

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA
GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA**

**EVALUACION Y CONTROL DE LOS NIVELES DE RUIDO EN LAS AREAS
DE TRABAJO DE COMPRESORAS, MINAS, SECCIONES DE FUNDICION
Y REFINERIAS; EN LA EMPRESA MINERA DEL CENTRO DEL PERU.
CENTROMIN - PERU**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
INGENIERO DE MINAS**

ANIBAL ANGEL VILLARAN MADRID

PROMOCION 1963

LUIS BRICEÑO ARATA

1974

EN MEMORIA A MI MADRE

INDICE DE MATERIAS

AGRADECIMIENTO

PROLOGO

CAPITULO I

FISICA DEL SONIDO	página Nº	8
Acústica Básica	"	8
Frecuencia	"	8
Amplitud	"	10
Intensidad Acústica	"	11
Ruido	"	11
 AUDICION		
El Decibelio	"	12
Presión de Sonido	"	13
Fisiología del Oído	"	14
Volumen Sonoro	"	17
Nivel Acústico	"	18
 <u>CAPITULO II</u>		
EFECTOS DEL RUIDO EN EL HOMBRE	"	20

EVALUACION DEL RIESGO	Página Nº	21
Medición del Ruido	"	21
Sonometro	"	22
Analizador de Banda de Una Octava	"	25
Modo de Operar	"	26
Usos del Sistema A, B, C.	"	28
El Efecto de Reflexión	"	29
El Efecto de los Ruidos Adicionales	"	30
Características Direccionales	"	31
<u>CAPITULO III</u>		
CONTROL DEL RUIDO	"	34
Aislamiento del Trabajador	"	34
Aislamiento de Máquinas	"	35
Control del Ruido por Absorción	"	36
Sustitución de Máquinas	"	36
Protección Personal contra el Ruido	"	37
Reducción del Tiempo de Exposición	"	42

CAPITULO IV

**ESTUDIO Y EVALUACION DE RUIDOS EN MINA Y
PLANTAS DE FUNDICION Y REFINERIAS DE**

CENTROMIN-PERU

Página No 43

Prueba de Máquinas Perforadoras con y sin Silenciador, llevada a cabo en la División Morococha	"	43
Estudio y Recomendaciones de Control de Ruidos en la planta de Tostado de Zinc	"	52
Segunda Evaluación del Ruido en la Planta de Tostado de Zinc	"	58
Evaluación del Nivel del Ruido en la Planta de Aglomeración	"	61
Informe de Evaluación Rutinaria de Ruido en la Mina. En este caso de la División Cobriza	"	67

CAPITULO V

AUDIOMETRIA

" 70

CONCLUSIONES GENERALES

Página Nº 71

ANEXOS

Sección Aparte.

&

AGRADECIMIENTO

AL INGENIERO

Jorge Black Flores

Director del Departamento de Seguridad y

Ventilación

A LOS DOCTORES

Federico Má Aspíllaga

César Mayor Bravo

Médicos del Servicio de Medicina Ocupacional

Mi más sincero reconocimiento por las facilidades

y el aliento recibido al efectuar este trabajo

EL AUTOR

PROLOGO

Existe un fundamento físico en la producción y transmisión de un sonido a través de un medio, como es sabido, las ondas sonoras se propagan por compresiones y rarefacciones en el aire (gas) las cuales son captadas y seleccionadas por el cerebro a través del oído, que reacciona ante estos impulsos de acuerdo a principios fisiológicos y/o psicológicos.

El oído es un instrumento increíblemente sensible. El podría reaccionar con el murmullo del viento sobre las hojas en el silencio de una noche serena y también reaccionará con el ruido intenso de una máquina perforadora, dos sonidos completamente diferentes, con una intensidad que fluctúa de 1 a 10,000'000,000 de veces uno de otro.

Si el oído quisiera compararse a una balanza, esta tendría que ser capaz de pesar cuerpos de 1 gramo a más de 10,000 toneladas. Como se puede imaginar, este instrumento está dentro de los límites hipotéticos.

Per lo expuesto, el oído puede malograrse si no es debidamente protegido y se ve obligado a soportar ruidos violentos que no son atenuados con protectores adecuados, por descuido del propio trabajador o de sus empleadores.

La pérdida de la audición es un mal que existe desde tiempos remotos. Hasta el reciente perfeccionamiento del audiómetro no había medios para medir el grado de sordera con bastante exactitud. Ahora pueden medirse fácilmente las pérdidas parciales auditivas empleando instrumentos que se ofrecen en el mercado.

Desde hace más de un siglo se sabe que los trabajadores de ocupaciones que producen mucho ruido llegan a sufrir una pérdida mayor de la audición, pero no había una legislación ni instrumentos capaces de limitar las fronteras peligrosas del ruido, ni la pérdida de la audición. En el Perú, Los Reglamentos del Código de Minería promulgado el 12 de mayo de 1950 no contempla en ninguno de sus capítulos, legislación alguna sobre el ruido; el Reglamento de

Seguridad Industrial promulgado el 22 de mayo de 1964 en el capítulo II, sección tercera, Artículos: 1283 y 1284 contempla medidas muy someras sobre protección al oído; pero el Reglamento de Bienestar y Seguridad promulgado el 16 de agosto de 1973, contempla en su sección décima segunda en los artículos 289 y 290, las medidas preventivas a tomarse para evitar, en lo posible, esta enfermedad.

Centromin - Perú, en su convenio colectivo de trabajo para obreros, contempla en el capítulo 4.10 como enfermedad ocupacional la sordera, previo examen médico de despistaje. Ver Anexo 2.

Con el fin de prevenir la pérdida de la audición como consecuencia de una enfermedad ocupacional causada por el ruido, en todo centro de trabajo se debe llevar a cabo un programa de Higiene Industrial tendiente a reducir a límites permisibles los ruidos para que estos no entrañen mayor peligro al trabajador. Este programa debe ser dirigido y tendiente a la disminución del ruido en el área de trabajo y a

la protección auditiva personal.

En el presente trabajo primero expongo los principios de la física del sonido, luego hago un debate sobre la medida y análisis del ruido por medio de instrumentos, después presento un estudio del control de estos ruidos mediante silenciadores diseñados y probados por el Departamento de Seguridad de la Empresa, a continuación presento varios resultados positivos obtenidos en los trabajadores de acuerdo a los exámenes practicados por el Servicio de Medicina Ocupacional.

Bajo este capítulo en dos anexos.

El Autor

CAPITULO I

FISICA DEL SONIDO

ACUSTICA BASICA

Cuando vibra una fuente acústica, hace que las moléculas del aire circundante oscilen y produzcan cambios o variaciones de la posición de dichas moléculas que luego origina cambios extremadamente pequeños en la presión atmosférica. Cesando estas oscilaciones o vibraciones chocan contra el sistema de audición produciéndose la sensación auditiva. Luego, como se comprenderá, el sonido está constituido por ondas de presión.

Los sonidos de cualquier clase que sean pueden persistirse con agrado en un momento y repudiarse en otro.

FRECUENCIA

Una de las características de un sonido de tono puro es su frecuencia.

La presión acústica varía siempre a compas con las

vibraciones de la fuente acústica. Trazando las vibraciones de la presión en un gráfico, resulta una línea ondulada con crestas y valles, que muestra lo aumentado o disminuido por la presión. El número de tales crestas o ciclos emitidos por la fuente sonora durante un segundo, se llama "Frecuencia de Sonido". La unidad con que se mide esta frecuencia es el Hertzio (Hz), que es equivalente a un ciclo por segundo.

Todo lo que se mueve produce ondas sonoras. El sonido se propaga a 1,200 kilómetros por hora, o sea 340 metros por segundo. Sin embargo, hay fuentes acústicas que se mueven con tanta rapidez o lentitud que el oído humano no reacciona a las ondas que emiten.

Una persona joven con buen oído puede percibir normalmente sonidos de todas las frecuencias desde 20 Hz (nota más baja de un órgano), hasta 20,000 Hz (salto de un saltamontes). Sin embargo los chillidos ultrasónicos que emite un murciélago quedan fuera de esta gama audible, y lo mismo les ocurre a las ondas de frecuencia muy bajas que

no podemos oír y solo sentimos vibraciones. (figura 1, Anexo I).

Frecuencia y tono están íntimamente relacionados, siendo tono la medida subjetiva de frecuencia. Un tono bajo o nota baja tiene frecuencia baja; un tono alto tiene alta frecuencia.

AMPLITUD

La segunda característica de un tono puro es su amplitud.

Si queremos describir una onda sonora determinada, no basta con indicar su frecuencia, por que la frecuencia nos dice solamente cuantas oscilaciones de presión genera en el aire la fuente acústica en cada segundo, pero no da ninguna información sobre la altura de las crestas de las ondas, corrientemente llamada amplitud.

Entonces amplitud es la fuerza de las variaciones de presión en el medio y está relacionada con el ruido o

intensidad de sonido.

Las ondas de presión acústica representan unos cambios más pequeños en la presión del aire que se mide en milésimas de milibar, también llamados microbares (μ bar).

Otra unidad de presión empleada en acústica es el Newton por metro cuadrado (N/m^2), que es equivalente a 10 μ bars.

(figura 2, Anexo I)

INTENSIDAD ACUSTICA

La energía de las ondas sonoras por unidad de tiempo y por unidad de superficie se llama intensidad acústica, y se expresa frecuentemente en vatios por metro cuadrado (W/m^2). La intensidad acústica es proporcional al cuadrado de la presión acústica. (figura 3, Anexo I)

RUIDO

Técnicamente es cualquier sonido indeseable. Es una forma de vibración que puede conducirse a travez de só-

lidos, líquidos o gases.

AUDICION

EL DECIBELIO

El oído es un órgano que responde a presiones sonoras de 0.0002 a 2,000 dinas por centímetro cuadrado. Para evitar el trabajo con cantidades muy grandes al evaluar la intensidad del sonido, se usa una escala logarítmica con el decibelio como unidad de medida. En esta escala, el cero es el umbral de la facultad auditiva y 120 es el umbral del dolor. (figura 4, Anexo I)

Se interpreta la escala logarítmica como el incremento en el estímulo (δE) necesario para producir un perceptible incremento en la sensación (δS) siendo, el resultado, proporcional al estímulo total E.

o sea: $\frac{\delta E}{\delta S} \sim E$

o : $S = c (\log E)$

Y como puede reaccionar con un amplio rango de

presiones, los instrumentos acústicos para medir las variaciones de presión son calibrados usualmente de dB (decibelios). Un decibel es una medida relativa de fuerza y en la práctica para poder trabajar con números enteros, es costumbre multiplicar el valor en belios por diez, y expresar el nivel del sonido en decibelios (dB).

$$dB = 10 \log \frac{P}{P_0}$$

Donde P_0 es el nivel de referencia y P es la fuerza real medida. Sin embargo la fuerza transmitida por una onda de sonido es proporcional al cuadrado de las variaciones de presión, así tenemos:

$$dB = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2}$$

o sea:

$$dB = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

Donde P_0 es la presión de referencia y P es la amplitud de las variaciones de presión.

PRESION DE SONIDO

Cuando la presión es medida en dB ó 0.00002 N/m^2 con igual peso dado para todas las frecuencias.

En conclusión la escala logarítmica significa que el rango de audición humana se mide en una escala de 0 a 120 dB en lugar de 0.0002 a 20 N/m^2 (cuadro I, Anexo I)

FISIOLOGIA DEL OIDO

Los movimientos de las ondas en el aire producen vibraciones simpáticas en el pabellón de la oreja. Estas vibraciones son transmitidas por los huesecillos en el oído medio a la cámara llena de líquido del oído medio. En el proceso, las vibraciones inducidas por el pabellón de la oreja, grandes pero relativamente débiles, son convertidas por los tres huesecillos en vibraciones mecánicas mucho más reducidas, pero más fuertes; y finalmente, en vibraciones de endolinfa, más fuertes todavía. Las ondas suscitadas en la endolinfa, impresionan las células auditivas sensoriales del caracol quienes a su vez transmiten las vibraciones

al cerebro.

Dado que el riesgo principal para el oído en la industria es el desgaste del sistema nervioso del oído medio, inducido por el ruido, analizaré detenidamente esta parte del sentido del oído.

La Parte del oído que interesa es el caracol que simplemente es un tubo en forma de serpentín.

Dentro del susodicho tubo hay tres conductos llenos de líquido. En el conducto central, las fibras nerviosas del nervio auditivo terminan en células ciliadas cuyos extremos tienen fibras diminutas que penetran en el líquido coclear. Hay unas veinte mil células ciliadas en hileras cuádruples a lo largo del caracol. En los extremos de cada célula hay unos veinte elementos celulares sensitivos. Estas cuatrocientas mil fibrillas sensitivas y las células donde se apoyan son elementos indispensables en la percepción de los sonidos.

Estos cilios delicados, accionados por las ondas sonoras del líquido como resultado del movimiento del es-

tribo, estimulan las fibras del nervio auditivo produciendo el fenómeno de la audición.

El líquido del oído interno puede ser accionado por vibraciones transmitidas por los huesos del cráneo, mastoides para ser más exacto. Pero solamente los sonidos de alta intensidad pueden transmitirse de esta manera. (figura 5, Anexo I)

No se conoce exactamente como este aparato sensorial auditivo hace diferenciaciones de calidad, tono, volumen, etc., y todavía no existe un criterio unánime que explique la forma en que las fibras sensoriales distinguen el tono. Las fibrillas sensoriales en la base del caracol aparentemente reaccionan a los sonidos de tonalidad más alta de hasta 20,000 ciclos por segundo; y las que están en la punta o extremo angosto de la espiral, a los más bajos de hasta unos 20 ciclos por segundo. Es decir, que existe un punto a lo largo de las hileras de células ciliadas donde la sensibilidad a una tonalidad dada será máxima y solamente las fibrillas nerviosas en esa porción resultarán afec-

tadas por el tono puro de esa graduación. (figura 6, Anexo I)

VOLUMEN SONORO

Girando el control de volumen de un radio receptor, se percibe con claridad que el sonido aumenta de volumen; pero, ¿en que punto es la presión acústica el doble que al momento de aumentar el volumen?. Parece que este aumento de volumen es muy difícil de decidir; a pesar de ello se han realizado experimentos encaminados a llegar a una medición subjetiva de nuestra percepción de diferentes niveles de presión acústica.

A los trabajadores con los que se ha experimentado se les ha pedido que digan cuando creen que un sonido dado tiene doble volumen que otro, los resultados se compararon con lecturas de los niveles de sonidos en los instrumentos. Las contestaciones presentan considerables variaciones, a pesar de lo cual se pudo llegar a unos términos medios de bastante confianza. A la medición psicológica de la amplitud del sonido obtenida en esta forma se le llama volumen

sonoro y se mide en SONOS.

Una equivalencia de 10 dB en la presión acústica se percibe, más o menos, con una duplicación del volumen sonoro.

NIVEL ACUSTICO

Aunque dos sonidos de distintas frecuencias tengan el mismo nivel acústico el oído no percibe en ellos el mismo volumen sonoro.

Se ha pedido a sujetos experimentales que escuchen tonos puros de distintas frecuencias, variando los niveles acústicos hasta que ellos juzgaran que los tonos tenían igual volumen sonoro. Como tono de referencia se empleó una frecuencia de 1000 Hz.

A todos los tonos percibidos por el oído como de igual volumen sonoro que un tono de 1000 Hz a, por ejemplo 50 dB, se les ha asignado un nivel de volumen sonoro de 50 FONOS.

La escala FON se ha derivado como una medida del nivel del ruido.

Equivalencias.

1 sono = 40 fonos

2 sonos = 50 fonos

3 sonos = 60 fonos

(figura 7, Anexo I)

En la figura 7 se puede ver que el nivel del ruido de un sonido, medido en FONOS, es igual al nivel de presión de sonido de un tono puro a 1000 Hz, el cual tiene la misma ruidosidad aparente como el sonido en referencia. También debe notarse que las líneas de constante FON se hacen más rectas a medida que se incrementa el nivel del ruido.

A un nivel de 120 Fones, el oído humano es aproximadamente igual sensitivo a todas las frecuencias en el rango audible, mientras que a 0 Fones la variación en nivel de presión de sonido es grande.

CAPITULO II

EFFECTOS DEL RUIDO EN EL HOMBRE

Los efectos del ruido en el hombre llega a tal punto de ser hasta imprevisibles en ciertos casos. Pueden clasificarse en:

- 1 EFECTOS PSICOLOGICOS. El ruido puede sorprender, molestar e interrumpir la concentración, el descanso y el sueño. Puede mantener irritados y/o enojados sin motivo aparente a los trabajadores.
- 2 EFECTOS FISIOLOGICOS. Induce a pérdidas de las facultades auditivas, dolor auricular, náuseas, reducción del control muscular, disminución de la potencia sexual, alopecia, etc.
- 3 Como dentro del área de trabajo ruidoso hay interferencia en las comunicaciones orales, sufrirá un deterioro el rendimiento y la seguridad del trabajador.

EVALUACION DEL RIESGO

Para hacer estas determinaciones se necesita dos tipos de equipos de observación.

- 1 Medidores del nivel del ruido y analizadores del ruido, para identificar la exposición.
- 2 Instrumentos audiométricos para hacer pruebas antes de la exposición y periódicamente durante la misma para evaluar su efecto y los resultados de las medidas de protección en los trabajadores.

MEDICION DEL RUIDO

Existe un amplio surtido de equipos de medición del ruido, incluyendo mediciones para estudios de sonidos, sonómetros, analizadores de ruidos de bandas de una octava, analizadores de banda estrecha, registradores gráficos de nivel y grabadores, medidores del impacto del nivel sonoro y equipos para calibrar estos instrumentos.

Para la mayoría de los problemas del ruido que se encaran en el área de trabajo, el medidor del nivel sonoro y el analizador de ruidos de bandas de octava proveen amplia información.

Al medir los niveles de ruido, se tiene en cuenta esta falta de uniformidad de la sensibilidad, razón por lo que la mayoría de los medidores del nivel acústico tienen incorporados filtros de frecuencias bajas, con lo cual se obtienen valores del nivel del ruido que son realistas desde el punto de vista fisiológico.

Hay distintos tipos de filtros de frecuencia, pero el más empleado es el llamado filtro "A", que es de uso standard. Las lecturas obtenidas con tales aditamentos se expresan en dB(A). Donde la letra entre paréntesis indica el filtro utilizado. (figura 8, Anexo I)

SONOMETROS

Es el instrumento básico para medir ruidos. Com-

prende un micrófono y un circuito eléctrico incluyendo una atenuadora, un amplificador, tres redes eléctricas de respuesta de frecuencia, red de atenuación predeterminada y un medidor indicador. El atenuador en el circuito controla la corriente dentro de los límites de capacidad del medidor indicando que está calibrado en decibelios. El valor obtenido es el nivel de presión sónica efectivo expresado en decibelios.

En el sonómetro standard se han incorporado tres redes de atenuación pre-determinada: A, B, C.

Su objeto es dar una cifra que es una evaluación aproximada del nivel sonoro total. La respuesta humana al ruido varía con su frecuencia e intensidad.

El oído es menos sensible a las frecuencias altas y bajas a intensidades sonoras más bajas. A niveles sonoros más altos hay muy poca diferencia en la respuesta a las distintas frecuencias.

Las tres redes de atenuación pre-determinada pro-

veen un medio para compensar por estas variaciones en respuesta. La red A es menos sensible a las frecuencias bajas y se usa para los niveles de presiones acústicas de menos de 55 dB. La red B es un paso intermedio para la gama de 55 a 85 dB. La red C tiene una respuesta plana y se usa para las que sean de más de 85 dB.

Los valores obtenidos por el uso de las tres redes de atenuación pre-determinada darán una medición de la intensidad del ruido. (figura 9, Anexo I)

Como para muchos problemas se necesita información adicional, el sonómetro se usará con un analizador de frecuencia.

LA COMISION ELECTRONICA INTERNACIONAL (C.E.I.) decidió que la solución más práctica es simplemente uniformizar las características de un aparato, para los cuales la presión del sonido puede ser medido bajo condiciones completamente definidas, de tal manera que los resultados obtenidos por diferentes usuarios pueden ser comparados.

ANALIZADOR DE BANDA DE UNA OCTAVA.

Cuando el sonido que va a medirse es complejo, consistente en un número de tonos que se extienden por muchas octavas, el valor único obtenido en una lectura del sonómetro, a menudo no basta para el fin que se persigue. Puede necesitarse determinar la distribución de la presión sonora de acuerdo con la frecuencia, en este caso, el analizador más práctico y que se emplea más corrientemente es el analizador de banda de una octava. Según indica su nombre la frecuencia crítica superior para cada banda es el doble que la inferior.

Pueden hacerse mediciones en una octava o multiples de octavas hasta abarcar todo el espectro con el segundo tipo de analizador. Las octavas standard son: 37.5 a 75; 75 a 150; 150 a 300; 300 a 600; 600 a 1,200; 1,200 a 2,400; 2,400 a 4,800; 4,800 a 9,600; ciclos por segundo.

Con el Sonómetro, lo mismo que con el Analizador de banda de una octava, es necesario usar equipos de calibra-

ción. Estos aparatos calibradores generalmente consisten en un generador de señales de cierto tipo con un pequeño altoparlante que se coloca sobre el micrófono. Estos calibradores tienen un medio de calibración que sirve tanto en el laboratorio como en el lugar del trabajo.

MODO DE OPERAR

- 1 Calibrar el instrumento.
- 2 Seleccionar el sistema a usarse.
- 3 Apuntar el sonómetro hacia la fuente de sonido procurando mantenerse alejado lo más posible del sonómetro y a unos 7 metros de la fuente acústica.

Graduar los atenuadores hasta obtener una deflexión en la escala que está comprendida entre 0 y 10 dB.
- 5 Leer el valor encontrado.

Usualmente el ruido es medido al punto donde el

oyente está estacionado, pero ciertos códigos de pruebas de ruido para máquinas o vehículos pueden estipular que las mediciones sean hechas a una distancia particular de la fuente del ruido. Por consiguiente el reporte se hará con referencia a estas especificaciones particulares, incluyéndose también la información general sobre las condiciones ambientales que podrían afectar las mediciones.

Esta información adicional puede abarcar:

- 1 Descripción general de la máquina bajo prueba.
Dimensiones, tipo, número, velocidad de operación (RPM), potencia de trabajo, condiciones de la instalación y operaciones.
Descripción con un croquis del cuarto o espacio donde está situada la fuente de ruido.
- 3 Naturaleza y dimensiones de las paredes, pisos, cielo rasos, objetos o máquinas situadas proximas a la fuente de ruido.
- 4 Posición de los puntos de medición en el cro-

quis

Condiciones metereológicas (especialmente si las mediciones se efectúan a cielo abierto), temperatura ambiente, humedad relativa, presión barométrica, velocidad del viento.

- 6 Descripción y número de serie del sonómetro y accesorios empleados.**
- 7 Resultados de la medición de nivel de sonidos incluyendo las escalas usadas (A,B,C,) y los amortiguadores de ondas "Rápido" o "Espacio".**
- 8 Niveles de ruido adicionales.**
- 9 Niveles de ruido corregidos, cuando se presentan niveles de ruido adicionales.**

USOS DE LOS SISTEMAS A,B,C

Siempre es una buena práctica medir y grabar el nivel del sonido con los tres sistemas. Muy bajas frecuencias son atenuadas severamente por el sistema "C". Así, si

la medida del nivel de sonido de un ruido es considerablemente más alto con el sistema "C" que con el sistema "A", se puede asumir que el mayor ruido es de baja frecuencia.

EL EFECTO DE REFLEXION

Es uno de los factores principales que afectan las mediciones de ruidos. Cualquier objeto (operador o instrumentos), dimensiones físicas, harán que reflejen las ondas de sonido que luego ocasionarán interferencias en el campo acústico.

Cuando el campo acústico es difuso y/o consiste de muchas frecuencias no se presenta mayor problema y los resultados obtenidos dependerán principalmente de la exactitud del instrumento. Sin embargo, si las ondas sonoras son libres, planas o esféricas con una o dos frecuencias predominantes, existe una considerable posibilidad de reflexión que causará errores en las mediciones. Ha quedado demostrado que las anomalías debido a tales reflexiones

son usualmente más marcadas en el rango de frecuencia de 200 a 4,000 Hz. Se pueden detectar errores de, 2 a 3 dB en el rango de 400 Hz (cuando ocurre la máxima reflexión proveniente del cuerpo humano), hasta 6 dB.

Este error puede determinarse cambiando la posición relativa del operador y del instrumento.

EL EFECTO DE LOS RUIDOS ADICIONALES

Este es otro de los factores ambientales que afectan la medición de ruidos. Si se requiere medir el ruido producido por una pieza particular, se podrán obtener los mejores resultados si se le mediría en un lugar silencioso. Como lo expuesto no siempre es posible las mediciones tienen que ser hechas con ruido adicional presente.

Si el nivel de ruido, cuando la máquina bajo prueba se para, está entre los 10 dB. No es necesario hacer corrección alguna por ruido adicional. Pero cuando la diferencia entre el nivel de sonido total y el nivel de sonido

adicional está entre 10 y 3 dB se debe hacer una corrección aproximada utilizando el ábaco de la figura 10, Anexo I.

CARACTERISTICAS DIRECCIONALES

Otro factor por considerarse al hacer las mediciones es la característica direccional del micrófono. Idealmente un sonómetro debería tener la misma sensibilidad para las ondas sonoras que vienen de todas las direcciones. En la práctica esto no se puede conseguir, con excepción de los casos de baja frecuencia debido al tamaño del instrumento en el cual el micrófono está montado o al tamaño y forma del micrófono mismo.

Para altas frecuencias, cuando las dimensiones del sonómetro son comparables a la longitud de onda del sonido, el campo de sonido alrededor del instrumento será distorsionado y la presión sobre el diafragma del micrófono dependerá de la dirección de donde proviene el sonido.

La variación de la frecuencia variando el ángulo

de incidencia es insignificante para frecuencias aproximadamente debajo de 2 KHz, mientras que a altas frecuencias el cambio en la respuesta es considerable. Para evitar esta anomalía puede ser necesario poner especial atención a estas directivas:

- a Ruido, aun de una fuente acústica, medido en un cuarto con bordes rugosos trae como consecuencia muchas reflexiones de tal manera que el campo de sonido es más o menos difuso.
- b El sonido originado por muchas fuentes simultáneamente.
- c El ángulo de incidencia puede variar durante las mediciones, como consecuencia de un carro, avión, montacargas, etc., que puede pasar cerca del área que se está midiendo.

En estos casos puede ser necesario mejorar las características direccionales del sonómetro, tomando las siguientes precauciones.

- 1 Usar un cable de extensión el el micrófono.
- 2 La sensibilidad en todas las direcciones de un pequeño micrófono se extiende a altas frecuencias mejor que uno grande, y por lo tanto obtendremos mejor característica de la alta frecuencia acoplando un condensador de micrófono.

CAPITULO III

CONTROL DE RUIDO

La reducción del ruido en la trayectoria puede lograrse de muchas maneras.

- A Cubriendo la fuente sonora.
- B Aumentando la distancia entre la fuente y el receptor.
- C Colocando una coraza o biombo entre la fuente y el receptor.
- D Evaluando el ruido y tomando medidas preventivas.

El enfoque sistemático del análisis y control del programa del ruido, ayudará tanto en el entendimiento del problema como en los cambios que necesitarán para reducirlos.

Enfocando en forma práctica lo dicho. A continuación expongo varias soluciones para controlar ruidos.

1 AISLAMIENTO DEL TRABAJADOR

En aquellas situaciones en que sea reducido el número de trabajadores y el procedimiento sea tal que la labor de trabajo pueda limitarse a una zona específica, el aislamiento de los trabajadores en una sala separada insonorizada, con paredes y cielo raso revestidas con celopol o planchas aislantes del ruido, y con ventanas de doble vidrio separadas entre sí de no menos de 1", provee un control eficaz.

2 AISLAMIENTO DE MAQUINAS

Las máquinas que están directamente montadas en el suelo y/o paredes, al vibrar cuando trabajan, transmiten sus vibraciones que se transforman en radiaciones sonoras que viajan teniendo como medio el suelo y/o paredes.

El uso apropiado de montajes de máquinas aísla a estas y reduce la transmisión de vibraciones sonoras a los pisos y/o paredes.

3 CONTROL DEL RUIDO POR ABSORCION

Como el ruido producido por una fuente sonora se propaga en todas direcciones no daría ningún resultado positivo tapizar las paredes y cielo raso con material absorbente por que lo único que evitaría es la resonancia mas no el ruido original.

En estos casos es preferible aislar todas las máquinas que producen ruido en una área determinada, luego las que siguen en producción de ruido en orden descendente en otras áreas aledañas, y proceder a aislar estas zonas de acuerdo al punto 2. (figura 11, Anexo I)

SUSTITUCION DE MAQUINAS

Este tópico es muy difícil de enfocarse, prácticamente casi imposible, por que entra en juego una serie de factores ajenos a la seguridad siendo los preponderantes: costos y espacios.

Pero aun así puede recomendarse el cambio de máquinas ruidosas por otras que hacen el mismo trabajo con menos ruido.

El problema se torna más fácil si al ver las posibilidades de compra de una máquina, se toma en cuenta entre una de sus cualidades preponderantes el ruido que produce.

Como dije, el espacio donde va a colocarse una máquina es indispensable que se tenga en cuenta, por que puede haber una máquina de cualidades óptimas pero el sitio destinado para ella es pequeño y la elección habrá sido inútil.

5 PROTECCION PERSONAL CONTRA EL RUIDO

Hay muchas operaciones en la industria donde el ruido no puede disminuirse por métodos de ingeniería, en estos casos es necesario recurrir a protectores personales.

En Centromín-Perú usamos protectores personales;

- A Las orejeras, de óptimos resultados en la protección de los oídos, pero de costo elevado y difícil de adquirir por la estrechez de divisas que vive el país.**
- B Los tapones de jebes, que dan buenos resultados, pero que por descuido o falta de higiene entre los trabajadores han causado inflamaciones o infecciones al oído.**
- C En vista de este problema nos vimos precisados a buscar otro medio de protección con el cual se eliminase estos impases, llegando a probar algodón embebido en vaselina líquida.**

La amortiguación del sonido que se logró está dentro de los límites de 15 a 20 dB con frecuencias de 1000 Hz, y llega a 25 dB de amortiguación con frecuencias sobre

los 4,000 Hz.

Lo expresado está visualizado en el gráfico de la figura 13, Anexo I.

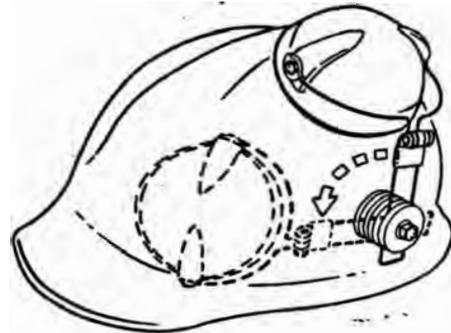
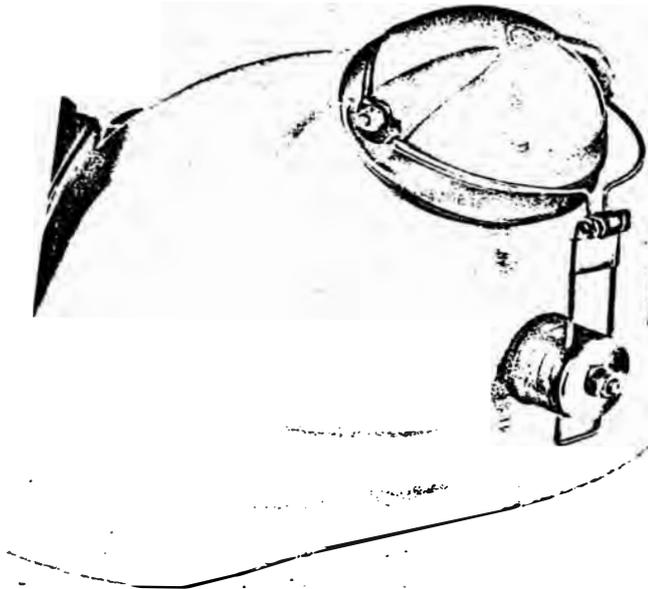
Proporcionamos algodón listo para usarse en bolsitas desechables; y el trabajador una vez que usa el algodón lo vota, de esta manera se a logrado eliminar las inflamaciones o infecciones al oído.

Al igual que con todos los dispositivos usuales de protección, los protectores del oído pueden producir cierta incomodidad a quienes lo usen. Sin embargo, los beneficios obtenidos son un éxito que dan buenos dividendos al usuario y este beneficio paga con creces la incomodidad. (figura 14, Anexo I)

Los tipos de protectores del oído usados en Cuzco-Perú están visualizados en las páginas 40 y 41.



**Tipo de orejeras
usado en
CENTROMIN - PERU**



Orejera para casco jockey y las posiciones en que puede guardarse cuando no se usa, para más comodidad del trabajador.

TAPONES DE JEBE

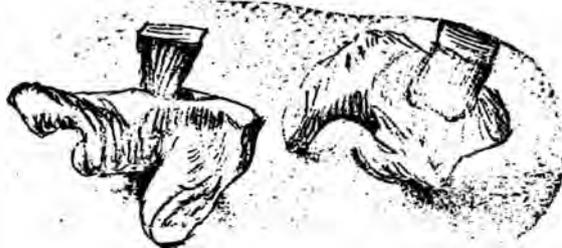


SILENCIADOR DE RUIDO

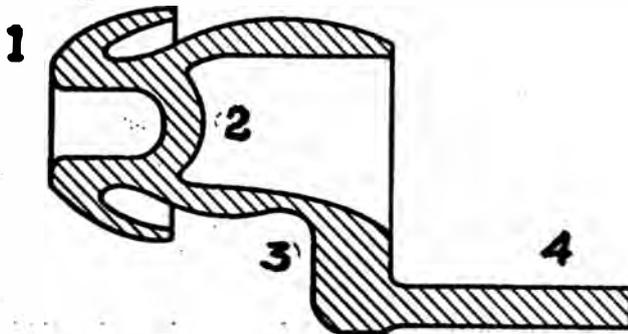
Insertos protectores para los oídos de cojín de aire, se ajustan a cada oído cómodamente.

TAPON DE JEBE A LA MEDIDA

Moldeado por el médico con una gelatina especial.



PARTES DE UN TAPON



- La conformación del tapón se ajusta exactamente a la forma del canal del oído, y junto con el diafragma bloquea todo ruido excesivo del medio ambiente.
 - Permite escuchar toda conversación normal claramente, filtrando los otros ruidos.
 - El guarda-oído o lengüeta de seguridad impide todo acceso de ruido exterior y cuando está bien insertado separa el conducto del oído externo con el medio ambiente.
- 4.- Este dispositivo facilita la buena inserción y remoción del tapón.

6 REDUCCION DEL TIEMPO DE EXPOSICION

La experiencia ha demostrado que limitando la exposición diaria total se reduce el riesgo de ruido. Como regla general, por cada reducción a la mitad del tiempo de exposición de menos de cinco horas, puede hacerse un aumento de tres decibelios en el criterio del ruido seleccionado para seguridad en una exposición continua. (figura 12, Anexo I)

CAPITULO IV

ESTUDIO Y EVALUACION DE RUIDOS EN MINA Y PLANTAS DE FUNDICION Y REFINERIAS DE CENTROMIN-PERU

PRUEBA DE MAQUINAS PERFORADORAS CON Y SIN SILENCIADOR LLEVA- DA A CABO EN LA DIVISION MOROCOCHA

NOTA. El propósito del presente estudio fué evaluar las máquinas perforadoras con y sin silenciador, así como estudiar la reducción del ruido ocasionado durante la perforación, mediante el uso de protección especial.

1 CONDICIONES DE LA PRUEBA

Se realizó en la sección Sulfurosa, nivel 400
crucero 308-Sur.

Hora. 08:00 a.m.

Tipo de máquina. Se sometieron a prueba 2 máquinas perforadoras neumáticas, tipo yack-leg,

Atlas-Copco.

Leopardo BBC 34W .- sin silenciador

Leopardo BBC 35W .- con silenciador

2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS PERFORADORAS

Modelo	Diámetro del cilindro (pulgadas)	Carrera del pistón (pulgadas)	Golpes por minuto	Consumo de aire a 80 lb/pul ² (p.c.m.)	Peso (libras)
BBC 34W	3 1/8"	2 3/4"	2,250	180	68.4
BBC 35W	3 1/8"	2 3/4"	2,350	173	66.6

3 CONSUMO DE AIRE DURANTE LA PRUEBA

Modelo	Presion entrada lbs/pul ²	Presión estática lbs/pul ²	Presión dinámica lbs/pul ²	Consumo de aire p.c.m.
BBC 34W	70	50	38	130
	78	60	49	135
	75	70	52	140
BBC 35W	62	50	38	110
	70	60	49	120
	76	70	54	130

4 BARRENOS EMPLEADOS DURANTE LA PRUEBA

Sandvik Coromant Inserto 438

5 TIPO DE ROCA BARRENADA

Monzonita,

6 NIVELES DE RUIDO

MAQUINA	Nº TALADRO	TIEMPO DE PERFORACION EN DECIBELES										PRESION lbs/pul ²			CONSUMO	VELOCIDAD DE
		0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	Entrada	Estatica	Dinamica	AIRE P.C.M.	PENETRACION pul/min	
BBC 34W	1	108	108	106	107	108	107	107	107	107	75	70	52	140	14.0	
	2	107	107	106	108	107	107	106	107	107	78	60	49	135	12.2	
BBC 35W	1	103	102	103	102	103	102	102	101	102	76	70	54	130	13.1	
	2	102	102	102	101	100	100	101	101	101	70	60	49	120	11.0	

7 PROMEDIO DE RUIDO EN DECIBELIOS

Máquina BBC 34W sin silenciador 107 dB

Máquina BBC 35W con silenciador 101 dB

Como ambas máquinas producen ruidos que se encuentran sobre los límites permisibles y dado el tiempo de exposición del trabajador se probaron protectores auditivos.

El tipo de protector y los resultados obtenidos los presento en la tabla adjunta, en la siguiente página.

PROTECTOR DE OIDOS	FRECUENCIAS							
	125	250	500	1,000	2,000	3,000	4,000	6,000
Tapón de jebe Com-Fit		21.9	25.0	25.9	33.4	38.8	41.2	33.0
Tapón de jebe V51-R	15.0	15.9	16.2	21.3	28.8	33.7	33.7	32.9
Tapón de jebe Milkweed	8.0	11.0	12.0	15.0	17.0	30.0	30.0	28.0
Orejeras M.S.A.	8.0	23.0	30.0	32.0	33.0	40.0	39.0	39.0
Orejeras aceradas M.S.A.	19.0	30.0	38.0	38.0	42.0	44.0	45.0	40.0
Orejeras Willson 255	7.0	13.0	23.0	31.0	34.0	34.0	42.0	40.0
Algodón con vaselina líquida	8.0	16.0	16.0	19.0	23.0	29.0	27.0	34.0
Algodón solo	15.0	16.0	28.0	29.0	33.0	45.0	43.0	54.0

8 CONCLUSIONES

- A** Por los valores obtenidos se deduce que funcionaba el sistema de protección que estábamos introduciendo en la empresa.
- B** La perforadora Leopardo BBC 35W con silenciador reduce el nivel del ruido en 6 dB, esto significa una reducción del 70% de la fuente de energía acústica.
- C** La velocidad de penetración de la máquina perforadora neumática Leopardo BBC 34W con silenciador es un 15% menor que la máquina BBC 34W sin silenciador
- D** El consumo de aire de la máquina perforadora BBC 34W sin silenciador es 10% mayor que la máquina BBC 35W con silenciador. (figura 15, Anexo I)

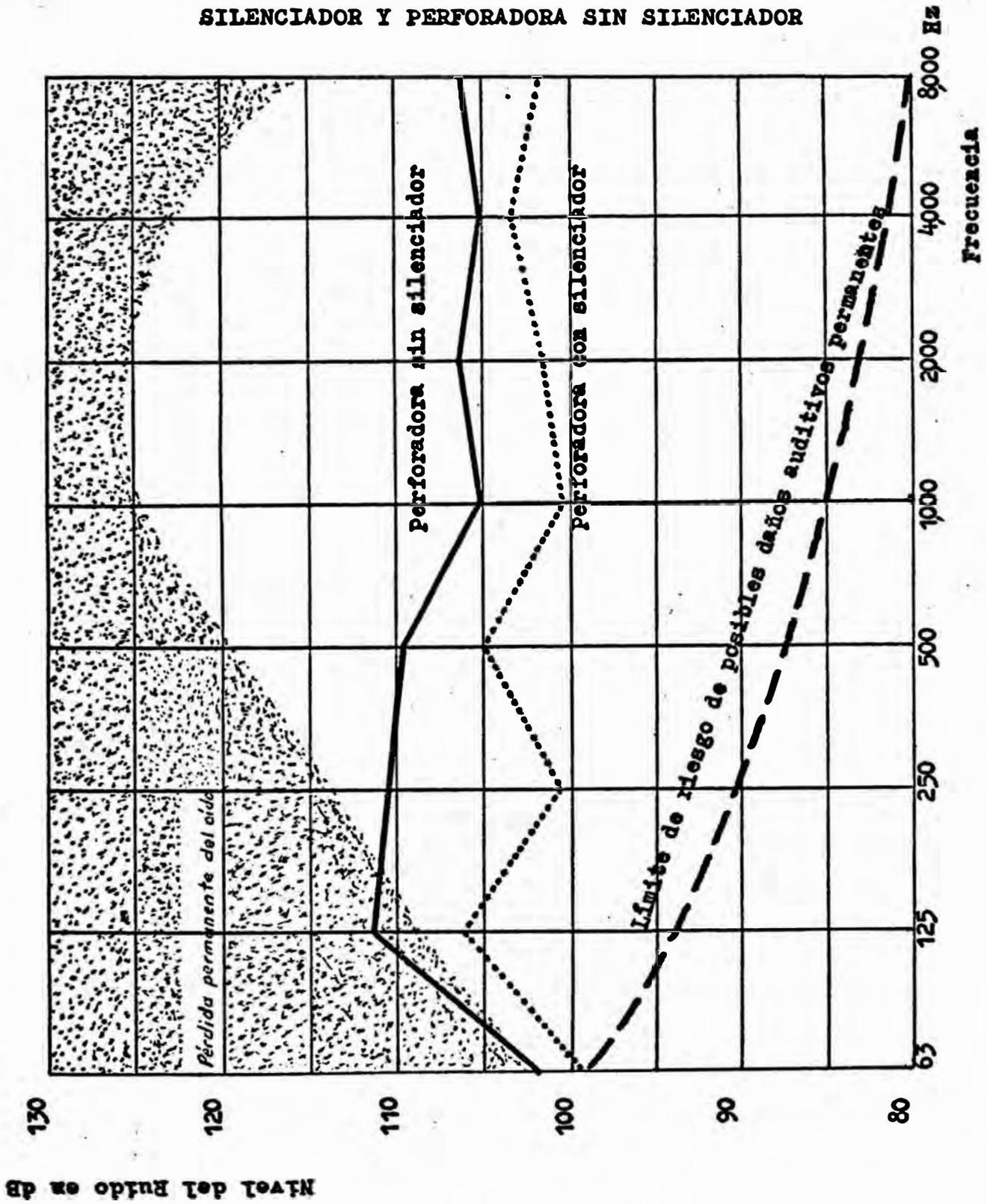
9 CUADROS COMPARATIVOS

- I** Comparación del nivel de ruido de una má-

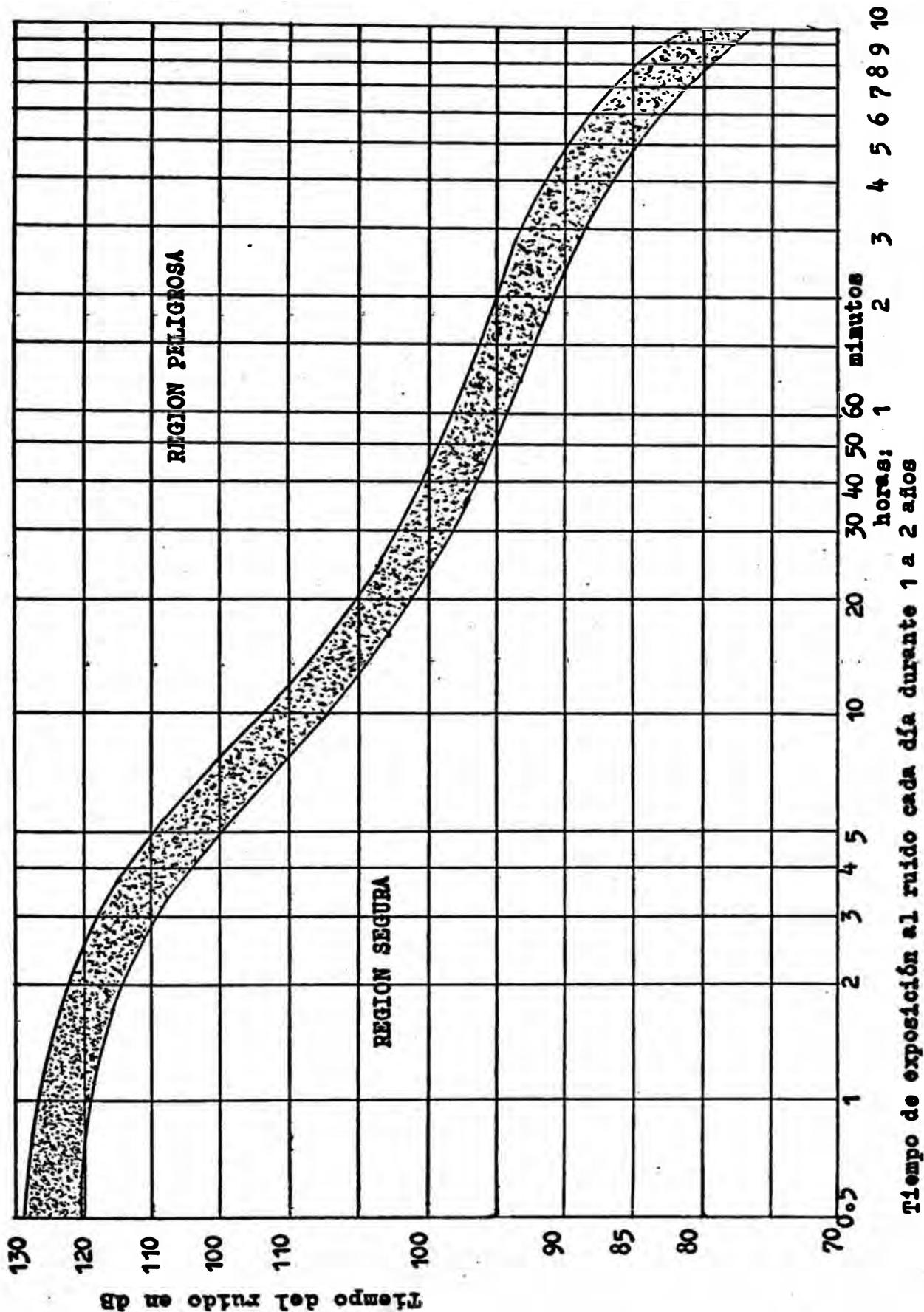
quina perforadora neumática con y sin silenciador. Visualizado en la pagina 49.

II Riesgo de daño en la audición. Visualizado en la página 50.

COMPARACION DEL NIVEL DE RUIDO DE UNA PERFORADORA CON SILENCIADOR Y PERFORADORA SIN SILENCIADOR



RIESGO DE DAÑO EN LA AUDICION



Tiempo del ruido en dB

horas: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 minutos: 20 30 40 50 60

Tiempo de exposición al ruido cada día durante 1 a 2 años

**ESTUDIO Y RECOMENDACIONES DE CONTROL DE RUIDOS EN LA PLANTA
DE TOSTADO DE ZINC, DIVISION REFINERIA DE ZINC**

NOTA El propósito de este estudio fué evaluar la intensidad del ruido en la planta y presentar un tipo de silenciador que se adapte a la configuración de la estructura de la fuente acústica (compresora) para disminuir el ruido a límites seguros.

1 **CONDICIONES DE LA PRUEBA**

Se realizó el trabajo durante una guardia completa.

2 **NIVELES DE RUIDO**

Ver el cuadro de la página 55

3 **RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DEL RUIDO**

Los siguientes trabajos deben efectuarse en un espacio de 24"Øx6'5", comprendido entre las dos bridas de unión existentes en el segundo piso de la casa de compresoras, co-

respondientes a la compresora N^o 61.

- A Colocar o instalar un tubo concéntrico de 48" \varnothing y 6'5" de altura
- B En el tubo de 24" \varnothing , hacer una serie de huecos de 1" \varnothing , con una separación de 1" y hasta una altura de 6'5".
- C En el espacio comprendido entre el tubo concéntrico de 48" \varnothing y el tubo interior de 24" \varnothing se debe rellenar lana de vidrio hasta una altura de 6'5", por que este material es el indicado para absorber el ruido.
- D El tubo concéntrico ira soldado en la sección inferior y empernado a la brida tapa en la sección superior.
- E Hacer el mismo trabajo para controlar el ruido en un ducto de la válvula de seguridad correspondiente a la compresora N^o 61.
- F Los detalles para estos trabajos de control de

ruido se especifican en la siguiente página.

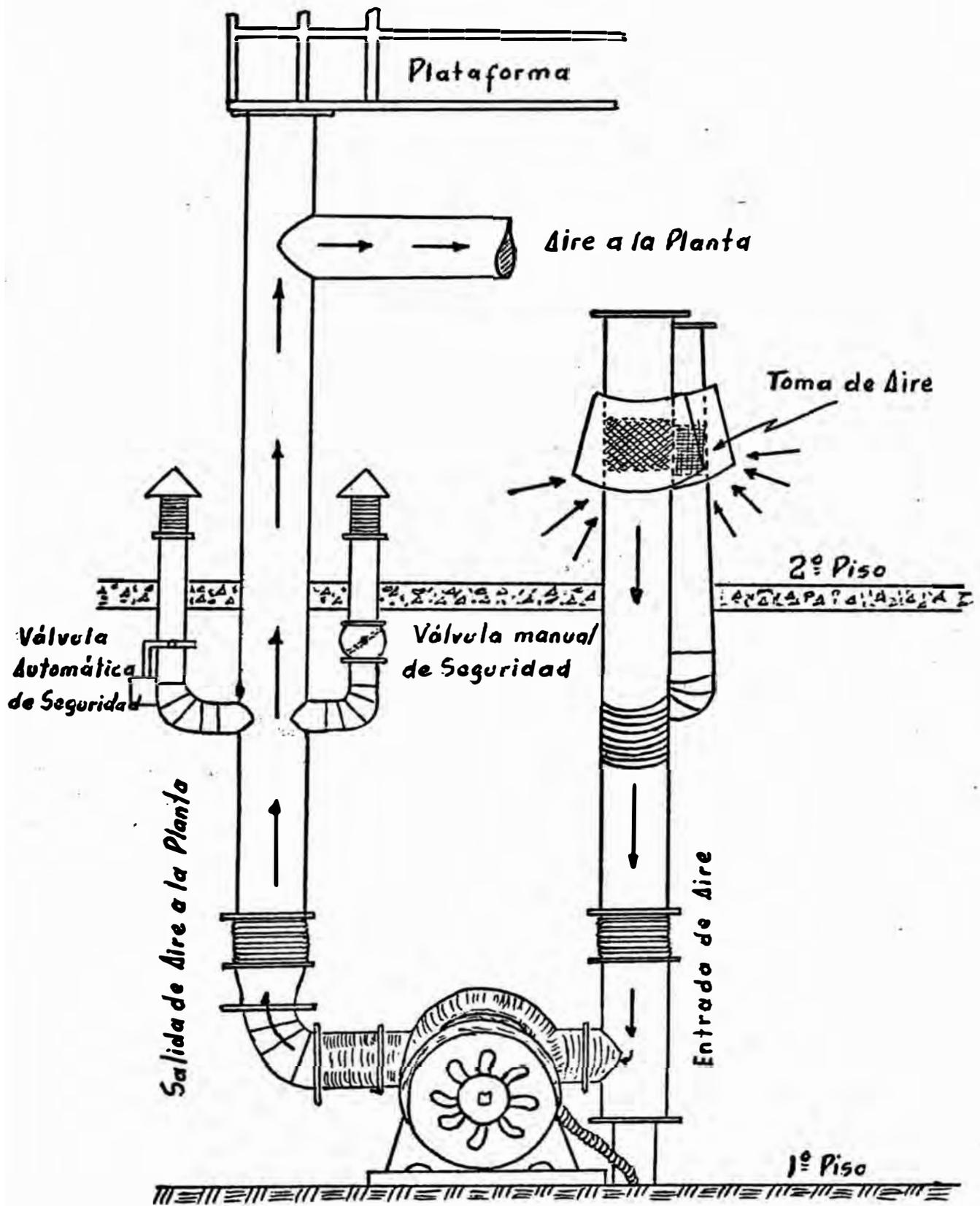
G Cuando se hayan instalado estos dos tubos concéntricos, se hará una nueva evaluación para comprobar el porcentaje en la disminución del ruido.

Nota Los planos están en las páginas 57 y 56.

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE INTENSIDAD DE RUIDO = PLANTA DE TOSTADO DE ZINC

La semana, 80 decibelios.
 Límite máximo permisible en 8 horas de trabajo y 5 días de

LUGAR DE MEDICION	INTENSIDAD DEL RUIDO EN dB A	FUENTE DEL RUIDO	TIEMPO DE EXPOSICION DE LOS TRABAJADORES
Area circundante de los peletizadores 8P-1 y 8P-2	96	Quemadores de los secadores	7 horas
Area de los molinos de bolas	100	Rotación y choque entre las bolas de acero.	4 horas
Pasadizo entre el molino de bolas y el secador de pelet.	95	Molino de bolas y secador peletizad.	5 horas aproxm.
Sala de bombas de los calderos	93	Motores de las bombas y escape del vapor de agua	2 horas aproxm.
Sala de Compresoras K-L8B, C-59 y C-58 para el horno TLR.	103	Cámara de compresión y fricción del aire a presión en los ductos.	2 horas
Sala de Compresoras Nº 61, 62, 63, 64.	114	Compresoras	6 horas
2º piso sala de compresoras Toma de aire y válvulas de seguridad	121	Ingreso del aire para las compresoras y sonido de las válvulas de seguridad	No hay hombres trabajando.
Area de los hornos de tostación FBR 1, 2,3.	78	Quemadores de los hornos	7 horas
Caseta de control de los hcrnos cuando suenan los pitos de seguridad	109	Pitos de seguridad	7 horas



COMPRESORA C-61

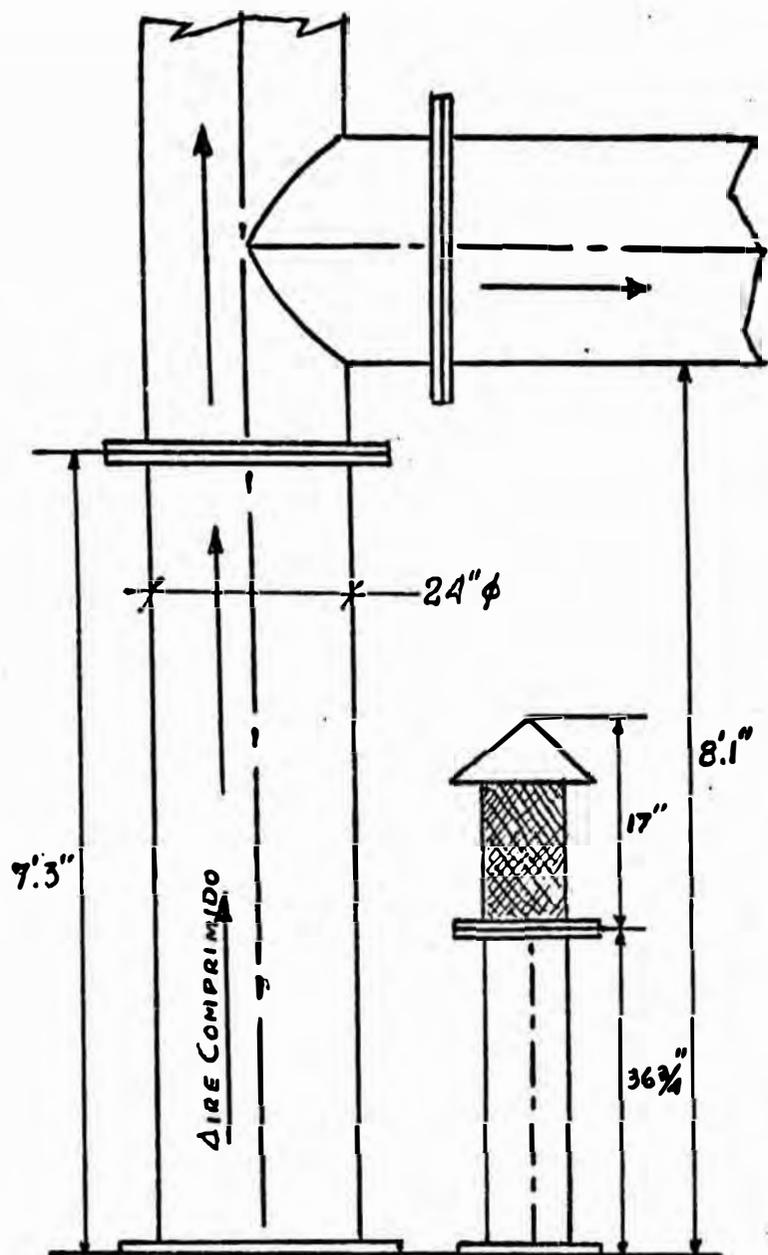
DE LA PLANTA DE TOSTADO DE ZINC

SILENCIADOR

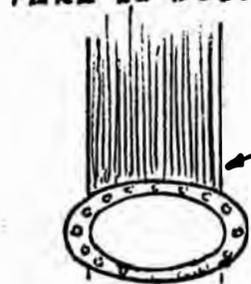
PARA EL DUCTO

SILENCIADOR

PARA LA VALVULA DE SEGURIDAD

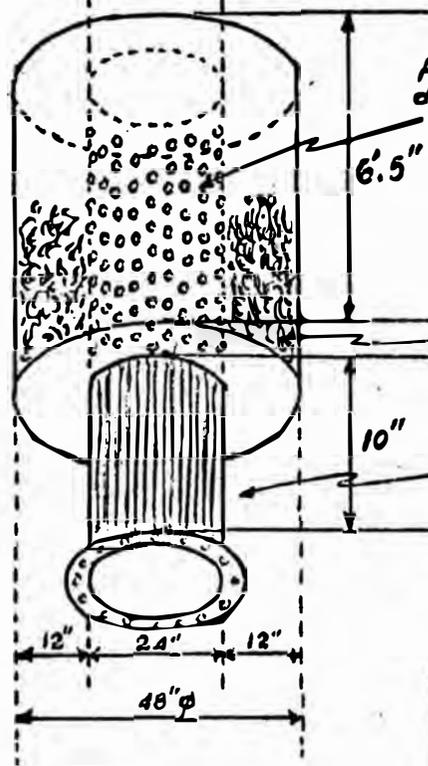
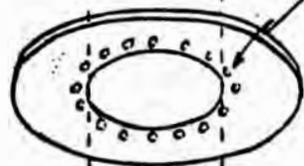


INSTALACION DEL SILENCIADOR EN LOS DUCTOS DE AIRE COMPRIMIDO PROVENIENTES DE LAS COMPRESORAS DE LA PLANTA DE TOSTADO DE ZINC



Tubo de Aire

Tuercas Soldadas a la Tapa

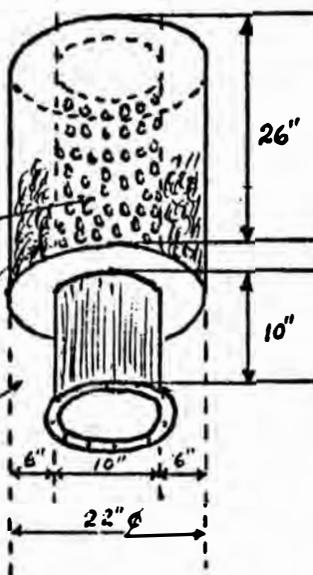
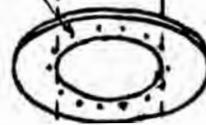
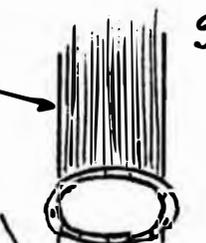


Huecos en el Tubo de aire de 1" ϕ con separación de 1"

Huecos de 1/2" ϕ con separación de 1/2"

Lana de Vidrio

Brida



DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD
EVALUACION AMBIENTAL

SILENCIADOR PROPUESTO
Presentado por:
A. Villarán

SEGUNDA EVALUACION DEL RUIDO EN LA PLANTA DE TOSTADO DE ZINC

NOTA Después de instalados los silenciadores para la disminución del ruido en el ducto principal de conducción de aire y en una de las válvulas de seguridad de la compresora 61; se hizo esta evaluación.

1 CONDICIONES DE PRUEBA

Se llevó a cabo el trabajo en una guardia completa.

2 NIVELES DE RUIDO

A Trabajando solamente la compresora 61 con el silenciador de ruido, se encontró valores de 81,82,84 decibelios a una distancia de 1 pié de la fuente de ruido, cifras que están por debajo del Límite permisible.

B Trabajando otra compresora que no tiene este dispositivo de control, se encontró valores de 94,92,91 decibelios a la misma dis-

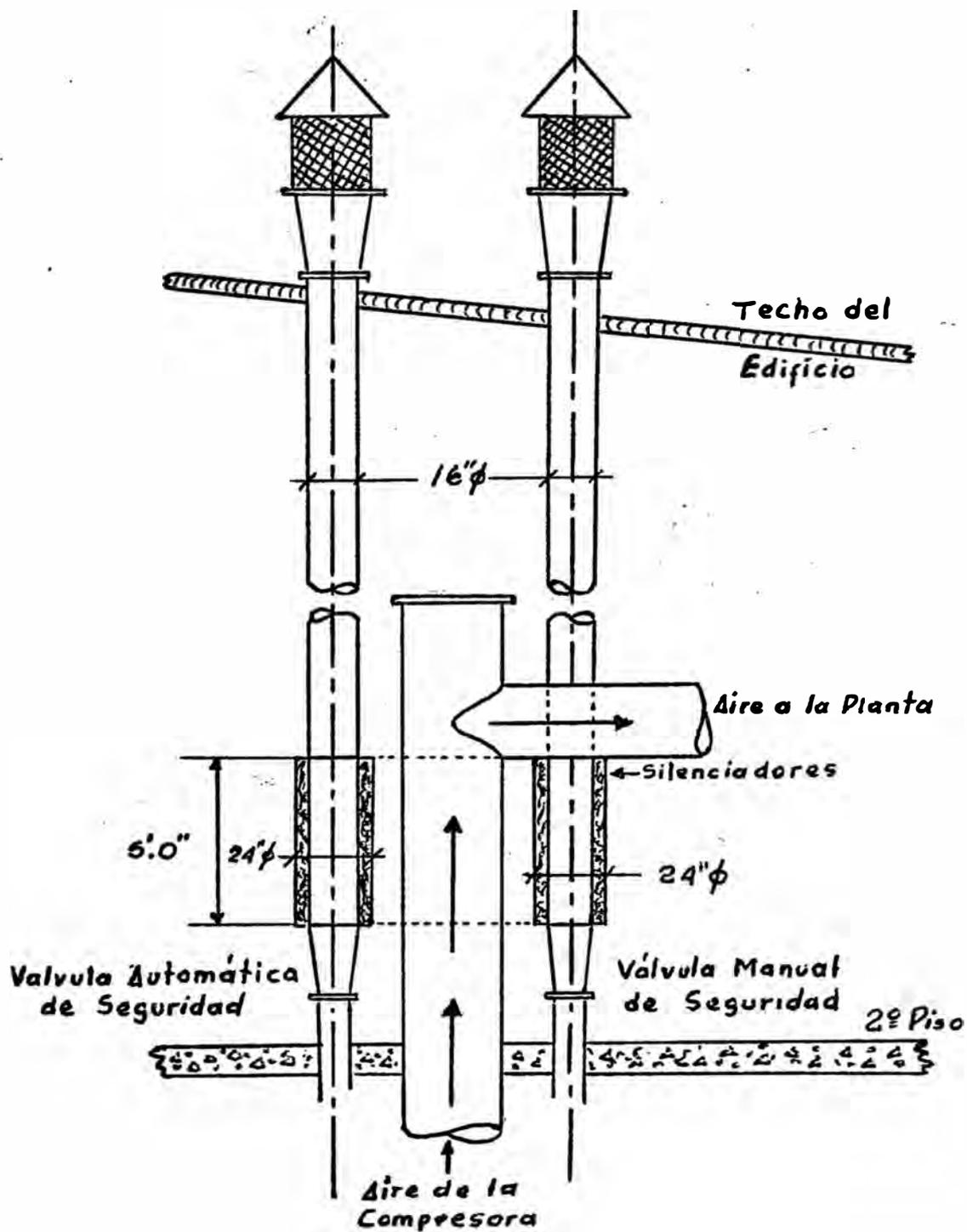
tancia, cifras que estan sobre el límite máximo permisible y por lo tanto dañinas para la salud.

C Trabajando las cuatro compresoras se hallaron intensidades de 100, 124, 125, 136 decibelios a una distancia de 1 pié.

Cifras que están sobre el límite máximo permisible que es de 90 decibelios.

3 CONCLUSIONES

Para reducir más la intensidad del ruido se recomienda que los ductos de descarga de aire de las válvulas de seguridad "Republic" se aumente de 10"Ø a 16"Ø y prolongar la longitud hasta fuera del edificio, donde se pondrá una expansión y silenciador como se indica en el croquis adjunto, dado en la página 60



Angel Villarán M.
enero de 1973

EVALUACION DEL NIVEL DEL RUIDO EN LA PLANTA DE AGLOMERACION

NOTA Esta evaluación se llevó a cabo a instancias del sindicato y las autoridades de trabajo. En su reclamo argüían que en su área de trabajo se producía mucho ruido, motivo por el cual solicitaban una bonificación.

1 **CONDICIONES DE LA PRUEBA**

El trabajo se realizó durante 8 días de la semana y evaluando el ruido en una guardia por día. Los puntos donde se tomaron las evaluaciones los indicaron los miembros del sindicato.

2 **TIPOS DE MAQUINAS**

Una vibradora, un molino secundario, un sistema de fajas transportadoras movidas con motores eléctricos.

3 Las fuentes de ruido son originadas por la vibradora y el molino secundario.

4 NIVELES DE RUIDO TOMADO EN DECIBELIOS A

Zaranda vibradora de la faja Nº 22	87	Periodicamente el personal de Ventilación realiza limpieza de los ductos de succión de la ventiladora Nº 10
Ventiladora del 1 al 10 en el primer piso	95	Periodicamente realizan mantenimiento eléctrico y mecánico.
Descargas de las máquinas aglomeradoras Nº 1 al 10 en la faja Nº 22	90	2 oficiales hacen bajar el material de las tolvas de los productos.
Descarga de la máquina de aglomeración Nº 11 a la faja Nº 110	89	Un descargador ocasionalmente controla la descarga.
Peck carrier en el primer piso	93	Un operario de guardia lampea el material que

		se derrama del peck carrier
Rodillos de los molinos primario y secundario.	95	En el techo del molino un chancadorista ocasionalmente controla la carga del molino
Descarga de la faja N° 110 al molino primario	95	El mismo chancadorista controla la carga al molino
Molino secundario y vibradora	106	El mismo chancadorista controla la vibradora y la alimentación al molino.
Alrededor de la caja de humos de la máquina N° 11	91	No había personal en esta área.
Piso de cajas de humo de las máquinas aglomeradoras del 1 al 10.		5 mecánicos reparaban las compuertas de las cajas de humos de la máquina aglomeradora N° 2
Piso de quemadores de las máquinas aglomeradoras del 1 al	96	3 aglomeradores controlan periódicamente los

al 10 al costado de los quemadores.		quemadores.
Tolva de descarga de productos de las máquinas aglomeradoras del 1 al 10 en el 3º piso.	90	Los mismos aglomeradores controlan periódicamente la descarga del producto.
Alrededor de la ventiladora Nº 3 en el 3º piso.	90	No hay personal en esta área.
Alrededor de los quemadores de la máquina aglomeradora Nº 11.	98	Ocasionalmente un aglomerador regula los quemadores.
Alrededor del peletizador en el 4º piso.	90	Un mezclador controla el correcto peletizado.
Alrededor del ventilador Nº 1 en el 4º piso.	104	No hay personal en esta área.
Alrededor del drum-miner en el 4º piso.	88	No hay personal en esta área.
Alrededor de los peletizadores de tambora en el 4º piso.	87	Un mezclador controla el correcto peletizado.

- A lo largo de la faja N^o 105 85 Un transportista controla el cargado a las tolvas.
- A lo largo de la faja N^o 104 88 Un transportista controla la descarga de finos a las tolvas del 1 al 7.
- A lo largo de las fajas N^o 39,40,41. 82 2 transportistas controlan las descargas de Sinter y Coke a las tolvas de los hornos de plomo.
- En el panel de control de la faja N^o 22. 82 Un transportista pone en funcionamiento o para la faja N^o 22.
- A lo largo de la descarga de finos a la faja N^o 20. 81 La faja no trabajaba, un transportista controla la descarga de finos de las tolvas 1 al 7.
- En las oficinas de la planta de aglomeración. 69 3 empleados redactaban reportes.

5 PROMEDIO GENERAL DE LA PLANTA

90 decibelios.

6 CONCLUSIONES

A Como el promedio del nivel del ruido se encuentra en el límite permisible para una exposición de 8 horas no hay motivo a reclamo.

B El valor más elevado de 106 dB A, es originado por la vibradora y molino secundario.

C De acuerdo al Reglamento de Bienestar y Seguridad D.L. Nº 18880, se les debe proporcionar protección auditiva a los trabajadores de los lugares donde el nivel del ruido sobrepasa los límites permisibles de acuerdo a la tabla adjunta.

NIVEL DEL RUIDO EN LA ESCALA "A".

90	decibelios
92	"
95	"
97	"
100	"
102	"
105	"
107	"
110	"
115	"

TIEMPO DE EXPOSICION

8	horas/ifa
6	"
4	"
3	"
2	"
1 1/2	"
1	"
3/4	"
1/2	"
1/4	"

COMENTARIO

No se les pagó el bono que solicitaban, pero en el nuevo pliego de reclamos presentado solicitan que se les pague bono por ruido a partir de 70 dB.

INFORME DE LA EVALUACION RUTINARIA DE RUIDO EN LA MINA. PARA ESTE TRABAJO, DE LA DIVISION COBRIZA.

Al presentar un informe rutinario se debe insertar en él todos los datos pertinentes y convenientes. El informe debe ser comprensible, preciso y consiso; preferible que sea en un cuadro de una foja para que se facilite la lectura.

Se debe tener siempre en cuenta que un cuadro es accesible a cualquier mentalidad medianamente preparada; no ocurre lo mismo en un informe voluminoso que infunde respeto por su apariencia y muchos interesados lo pasan por alto para no tomarse el trabajo de leerlo, soslayando de esa manera una obligación que a la larga puede ser perjudicial para el trabajador o el empleador.

En todo caso si se desea un informe bien explícito,

este debe estar acompañado de un cuadro.

Adjunto un cuadro que siempre presento cuando hago mediciones rutinarias, este cuadro siempre lo presento sin mayores comentarios.

NIVEL	FECHA	HORA	LABOR	FUENTE DEL RUIDO	HOMBRES EXPUESTOS	PUNTO DE MEDICION	DECIBELES MEDIDOS	MEDIOS DE PROTECCION USADOS	HORAS DE EXPOSICION AL RUIDO	NUMERO DE TALADROS DE 8 PIES.	TEMPERATURAS REGISTRADAS	OBSERVACIONES
51	14 ENE.	10:20 a.m.	2680-A Drift	3 máquinas Perforadoras Ingersold Rand: 2 Jack Legs 1 Track Drill	4	Frente A 50'	102 95	Tapones de algodón.	3 Horas de Perforación prom.	21 de 2 1/2" 17 de 1" 17 de 1"	TH = 22°C TS = 25°C HR = 76 %	Tapones con mucha vaselina líquida
51	14 ENE.	10:35 a.m.	Desquinch Junto al 2680-A Drift.	1 Jumbo No.465 de 2 máquinas perforadoras.	2	Frente. A 50'	96 84	Ninguno.	3 Horas.	Variable.	TH = 24°C TS = 25°C HR = 92 %	Se resisten a usar sus tapones
37	14 ENE.	02:30 p.m.	3398-Drift.	1 Track Drill N.804 2 Jack Legs.	4	Frente. A 50'	109 99	Ninguno.	5 Horas.	20 de 2 1/2" 34 de 1" 1 de 4"	TH = 24°C TS = 25°C HR = 92 %	"
37	14 ENE.	02:45 p.m.	2673-Sill.	1 Pack Sack	2	Frente A 50'	97 83	Ninguno.	8 Horas.	10-11 de 1 1/4" (DDR 2350)	TH = 29°C TS = 30°C HR = 92 %	"
37	15 ENE.	09:45 a.m.	2673-Sub Nivel.	1 Track Drill Ingersold Rand No.801. 2 Jack Legs (Idem).	4	Frente A 50'	116 103	Ninguno.	6 Horas.	30 de 2 1/2" 20 de 1" 1 de 4"	TH = 29°C TS = 30°C HR = 92 %	No tienen
37	15 ENE.	10:55 a.m.	2943-Stoppe.	1 Track Drill No. 805.	2	Frente A 50'	106 95	Tapones de algodón.	8 Horas.	30 de 2 1/2"	TH = 23°C TS = 26°C HR = 76 %	Uso correcto de tapones
37	15 ENE.	11:10 a.m.	2766-Raise.	1 Stopper.	2	A 30'	102	Ninguno.	8 Horas.	Variable de 1 a 6 pies	TH = 24°C TS = 25°C HR = 91 %	No sacó tapones de seguridad
37	16 ENE.	09:50 a.m.	2673-SN.	1 Ventilador Auxiliar AIRTEC S.A.		En el mismo ventil.	95					
37	16 ENE.	10:00 a.m.	2673-SN.	1 Ventilador Auxiliar JOY SERIE 1000.		En el mismo ventilador.	102					

CAPITULO

AUDIOMETRIA

Una de las mayores dificultades al implantar los programas de protección acústica es la ausencia de efectos tangibles inmediatos como resultado de las medidas de control.

Por este motivo para evaluar los programas de protección auditiva se debe verificar continuamente la capacidad auditiva de los trabajadores. Esta verificación se logra por medio de pruebas audiométricas.

Los exámenes de la agudeza auditiva tienen muchas ventajas además de proveer el único medio de evaluar los resultados de un programa de protección al oído.

Los exámenes también sirven para identificar problemas de disminución de agudeza auditiva por enfermedades profesionales o congénitas y por ese motivo el Servicio de Medicina Ocupacional de Centromin-Perú, ahora es más meti-

culoso al examinar a los trabajadores nuevos.

El equipo de pruebas audiométricas que debe ser usado por personal médico especializado consiste en un audiómetro que es un instrumento que produce sonidos de tonos puros a diferentes frecuencias y que pueden aumentarse gradualmente desde un punto inferior al valor del umbral audible hasta que el sujeto de la prueba pueda oírlos. El ambiente para efectuar estas pruebas debe ser lo suficientemente silencioso para no encubrir los sonidos.

Las frecuencias probadas generalmente en audiometría industrial son 500; 1,000; 2,000; 4,000; 6,000 Hz.

CONCLUSIONES GENERALES

La idiosincracia del trabajador de Centromín-Perú hace que ellos busquen un motivo por nimio que sea para obtener un beneficio pecuniario; ya sea este por bonos que es lo que más les interesa, o artículos que puedan usarlos en sus hogares o venderlos.

Expongo los hechos de una manera cruda por que el

Departamento de Seguridad choca con una resistencia fuerte de parte de los trabajadores de primera línea en cuanto inicia cualquier campaña de seguridad.

Como para ellos cualquier deficiencia en el área de trabajo puede redundarle en beneficio económico propio, tienen una forma típica de reclamar que puede considerarse como una "matriz de reclamo".

Una vez obtenido el bono por exposición en lugares deficientes por el exceso de ruido, calor, gases, etc., no le interesa en absoluto su protección personal y sobreviene una lucha sorda entre el supervisor y el supervisado.

Se han visto casos en que se ha mejorado el área de trabajo a límites de seguridad ambiental muy por debajo de los límites máximos permisibles y los obreros han protestado por que se les suspendió los bonos en vista que ya no existía esa condición insegura, exigiendo por la fuerza que se les siga pagando este beneficio, alegando que es una conquista sindical.

En vista de este problema, los Departamentos de Seguridad y Entrenamiento se han abocado a re-entrenar al personal obrero en grupos de 30, a tiempo completo durante una semana. Esperamos que la medida tomada dé buenos resultados.

A N E X O S

ANEXO I

Las figuras del Anexo I están en orden correlativo.

El sonido de un camión pesado, por ejemplo, tiene una frecuencia de unos 170 Hz y una intensidad acústica de unos 0.001 W/m^2 a una distancia de 7 metros.

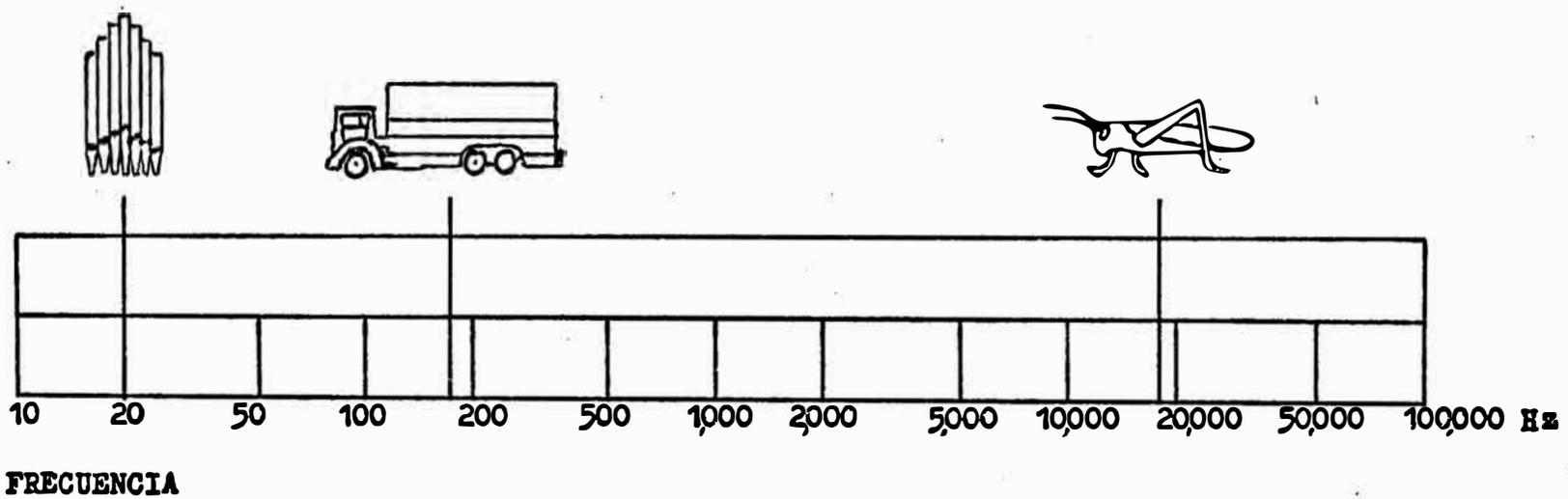
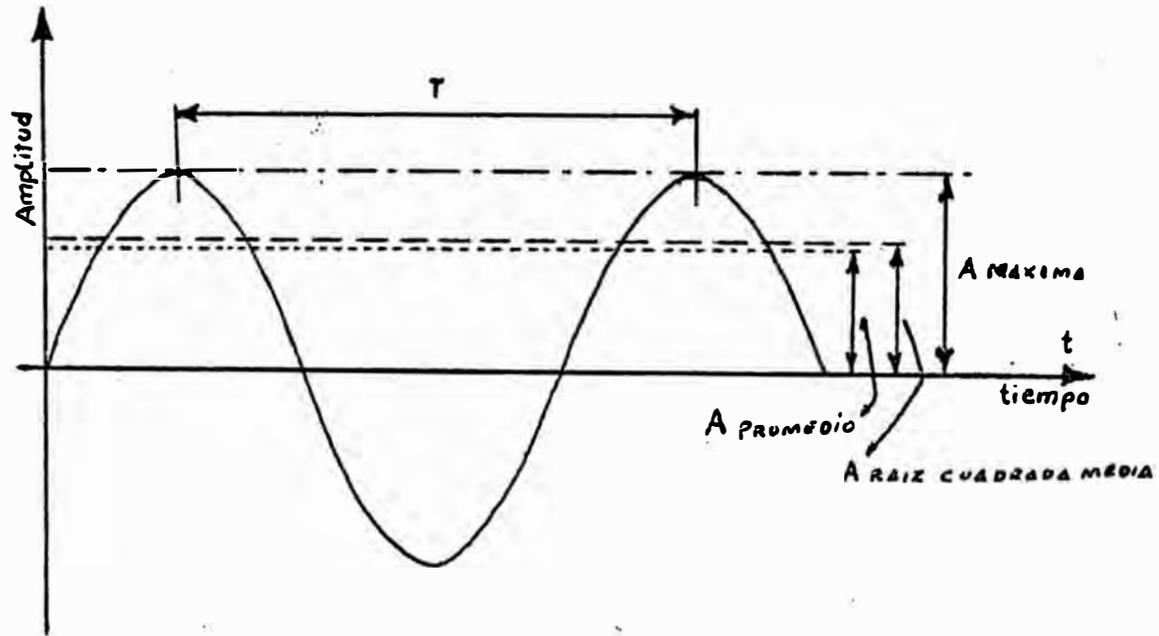


FIGURA 1

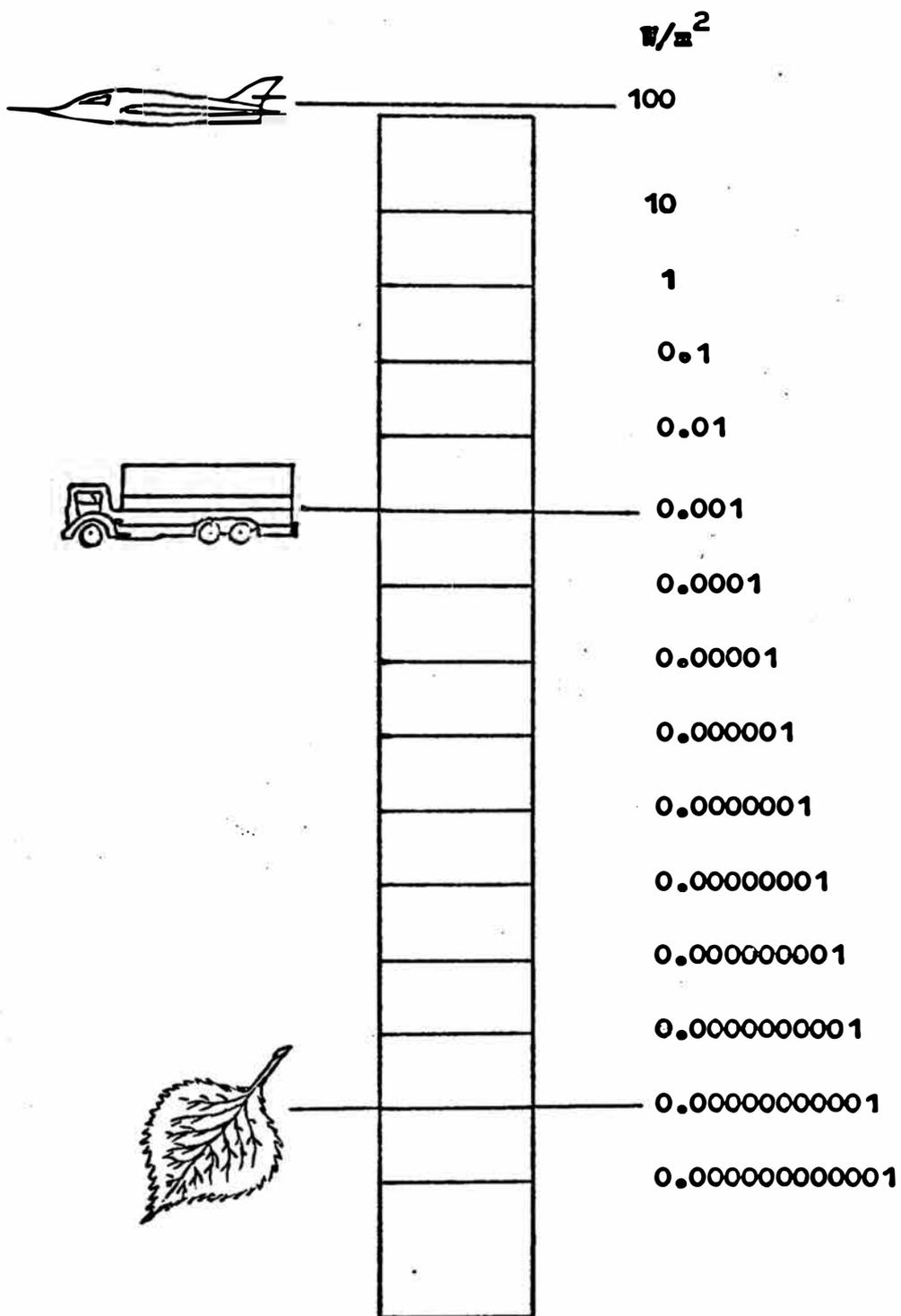


La Amplitud es definida por la raiz cuadrada media

$$A_{RCM} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T a^2(t) dt}$$

$$A_{PROMEDIO} = \frac{1}{T} \int_0^T (a) dt$$

FIGURA

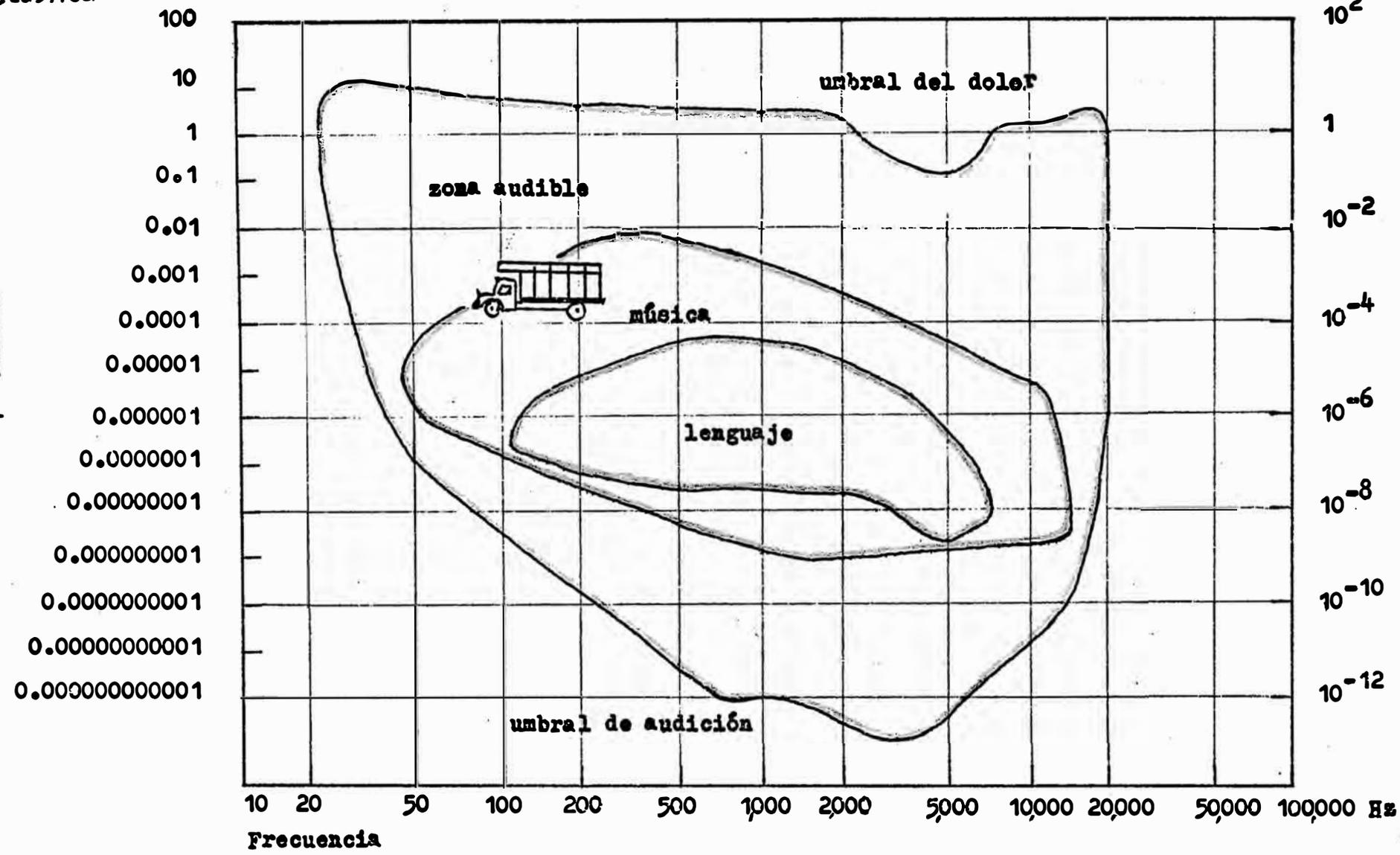


INTENSIDAD ACUSTICA

Intensidad Acústica W/m^2

W/m^2

FIGURA 4



LIMITES DE AUDIBILIDAD SEGUN LA FRECUENCIA Y LA INTENSIDAD ACUSTICA

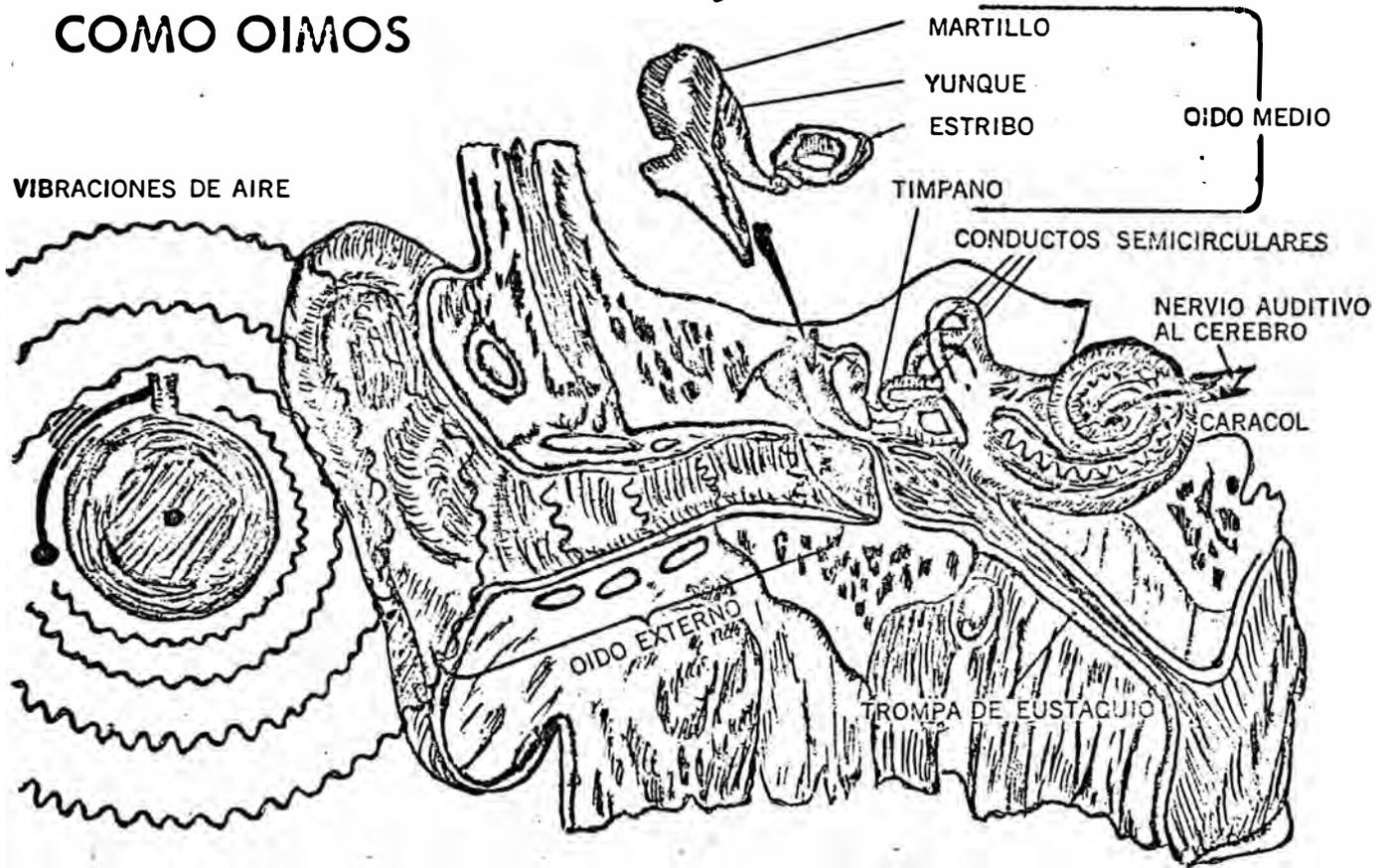
CUADRO I

PRESION DE SONIDO EN N/m	NIVEL DE PRESION DE EN dB	CONDICIONES AMBIENTALES
100	134 dB	140 - LIMITE DE DOLOR
		130 - PERFORADORA NEUMATICA
10	114 dB	120 - BOCINA ALTA DE AUTOMOVIL (a 1 m)
		110 - AL LADO DE UN AVION DC 6
1	94 dB	100 - AL LADO DE UN TREN
		90 - AL LADO DEL MOTOR DE UN BUS
0.1	74 dB	80 - TRAFICO PROMEDIO EN UNA ESQUINA
		70 - CONVERSACION NORMAL
0.01	54 dB	60 - OFICINA TIPICA DE NEGOCIOS
		50 - SALA EN UNA AREA SUBURBANA
0.001	34 dB	40 - BIBLIOTECA
		30 - DORMITORIO DE NOCHE
0.0001	14 dB	20 - ESTUDIO RADIAL
		10 - LIMITE DE AUDICION
0.00002		0 -

ALGUNOS DE LOS MAS COMUNES NIVELES DE PRESION DE SONIDO

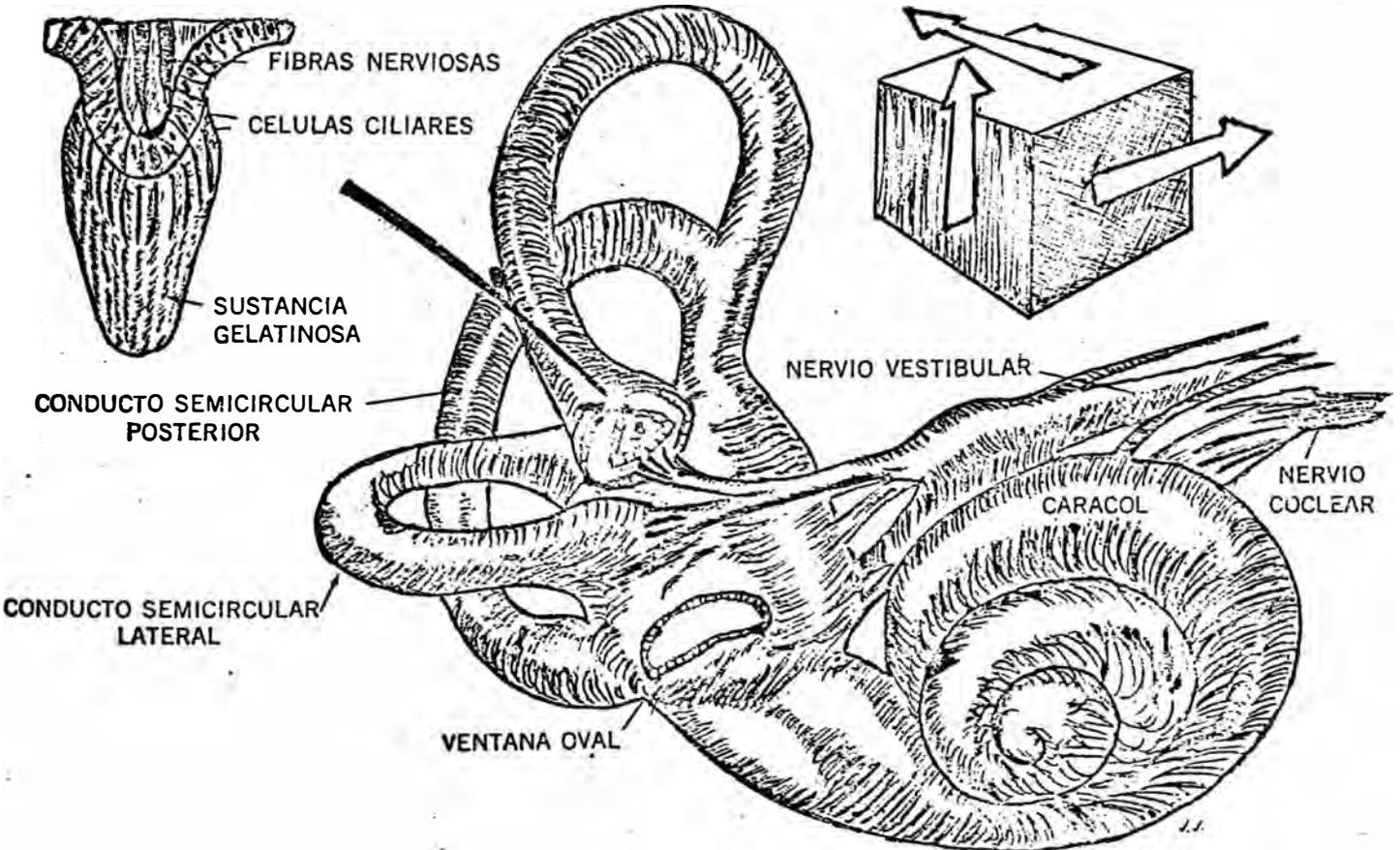
FIGURA 5

COMO OIMOS



DETALLE DE LAS CELULAS SENSORIALES TERMINANDO EN EL CONDUCTO SEMICIRCULAR (CRISTA)

CONDUCTO SEMICIRCULAR SUPERIOR



OIDO INTERNO

De "The Wonderful Human Machine", publicado por la American Medical Association.

FACTOR DE INTENSIDAD ACUSTICA	NIVEL DE INTENSIDAD ACUSTICA EN dB		FUENTE ACUSTICA
Zona	100 000 000 000 000	140	motor de reacción (25m)
Perjudicial	10 000 000 000 000	130	remachadora
----- UMBRAL DE DOLOR -----			
	1 000 000 000 000	120	avión de hélice (50m)
Zona Peligrosa	100 000 000 000	110	perforadora neumática
	10 000 000 000	100	taller de maestranza
	1 000 000 000	90	camión pesado
	100 000 000	80	calle concurrida
	10 000 000	70	automóviles
	1 000 000	60	conversación ordinaria (1m)
Zona Segura	100 000	50	conversación voz baja (1m)
	10 000	40	música suave
	1 000	30	susurro (1m)
	100	20	vivienda tranquila (ciudad)
	10	10	murmullo de hojas
----- UMBRAL AUDICIÓN -----			
	1	0	

FIGURA 6

CONFORNOS CON IGUAL SONORIDAD

Nivel de presión de sonido (expresado en decibelios) sobre 0.0002 din/cm^2
($2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$)

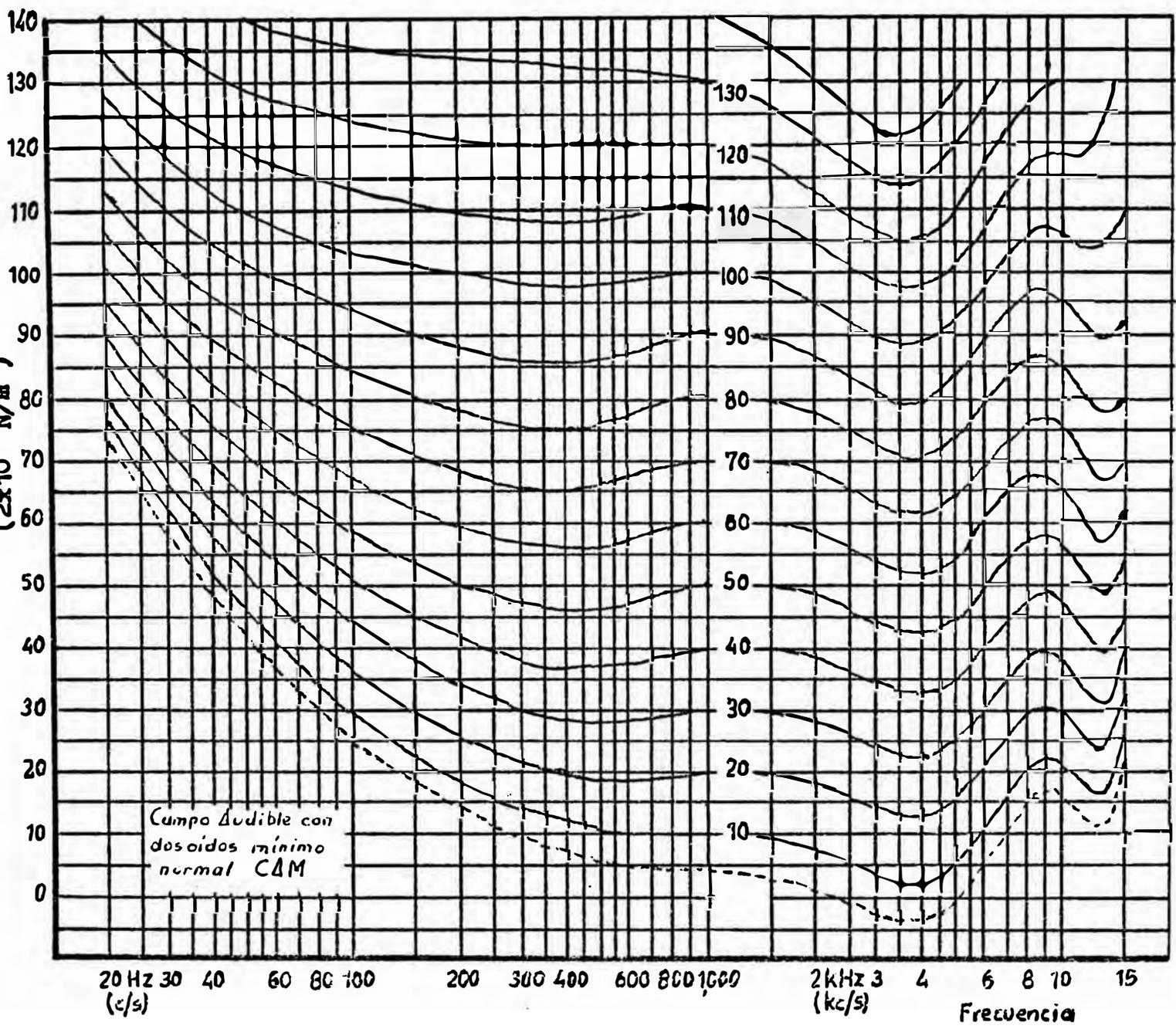


FIGURA 7

ATENUACION EN dB CON FILTRO "A"

Ruido en dB

+10

0

-10

-20

-30

-40

-50

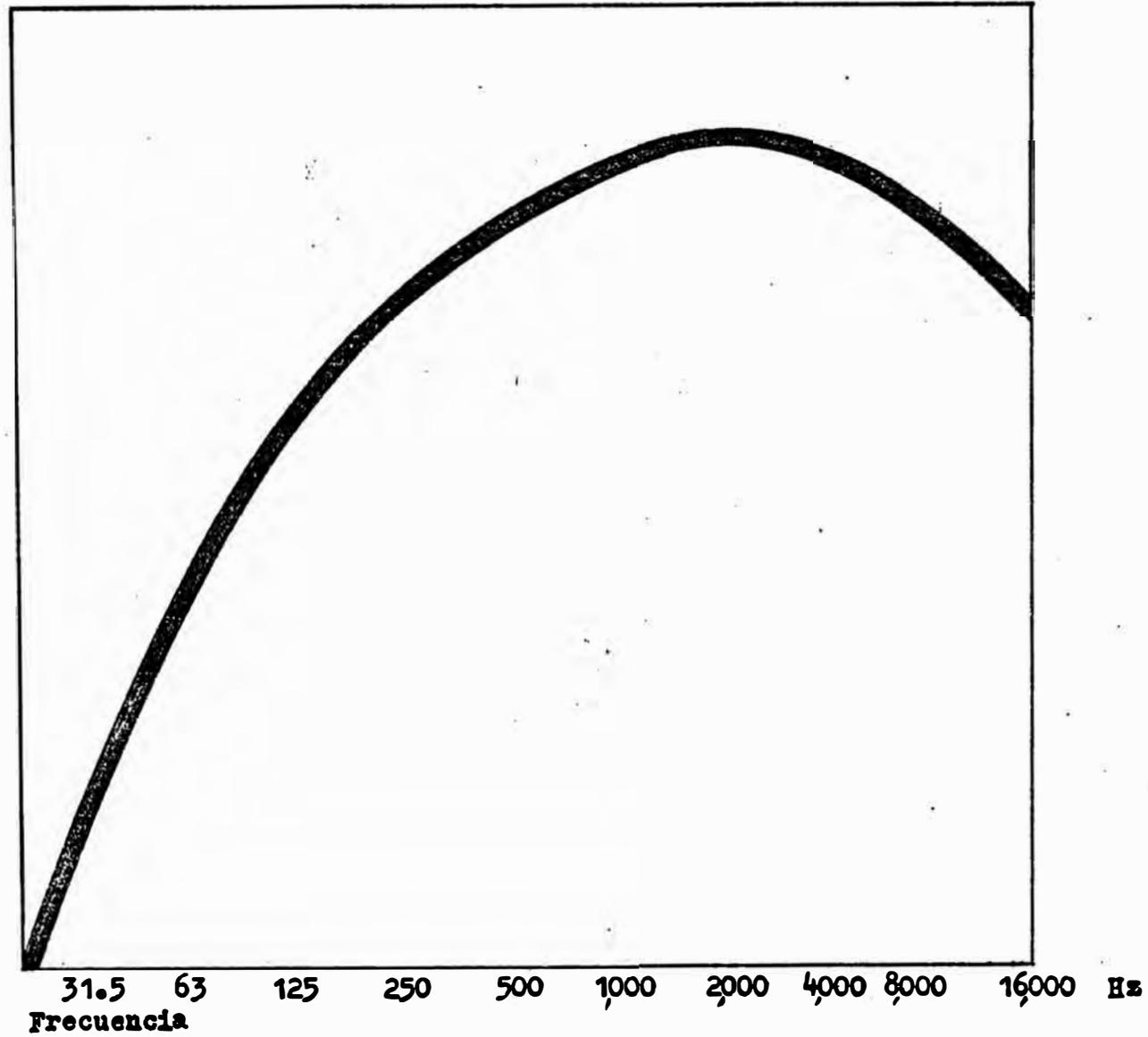
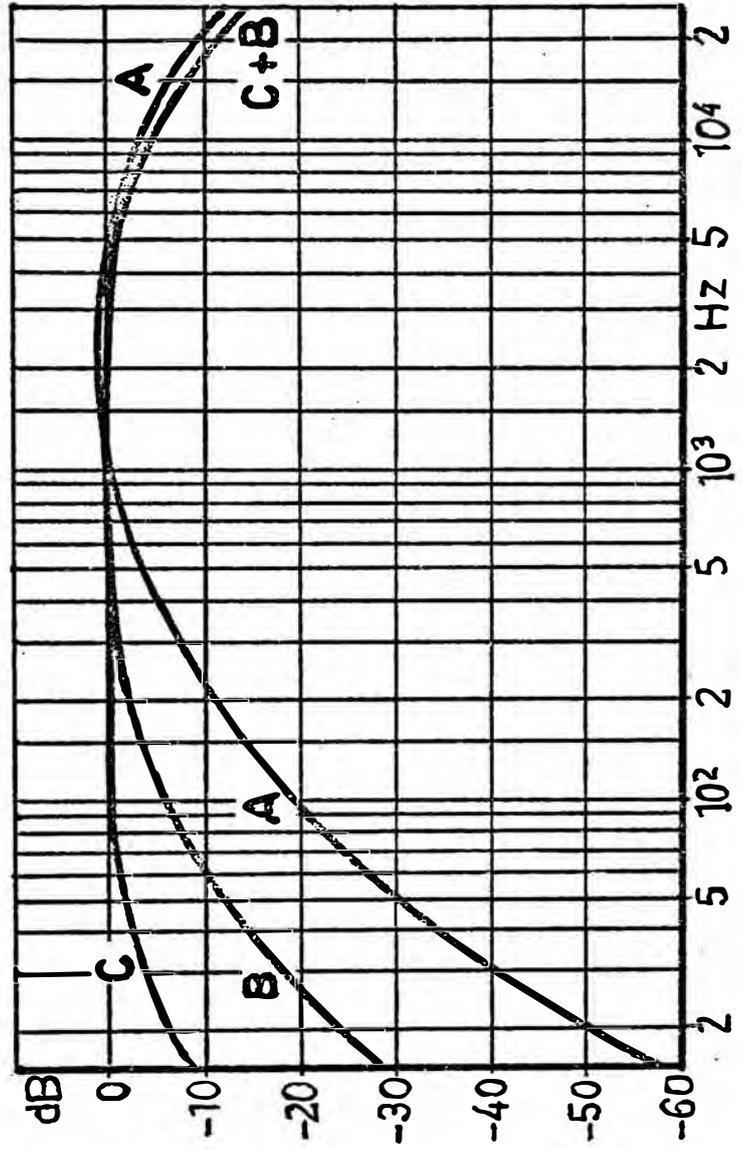


FIGURA 8

FIGURA 9



FRECUENCIA CARACTERISTICA DE LAS ESCALAS A, B y C

NUMERO DE dB QUE
DEBEN SUSTRARSE
DE LA LECTURA
TOTAL

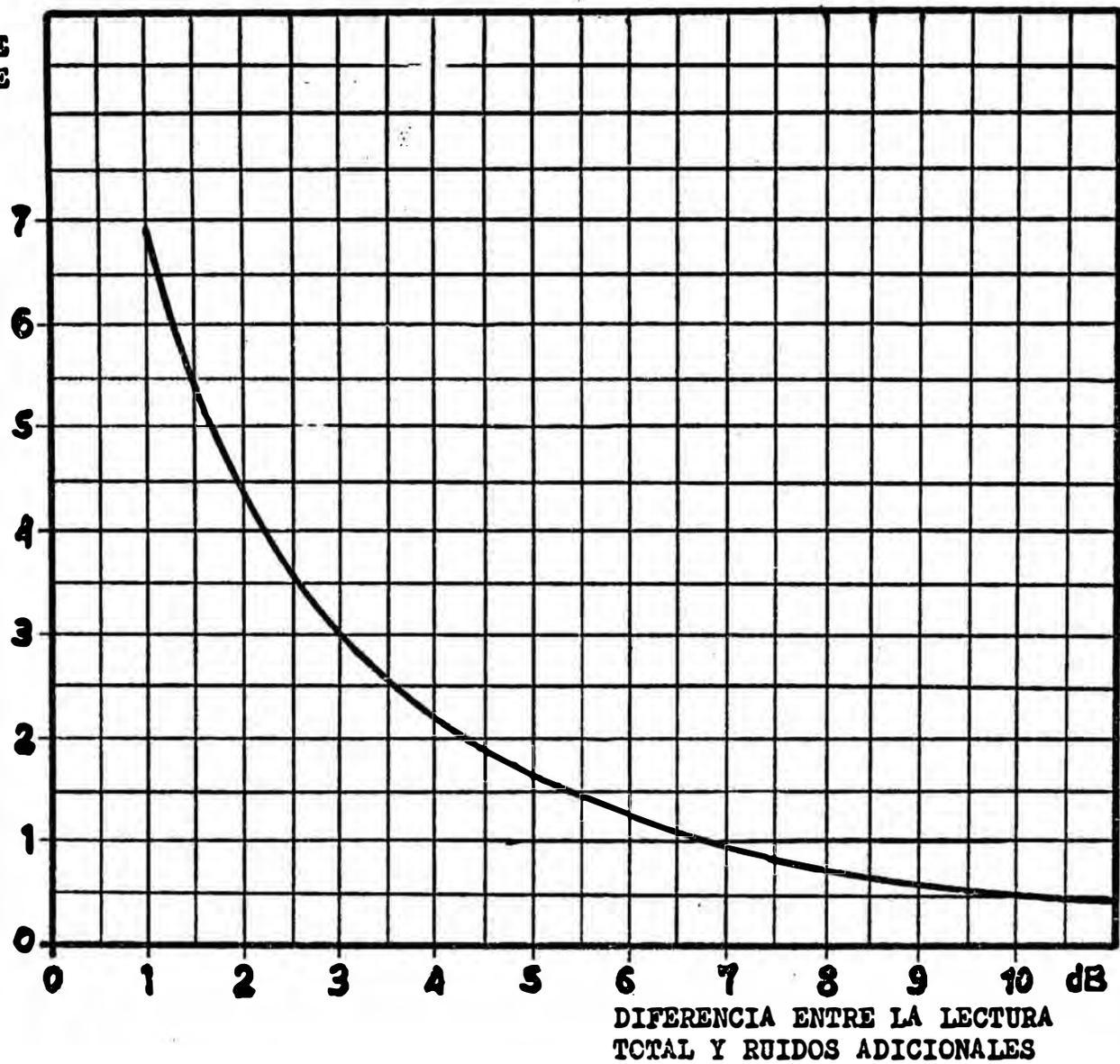
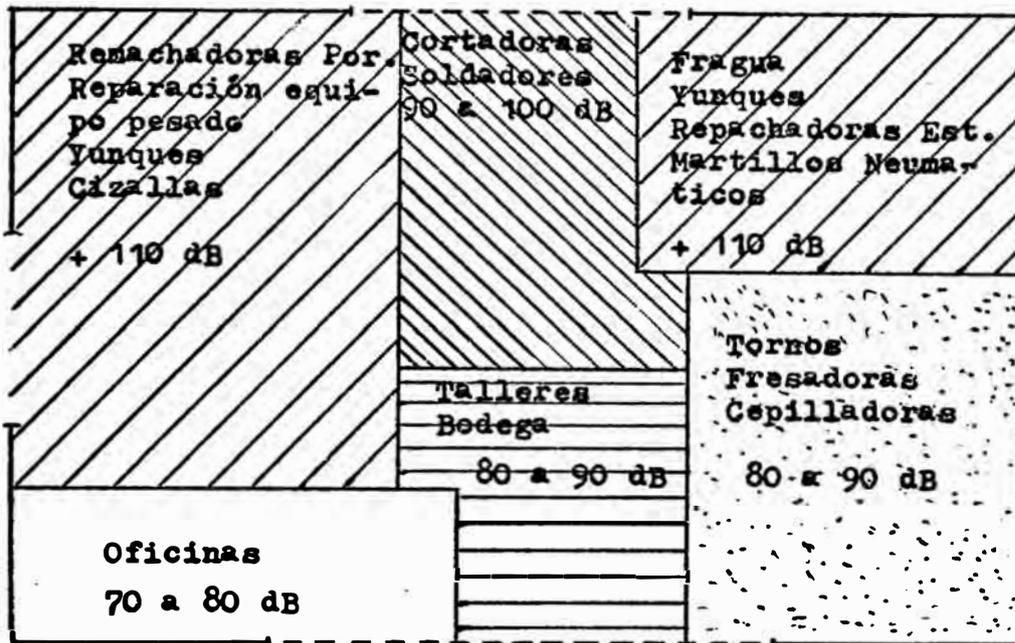
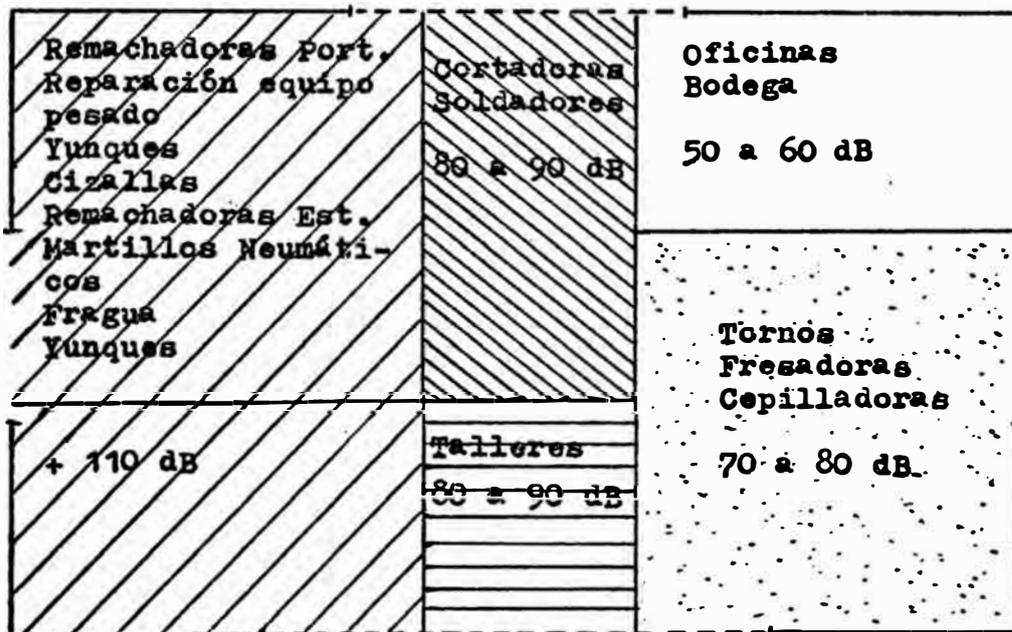


FIGURA 10

FIGURA 11



Area antes de aislar las máquinas de acuerdo al ruido que producen

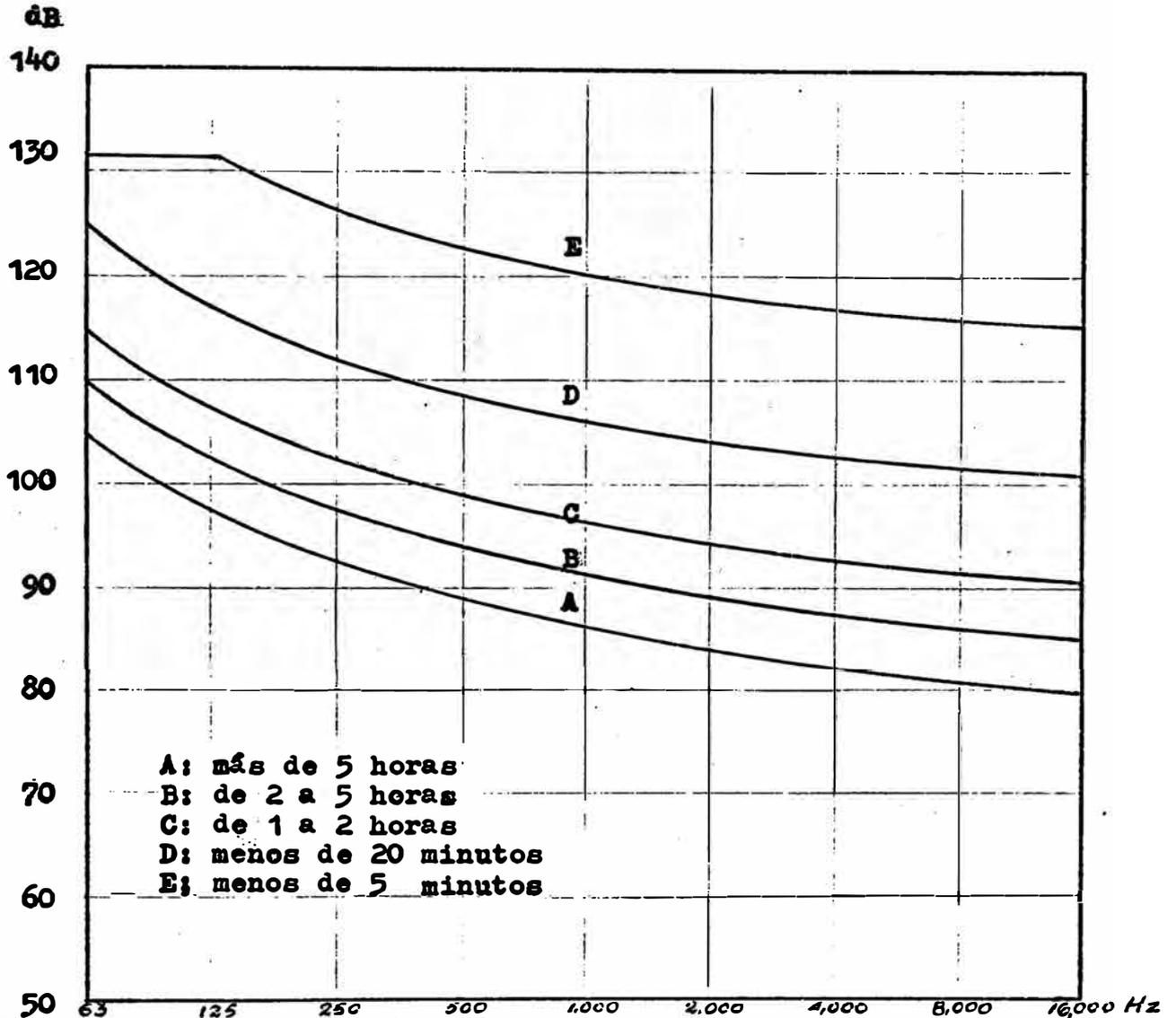


Area una vez hechos los cambios

CONTROL DEL RUIDO

FIGURA 12

Las siguientes curvas están tomadas de las Normas Suecas sobre ruido; por que no hay otras normas internacionales que den este tipo de información.



El nivel de presión acústica, la frecuencia y el tiempo durante el que se está sometiendo al ruido, son los factores que deciden si un ruido determinado es peligroso para la capacidad auditiva o no. Las curvas muestran en dónde termina la zona segura para diferentes períodos de actuación del ruido durante un día típico de trabajo.

Ruido dB PRUEBA DE LA EFICIENCIA DE LOS TAPONES DE ALGODON EMBEBIDOS
EN VASELINA LIQUIDA

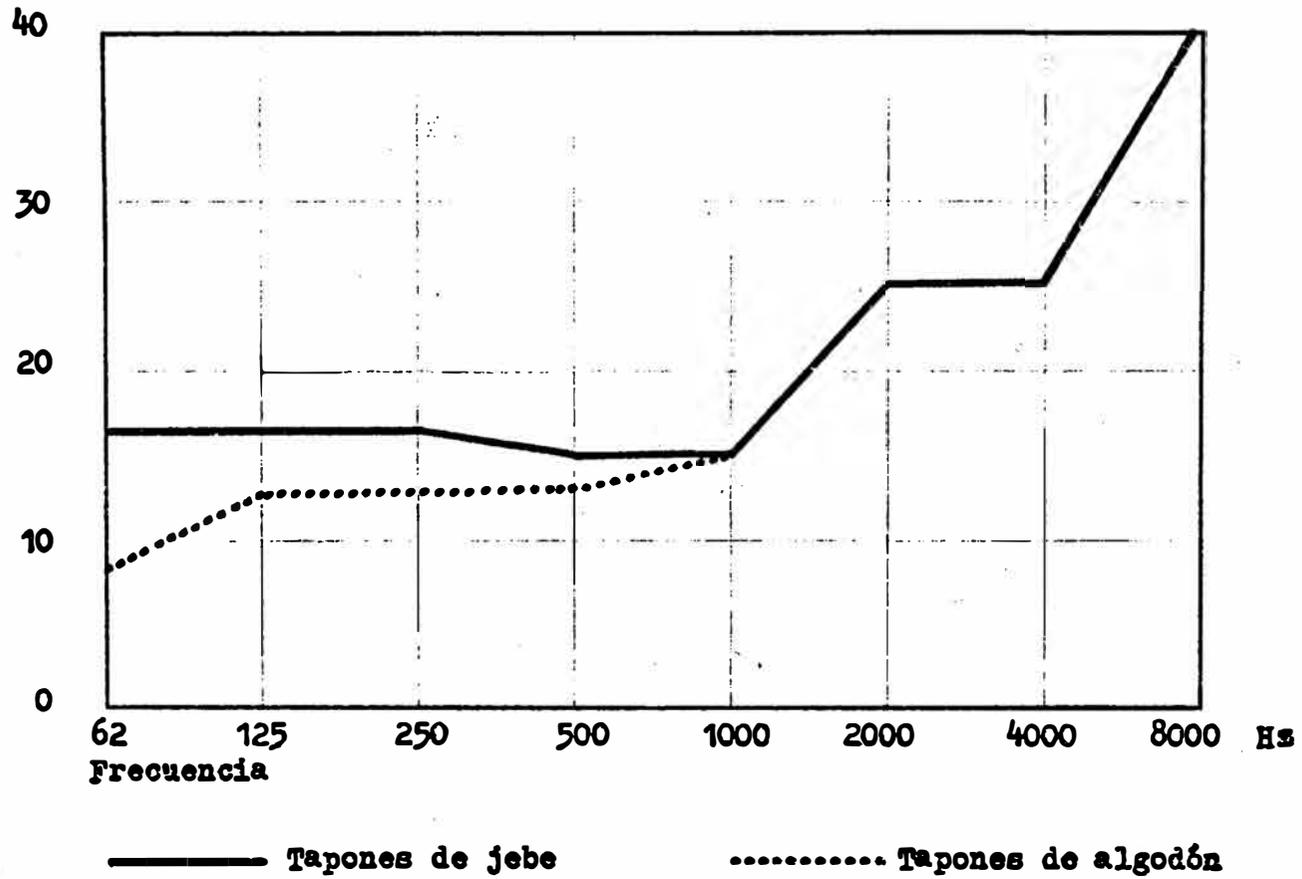
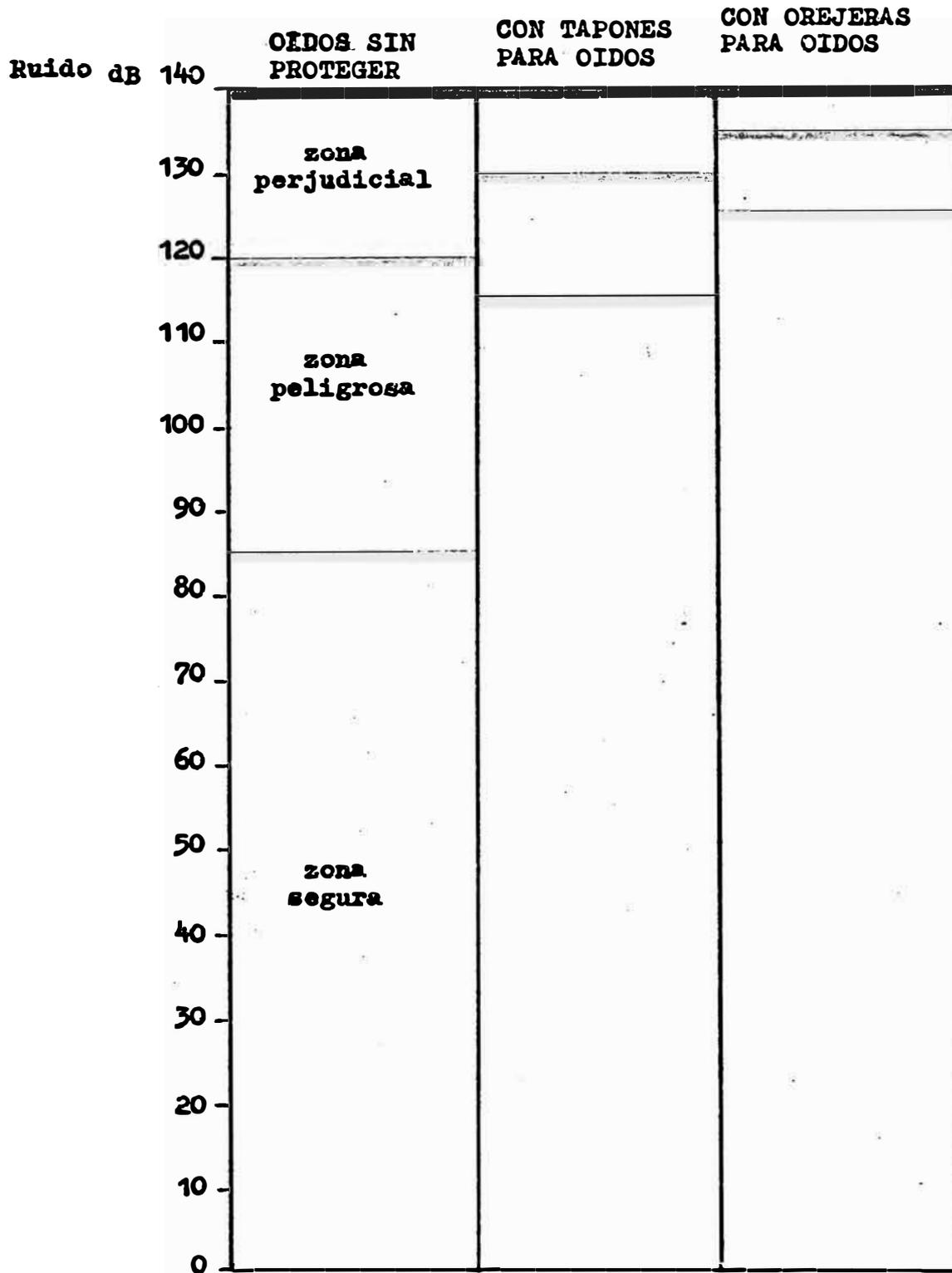


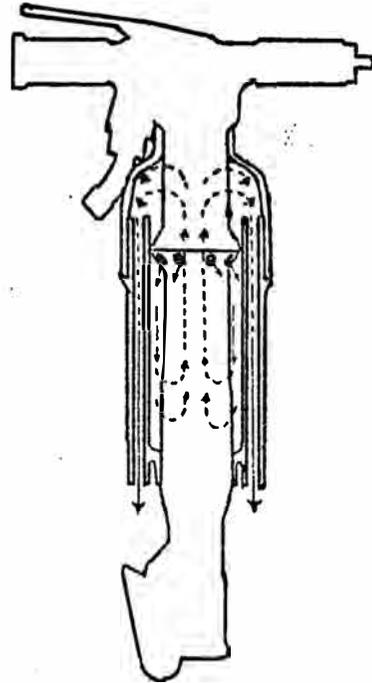
FIGURA 13

FIGURA 14

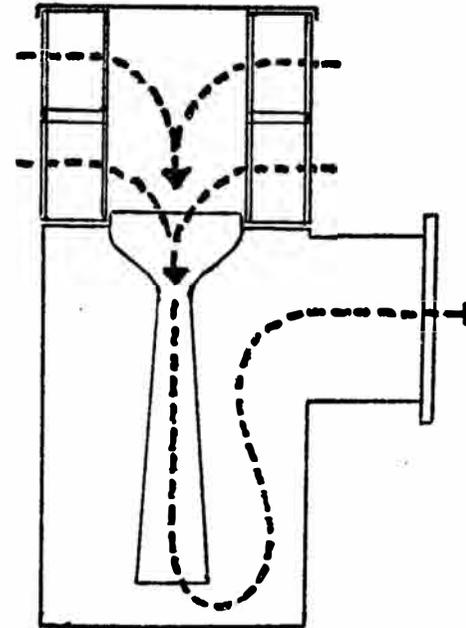


La figura muestra la zona peligrosa a 1000 Hz

**SILENCIADORES TIPICOS DE FABRICA PARA PERFORADORAS NEUMATICAS Y COMPRESORAS
(Atlas Copco)**



El aire de escape sale de la herramienta en descargas bruscas, pero las puntas de presión son suavizadas en el silenciador



Silenciador Venturi para compresoras

FIGURA 15

ANEXO II

SERVICIO DE MEDICINA OCUPACIONAL

Centromín-Perú

En este anexo incerto cuatro exámenes médicos.

Estos exámenes los llevan a cabo en el SERVICIO DE MEDICINA OCUPACIONAL de La Oroya, con un audiómetro marca MYCO.

Para efectuar los cálculos se ajustan a los cuatro pasos de la regla que acompaño.

REGLA

1. Se suman los dB de audición de las 3 frecuencias más bajas (500 - 1,000 - 2,000)

2. La suma se divide entre 3.

Se obtiene así el promedio de dB para cada oído.

3. Para obtener el porcentaje de disminución de la agudeza auditiva en cada oído; se resta 78 de la suma de dB de las tres frecuencias más bajas. A la diferencia se le multiplica por 5. El producto obtenido se divide entre 10.

4. Para obtener el porcentaje binaural al porcentaje menor se le multiplica por 5. Al producto se le suma el porcentaje mayor. Esta suma obtenida se le divide entre 6.

EJEMPLO

$$1 \quad OD \quad 55 + 55 + 60 = 170$$

$$OI \quad 55 + 55 + 50 = 160$$

Nivel auditivo para la palabra

$$2 \quad OD \quad 170 \div 3 = 56.7 \text{ dB}$$

$$OI \quad 160 \div 3 = 53.3 \text{ dB}$$

Impedimento auditivo

$$3 \quad OD \quad 170 - 78 = 92 \times 5 = 46.0 \%$$

$$OI \quad 160 - 78 = 85 \times 5 = 41.0 \%$$

Impedimento auditivo binaural

$$4 \quad 41 \times 5 = 205 + 46 = 251$$

$$251 \div 6 = \underline{\underline{41.8 \%}}$$



MEMORANDUM

		FECHA Junio, 7 de 1974
A:	Dr. Darío Ortega	LUGAR Hosp. Cerro de Pasco
DE:	Dr. Federico Má	DEPT. O DIV. Medicina Ocupacional
ASUNTO:	CARHUARICRA CAPCHA, Juan de Dios 130-25645	

El examen audiométrico de control, dió el siguiente resultado:

- 1) NIVEL AUDITIVO PARA LA PALABRA
Oído derecho: 21.6 dB
Oído izquierdo: 78.3 dB

- 2) IMPEDIMENTO AUDITIVO
Oído derecho: 0.0 %
Oído izquierdo: 78.5 %

- 3) IMPEDIMENTO BINAURAL 13.0 %

CONCLUSION:

Se aprecia ligera mejoría de la audición del oído izquierdo en comparación con el anterior control. Así mismo ha disminuido el impedimento total de la audición: de 18.9 % que tenía a 13.0 % de impedimento actual.

Continuar con las recomendaciones hechas anteriormente. Nuevo control en Medicina Ocupacional la primera quincena del mes de Agosto de 1973.

cc. Archivo

Una firma y un sello

NO ARCHIVE PAPELLES INNECESARIOS



MEMORANDUM

		FECHA Mayo, 24 de 1974
A Dr. Fernando Espinoza	LUGAR Hosp. Cerro de Pasco	
DE Dr. Federico Má	DEPT. O DIV. Medicina Ocupacional	
ASUNTO: CARHUARICRA GAPCHA, Juan de Dios 130-25645		

El audiograma de control del servidor del rubro,
es el siguiente:

- 1) NIVEL AUDITIVO PARA LA PALABRA
Oído derecho: 16.6 dB
Oído izquierdo: 53.3 dB

- 2) IMPEDIMENTO AUDITIVO
Oído derecho: 0.0 %
Oído izquierdo: 41.0 %

- 3) IMPEDIMENTO BINAURAL 6.8 %

CONCLUSION:

Se aprecia gran mejoría en la audición de este ser-
vidor. Debe tener como tratamiento otro dosis de

No debe estar expuesto a ruidos intensos.

Nuevo control en Medicina Ocupacional, la segunda
quincena de Agosto de 1974

cc. Archivo

Una firma y un sello



MEMORANDUM

		FECHA Agosto, 2 de 1974
A:	Dr. Fernando Espinoza	LUGAR Hosp. Cerro de Pasco
DE:	Dr. Federico Má	DEPT. O DIV. Medicina Ocupacional
ASUNTO:	CHACON VILLENA, Cecilio	105-28249

El audiograma de control del servidor del rubro,
es el siguiente:

- 1) NIVEL AUDITIVO PARA LA PALABRA
Oído derecho: 50 dB
Oído izquierdo: 48.3 dB

- 2) IMPEDIMENTO AUDITIVO
Oído derecho: 36.0 %
Oído izquierdo: 33.5 %

- 3) IMPEDIMENTO BINAURAL 33.9 %

CONCLUSION:

Discreta mejoría de la audición en relación con el control anterior en que tenía 34.7 % de hipoacusia total.

Se recomienda que se le aplique.....

Nuevo control en Medicina Ocupacional, la segunda quincena de Octubre de 1974.

cc. Archivo

Un sello y una firma.



MEMORANDUM

		FECHA Agosto, 19 de 1974
A Dr. Fernando Castellanos		LUGAR Hosp. San Cristobal
DE: Dr. Federico Má		DEPT. O DIV. Medicina Ocupacional
ASUNTO: URCOHUARANGA FRANCO, Feliciano 105-88502		

El audiograma de control del servidor del subro, es el siguiente:

- 1) NIVEL AUDITIVO PARA LA PALABRA
 - Oído derecho: 75.0 dB
 - Oído izquierdo: 85.0 dB

- 2) IMPEDIMENTO AUDITIVO
 - Oído derecho: 73.5 %
 - Oído izquierdo: 100.0 %

- 3) IMPEDIMENTO BINAURAL 77.9 %

CONCLUSION:

Se aprecia aumento de la hipoacusia comparando con el control anterior.

Puede tener otra serie de

Nuevo control en Medicina Ocupacional, la primera quincena de Octubre de 1974

cc. Archivo

Una firma y un sello

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

- FISICA GENERAL MODERNA Robert L. Weber, Kenneth V.
Manning, Marsh W. White,
Joaquin Febrer.
- NATIONAL SAFETY NEWS 1971, 1972, 1973.
- WILLSON PRODUCTS DIVISION
- BILSON INTERNATIONAL AB Billesholm ear protector.
- NOISE REDUCTION IN PNEUMATIC TOOLS Atlas Copco
- COMPRESSED AIR MAGAZINE 1971
- INDUSTRIAL NOISE MANUAL American Industrial Hygiene
Association
- NOTICIAS DE SEGURIDAD Años: 1968 a 1972