de los instructivos.
- 2.- Mediciones de diagnóstico para el control de ingeniería en las cuales se deben localizar las fuentes de ruido y determinar su magnitud, para seleccionar el tipo de control más adecuado.

El propósito de las mediciones para evaluar la exposición a ruido y verificar el cumplimiento de la reglamentación oficial es el determinar el cumplimiento de los requisitos de Ley, por lo que la información básica se obtiene del nivel sonoro (NS) ponderado en la escala A medido a la altura del oído del trabajador y el tiempo que permanece el trabajador en el nivel sonoro encontrado. Con esta información se calcula la dosis diaria.

El procedimiento estándar de medición es tomar la lectura con el micrófono del aparato en la posición del oído del trabajador y a un metro de distancia de la fuente.

El instrumento básico que se utiliza en la medición de ruido es el sonómetro ó decibelímetro, el cuál consiste básicamente de un micrófono, un atenuador calibrado, un amplificador, un indicador y los filtros ó redes de ponderación. Todos los sonómetros ó decibelímetros deben de ser tratados con cuidado, especialmente los micrófonos

los cuales son muy delicados. Los instructivos de operación de cada aparato en especial se deben de leer con cuidado para determinar bajo qué condiciones se deben de operar para obtener lecturas válidas.

La obtención de datos confiables depende de la calibración periódica del instrumento. Todos los sonómetros vienen con un calibrador el cuál envía al instrumento una señal acústica a un nivel de presión sonora y frecuencia conocida; este calibrador se conoce como pistófono. Para asegurar que el calibrador envíe una señal correcta, se debe hacer una comparación entre dos calibradores en el mismo sonómetro y de ser necesario debe enviarse al fabricante para su calibración.

En la medición de ruido se deben tener en cuenta las siguientes observaciones para obtener información confiable:

- 1.- El observador debe procurar eliminar la interferencia producida por su cuerpo de ser posible su posición debe ser a un metro de distancia del micrófono y a un lado de éste.
- 2.- No se debe perder tiempo en tratar de obtener lecturas de los niveles sonoros de hasta décimas de decibel (aún los mejores sonómetros son precisos hasta ± 0.5 dB).
- 3.- Antes de obtener un dato definitivo se debe de explorar el sitio de medición con el sonómetro, para —

definir los efectos direccionales, los cuales pueden variar la lectura algunos decibeles en distancias pequeñas.

- 4.- La lectura se debe realizar en la escala A del instrumento con respuesta lenta.
- 5.- Debido a que el ruido es tan variable en algunos sitios se sugiere tomar lecturas con el decibelímetro de la siguiente manera:
Cada 15 segundos durante un periodo de 3 a 5 min, y calcular el valor promedio.
- 6.- Cuando se están haciendo mediciones de un ruido fluctuante, se deben obtener las lecturas de las deflexiones del sonómetro de la siguiente manera:
 - Si la diferencia entre el promedio mínimo y el promedio máximo es menor de 6 dB, usar el promedio de los dos extremos.
 - Si la diferencia es mayor de 6 dB, la lectura será 3 dB menor que el promedio máximo.
- 7.- Las corrientes de aire pueden provocar falsas lecturas debido a la incidencia del aire sobre el micrófono. Por lo tanto cuando se pueda sentir alguna corriente de aire se debe utilizar la pantalla de viento del aparato sobre el micrófono.
- 8.- Las vibraciones pueden distorsionar las lecturas, por lo que el instrumento no debe de estar en ningún mo-

mento en contacto con maquinaria en vibración.

- 9.- Otro problema es la alta humedad y temperatura. Estos problemas se pueden notar cuando aparecen deflecciones erráticas de la aguja del medidor. Si se presenta este problema se deberá contar con un micrófono de re- puesto conservado en un desecador y usar los dos mi- crófonos en forma alternada.
- 10.-También se pueden tener distorsiones en las lecturas generadas por campos magnéticos de la maquinaria ad- yacente (motores, transformadores, etc.) Este pro- blema se minimiza con la distancia.
- 11.-Las barreras acústicas ó paredes pueden obstruir y re- ducir los niveles sonoros ó bien por deflección pue- den incrementarlos. Se deben evitar las mediciones don- de esto suceda al menos que sea una posición normal del trabajador.
- 12.-Los instrumentos son muy delicados por lo que se debe evitar su caída. Cuando se realice la medición se debe procurar usar el cordón de seguridad alrededor de la muñeca.

Aparte de la medición se debe de obtener información de sopor- te para la evaluación como: Localización del sitio de medición personal expuesto y sus posiciones, descripción de la maquina- ria utilizada y forma de operación (Velocidad,cantidad, tama- ño, etc.), tiempo diario promedio que las máquinas están en

operación, etc.

Cuando la posición de un trabajador ó el ruido del ambiente tienen variaciones indefinidas, los decibelímetros pueden ser de poca utilidad por lo que existen otro tipo de instrumentos que permiten determinar la dosis de ruido. Estos instrumentos se llaman audiodosímetros y su uso es muy simple. Los audiodosímetros son instrumentos portátiles que son colocados al trabajador, leen y almacenan el valor integrado de las exposiciones parciales a ruido y al final se obtiene el nivel equivalente en dB (A) y la dosis.

Una vez indentificado el problema de ruido se debe establecer su gravedad, para poder establecer las metas de control y el marco de referencia para realizar las acciones necesarias para abatir los niveles de ruido.

En el caso más simple el nivel de reducción que se requiere se obtiene restando el nivel sonoro permitido del nivel sonoro encontrado. Por ejemplo, si encontramos un nivel sonoro de 99 dB (A), entonces nuestra meta será reducir en 19 dB (A) el nivel sonoro para cumplir con los requisitos establecidos legalmente en el instructivo No. 11 (90 dB (A)). Cuando el nivel sonoro es variable pero por encima de 90 dB (A) se puede calcular el objetivo ó meta de reducción de ruido, utilizando el nivel sonoro equivalente de acuerdo con la siguiente — expresión:

$$NSE = \frac{\text{Log } D}{0.2 \log.2} + 90 \quad 5.4.A.$$

donde:

NSE = Nivel sonoro equivalente en dB(A)

D = Dosis diaria (Adimensional)

La diferencia entre NSE y 90 dB(A) será nuestro objetivo.

5.5 ANALISIS DE FRECUENCIAS

Para poder aplicar el control de ruido es necesario caracterizar al ruido existente por medio del análisis de frecuencias. El análisis de frecuencias nos sirve para: establecer la severidad del problema y diagnosticar la procedencia del ruido. Para ello debemos obtener el espectro de frecuencias del ruido problema.

Los decibelímetros cuentan con aditamentos que permiten obtener lecturas del nivel de presión sonora por bandas de octava, estos dispositivos son fáciles de utilizar e inclusive en algunos instrumentos se encuentran integrados.

En la figura 5.F , se presenta un espectro objetivo elaborado por OSHA, a través de una serie de estudios de las características de relación entre la frecuencia y amplitud del ruido industrial y el tiempo de exposición para el riesgo de daño auditivo. Este espectro es utilizado como objetivo para lograr un nivel sonoro de 90 dB (A) nivel máximo permitido por

OSHA y la STPS.

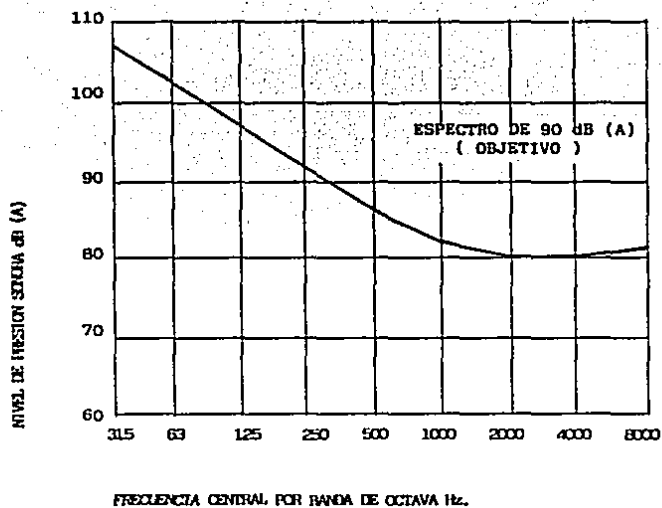
A continuación se describe el procedimiento para utilizar este espectro:

- 1.- Medir la distribución de frecuencias en octavas de banda del ruido en el lugar donde se encuentra el operador y graficar esta información en la figura 5.F que contiene el espectro objetivo para 90 dB (A).
- 2.- Comparar ambos espectros y determinar las frecuencias de banda de octava que se encuentran por arriba de la curva de referencia.

Al reducir el ruido en las bandas de octava que se encuentran por arriba de la curva de referencia de 90 dB (A), podemos asegurar que el nivel sonoro se encuentre por abajo de 90 dB (A).

Con el análisis de frecuencias podemos aislar los problemas específicos de ruido y por lo tanto podemos concentrar nuestros esfuerzos en controlar el ruido a determinadas frecuencias únicamente.

Figura 5.F



ESPECTRO OBJETIVO RECOMENDADO PARA PROBLEMAS DE RUIDO (90 dB (A)).

5.6 ADICION DE DECIBELES

Un cálculo que es fundamental en el control de ruido es la adición ó suma de decibeles. Puesto que el decibel es una unidad logarítmica no podemos sumarlos algebraicamente. Supongamos que conocemos los niveles sonoros de dos fuentes por separado y queremos saber el nivel sonoro total cuando las dos fuentes están juntas. Para calcular el nivel sonoro combinado de los dos niveles sonoros L_1 y L_2 utilizamos la expresión:

$$NSC = L_1 + 10 \log \left(10^{(L_2 - L_1)/10} + 1 \right) \quad 5.6.A.$$

Cuando se van a sumar varios decibeles se empieza por combinar los dos niveles más bajos y encontrar su nivel sonoro combinado (NSC). Este último se suma al siguiente más bajo hasta incorporar todos los niveles.

Por ejemplo se tienen 2 máquinas cuyo nivel sonoro es el siguiente:

Máquina 1 89 dB(A)

Máquina 2 90 dB(A)

El nivel sonoro combinado de las dos máquinas será:

$$\begin{aligned} NSC &= 89 + 10 \log \left(10^{(90-89)/10} + 1 \right) \\ &= 89 + 10 \log \left(1.2589 + 1 \right) \\ &= 89 + 3.53 \\ NSC &= 92.5 \text{ dB(A)} \end{aligned}$$

Si por ejemplo se tienen 3 máquinas las cuales independientemente tienen el siguiente nivel sonoro operando a capacidad normal:

Máquina 1 92 dB(A)

Máquina 2 89 dB(A)

Máquina 3 88 dB(A)

Cuál será el nivel sonoro combinado si éstas operan juntas ?

$$\text{Máquinas 3 y 2 } N_{SC} = 88 + 10 \log (10^{(89-88)/10} + 1) = 91.5$$

$$\text{Máquinas 3,2 y 1 } N_{SC} = 91.5 + 10 \log (10^{(92-91.5)/10} + 1)$$

$$N_{SC} = 94.7 \text{ dB(A)}$$

5.7 NIVEL DE POTENCIA SONORA

La cantidad de ruido irradiado por una fuente se determina por su potencia sonora. La potencia sonora se mide en Watts y como la presión acústica, se expresa en decibeles referidos a una potencia sonora de 10^{-12} Watts. La expresión que se utiliza para determinar el nivel de potencia acústica es la siguiente:

$$NPot A = 10 \log \left(\frac{\text{Potencia irradiada en Watts.}}{10^{-12}} \right) \quad 5.7.A.$$

El nivel de potencia acústica (NPotA) radiado por una fuente ideal (aquella que radia el sonido uniformemente en todas direcciones) se relaciona con el nivel de presión sonora

(NPA) por la distancia r de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{NPot A} = \text{NPA} + 10 \log 4 \pi r^2 \quad 5.7.B.$$

donde r es la distancia entre el observador y la fuente, expresada en metros.

Para una fuente puntual localizada en o cerca de una área de piso grande ó cerca del suelo en una afea abierta, el sonido radia hemisféricamente y la ecuación anterior se convierte en:

$$\text{NPotA} = \text{NPA} + 10 \log 2 \pi r^2$$

donde r está en metros.

En casos más generales cuando la fuente no es puntual y tiene valores finitos de longitud, ancho y altura se utiliza la expresión:

$$\text{NPotA} = \text{NPA} + 10 \log S \quad 5.7.C.$$

donde S es la superficie expresada en m^2 y es el área de una capa imaginaria que cubre toda la fuente y NPA es el nivel sonoro en un punto de esa capa imaginaria.

En los casos donde una fuente no radia el ruido uniformemente a través de la capa imaginaria se debe utilizar la siguiente expresión:

$$NP_{ota} = \sum_{i=1}^n (NPA_i + 10 \log S_i) \quad \text{S.7.D.}$$

donde NPA_i es el nivel de presión sonora en el elemento del área S_i (en m^2).

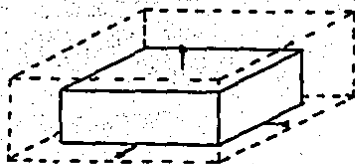


Figura 5.G

FUENTE DE RUIDO RODEADA POR UNA CAPA IMAGINARIA

(LINEAS PUNTEADAS)

La utilidad del concepto del nivel de potencia acústica es para identificar y diagnosticar fuentes. Para ilustrar lo anterior consideremos un ejemplo sencillo: supongamos que podemos colocar el micrófono a una distancia de 5 cm de una pequeña fuente de ruido en una máquina grande y se encuentra - que el nivel de presión sonora es de 105 dB en 1000 Hz. En una superficie más grande de la misma máquina se encuentra un nivel de presión sonora de 95 dB en 1000Hz. Estimar el nivel de potencia acústica de estas dos fuentes para definir cual es la fuente que controla en esta frecuencia. Suponiendo que el nivel de 105 dB se encuentra en una superficie de 0.1 m^2 y que el de 95 dB se encuentra que existe sobre una superficie de 10 m^2 .

Fuente pequeña

$$\begin{aligned} N_{\text{pot}A} &= 105 + 10 \log 0.1 \\ &= 95 \text{ dB ref. } 10^{-12} \text{ W} \quad 5.7.E. \end{aligned}$$

Fuente grande

$$\begin{aligned} N_{\text{Pot}A_2} &= 95 + 10 \log 10 \\ &= 105 \text{ dB ref. } 10^{-12} \text{ W} \quad 5.7.F. \end{aligned}$$

Esta comparación indica que la fuente de mayor potencia acústica que la fuente pequeña a pesar de que esta última tiene un nivel de presión sonora mayor.

Para el control de ruido en esta máquina se debe de reducir

primero el ruido del área mayor en aproximadamente 10 dB antes de considerar la fuente pequeña.

5.8 RESUMEN DEL DIAGNOSTICO DEL RUIDO EN UN LUGAR DE TRABAJO

Hasta este punto se han introducido una serie de conceptos fundamentales acerca del ruido, los cuales son esenciales para obtener la información necesaria para el control de ruido. La información que se presenta en los incisos anteriores nos sirve para la identificación de fuentes y diagnóstico del ruido. Los pasos que podemos seguir para ello en resumen son los siguientes:

- Si es posible durante las mediciones arrancar y detener las máquinas que generan ruido para definir las fuentes mayores y menores.
- Para determinar cuantitativamente la fuerza relativa de varios contribuyentes al ruido total, hay que usar la adición de decibeles.
- Se deben hacer mediciones de ruido extensivas en posiciones cercanas a las fuentes y en todas las frecuencias para establecer los detalles y puntos significativos de emisión de una fuente.
- Calcular el nivel de potencia sonora de varios componentes de la fuente, para dar prioridad a los componentes con mayor potencia acústica.

- Considerar las condiciones de los locales de trabajo para estimar los niveles sonoros del equipo en diferentes localizaciones dentro del área.
- Repetir las mediciones críticas para asegurar que no ha habido errores y que la maquinaria trabaja en forma consistente.
- Tomar notas, croquis y toda la información adicional necesaria para elaborar un reporte bien fundamentado.

5.9 CONTROL DE RUIDO

Una vez que se han identificado y medido las fuentes de ruido es necesario buscar que acciones se pueden realizar para controlarlo.

El ruido se puede controlar en tres puntos: (1) en la fuente donde se genera, (2) en su trayectoria y (3) en el receptor. La clave del control del ruido es encontrar un medio efectivo y económico que permita reducir el ruido hasta un nivel que no represente un riesgo a la salud.

Las técnicas más usadas para el control de ruido son:

5.9.1 Mantenimiento adecuado.

El equipo que se somete a un buen programa de Mantenimiento por lo general es menos ruidoso que los equipos a los cuales rara vez se les dá mantenimiento. Por ejemplo las fugas de vapor generan altos niveles

de ruido. Los radamientos en mal estado, las partes rotatorias mal balanceada ó mal lubricadas, también son fuentes de ruido innecesario, algunas veces se eliminan guardas en la maquinaria que permiten que el ruido escape innecesariamente.

5.9.2 Procedimientos de Operación.

La forma en que se realizan algunas operaciones de trabajo pueden ser la causa de una sobreexposición. Algunas veces es posible reducir la exposición cambiando los métodos y hábitos de trabajo sin degradar la eficiencia del trabajo.

5.9.3 Reemplazo de Equipo.

En algunos casos es posible reemplazar el equipo que se utiliza actualmente por equipo más silencioso. Por ejemplo, actualmente los fabricantes de equipo están vendiendo motores eléctricos, compresoras, pelletizadoras y otros equipos con tratamiento contra ruido que los hace más silenciosos.

5.9.4 Controles Administrativos.

Otra forma de controlar el ruido es utilizando controles de tipo administrativo. Por ejemplo la producción se puede programar de tal manera que la exposición al ruido se mantenga por debajo de niveles aceptables en tiempo, en lugar de permitir una exposición continuada durante un largo periodo en el turno.

Otro tipo de control es el de rotar a los trabajadores para disminuir su dosis diaria. Aunque puede ser útil el rotar a los trabajadores, es exponer a un mayor número de gentes a un nivel alto de ruido, lo cual es un inconveniente importante.

5.9.5 Tratamiento Acústico de la Sala

La presencia de superficies reflejantes (paredes, pisos, techos y equipo) genera la reverberación del sonido, incrementando los niveles sonoros. Utilizando materiales absorbentes acústicos aplicados directamente en paredes y techos se pueden obtener reducciones de algunos decibeles.

5.9.6 Localización del Equipo

A medida que uno se aleja de una fuente de ruido, el nivel sonoro decrece por lo que con una simple relocalización de la maquinaria ruidosa es posible reducir ó limitar la exposición. Esto está sujeto a la disponibilidad de espacio y lay out de la Planta.

5.9.7 Vibración

La vibración de la maquinaria ó partes en movimiento es una de las fuentes más comunes de ruido. Se pueden reducir los niveles de ruido producidos por la vibración, balanceando piezas giratorias, montando aisladores de vibración, incrementando la masa de las pie-

zas en vibración , evitando la resonancia, endureciendo superficies vibrantes, utilizando estructuras laminadas, usando materiales viscoelásticos como elemento central entre la fuente de vibración y la estructura , etc.

5.9.8 Barreras Acústicas

Las barreras acústicas son piezas de material sólido que se interponen entre el trabajador y la fuente de ruido. Estas barreras funcionan desviando el flujo de energía acústica fuera del campo auditivo del trabajador.

5.9.9 Aislamiento Parcial ó total de la Maquinaria

El ruido se puede reducir de manera efectiva aislando parcial ó totalmente la fuente de ruido. Para ello se pueden diseñar dispositivos que encierren la maquinaria , contruidos de material acústico absorbente, de tal forma que no se permita la transmisión del ruido.

5.9.10 Equipo de Protección Auditiva

El último recurso para el control del ruido es el - equipo de protección auditiva y debe utilizarse solo cuando no es posible utilizar métodos de control de Ingeniería ó Administrativos; ó como una forma de control temporal mientras se implementan otros métodos

de control.

Básicamente existen dos tipos de protectores auditivos:

- 1.- Orejeras ó conchas auditivas, las cuales son dispositivos que cubren todo el oído y que pueden estar adaptadas al casco de seguridad ó están sujetas por una banda.
- 2.- Tapones auditivos, los cuales son dispositivos que se insertan en el canal auditivo.

Las orejeras ó conchas auditivas vienen en un tamaño universal y se pueden usar en varias posiciones. Por ejemplo con la banda sobre la cabeza, en la nuca ó bajo la barba. Su costo inicial es elevado pero se pueden limpiar y reparar.

Existen muchas variedades de tapones auditivos, pueden ser desechables ó reutilizables. Por lo general los desechables vienen en un solo tamaño y se adaptan por su expansión natural cuando se introducen al canal auditivo. Los reutilizables pueden venir en varios tamaños para que se ajusten a los diferentes tamaños de canales auditivos ó pueden ser moldeados al tamaño exacto.

Cuando se seleccionan y usan adecuadamente los protectores auditivos, pueden proporcionar niveles sonoros en el oído por debajo de los niveles peligrosos para la mayoría de los ambientes ruidosos existentes en la industria.

Para que su uso sea efectivo se requiere implementar programas de educación en protección auditiva así como una supervisión constante. Además se deben colocar señales visibles en

los lugares donde se requiera su uso y el compromiso de los niveles administrativos y de línea para hacer obligatorio su uso. Se debe estar consciente de que los protectores auditivos no incómodos y que por esta razón el trabajador puede tratar de evitar su uso.

Existen métodos para calcular la protección que proporcionan los protectores auditivos. Para ello se requiere contar con la información (que normalmente proporciona el proveedor) de atenuación del protector específico y el nivel sonoro en dB (A) , así como el análisis de frecuencias del sitio donde va a ser utilizado el protector auditivo. Se debe considerar también que los datos de atenuación proporcionados por el fabricante se obtienen del Laboratorio y que pueden variar considerablemente de una situación de uso real.

El método más preciso para el cálculo de la atenuación que proporcionan los protectores auditivos es el siguiente:

$$R = L_A - 10 \log S \quad 5.9.A.$$

donde:

R = Factor de reducción en dB (A)

L_A = Nivel sonoro del lugar de trabajo dB (A)

$$S = \sum_{i=1}^3 \text{anti log} (0.1 \times (L_i - Q_i)).$$

$L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7$, nivel de presión sonora del lugar de trabajo en dB, a 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz, respectivamente.

$Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6, Q_7$, atenuación que proporciona el protector auditivo en 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 y 8000 Hz respectivamente y se calculan como sigue:

$$Q_1 = AM_{125} + 16.2 - (2 \times DS_{125})$$

$$Q_2 = AM_{250} + 8.7 - (2 \times DS_{250})$$

$$Q_3 = AM_{500} + 3.3 - (2 \times DS_{500})$$

$$Q_4 = AM_{1000} - (2 \times DS_{1000})$$

$$Q_5 = AM_{2000} - 1.2 - (2 \times DS_{2000})$$

$$Q_6 = (AM_{3000} + AM_{4000}) / 2 - 1.0 - DS_{3000} - DS_{4000}$$

$$Q_7 = (AM_{6000} + AM_{8000}) / 2 - 1.1 - DS_{6000} - DS_{8000}$$

donde:

AM = Atenuación media que proporciona el protector auditivo a la frecuencia especificada.

DS = Desviación estándar de la atenuación que proporciona el protector auditivo a la frecuencia especificada.

A manera de ejemplo proponemos que se tiene un área cuyo nivel sonoro es de 95 dB (A), el análisis de frecuencia arrojó la siguiente información:

FRECUENCIA	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Nivel de presión sonora dB	88	89	85	89	89	89	80

Se desea saber que atenuación proporcionará el protector auditivo cuyas características son:

FRECUENCIA	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
Atenuación Media dB	21	22	23	29	41	47	43	40	37
Desviación Estándar	3.7	3.3	3.8	4.7	3.3	4.0	2.7	6.0	6.6

$$Q_1 = 21 + 16.2 - (2 \times 3.7) = 29.8 \quad (L_1 - Q_1) = 88 - 29.8 = 58.2$$

$$Q_2 = 22 + 8.7 - (2 \times 3.3) = 24.1 \quad (L_2 - Q_2) = 89 - 24.1 = 64.9$$

$$Q_3 = 23 + 3.3 - (2 \times 3.8) = 18.7 \quad (L_3 - Q_3) = 85 - 18.7 = 66.3$$

$$Q_4 = 29 - (2 \times 4.7) = 19.6 \quad (L_4 - Q_4) = 69 - 19.6 = 49.4$$

$$Q_5 = 41 - 1.2 - (2 \times 3.3) = 33.2 \quad (L_5 - Q_5) = 89 - 33.2 = 55.8$$

$$Q_6 = \left(\frac{47 + 43}{2} \right) - 1.0 - 4.02 \cdot 7 = 37.3 \quad (L_6 - Q_6) = 89 - 37.2 = 51.7$$

$$Q_7 = \left(\frac{40 + 37}{2} \right) - 1.1 - 6.0 - 6.6 = 27.0 \quad (L_7 - Q_7) = 80 - 27.0 = 53$$

$$S = \text{Antilog } (0.1 \times 58.2) + \text{antilog } (0.1 \times 64.9) + \text{antilog } (0.1 \times 66.3) + \\ \text{antilog } (0.1 \times 49.4) + \text{antilog } (0.1 \times 55.8) + \text{antilog } (0.1 \times 51.7) + \\ \text{antilog } (0.1 \times 53.0)$$

$$S = 17,454,045$$

$$R = 95 - 10 \log (17,454,045)$$

$$R = 22.6 \text{ dB (A)}$$

El nivel efectivo en el oído del trabajador será:

$$L_A - R = 95 - 22.6 = 72.4 \text{ dB (A)}$$

6.1 En el presente capítulo trataremos de aplicar los conceptos teóricos , vistos en capítulos anteriores.

Es bien sabido por todos que en las plantas industriales - existen problemas de contaminación, en sus diferentes formas como lo son el ruido, la contaminación de aire y agua, desechos industriales, etc. problemas que cada empresa a tratado de solucionar o controlar de alguna manera.

La empresa en específico a la que me voy a referir, desarrolla una producción para la cual requieren de equipos que - emiten demasiado ruido, tales como hornos, troqueladoras, ceradoras de material, etc...

Para desarrollar el ejemplo nos fundamentaremos para las - pruebas de ruido en un informe que contengan los datos, apoyandose en la norma D.G.N. AA-43-1976 (para fuentes fijas) donde aplicaremos los conceptos para obtener los umbrales del ruido en cada una de las areas del proceso , y las posibles soluciones tomando en cuenta el beneficio de las mismas.

6.2 Descripción del Proceso:

La empresa a la que me voy a referir, fabrica coronas, antes corcholatas; para refresco y cerveza.

- Su materia prima es lámina galvanizada , la cual lleva un tratamiento con el fin de: primeramente evitar oxidaciones, y segundo, mejorar sus caracte-

ísticas de adherencia para que la impresión sea la adecuada.

- Se hace pasar las hojas de lamina a través de cilindros, que se componen de placas litográficas y charolas de tinta, que al pasar dichas laminas se les imprime el grabado.
- Posteriormente pasan a los hornos de secado.
- Una vez que terminaron la primera fase de impresión pasan a la segunda fase; troquelado.
- En esta segunda fase, las hojas de lamina se hacen pasar a las troqueladoras, en donde se le da la forma de corona por medio de impactos.
- Una vez que las coronas se conducen hacia el área de zamatic finaliza la segunda etapa e inicia la tercera fase.
- Las coronas se depositan en una tolva de descarga por un lado, y por el otro se inyecta el plastico a cierta temperatura por medio de un rodillo dosificador.
- Donde se deposita una pequeña capsula de plastico a cada corona la cual pasa a un pequeño dado, que al compactar el plastico con la corona, adquiere la forma adecuada.
- De aqui se conducen ya las coronas terminadas a la zona de embarque en donde por medio de un vibrador

se depositan en cajas las coronas, para su distribución y venta.

Terminando así la tercera y última fase.

6.3 Para el informe de la prueba en el capítulo noveno de la norma se nos indica : que se deben proporcionar los siguientes datos:

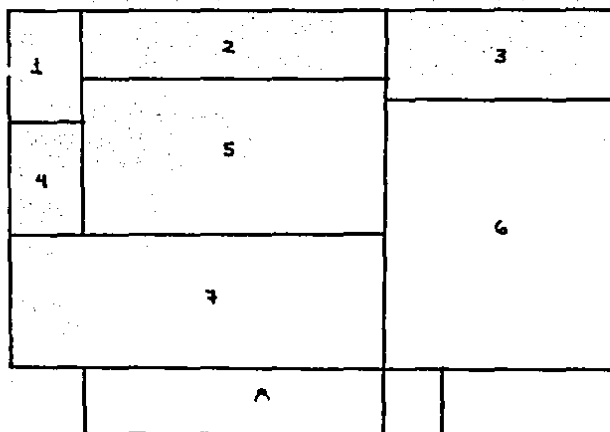
- a) Identificación total de la fuente fija (nombre ó razón social, responsable, dirección).
- b) Ubicación, con colindancias, situación aproximada de la misma en el interior del predio y las zonas críticas de emisión máxima de nivel sonoro.
- c) Localización aproximada de los puntos de medición en el croquis anterior.
- d) Características de operación de la fuente fija indicando los horarios de emisión máxima y la eventualidad de fuentes móviles internas.
- e) Tipo de medición realizada (continua ó semicontinua).
- f) Equipo empleado, incluyendo marcas y número de serie
- g) Nombres completos de las personas que realizaron la medición.
- h) Fecha y hora en que se realizó la medición.
- i) Otras eventualidades descriptivas (condiciones meteorológicas, obstáculos, etc.)

- j) Valor de los niveles N_{50} , N_{10} y si se trata de una medición semicontinua Neq. En cada punto de medición con sus correspondientes desviaciones estándar.
- k) Promedio de los niveles N_{50} y N_{10} y el nivel equivalente de Neq si se trata de una medición semicontinua.
- l) Nivel medio del ruido de fondo medido y además el nivel equivalente del ruido de fondo si se trata de una medición semicontinua.
- m) Corrección por ruido de fondo.
- n) Corrección por presencia de extremos.
- o) Valor del nivel de emisión de la fuente fija.
- p) En caso eventual, desviaciones respecto al procedimiento de esta norma, indicando la justificación teórica y la equivalencia con los valores que hubieran sido obtenidos por medio de esta norma.

6.4 Informe de la Prueba:

Nota: Por parte de la empresa, que se presto para la investigación de el caso práctico, no me fue autorizado registrar en el informe ningun dato referente a la razón social y ubicación de dicha compañía.

6.4.1 Información General:



- 1.- Almacen de refacciones
- 2.- Area de el producto terminado
- 3.- Area de recepción de materia prima
- 4.- Taller mecánico de mantenimiento
- 5.- Area de zamatic
- 6.- Area de litografía y hornos
- 7.- Area de troquelado
- 8.- Almacen de lamina impresa

Los puntos de medición se encuentra dentro de las areas de litografía y hornos, area de troquelado y area de zamatic.

Existen 3 turnos durante las 24 horas de el día.

El tipo de medición realizada fue semicontinua.

El equipo empleado para la medición: sonometro portable, marca M.S.A. con rango de 40 a 140 dB(A).

6.4.2 Marco teórico:

Si tomamos en cuenta que los efectos que el ruido causa en el ser humano se encuentran en relación directa con la cantidad de energía sonora que ha recibido, durante la exposición, por lo cual, una fuente que produce un nivel variable durante un cierto periodo de observación, se dice que tienen un nivel - sonoro equivalente, dado que la mayoría de los ruidos son fluctuantes.

De lo que obtenemos que el N_{eq} nivel equivalente sonoro se mide así:

$$N_{eq} = 10 \log \frac{1}{M} \sum 10^{N_i/10} \quad 6.4.A.$$

También se deben calcular los niveles N_{50} y N_{10} junto con la desviación estandar de las mediciones realizadas en cada punto.

$$N_{50} = \frac{\sum N_i}{n} \quad 6.4.B.$$

donde:

N_i = es el nivel de la observación i

n = es el número de observaciones en cada punto de medición

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (N_i - N_{50})^2}{n - 1}} \quad 6.4.C.$$

y obtenemos que:

$$N_{10} = N_{50} + (1.2817) \sigma \quad 6.4.D.$$

6.4.3 Los resultados de la medición en forma semicontinua son:

Nota: Fueron empleados 3 puntos de medición y el ruido de fondo, fue el de la calle de acceso a la fuente fija, en cada uno de los puntos.

FUENTE FIJA:

A	B	C
91.3 dB	98.3 dB	108.1 dB
92.2	99.8	109.5
89.4	103.1	112.8
88.7	94.7	110.5
94.3	98.6	108.4
94.1	97.3	109.3
92.3	96.1	113.1
91.8	102.3	109.4

Punto A de medición es en el area de litografía y - hornos.

Punto B de el area de troquelado.

Punto C el area de zamatic.

RUIDO DE FONDO:

1	2	3
59.3 dB	79.6 dB	47.3 dB
67.1	89.9	46.1
65.8	83.8	42.5
66.7	89.0	43.9
61.3	84.8	44.5
68.4	78.5	49.2
69.7	81.4	51.3
67.3	86.3	46.5

Con las formulas 6.4.A, 6.4B, 6.4C y 6.4D se calculan los valores N_{eq} , N_{50} , \bar{N} y N_{10} y \bar{N} el medial del nivel sonoro.

	A	B	C	1	2	3	$\bar{N}_{f.f.}$	$\bar{N}_{r.f.}$
N_{eq}	93.928	99.62	113.26	66.7	85.92	47.28	102.27	66.63
N_{50}	91.76	98.7	110.1	65.7	84.16	46.41	100.18	65.42
∇	1.986	2.889	1.08	3.54	4.17	2.875	2.251	3.528
N_{10}	94.3	102.4	112.55	70.23	89.5	50.09	103.08	69.94

Donde: $\bar{N}_{f.f.}$ = medial del nivel sonoro de la fuente fija.

$\bar{N}_{r.f.}$ = medial del nivel sonoro de ruido de fondo.

La desviación o diferencia del promedio de los N_{50} de la fuente fija y del ruido de la calle, se representa como:

$$\Delta_{50} = \bar{N}_{f.f.} - \bar{N}_{r.f.} \quad 6.4.E.$$

donde:

$$\Delta_{50} = 100.18 - 65.42$$

$$\Delta_{50} = 34.76 \text{ db}$$

La corrección por ruido de fondo se efectúa únicamente si:

$$\Delta_{50} \geq 0.75 \text{ dB}$$

$$Cf = -(\Delta_{50} + 9) + 3 \sqrt{(41\Delta_{50} - 3)} \quad 6.4.F.$$

donde:

$$Cf = -8.769 \text{ dB}$$

La corrección por presencia de externos se encuentra dada por:

$$C_e = 0.9023 \bar{v}$$

donde: \bar{v} = es el promedio de las desviaciones estandar para los puntos de medición de la fuente fija.

$$\bar{v} = 2.2513$$

$$C_e = 2.031$$

por lo tanto el valor del nivel de emisión de la fuente fija es el mayor de entre:

$$* N_{ff} = \bar{N}_{50} + C_f + C_e$$

6

$$* N_{ff} = \bar{N}_{eq} = N_B \quad (\text{Nivel sonoro})$$

$$\text{por lo que } N_{ff} = 102.27 \text{ dB}$$

6.5 REQUERIMIENTOS DE LA SOLUCION:

Si tomamos en cuenta que el máximo valor permitido de emisión de ruido para fuentes fijas es de 90 dB.

Proponemos lo siguiente:

- Si observamos la distribución de la planta se puede proponer independizar las áreas de conflicto y abatir los problemas de la siguiente manera:
- Área de litografía y hornos:
En esta área más que ruido, la contaminación más común es la generación de polvos, y la temperatura que

a pesar de no ser un contaminante, si influye en la operación del equipo, así como en el ánimo de los trabajadores.

- Sellar orificios, y proporcionar a los operadores protectores auditivos.

Area de troquelado:

- En esta area se recomienda aislar independientes cada una de las máquinas con muros de material antiruido.
- Habilitar un falso plafón con un sistema de aire lavado.
- Proporcionar a todo el personal que labora en esta area protectores auditivos.

Area de zamac:

- Colocar cubiertas hulficadas en los ductos expulsores, para que el producto terminado, al caer y golpearse con las cajas de embarque, no se deteriore a la misma vez que no provoque ruido.
- Aislar la tolva de descarga de las coronas al rodillo dosificador de plástico, de manera que el ruido que se produce dentro de dicha tolva, no se propague al exterior.
- Sellar orificios y proporcionar a los operadores protectores auditivos.

6.6 Propuesta de solución tomando en cuenta el beneficio y el costo.

Actualmente la inflación, que afecta directamente tanto a productor como al consumidor, nos trae como primera consecuencia la pérdida de poder adquisitivo. Por las continuas alzas de precios en materias primas.

Por lo que en muchas empresas el factor costo beneficio de la solución, no es precisamente el más adecuado dado que el costo de la solución se sacrifica al máximo.

Para elegir un aislante que no únicamente satisfaga nuestros requerimientos de costos, tenemos que tomar en cuenta; las - propiedades que tiene cada material acústico, para de esa manera determinar y seleccionar cual utilizamos:

Estos son algunos de los factores que se tienen que utilizar según la tabla 6 - A.

TABLA 6-A.

- 1.- Material anti-fuego
- 2.- Resistencia mecánica
- 3.- Estabilidad dimensional
- 4.- Alto coeficiente de reflexión
- 5.- Mantenimiento (limpieza, etc.)
- 6.- Apariencia
- 7.- costo
- 8.- Fácil instalación (montaje)
- 9.- Disponibilidad de espacio de la instalación

- 10.- Peso de la instalación acústica
 11.- Compatibilidad con otros materiales y componentes.

6.6.1 A continuación presentamos una lista de componentes - de construcción; con sus distintos, coeficientes de absorción de ruido, en las diferentes frecuencias.

tabla 6 - B.

TABLA 6 - B.

Coefficientes de absorción al ruido: (dado en porcentaje de atenuación por cada material)

MATERIALES	FRECUENCIAS					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
+ Cascajo a grava aglutinado:						
- Cerrida de 3.18 cm (1 1/4 pulg) y 15.2 cm (6 pulg.) de profundidad.	0.19 %	0.25 %	0.43 %	0.37 %	0.58 %	0.62 %
- Cerrida de 3.18 cm (1 1/4 pulg) y 30.5 cm (12 pulg) de profun- didad.	0.27	0.58	0.48	0.54	0.73	0.63
- Cerrida de 0.64 cm (1/4 pulg) y 15.2 cm (6 pulg) de profun- didad.	0.22	0.64	0.70	0.79	0.88	0.72
+ Ladrillo no vidriado	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.07

+ Ladrillo no vidriado, pintado	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
+ Chapa de concreto reforzado	0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
+ Block de concreto ancho	0.36	0.44	0.31	0.29	0.39	0.25
+ Block de concreto pintado	0.10	0.05	0.06	0.07	0.09	0.08
+ Velour delgado 338 gr/m^2	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35
+ Velour normal (medio) 475 gr/m^2	0.07	0.31	0.49	0.75	0.70	0.60
+ Velour grueso 610 gr/m^2	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	0.65
+ Tablones de fibra de vidrio:						
- fieltro de 2.54 cm (1 pulg.) de 43 kg/m^3	0.03	0.25	0.65	0.85	0.80	0.75
- fieltro de 5.08 cm (2 pulg.) de 43 kg/m^3	0.17	0.55	0.80	0.90	0.85	0.80
+ Colcha de fibra de vidrio:						
- fieltro de 2.54 cm (1 pulg.)	0.15	0.55	0.80	0.90	0.85	0.80
- fieltro platificado de 5.08 cm (2 pulg.)	0.33	0.79	0.99	0.91	0.76	0.64
+ Pisos:						
- de cemento ó terrazzo	0.01	0.01	0.15	0.02	0.02	0.02
- linoleum, asfalto ó cercho asférico	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
- madera	0.15	0.11	0.10	0.07	0.06	0.07
- parquet	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
+ Cristales						
- Hojas de cristal largos ó placas de cristal grueso	0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02

- ventanas ordinarias de cristal	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04
+ Pared de yeso espesor 127 cm (1/2 pulg)	0.29	0.10	0.05	0.04	0.07	0.09
+ Marmol ó azulejo	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
+ Material rociado de mineral:						
- fibra mineral de 1.27 cm (1/4 pulg.)	0.05	0.15	0.45	0.70	0.80	0.80
- fibra mineral de 1.9 cm (3/4 pulg)	0.10	0.30	0.60	0.90	0.90	0.95
- fibra mineral de 2.54 cm (1 pulg)	0.16	0.45	0.70	0.90	0.90	0.85
+ Yeso , cal ó mortero blanco, en acabado liso sobre teja ó ladrillo	0.013	0.015	0.02	0.03	0.04	0.05
+ Yeso, cal ó mortero blanco, en acabado rojizo sobre teja ó ladrillo	0.14	0.10	0.05	0.05	0.04	0.03
+ Panel de tabla multilaminada	0.28	0.22	0.17	0.09	0.10	0.11

Todos estos coeficientes de absorción dependen de la construcción en específico, la densidad de el material, tipo de acabado, dimensiones del panel, tipo de montaje y cualquier otro tipo de factor.

6.6.2 COSTOS

Tomando en cuenta la atenuación que nos proporcionan los diferentes materiales (según anexo matemático A) utilizando las fórmulas sugerimos aplicar las soluciones:

COLCHA DE FIBRA DE VIDRIO

nivel efectivo en el oído

NE = 59.9 dB (apendice A I)

costo unitario: \$ 2,384, 00 M.N.

(en hojas de 0.61 x 1.22 metros)

costo al día 30 de Junio de 1987.

PROTECTORES AUDITIVOS

NE = 84.04 db (apendice A II)

costo unitario : \$ 5,500. 00 M.N.

(por pieza al menudeo)

costo al día 30 de Junio de 1987

PANEL DE TABLA MULTILAMINADA (AGLOMERADO)

NE = 52.05 dB (apendice A III)

costo unitario: \$ 10,000.00 M.N.

(en hojas de 1.22 x 2.44 metros)

costo al día 30 de Junio de 1987

VELOUR NORMAL MEDIO (TIPO AUTOMOTRIZ)

NE = 84.06 dB (apendice A IV)

costo unitario : \$ 7,500.00 M.N.

(por metro cuadrado)

costo al día 30 de Junio de 1987.

NOTA: Como observación podemos citar que a la mayoría de los obreros, que se les proporcionan protectores - auditivos, no los utilizan argumentando que son incómodos, estorbosos, provocan calor, etc... no con esto quiere decir que no sea una solución efectiva.

LA RELACION: del material, nivel efectivo, costo, reducción contra costo.

Para obtener la calificación.

MATERIAL	NIVEL EFECTIVO (dB)	COSTO \$ (PESOS)	REDUCCION/ COSTO/dB/\$	CALIFICACION
- Colcha de fibra de vidrio	59.9 dB	\$3,900.**	59.9/3.900 = 1.535	10.0
- Protectores audi tivos	84.04 dB	\$5,500.**	84.04/5,500 = 1.528	9.95
- Panel de tabla multilaminada	52.05 dB	\$4,100.**	52.05/4,100 = 1.269	8.26
- Velour normal (medio)	84.06 dB	\$7,500.**	84.06/7,500 = 1.121	7.3

Todos los costos estan dados en metro cuadrado para los materiales, y costo por unidad (pieza) en el caso de los protectores auditivos.

La calificación de 10 es la que más satisface los requerimientos básicos de la solución.

Por cumplir con los factores de la tabla 6 - A.

Por lo que concluimos que la fibra de vidrio es una de las mejores soluciones (para nuestro caso).

Por lo tanto la solución es: el utilizar la colcha de fibra de vidrio como aislante en la maquinaria de el - área de troquelado recubriendo los motores y transmisiones de la línea. Aislar el área de la maquinaria con paneles de lámina multilaminada, así como se tiene que proporcionar protectores auditivos a los operadores de estas máquinas en el área de zamtico recubrir las tolvas y conductores con colcha de fibra de vidrio, de igual manera aislar la zona con paneles de lámina multilaminada y proporcionar protectores auditivos a los obreros.

A las oficinas de mantenimiento y producción que por necesidad tienen que estar adjuntas a la planta, se les recomienda recubrirlas de velour dado que representa una solución para evitar el ruido además de que daría una mejor apariencia para las personas.

6.6.3 BENEFICIOS

- Mejorar el medio ambiente en las áreas en cuestión y consecuentemente aumentar el rendimiento de los operarios.
- Eliminar al máximo el nivel de ruido, que repercute en el ánimo y salud de los operadores, evitando lesiones parciales o totales a los oídos de los trabajadores.
- Disminución de las cuotas y pagos al IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social), al reducir los riesgos de trabajo y las incapacidades de obreros. Dado - que los inspectores del IMSS, al visitar las instalaciones de la fábrica, es lógico que se lleven una mejor impresión de la misma, al encontrarse con un local de trabajo saneado y con la mayor seguridad para los obreros que en ella laboran.
- Aumentar la calidad de el producto y la productividad de los empleados al tener un lugar de trabajo más confortable al evitar la tensión que produce el ruido constante.

CONCLUSIONES

- En la zona de el Distrito Federal y area metropolitana, la contaminación de el ruido es un serio problema, que afecta al estado anímico de la sociedad.
Provocando trastornos en el oído , en ocasiones hasta de tipo irreversibles.
El stress, ya muy común en personas sometidas a tensiones de trabajo, económicas o hasta de tipo sentimental, siempre aumenta considerablemente si, estas personas se encuentran expuestas al ruido.
- Hay que tomar en cuenta que los mayores contaminantes son las fuentes móviles y no como falsamente se supone que son las fuertes fijas.
- Las empresas que se pueden considerar como grandes contaminantes de ruido, tienen que redoblar, esfuerzos para controlar y abatir este tipo de contaminantes, ya que les repercute - directamente en una baja de ánimo y salud de los trabajadores y consecuentemente en la calidad de el producto.
- Actualmente dentro de las industrias que componen la rama metal-mecánica, en la mayoría de los casos, se han visto - afectadas por la crisis económica que estamos viviendo, en los últimos años.

Lo cual aunado a que día con día la contaminación se va -
agudizando más, tenemos que son contadas, las empresas que
a no ser de que realmente el ruido que provocan les ocasiona
un serio problema, no han tomado medidas efectivas para
solucionar el problema que esto les ocasiona, dado que en
estos tiempos difíciles tienen más su atención en los pro-
blemas que la crisis les ocasiona que en depurar y abatir
su índice de contaminación provocada por emisión de ruido.

- La importancia de mantener un programa de mantenimiento, tan-
to preventivo como correctivo, dado que sólo así, se podrá
asegurar el óptimo funcionamiento de la maquinaria, evitando
emisiones de ruido, por mal estado de operación de las maqui-
nas.

- Existen diversos materiales que podemos utilizar para la solu-
ción de nuestros problemas como lo son la fibra de vidrio, el
panel de lámina multilaminada, el velour, etc., que como se
puede mostrar en los cálculos según el caso práctico, colcha
de fibra, nos resuelven los problemas siempre tomando en cuen-
ta el beneficio.

Existen también ciertos materiales, como el cristal (venta-
nas ordinarias) que nos resuelven efectivamente el problema
pero que a ciertas frecuencias de ruido sobre todo de 2000 Hz
en adelante, pierden su absorción al ruido por lo que antes
de tomar alguna decisión tenemos que efectuar los cálculos
(mostrados en el apéndice matemático A) para realmente -

- darnos cuenta de el comportamiento de el material, y así -
evitar tomar decisiones erroneas.

BIBLIOGRAFIA

- IANINI Humberto, Guía de la Contaminación Industrial, Urbana y Agraria; SEDUE, México 1981.
- S.O.P., Ciudades Industriales; Comisión del Desarrollo Urbano de el País, México 1976.
- O.N.U., Industria y Medio Ambiente; Programa de Las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Números especiales # 3, 1982 y # 4, 1983, N.Y.
- METRESS James F., Man in Ecological Perspective; University of Toledo, Mss. Educational Publishing Company Inc., N.Y. 1971.
- STOKOLS Daniel, Readings in Environmental Psychology, University of California at Irvine, Mss. Information Corporation, N.Y. 1971.
- HARRIS, Cyril M., Handbook and Noise; Control, Mc Graw - Hill . Book Company, N.Y. 1982.
- SANCHEZ V., El Medio Ambiente en México (Temas, Problemas y Perspectivas) ; Fondo de Cultura Económica, México 1982.
- IMSS, Recomendaciones Generales para el Control de Ruidos en los Locales de Trabajo; Subdirección General Jurídica / Jefatura de Servicios de Seguridad en el Trabajo, México 1982.
- CAVAZOS B., Nueva Ley Federal del Trabajo, Tematizada y Sistematizada; Trillas , México 1986.
- SEDUE, Reglamento Para la Protección del Ambiente por la Emisión del Ruido; Breviario Jurídico Ecológico, México 1982.
- S.S.A. Ley Federal de Protección al Ambiente. México 1982.
- MOREAU Germaine, La Defensa de el Hombre contra la contaminación. Editions a Pedone; París 1976.

APENDICE MATEMATICO A - I

Cálculo del nivel efectivo en el oído del trabajador utilizando colcha de fibra de vidrio.

- Nivel Sonoro: $N_s = 102.27$ dB

- Atenuación media: $AM =$

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz
31	75	94	86	72	72	60	61	61

Desviación estandar promedio: $DSP = 2.2513$

$Q =$ Atenuación de la colcha de fibra de vidrio.

$$Q_1 = AM_{125} + 16.2 - (2 DSP) = 31 + 16.2 - (4.5) = 42.7$$

$$Q_2 = AM_{250} + 8.7 - (2 DSP) = 75 + 8.7 - (4.5) = 79.2$$

$$Q_3 = AM_{500} + 3.3 - (2 DSP) = 94 + 3.3 - 4.5 = 92.8$$

$$Q_4 = AM_{1000} - (2 DSP) = 86 - (4.5) = 81.5$$

$$Q_5 = AM_{2000} - 1.2 - (2 DSP) = 72 - 1.2 - (4.5) = 66.3$$

$$Q_6 = \left(\frac{AM_{3000} + AM_{4000}}{2} \right) - 1.0 - 2 (DSP) = 65 - 1.0 - (4.5) = 60.5$$

2

$$Q_7 = \left(\frac{AM_{6000} + AM_{8000}}{2} \right) - 1.1 - 2(DSP) = 61 - 1.1 - (4.5) = 55.4$$

2

$$Q_1 = 42.7$$

Valor de reducción

$$Q_2 = 79.2$$

$$Q_3 = 92.8$$

$$S = \text{ANTI LOG } (0.1 \times (NS - Q))$$

$$Q_4 = 81.5$$

$$Q_5 = 66.3$$

$$\text{SI } NS = 102.27$$

$$Q_6 = 60.5$$

$$Q_7 = 55.4$$

$$S = \text{Antilog. } (0.1 \times 59.57) + \text{Antilog. } (0.1 \times 23.07) + \\ \text{Antilog. } (0.1 \times 9.470) + \text{Antilog. } (0.1 \times 20.24) + \\ \text{Antilog. } (0.1 \times 35.97) + \text{Antilog. } (0.1 \times 41.77) + \\ \text{Antilog. } (0.1 \times 46.87) = 9.7367571 \times 10^5$$

Factor de Reducción

$$R = N_a \quad 10 \text{ Log } S = 102.27 - 59.9 = 42.37$$

Nivel efectivo en el oído del trabajador.

$$NE = N_s R = 102.27 - 42.37 = 59.9 \text{ dB.}$$

APENDICE MATEMATICO A - II

Cálculo del nivel efectivo en el oído del trabajador utilizando protectores auditivos.

- Nivel Sonoro: NS = 102.27 dB

- Atenuación media: AM =

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz
21	22	23	29	41	47	43	40	37

Desviación estandar promedio: DSP = 2.2513

Q = Atenuación del protector auditivo.

$$Q_1 = AM_{125} + 16.2 - (2DSP) = 21 + 16.2 - (4.5) = 32.7$$

$$Q_2 = AM_{250} + 8.7 - (2 DSP) = 22 + 8.7 - (4.5) = 26.2$$

$$Q_3 = AM_{500} + 3.3 - (2 DSP) = 23 + 3.3 - (4.5) = 21.8$$

$$Q_4 = AM_{1000} - (2 DSP) = 29 - 4.5 = 24.5$$

$$Q_5 = AM_{2000} - 1.2 - (2 DSP) = 41 - 1.2 - 4.5 = 35.3$$

$$Q_6 = \frac{(AM_{3000} + AM_{1000})}{2} - 1.0 - 2 (Dsp) = 45 - 1.0 - (4.5) = 39.5$$

2

$$Q_7 = \frac{(AM_{6000} + AM_{8000})}{2} - 1.1 - 2 (Dsp) = 38.5 - 1.1 - (4.5) = 32.9$$

2

$Q_1 = 32.7$	Valor de reducción
$Q_2 = 26.2$	
$Q_3 = 21.8$	$S =$ ANTILOG (0.1 x (NS-))
$Q_4 = 24.5$	
$Q_5 = 35.3$	
$Q_6 = 39.5$	
$Q_7 = 32.9$	Si NS = 102.27

$$\begin{aligned}
 S = & \text{Antilog. (0.1 x 69.57)} + \text{Antilog. (0.1 x 76.07)} + \\
 & \text{Antilog. (0.1 x 80.47)} + \text{Antilog. (0.1 x 77.77)} + \\
 & \text{Antilog. (0.1 x 66.97)} + \text{Antilog. (0.1 x 62.77)} + \\
 & \text{Antilog. (0.1 x 69.37)} = 2.5334492 \times 10^8
 \end{aligned}$$

Factor de Reducción

$$R = N_s - 10 \log S = 102.27 - 84.04 = 18.23$$

Nivel efectivo en el oído del trabajador

$$NE = N_s - R = 102.27 - 18.23 = 84.04 \text{ dB.}$$

APENDICE MATEMATICO A - III

Cálculo del nivel efectivo en el oído del trabajador utilizando panel de tabal multilaminada.

- Nivel Sonoro: NS = 102.27 dB

- Atenuación media: AM =

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz
26.6	20.9	16.15	8.55	9.5	10.45	10.45	10.45	10.45

Desviación estandar promedio: DSP = 2.2513

Q = Atenuación del panel

$$Q_1 = AM_{125} + 16.2 - (2 DSP) = 26.6 + 16.2 - (4.5) = 38.3$$

$$Q_2 = AM_{250} + 8.5 - (2 DSP) = 20.9 + 8.5 - (4.5) = 24.9$$

$$Q_3 = AM_{500} + 3.3 - (2 DSP) = 16.15 + 3.3 - (4.5) = 14.95$$

$$Q_4 = AM_{1000} - (2 DSP) = 8.55 - (4.5) = 4.05$$

$$Q_5 = AM_{2000} - 1.2 - (2 DSP) = 9.5 - 1.2 - (4.5) = 3.3$$

$$Q_6 = \frac{(AM_{3000} + AM_{4000})}{2} - 1.0 - 2 (DSP) = 9.98 - 1.0 - (4.5) = 4.48$$

2

$$Q_7 = \frac{(AM_{6000} + AM_{8000})}{2} - 1.1 - 2 (DSP) = 10.45 - 1.1 - (4.5) = 4.88$$

2

$Q_1 = 38.3$	Valor de reducción
$Q_2 = 24.4$	
$Q_3 = 14.95$	$S =$ ANTILOG (0.1x (NS-Q)
$Q_4 = 4.05$	
$Q_5 = 3.8$	
$Q_6 = 4.48$	$Si Ns = 102.27$
$Q_7 = 4.85$	

$$S = \text{Antilog} (0.1 \times 63.97) + \text{Antilog.} (0.1 \times 77.37) + \\ \text{Antilog} (0.1 \times 87.32) + \text{Antilog.} (0.1 \times 98.22) + \\ \text{Antilog} (0.1 \times 98.47) + \text{Antilog.} (0.1 \times 97.79) + \\ \text{Antilog} (0.1 \times 97.42) = 2.5797247 \times 10^{10}$$

Factor de Reducción

$$R = Ns - 10 \text{ Log } S = 102.27 - 52.05 = 50.22$$

Nivel efectivo en el oído del trabajador

$$NE = Ns - R = 102.27 - 50.22 = 52.05 \text{ dB}$$

APENDICE MATEMATICO A - IV

Cálcul del nivel efectivo en el oido del trabajador utilizando
velour normal.

- Nivel Sonoro: NS = 102.27 dB

- Atenuación media: AM =

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	3000 Hz	4000 Hz	6000 Hz	8000 Hz
6.65	29.45	46.55	71.25	66.5	66.5	57	57	57

Desviación estandar promedio: Dsp = 2.2513

Q = Atenuación del velour

$$Q_1 = AM_{125} + 16.2 - (2 \text{ DSp}) = 6.65 + 16.2 - (4.5) = 18.35$$

$$Q_2 = AM_{250} + 8.5 - (2 \text{ DSp}) = 29.45 + 8.5 - (4.5) = 33.45$$

$$Q_3 = AM_{500} + 3.3 - (2 \text{ DSp}) = 46.55 + 3.3 - (4.5) = 45.35$$

$$Q_4 = AM_{1000} - (2 \text{ DSp}) = 71.25 - (4.5) = 66.75$$

$$Q_5 = AM_{2000} - 1.2 - (2 \text{ DSp}) = 66.5 - 1.2 - (4.5) = 60.8$$

$$Q_6 = \frac{(AM_{3000} + AM_{4000})}{2} - 1.0 - 2(\text{Dsp}) = \frac{61.75 + 56.25}{2} - 1.0 - (4.5) = 56.25$$

2

$$Q_7 = \frac{(AM_{6000} + AM_{8000})}{2} - 1.1 - 2(\text{Dsp}) = \frac{57 + 57}{2} - 1.1 - (4.5) = 51.4$$

2

$$Q_1 = 18.35$$

Valor de reducción

$$Q_2 = 33.45$$

$$Q_3 = 45.35$$

$$Q_4 = 66.75$$

S =

ANTILOG (0.1x(NS-Q))

$$Q_5 = 60.8$$

$$Q_6 = 56.25$$

$$Q_7 = 51.4$$

Si $N_s = 102.27$

$$S = \text{Antilog.} (0.1 \times 83.92) + \text{Antilog.} (0.1 \times 68.82) + \\ \text{Antilog.} (0.1 \times 56.92) + \text{Antilog.} (0.1 \times 35.52) + \\ \text{Antilog.} (0.1 \times 41.47) + \text{Antilog.} (0.1 \times 46.02) + \\ \text{Antilog.} (0.1 \times 50.87) = 2.5489653 \times 10^8$$

Factor de Reducción

$$R = N_s - 10 \log S = 102.27 - 84.06 = 18.21$$

Nivel efectivo en el oído del trabajador

$$NE + N_s - R = 102.27 - 18.21 = 84.06 \text{ dB}$$