

5
—
28j



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



“ SELECCION Y APLICACION DE MATERIALES
ACUSTICOS PARA DISMINUIR LA CONTAMINACION
DEL RUIDO GENERADO EN LA INDUSTRIA ”

FALLA DE ORIGEN

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

RAFAEL BERRUM ESCALONA

ASESOR: M. EN I. ENRIQUE CURIEL REYNA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES-CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA: "Selección y aplicación de materiales acústicos para disminuir la contaminación del ruido generado en la industria"

que presenta el pasante: Rafael Berrum Escalona
con número de cuentas: 8339661-4 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 14 de Septiembre de 1995

PRESIDENTE

M. en I. H. Enrique Curiel Reyna

VOCAL

Ing. Enrique Cortés González

SECRETARIO

Ing. Felipe Díaz del Castillo Rodríguez

PRIMER SUPLENTE

Ing. Jesús García Lira

SEGUNDO SUPLENTE

Ing. Socorro Carmona Estrada

UAE/DEF/VAP/02

FALLA DE ORIGEN

Gracias a mi esposa:

Yolanda

**por su comprensión y ayuda a lo largo de
mi preparación . Además , por la hija tan
linda que me ha dado.**

a mis padres :

Mercedes Escalona

**que con sus desvelos y
preocupaciones siempre me ha
motivado a ser cada día mejor.**

y

Rafael Berrum

**por la educación y formación que
me ha dado , así como también , su
apoyo y amistad de amigo.**

a ambos ...

¡ gracias!

Agradezco :

A mis hermanos

Carmen , Guadalupe y Esteban

A mi tía Carmen

A mis amigos

Por su apoyo y comprensión.

A la U.N.A.M.

el darme la oportunidad

de pertenecer a esta

magna institución.

A mis profesores

por su dedicación.

INDICE

Pags.

| | |
|--|-----------|
| OBJETIVO GENERAL | 5 |
| OBJETIVO PARTICULAR | 5 |
| INTRODUCCION | 6 |
| | |
| 1.CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL RUIDO | 8 |
| 1.1 Ruido | 9 |
| 1.2. Historia | 10 |
| 1.3. Definiciones | 13 |
| 1.3.1. Sonido | 13 |
| 1.3.2. Propagación del sonido | 13 |
| 1.3.3. Velocidad del sonido | 15 |
| 1.3.4. Frecuencia | 15 |
| 1.3.5. Longitud de onda | 16 |
| 1.3.6. Presión de sonido | 17 |
| 1.3.7. Escala de frecuencia | 18 |
| 1.3.8. Intensidad | 18 |
| 1.3.9. Absorción de sonido | 21 |
| | |
| 2. EL OIDO Y LA NORMATIVIDAD | 23 |
| 2.1. Datos fisiológicos | 24 |
| 2.1.1. El Oido | 25 |
| 2.1.2. El aparato de percepción | 27 |

| | pags. |
|--|--------------|
| 2.2. Efectos del ruido en el hombre | 28 |
| 2.2.1. Efectos en el oído interno | 28 |
| 2.2.2. La sordera | 29 |
| 2.2.3. Otros efectos fisiológicos del ruido | 31 |
| 2.2.4. Efectos del ruido sobre el trabajo | 32 |
| | |
| 2.3. Instructivo No. 11 relativo a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genera ruido | 35 |
| 2.4. Control del ruido | 43 |
| 2.4.1. Características que debe reunir un material absorbente de ruido . | 44 |
| 2.5 Propiedades y aplicaciones de diferentes materiales para el control de ruido | 47 |
| 2.5.1. Barreras para el ruido | 48 |
| 2.5.2. Absorbentes de ruido | 49 |
| 2.5.3. Materiales compuestos | 50 |
| 2.5.4. Barreras acopladas | 51 |
| 2.6. Análisis acústicos para reducción de ruido | 54 |
| | |
| 3. PARTE EXPERIMENTAL | 56 |
| 3.1. Planteamiento | 57 |
| 3.1.1. Lay-Out del área | 58 |
| 3.1.2. Tab No. 1 | 59 |
| 3.2. Planteamiento de la solución | 60 |
| 3.2.1. Tab. No. 2 | 61 |
| 3.2.2. Tab. No. 3 | 63 |
| 3.2.3. Tab No. 4 | 65 |

| | pags. |
|--|--------------|
| 3.2.4. Plano de ensamble final del área | 66 |
| 3.2.5. Dibujo de la máquina | 67 |
| 3.3. Descripción de los materiales | 68 |
| 3.3.1. Pan-Wall | 68 |
| 3.3.2. Muros con ventana | 70 |
| 3.3.3. Baffles | 71 |
| 3.3.4. Cortinas Transparentes | 72 |
| | |
| 4.ANALISIS DE RESULTADOS | 74 |
| | |
| 5.CONCLUSIONES | 75 |

BIBLIOGRAFIA

**SELECCION Y APLICACION DE
MATERIALES ACUSTICOS PARA DISMINUIR
LA CONTAMINACION DEL RUIDO
GENERADO EN LA INDUSTRIA**

OBJETIVO GENERAL :

Ayudar a aquellas personas que busquen información referente a la reducción del ruido generado en la industria.

OBJETIVO PARTICULAR :

Tener conocimiento de los materiales que se utilizan actualmente para la reducción del ruido generado por las máquinas.

INTRODUCCION

El agente contaminante que se presenta con mayor frecuencia en el ambiente laboral es , sin lugar a dudas , el ruido. Esta afirmación se vé corroborada por las estadísticas que sobre riesgos de trabajo elabora la Organización Internacional del Trabajo.

Esta tesis no intenta ser una guía detallada de como disminuir el ruido generado en la industria ya que cada empresa tiene procesos diferentes , más bién , se desea dar a conocer la esencia del Control del Ruido haciendo uso de los materiales que existen actualmente para este fin.

En este trabajo se dan los conceptos básicos del ruido , cómo se genera y su forma de estudio.

En el capítulo dos se estudia acerca de los efectos que ocasiona el ruido al cuerpo humano, las normas de la Secretaría del Trabajo , cómo se debe controlar el ruido , propiedades y aplicaciones de los materiales utilizados para este uso.

En el capítulo tres se describe la parte experimental , en la cual , se tomó como modelo una empresa cuyas máquinas generan una gran cantidad de ruido normal por su trabajo y que tiene que ser evitado para un mayor beneficio de los operadores.

Los resultados obtenidos demuestran que con ciertos materiales que se pueden considerar de la familia de los plásticos, aunados a formas y arreglos , nos permitieron disminuir la intensidad de ruido y con ello concluyo que efectivamente un operario trabajando en condiciones de contaminación de ruido su eficiencia y productividad disminuye sensiblemente .

Sobre la contaminación de ruido es una de las cuales se puede considerar que es de las menos estudiadas , por lo que , considero que este trabajo (teórico - práctico) es uno de los pioneros sobre este importante tema.

CAPITULO UNO

CONCEPTOS FUNDAMENTALES

DEL RUIDO

1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES DEL RUIDO

1.1. RUIDO

Es un hecho real, que en la vida moderna el nivel de ruido originado tanto en el exterior como en el interior de los edificios es cada vez mayor. El tráfico en las ciudades, el ruido proporcionado por las fábricas, el ocasionado por equipos de oficina en el interior de ellas y por los ocupantes mismos, ha hecho necesario atacar un problema que sin lugar a dudas causa perjuicios no solo a la salud, sino también produce mermas considerables en la eficiencia de las personas que trabajan, impidiendo por otra parte tener la privacidad requerida en el desarrollo de las actividades modernas.

El estudio con relación a los perjuicios que el ruido ocasiona en la vida moderna ha sido muy extenso, habiendo quedado plenamente demostrado que el control de ruido es un factor sumamente importante y que no puede verse en forma secundaria en el proyecto y ejecución de una construcción moderna. Por consiguiente, los problemas de Corrección Acústica, de Reducción de Ruido y de Aislamiento de Sonido, deben ser analizados cuidadosamente por

el proyectista, para obtener el mayor beneficio y evitar trastornos posteriores que en muchos casos son incorregibles.

1.2. HISTORIA.

A finales del siglo XIX se construyó un Auditorio en la Universidad de Harvard, en el que para obtener las condiciones acústicas más correctas, se duplicó el diseño y construcción de otro Auditorio existente que acústicamente trabajaba en forma aceptable. Sin embargo, se observó que las condiciones acústicas del nuevo Auditorio no eran las esperadas, encargándosele al profesor Wallace C. Sabine, el problema de corregir el defecto.

La primera cosa descubierta por Sabine, fué que aunque el diseño de ambos Auditorios era idéntico hasta en los materiales de acabado interior, el Auditorio con buenas propiedades acústicas, tenía acojinados totalmente los

asientos, mientras que en el nuevo Auditorio se carecía de este acabado. Por lo tanto, se decidió hacer un intercambio de asientos en los Auditorios , obteniendo con sorpresa que las condiciones acústicas en ellos, cambiaron cuando se hizo la permutación de asientos. Esto fijó a Sabine la iniciación de una serie de experimentos que posteriormente confirmó mediante análisis matemáticos y que fueron reducidos a una simple fórmula, con la que pueden determinarse las condiciones audibles que podrán ser esperadas en una construcción determinada.

Básicamente lo que descubrió Sabine, fué que las condiciones audibles en una habitación estaban relacionadas a su Tiempo de Reverberación, el cual no es otra cosa sino el tiempo que un sonido permanece audible después de haber sido emitido por una fuente sonora. Encontró además que el tiempo de reverberación era directamente proporcional al volumen de una habitación e inversamente proporcional a la capacidad de absorción, tanto de las superficies interiores de la misma, como a la de los muebles que en ella estuvieran.

Dado esto, se obtuvo una simple fórmula:

$$T=(0.05 V)/A$$

donde:

T=Tiempo de reverberación [seg].

V=Volumen de la habitación [pies³].

A=Absorción total de la habitación y mobiliario [Sabins].

Sabine, también desarrolló un medio para probar distintos materiales y determinar su capacidad de absorción, de tal suerte que las correcciones y análisis acústicos fueran posibles. Con lo obtenido a principio de 1900 por el profesor Sabine, puede decirse quedó establecida la cimentación de la acústica aplicada a la arquitectura, como una ciencia definida. Más aún los principios fundamentales encontrados por Sabine, son usados todavía en la actualidad, aunque con los desarrollos alcanzados por la electrónica se han logrado análisis más precisos y conocimientos complementarios.

1.3. DEFINICIONES

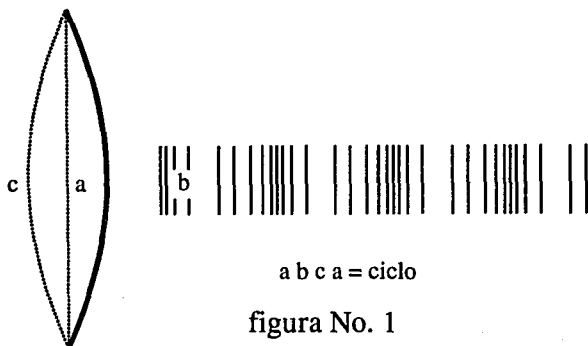
1.3.1. SONIDO. Antes de poder entender las reglas más elementales de la acústica aplicada a la industria deben conocerse algunas definiciones básicas y propiedades del sonido, así como las sensaciones que éste provoca en el oído humano. En primer lugar, debe distinguirse entre el significado de sonido como término puramente físico y la sensación fisiológica que el sonido produce al ser humano. Por ejemplo, se ha discutido muchas veces si debe considerarse o no como un sonido el originado por la caída de un árbol en un bosque deshabitado. La respuesta a esta pregunta como veremos, no es sino asunto de definición.

En la exposición subsecuente, se considerará el sonido "como una perturbación física, o un alteración de presión, capaz de ser detectada por un oído humano". Por lo tanto y de acuerdo a esta definición, el árbol que cae genera sonido, únicamente cuando alguien se encuentra a una distancia tal que puede escucharlo.

1.3.2. PROPAGACION DEL SONIDO. El sonido es originado por la vibración de los cuerpos. Una cuerda de guitarra, un tenedor, pueden ser

observados al vibrar. Sin embargo, la membrana de un magnavoz o de un radio difícilmente pueden ser observados cuando vibran, creando de cualquier manera dicha vibración, el sonido que escuchamos.

En la figura No. 1 se muestra en forma esquemática la formación de la onda sonora, tomando como base la vibración de un diafragma.



1.3.3. VELOCIDAD DEL SONIDO. El sonido viaja a la velocidad de aproximadamente 1200 km/h.

Esta velocidad permanece constante independientemente de la intensidad del sonido. Únicamente la temperatura altera dicha velocidad, incrementándola, tratándose de pequeñas diferencias de temperatura, en aproximadamente 1/2 m por segundo, por cada elevación de temperatura equivalente a 1 °F. El sonido viaja más rápidamente en líquidos y sólidos que como lo hace en el aire.

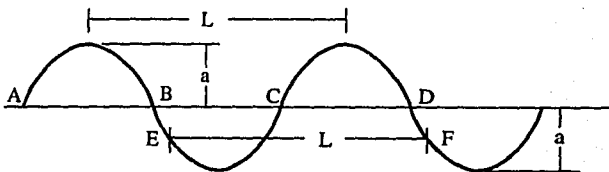
La velocidad del sonido en el agua es cerca de 1500 m/seg y llega a 3900 m/seg cuando viaja en madera dura en la dirección del grano.

1.3.4 FRECUENCIA. Refiriéndose a la fig No. 1 puede observarse que la membrana vibratoria se mueve hacia adelante y hacia atrás de su posición neutra (posición original).

Cada viaje originado desde la posición neutra hacia la derecha después hacia la izquierda hasta alcanzar la posición neutra nuevamente, es llamado un CICLO.

El número de veces que este movimiento se repite en un segundo, esto es, el

número de ciclos por segundo, se conoce con el nombre de frecuencia. Debido a que las partículas de aire siguen el movimiento de la fuente vibratoria, tienen también por consiguiente la misma frecuencia que dicha fuente.



L = Longitud de onda

L = AC = BD = EF

a = Amplitud de onda

La longitud de onda, la frecuencia y la velocidad de un sonido están relacionados en la fórmula:

$$V = L \cdot f$$

en donde:

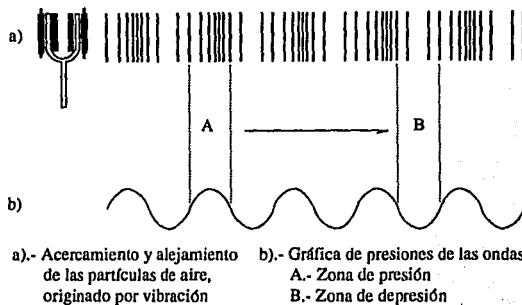
V = Velocidad

L = Longitud de onda

f = Frecuencia

1.3.5. LONGITUD DE ONDA. Es la distancia que recorre la onda sonora durante un ciclo de vibración.

1.3.6. PRESION DE SONIDO. Al originarse una onda sonora, se inicia un movimiento en las moléculas de aire, las cuales debido al movimiento vibratorio que origina la fuente sonora, se acercan y alejan entre sí de acuerdo al avance de la onda misma. Lo anterior representa un cambio en la presión del aire, hacia arriba y hacia abajo del valor normal de la presión atmosférica.



1.3.7. ESCALA DE FRECUENCIA. En acústica como en música , las frecuencias son medidas en octavas ; una octava es el intervalo entre dos sonidos cuyas frecuencias están en una relación de dos a uno.

1.3.8. INTENSIDAD. La intensidad del sonido en una dirección específica y en un punto dado , es definida como la cantidad de flujo de energía sonora que pasa a través de un área unitaria en ese punto , siendo el área perpendicular a la dirección de la onda sonora . Esta unidad es medida normalmente en Watts/cm^2 . Sin embargo , para el fin perseguido en este análisis , puede decirse simplemente que la intensidad es la medida de la cantidad de energía existente en las partículas de aire en vibración que origina una onda sonora.

Para ilustrar el fenómeno de la intensidad , consideremos una fuente de sonido y coloquémosla imaginariamente en el centro de una esfera de 100 cm , de radio . La energía sonora irá hacia el exterior de la esfera y a través de su superficie en todas direcciones . Considérese como unidad de área de la superficie de la esfera , la unidad de área de mencionada en el párrafo anterior.

Imagínese ahora duplicado el radio de la esfera . Siendo el área de la superficie de la esfera mayor proporcional al cuadrado del radio , será por lo tanto cuatro veces más grande que el área de la superficie de la esfera menor. Sin embargo , la energía no se puede crear ni destruir , de tal modo que la energía sonora proveniente de la fuente original es la misma en las dos esferas, pero la cantidad que llega a la superficie unitaria de la esfera mayor , estará reducida a una cuarta parte de la que llega a la esfera pequeña . Lo anterior define que la intensidad de sonido es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.

El oído humano puede captar un increíble rango de intensidades de sonido , desde 10×10^{-16} Watts/cm² hasta 10×10^{-3} Watts/cm². Esto significa que el sonido más intenso que el oído puede escuchar es 10,000,000 millones de veces más fuertes que el sonido más leve que puede ser oído . Lógicamente , el tratar en la práctica con números de esta magnitud , sería sumamente molesto por lo que se ha establecido una unidad más sencilla para tratar con intensidades de sonido . Esta unidad es el DECIBEL.

Si I_1 e I_2 son dos intensidades de sonido distintas , la relación: $10 \log I_1 / I_2$ expresa el número de decibeles que existen como medida de la diferencia de

intensidades entre I_1 e I_2 . Para los fines prácticos , la presión de 0.0002 dinas/cm² equivalente a un sonido con una intensidad de 10×10^{-16} Watts / cm² (el sonido más leve que puede ser escuchado por el oído humano) . Ha sido tomado como un punto de partida para la formación de una escala de decibeles , que puede medir distintas intensidades de sonidos obtenidas en la práctica . Dicha escala se expresa a continuación:

| TIPO DE RUIDO | DECIBELES |
|----------------------------|------------------|
| Motor de avión | 120 - 110 |
| Tráfico pesado | 100 - 90 |
| Oficina ruidosa | 80 - 70 |
| Oficina común | 60 - 50 |
| Bibliotecas | 40 - 30 |
| Murmulllos, vientos suaves | 20 - 10 |

En la escala anterior , sonidos menores a 10 decibeles pueden ser escuchados por el oído normal. Por otra parte sonidos de más de 120 decibeles causarían

daños al oído por su fuerte intensidad . El instrumento con el cual puede medirse la intensidad de sonido es un decibelímetro, que no es sino un micrófono que registra las intensidades (presiones) y las transforma mediante impulsos electrónicos a la escala de decibeles.

1.3.9. ABSORCIÓN DE SONIDO. Como hemos mencionado , parte del sonido que llega a una superficie se absorbe por ésta . El porcentaje de energía que la superficie es capaz de absorber es conocido con el nombre de coeficiente de absorción de sonido , y puede variar según el material , desde escasamente 1% hasta casi un 100% . El coeficiente de absorción depende fundamentalmente de la naturaleza del material y varía con la frecuencia de la onda sonora , así como con el ángulo de incidencia que éste forme con la superficie.

La capacidad de una habitación para absorber sonido se mide por el número total de unidades de absorción que tenga , las cuales se conocen con el nombre de SABINS . La unidad de absorción de sonido o sabin es : La absorción que tiene la superficie de un pie cuadrado de un material 100% absorbente.

El número de unidades de absorción que posee una determinada superficie es obtenida multiplicando el área de dicha superficie por su coeficiente de absorción respectivo a una frecuencia dada . Por lo tanto , la absorción total en un cuarto será la suma de las absorciones parciales obtenidas de cada superficie distinta , así como por la absorción total proporcionada por los muebles y ocupantes.

CAPITULO DOS

EL OIDO Y LA NORMATIVIDAD

2. EL OIDO Y LA NORMATIVIDAD.

2.1 DATOS FISIOLÓGICOS

El aparato auditivo humano es extremadamente complejo y aquí sólo se hará un resumen muy esquemático de él. El aparato auditivo comprende:

- Un aparato de recepción ; el oído externo.**
- Un aparato de transmisión ; el oído medio y el oído interno.**
- Un aparato de percepción constituido por las vías nerviosas entre el oído y los centros nerviosos del cerebro.**

2.1.1 EL OIDO

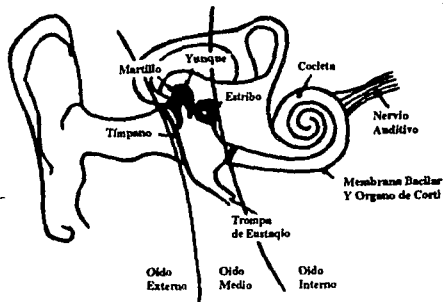
Está compuesto por tres partes:

- El oído externo , por donde penetran los sonidos que hacen vibrar el tímpano , separación entre el oído externo y el oído medio.

- El oído medio transmite las vibraciones del tímpano a través de una serie de pequeños huesos: el martillo , el yunque y el estribo . A este rol de transmisión puede agregarse uno de protección.

Cuando la intensidad de ondas sonoras que llegan al oído superan un cierto nivel (alrededor de 80 dB) e implica riesgo de traumatismos para el oído medio , pueden modificar la posición de los huesecillos y atenuar así la transmisión de sonidos de intensidad muy elevada . Esta protección es bastante limitada : reducción de alrededor de 10 dB para los sonidos de frecuencia débil y de alrededor de 5 dB para los sonidos de alta frecuencia. Por otra parte, este mecanismo no tiene tiempo de actuar cuando los sonidos son imprevistos y bruscos y tampoco persiste indefinidamente ante un ruido continuo : los músculos tienen entonces , tendencia a relajarse.

- El oído interno. Los sonidos transmitidos por los huesecillos del oído medio



ESQUEMA DEL OIDO

se propagan en la campana hasta la membrana basilar. La parte de la membrana basilar que entra a vibrar depende de la frecuencia de los sonidos recibidos. Esta localización en función de la frecuencia de la excitación recibida, está ligada a la variación de la amplitud de la membrana basilar). Así, para un sonido grave , la energía sonora se dispersa sobre toda la membrana , mientras que para un sonido agudo , la energía se concentra sobre la superficie pequeña , hay entonces un número reducido de células puestas en juego , con un riesgo de deterioro más alto. Esta vibración es transmitida al órgano de Corti , el órgano sensorial propiamente dicho , porque contiene las células auditivas, capaces de transformar las variaciones de presión en impulsos nerviosos.

2.1.2. EL APARATO DE PERCEPCION.

Las vías nerviosas que transforman las vibraciones sonoras en influjos nerviosos, luego en sensaciones, tienen su origen en el órgano de Cortí , en el oído interno.

Las vías nerviosas de la audición son muy complejas: hay por lo menos cinco niveles de transmisión de los mensajes sonoros. Las vías nerviosas llegan finalmente a la corteza cerebral, donde los impulsos recibidos son integrados y percibidos como su sonido. Las sensaciones auditivas se producen entonces en la esfera auditiva, que comprende el nervio auditivo y el centro auditivo cerebral propiamente dicho. Por ello se comprende que el ruido puede no solamente tener efectos perturbadores y nocivos para el oído , sino igualmente , por intermedio de las ramificaciones nerviosas y de la corteza cerebral , puede tener repercusiones sobre la totalidad del organismo.

2.2. EFECTOS DEL RUIDO EN EL HOMBRE.

2.2.1. EFECTOS EN EL OIDO INTERNO.

La sensación sonora depende de las características físicas de los sonidos: intensidad, frecuencia, duración. Se ha tenido ya ocasión de señalar que el oído no percibe más que sonidos cuyas frecuencias están comprendidas entre 20 y 20,000 hertz . Fuera de este espectro , un sonido no es percibido por el oído humano. Dentro de esos límites un sonido cuya intensidad es muy elevada puede tener un efecto traumatizante y nocivo , por el riesgo de entrañar un deterioro de aparato auditivo por degeneración progresiva de las células auditivas ; la destrucción irreversible de ellas implica sordera.

Pero , en un mismo nivel de intensidad sonora , el riesgo de deterioro del sistema auditivo cambia según la frecuencia de los sonidos. Se ha visto , que la contracción de los músculos del oído medio puede asegurar una cierta protección , pero que ella no es idéntica para todas las frecuencias : es relevante para las frecuencias más bajas (<200 hertz) , débil para las frecuencias de 200 a 700 hertz casi nula para las frecuencias superiores a 700 hertz. Entre las frecuencias 2000 y 6000 hertz , el oído acusa la mayor

fragilidad. La duración de la exposición al ruido juega igualmente un rol muy importante.

2.2.2. LA SORDERA.

La aparición de la sordera raramente es brusca ; habitualmente ella es progresiva: -En primer lugar , el sujeto pierde la sensibilidad a los sonidos de frecuencias de 3000 a 6000 hertz ; como esas frecuencias no son indispensables para obtener una buena inteligibilidad , el sujeto casi no se da cuenta del inicio de la sordera.

El déficit auditivo se extiende luego a una mayor banda de frecuencias y el sujeto percibe que perdió sensibilidad a los sonidos agudos.

Finalmente , el perjuicio se extiende a las bajas frecuencias , y el sujeto percibe difícilmente una conversación . Es necesario hablar más fuerte para hacerse comprender.

Este proceso es relativamente frecuente en la vida profesional , cuando los

trabajadores están sometidos a ruidos elevados durante años. Se pueden dar los siguientes criterios como características de los ruidos más peligrosos:

Intensidad elevada: por encima de un nivel de 80 decibeles , el riesgo de traumatismo se acrecienta muy rápidamente.

Pureza de sonido: a intensidad y duración iguales , un sonido es tanto más peligroso cuando se acerca más a un sonido puro , es decir que corresponde a una banda de frecuencias más estrecha.

Frecuencia: a intensidades iguales , un ruido en el que el espectro es rico en frecuencias medias o altas es más nocivo que aquel en que el espectro es de frecuencias más bajas ; por una parte la protección del oído obra sobre todo para las frecuencias bajas ; por otra, se ha visto que si la energía sonora de un sonido agudo se concentra en una débil superficie de la membrana basilar, el riesgo de destrucción de las células es mayor.

Duración: los efectos traumatizantes pueden acumularse en el tiempo.

Carácter repentino: los ruidos repentinos e inesperados son más nocivos que los ruidos previsibles , porque los mecanismos de protección de oído medio no están preparados para intervenir.

2.2.3. OTROS EFECTOS FISIOLÓGICOS DEL RUIDO.

Además del deterioro de aparato auditivo, el ruido puede tener repercusiones sobre otras partes del organismo a través del sistema nervioso vegetativo.

Cuando el ruido es elevado puede tener los siguientes efectos:

- Aumento de la frecuencia cardíaca.
- Aumento de la vasoconstricción de los vasos cutáneos.
- Aceleración de ritmo respiratorio.
- Disminución de la actividad de los órganos de digestión.
- Reducción de la actividad cerebral , lo que implica una disminución de la atención.

A estos factores fisiológicos pueden agregarse incidencias psicológicas que

provocan una modificación del carácter o del comportamiento ansiedad , agresividad.

2.2.4. EFECTOS DEL RUIDO SOBRE EL TRABAJO.

Además de los efectos de orden fisiológico , el ruido puede tener un efecto negativo sobre la calidad y el rendimiento en el trabajo . El ruido provoca una disminución de la atención y en consecuencia , un deterioro en el desempeño para todos los trabajos que requieren cierta concentración , rapidez o destreza .

Para continuar efectuando su tarea , el trabajador debe hacer un esfuerzo suplementario para aislarse , en cualquier tipo de ruido ambiente perturbador. Este se traduce finalmente en un aumento de desgaste nervioso y en mayor fatiga .

Según una experiencia de bastante larga duración efectuada con tejedores , por Weston y Adams (1935) y comentada por E. Grandjean , el efecto del

ruido sobre el rendimiento ha sido claramente comprobado . Fue comparada la producción de dos grupos de diez tejedores. Uno de los grupos no poseía ningún aparato de protección contra el ruido , alcanzado el ruido ambiente 96 dB . En el otro grupo los aparatos de protección individual permitía llevar el nivel de ruido percibido por el oído a un nivel de 80 a 85 dB ; el rendimiento de los obreros con aparatos de protección ha sido un 12% superior al de los obreros sin protección.

Según el profesor A. Wisner , diversas observaciones relativas a la relación entre la producción y modificación del nivel sonoro han podido ser efectuadas:

- En un taller de mecánica, el número de piezas defectuosas ha disminuido 50% después de una disminución en el nivel sonoro de 25 dB;**
- En un taller de dactilografiado, el número de errores de tipeo ha disminuido en 30% después de una baja en el nivel sonoro de 25 dB;**
- En un taller de montaje, la producción se ha acrecentado en un 30% después de haber disminuido el nivel sonoro en 20 dB.**

Los efectos del ruido en el trabajo varían según las características del ruido y el tipo de trabajo, pero se puede observar que:

- Un ruido es siempre molesto para el trabajo;

- Las actividades que demandan esfuerzo de atención más alto y más sostenido son las más sensibles al ruido.

- Durante el aprendizaje, el trabajador es más sensible al ruido que cuando ha adquirido cierto automatismo para efectuar una parte de su trabajo.

2.3 INSTRUCTIVO NO. 11 RELATIVO A LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO DONDE SE GENERE RUIDO.(1)

I. DISPOSICIONES GENERALES

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

2.- Los patrones deberán vigilar que no se rebasen los niveles máximos permisibles de exposición a ruido que se indican en las Gráficas 1 y 2 de este instructivo, que forman parte de él para todos los efectos correspondientes.

(1) REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO E INSTRUCTIVO (L.M.S.S) PAG 171.

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

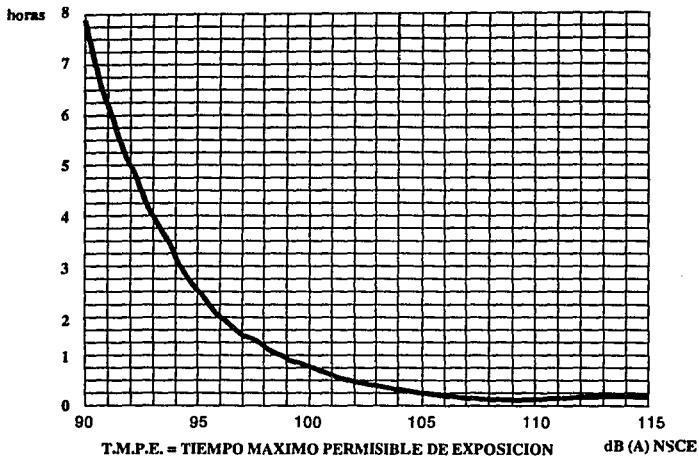
a) Las características de las fuentes emisoras;

b) Las características del ruido en lo que respecta a magnitud y componentes de frecuencia.

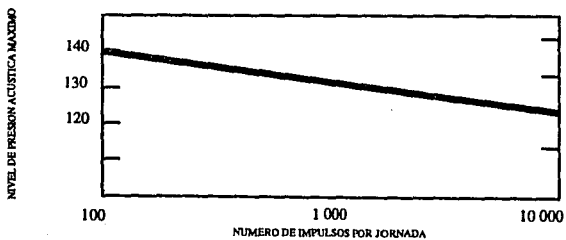
c) Las características, la naturaleza, el tiempo y la frecuencia de la exposición de los trabajadores al ruido.

d) Las alteraciones en la salud de los trabajadores que puedan derivar de dicha exposición;

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



Gáfica 1



Gáfica 2

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

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

6.- Los patrones deberán llevar, conservar, mantener actualizado y exhibir a las autoridades correspondientes el registro de los niveles de ruido, con las horas y las fechas en que se practiquen los muestreos respectivos, a fin de adoptar las medidas de seguridad que sean necesarias para no rebasar los niveles máximos permisibles de ruido a que se refiere el presente Instructivo.

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

II. DEL RECONOCIMIENTO.

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

- a) Identificar las fuentes emisoras;**

- b) Delimitar las zonas donde exista el riesgo de exposición;**

- c) Conocer las características del ruido en cuanto a magnitud y componentes de frecuencia, así como los daños que pudieran ocasionar en la salud de los trabajadores;**

- d) Señalar con avisos de seguridad las zonas de exposición en las áreas de trabajo. Dichos avisos deberán ser colocados en lugares visibles y ajustarse, en general, a la Norma Oficial Mexicana correspondiente.**

III. DE LA EVALUACION.

9.- Para efectuar la evaluación el patrón deberá muestrear y cuantificar periódicamente los niveles de ruido.

IV.- DEL CONTROL.

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

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

- b) Modificar el procedimiento de trabajo;**

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

d) Disminuir su propagación mediante sistemas o dispositivos específicos;

e) Aislar la fuente emisora; y

f) Disminuir la reflexión del ruido en el local de trabajo, empleando técnicas y materiales que no produzcan nuevos riesgos a los trabajadores.

g) Dotar a los trabajadores de equipo de protección personal necesario que cumpla con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

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

11.-Los trabajadores tendrán la obligación de usar el equipo de protección personal auditivo que se les proporcione, cuando la exposición al riesgo lo requiera. La comisión mixta de seguridad e higiene correspondiente deberá supervisar el uso y el mantenimiento adecuados al equipo.

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

2.4 CONTROL DEL RUIDO.

Se ha discutido anteriormente qué es el sonido y cómo se comporta; puede analizarse ya lo más importante, que es cómo se controla. Básicamente el sonido puede ser controlado en tres formas:

1.- Reducción del sonido en la fuente que lo origina por medio de un cambio de diseño, una modificación en el equipo o evitando la vibración que vibración que produzca el ruido.

2.- Colocando una barrera en la fuente sonora para aislarla, o colocando una barrera en el oído que impida percibir, dichos sonidos

3.- Por la selección y aplicación apropiada de materiales absorbentes de sonido (materiales acústicos).

Los primeros dos métodos pueden considerarse propiamente dentro del campo de diseño arquitectónico, siendo el tercero el que de hecho interesa en su discusión para obtener condiciones acústicas correctas por medio de materiales

adecuados.

2.4.1. CARACTERISTICAS QUE DEBE REUNIR UN MATERIAL ABSORBENTE DE RUIDO.

Al pensar en la selección de un material que va a ser empleado como absorbente de sonido, deberán tomarse en cuenta las siguientes características:

1.- Capacidad de Absorción del material- A la fecha se tienen materiales cuya capacidad de absorción es tan alto como el 90%, con lo cual se logra reducir el área de las superficies tratadas.

2.- Propiedades inorgánicas del material- Este factor debe ser tomado en cuenta con el fin de evitar la creación de roedores, bacterias etc., que perjudica la vida del material.

3.- Las propiedades incombustibles del material- Las primas de seguros aplicables a los edificios se reducen considerablemente al contarse con plafones

o elementos de construcción de carácter incombustible.

4.- Las propiedades reflectivas de luz de material- Es un criterio general adoptado al usar material cuyo coeficiente de reflexión de luz no sea inferior al 60%.

5.- Apariencia- Deberá en todo caso procurarse una apariencia adecuada de un color agradable, fácil de combinar con distintos acabados.

6.- Eficiencia Térmica- En el caso de edificios donde se tengan instalaciones de aire acondicionado, la eficiencia térmica del material reviste una gran importancia, debido a los ahorros de gran magnitud que puede proporcionar el disminuirse considerablemente la inversión inicial de los equipos de refrigeración o calefacción, así como el costo de mantenimiento y operación.

7.- Rapidez de colocación- Debe procurarse que los materiales usados sean de rápida instalación para bajar costos.

8.- Conservación- Deberán considerarse las facilidades que el material

presenta para su limpieza.

9.- Costo- Deberá considerarse no sólo el precio inicial de producto, sino las ventajas que con él se obtienen a través de los ocho puntos mencionados anteriormente.

Un balance final de los nueve incisos, proporcionará una idea verídica respecto al verdadero costo de material.

2.5. PROPIEDADES Y APLICACIONES DE DIFERENTES MATERIALES PARA EL CONTROL DE RUIDO.

Existe una confusión entre los conceptos de aislamiento de sonido y absorción de sonido . En forma general , puede decirse que un material absorbente no es un material aislante y viceversa.

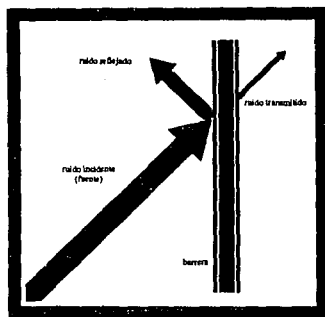
2.5.1 BARRERAS PARA EL RUIDO.

Uso: Bloquean la transmisión de ruido.

Propiedades físicas: Sin poros ni fibras, alta densidad.

Bloquean la transmisión del ruido, pero no absorben o disipan éste y generalmente lo reflejan más hacia su punto de origen, causado con esto un incremento en el nivel de ruido.

Materiales : Vinil, Metales, vidrio etc.



Barrera de ruido

2.5.2. ABOSBENTES DE RUIDO.

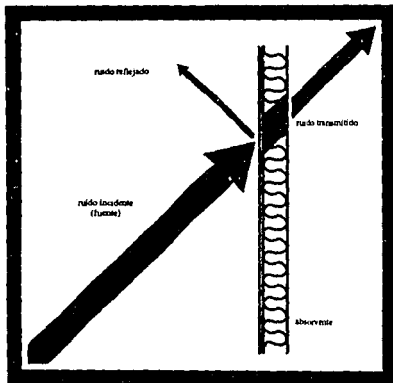
Uso: Reducen la reflexión de ruido y disipa energía de sonido.

Propiedades Físicas: Poros, fibra y baja densidad.

Los materiales absorbentes permiten que el ruido incidente sea transmitido pero disipa algo de energía durante su trayectoria.

Poco ruido es reflejado. Son más efectivas cuando se usan con una barrera (muros, techo, etc.,)

Materiales: Fibra de vidrio, lana mineral.



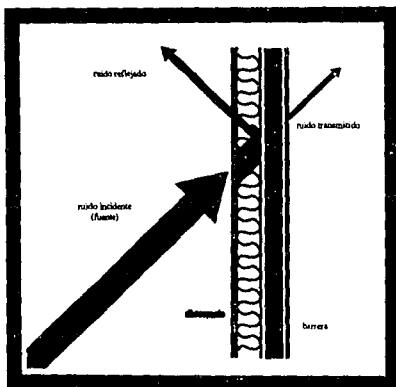
Absorción de ruido

2.5.3. MATERIALES COMPUESTOS.

Uso: Para bloquear la transmisión de ruido y reducir la reflexión desde la barrera, ideal para cerrados parciales donde el ruido tiene que ser parcialmente disipado.

Propiedades Físicas: Fibroso en un lado, denso en el otro.

Cuando se crea un material compuesto se deben de seleccionar materiales compatibles que trabajen bien a la misma frecuencia.



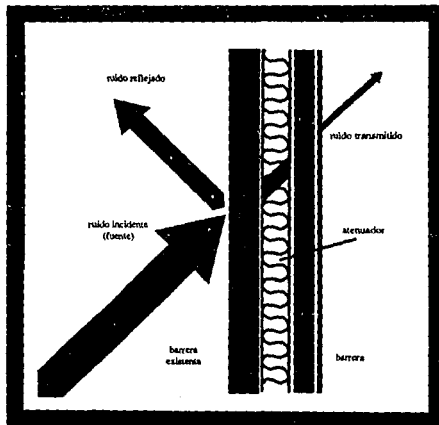
Materiales compuestos

2.5.4. BARRERAS ACOPLADAS

Uso. Para adicionar capacidad a las barreras absorbentes, especialmente en el caso de tubos, ductos, etc.,

Propiedades Físicas. Similar a los materiales compuestos.

El acoplamiento de barreras son más que la descripción de un material, un método.



Barreras acopladas

Para aclarar lo anterior, puede imaginarse un cuarto construido completamente de concreto, con muros paredes y techos de suficiente espesor, para obtener con ello un aislamiento total de sonido e impedir que ese salga o entre en el cuarto. El sonido generado dentro de esta habitación, se percibirá en ella a un alto nivel de intensidad, debido a que las superficies de concreto por su gran dureza, son altamente reflectivas, ayudando con esto a obtener tiempos de reverberación elevados.

Imagínese ahora un cuarto construido con un material absorbente como lo es la fibra de vidrio. Se observará que el sonido que se genera dentro del cuarto, se absorbería en un 85% por las superficies interiores de él, teniéndose dentro de la habitación un nivel de ruido sumamente bajo y un tiempo de reverberación mínimo.

Sin embargo, el sonido como energía que es, al llegar a una superficie, parte de su energía es reflejada, parte la absorbe la misma superficie y parte se transmite a través de esa superficie. En el caso de concreto, el fenómeno principal que se presenta es el de reflexión, ya que la absorción es insignificante, menor de 1%, y la transmisión es prácticamente nula. En el

caso de la fibra de vidrio, la absorción es casi de 85%, la reflexión prácticamente nula, y la transmisión por efecto de la naturaleza porosa de los materiales absorbentes, es también muy elevada, permitiendo que los ruidos originados dentro de una habitación construida a base de materiales absorbentes, puedan ser escuchados con toda claridad en el exterior de esa habitación, aún cuando dentro de ella las condiciones sean óptimas.

2.6. ANALISIS ACUSTICOS PARA REDUCCION DE RUIDO.

Al efectuar un análisis acústico, el paso inicial debe ser examinar el problema y determinar su tipo de magnitud, así como la forma de corregirlo. Podrán existir varios métodos para corregir un problema particular, sin embargo, no todos pueden ser prácticos desde el punto de vista de costo y aplicación.

Suponiendo, como interesa en este análisis, que exista un problema que pueda ser resuelto por el uso de materiales acústicos absorbentes de sonido, deberán observarse los siguientes pasos cuando se quiera determinar la reducción de ruido en decibelios, o dicho en otra forma de porcentaje de reducción de volumen

- 1.- Obténgase el volumen de la habitación en pies cúbicos
- 2.- Obténgase la absorción total dentro de la habitación incluyendo muebles y tapicería.
- 3.- Calcúlese con la fórmula de Sabin, el tiempo de reverberación dentro de la habitación sin tratamiento.

- 4.- **Seleccionese el tiempo de reverberación óptimo para el cuarto.**

- 5.- **Determnese el número de unidades que deben ser añadidas para proporcionar la reverberación elegida, cuando se encuentre presente la audiencia que se consideró más probable.**

- 6.- **Determnese el número de pies cuadrados de tratamiento acústico que darán el número de unidades extras de absorción ya determinadas.**

- 7.- **Se sumarán la absorción total original (A1) y la absorción proporcionada por los materiales acústicos (A2), obteniendo de este modo la cantidad total de absorción después del tratamiento.**

CAPITULO TRES

PARTE EXPERIMENTAL

3. PARTE EXPERIMENTAL

3.1. PLANTEAMIENTO

Para poder desarrollar la parte experimental de este trabajo se nos permitió tomar lecturas del ruido en el área de ensamble en una empresa de la industria metal mecánica dedicada a la fabricación de plastitapas (coronas).

Las dimensiones del área de ensamble son 13 x 15 x 3.5 (m) y se tienen instaladas en ella 5 líneas con 5 máquinas cada una y laboran en ella aproximadamente 30 personas durante 8 hrs 5 días de la semana.

Se monitoreó el ruido en el área tomando lecturas de acuerdo a la fig 3.1 con un sonómetro de precisión marca RADIO SHACK , modelo 33-2050 , ponderación A , respuesta eficaz SLOW y cuyas lecturas están registradas en la tabla No. 1.

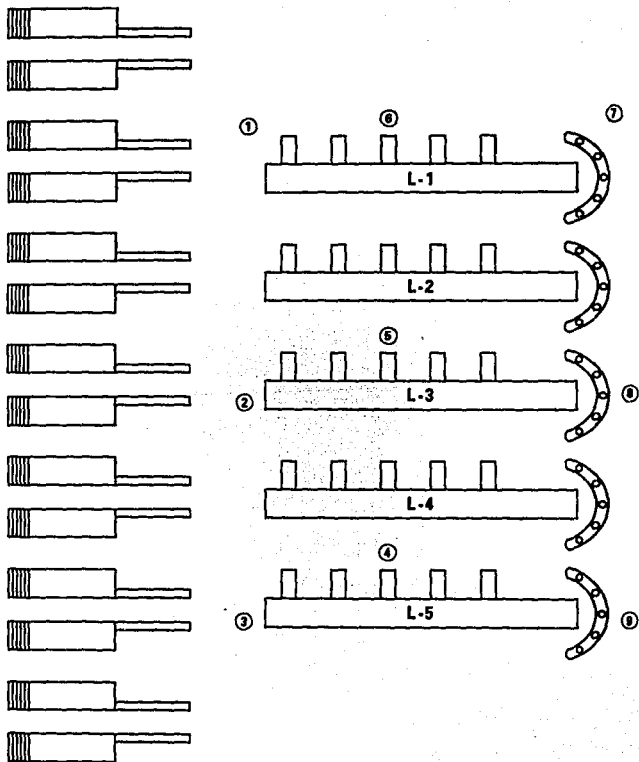


FIGURA 3.1

3.1.2. TABLA No. 1

| P U N T O | LECTURAS | | | | | | | | | | dB(a) |
|-----------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | 100 | 99 | 100 | 100 | 98 | 98 | 98 | 100 | 99 | 100 | 99.2 |
| 2 | 100 | 100 | 99 | 100 | 98 | 99 | 99 | 100 | 100 | 98 | 99.3 |
| 3 | 99 | 98 | 100 | 100 | 99 | 100 | 100 | 100 | 99 | 100 | 99.5 |
| 4 | 106 | 106 | 104 | 104 | 106 | 105 | 104 | 106 | 105 | 105 | 105.1 |
| 5 | 110 | 110 | 110 | 109 | 109 | 110 | 110 | 109 | 110 | 110 | 109.7 |
| 6 | 106 | 105 | 106 | 106 | 106 | 105 | 106 | 106 | 106 | 105 | 105.7 |
| 7 | 100 | 98 | 100 | 100 | 99 | 99 | 100 | 100 | 98 | 98 | 99.2 |
| 8 | 98 | 100 | 100 | 98 | 98 | 98 | 99 | 99 | 100 | 98 | 98.8 |
| 9 | 98 | 98 | 97 | 97 | 96 | 97 | 98 | 98 | 96 | 97 | 97.2 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 101.5 | |

3.2. PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCION

Con la ayuda de la compañía norteamericana **INDUSTRIAL NOISE CONTROL** y tomando en cuenta los conceptos mencionados en capítulos anteriores se eligió como primera solución para la reducción del ruido generado en el área que es de 101.5 dB(A) en promedio , el cerrado de ésta con un material denominado **PAN WALL** de 4 " de espesor , que tendrá la función de aislar y absorber el ruido generado.

Los datos encontrados son los descritos en la tabla No. 2

3.2.1. TABLA No. 2

| P U N T O S | LECTURAS | | | | | | | | | | dB(A) |
|----------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | 99 | 98 | 99 | 98 | 99 | 99 | 98 | 98 | 97 | 98 | 98.3 |
| 2 | 99 | 99 | 98 | 99 | 98 | 99 | 98 | 99 | 99 | 99 | 98.7 |
| 3 | 98 | 98 | 99 | 98 | 98 | 99 | 98 | 98 | 98 | 99 | 98.3 |
| 4 | 104 | 105 | 105 | 105 | 105 | 104 | 105 | 104 | 104 | 104 | 104.6 |
| 5 | 110 | 110 | 110 | 109 | 110 | 109 | 110 | 109 | 109 | 109 | 109.5 |
| 6 | 106 | 105 | 104 | 104 | 104 | 105 | 104 | 104 | 104 | 104 | 104.5 |
| 7 | 95 | 93 | 95 | 93 | 95 | 93 | 93 | 95 | 93 | 95 | 94.0 |
| 8 | 93 | 93 | 94 | 93 | 95 | 93 | 94 | 95 | 93 | 95 | 93.8 |
| 9 | 93 | 95 | 95 | 93 | 94 | 93 | 95 | 93 | 93 | 93 | 93.7 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | | 99.5 |

Como era de esperarse el ruido solo se aisló y fue absorbida una mínima parte, así es que se buscó un material que nos ayudará a absorber mayor cantidad de ruido , encontrando una segunda solución, la cual , consistió en instalar BAFLES del tipo 24-G INC en el techo del área encontrándose los resultados de tabla No.3.

3.2.2. TABLA No.3

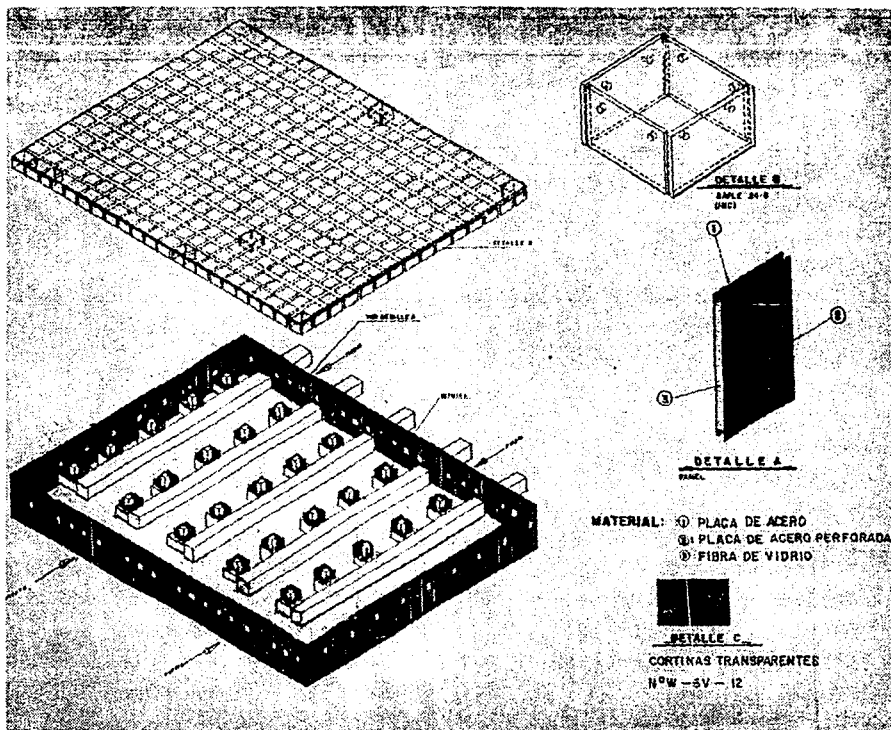
| P U N T O S | LECTURAS | | | | | | | | | | dB(A) |
|----------------------------|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| 1 | 95 | 95 | 94 | 93 | 93 | 94 | 95 | 95 | 93 | 94 | 94.1 |
| 2 | 95 | 96 | 95 | 94 | 95 | 95 | 95 | 96 | 94 | 95 | 95.0 |
| 3 | 95 | 94 | 95 | 93 | 95 | 93 | 94 | 94 | 93 | 93 | 93.9 |
| 4 | 101 | 100 | 102 | 100 | 100 | 101 | 100 | 100 | 100 | 101 | 100.5 |
| 5 | 105 | 106 | 105 | 103 | 103 | 105 | 105 | 105 | 103 | 104 | 104.4 |
| 6 | 103 | 100 | 103 | 102 | 101 | 103 | 103 | 102 | 101 | 101 | 101.9 |
| 7 | 93 | 94 | 93 | 94 | 93 | 94 | 94 | 93 | 93 | 94 | 93.5 |
| 8 | 94 | 95 | 93 | 94 | 92 | 93 | 94 | 93 | 92 | 93 | 93.3 |
| 9 | 92 | 93 | 94 | 93 | 92 | 92 | 92 | 94 | 93 | 94 | 92.9 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 96.7 | |

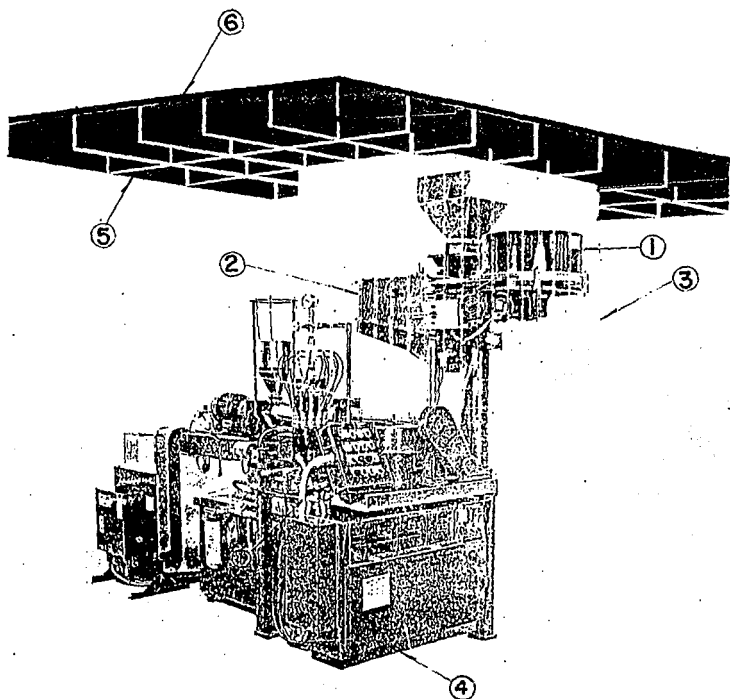
Debido a que aún no se había trabajado en la fuente emisora de ruido , se decidió instalar la tercera solución que consistió en aislar dicha fuente de ruido denominada acumulador de corona con unas cortinas transparentes tipo W-6V-12 INC.

La ilustración de la máquina con cortina y baffles se muestra en la fig. 3.2 y los resultados en la tabla No. 4.

3.2.3. TABLA No. 4

| P U N T O S | LECTURAS | | | | | | | | | | |
|----------------------------|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | dB(a) |
| 1 | 90 | 90 | 88 | 89 | 88 | 90 | 89 | 89 | 90 | 90 | 89.3 |
| 2 | 89 | 90 | 90 | 88 | 89 | 88 | 90 | 90 | 89 | 90 | 89.3 |
| 3 | 90 | 88 | 88 | 88 | 90 | 90 | 88 | 89 | 90 | 90 | 89.1 |
| 4 | 95 | 93 | 93 | 95 | 93 | 93 | 93 | 93 | 93 | 92 | 93.3 |
| 5 | 94 | 93 | 93 | 92 | 93 | 93 | 93 | 92 | 92 | 92 | 92.7 |
| 6 | 93 | 93 | 93 | 94 | 94 | 93 | 95 | 94 | 95 | 93 | 93.7 |
| 7 | 88 | 88 | 88 | 87 | 88 | 88 | 86 | 86 | 88 | 86 | 87.3 |
| 8 | 87 | 86 | 87 | 86 | 87 | 86 | 86 | 87 | 86 | 86 | 86.4 |
| 9 | 87 | 86 | 87 | 86 | 86 | 87 | 86 | 87 | 88 | 86 | 86.6 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | | 89.7 |





1-ALIMENTADOR DE CORONA
 2-ACUMULADOR DE CORONA
 3-CORTINAS TRANSPARENTES

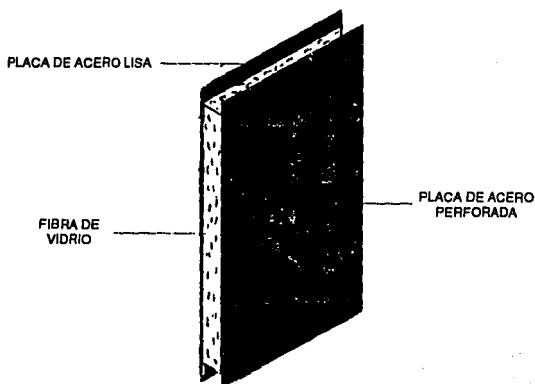
4 - MAQUINA ENSAMBLADORA
 5- BAFLE TIPO 24 G
 6- TAPANCO

FIG. 3.2

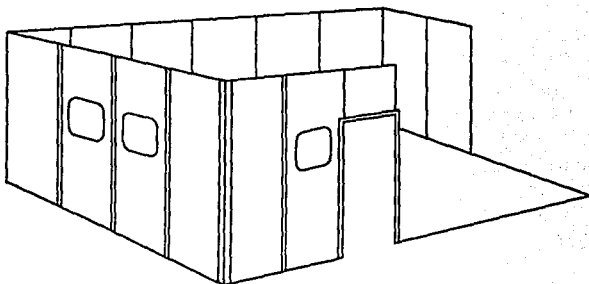
3.3 DESCRIPCION DE LOS MATERIALES

3.3.1. PAN WALL. El panel de color gris opaco es fabricado con una dimensión estándar de 36" de ancho x 138" de altura x 4" de espesor.

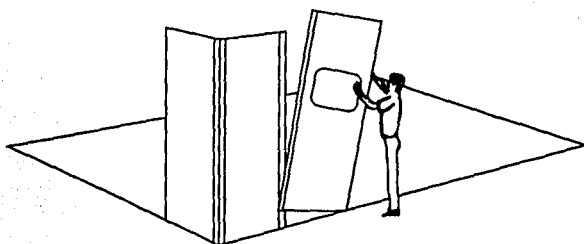
Está constituido por fibra de vidrio entre un par de placas de acero, una lisa y otra perforada, utilizándose esta última como el lado de absorción del ruido.



El montaje es muy sencillo a través de unos canales ensambladores , los cuales, nos permiten acoplar un panel con otro , permitiendo así un fácil desmontaje . A este panel se le pueden agregar accesorios y llegar a formar muros con ventana y puertas

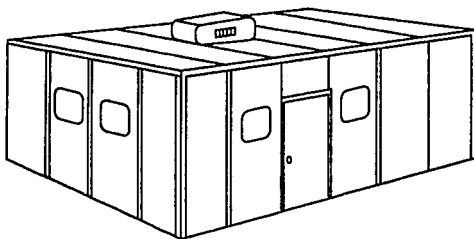


MONTAJE DE PANELES EN CAMPO

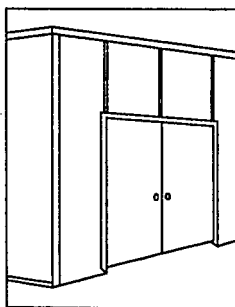


3.3.2. MUROS CON VENTANA

La forma de ensamble y material del que está constituido , es igual al panel sencillo con vidrio templado en cada una de sus caras , formando lo que se denomina doble ventana:



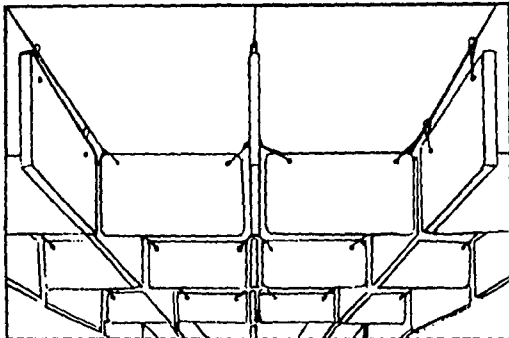
VENTANAS Y PUERTAS DOBLES



3.3.3. BAFLES

Está constituido principalmente de fibra de vidrio y recubierto con un plástico de P.V.C. para protegerlo del polvo , aceite y otros contaminantes ; tiene también , una muy alta capacidad de absorción de ruido.

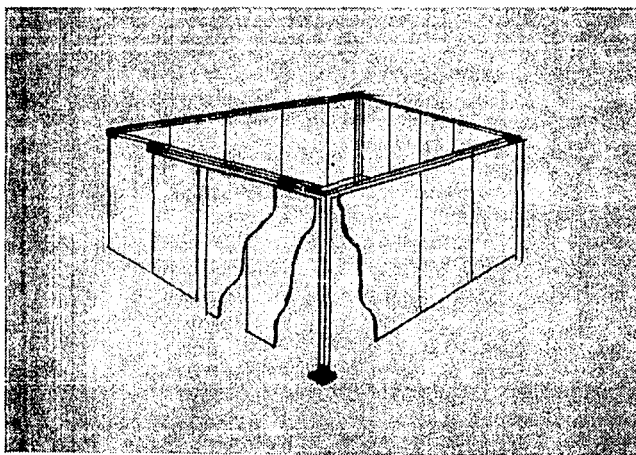
Sus dimensiones son estándar de 2' x 4' y 1.5'' de espesor y son muy fácil de instalar, a través de unos cables colocados en el techo del recinto.

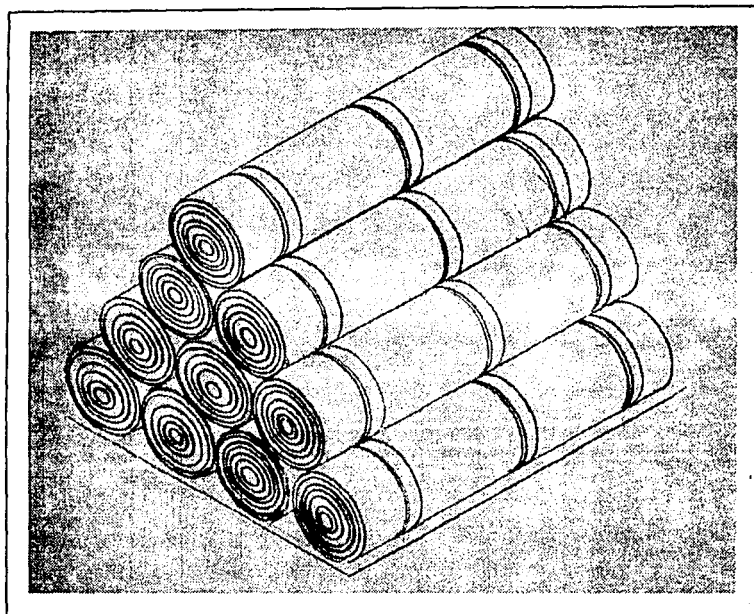


BAFLES 24-G INC

3.3.4. CORTINAS TRANSPARENTES

Un cerrado rígido reduce más eficientemente el ruido que un sistema de cortinas , pero no siempre son compatibles con los procesos de producción , Manto. y otros trabajos de rutina . El control de ruido con cortinas puede ser una solución para estos casos.





El material del que están construídas estas cortinas es un vinil transparente con una gran flexibilidad . Es recibido en rollos de 30.5 cm de ancho y un espesor de 0.110''.

Puede ser colgado del techo a través de unos canales y con unas carretillas lograr su desplazamiento .

CAPITULO CUATRO

ANALISIS DE RESULTADOS

4. ANALISIS DE RESULTADOS

Podemos observar de la tabla No. 1 que las lecturas más altas son de hasta 110 dB (A) y fueron localizadas en el acumulador de corona (punto no. 5) de la fig 3.1 con un promedio de 101.5 dB(A) en toda el área.

Se observa en la tabla No. 2 cuando es cerrada el área con los paneles donde hay mayor reducción de ruido es en los puntos 7, 8 y 9 de 98 a 93 dB(a) en promedio, lograndose además, separar los ruidos de troqueles y ensamble.

En la tabla No. 3, se observa reducción de ruido en los puntos 1, 2 y 3 de 98 a 94 dB(a) en promedio, debido a la adición de los baffes en el techo del área y también existe otra reducción de ruido en los puntos 4, 5 y 6 de 106 a 102 dB(A).

De la tabla No. 4 se observa una disminución de ruido muy notable en los puntos 4, 5 y 6 de 102 a 93 dB (A) en promedio, así como también, en el resto del área esto se debe al aislamiento de la fuente emisora con las cortinas transparentes.

CAPITULO CINCO

CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

Del análisis de resultados y los materiales utilizados para el desarrollo de este trabajo , podemos concluir :

- 1.- Que el uso de materiales como la fibra de vidrio permiten por su estructura una absorción de ruido , sin embargo , no puede considerarse como satisfactoria.**
- 2.- Al combinar los baffles con paneles se obtuvo una disminución mayor de ruido , básicamente por los principios de absorción y aislamiento.**
- 3.- Con la última combinación de baffles , paneles y cortinas transparentes, nos permitió reducir el fenómeno de ruido a las condiciones mínimas de 89.7 dB(a) en promedio (90 dB(a) Max.), por los principios antes mencionados.**

4.- Es importante mencionar que se incrementó la eficiencia en los operarios, así como también , se redujo el ausentismo y la rotación ; pero el mayor beneficio lo tienen todas las personas que laboran fuera de las áreas productivas.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- **"Guía de saneamiento básico del Seguro Social"**
Autor. Barrera C.
Editorial. Instituto Mexicano del Seguro Social.
Primera edición Mex, 1987

- 2.- **"Quiet Times" Vol 1, Issue 12**
Autor. Industrial Noise Control
Editorial Industrial Noise Control
U.S.A. 1989

- 3.- **"Products & Systems For Workplace Noise Control"**
Autor. Industrial Noise Control
Editorial Industrial Noise Control
U.S.A. Fifth Edition

- 4.- **"Modular Acustical Panel System Planing Guide"**
Autor. Industrial Noise Control
Editorial Industrial Noise Control
U.S.A. Bulletin # 465

5.- "Noise Control Reference Handbook"

Autor. Hirschorn M

Editorial Industrial Noise Control

U.S.A.

6.- "Acustical Designing in Architecture"

Autor. Vern O, Knudsen & Cril M. Harris

**Editorial American Institute of Physics for the Acoustical Society of
America**

U.S.A.

7.- "Manual de entrenamiento"

Autor. Vitrofibras S.A. de C.V.

Editorial. Vitrofibras S.A. de C.V.

Mex. D.F.

8.- "Fundamentals of acoustics"

Autor. Kinsler Lawrence, Frey Austin

Editorial. Jhon Wiley & Sons

9.- "Acoustics"

Autor.Beranek Leo L.

Editorial.Mc Graw-Hill

10.- "Noise and vibration control"

Autor.Beranek Leo L.

Editorial.Mc Graw-Hill

11.- "Hanbook of noise control"

Autor.Harris Cyril M.

Editorial.Mc Graw-Hill