

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL
Escuela de Ingeniería de Higiene y Seguridad Industrial



**"CONTROL DEL RUIDO INDUSTRIAL EN UNA
FUNDICION DE ACERO Y FIERRO"**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:
INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Presentado por:
EDMUNDO RUIZ MOLLEDA

Lima - Peru
1998

A mis queridos padres: Irma y Edmundo
con cariño y gratitud por sus sacrificios
y constante preocupación por la culminación
de mi carrera profesional.

Al Ing. Eusebio Robles, mi
respeto y gratitud por su
paciencia y orientación en
el desarrollo del presente
trabajo.

Al Sr. Félix Seminario, por
el apoyo y colaboración
recibidos para poder
concluir el presente trabajo.

CONTROL DEL RUIDO INDUSTRIAL EN UNA FUNDICION DE ACERO Y FIERRO

INDICE

	Pag.
RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
CAPITULO I.- MARCO GENERAL	4
1.1. Teoría sobre el ruido	4
1.2. Efectos Nocivos de la exposición al ruido	18
1.3. Usos	21
1.4. Antecedentes	23
1.5. Justificación	31
CAPITULO II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	33
2.1. Procesos y operaciones industriales en una fundición de fierro y acero	33
2.2. Descripción del problema	38
2.3. Análisis ocupacional	43
2.4. Formulación del problema	45
2.5. Hipótesis	46
CAPITULO III.- OBJETIVOS	47
3.1. Objetivos general	47
3.2. Objetivos específicos	47

CAPITULO IV.- DISEÑO METODOLOGICO	48
4.1. Tipo de estudio	48
4.2. Unidad de estudio	48
4.3. Población beneficiaria	49
4.4. Métodos e instrumentos	49
4.5. Procedimiento: Tabulación y análisis de datos	51
CAPITULO V.- DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS	57
5.1. Equipos empleados	57
5.2. Datos obtenidos	60
5.3. Niveles equivalentes de ruido continuo y dosis de exposición	95
5.4. Análisis de frecuencias (Bandas de octavas)	107
CAPITULO VI.- INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	113
6.1. Análisis de datos	113
6.2. Discusión de resultados	124
CAPITULO VII.- CONTROL DEL RUIDO	126
7.1. Métodos de control	126
7.2. Costo estimado de la inversión	139
CAPITULO VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
CAPITULO IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	146

CAPITULO IV.- DISEÑO METODOLOGICO	48
4.1. Tipo de estudio	48
4.2. Unidad de estudio	48
4.3. Población beneficiaria	49
4.4. Métodos e instrumentos	49
4.5. Procedimiento: Tabulación y análisis de datos	51
CAPITULO V.- DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS	57
5.1. Equipos empleados	57
5.2. Datos obtenidos	60
5.3. Niveles equivalentes de ruido continuo y dosis de exposición	95
5.4. Análisis de frecuencias (Bandas de octavas)	107
CAPITULO VI.- INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	113
6.1. Análisis de datos	113
6.2. Discusión de resultados	124
CAPITULO VII.- CONTROL DEL RUIDO	126
7.1. Métodos de control	126
7.2. Costo estimado de la inversión	139
CAPITULO VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
CAPITULO IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	146

INTRODUCCION

Uno de los aspectos más importantes, en el campo de la Higiene y Seguridad Industrial, es probablemente el problema del ruido. Desde hace algún tiempo se le ha reconocido al ruido como una de las grandes causas de la pérdida de audición y de patología.

El continuo desarrollo industrial, el incremento del número de personas expuestas a ruidos intensos y la experiencia acumulada con respecto al ruido y sus efectos sobre el sentido auditivo, han dado lugar en los últimos años a una particular atención sobre este agente contaminante. En este sentido, uno de conceptos recientemente introducidos en la valoración de la exposición al ruido, es el cambio de criterio de **riesgo de daño a la audición**, por el criterio de **conservación de la audición**.

Los avances tecnológicos de nuestro siglo han creado un mundo mejor, sin embargo muchas actividades resultan más ruidosas; por ejemplo: cuando el hombre pilotea un «jet», construye un puente, o trabaja en una fábrica, hace ruido. Parece como si no se pudiesen hacer grandes cosas sin hacer mucho ruido. Pero el hombre, que produce el ruido, trata también de eliminarlo, y gasta mucho dinero al año para reducirlo.

El mercado de las fundiciones está constituido esencialmente por la minería y la actividad extractiva. También se cubren otros sectores de la producción, como son: cementeras, pesqueros, azucareros, construcciones navales y metal mecánica en general. Este mercado implica requerimientos de acero y hierro de calidad específica, según se den condiciones de abrasión, temperatura, impacto, corrosión, etc.

INTRODUCCION

Uno de los aspectos más importantes, en el campo de la Higiene y Seguridad Industrial, es probablemente el problema del ruido. Desde hace algún tiempo se le ha reconocido al ruido como una de las grandes causas de la pérdida de audición y de patología.

El continuo desarrollo industrial, el incremento del número de personas expuestas a ruidos intensos y la experiencia acumulada con respecto al ruido y sus efectos sobre el sentido auditivo, han dado lugar en los últimos años a una particular atención sobre este agente contaminante. En este sentido, uno de conceptos recientemente introducidos en la valoración de la exposición al ruido, es el cambio de criterio de **riesgo de daño a la audición**, por el criterio de **conservación de la audición**.

Los avances tecnológicos de nuestro siglo han creado un mundo mejor, sin embargo muchas actividades resultan más ruidosas; por ejemplo: cuando el hombre pilotea un «jet», construye un puente, o trabaja en una fábrica, hace ruido. Parece como si no se pudiesen hacer grandes cosas sin hacer mucho ruido. Pero el hombre, que produce el ruido, trata también de eliminarlo, y gasta mucho dinero al año para reducirlo.

El mercado de las fundiciones está constituido esencialmente por la minería y la actividad extractiva. También se cubren otros sectores de la producción, como son: cementeras, pesqueros, azucareros, construcciones navales y metal mecánica en general. Este mercado implica requerimientos de acero y hierro de calidad específica, según se den condiciones de abrasión, temperatura, impacto, corrosión, etc.

Debido principalmente a un paulatino ascenso de la actividad minera existente y a la puesta en marcha de nuevos proyectos mineros, las fundiciones se han visto en la necesidad de adquirir nuevas máquinas, equipos, materiales y desarrollar e incorporar nuevas tecnologías que les permitan competir no sólo a nivel nacional sino también en el mercado internacional.

Durante el proceso de fabricación de piezas de acero y fierro en una fundición, existen áreas de trabajo en las que se alcanza considerables niveles de ruido originados principalmente por el funcionamiento de máquinas. Tal es el caso en las proximidades de los molinos de desgranado y en los de pulido, así como en el área de acabado de piezas por el funcionamiento de las amoladoras y martillos neumáticos.

Con este trabajo se pretende determinar la magnitud del riesgo en los trabajadores considerando sus rutinas y ocupaciones laborales y compararlos con los límites de exposición vigentes.

El presente trabajo se realiza como una contribución a la investigación del problema del ruido en la fundición de fierro y acero y para dar algunas pautas de solución a este problema.

CAPITULO I

MARCO GENERAL DEL ESTUDIO

1.1. Teoría sobre el ruido

Etimológicamente la palabra ruido proviene del latín **rugitus**, y significa, por lo común sonido articulado y confuso más o menos fuerte, o conjunto de ellos^[2].

El ruido es un sonido no deseado producido por una vibración errática intermitente o estadísticamente de azar, que no tiene componentes de frecuencia claramente definidos y que puede dificultar la comunicación hablada, ser causa de diversos malestares o producir sordera.

A continuación se presenta algunas propiedades sobre el ruido y sus componentes.

Desplazamiento.- para una partícula que oscila, se puede definir como la distancia entre su posición de reposo y su posición instantánea.

Amplitud.- es el máximo desplazamiento que sufre una partícula en vibración. Para el caso de una onda de presión armónica, la amplitud será la máxima presión en un ciclo.

Período.- (T) es el tiempo en que se efectúa un ciclo completo, está dado en segundos u otra unidad de tiempo.

Frecuencia.-(*f*) se define como el número de ciclos por unidad de tiempo, sus

unidades son generalmente ciclos por segundo o Hertz y está relacionada con el período mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{T}$$

Longitud de onda.- es la distancia entre dos máximos y dos mínimos sucesivos, o sea, que es equivalente a un período espacial.

Tabla 1.1

VELOCIDADES DE LAS ONDAS ACUSTICAS EN DIFERENTES MEDIOS				
Medio	Velocidad (m/s)	Medio	Velocidad (m/s)	
			Long.	Transv.
GAS		SOLIDOS ISOTROPOS		
Hidrógeno	1,260	Aluminio	6,400	5,240
Gas alumbrado	440	Hierro	5,850	5,170
Amoniaco	415	Níquel	5,600	4,760
Vapor de agua	405	Cobre	4,600	3,580
Nitrógeno	337	Zinc	4,170	3,810
Aire	331	Plata	3,600	2,640
Argón	319	Estaño	3,320	2,730
Oxígeno	317	Plomo	2,400	1,250
Yodo	108	Cristal de Roca	4,800	4,550
LIQUIDOS		Vidrio fino		
Glicerina	1,920	para vidrieras	5,660	5,300
Agua (13°C)	1,450	Granito	--	3,950
Mercurio	1,450	Mármol	4,810	4,810
Petróleo	1,325	Madera encina	--	4,100
Bencina	1,165	Madera olmo	--	4,010
Alcohol etílico	1,240	Corcho	--	500
Cloroformo	983	Caucho	--	40 a 150

Fuente:^[2]

Velocidad de propagación.- es la velocidad con la que se propaga una onda en un determinado medio, esta velocidad es constante, siempre que no varíen las condiciones del medio.^[3]

Las primeras determinaciones de velocidad fueron efectuadas en 1640 por el padre Marin Marsenne quién halló un valor de 448 m/s. Las experiencias más

recientes asignan un valor de 330.7 m/s con aire exento de humedad y a una temperatura de 0°C. Esta velocidad está sujeta a variaciones de acuerdo con la frecuencia del sonido, presión atmosférica, grado de humedad ambiente, altura, temperatura y vientos. A temperaturas de 10°C bajo cero, desciende a 325.6 m/s y se eleva a 717 m/s cuando el aire es calentado a 1000°C⁽⁶⁾.

Presión sonora.- refleja la energía que desplaza el sonido en su propagación y determina la amplitud de la onda y, por lo tanto, la mayor o menor fuerza del sonido. Asimismo se puede decir que es la diferencia entre la presión atmosférica y la presión resultante de la onda vibratoria en cada instante. Se mide en bares, dinas/cm² o pascales.

Intensidad.- es la energía contenida en las partículas del aire que vibran por impulso de la onda.

Nivel de presión sonora (Lp).- expresado en decibeles es 20 veces el logaritmo en base 10 de la relación de la presión de este sonido, a la presión de la referencia (esta presión usada es 0.0002 microbares)

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

Donde: P = valor eficaz de presión sonora
P₀ = 0.0002 microbares

Considerando que:

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

I = Nivel de intensidad sonora
P = Presión eficaz
ρ = Densidad del medio
c = velocidad del sonido

Entonces, si se quiere expresar una relación de intensidades en dB se tendrá lo siguiente:

$$L_i = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

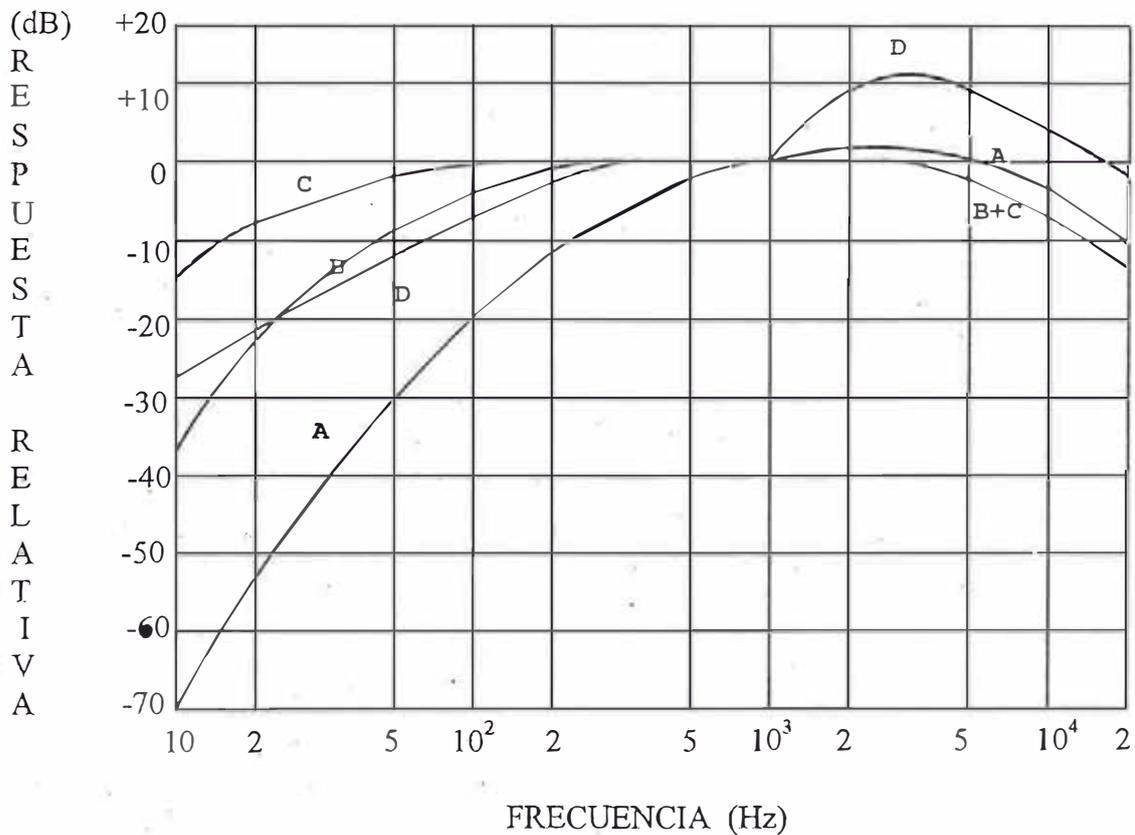
Donde: I = nivel de intensidad sonora
I₀ = 10⁻¹² watts/m²

Para expresar el nivel de presión sonora, usualmente se utiliza el microbar que equivale a una millonésima parte de la presión atmosférica. Esta medida es incómoda para fines prácticos, siendo necesaria la utilización de otro sistema llamado decibel ó **dB**, en honor de G.Bell, inventor del teléfono. Esta es una unidad que relaciona dos energías acústicas.

Escalas de ponderación

Inicialmente, se definieron las ponderaciones (A), (B) y (C); estas se usaban de acuerdo al nivel del ruido que se quería evaluar. Las ponderaciones anteriormente mencionadas se pueden conseguir mediante el uso de filtros, que corrigen o atenúan las respuestas aproximándolas a la del oído humano.

Gráfico 1.1
Respuesta de Frecuencia de las redes de ponderación



Hoy en día, de las ponderaciones anteriores, prácticamente sólo se usa la ponderación (A), pues se ha visto que existe una buena correlación entre los resultados medidos y la respuesta del oído humano.

La ponderación (C) aún se incluye en los sonómetros más completos. Posteriormente apareció la ponderación (D) usada para evaluar el ruido de aviones hoy en día (por encima de 120 dB); ésta ponderación también está fuera de uso. El gráfico 1.1 muestra las respuestas de frecuencias de los filtros A, B, C y D. La escala (B) no produce atenuaciones entre los 400 Hz y los 3000 Hz y la escala (C) entre los 100 Hz y los 3000 Hz.

La escala A es la más usada por la mayoría de los organismos internacionales para efectuar mediciones.^[3]

Suma de niveles de presión sonora

En la mayoría de casos que se dan en la práctica, no se trabaja con una sola fuente de sonido sino con varias fuentes simultáneamente, es así que con mucha frecuencia será necesario sumar niveles de presión sonora.

A continuación se explica un procedimiento utilizado para sumar niveles de ruido.

- * Para el caso de dos fuentes distintas y dos niveles de ruido medidos en el mismo lugar de trabajo, se halla la diferencia entre ellos ($R_1 - R_2$).
- * Ubicar en la tabla 1.2 la cantidad R_d correspondiente a esta diferencia.
- * El nivel resultante se obtiene sumando esta cantidad R_d al mayor nivel sonoro: R_1 ó R_2 .
- * Para sumar más de dos niveles sonoros de fuentes distintas, se realizará la misma operación anterior cada dos, y se le sumará al tercero el resultado de los dos primeros y así sucesivamente.

Ejemplo: Se busca obtener el resultado de la suma de los siguientes niveles sonoros: 77.9, 85.1 y 87.0 dB.

Diferencia de niveles: $87.0 - 85.1 = 1.9$

R_d correspondiente a $1.9 = 2.2$

Adicionar al mayor: $87.0 + 2.2 = 89.2$ dB

Diferencia de niveles: $89.2 - 77.9 = 11.3$

R_d correspondiente a $11.3 = 0.3$

Adicionar al mayor: $89.2 + 0.3 = 89.5$ dB

Tabla 1.2

Valores para combinar niveles sonoros en decibeles de ruidos mixtos

Diferencia numérica Entre dos niveles R1 - R2	R_d , cantidad a ser sumada al mayor valor R1 ó R2	Diferencia numérica Entre dos niveles R1-R2	R_d , cantidad a ser sumada al mayor valor R1 ó R2
0.0 - 0.1	3.0	4.1 - 4.3	1.4
0.2 - 0.3	2.9	4.4 - 4.7	1.3
0.4 - 0.5	2.8	4.8 - 5.1	1.2
0.6 - 0.7	2.7	5.2 - 5.6	1.1
0.8 - 0.9	2.6	5.7 - 6.1	1.0
1.0 - 1.2	2.5	6.2 - 6.6	0.9
1.3 - 1.4	2.4	6.7 - 7.2	0.8
1.5 - 1.6	2.3	7.3 - 7.9	0.7
1.7 - 1.9	2.2	8.0 - 8.6	0.6
2.0 - 2.1	2.1	8.7 - 9.6	0.5
2.2 - 2.4	2.0	9.7 - 10.7	0.4
2.5 - 2.7	1.9	10.8 - 12.2	0.3
2.8 - 3.0	1.8	12.3 - 14.5	0.2
3.1 - 3.3	1.7	14.6 - 19.3	0.1
3.4 - 3.6	1.6	19.4	0.0
3.7 - 4.0	1.5		

Fuente: Norma COVENIN

Enmascaramiento y ruido de fondo

En la vida diaria es muy común que no estemos expuestos a un sólo tipo de ruido a la vez sino, a varios simultáneamente.

Cuando por ejemplo, nos encontremos hablando con otra persona y de pronto un ruido impide que entendamos con claridad, diremos que el ruido ha **enmascarado** la conversación.

En la industria sucede algo muy similar; por ejemplo una máquina que funciona y produce un determinado ruido y otra máquina que emite un **ruido de fondo**. Este factor puede afectar a la precisión de las mediciones, según el valor de su nivel comparado con el de la señal de ruido a medir. Esto significa, que el nivel de la señal debe ser por lo menos 3 dB superior al del ruido de fondo.

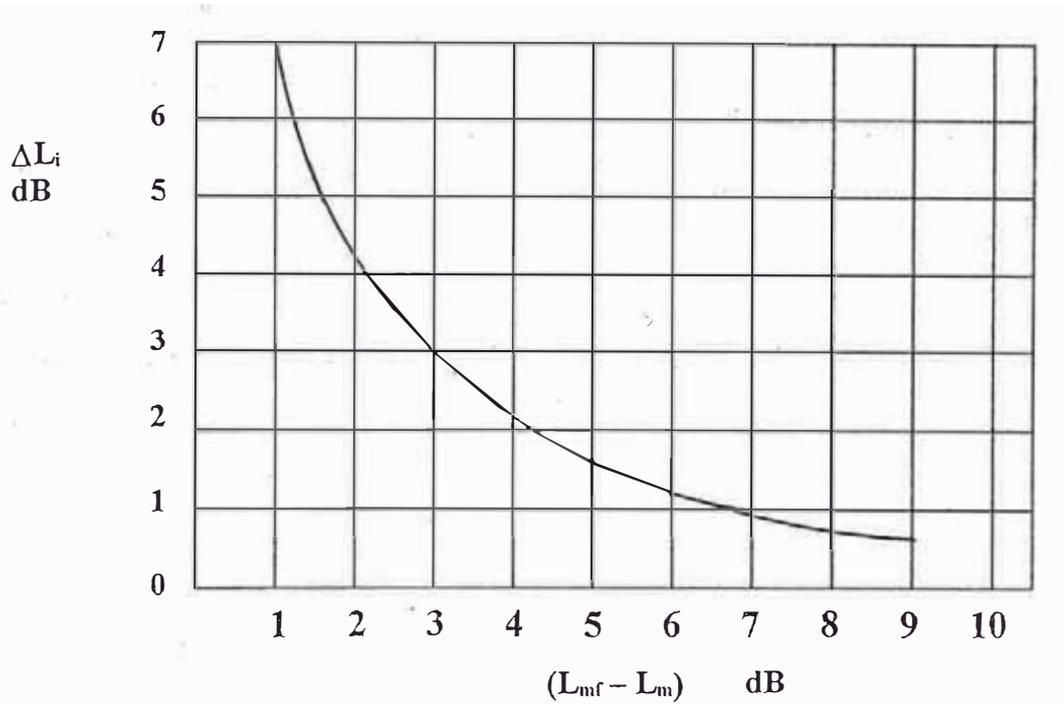
El siguiente es el procedimiento para medir el nivel sonoro de una máquina bajo un elevado ruido de fondo.

- a) Medir el nivel total de ruido ($L_m + L_{m.f}$) con la máquina funcionando.
- b) Medir el nivel del ruido de fondo ($L_{m.f}$) con la máquina parada.
- c) Hallar la diferencia entre las lecturas (a) y (b). Si dicha diferencia es menor de 3 dB, el nivel del ruido de fondo es demasiado alto y no permite una medida de precisión. Si está entre 3 y 10 dB habrá que realizar una corrección. Y si esta diferencia es mayor a 10 dB no es necesario corrección alguna.
- d) Para realizar la corrección, entrar en el eje de las abscisas del gráfico 1.2. Con la diferencia hallada en el paso (c), subir hasta encontrar la curva de referencia y desde este punto ir horizontalmente hasta el eje de ordenadas.
- e) Restar el valor leído en el eje de ordenadas (L_i) del total leído en el paso (a). El resultado será el nivel de ruido de la máquina.

Ejemplo:

(a) Ruido total	= 75 dB
(b) Ruido de fondo	= 68 dB
(c) Diferencia	= 7 dB
(d) Corrección (gráfico)	= 1 dB
(e) Ruido de la máquina	= 75 - 1 = 74 dB

Gráfico 1.2
Diagrama para combinación de niveles sonoros

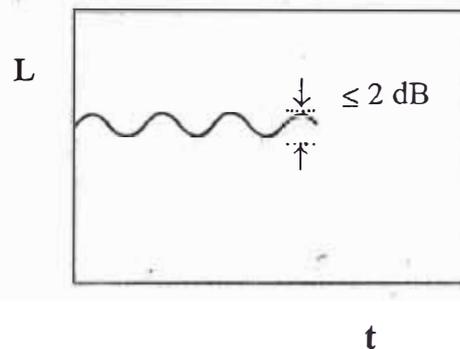


Tipos de ruido

a) Ruido continuo

Es aquel ruido que mantiene un nivel relativamente estable durante un período determinado. Técnicamente se considera al ruido que se presenta en un lapso de por lo menos 15 minutos con una variación menor de dos decibeles; es recomendable que las mediciones se efectúen con un sonómetro operando en respuesta lenta en la red balanceada.

Gráfico 1.3
Ruido Continuo



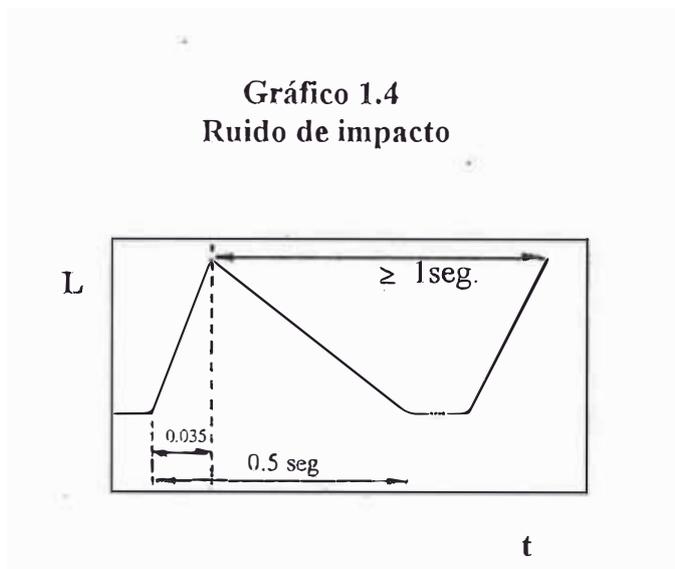
b) Ruido discontinuo

b.1) Ruido impulsivo o de impacto.-

Es aquél producido por ejemplo, por prensas, remachadoras, armas de fuego, etc., y cuyo intervalo entre dos niveles máximos tiene una duración mayor a 0,5 segundos. El ruido impulsivo puede ser causa tanto de daño a la audición como de ansiedad. Se ha determinado que en el caso de ruido impulsivo, el daño dependerá de cuatro factores: el valor pico del ruido, el tiempo de subida del impulso, la frecuencia de repetición de los impulsos y de la energía reflejada en las paredes. Este tipo de ruido puede tener dos variantes:

- * Impulsivo aislado, son ruidos de un segundo de duración.
- * Ruido cuasi-continuo, son ruidos mayores de un segundo.

Gráfico 1.4
Ruido de impacto



b.2) Ruido intermitente.- Es creado por fuentes de ruido con ciclos a intervalos, que usualmente se presentan en períodos no mayores a 15 minutos ni menores de un segundo. Puede tener dos variantes:

- * Intermitente fijo, en el que se producen caídas bruscas hasta el nivel ambiental de forma intermitente, volviéndose a alcanzar el nivel superior fijo. El nivel superior debe mantenerse durante más de un segundo antes de producirse una nueva caída de nivel ambiental.

- * Intermitente variable, está constituido por una sucesión de distintos niveles de ruidos estables.

Gráfico 1.5
Ruido intermitente fijo

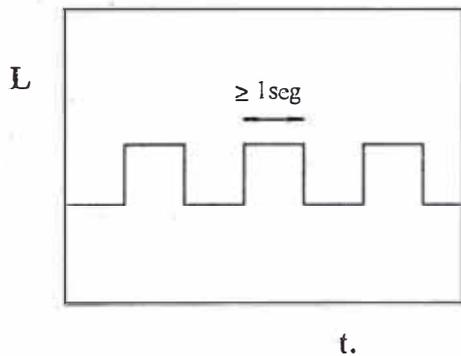
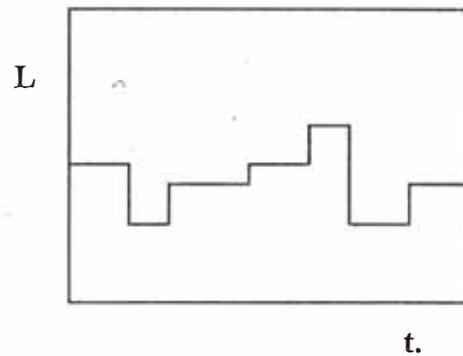


Gráfico 1.6
Ruido intermitente variable

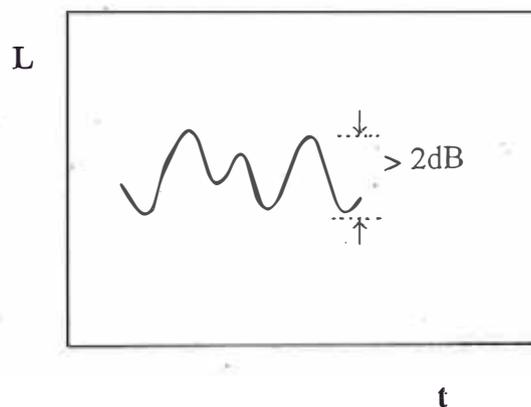


b.3) Ruido fluctuante.- Caracterizado por niveles de sonido que varían con el tiempo, lo cual se puede apreciar en las variaciones del dial en un medidor de ruido. Se presentan dos tipos:

En el primer caso, el ruido alterna entre dos ó más niveles de sonido bien definidos.

- El segundo caso se caracteriza por un amplio rango de irregularidad en los niveles de sonido que registra el medidor.

Gráfico 1.7
Ruido fluctuante



Anatomía y fisiología del oído humano

Antes de entrar en detalle sobre el tema de los efectos de la exposición al ruido, es necesario conocer el comportamiento del oído, pues en torno al funcionamiento de este órgano y de los efectos psicológicos que de él se deriven es que nacen los criterios para evaluar y controlar el ruido.

El oído humano normal está naturalmente dispuesto para la recepción de los sonidos cuya frecuencia esté comprendida entre 20 y 20,000 hertz para luego convertirlas en impulsos eléctricos que son transmitidos al cerebro para su interpretación.

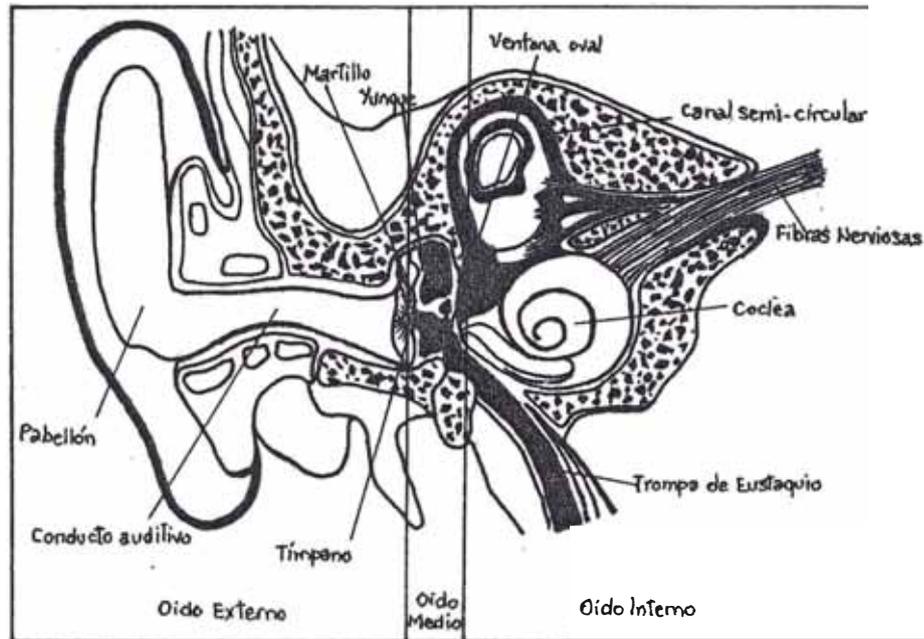
El oído consta de 3 partes: El oído externo, el oído medio y el oído interno, tal como lo muestra el gráfico 1.8.

El oído externo, está conformado por el pabellón de la oreja y el canal auditivo. El pabellón de la oreja es pequeño comparado con las longitudes de onda del sonido, es por este motivo que presenta un efecto direccional pobre. Cabe aclarar que en la percepción de altas frecuencias, la cabeza, el pabellón del oído y el torso tienen importancia. La función del oído externo es recepcionar y canalizar la onda incidente recibida hasta el tímpano mediante el pabellón de la oreja y el conducto auditivo.

El oído medio está conformado por una cadena de tres huesecillos: el martillo, el yunque y el estribo. El martillo es el que recibe las vibraciones de la onda incidente. Los tres huesecillos actúan como un acoplador de impedancia entre el oído externo e interno, ésta adaptación es necesaria pues cuando a través de los huesecillos la onda incidente llega al oído interno vía ventana oval, tendrá que propagarse en un medio líquido.

Además de la función mencionada anteriormente, los huesecillos tienen una segunda función, que es, la de proteger de daños al oído interno, en presencia de niveles peligrosos de sonido los huesecillos se desvían lateralmente.

Gráfico 1.8
Partes del oído



Finalmente, se encuentra el **oído interno** conformado por la ventana oval y la coclea. Al vibrar la ventana oval por acción de los huesecillos, hace que la onda de sonido se propague a través del fluido que contiene la coclea, ésta se encuentra dividida en dos partes por la membrana basilar, donde se encuentran distribuidos los sensores del sonido, los que a su vez están conectados a los terminales nerviosos, estos sensores son capaces de discriminar las diferentes frecuencias que conforman la onda.

Es importante mencionar que aún existe un mecanismo de defensa más, este es la ventana circular, la cual disipa vibrando el exceso de presión que pueda existir en la coclea.

La percepción de sonidos

Esquemáticamente, el mecanismo del sentido del oído es el siguiente. Las ondas de sonido entran por el canal auditivo que termina en el tímpano, frontera entre el oído externo y el medio. Las variaciones de presión provocan la vibración de esta membrana proporcionalmente a la presión de sonido. A los efectos de igualar las presiones a ambos lados del tímpano, en el oído medio sale la trompa de eustaquio que termina en el paladar detrás del orificio de la nariz, cumpliendo esa función entre otras.

Un hueso solidario al tímpano, llamado martillo, transmite el movimiento al yunque, y este al estribo, tercer hueso del oído medio que lo conduce al oído interno o laberinto. Este está constituido principalmente por el caracol, canal en forma de espiral lleno de un fluido llamado perilinfa que se mueve siguiendo las vibraciones del estribo. Ese movimiento excita alrededor de 20,000 células sensoriales que recubren las paredes del caracol terminadas en nervios que conducen el estímulo eléctrico a los centros nerviosos a través del nervio auditivo.

Las células ciliares ubicadas cerca al oído medio, son estimuladas más efectivamente por sonidos de alta frecuencia; excitan más activamente las que están en la zona más interna del caracol. Como el caracol está ubicado en el cráneo, una vibración intensa de la cabeza a las frecuencias audibles puede agitar el fluido causando sensación de ruido. Este proceso se conoce como audición por conducción a través de los huesos de la cabeza, mientras que el sistema normal es por conducción a través del aire.

La sensibilidad de las personas a las vibraciones acústicas depende de la intensidad y la frecuencia de las mismas, además de las características personales y ambientales.

El oído humano responde a la amplitud de frecuencias desde 20 hasta 20,000 hertz aprox. El área más sensible, o sea, las frecuencias que son oídas con mayor

intensidad que las otras, son las comprendidas entre 1000 a 4000 hertz. Esta sensibilidad disminuye hacia las frecuencias más altas que requiere mayor intensidad para ser audibles y que corresponden a la zona que se altera primero con la edad (presbiacucia). Existe un límite de tolerancia para el oído humano. Entre 100 - 120 dB, el sonido se hace inconfortable; a 130 dB se siente crujidos; de 130 a 140 dB la sensación se hace dolorosa y a los 160 dB el efecto es devastador. Esta tolerancia no depende mucho de la frecuencia, aunque las altas frecuencias producen las sensaciones más desagradables.^[4]

Niveles límites de exposición al ruido

Se tiene como referencia a la norma internacional ISO 1999 "Valoración de Ruido Ocupacional con Fines de Protección de la Audición" y a la norma Americana OSHA (Occupational Safety and Health Act). Adicionalmente se tiene también a la norma de la Agencia de Protección del Ambiente (EPA).

La norma ISO considera que un individuo puede estar sometido a un nivel de 90 dB con ponderación (A) durante una semana de 40 horas; este nivel representa el 100% de la dosis tolerada por un individuo. Esta norma basada en un criterio de igual energía, permite un incremento en el nivel de ruido de 3 dB cada vez que el tiempo de exposición se reduce a la mitad.

Por otro lado la norma OSHA plantea que una persona puede tolerar un nivel de 90 dB con ponderación (A) durante un día de trabajo de 8 horas pero, en este caso existe una diferencia fundamental con la norma ISO, y es en lo referente a la relación entre el incremento de nivel y el tiempo de exposición permitido, según OSHA, cada vez que el nivel se incrementa en 5 dB el tiempo de exposición debe disminuir a la mitad.

En el Perú, el sector Energía y Minas emitió el decreto DS 023-92-EM: Reglamento de Seguridad e Higiene Minera con el que se establece límites para la

exposición al ruido. Según esta norma sólo está permitido hasta 90 dB para una exposición laboral diaria de 8 horas y un valor máximo de 115 dB(A) el que no debe ser superado en ningún momento.

El siguiente cuadro muestra normas límites de exposición al ruido en algunos países del mundo.

Tabla 1.2

NORMAS NACIONALES LIMITES DE EXPOSICION AL RUIDO EN ALGUNOS PAISES

PAIS	NIVEL DE RUIDO ESTACIONARIO	TIEMPO DE EXPOSICION Hrs/día	RAZON DE MITAD	LIMITE MAXIMO	PICOS DE IMPULSO
ALEMANIA	90	8	-	-	-
FRANCIA	90	40*	-	-	-
BELGICA	90	40*	5	110	140
REINO UNIDO	90	8	3	135	150
REP. DE IRLANDA	90	-	-	-	-
ITALIA	90	8	5	115	140
DINAMARCA	90	8	3	115	115
SUECIA	85	8	3	115	140
NORUEGA	85	8	3	110	-
USA (Fed)	90	8	5	115	140
CANADA (Fed)	90	8	5	115	140
AUSTRALIA	90	8	5	115	-

* Horas por semana

Fuente:^[2]

1.2. Efectos nocivos de la exposición al ruido

Los efectos del ruido en el trabajador son diversos, pudiendo alterar el sistema auditivo directamente (efectos auditivos) y/o tener otros efectos generales (efectos no auditivos) tales como efectos somáticos, psicológicos, patológicos, fisiológicos, etc.

En general existen cuatro factores que determinarán la naturaleza de la pérdida de audición:

- * Intensidad del ruido.- Todo ruido que sobrepase los límites aceptados

produce fatiga coclear.

- * Frecuencia.- Los sonidos más agudos son más nocivos que los sonidos graves, produciendo fatiga coclear.
- * Tiempo de exposición.- Definido por lo general por la jornada de trabajo.
- * Otros factores.- Existen otros factores como la posición del trabajador respecto a la fuente de ruido, la susceptibilidad personal, la edad: la sensibilidad del oído al ruido aumenta con el tiempo, el sexo: en numerosas investigaciones se halló que los hombres padecen más de pérdida de audición que las mujeres. Otro fenómeno es la mayor resistencia que el oído derecho presenta a la pérdida auditiva.

a) Efectos del ruido sobre el sistema auditivo

La destrucción progresiva del oído interno no se manifiesta en un principio como sordera, ya que al individuo le llamará la atención el proceso cuando no oiga la voz hablada, o sea, cuando ya se han producido lesiones definitivas.

Existen dos tipos de pérdida de la capacidad auditiva debida al ruido:

Sordera aguda.- Es el trauma acústico que se presenta por la exposición brusca (por corto período de tiempo) a ruidos de alta intensidad, como el que ocurre en una explosión, y puede producir la ruptura del tambor del oído, desalojamiento de los huesecillos del oído medio y lesión al órgano de Corti del oído interno.

La exposición a ruido intenso instantáneo, crea en primer término un *cambio de umbral temporáneo* (CUT ó TSS que son las siglas de la expresión en inglés temporary threshold shift). Este cambio es máximo de 1 a 24 horas después de la exposición y mejora en forma gradual si el ruido no ha sido demasiado alto o no ha durado demasiado tiempo.

Sordera crónica.- Más conocida como *pérdida de la audición inducida por el*

ruido. Es más común y se origina de una exposición por largo tiempo a ruido intenso. En un primer grado ocurre la denominada «fatiga auditiva», las células de Corti no emiten sus impulsos eléctricos provocándose una sordera transitoria. El efecto suele presentarse lentamente y no se experimenta dolor aunque son dañadas células sensoriales; quizá la víctima sólo sienta una ligera molestia. La ausencia de incomodidad o malestar hace que la pérdida de la capacidad auditiva inducida por ruido sea especialmente engañosa, ya que la pérdida de la audición aparece sólo después que ha ocurrido una pérdida permanente de importancia.

Las exposiciones repetidas a ruido alto suelen producir un *cambio de umbral permanente* (CUP, PTS permanent threshold shift). Se puede observar alguna recuperación aproximadamente una semana después de la exposición; no obstante, si no se ha observado una mejora de la audición, resulta improbable que se logre un regreso al nivel existente antes de la exposición.

b) Otros efectos

Efectos somáticos o neurovegetativos.- las alteraciones fisiológicas más conocidas son:

- * El aparato respiratorio reacciona con apnea al ruido impulsivo; se ha informado de alteraciones en la amplitud respiratoria.
- * El ruido puede afectar el ritmo cardiaco, aumentándolo o disminuyéndolo, según la clase de ruido. En general el ruido disminuye el débito sanguíneo y produce un aumento o fluctuaciones en la presión arterial y constricción de los vasos periféricos.
- * Igualmente actúa indirectamente sobre el sistema simpático y produce aumento de las hormonas hipofisiarias las que a su vez actúan sobre la suprarrenal y tiroides, con la consecuente reacción simpática secundaria.
- * También puede afectarse el sistema motor muscular.

Efectos psicológicos.- Entre las manifestaciones más conocidas son:

- * Sensación de molestia o desagrado; irritabilidad que depende de la adaptabilidad

que presenta la persona.

* El ruido puede afectar el rendimiento de las tareas psicomotoras, aunque los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en la industria parecen ser, a primera vista, contradictorias. A este respecto intervienen dos factores: la clase de trabajo y las características del ruido.

* Peligro de neurosis producida por el ruido, y de modo muy especial durante las horas de sueño y de descanso ^[2]. Varios investigadores consideran que existe una asociación entre niveles elevados de ruido y el desarrollo de neurosis e irritabilidad, y también entre ruido ambiental y salud mental. Herridge (1972) sugirió que el ruido ambiental no era causa directa de enfermedad mental pero que tal vez acelere e intensifique el desarrollo de neurosis latente ^[4].

Efectos sobre el rendimiento.- En general, cuando se trata de una tarea que incluye la recepción de señales auditivas, sean verbales o de otro tipo, cualquier ruido cuya intensidad enmascare estas señales o interfiera en su percepción puede influir sobre la realización de dicha tarea. De esta manera también afectará el espíritu y la calidad del trabajo, la productividad, así como en los índices de absentismo, rotación y accidentes.

1.3. Usos del ruido (sonido)

Los infrasonidos (20 Hz) y los ultrasonidos (cerca de 20,000 Hz) no están dentro del intervalo auditivo del ser humano. No hay informes de que el sonido, en estas frecuencias, sea perjudicial para el oído humano a menos que ocurra en intensidades extraordinariamente altas.

El estudio de los ultrasonidos recibió notable impulso a partir del descubrimiento de los fenómenos piezoeléctricos, debido a Pierre Curie (1859-1906). Haciendo vibrar una lámina de cuarzo mediante impulsos eléctricos alternados, Paul Langevin (1872-1946), en 1918, obtuvo sonidos de alta frecuencia y pequeña longitud de onda, imperceptibles para el oído humano, que se conocen también con los

nombres de *ultrasonido*, *ondas sonoras ultracortas* y *sonidos silenciosos*. En algunos casos han alcanzado las 500'000,000 vibraciones por segundo (Hz), con una manifestación de energía sónica de valores elevados, capaz de producir la destrucción de bacterias, insectos y pequeños animales. Las propiedades que manifiestan los ultrasonidos han sido aplicadas ampliamente en la industria; se recurre a ellos, por ejemplo, para la esterilización y aceleración de la madurez de ciertos alimentos, obtención más fácil de emulsiones y aleaciones, detección de fallas de piezas metálicas, determinación del grado de fragüe en cementos, localización de cardúmenes y objetos sumergidos, bombardeo de las moléculas de líquidos para provocar su ebullición sin aumento de temperatura, etc. Además en el campo de la medicina, se ha demostrado su eficacia como agentes curativos que han abierto nuevos horizontes a la terapéutica; así, por ejemplo, en el campo de la odontología se le aplica en el torno ultrasónico. El ultrasonido también es usado como un método de control de plagas (insectos, bacterias, roedores, etc.). En lo que respecta a la telefonía, se observa que en las transmisiones y comunicaciones están reemplazando a las ondas comunes.^[2]

Se ha afirmado que los infrasonidos provocan jaquecas, fatiga, náuseas y cambios en la presión sanguínea, pero estos efectos son difíciles de comprobar.^[1]

Por otro lado, al hablar de los sonidos audibles, debemos indicar que la audición es uno de los más importantes medios de comunicación entre humanos, a través de la conversación entre personas, la audiodifusión (radio, televisión, cinemas, etc.), las telecomunicaciones, etc. y, además nos permiten diferenciar e identificar la presencia de peligros cercanos y/o máquinas u objetos en movimiento u operación.

En la industria, el sonido audible es empleado dentro del sistema hombre-máquina como indicador auditivo en diversas circunstancias/procesos. Asimismo, y es muy conocido, el hecho que en muchas fábricas se utiliza el fondo musical para incrementar la producción y mejorar el ambiente de trabajo. Los efectos de la música en el trabajador despierta el espíritu, facilita el esfuerzo, crea el ánimo de colaboración y de equipo, es particularmente apta para el trabajo armonioso y reduce la fatiga, el

aburrimiento y la monotonía. Sin embargo, cabe hacer notar que los efectos varían de una situación a otra y de un tipo de trabajo a otro; por ejemplo en lugares de trabajo muy ruidosos, obviamente no es recomendable la música porque se convierte en un ruido complementario.

El empleo de la música en el tratamiento de enfermedades, especialmente las mentales, es anterior a la civilización misma, pues existe constancia de que de ella se han servido las tribus más primitivas. El neurólogo Jonathan Hazel, del Instituto Real para la sordera asegura que en sus observaciones clínicas ha detectado que las frecuencias sonoras altas disminuyen la ansiedad. El principio es semejante al del alcohol: empieza por estimular y después aparece una fase sedante.^[2]

1.4. Antecedentes

En el Perú, por el sector salud, el Instituto Nacional de Salud Ocupacional realizó muchos estudios desde hace más de 50 años sobre el problema del ruido en fundiciones. Por el sector privado estos estudios son realizados por empresas consultoras en la materia.

A continuación se presenta algunos estudios realizados por el INSO.

1959 ESTUDIO EVALUATIVO DE SALUD OCUPACIONAL REALIZADO EN LA FUNDICION CALLAO S.A.

Este estudio evaluativo de Salud Ocupacional se realizó el 18 de Abril de 1959 y estuvo dirigido a conocer las condiciones del medio ambiente de trabajo, así como evaluar la salud de los trabajadores. Para esto se evaluaron las condiciones de saneamiento en la planta y se realizó el examen médico de los trabajadores.

Como resultado del examen médico, se encontró seis casos (3.6%) de hipoacusia y en 162 obreros (96.4%) la audición estaba conservada.

Respecto al mismo tema, en la parte de Recomendaciones sobre las Condiciones de Seguridad, se plantea que: "Mediante el uso de protectores adecuados contra el ruido los operarios encargados de las ocupaciones de esmerilado y forja dejarán de estar expuestos innecesariamente a este agente físico producido por las máquinas utilizadas en estas operaciones. Asimismo en un cuadro resumen se recomienda el uso del protector auditivo en los talleres de mecánica y taller de soldadura.

En este estudio no se realizaron mediciones ni la evaluación de los niveles de ruido en la planta para conocer las áreas críticas de exposición y las características del ruido.

1968 ESTUDIO EVALUATIVO DE LA SALUD OCUPACIONAL LLEVADO A CABO EN LA PLANTA DE ACEROS AREQUIPA S.A.

Este estudio se llevó a cabo durante los meses de Junio y Julio de 1968 y estuvo orientado a conocer las condiciones de trabajo y el estado de salud del personal que labora en este centro de trabajo.

Según la tabla de resultados que se muestra en el informe, las áreas con altos niveles de ruido son los hornos (Nros.1 y 3): 100 dB; las sierras: 106 dB y la cizalladora: 90 dB.

Como conclusión a este respecto se señala, considerando los valores encontrados, la necesidad de llevar a cabo un programa de control del ruido.

Asimismo se recomienda efectuar estudios audiométricos al personal de planta y establecer un programa de cuidado de audición incluyendo el uso de protectores auditivos.

Las mediciones de ruido realizadas fueron puntuales; de la misma manera no se analizó las características de este ruido y la exposición de los trabajadores a éste por jornada laboral.

1973 ESTUDIO DEL AMBIENTE DE TRABAJO DEL TALLER ESTRUCTURAL DE LA FUNDICION DE LA OROYA

A solicitud de la Cerro de Pasco Corporation, el Instituto de Salud Ocupacional, realizó desde el 28 de diciembre 1972 hasta el 13 de enero de 1973 el estudio de los principales agentes ambientales que podrían afectar la salud de los trabajadores del taller estructural.

Los valores de ruido encontrados fueron los siguientes: En el área de Formado punta a barreta Herrería, Fragua 1: 94 dB (Límite permisible: 100 dB), Forja de paralelepípedo Herrería, Fragua 3: 92 - 108 dB (Límite permisible: 110 dB) y Remachado, Sección carros: 115 dB.

La conclusión a este respecto fue la siguiente: "Los niveles de presión sonora de los ruidos en el taller estructural están por debajo de los niveles permisibles".

Si bien es cierto se realizaron mediciones de los niveles de ruido en las diferentes áreas de trabajo, no se indica la cantidad de trabajadores expuestos ni el tiempo de exposición a los niveles sonoros registrados. Igualmente no se analizó la calidad del ruido.

1974 ESTUDIO MEDICO DE SALUD EFECTUADO AL PERSONAL DE ACEROS AREQUIPA S.A.

Entre los meses de Febrero y Abril del año 1974 y a solicitud de la Gerencia, se llevó a cabo este estudio dirigido a conocer el estado de salud de los

trabajadores. El examen se efectuó en 99 personas, que representa el 86% de la totalidad de obreros y consistió en lo siguiente: historia ocupacional, examen clínico, exámenes de laboratorio (sangre y orina) y examen radiográfico.

"Se constató, durante el examen de oído, un caso (1%) de ulceración del conducto auditivo externo. En cuanto a la agudeza auditiva, ésta estuvo disminuida en dos casos (2%). El examen fue normal en 96 trabajadores (96.9%)".

En este estudio sólo se evaluó el estado de salud de los trabajadores, más no se evaluó las condiciones de trabajo para detectar fuentes de ruido y la cantidad de trabajadores expuestos a este agente ambiental.

1976 ESTUDIO EVALUATIVO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO DE FUNDICION ANDINA DEL PERU S.A.

Desde el 23 de Octubre al 4 de Noviembre de 1976 se llevó a cabo la evaluación del medio ambiente de trabajo.

Los objetivos del estudio fueron evaluar la exposición de los trabajadores a los diferentes agentes ambientales y las facilidades sanitarias existentes en la planta.

Se concluyó que no se sobrepasan los límites establecidos y, por tanto, no existe riesgo para la audición.

No se indicó la metodología seguida en esta evaluación.

1976 ESTUDIO MEDICO DE SALUD EFECTUADO AL PERSONAL DE ACEROS AREQUIPA S.A.

Entre los meses de Marzo y Julio de 1976, y a solicitud de la Gerencia de Aceros Arequipa S.A., se llevó a cabo este examen médico de salud en trabajadores de la mencionada empresa, con la finalidad de conocer el estado de salud de los mismos. El examen se efectuó a 99 personas que representan el 86% de los trabajadores.

"El examen de oído reveló un caso (0,5%) de otitis crónica. En cuanto a la audición, tres trabajadores (1.7%) mostraron disminución de la agudeza auditiva. En el resto el resultado fue normal."

Al igual que anteriores estudios, en este sólo se evaluó el estado de salud de los trabajadores, más no se evaluaron las condiciones de trabajo para detectar fuentes de ruido y la cantidad de trabajadores expuestos al ruido.

1980 ESTUDIO MEDICO DE SALUD EFECTUADO EN TRABAJADORES DE ACEROS AREQUIPA S.A.

En el mes de enero de 1980, Aceros Arequipa S.A., solicitó a la División Regional del Sur del Instituto de Salud Ocupacional realizar los exámenes médicos de salud de control anual en sus trabajadores, siempre con la finalidad de conocer el estado de salud de los mismos.

El examen médico de salud se llevó a cabo en 181 trabajadores, que representan el 89.2% de la población trabajadora, según relación presentada. No acudieron al examen el 10.8% de los trabajadores.

"El examen de oído reveló 1 caso (0.6%) con otitis crónica y 6 casos (3.3%)

con disminución de la agudeza auditiva. En el resto de los trabajadores el resultado fue normal".

Sólo se realizó exámenes médicos a los trabajadores, no se evaluó los ambientes de trabajo.

1981 ESTUDIO MEDICO DE SALUD EFECTUADO EN EL PERSONAL DE ACEROS AREQUIPA S.A.

En el mes de mayo de 1981 se llevó a cabo el examen médico de salud integral en los trabajadores de la mencionada empresa, con la finalidad de conocer el estado de salud de los mismos.

El examen médico se efectuó en 188 personas, que representan el 75.5% de los trabajadores, según relación presentada; y consistió en lo siguiente: historia ocupacional, examen clínico, exámenes de laboratorio y exámenes radiográficos.

"El examen del oído reveló que un trabajador (0.5%) sufría de otalgia. La agudeza auditiva estuvo disminuida en 14 trabajadores (7.4%).

Igual que el anterior, en este estudio sólo se realizó exámenes médicos a los trabajadores pero no se evaluó los ambientes de trabajo.

1982 ESTUDIO MEDICO DE SALUD EFECTUADO AL PERSONAL TRABAJADOR DE ACEROS DEL SUR S.A.

En el mes de noviembre de 1982 y a solicitud de la gerencia de Aceros del Sur S.A., se realizó el examen médico de salud al personal de esa empresa.

Este estudio tuvo como finalidad, conocer el estado actual de salud de los trabajadores y se realizó a 31 personas (93.9% del total de trabajadores).

"El examen de esta región reveló que presentaron tapón seroso bilateral 5 trabajadores (16.1%)

En este estudio tampoco se evaluó los niveles de ruido en los ambientes de trabajo.

1985 ESTUDIO EVALUATIVO DEL AMBIENTE DE TRABAJO EFECTUADO EN LA PLANTA DE PRODUCCION DE ACEROS DEL SUR S.A.

"En base a los resultados obtenidos se puede afirmar que los trabajadores de los siguientes puestos de trabajo, están expuestos a niveles de presión sonora elevados, que pueden afectar el órgano de la audición; en la planta de producción los supervisores, maniobristas, operadores de mesa de alimentación y horno de inducción, forjadores, operadores de horno de tratamiento térmico y gruero. Los niveles más altos detectados (115, 109, 106 y 104 dB) fueron en las operaciones de vaciado de bolas, operación que dura segundos; y en la alimentación del horno de inducción. En las demás secciones los niveles de ruido están por debajo del límite permisible.

En la parte de conclusiones y recomendaciones se dice: "En general todo el personal que labora en la planta de producción está expuesto a niveles de ruido mayores al límite permisible (90 dB); cabe hacer presente que los protectores tipo cubre-oidos proporcionados por la empresa son los más apropiados. Por lo tanto se considera que el personal se encuentra bien protegido, siendo obligatorio el uso constante del protector auditivo".

Si bien es cierto que se evaluaron los niveles de ruido y se identificaron las operaciones que constituían fuentes potenciales de ruido, no se analizó las características del ruido.

1988 INFORME DE INSPECCION PARA PASE SANITARIO A LA INDUSTRIA ACEROS AREQUIPA S.A. PLANTA 2° - PISCO CARRETERA PANAMERICANA SUR KM 241.

Esta visita de inspección se realizó el 14 y 15 de julio de 1988. La empresa cuenta con 442 obreros y 130 empleados en tres turnos rotativos de trabajo.

En la parte de recomendaciones se indica que: "los trabajadores que están en hornos deben usar protectores de oídos"; de la misma manera "a los trabajadores que laboran en laminado, cerca a la cizalla eléctrica y mesa de cabalgamiento se les debe exigir el uso de tapones de oído, pero éstos han de ser de material adecuado para que cumplan su función."

En este estudio no se indican los niveles sonoros encontrados. Tampoco se analizó las características del ruido. Se recomienda el uso de adecuados tapones de oídos, pero no se indican las características que deben reunir éstos.

1994: EVALUACION DE RUIDO. METALURGICA PERUANA (MEPSA). RUIZ & ORTIZ INGENIEROS S.R.L.- Consultoría y Asistencia Técnica Seguridad e Higiene Industrial.

Los objetivos de este estudio fueron determinar los niveles de ruido que generan los diversos equipos y maquinarias en las instalaciones de la empresa y por otro lado formular las recomendaciones técnicas del caso, en conformidad con los resultados que se determinen.

"Los niveles de ruido hallados en la mayoría de los puntos evaluados son altos. Así, en el área de maquinado, se determinó en todos los ambientes evaluados niveles superiores a 80 dB presentando en más del 50% de estos, valores superiores a 85 dB. En el área de acabado, se registraron los más altos niveles sonoros, todos superiores de 90 dB, llegándose a registrar hasta 104 y 103 dB que generan las operaciones del martillo neumático y la soldadura de corte. La sala de compresoras también constituye un espacio con alto nivel de ruido. En la sección hornos, se determinó 90 dB como promedio. En las demás secciones, los niveles de presión sonora hallados fueron bajos.

Fueron hallados niveles sonoros en las diferentes áreas de la planta, pero no se analizó las variaciones del ruido por puesto de trabajo a lo largo de una jornada de trabajo.

1.5. Justificación

De estos estudios realizados en plantas de fundición similares, el 50% de ellos fueron exámenes médicos y el restante 50% fueron evaluaciones de los niveles de ruido. Con las evaluaciones médicas del sistema auditivo se pudo detectar enfermedades ocupacionales en algunos trabajadores, como son: disminución de la agudeza auditiva, otitis crónica (inflamación del oído), otalgia (dolor de oídos), ulceración del conducto auditivo externo, hipoacusia y casos de tapón seroso bilateral.

De las evaluaciones de niveles de ruido efectuadas, podemos concluir que en este tipo de fundición encontramos fuentes potenciales de ruido como son las operaciones con los molinos, el proceso de fundición en los hornos eléctricos, el funcionamiento de cizallas, las operaciones de acabado con abrasivos, etc. Estos estudios se limitaron a realizar mediciones puntuales e instantáneas de los niveles de ruido existentes en las diferentes zonas de trabajo. En ninguno caso se indicó la

metodología seguida en la evaluación, ni se realizó el análisis ocupacional para determinar la exposición de los trabajadores por jornada de trabajo. Tampoco se realizó el análisis de frecuencias del ruido en bandas de octavas.

En los demás casos los estudios estaban orientados sólo a conocer el estado de salud de los trabajadores, sometiéndolos para ello a exámenes médicos.

Se podría afirmar que en la mayoría de los casos el tiempo limitado fue uno de los principales factores que impidieron el desarrollo de un estudio más completo.

Considero que para determinar la exacta magnitud del riesgo por exposición al ruido en una fundición de este tipo, es necesario realizar estudios de investigación que contemplen las deficiencias antes mencionadas para conocer mejor la exposición de los trabajadores a este agente a fin de poder tomar las medidas preventivas y correctivas adecuadas y lograr que los trabajadores se vean libres, de cualquier daño a la audición, que pudiera ser ocasionado en su ambiente laboral.

Sobre la base de este contexto se justifica la realización del presente trabajo como una contribución a la investigación del ruido en estas fundiciones.

CAPITULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Procesos y Operaciones industriales en una Fundición de fierro y acero.

En la fundición de acero y fierro se tienen dos líneas de producción. La producción en serie de bolas de acero de diversos diámetros para molienda de minerales y la producción sobre pedido de piezas de desgaste, tal como se muestra en los gráficos 2.1 y 2.2 respectivamente.

El proceso industrial en la fabricación de productos de ambas líneas es semejante; la diferencia radica en la proporción de las materias primas empleadas que obedecen principalmente a requerimientos del cliente.

Entre las fundiciones nacionales, en bolas, las de mayor participación en el mercado son Aceros del Sur (ADESUR), Fundición Callao (FUNCAL), Inventos Peruanos S.A. (IPENSA) y Fundición Ventanilla (FUNVESA) entre otros. En piezas, tenemos a Fundición Callao (FUNCAL), COMESA, Fundición Ventanilla (FUNVESA), Fundición Central y Fundiciones Especiales (FUNEPSA) entre otros.

Las principales materias primas que se utilizan en la fundición son las siguientes:

- * Chatarra
- * Arrabio
- * Ferroaleaciones
- * Hierro (Pellets)
- * Arena - Sílice

- * Resinas
- * Aluminio

El proceso de fabricación general en la fundición incluye las siguientes etapas:

Preparación de la chatarra.-

La chatarra es la principal materia prima y es comprada al peso, pudiendo ser ésta de origen doméstico o industrial. Esta chatarra es preparada, cortándola en trozos pequeños con equipos de corte.

A continuación la chatarra es cargada, por medio de grúas móviles, a los vagones y pesada antes de ser llevada al área de hornos.

Fundición de la chatarra.-

En esta etapa la chatarra seleccionada y preparada es vaciada a los hornos eléctricos para su fundición. De acuerdo con la composición química de la pieza que se desea fabricar, se adicionan otras materias primas necesarias como las ferroaleaciones, el hierro en pellets y el aluminio- en la proporción adecuada. Estos hornos trabajan con 10,000 voltios y 1,000 amperios aproximadamente y el tiempo promedio de fundición por cada colada es de 2 horas aproximadamente.

Luego, el metal líquido, a temperaturas que bordean los 1500°C, es vaciado a un recipiente ("cuchara"), e inmediatamente es transportado por la grúa puente al área de bolas o al de piezas, según corresponda.

Preparación de moldes.-

Para la fabricación de piezas, primero se diseña ésta en un plano de acuerdo a las especificaciones del cliente. A continuación en el área de carpintería se fabrica el modelo (molde) de madera; luego este modelo de madera es introducido en un caja donde se vacará una mezcla a base de arena sílice más resinas y otros aglomerantes

que le darán la forma y consistencia necesaria. Para este trabajo se utiliza las máquinas PACEMASTER y el sistema MSA. Los cajas de cada pieza constan por lo general de dos o más partes, las que se unen para el vaciado de la colada.

Por otro lado, en la fabricación de bolas, la estructura de los moldes para los diversos diámetros de las bolas, consta de dos partes simétricas: una parte metálica y la otra de composición semejante a los moldes de las piezas llamadas "almas de bolas". Estas almas también son hechas a base de arena sílice y resinas en las máquinas ARTISAND.

Vaciado de la colada sobre los moldes.-

La colada específica proveniente de los hornos es transportada al área de piezas o bolas según sea el caso.

En el caso de la fabricación de piezas la colada es vaciada sobre los moldes de piezas a través de orificios y luego son dejados enfriar.

En el caso de la fabricación de las bolas, la colada es vertida previamente sobre un recipiente cerrado que mantendrá el metal líquido y de aquí a su vez será vaciado a los moldes, los que han sido colocados en una tornamesa.

Desgranado de las bolas.-

Los moldes metálicos y almas de arena sílice son separados de las bolas fundidas; las bolas obtenidas en paquetes o racimos son dejadas enfriar y posteriormente son introducidas en molinos de desgranado, para separar la bola de los soportes y residuos metálicos ("rebaba") que tiene adherida.

Gráfico 2.1
DIAGRAMA DE FLUJO
FABRICACION DE BOLAS

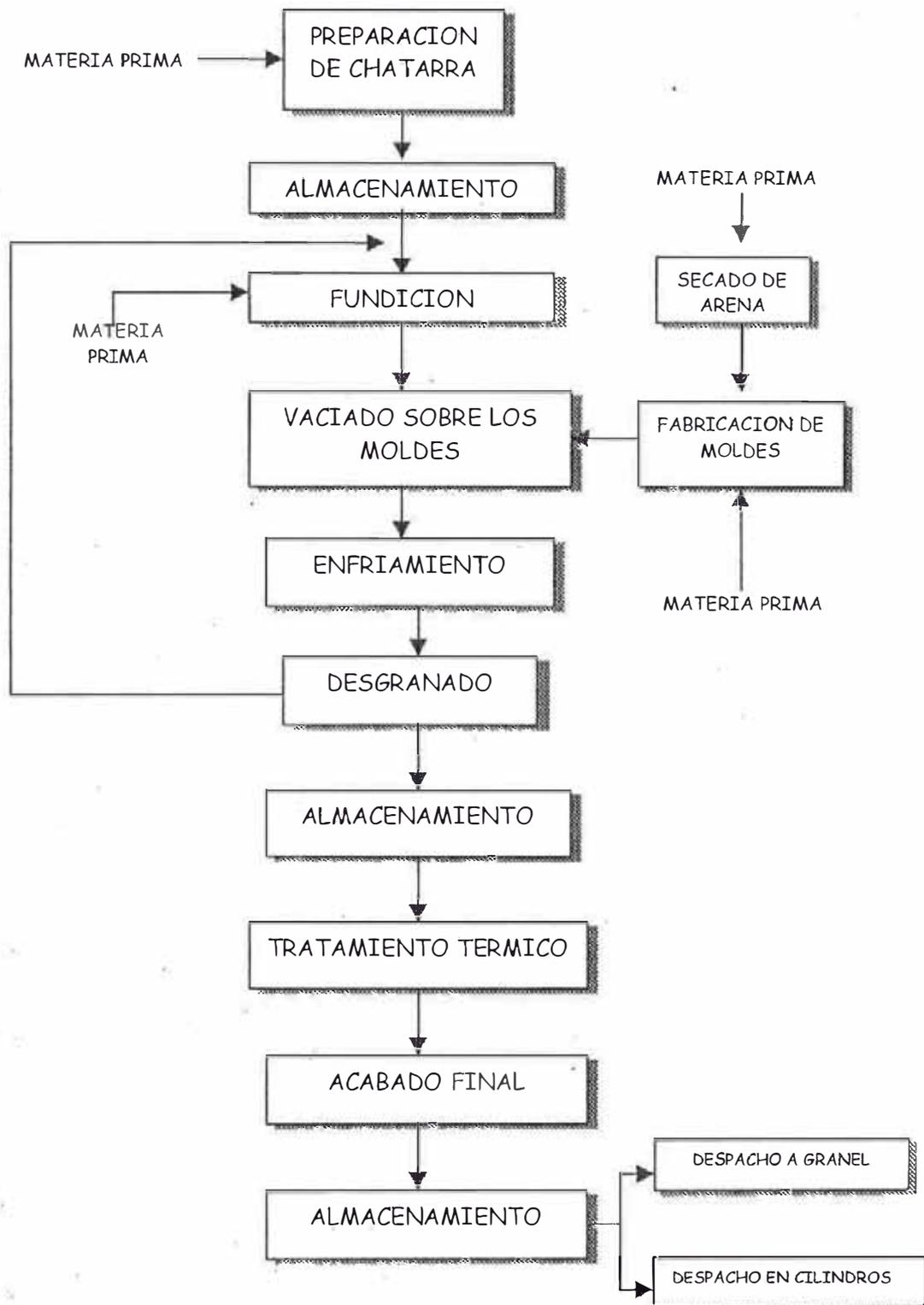
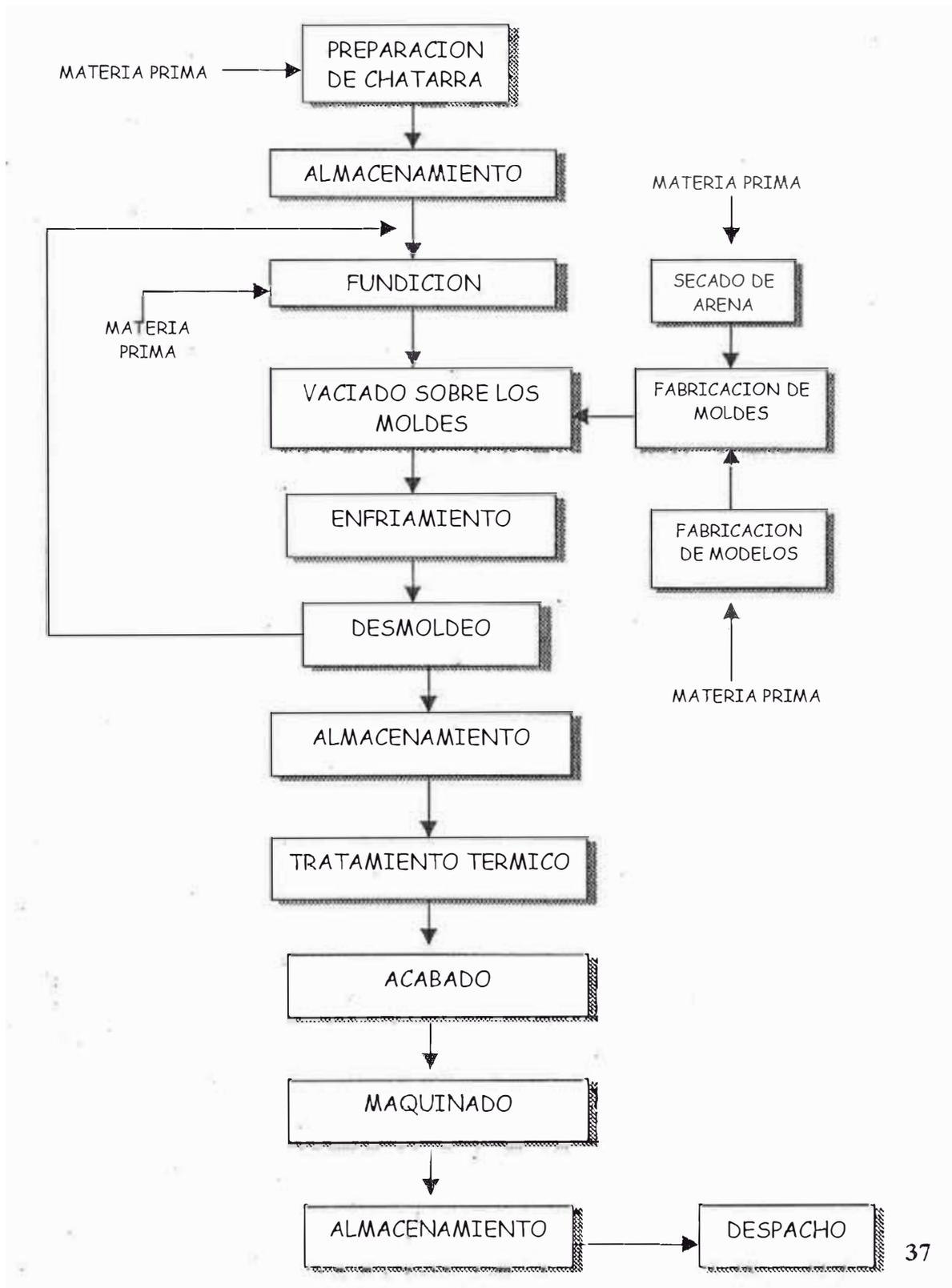


Gráfico 2.2
DIAGRAMA DE FLUJO
FABRICACION DE PIEZAS



Acabado primario de piezas.-

Los moldes de arena sílice son separados de la pieza metálica. A continuación se separa los residuos metálicos que acompañan a la pieza para lo cual se emplean esmeriles, amoladoras y martillos neumáticos.

Tratamiento térmico.-

Con el objeto de uniformizar las propiedades del metal a lo largo de la pieza y/o bola, estos son introducidos en hornos para el proceso de tratamiento térmico; luego son retirados y enfriados en pozas de templado (agua).

Acabado.-

Luego del tratamiento térmico, las bolas son introducidas a un molino con el fin de pulirlas, darles mayor redondez y mejor apariencia. A la salida de éste son inspeccionadas para separar las bolas buenas de las defectuosas; y posteriormente las bolas buenas son almacenadas en bines, quedando listas para su despacho.

Las piezas reciben un tratamiento de acabado, en la que son esmeriladas y finalmente también son maquinados en el taller de metal - mecánica.

2.2. Descripción del problema

Previa a la evaluación, se realizó un reconocimiento en toda la planta de fundición para la identificación de las fuentes de ruido. Se consideraron fuentes generadoras de ruido en las áreas de hornos, bolas y piezas principalmente. Los resultados se muestran a continuación (Tabla 2.1).

Tabla 2.1

FUENTES DE RUIDO		
AREA	EQUIPO MAQUINA	ACTIVIDAD/OPERACION QUE GENERA RUIDO
HORNOS		
HORNOS	HORNOS ELECTRICOS DE INDUCCION (4 unidades)	AL ENTRAR EN CONTACTO LOS ELECTRODOS CON LA MATERIA PRIMA DENTRO DE LOS HORNOS PARA LA FUNDICION: FORMACION DEL ARCO. EL TRABAJADOR EXPUESTO PERMANECE OPERANDO EL HORNO A 2 MTS. DE DISTANCIA APROX.
HORNOS	COLECTOR DE POLVOS DE HORNOS DE FUNDICION	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN GENERAL: MOTOR, SISTEMA DE ZARANDEO, VIBRACION DE PAREDES POR FRICCION Y SUCCION DE VOLUMENES DE AIRE. NO HAY TRABAJADOR OPERANDO ESTE EQUIPO, SALVO EN LABORES DE MANTENIMIENTO.
HORNOS	CHATARRA	TRASLADO DE CHATARRA A LOS VAGONES Y FUNCIONAMIENTO DE LA GRUA.. EL TRABAJADOR EXPUESTO ES EL OPERADOR DE LA GRUA PRINCIPALMENTE.
BOLAS		
ALMAS DE BOLAS	MAQUINA ARTISAND	ESTA MAQUINA TIENE FASES DE OPERACION -EN LA FABRICACION DE ALMAS DE BOLAS- QUE GENERAN ALTOS NIVELES DE RUIDO (PROCESO ASHLAND).
RECUPERADOR DE ARENAS	COLECTOR DE POLVOS (FINOS)	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA: MOTOR DE SUCCION. NO HAY TRABAJADOR EXPUESTO PERMANENTEMENTE, SALVO EN LABORES DE MANTENIMIENTO.
DESGRANADO DE BOLAS	MOLINOS DE DESGRANADO (No.1 y 2)	MOVIMIENTO INTERNO DE RACIMOS DE BOLAS, OPERACION DE GIRO DE LOS MOLINOS Y CONTACTO METAL CON METAL. EL TRABAJADOR EXPUESTO ES EL INSPECTOR UBICADO A 2MTS. DEL MOLINO QUE SEPARA LAS BOLAS DE LOS RESIDUOS QUE SALEN DE LOS MOLINOS.
HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO	HORNO SURFACE/HOLCROFT	TRANSPORTE Y TRASLADO DE BOLAS POR CANALETAS A ESTOS HORNOS. CONTACTO METAL CON METAL. EL TRABAJADOR EXPUESTO PERMANECE CERCA DE ESTAS CANALETAS VERIFICANDO EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LOS HORNOS.
ACABADO	MOLINO DE PULIDO	MOVIMIENTO DE LAS BOLAS EN EL INTERIOR DEL MOLINO Y SALIDA POR UNA CANALETA; ROZAMIENTO Y CONTACTO METAL CON METAL. EL TRABAJADOR EXPUESTO SE ENCUENTRA UBICADO EN UNA CASETA SEPARANDO BOLAS DEFECTUOSAS

FUENTES DE RUIDO		
AREA	EQUIPO MAQUINA	ACTIVIDAD/OPERACION QUE GENERA RUIDO
PIEZAS		
CARPINTERIA	SIERRA CIRCULAR DE CORTE DE MADERA CENTAURO	CORTE DE MADERA: FRICCION DE METAL CON MADERA. EL TRABAJADOR EXPUESTO ES EL OPERADOR DE LA MAQUINA.
CARPINTERIA	SIERRA LINEAL DE CORTE DE MADERA SEARS	CORTE DE MADERA: FRICCION DE METAL CON MADERA. EL TRABAJADOR EXPUESTO ES EL OPERADOR DE LA MAQUINA.
CARPINTERIA	ESMERIL PARA MADERA SIMMERMANN	ESMERILADO DE MADERA: FRICCION DE MADERA CON EL ABRASIVO. EL TRABAJADOR EXPUESTO ES EL OPERADOR DE LA MAQUINA.
CARPINTERIA	ESMERIL PARA MADERA KINDT COLLINS	ESMERILADO DE MADERA: FRICCION DE MADERA CON EL ABRASIVO.
CARPINTERIA	GARLOPA	OPERACIÓN
CARPINTERIA	TORNOS DE MADERA (2 UNIDADES)	OPERACIÓN
CARPINTERIA	FRESADORA	OPERACIÓN
FABRICACION DE ALMAS	EQUIPO NEUMATICO DE ASENTAMIENTO DE LA ARENA EN SUS CAJAS DE MOLDEO.	CONTACTO FRONTAL E INTERMITENTE ENTRE DOS PIEZAS (PLANCHAS) METALICAS. EL TRABAJADOR EXPUESTO DIRECTAMENTE ES EL OPERADOR DE LA MAQUINA.
RECUPERADOR DE ARENAS	SISTEMA RECUPERADOR DE ARENAS	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN GENERAL: ZARANDEO DE TOLVA (VIBRACION) EL TRABAJADOR EXPUESTO DIRECTAMENTE ES EL OPERADOR DE LA MAQUINA.
ACABADO	AMOLADORA DE MANO	OPERACION DE CONTACTO ABRASIVOS CON METAL. EL TRABAJADOR EXPUESTO DIRECTAMENTE ES EL OPERADOR DE LA MAQUINA.
ACABADO	MARTILLO NEUMATICO	FUNCIONAMIENTO: GOLPETEO DE METAL CON METAL.
ACABADO	TALADRO ESTACIONARIO	CONTACTO Y FRICCION DE METAL CON METAL. EL TRABAJADOR EXPUESTO DIRECTAMENTE ES EL OPERADOR DE LA MAQUINA.
ACABADO	AMOLADORAS ELECTRICAS COLGANTES (4 UNIDADES.)	OPERACION DE CONTACTO ABRASIVOS CON METAL. EL TRABAJADOR EXPUESTO DIRECTAMENTE ES EL OPERADOR DE LA MAQUINA

FUENTES DE RUIDO		
AREA	EQUIPO MAQUINA	ACTIVIDAD/OPERACION QUE GENERA RUIDO
MAQUINADO	ESMERIL NEUMATICO	CONTACTO DE METAL CON ABRASIVOS EL TRABAJADOR EXPUESTO DIRECTAMENTE ES EL OPERADOR DEL ESMERIL.
MAQUINADO	ESMERILES ESTACIONARIOS (3 UNIDADES.)	CONTACTO DE METAL CON ABRASIVOS. EL TRABAJADOR EXPUESTO DIRECTAMENTE ES EL OPERADOR DEL ESMERIL.
MAQUINADO	TALADRO ESTACIONARIO ELLIOT	FRICCION DE METAL CON METAL. EL TRABAJADOR EXPUESTO DIRECTAMENTE ES EL OPERADOR DEL TALADRO.
MANTENIMIENTO		
GENERAL PLANTA	COMPRESORAS (4 UNIDADES)	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA. NO HAY TRABAJADORES EXPUESTOS PERMANENTEMENTE, SALVO EN LABORES DE MANTENIMIENTO.
GENERAL PLANTA	GRUPOS ELECTROGENOS (2 UNIDADES)	FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA. NO HAY TRABAJADORES EXPUESTOS PERMANENTEMENTE, SALVO EN LABORES DE MANTENIMIENTO.

LEYENDA DEL FLUJOGRAMA DE PROCESOS

1. CHATARRA SIN PREPARAR
2. CHATARRA PREPARADA
3. GRUA MOVIL
4. VAGON DE TRANSPORTE DE CHATARRA
5. BALANZA
6. REPARACION DE REFRACTARIOS
7. HORNOS ELECTRICOS DE FUNDICION
8. CUCHARA CON METAL LIQUIDO

(BOLAS)

9. HORNO HOLDING
10. MAQUINAS ARTISAND
11. RUEDA TORNAMESA
12. ENFRIAMIENTO DE BOLAS
13. MOLINOS DE DESGRANADO
14. ALMACENAMIENTO DE BOLAS
15. HORNOS DE TRATAM. TERMICO
16. POZA DE TEMPLADO
17. MOLINO DE PULIDO
18. ALMACENAMIENTO FINAL

(PIEZAS)

19. CARPINTERIA
20. MOLDEO EN ESTACIONES
21. MOLDEO SIST. SEMIAUTOMATICO
22. VACIADO DE METAL LIQUIDO EN MOLDES
23. DESMOLDEO Y ACABADO PRIMARIO
24. HORNOS DE TRATAM. TERMICO
25. POZA DE TEMPLADO
26. ACABADO
27. MAQUINADO
28. EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO

2.3. Análisis Ocupacional

El Análisis Ocupacional se realizó con el objeto de establecer la relación que existe entre los ambientes de trabajo, la ocupación, las actividades, el número de trabajadores, los turnos de trabajo y el tiempo de exposición al ruido de los trabajadores, para lo cual se ha tomado una planta como referencia para este estudio. Este análisis, cuyos resultados se muestran en la tabla 2.2, consideró las áreas de patio de chatarra, hornos, bolas, piezas, mantenimiento y despacho de ventas.

Tabla 2.2
Análisis Ocupacional

OCUPACION	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	N° Trabajadores		Turnos	Exposición Promedio de cada/Trabaj.
		Por Ocupación	Total		
AREA: PATIO DE CHATARRA			12		
CORTADOR	CORTA LA CHATARRA EN TROZOS PEQUEÑOS	11		1	10 hrs/día
GRUERO	TRASLADO DE LA CHATARRA PREPARADA A LOS VAGONES	01		1	10 hrs/día
AREA: HORNOS			43		
PESADOR	PESADO DE LA CHATARRA QUE INGRESA A HORNOS	05		3	8 hrs/día
GRUERO	OPERACION DE LAS GRUAS PUENTE PARA TRANSPORTAR DIVERSOS MATERIALES	11		3	8 hrs/día
HORNERO	OPERACION DE LOS HORNOS DURANTE LA FUNDICION DEL METAL (VACIADO, ESCORIADO, CAMBIO ELECTRODOS, ETC.)	16		3	8 hrs/día
CUCHARERO	CALENTAMIENTO, OPERACION, Y LIMPIEZA DE LOS RECIPIENTES (CUCIARAS) QUE TRANSPORTAN EL METAL LIQUIDO	05		3	8 hrs/día
REFRACTORISTA	REPARACION DEL MATERIAL REFRACTARIO DE LOS HORNOS Y LAS CUCIARAS	03		3	8 hrs/día
SOLDADOR-CORTADOR	REALIZA TRABAJOS DE SOLDADURA Y CORTE DIVERSOS	03		3	8 hrs/día

CAPITULO 2: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OCUPACION	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	N° Trabajadores		Turnos	Exposición Promedio .de cada/Trabaj.
		Por Ocupación	Total		
AREA: BOLAS		39			
HORNERO	OPERAR EL HORNO "HOLDING" Y VACIADO DEL METAL LIQUIDO A LOS MOLDES DE BOLAS.	06		3	8 hrs/día
FUNDIDOR (TORNAMESA)	COLOCA LOS MOLDES Y ALMAS DE BOLAS SOBRE LA "TORNAMESA.	18		3	8 hrs/día
INSPECTOR (CONTROL DE BOLAS)	OPERA MOLINOS DE DESGRANADO Y PULIDO. INSPECCIONA Y SEPARA LAS BOLAS DEFECTUOSAS.	12		3	8 hrs/día
INSPECTOR (HORNERO)	OPERA LOS HORNOS DE TRATAMIENTO TERMICO DE BOLAS. INSPECCIONA Y SEPARA LAS BOLAS DEFECTUOSAS.	03		3	8 hrs/día
AREA: PIEZAS		74			
CARPINTERO	FABRICACION DE LOS MODELOS DE MADERA	07		1	8 hrs/día
FABRICANTE DE ALMAS SISTEMA PACEMASTER	FABRICACION DE LAS ALMAS DE LAS PIEZAS SEGÚN MODELO DE MADERA, USANDO EL EQUIPO. PACEMASTER.	10		1	8 hrs/día
MEZCLADORES	REALIZAN EL MEZCLADO DE LA ARENA SILICE CON LAS RESINAS, AGLOMERANTES Y DEMAS COMPUESTOS.	03		1	8 hrs/día
FABRICANTE DE MOLDES SISTEMA SEMI AUTOMATICO	FABRICACION DE LAS ALMAS DE LAS PIEZAS SEGUN MODELO DE MADERA, USANDO PISTA MSA.	15		1	8 hrs/día
GRUERO	OPERACIÓN DE LAS GRUAS PUENTE PARA TRANSPORTAR DIVERSOS MATERIALES.	03		1	8 hrs/día
FUNDIDOR	VACIADO DEL METAL LIQUIDO PROVENIENTE DE HORNOS HACIA LOS MOLDES PREPARADOS.	04		3	8 hrs/día
ACABADOR	OPERACIÓN DE AMOLAR. OPERACIÓN DE ESMERILAR. OPERACIÓN DE MARTILLOS NEUMATICOS.	14		3	8 hrs/día
SOLDADOR	TRABAJOS DIVERSOS DE SOLDADURA.	04		3	8 hrs/día
HORNERO	OPERACIÓN DE LOS HORNOS DE TRATAMIENTO TERMICO Y TRANSPORTE DE PIEZAS.	03		3	8 hrs/día
MAQUINADOR	OPERACIÓN DE TORNOS. OPERACIÓN DE FRESADORAS. OPERACIÓN DE TALADROS.	11		1	8 hrs/día

OCUPACION	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	N° Trabajadores		Turnos	Exposición Promedio de cada/Trabaj.
		Por Ocupación	Total		
AREA: MANTENIMIENTO			25		
MECANICO	TRABAJOS DE REPARACION DIVERSOS DE MECANICA EN TODA LA PLANTA	16		3	8 hrs/día
MECANICO ELECTRICISTA	TRABAJOS DE REPARACION DIVERSOS DE ELECTRICIDAD EN TODA LA PLANTA	07		3	8 hrs/día
MECANICO AUTOMOTRIZ	TRABAJOS DE REPARACION DE VEHICULOS EN GENERAL	02		3	8 hrs/día
AREA: VENTAS			03		
DESPACHADOR	EMBALAJE DE PRODUCTOS DIVERSOS Y DESPACHO. PINTURA. SOLDADOR - CORTADOR. OPERADOR DE GRUA.	03		1	8 hrs/día
TOTAL			196		

2.4. Formulación del Problema

Después de llevar a cabo el análisis ocupacional y la identificación de las principales fuentes de ruido, surgen los cuestionamientos para determinar si en la planta de fundición tomada como base del presente estudio existe riesgo por exposición al ruido. Para ello deberemos resolver preguntas tales como ¿Qué niveles y de qué calidad y tipo son los ruidos que producen esas fuentes de ruido?; ¿A qué niveles equivalentes de ruido efectivo continuo por jornada de trabajo están expuestos los trabajadores?; ¿Se sobrepasan los límites establecidos?; en caso de existir el riesgo, ¿Cuáles serían los métodos más adecuados de control de este agente?.

Para responder estas y otras interrogantes, surge entonces la necesidad de estudiar estas fuentes de ruido y su influencia sobre los trabajadores de la planta. De la misma manera se hace necesario evaluar la exposición de trabajadores durante su jornada de trabajo.

2.5. Hipótesis

Se puede afirmar que en la fundición, tomada como base del presente estudio, existen niveles de ruido nocivos que podrían estar originando problemas de salud y/o patológicos en los trabajadores, y podría también estar afectando la producción. Algunas de estas fuentes no sólo involucran a las áreas en las que están ubicadas, si no que en la mayoría de los casos se convierten en ruidos de fondo para otras áreas colindantes.

En ciertas zonas de trabajo, los niveles de ruido son elevados, tal es el caso del área de bolas con los molinos de desgranado y de pulido; en la área de acabado con los esmeriles, las amoladoras colgantes, los martillos neumáticos, los esmeriles, etc.; en el área de fabricación de almas de piezas con los sistemas neumáticos de asentamiento de la arena, etc..

CAPITULO III

OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Contribuir con resultados valorables del riesgo ocupacional por exposición al ruido en las fundiciones, que permitan a las empresas de este sector plantear y orientar sus acciones de prevención y control de este agente ambiental para bienestar y salud de los trabajadores y consiguientemente elevar los niveles de producción.

3.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar la situación actual de la exposición al ruido de los trabajadores de una fundición de hierro y acero.
- b) Identificación de las fuentes potenciales de generación de ruido.
- c) Determinar las acciones encaminadas directamente a controlar y/o disminuir el riesgo ocupacional por exposición al ruido.
- d) Diseño de los métodos de control del ruido.
- e) Formular las recomendaciones pertinentes.

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLOGICO

4.1. Tipo de estudio

El presente trabajo plantea y desarrolla un estudio de investigación aplicada en Higiene y Seguridad Industrial. Los conocimientos adquiridos acerca del ruido y los efectos sobre los trabajadores y otras consecuencias por exposición a este agente, son aplicados a un tipo de industria en general: Fundición de fierro y acero.

4.2. Unidad de estudio

El presente estudio se llevó a cabo, tomando como base una planta de fundición, ubicada en Lima, dedicada a la producción de piezas de fierro y acero para la industria. Esta fundición tiene una planta de producción modelo y es líder en su sector. Las mediciones de ruido se llevaran a cabo en todas las áreas de trabajo.

El sistema y horario laboral que rige en esta planta se indicó en la tabla correspondiente al análisis ocupacional (Capítulo II). En resumen la jornada de trabajo es de 8 horas y sólo los cortadores del patio de chatarra tienen una jornada de 10 horas. En todos los casos está incluido en esta jornada, el tiempo para refrigerio que es de 40 minutos.

Cabe indicar que estos horarios son variables y dependen de varios factores como son, el stock de productos terminados, demanda de los productos, paradas periódicas por mantenimiento de maquinaria y equipos, etc.

4.3. Población beneficiaria

En el Perú se cuentan alrededor de 11 fundiciones importantes y representativas. Asumiendo que cada fundición tiene un promedio total de 200 trabajadores y un número promedio de 5 personas por familia, entonces la población activa asciende a 2,200 personas y la población beneficiaria (número de personas que dependen de esta actividad en el Perú: Trabajadores y sus familias) asciende a 11,000 personas.

4.4. Métodos e instrumentos

Las mediciones de los niveles de presión sonora se han realizado considerando las fuentes generadoras de ruido que existen dentro de la planta y los trabajadores directamente expuestos al ruido en sus puestos de trabajo, no así a los que se encontraban de paso por esas áreas.

Los parámetros que se consideraron en la evaluación y análisis, fueron los siguientes:

- * El tipo de ruido, considerando la fuente que lo genera.
- * Niveles de presión sonora medidos con el sonómetro en las diferentes áreas de trabajo.
- * Tiempo de exposición (jornada de trabajo) que se determinó en el análisis ocupacional.
- * Ruido de fondo.
- * Delimitar áreas de riesgo auditivo (Mapas de ruido);
- * Nivel equivalente de ruido continuo, que fue calculado según fórmula.
- * Análisis del ruido en frecuencias, para determinar la calidad del ruido. Esto también se realiza con la ayuda del sonómetro.

Las mediciones de ruido en oficinas de planta y/o cabinas de control fueron realizadas con las ventanas cerradas, a 1.5 mts. de altura sobre el nivel del piso y en

los puestos de trabajo (escritorios, tableros, etc.).

Las mediciones en los diferentes ambientes de planta se realizaron considerando la fuente de ruido y el puesto de trabajo en cuyo caso las mediciones se tomaron a la altura del oído de los trabajadores expuestos.

Sonómetro

Existe gran variedad de instrumentos disponibles para medir ruidos, que incluyen medidores de niveles de presión sonora, analizadores de bandas de octavas, dosímetros, registradores de niveles de presión sonora en cinta magnética y gráficos, etc.

El Sonómetro ó Decibelímetro es el instrumento utilizado para medir las variaciones de presión sonora en el aire. Para efectos del presente estudio será usado para medir el nivel de ruido que producen los equipos y máquinas mecánicas y eléctricas. En general este instrumento consta de un micrófono que reacciona ante las ondas y las convierte en ondas eléctricas; consta también de un circuito electrónico compuesto de atenuador, amplificador, un conjunto de filtros eléctricos, rectificador e indicador de las mediciones. Funciona mediante pilas o baterías eléctricas colocadas dentro del instrumento. Las ondas eléctricas producidas por el micrófono son amplificadas suficientemente y registradas por el indicador. El amplificador opera por acción manual en forma discontinua, en saltos de 10 decibeles. Los filtros eléctricos, operados con un control manual, son tres generalmente y tiene por objeto aproximar las mediciones del nivel del sonido que da el instrumento a las respuestas que para el mismo sonido da el oído.

El decibelímetro indica un valor numérico que corresponde al ruido como un todo, es decir, como una resultante de los diversos sonidos puros que lo componen, pero desde el punto de vista de salud ocupacional y efectos sobre el órgano de la audición, o de la identificación de los componentes del ruido, esto no es suficiente y

se hace necesario conocer los valores del nivel de ruido en diversas regiones de frecuencia dentro del campo audible.

Para cumplir con este objetivo se utiliza el analizador de sonido también llamado analizador de bandas o analizador de frecuencias.

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

Una banda de octava, es un intervalo de frecuencia del espectro audible cada una de ellas de una octava de amplitud, representadas por la frecuencia central de cada clase, en cada banda de frecuencia, la más alta es el doble de la más baja. Las frecuencias para las bandas de octava van de 31.5 a 16,000 Hz. Los analizadores varían dependiendo del modelo.

Las frecuencias bajas de 31.5 a 250 Hz, representan los sonidos graves, de 500 a 2000 Hz es el ámbito de frecuencias del nivel auditivo normal de la persona y de 4,000 a 16,000 Hz se puede detectar los sonidos más agudos.

4.5. Procedimiento

Los datos tomados fueron registrados inicialmente en la Hoja de "Mediciones de Ruido" -ver tabla 4.1- en la que consta, además de los valores de las mediciones y análisis de octavas, las características del área de trabajo, para su posterior procesamiento.

En todas las mediciones, previamente se determinó el tipo de ruido y periodicidad de su ocurrencia según el caso.

Para todas las evaluaciones se ha empleado la escala con ponderación A y en

modo de respuesta lenta, y en modo de respuesta rápida para los ruidos de tipo impulsivos (picos). Estas mediciones se realizaron en las fuentes generadoras de ruido y en las operaciones o puestos de trabajo.

En cada área se tomaron 10 mediciones de los niveles de ruido con una periodicidad de un minuto entre ellos. Así mismo en algunas áreas fue necesario tomar estas mediciones en diversas etapas por tener distintas características de operación y/o diferente número de fuentes de ruido en funcionamiento, que generaban diversos niveles de ruido; tal es el caso en las áreas de los hornos eléctricos, los molinos de desgranado y canaletas y capachos de transporte de bolas.

Posteriormente, de estas mediciones se toman tres valores: niveles mínimos, niveles máximos y niveles predominantes de ruido en cada área. En los casos de existencia de ruido de fondo por áreas colindantes, se indicó la existencia de éste. El análisis de frecuencias para los ruidos predominantes y de tipo continuo se realizó con el sonómetro en respuesta lenta.

Niveles totales de ruido

Los niveles totales de ruido hallados se registraron en las tablas 5.1 hasta 5.34 (en el capítulo V), y posteriormente en la tabla 6.1 se muestran los niveles mínimos, máximos y predominantes, registrados en las diferentes áreas de la planta, y que son comparados con el límite permisible.

Nivel equivalente de ruido continuo

El nivel equivalente de ruido continuo es una aplicación para distintas exposiciones de un mismo trabajador y representa numéricamente, el nivel de ruido equivalente a estar expuesto a un nivel de ruido durante 8 horas diarias y así determinar si existe daño auditivo. Estos datos están tabulados en la tabla 5.35

Tabla 4.1 Formato para tomar datos de campo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA										
Facultad de Ingeniería Ambiental										
HOJA DE MEDICIONES DE RUIDO										
RESPONSABLE DE LAS MEDICIONES:										
MEDICION N°:				FECHA:			HORA:			
TURNO DE TRABAJO:										
ZONA/AREA DE TRABAJO:										
TRABAJADORES EXPUESTOS:										
EQUIPO:					MARCA DEL EQUIPO:					
1. FUENTE DE RUIDO:										
2. TIPO DE RUIDO:				MIN:		MAX:		PRED:		
CONTEO:										
MEDICIONES DE RUIDO:										
3. DIMENSIONES DE LA CASETA/ESPACIO:										
CARACTERISTICAS:										
* PARED:										
* PISO:										
* TECHO:										
4. FUENTE DE RUIDO SECUNDARIA:										
5. TIEMPO DE EXPOSICION AL RUIDO:										
6. TIPO DE TRABAJO Y FRECUENCIA:										
7. CONDICIONES AMBIENTALES:										
T° AMBIEN:			%HR:			VELOC. AIRE:				
8. ANALISIS DE FRECUENCIAS EN BANDAS (Hz)										
HERTZ	31.5	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	16K
NIVEL										
9. EQUIPO DE PROTECCION:										
10. SISTEMAS DE CONTROL DE RUIDO:										
11. ESQUEMA DE UBICACION DE LA MAQUINA Y/O LOCAL:										

La Comisión Nacional de Normas Venezolanas (COVENIN) elaboró la Norma sobre niveles máximos de ruidos permisibles en áreas de trabajo (Norma COVENIN N°1565-80), que se muestra a continuación.

$$L_{eq} = 56.8 + 16.6 * \log \Sigma E_i \dots \text{Fórmula 4.1}$$

donde:

$$E_i = \frac{T_i}{t} * 6.25 * 2^{0.2(L-70)} \dots \text{Fórmula 4.2}$$

L_{eq} = Nivel de ruido equivalente

T_i = Tiempo de exposición

t = tiempo de trabajo (40 ó 48 horas semanales)

L = Nivel de ruido para cada tiempo de exposición

El método planteado por ISO 1999 para el cálculo de L_{AeqT} , al que estaría sometido un individuo durante su jornada de trabajo, se basa, al igual que la norma venezolana, en el cálculo de índices parciales de exposición al ruido³. A continuación se muestra esta fórmula.

$$L_{AeqT} = 70 + 10 * \log_{10}(\Sigma E_i) \dots \text{Fórmula 4.3}$$

donde:

$$E_i = \frac{T_i}{t_i} * 10^{0.1(L-70)} \dots \text{Fórmula 4.4}$$

L_{eq} = Nivel de ruido equivalente

T = Tiempo de exposición

t = tiempo de trabajo (40 ó 48 horas semanales)

L = Nivel de ruido para cada tiempo de exposición

Para efectos del presente estudio se ha considerado la norma ISO, por ser una norma internacional con bastante aceptación general, ya que la mayoría de las empresas tienden a estandarizar sus procesos considerando las normas ISO.

Dosis de exposición

En la mayoría de los casos los trabajadores están expuestos a diferentes niveles de ruido durante su jornada, por lo que se hace necesario calcular la dosis por jornada laboral. Para esto se registra el tiempo de permanencia de un trabajador a un nivel de ruido determinado. Si la dosis acumulativa es mayor que 1, entonces consideraremos que la exposición sobrepasa los límites permisibles, con lo que se concluye que el trabajador ha sufrido una excesiva exposición al ruido durante su día de trabajo. Si la dosis acumulativa fuera menor que 1, la exposición al ruido del trabajador no es nociva.

La fórmula para este cálculo se muestra a continuación:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n} \leq 1 \dots \text{Fórmula 4.5}$$

donde:

C_n = Tiempo total de exposición a un nivel de ruido continuo específico.

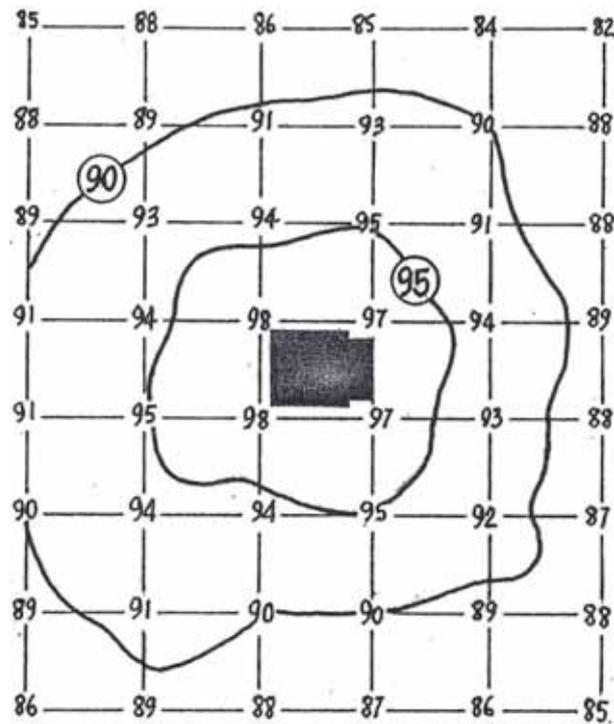
T_n = Tiempo total de exposición permitido a ese nivel.

Mapas de ruido

Un mapa de ruido es un bosquejo de las zonas/puestos de trabajo con sus máquinas, equipos y demás fuentes de ruido, en el cual se han obtenido los niveles de ruido formando curvas isosónicas. En estos puntos se realiza la medida del ruido con el sonómetro a la altura del oído y bajo condiciones reales de trabajo.

Gráfico 4.3

Ejemplo de construcción manual de un mapa de ruido con isosónicas de 90 y 95 dB.



Estos mapas son muy importantes ya que permiten determinar las zonas o puntos críticos con altos niveles de ruido, y así tomar las medidas correctivas del caso. De la misma manera, sirven para evaluar los progresos, las nuevas medidas y las disposiciones adoptadas.

Para la elaboración de estos mapas existen dos métodos: El Método del contorno directo y El Método de contorno cuadrícula; ésta última parece ser la más práctica e implica la ubicación de los puntos en el área en que se van a realizar las mediciones. Los puntos deben establecerse, con la ayuda de un plano a escala, a intervalos iguales y simétricos sobre la zona de estudio, de tal modo que ésta quede cuadrículada. Luego se trazan contornos uniendo puntos de igual nivel sonoro.

CAPITULO V

DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

5.1 Equipos empleados

Para las mediciones de los niveles de ruido, se emplearon los siguientes sonómetros:

1. Sonómetro marca Testo tipo 815; Pantalla digital

Calibración

Para la calibración de este equipo se empleó el pistófono Testo tipo 0554.0009. Este pistófono produce dos niveles de presión sonora, de 94 dB y de 104 dB, los cuales también deben aparecer en la pantalla digital del sonómetro, de lo contrario se corrige presionando las teclas range o max para disminuir o aumentar respectivamente el valor mostrado en pantalla.

Especificaciones

Rango de respuesta:	30 a 130 dB(A)
Factor de distorsión:	< 3%
Error:	± 0.2dB
Frecuencia de respuesta:	1000 Hz
Temperatura de operación:	0 a 40°C
Temperatura de almacenaje:	-20 a 70°C
Batería:	Una de 9V, uso de 25 horas (alcali-manganeso)

2. Medidor de nivel de presión sonora marca Brüel & Kjær tipo 2203, serie N°672019 y con analizador de frecuencias tipo 1613 de la misma marca.
Pantalla analógica

Calibración

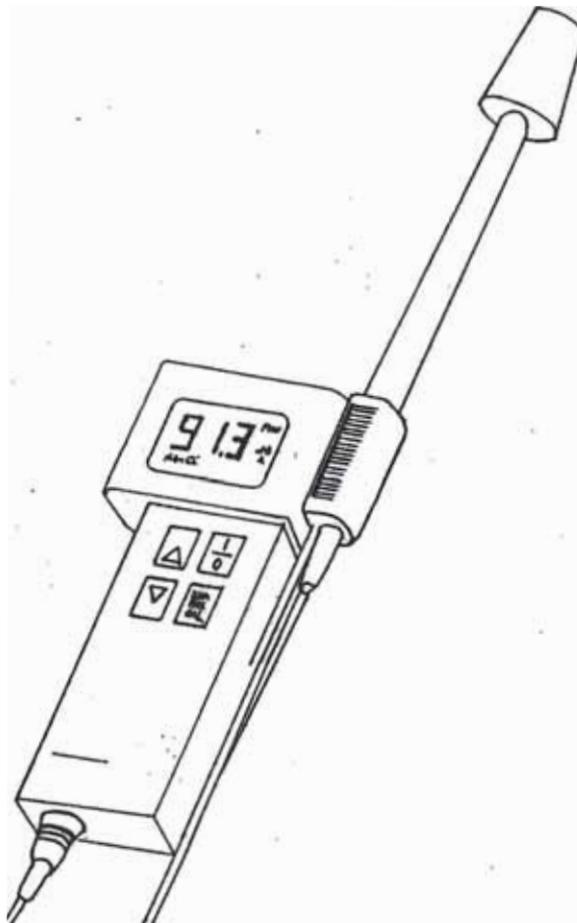
La calibración del sonómetro se hace antes y después de tomar las mediciones de niveles de presión sonora. Esta es necesaria para comprobar la respuesta del sonómetro con el fin de ajustarlo si la lectura fuera errónea.

Para la calibración de este equipo B&J se empleó el pistófono de la misma marca tipo 4220.

Especificaciones

Baterías:	3 x 1.5V IEC, uso de 12 horas continuas.
Dimensiones:	90 x 120 x 550mm.
Peso:	3 Kg.
Rango de respuesta:	0 a 140 dB(A)
Temperatura:	< 0.5 dB con 0 a 90% RH

Gráfico 5.1
Sonómetro TESTO



5.2 Datos obtenidos

Los datos experimentales obtenidos en las mediciones de campo de los niveles de ruido se muestran desde la tabla N° 5.1 hasta la tabla N° 5.34. Asimismo se han calculado los siguientes estadígrafos: la media geométrica, máximos, mínimos y la desviación estándar.

$$\sigma_n = \sqrt{(1/n) \sum (\ln x_i - \mu)^2} \dots \text{Fórmula 5.1}$$

DESVIACION ESTANDAR

σ_n = Desviación estándar

x_i = Datos de campo (1, ..., 10)

n = Número de datos de campo

$$\mu = \frac{1}{n} \sum \ln x_i \dots \text{Fórmula 5.2}$$

μ = media logarítmica

$$G = e^\mu \dots \text{Fórmula 5.3}$$

MEDIA GEOMETRICA

G = Media Geométrica

e = 2.72

Tabla N°5.1

AREA: HORNOS			
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION PATIO DE CHATARRA			
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *		
	OFICINA CHATARRA	EQUIPO DE CORTE	GRUA MOVIL
1	64	84	94
2	65	84	95
3	65	84	95
4	64	84	94
5	63	85	95
6	60	84	99
7	60	84	103
8	65	85	98
9	70	84	95
10	76	84	96
CALCULOS ESTADISTICOS			
1. MINIMO	60	84	94
2. MAXIMO	76	85	103
3. MEDIA (G)	65.1	84.2	96.4
4. D.S. (σ_n)	60×10^{-3}	5×10^{-3}	$x 10^{-3}$

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.2

AREA: HORNOS			
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION HORNOS DE FUNDICION			
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *		
	TABLERO DE CONTROL (1°ETAPA) ^[1]	TABLERO DE CONTROL (2°ETAPA) ^[2]	TABLERO DE CONTROL (3°ETAPA) ^[3]
1	89	81	68
2	88	85	70
3	95	70	69
4	92	76	67
5	98	89	85
6	92	85	70
7	97	90	66
8	95	85	69
9	89	74	70
10	92	88	84
CALCULOS ESTADISTICOS			
1. MINIMO	88	70	66
2. MAXIMO	97	90	85
3. MEDIA (G)	92.7	82.3	71.5
4. D.S. (σ_n)	37×10^{-3}	90×10^{-3}	86×10^{-3}

* Decibeles "A"

*1 = 1° ETAPA: AL INICIAR EL PROCESO DE FUNDICION DE CADA COLADA

*2 = 2° ETAPA: DESPUES DE UNA HORA DE FUNDICION

*3 = 3° ETAPA: EN LA ULTIMA ½ HORA DE FUNDICION

Tabla N° 5.3

AREA: HORNOS			
ESTUDIO DE RUIDO EN EL AREA DE HORNOS DE FUNDICION			
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *		
	COMPUERTA DE HORNOS (1°ETAPA) ⁽¹⁾	OFICINA HORNEROS	CABINA DE GRUEROS
1	99	71	82
2	92	70	84
3	99	69	82
4	98	70	83
5	104	71	81
6	90	69	84
7	92	68	85
8	95	69	83
9	97	69	84
10	99	71	85
CALCULOS ESTADISTICOS			
1. MINIMO	90	68	81
2. MAXIMO	104	71	85
3. MEDIA (G)	96.5	69.4	83.1
4. D.S. (σ_n)	44×10^{-3}	16×10^{-3}	16×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.4

AREA: HORNOS			
ESTUDIO DE RUIDO EN COLECTOR DE POLVOS DE HORNOS ELECTRICOS			
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *		
	TABLERO DE CONTROL	MOTOR	DEBAJO DE TOLVAS
1	80	92	82
2	81	92	82
3	81	94	82
4	81	94	82
5	81	92	82
6	82	94	81
7	80	94	82
8	82	94	82
9	80	93	82
10	82	92	81
CALCULOS ESTADISTICOS			
1. MINIMO	80	92	81
2. MAXIMO	82	94	82
3. MEDIA (G)	80.6	92.8	81.5
4. D.S. (σ_n)	11×10^{-3}	11×10^{-3}	7×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.5

AREA: BOLAS	
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: FUNDICION BOLAS - TORNAMESA	
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *
	Alrededores de rueda tornamesa
1	74
2	89
3	96
4	72
5	72
6	80
7	84
8	89
9	86
10	89
CALCULOS ESTADISTICOS	
1. MINIMO	72
2. MAXIMO	96
3. MEDIA (G)	83.1
4. DESVIACION ESTANDAR (σ_n)	101×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.6

AREA: BOLAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: FUNDICION BOLAS - HORNO HOLDING		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	ALREDEDORES	CASETA DE CONTROL
1	85	60
2	88	62
3	88	61
4	87	62
5	88	60
6	89	69
7	88	75
8	60	84
9	62	80
10	60	62
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	60	60
2. MAXIMO	89	84
3. MEDIA (G)	78.3	66.7
4. D.S. (σ_n)	178×10^{-3}	128×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.7

AREA: BOLAS	
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: ALMAS DE BOLAS - ARTISAND	
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *
1	93
2	105
3	93
4	105
5	93
6	105
7	93
8	75
9	93
10	105
CALCULOS ESTADISTICOS	
1. MINIMO	75
2. MAXIMO	105
3. MEDIA (G)	95.6
4. DESVIACION ESTANDAR (σ_n)	104×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.8

AREA: BOLAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN RECUPERADOR DE ARENAS COLECTOR DE POLVOS (FINOS)		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	TABLERO DE CONTROL	MOTOR DE SUCCION
1	79	90
2	80	91
3	85	91
4	85	91
5	80	90
6	88	91
7	80	90
8	79	91
9	78	92
10	80	91
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	78	90
2. MAXIMO	88	92
3. MEDIA (G)	81.5	90.9
4. D.S. (σ_n)	42×10^{-3}	7×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.9

AREA: BOLAS			
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: MOLINO # 1 - DESGRANADO DE BOLAS			
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *		
	SALIDA DE BOLAS Operando molinos 1 y 2	SALIDA DE BOLAS Operando molino 1	TABLERO GENERAL Operando molino 1
1	100	99	94
2	102	98	93
3	99	96	94
4	101	98	96
5	101	102	94
6	105	101	94
7	108	101	95
8	104	99	94
9	101	100	94
10	101	98	92
CALCULOS ESTADISTICOS			
1. MINIMO	99	96	92
2. MAXIMO	108	102	96
3. MEDIA (G)	102.5	99.5	93.7
4. D.S.(σ_n)	26×10^{-3}	19×10^{-3}	12×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.10

AREA: BOLAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: MOLINO # 2		
DESGRANADO DE BOLAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	SALIDA DE BOLAS	TABLERO GENERAL
1	98	90
2	97	95
3	96	100
4	98	98
5	100	98
6	101	98
7	99	98
8	98	90
9	99	87
10	100	90
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	96	87
2. MAXIMO	101	100
3. MEDIA (G)	98.5	94.6
4. D.S.(σ_n)	15×10^{-3}	50×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.11

AREA: BOLAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LAS CANALETAS Y CAPACHOS DE TRANSPORTE DE BOLAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	TRANSPORTANDO BOLAS DE 2"	TRANSPORTANDO BOLAS DE 4"
1	93	106
2	110	110
3	112	116
4	93	112
5	116	110
6	90	111
7	87	109
8	93	110
9	90	115
10	100	114
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	87	106
2. MAXIMO	116	116
3. MEDIA (G)	97.5	111.1
4. D.S.(σ_n)	104×10^{-3}	27×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.12

AREA: BOLAS	
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: DESGRANADO DE BOLAS GRUA PUENTE DE MOLINOS	
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *
1	92
2	94
3	97
4	95
5	93
6	89
7	90
8	93
9	92
10	93
CALCULOS ESTADISTICOS	
1. MINIMO	89
2. MAXIMO	97
3. MEDIA (G)	92.8
4. DESVIACION ESTANDAR (σ_n)	25×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.13

AREA: BOLAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: TRATAMIENTO TERMICO DE BOLAS HORNOS SURFACE/HOLCROFT		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	INGRESO DE BOLAS AL HORNO	ALREDEDORES DE HORNOS
1	85	90
2	84	88
3	84	94
4	85	90
5	82	91
6	89	89
7	90	90
8	88	88
9	85	89
10	83	90
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	82	88
2. MAXIMO	90	94
3. MEDIA (G)	85.6	90.0
4. D.S.(σ_n)	31×10^{-3}	19×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.14

AREA: BOLAS	
ESTUDIO DE RUIDO EN SECCION: ACABADO DE BOLAS - MOLINO DE PULIDO	
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *
	INSPECCION DE BOLAS
1	101
2	101
3	95
4	96
5	98
6	94
7	100
8	102
9	101
10	101
CALCULOS ESTADISTICOS	
1. MINIMO	94
2. MAXIMO	102
3. MEDIA (G)	98.5
4. DESVIACION ESTANDAR (σ_n)	30×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.15

AREA: BOLAS	
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: CONTROL DE CALIDAD DE BOLAS	
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *
	CASETA DE INSPECCION DE BOLAS
1	90
2	92
3	91
4	90
5	92
6	88
7	89
8	91
9	92
10	88
CALCULOS ESTADISTICOS	
1. MINIMO	88
2. MAXIMO	92
3. MEDIA (G)	90.0
4. DESVIACION ESTANDAR (σ_n)	18×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.16

AREA: PIEZAS			
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: CARPINTERIA			
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *		
	TALLER DE TRABAJO Ambiente general	SIERRA CINTA CENTAURO Punto de operación	GARLOPA Punto de operación
1	70	90	95
2	70	91	99
3	70	90	105
4	70	90	104
5	71	90	104
6	71	89	98
7	71	90	95
8	71	88	97
9	70	91	95
10	70	90	90
CALCULOS ESTADISTICOS			
1. MINIMO	70	88	90
2. MAXIMO	71	91	105
3. MEDIA (G)	70.1	90.9	98.5
4. D.S.(σ_n)	9×10^{-3}	10×10^{-3}	50×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.17

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: FABRICACION DE ALMAS DE PIEZAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	AMBIENTE GENERAL	GRUA PUENTE (Cabina de control)
1	71	74
2	72	74
3	71	76
4	70	74
5	72	77
6	74	74
7	72	76
8	71	76
9	72	74
10	73	76
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	70	74
2. MAXIMO	74	77
3. MEDIA (G)	71.5	75.2
4. D.S.(σ_n)	16×10^{-3}	16×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.18

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: FABRICACION DE ALMAS DE PIEZAS EQUIPOS NEUMATICOS DE ASENTAMIENTO DE ARENA		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	PLANCHAS METALICAS	MARTILLO NEUMATICO
1	99	77
2	100	78
3	99	79
4	100	80
5	100	77
6	98	76
7	99	74
8	100	85
9	99	93
10	99	90
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	98	74
2. MAXIMO	100	93
3. MEDIA (G)	99.5	80.6
4. D.S.(σ_n)	7×10^{-3}	57×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.19

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: FABRICACION DE ALMAS DE PIEZAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	EQUIPO 'PACEMASTER'	SISTEMA 'MSA'
1	80	91
2	79	92
3	81	90
4	83	88
5	82	89
6	82	90
7	80	92
8	79	91
9	80	90
10	80	90
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	79	88
2. MAXIMO	83	92
3. MEDIA (G)	80.6	90.0
4. D.S.(σ_n)	17×10^{-3}	14×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.20

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN EL SISTEMA RECUPERADOR DE ARENAS DE PIEZAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	TABLERO DE CONTROL	ALREDEDORES
1	85	85
2	85	85
3	86	84
4	85	85
5	86	85
6	86	86
7	86	85
8	85	85
9	85	85
10	86	85
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	85	84
2. MAXIMO	86	86
3. MEDIA (G)	85.6	84.8
4. D.S.(σ_n)	7×10^{-3}	6×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.21

AREA: PIEZAS	
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: TRATAMIENTO TERMICO DE PIEZAS	
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *
	CABINA DE CONTROL DE HORNOS
1	68
2	67
3	68
4	69
5	68
6	74
7	72
8	71
9	68
10	72
CALCULOS ESTADISTICOS	
1. MINIMO	67
2. MAXIMO	74
3. MEDIA (G)	69.4
4. DESVIACION ESTANDAR (σ_n)	34×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.22

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: ACABADO DE PIEZAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	ESMERIL NEUMATICO DE MANO	MARTILLO NEUMATICO DE MANO
1	99	108
2	103	106
3	101	105
4	99	100
5	98	107
6	101	110
7	99	108
8	99	105
9	100	108
10	99	108
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	98	100
2. MAXIMO	103	110
3. MEDIA (G)	99.5	106.7
4. D.S.(σ_n)	15×10^{-3}	13×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.23

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: ACABADO DE PIEZAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	AMOLADORAS ELECTRICAS COLGANTES	TALLER DE SOLDADURA
1	82	82
2	81	84
3	83	88
4	85	86
5	84	86
6	83	82
7	85	84
8	82	85
9	85	88
10	80	84
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	80	82
2. MAXIMO	85	88
3. MEDIA (G)	83.1	84.8
4. D.S.(σ_n)	21×10^{-3}	25×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.24

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: MAQUINADO DE PIEZAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	PASADIZO CENTRAL	OFICINA DE MAQUINADO
1	82	71
2	81	72
3	82	71
4	81	71
5	83	73
6	81	74
7	80	72
8	81	70
9	80	71
10	81	71
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	80	70
2. MAXIMO	83	74
3. MEDIA (G)	81.5	71.5
4. D.S.(σ_n)	11×10^{-3}	16×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.31

AREA: GENERAL PLANTA			
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: CONTROL DE CALIDAD			
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *		
	JEFATURA (OFICINA)	LABORATORIO QUIMICO	LABORATORIO FISICO
1	67	68	82
2	68	62	82
3	68	68	81
4	68	61	80
5	66	71	82
6	68	70	85
7	76	68	90
8	74	69	83
9	68	68	82
10	68	68	82
CALCULOS ESTADISTICOS			
1. MINIMO	66	62	80
2. MAXIMO	76	71	90
3. MEDIA (G)	68.7	67.4	83.1
4. D.S.(σ_n)	45×10^{-3}	49×10^{-3}	33×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.26

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: MAQUINADO DE PIEZAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	TORNO HORIZONTAL 3½"	TORNO HORIZONTAL 4"
1	77	77
2	77	77
3	76	78
4	77	77
5	76	76
6	77	77
7	77	76
8	76	77
9	77	77
10	77	77
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	76	76
2. MAXIMO	77	78
3. MEDIA (G)	76.7	76.7
4. D.S.(σ_n)	6×10^{-3}	8×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.27

AREA: PIEZAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: MAQUINADO DE PIEZAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	TORNO HORIZONTAL 6"	CEPILLO HORIZONTAL "BOEHRINGER"
1	78	75
2	79	76
3	77	76
4	76	76
5	80	76
6	81	77
7	79	76
8	78	76
9	79	75
10	76	76
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	76	75
2. MAXIMO	81	77
3. MEDIA (G)	78.3	75.9
4. D.S.(σ_n)	21×10^{-3}	8×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.28

AREA: GENERAL PLANTA		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: SALA DE COMPRESORAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	EN LA PUERTA	AREA EXTERNA (EN LOS ALREDEDORES)
1	85	83
2	84	85
3	83	85
4	85	85
5	86	84
6	88	85
7	84	86
8	85	85
9	87	88
10	85	85
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	83	83
2. MAXIMO	88	88
3. MEDIA (G)	84.8	84.8
4. D.S.(σ_n)	18×10^{-3}	16×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.29

AREA: GENERAL PLANTA		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: MANTENIMIENTO DE PLANTA		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	TALLER MANTENIMIENTO MECANICO	TALLER MANTENIMIENTO ELECTRICO
1	73	75
2	72	75
3	73	73
4	72	75
5	78	76
6	80	78
7	77	75
8	73	75
9	72	76
10	73	75
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	72	73
2. MAXIMO	80	78
3. MEDIA (G)	74.4	75.2
4. D.S.(σ_n)	39×10^{-3}	17×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.30

AREA: GENERAL PLANTA		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: MANTENIMIENTO DE PLANTA		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	TALLER AUTOMOTRIZ	OFICINAS DE MANTENIMIENTO
1	65	66
2	65	65
3	64	68
4	66	66
5	67	67
6	66	66
7	65	66
8	64	67
9	65	66
10	65	66
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	64	65
2. MAXIMO	67	68
3. MEDIA (G)	65.4	66.0
4. D.S.(σ_n)	14×10^{-3}	13×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.31

AREA: GENERAL PLANTA			
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: CONTROL DE CALIDAD			
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *		
	JEFATURA (OFICINA)	LABORATORIO QUIMICO	LABORATORIO FISICO
1	67	68	82
2	68	62	82
3	68	68	81
4	68	61	80
5	66	71	82
6	68	70	85
7	76	68	90
8	74	69	83
9	68	68	82
10	68	68	82
CALCULOS ESTADISTICOS			
1. MINIMO	66	62	80
2. MAXIMO	76	71	90
3. MEDIA (G)	68.7	67.4	83.1
4. D.S.(σ_n)	45×10^{-3}	49×10^{-3}	33×10^{-1}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.32

AREA: SEGURIDAD INDUSTRIAL	
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: OFICINA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL	
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *
1	72
2	75
3	75
4	76
5	78
6	81
7	76
8	77
9	76
10	76
CALCULOS ESTADISTICOS	
1. MINIMO	72
2. MAXIMO	81
3. MEDIA (G)	75.9
4. DESVIACION ESTANDAR (σ_n)	30×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.33

AREA: GENERAL PLANTA		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: ENFERMERIA (TOPICO)		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	OFICINA	CAMILLA DE ATENCION
1	67	68
2	69	68
3	67	69
4	68	68
5	66	50
6	69	49
7	69	65
8	69	48
9	72	68
10	61	68
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	61	48
2. MAXIMO	72	69
3. MEDIA (G)	67.4	61.6
4. D.S.(σ_n)	44×10^{-3}	157×10^{-3}

* Decibeles "A"

Tabla N° 5.34

AREA: VENTAS		
ESTUDIO DE RUIDO EN LA SECCION: DESPACHO DE VENTAS		
N° DE MEDICION	NIVEL DE PRESION SONORA dB(A) *	
	EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO	GRUA PUENTE (Cabina)
1	69	84
2	68	85
3	69	84
4	65	80
5	70	85
6	68	86
7	72	85
8	71	89
9	68	85
10	68	86
CALCULOS ESTADISTICOS		
1. MINIMO	65	80
2. MAXIMO	72	89
3. MEDIA (G)	68.7	84.8
4. D.S.(σ_n)	28×10^{-3}	27×10^{-3}

* Decibeles "A"

5.3. Niveles equivalentes de ruido continuo y dosis de exposición

En la tabla 5.35 se muestran los valores correspondientes a los niveles equivalentes de ruido continuo y los impulsivos que por su periodicidad se pueden considerar como continuos, y a la dosis de exposición, cuyos cálculos de desarrollo se indican en las tablas 5.36 y 5.37. Las fórmulas aplicadas para estos cálculos se indicaron en el capítulo anterior: Fórmulas 4.3, 4.4 y 4.5.

Tabla 5.35

NIVEL EQUIVALENTE DE RUIDO CONTINUO DOSIS Y TIEMPO MAXIMO DE EXPOSICION PERMISIBLE Marzo 1,997			
AMBIENTE DE TRABAJO Y OCUPACION	L_{AeqT} .dB(A) *	Dosis	Tiempo máximo de exposición (horas/día)
PATIO DE CHATARRA			
Operario cortador de chatarra	84.2	< 1	Mas de 8
Operador de grúa móvil	95.2	> 1	2.6
HORNOS			
Operario de la grúa puente (hornos)	83.6	< 1	Mas de 8
Operario de la grúa puente (Refrac.)	83.6	< 1	Mas de 8
Operario de un horno de eléctrico de fundición (6 Tn)	86.0	< 1	Mas de 8
Operario soldador cortador- refractorista	83.6	< 1	Mas de 8
BOLAS			
Operario de la grúa puente #30	92.6	> 1	4.6
Operario del horno "Holding"	81.6	< 1	Mas de 8
Operario fundidor de tornamesa	88.6	< 1	Mas de 8
Operario del "Artisand"	91.8	> 1	5.6

NIVEL EQUIVALENTE DE RUIDO CONTINUO DOSIS Y TIEMPO MAXIMO DE EXPOSICION PERMISIBLE Marzo 1,997			
AMBIENTE DE TRABAJO Y OCUPACION	L_{AeqT} .dB(A) *	Dosis	Tiempo máximo de exposición (horas/día)
Operario inspector de molinos de desgranado	97.4	> 1	1.6
Operario de hornos "Holcroft/Surface"	95.8	> 1	2.2
Operario inspector de bolas (molino de pulido)	100.6	> 1	0.8
PIEZAS			
Operario carpintero	82.1	< 1	Mas de 8
Operario fabricante de almas Sist. "PACEMASTER"	79.5	< 1	Mas de 8
Operario fabricante de almas Sistema SEMIAUTOMATICO	89.3	< 1	Mas de 8
Operario de la grúa puente #06	75.2	< 1	Mas de 8
Operario fundidor	73.7	< 1	Mas de 8
Operario de amoladoras eléctricas colgantes	86.7	< 1	Mas de 8
Operario de esmeriles	98.4	> 1	1.2
Operario de martillo	107.4	> 1	0.18
Operador del horno de tratamiento térmico	71.7	< 1	Mas de 8
Operador en sala de maquinado	78.7	< 1	Mas de 8
VENTAS			
Operario despachador	68.0	< 1	Mas de 8
Operario de la grúa puente	84.6	< 1	Mas de 8

CAPITULO 5: DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

OPERARIO/ACTIVIDAD	T ₁	L ₁	E ₁	T ₂	L ₂	E ₂	T ₃	L ₃	E ₃	T ₄	L ₄	E ₄	Suma E _i	Leq dBA*	
AREA: HORNOS															
HORNOS ELECTRICOS															
• Tablero de control.	6.33	84.8	23.89	1x6	91	15.74									
• Compuerta de inspección.															
• Refrigerio y tiempo de espera.							0.67x6	68	0.05				39.68	86.0	
GRUAS PUENTE															
• En la cabina de control.	7.33x6	84.0	23.02	0.67x6	68	0.05							23.07	83.6	
• Refrigerio y tiempo de espera															
REFRACTORISTA –SOLDADOR – CORTADOR															
• Puesto de trabajo	7.33x6	84.0	23.02	0.67x6	68	0.05							23.07	83.6	
• Refrigerio y tiempo de espera															
AREA: BOLAS															
GRUAS PUENTE MOLINOS															
• En la cabina de control.	7.33x6	93.0	182.82	0.67x6	68	0.05							182.87	92.6	
• Refrigerio y tiempo de espera.															

CAPITULO 5: DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

OPERARIO/ACTIVIDAD	T ₁	L ₁	E ₁	T ₂	L ₂	E ₂	T ₃	L ₃	E ₃	T ₄	L ₄	E ₄	Suma E _i	Leq dBA*
HORNO HOLDING <ul style="list-style-type: none"> • En tablero de control. • En la compuerta de inspección y alrededores • En la cabina de control general 	5.5x6	62.0	0.11	1.83x6	88	14.43	0.67x6	68	0.05				14.59	81.6
FUNDICION - TORNAMESA <ul style="list-style-type: none"> • Alrededores de la rueda. • Refrigerio y tiempo de espera. 	7.33x6	89.0	72.78	0.67x6	68	0.05							72.83	88.6
ARTISAND <ul style="list-style-type: none"> • Monitor de control • Desplazamiento entre Artisan and faja de transporte de almas de bolas. • Refrigerio y tiempo de espera. 	4x6	94.8	151.00	3.33x6	75	1.32	0.67x6	68	0.05				152.37	91.8
MOLINOS DE DESGRANADO <ul style="list-style-type: none"> • Inspección: punto de descarga de bolas de los molinos. • Tablero de control eléctrico de molinos. • Refrigerio y tiempo de espera. 	6.83x6	98.0	538.68	0.5x6	94	15.70	0.67x6	68	0.05				554.43	97.4

CAPITULO 5: DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

OPERARIO/ACTIVIDAD	T ₁	L ₁	E ₁	T ₂	L ₂	E ₂	T ₃	L ₃	E ₃	T ₄	L ₄	E ₄	Suma E _i	Leq dBA*	
HORNOS DE TRATAMIENTO TERMICO DE BOLAS <ul style="list-style-type: none"> • A la entrada en punto de carga de material a los hornos. • Desplazamiento por la canaleta de transporte de bolas. • Desplazamiento por alrededores de hornos. • Refrigerio y tiempo de espera. 	3.33x6	85.0	13.16	2x6	101.4	345.10	2x6	90	25.0	0.67x6	68	0.05	383.31	95.8	
	7.33x6	101.0	1153.49	0.67x6	68	0.05							1153.5	100.6	
	AREA: PIEZAS														
	CARPINTERIA <ul style="list-style-type: none"> • Sala de trabajo • Operación de Equipos • Refrigerio y tiempo de espera. 	7x6	70	0.88	0.33x6	90	4.13	0.67x6	68	0.05				5.06	82.1

CAPITULO 5: DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

OPERARIO/ACTIVIDAD	T ₁	L ₁	E ₁	T ₂	L ₂	E ₂	T ₃	L ₃	E ₃	T ₄	L ₄	E ₄	Suma E _i	Leq dBA*
SISTEMA PACEMASTER	6x6	80	7.5	1.33x6	79	1.32	0.67x6	68	0.05				8.87	79.4
<ul style="list-style-type: none"> • Carga de material en las cajas de moldes. • Desplazamiento en los alrededores. • Refrigerio y tiempo de espera. 														
SISTEMA MSA	6x6	90	75	1.33x6	88	10.49	0.67x6	68	0.05				85.54	89.3
<ul style="list-style-type: none"> • Carga de material en las cajas de moldes • Desplazamiento en los alrededores • Refrigerio y tiempo de espera 														
EQUIPO NEUMATICO DE ASENTAMIENTO DE ARENA	6.5x6	72	2.04	0.83	99	82.41	0.67x6	68	0.05				84.5	89.2
<ul style="list-style-type: none"> • Preparación de la arena en cajas de moldes. • Operación con martillo neumático • Refrigerio y tiempo de espera 														
GRUAS PUENTE	7.33x6	75.5	3.25	0.67x6	68	0.05							3.3	75.1
<ul style="list-style-type: none"> • En la cabina de control. • Refrigerio y tiempo de espera. 														

CAPITULO 5: DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

OPERARIO/ACTIVIDAD	T ₁	L ₁	E ₁	T ₂	L ₂	E ₂	T ₃	L ₃	E ₃	T ₄	L ₄	E ₄	Suma E _i	Leq dBA*
FUNDICION	7.36x6	74	2.30	0.67x6	68	0.05							2.35	73.7
<ul style="list-style-type: none"> Operación de cucharas con colada. Refrigerio y tiempo de espera. 														
AMOLADORAS ELECTRICAS COLGANTES	7.33x6	87	45.92	0.33x6	80	0.41	0.67x6	68	0.05				46.38	86.6
<ul style="list-style-type: none"> Acabado de piezas con las amoladoras Desplazamiento por Alrededores Refrigerio y tiempo de espera 														
ESMERILES NEUMATICOS	7x6	99	695.04	0.33x6	80	0.41	0.67x5	68	0.05				695.5	98.4
<ul style="list-style-type: none"> Acabado de piezas con las amoladoras Desplazamiento por Alrededores Refrigerio y tiempo de espera 														
MARTILLO NEUMATICO	7x6	108	5520.8	0.33x6	80	0.41	0.67x6	68	0.05				5521.3	107.4
<ul style="list-style-type: none"> Acabado de piezas con las amoladoras Desplazamiento por Alrededores Refrigerio y tiempo de espera 														

CAPITULO 5: DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

OPERARIO/ACTIVIDAD	T ₁	L ₁	E ₁	T ₂	L ₂	E ₂	T ₃	L ₃	E ₃	T ₄	L ₄	E ₄	Suma E _i	Leq dBA*	
HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO	1x6	70	0.125	5.5x6	72.6	1.22	1.33x6	68	0.10	0.67x6	68	0.05	1.50	71.8	
															• Cabina móvil de control.
															• Desplazamiento por Alrededores
															• Sala de Control General
• Refrigerio y Tiempo de Espera															
SALA DE MAQUINADO	7.33x6	79	7.28	0.67x6	68	0.05							7.33	78.7	
															• Operación de equipos de maquinado.
• Refrigerio y tiempo de espera.															
AREA: VENTAS															
EMBALAJE	7.33x6	68	0.58	0.67x6	68	0.05							0.63	68.0	
															• Preparación y embalaje de productos.
• Refrigerio y tiempo de espera.															
GRUA PUENTE	7.33x6	85	28.97	0.67x6	68	0.05							29.02	84.6	
															• En la cabina de control.
• Refrigerio y tiempo de espera.															

* Decibeles "A"

Tabla 5.37 CALCULO DE LA DOSIS DE EXPOSICION

Fecha: Marzo 1997

$$\text{Fórmula: Dosis} = \sum \frac{C_i}{t_i}$$

C_i = tiempo de exposición en horas
 t_i = tiempo de exposición permisible en horas

$$\text{Suma } D_i = D_1 + D_2 + \dots + D_n$$

OPERARIO/ACTIVIDAD	C ₁	t ₁	D ₁	C ₂	t ₂	D ₂	C ₃	t ₃	D ₃	C ₄	t ₄	D ₄	Suma D _i	DOSIS
AREA: PATIO DE CHATARRA														
CORTADOR DE CHATARRA	8.33	19.2	0.43	1.00	∞	0.00	0.67	∞	0.00				0.43	< 1
GRUA MOVIL	8.33	4.00	2.08	6.00	∞	0.00	0.67	∞	0.00				2.08	> 1
AREA: HORNOS														
HORNOS ELECTRICOS	6.33	16.60	0.38	1.00	7.20	0.14	0.67	∞	0.00				0.52	< 1
GRUAS PUENTE	7.33	19.20	0.38	0.67	∞	0.00							0.38	< 1
REFRACTORISTA -SOLDADOR CORTADOR	7.33	19.20	0.38	0.67	∞	0.00							0.30	< 1

CAPITULO 5: DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

OPERARIO/ACTIVIDAD	C ₁	t ₁	D ₁	C ₂	t ₂	D ₂	C ₃	t ₃	D ₃	C ₄	t ₄	D ₄	Suma Di	DOSIS
AREA: BOLAS														
GRUAS PUENTE	7.33	5.60	1.31	0.67	∞	0.00							1.31	> 1
HORNO HOLDING	5.50	∞	0.00	1.83	11.20	0.16	0.67	∞	0.00				0.16	< 1
FUNDICION – TORNAMESA	7.33	9.60	0.75	0.67	∞	0.00							0.76	< 1
ARTISAND	4.00	4.10	0.98	3.33	64.00	0.05	0.67	∞	0.00				1.00	> 1
MOLINOS DE DESGRANADO	6.83	2.80	2.44	0.50	4.80	0.10	0.67	∞	0.00				2.54	> 1
HORNOS DE TRATAMIENTO TERMICO DE BOLAS	3.33	16.00	0.21	2.00	1.72	1.16	2.00	8.00	0.25	0.67	∞	0.00	1.62	> 1
MOLINO DE PULIDO	7.33	1.80	4.02	0.67	∞	0.00							4.07	> 1
AREA: PIEZAS														
CARPINTERIA	0.33	8.00	0.04	7.00	128.0	0.05	0.67	∞	0.00				0.09	< 1
SISTEMA PACEMASTER	6.00	32.00	0.19	1.33	38.40	0.03	0.67	∞	0.00				0.22	< 1
SISTEMA MSA	6.00	8.00	0.75	1.33	11.20	0.12	0.67	∞	0.00				0.97	< 1

CAPITULO 5: DATOS EXPERIMENTALES OBTENIDOS

OPERARIO/ACTIVIDAD	C ₁	t ₁	D ₁	C ₂	t ₂	D ₂	C ₃	t ₃	D ₃	C ₄	t ₄	D ₄	Suma Di	DOSIS
EQUIPO NEUMATICO DE ASENTAMIENTO DE ARENA	6.50	76.80	0.09	0.83	2.40	0.35	0.67	∞	0.00				0.43	< 1
GRUAS PUENTE	7.33	60.80	0.12	0.67	∞	0.00							0.12	< 1
FUNDICION	7.33	74.00	0.10	0.67	∞	0.00							0.10	< 1
AMOLADORAS ELECTRICAS COLGANTES	7.33	12.80	0.57	0.33	32.00	0.01	0.67	∞	0.00				0.58	< 1
ESMERILES NEUMATICOS DE MANO	7.00	2.40	2.92	0.33	32.00	0.01	0.67	∞	0.00				2.93	> 1
MARTILLO NEUMATICO	7.00	0.70	10.0	0.33	32.00	0.01	0.67	∞	0.00				10.01	> 1
HORNO DE TRATAMIENTO TERMICO	1.00	128.00	0.01	5.50	96.00	0.06	1.33	∞	0.00	0.67	∞	0.00	0.07	< 1
SALA DE MAQUINADO	7.33	38.40	0.19	0.67	∞								0.19	< 1
AREA: VENTAS														
EMBALAJE	7.33	∞	0.00	0.67	∞	0.00							0.00	< 1
GRUA PUENTE	7.33	16.00	0.46	0.67	∞	0.00							0.46	< 1

5.4. Análisis de frecuencias

Los niveles de ruido medidos en 10 frecuencias de bandas de octavas se han registrado en la tabla 5.38 y con estos valores se han trazado gráficos en los que se puede apreciar curvas preimpresas que representan los límites permisibles de los niveles de ruido para diferentes períodos de exposición en horas/semana considerando su frecuencia, según norma USA establecida por "Medical Research Division, Esso Research and Engineering Company" (Ver gráficos 5.3 a 5.6). El Análisis de frecuencias se realizó en las siguientes áreas:

- * Hornos eléctricos de fundición
- * Colector de polvos de hornos
- * Colector polvos finos de bolas
- * Molinos de desgranado de bolas
- * Hornos de tratamiento térmico de piezas (caseta de control)
- * Esmeril neumático de mano
- * Martillo neumático de mano
- * Sala de compresoras

Según la tabla 5.38, los niveles de ruido registrados en las áreas de molinos de desgranado de bolas, esmeril neumático y martillo neumático de mano (acabado de piezas) se encuentran sobre el valor límite del período de exposición máximo de 48 horas a la semana en las frecuencias de la zona audible de 500 a 2000 Hz y en la zona de las frecuencias agudas de 4000 a 16000 Hz.

En la banda de las frecuencias graves de 31.5 a 250 Hz, se encontró que en las áreas del colector de polvos finos de bolas, molinos de desgranado, esmeril neumático y martillo neumático y la sala de compresoras, los niveles de ruido sobrepasan el tiempo de exposición permisible.

Tabla 5.38
ANALISIS DE FRECUENCIAS POR BANDAS DE OCTAVAS
Fecha: Marzo 1997

LOCALIZACION	BANDAS DE OCTAVAS (Hertz)									
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	16000
HORNOS										
HORNOS ELECTRICOS	86	86	80	82	82	84	80	84	84	
COLECTOR DE POLVOS	85	84	83	76	77	76	71	66	63	
BOLAS										
COLECTOR DE POLVOS FINOS	89	92	91	88	90	88	88	79	72	
MOLINOS DE DESGRANADO	87	88	98	99	100	102	104	100	94	82
PIEZAS										
HORNOS DE TRAT. TERMICO	83	74	70	63	62	63	54	47	39	30
ESMERIL DE MANO	102	102	96	98	102	103	105	112	114	110
MARTILLO NEUMATICO	107	104	104	103	106	102	102	100	99	98
GENERAL PLANTA										
COMPRESORAS	95	86	93	84	76	80	75	70	68	65

Gráfico 5.3

EXPOSICION OCUPACIONAL PERMISIBLE
SEGÚN ANALISIS DE FRECUENCIAS

AREA: HORNOS ELECTRICOS DE FUNDICION Y
COLECTOR DE POLVOS DE HORNOS

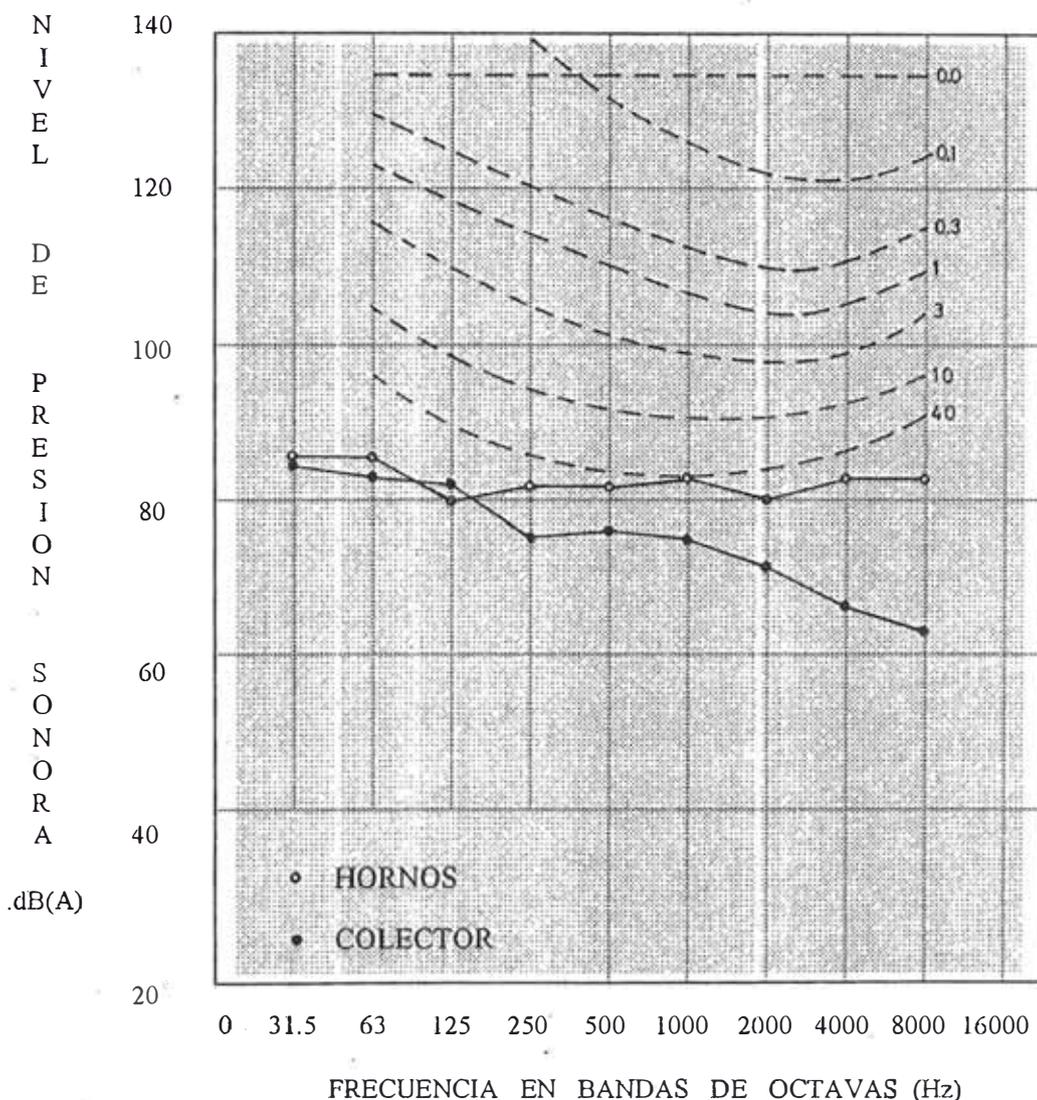


Gráfico 5.4

**EXPOSICION OCUPACIONAL PERMISIBLE
SEGÚN ANÁLISIS DE FRECUENCIAS**

**AREA: COLECTOR DE POLVOS DE BOLAS Y MOLINOS DE
DESGRANADO DE BOLAS**

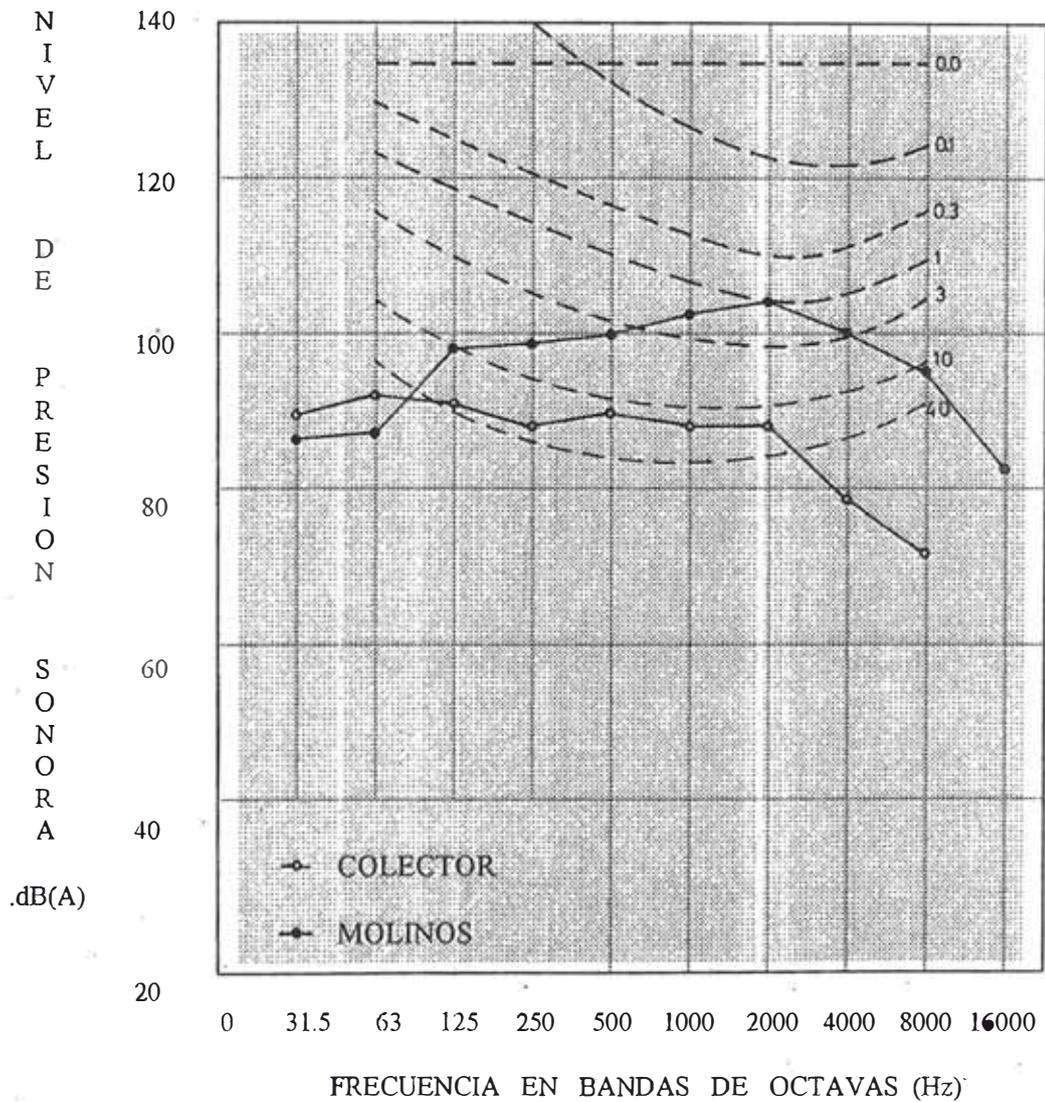


Gráfico 5.5

EXPOSICION OCUPACIONAL PERMISIBLE
SEGÚN ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

AREA: ACABADO DE PIEZAS: ESMERIL NEUMATICO DE MANO Y
MARTILLO NEUMATICO DE MANO

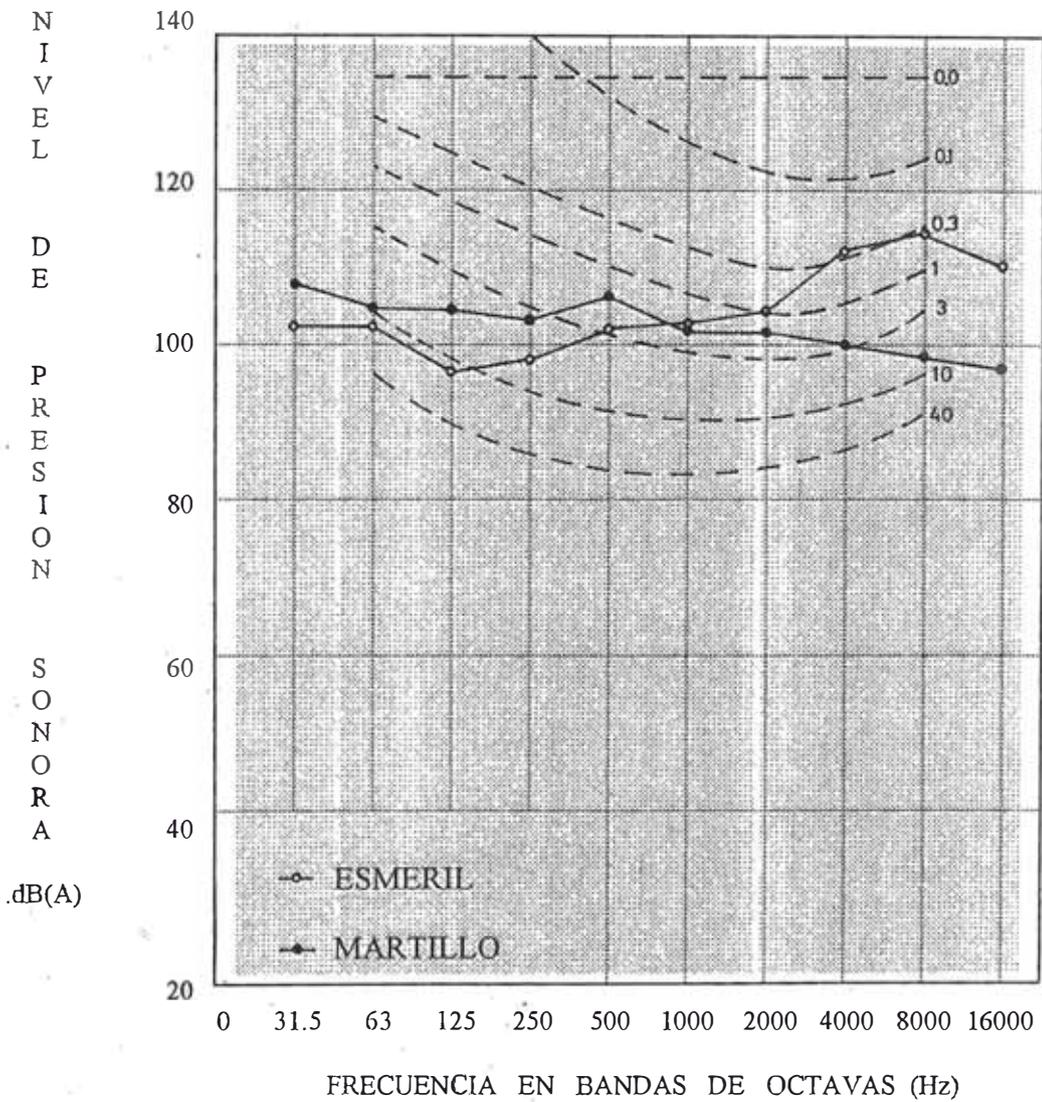
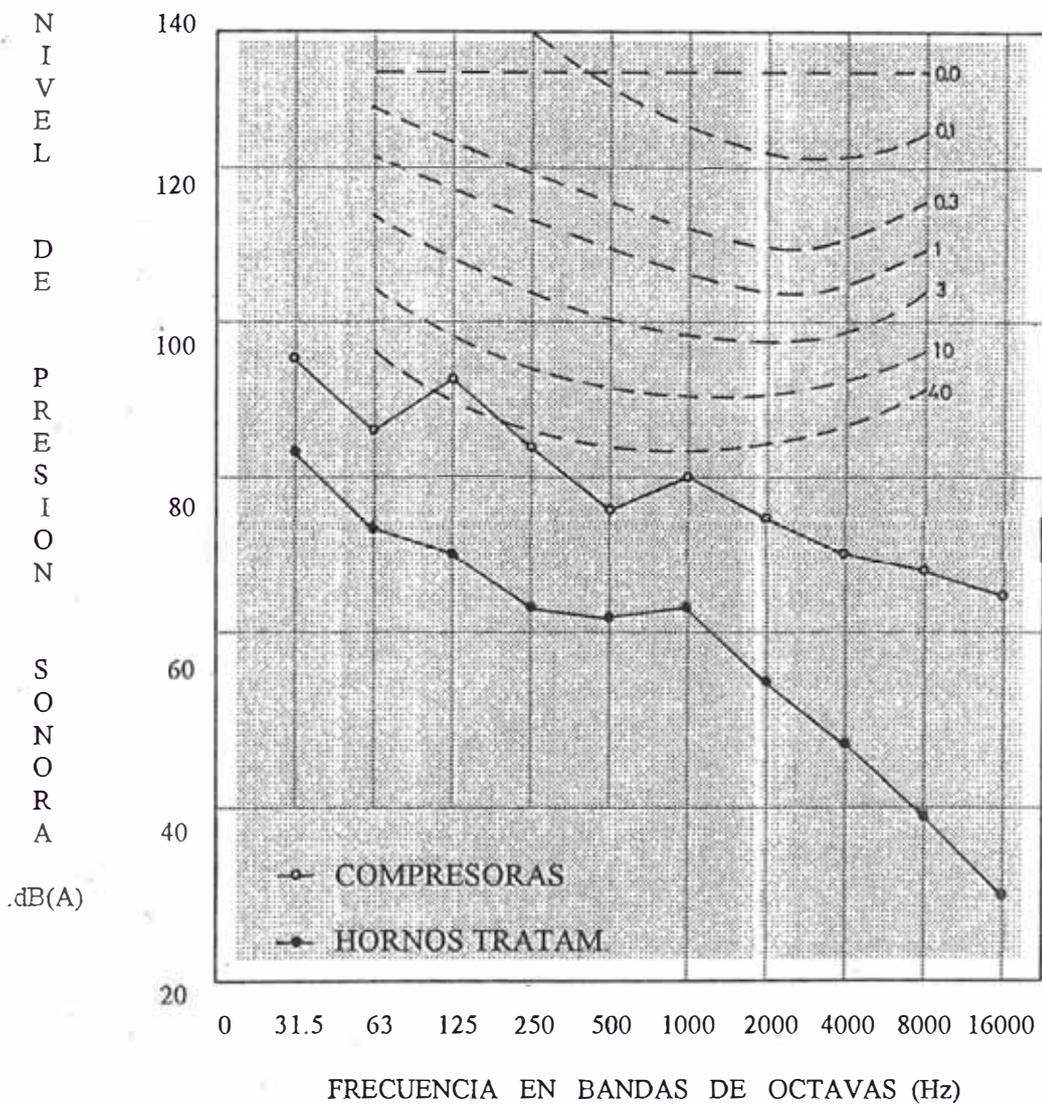


Gráfico 5.6

**EXPOSICION OCUPACIONAL PERMISIBLE
SEGÚN ANÁLISIS DE FRECUENCIAS**

**AREA: SALA DE COMPRESORAS Y HORNOS DE TRATAMIENTO
TERMICO DE PIEZAS**



CAPITULO VI

INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

6.1 Análisis de datos

A continuación se muestra la tabla 6.1, en la que se resumen los niveles de ruido mínimos y máximos, extraídas de las tablas 5.1 hasta 5.34. Así mismo se indican los niveles predominantes de ruido (que es el nivel de ruido que más se repite) encontrados en cada área de trabajo.

Tabla 6.1
Niveles totales de ruido

FUENTE DE RUIDO		NIVELES TOTALES DE RUIDO dB (A)*1			
		MÍNIMO	MÁXIMO	PRED	LÍMITE
HORNOS					
PATIO DE CHATARRA	PREPARACION DE CHATARRA				
	* Oficina de chatarra	60.0	76.0	65.0	70
	* Equipo de corte	83.0	85.0	84.0	90
	* Grúa	94.0	103.0	95.0	90
HORNOS	HORNOS ELECTRICOS (6 Tn.)				
	* Tablero de control	88.0	98.0	92.0	90
	* Compuerta de inspección	90.0	104.0	99.0	90
	(Al iniciar el proceso de fundición de la chatarra)				
	HORNOS ELECTRICOS (6 Tn.)				
	* Tablero de control	70.0	90.0	85.0	90
	(Después de 1 hora de fundición)				
HORNOS ELECTRICOS (6 Tn.)					
* Tablero de control	66.0	85.0	70.0	90	
(En la última ½ hora de fundición)					
	OFICINA DE HORNEROS	68.0	71.0	69.0	70
	CABINA DE GRUEROS	81.0	85.0	84.0	70

CAPITULO 6: INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

FUENTE DE RUIDO		NIVELES TOTALES DE RUIDO dB (A)*1			
		MÍNIMO	MÁXIMO	PRED	LÍMITE
HORNOS	COLECTOR DE POLVOS DE HORNOS ELECT.				
	* Tablero de control	80.0	82.0	81.0	90
	* Motor	92.0	94.0	94.0	90
	* Debajo de tolvas	81.0	82.0	82.0	90
BOLAS					
FUNDICION BOLAS	TORNAMESA				
	* Alrededores de la rueda	72.0	96.0	89.0	90
	HORNO HOLDING				
	* Alrededores del horno	60.0	89.0	88.0	90
	* Caseta de control	60.0	84.0	62.0	70
ALMAS DE BOLAS	MAQUINA ARTISAND				
	* Tablero (monitor) de control	75.0	105.0	93.0	90
RECUPERADOR DE ARENAS	COLECTOR DE POLVOS (FINOS)				
	* Tablero de control	78.0	88.0	80.0	90
	* Motor de succión	90.0	92.0	91.0	90
DESGRANADO DE BOLAS	MOLINO DE DESGRANADO No.1				
	* Salida de bolas	99.0	108.0	101.0	90
	Funcionando molinos 1-2				
	* Salida de bolas	96.0	102.0	98.0	90
	Funcionando sólo molino 1				
	* Tablero general molinos 1-2	92.0	96.0	94.0	90
	Funcionando sólo molino 1				
	MOLINO DE DESGRANADO No.2				
	* Salida de bolas	96.0	101.0	98.0	90
	* Tablero general molinos 1-2	87.0	100.0	98.0	90
CANALETAS Y CAPACHOS DE TRANSPORTE DE BOLAS.	Transportando bolas de 2"	87.0	116.0	93.0	90
	Transportando bolas de 4"	106.0	116.0	110.0	90
	Grúa de molinos	89.0	97.0	93.0	90
HORNOS TRATAMIENTO TERMICO	HORNOS SURFACE Y HOLCROFT				
	* Ingreso de bolas al horno	82.0	90.0	85.0	90
	* Alrededores del horno	88.0	94.0	90.0	90
	* Canaletas de transporte bolas	97.0	106.0	101.0	90
ACABADO	MOLINO DE PULIDO				
	* Inspección de bolas	94.0	102.0	101.0	90
CASETA DE CONTROL DE CALIDAD	REINSPECCION DE BOLAS				
	* Cabina de reinspección	88.0	92.0	92.0	90

CAPITULO 6: INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

FUENTE DE RUIDO		NIVELES TOTALES DE RUIDO dB (A)*1			
		MÍNIMO	MÁXIMO	PRED	LÍMITE
PIEZAS					
CARPINTERIA	TALLER DE TRABAJO	70.0	71.0	70.0	90
CARPINTERIA	SIERRA CINTA DE CORTE DE MADERA CENTAURO * Punto de operación	88.0	91.0	90.0	90
CARPINTERIA	GARLOPA * Punto de operación	90.0	105.0	95.0	90
FABRICACION DE ALMAS	Ambiente General de Trabajo	70.0	74.0	72.0	90
	EQUIPOS NEUMATICOS DE ASENTAMIENTO DE ARENA EN CAJAS DE MOLDEO: PLANCHAS METALICAS. * Puesto de trabajo	98.0	100.0	99.0	90
	MARTILLO NEUMATICO. * Puesto de trabajo	74.0	93.0	77.0	90
	EQUIPO PACE MASTER * Punto de operación	79.0	83.0	80.0	90
	SISTEMA MSA * Ambiente de trabajo	88.0	92.0	90.0	90
RECICLAJE DE ARENAS	GRUA PUENTE * Cabina de control	74.0	77.0	74.0	90
	RECUPERADOR DE ARENAS * Tablero de control * Alrededores	85.0 84.0	86.0 86.0	85.0 85.0	70 90
HORNOS DE TRATAMIENTO TERMICO	HORNOS DE TRATAMIENTO TERMICO * Cabina de control	67.0	74.0	68.0	70
ACABADO	ESMERIL NEUMATICO DE MANO * Punto de operación	98.0	103.0	99.0	90
ACABADO	MARTILLO NEUMATICO * Punto de operación	100.0	110.0	108.0	90
ACABADO	AMOLADORAS ELECTRICAS COLGANTES * Alrededores	80.0	85.0	85.0	90
ACABADO	TALLERES DE SOLDADURA	82.0	88.0	84.0	90
MAQUINADO	SALA DE MAQUINADO * Pasadizo central	80.0	83.0	81.0	90
	* Oficina maquinado	70.0	74.0	71.0	70
	* Torno Vertical. "Luis Motta"	76.0	80.0	79.0	90
	* Torno Vertical RAFAMET	74.0	84.0	75.0	90
	* Torno Horizontal 3½	76.0	77.0	77.0	90
	* Torno Horizontal 4	76.0	78.0	77.0	90
	* Torno Horizontal 6	76.0	81.0	79.0	90
	* Cepillo Horiz. BOEHRINGER	75.0	77.0	76.0	90

FUENTE DE RUIDO		NIVELES TOTALES DE RUIDO dB (A)*1			
		MÍNIMO	MÁXIMO	PRED	LÍMITE
GENERAL PLANTA					
GENERAL PLANTA	COMPRESORAS (4 unidades.)				
	* En la puerta	83.0	88.0	85.0	90
	* Area externa (alrededores)	83.0	88.0	85.0	90
GENERAL PLANTA	TALLERES DE MANTENIMIENTO				
	* Mantenimiento mecánico	72.0	80.0	73.0	90
	* Mantenimiento eléctrico	73.0	78.0	75.0	90
	* Taller automotriz	64.0	67.0	65.0	90
	* Oficina de mantenimiento	65.0	68.0	66.0	70
CONTROL DE CALIDAD	PABELLON OFICINAS				
	* Jefatura (oficina)	66.0	76.0	68.0	70
	* Laboratorio químico	62.0	71.0	68.0	70
	* Laboratorio físico	80.0	90.0	82.0	70
SEGURIDAD INDUSTRIAL	* Oficina	72.0	81.0	76.0	70
ENFERMERIA (TOPICO)	* Oficina	61.0	72.0	69.0	70
	* Camilla de atención	48.0	69.0	68.0	70
VENTAS					
DESPACHO	EMBALAJE Y ALMACENAMIENTO	65.0	72.0	68.0	90
	GRUA PUENTE				
	* Cabina	80.0	89.0	85.0	90

*1 Decibeles "A"

Nota: Niveles Límites

70 dB para oficinas y tableros de control NORMA COVENIN 1565 – 80

90 dB límite máximo para jornadas de trabajo de 8 horas/día NORMA ISO 1999 y Norma

Ministerio de Energía y Minas D.S. 023-92 EM.

AREA DE HORNOS

* PREPARACION DE CHATARRA.-

Predominan los ruidos de tipo continuo e intermitente variable. Se realizaron mediciones en tres puntos: la oficina de chatarra, en los puestos de trabajo (oxicorte de chatarra) y en la cabina de control de la grúa.

Los máximos niveles de ruido (103 dBA de nivel pico y 95 dBA como nivel predominante) se registraron con el funcionamiento de la grúa para el movimiento de la chatarra. El mayor riesgo para la audición existe para el operador de la grúa si su exposición es de 8 horas diarias, tal como se muestra en la tabla 5.35 con un nivel equivalente de ruido continuo de 95.2 dBA (por encima del límite 90 dBA).

*** HORNOS ELECTRICOS.-**

El proceso de fundición para cada carga de chatarra (colada) que ingresa a los hornos dura aproximadamente 2 horas. Estas 2 horas las hemos dividido en 3 etapas, y en cada una de éstas se han registrado diferentes niveles de presión sonora: Al iniciar el proceso, después de una hora y en la última ½ hora de fundición. El nivel de ruido generado en la primera etapa es el mas alto con niveles predominantes de 99 dBA (y niveles pico de 104 dBA) que sobrepasan el nivel límite permisible de 90 dBA. A medida que avanza el proceso, estos niveles van paulatinamente disminuyendo hasta alcanzar en la última etapa niveles aceptables de 70 dBA. El nivel equivalente de ruido continuo para los horneros con exposición diaria de 8 horas según se muestra en la tabla 5.35 es de 86 dBA. Considerando el nivel límite de 90 dBA para jornadas diarias de 8 horas, no existe riesgo para la audición de los trabajadores expuestos en jornadas similares.

El ruido generado es del tipo discontinuo fluctuante, con un amplio rango de irregularidad en los niveles sonoros que registra el medidor. Los valores correspondientes al análisis de las frecuencias en esta área fueron los promedios aproximados.

En la oficina de horneros el nivel es aceptable con un nivel predominante de 69 dBA, debajo del límite 70 dBA.

En la cabina de operación de la grúa encontramos niveles de ruido por encima de 70 dBA originados principalmente por la operación de los hornos eléctricos y

movimiento de la materia prima que ingresa a éstos. A estos niveles de ruido no hay mayores riesgos para la salud.

*** COLECTOR DE POLVOS DE HORNOS.-**

Este sistema colector genera ruido de tipo continuo (con variaciones menores a los 2 dBA). Se consideró 3 puntos para la toma de datos: tablero de control, motor de succión y debajo de las tolvas. Los mayores niveles de ruido predominan en las bajas frecuencias. Salvo a la altura del motor los niveles de ruido son aceptables; y si consideramos que esta no es un área de trabajo permanente en la que existe personal expuesto, no existe riesgo para la audición.

AREA DE BOLAS

*** TORNAMESA-HORNO HOLDING.-**

El nivel de ruido registrado en esta zona esta dado por el ruido de fondo proveniente de los molinos de desgranado, el funcionamiento de las máquinas ARTISAND y por las operaciones que se realizan en los alrededores de la rueda TORNAMESA. El ruido es del tipo discontinuo intermitente variable, constituido por una sucesión de distintos niveles de ruidos relativamente estables.

Los niveles predominantes de ruido no sobrepasan el límite permisible (90 dBA), por lo que no generan mayor riesgo para los trabajadores expuestos. Esto es también corroborado en la tabla 5.35 con niveles equivalentes de ruido continuo para las áreas de Tornamesa y Horno Holding de 88.6 dBA y 81.6 dBA respectivamente, para trabajadores con jornadas diarias de 8 horas, lo que no significa mayor riesgo para los trabajadores expuestos.

*** MAQUINA ARTISAND.-**

En esta zona las mediciones fueron realizadas habiendo un ruido de fondo originado principalmente por el funcionamiento de los molinos de desgranado y las operaciones en la rueda tornamesa.

El proceso de fabricación de las almas de bolas en estas máquinas ARTISAND genera dos niveles de ruido principalmente del tipo continuo: 93 dBA y 105 dBA, con la siguiente serie de periodicidad de ocurrencia de ruidos expresado en segundos: 5 - 15 - 5 - 40 - 5 - 15 - 5 - 40 - 5.... Esto quiere decir: 5seg a 105 dBA; 15seg a 93 dBA; 5seg a 105 dBA; 40seg a 93 dBA; 5seg a 105 dBA y así sucesivamente.

El nivel de ruido predominante alcanza los 93 dBA (por encima de los 90 dBA límite) y de acuerdo a lo indicado en la tabla 5.35, el nivel equivalente de ruido continuo de 91.8 dBA para trabajadores con exposición diaria de 8 horas, también sobrepasa este límite, con lo que estaría originando un riesgo para la salud en los trabajadores expuestos.

*** COLECTOR DE POLVOS (FINOS).-**

Este equipo genera un ruido del tipo continuo relativamente estable. Las mediciones se realizaron en el tablero de control y en el motor de succión. En el análisis de frecuencias predominó los máximos niveles en las bajas frecuencias (de los 63 a 125 Hz). En el tablero de control el nivel de ruido es aceptable (está por debajo del límite), mas no así a la altura del motor donde está ligeramente por encima del límite (91 dBA).

Dado que este colector de polvos no está ubicado en zonas de tránsito o muy cerca de otros puestos de trabajo continuos y permanentes, por lo tanto no genera riesgo para la audición en los trabajadores.

*** MOLINOS DE DESGRANADO.-**

El ruido generado es del tipo fluctuante con amplios rangos de irregularidad. El ruido es originado por el transporte de las bolas a través de canaletas (caída, contacto y rozamiento) con un flujo promedio aproximado de 3 bolas/seg. en bolas de 2"Ø y de 1.9 bolas/seg en bolas de 4"Ø. Los picos registrados ocurren aleatoriamente, al aumentar la densidad de bolas por las canaletas de transporte. Las mediciones fueron realizadas cuando uno y los dos molinos operaban.

En todos los casos se sobrepasó el nivel límite de ruido (90 dBA), tanto en el molino 1, molino 2, cabina de la grúa, canaletas y capachos de transporte de bolas. Para exposiciones diarias y continuas existe alto riesgo en el personal involucrado en estas labores, tal como se muestra en la tabla 5.35 donde se calculó un nivel equivalente de ruido continuo de 97.4 dBA para trabajadores con jornadas diarias de 8 horas.

*** HORNOS SURFACE/HOLCROFT.-**

El nivel de ruido medido es del tipo discontinuo y fluctuante, con algunos altos niveles generados principalmente por el transporte de bolas en las canaletas que llevan las bolas desde los molinos de desgranado hasta los bins de almacenamiento.

Según la tabla 5.35 el nivel equivalente de ruido continuo para trabajadores con jornadas diarias de 8 horas en esta área es de 95.8 dBA, lo que significa un riesgo para la audición en los trabajadores sometidos a esta exposición.

*** MOLINO DE PULIDO.-**

Los mayores niveles de presión sonora se registraron en la cabina de inspección de bolas en donde encontramos la canaleta por la que salen las bolas del molino. El ruido es del tipo discontinuo fluctuante, con un nivel de ruido predominante de 101 dBA.

En la cabina de control de calidad de bolas, donde se realiza la reinspección de bolas, se encontró el mismo tipo de ruido (discontinuo fluctuante) con altos niveles pico de hasta 102 dBA. Estas mediciones se realizaron habiendo un ruido de fondo originado principalmente por la operación del molino de pulido.

Siendo el nivel predominante de ruido de 101 dBA, que sobrepasa el límite de 90 dBA, existe un alto riesgo para la salud de los trabajadores expuestos en jornadas diarias y continuas en esta área, tal como se demuestra con el cálculo del nivel equivalente de ruido continuo para trabajadores con exposición diaria de 8 horas, que alcanza los 100.6 dBA.

AREA DE PIEZAS

*** CARPINTERIA.-**

El nivel de ruido encontrado fue principalmente del tipo continuo con un nivel promedio aceptable. Se registraron algunos niveles de ruido altos sólo cuando son operadas algunas máquinas como por ejemplo al operar la garlopa y al operar la sierra cinta.

El nivel de ruido predominante es de 70 dBA y está por debajo del límite de 90 dBA. Los niveles altos se dan al operar los equipos como la garlopa y sierra cinta; pero dado que estos equipos no son de uso continuo, por lo tanto no generan riesgos significantes para los trabajadores expuestos.

*** FABRICACION DE ALMAS.-**

La operación del equipo neumático de asentamiento de la arena en cajas de moldeo genera un tipo de ruido discontinuo e impulsivo (de impacto) con altos niveles pico. Este ruido tiene una duración promedio de 25 segundos con una periodicidad de ocurrencia promedio de cada 195 segundos aproximadamente. Esta duración y

periodicidad de ocurrencia varía con el tipo de trabajo y tamaño de las almas de las piezas que se están fabricando.

El martillo neumático de asentamiento de la arena genera un ruido de tipo continuo con altos niveles máximos, sobre los 90 dBA y un nivel predominante de 77 dBA.

El ruido generado por el equipo PACEMASTER es del tipo continuo y alcanza un nivel predominante por debajo de 90 dBA con ruido de fondo originado por la operación del equipo recuperador de arenas. En el área de MSA el ruido es continuo.

En la cabina de la grúa puente (ubicada a 10 metros sobre el nivel del piso) el ruido alcanza un nivel predominante por debajo de los 90 dBA.

En la fabricación de almas, el mayor nivel de ruido para los trabajadores esta centralizado en el área donde está ubicado el equipo neumático de asentamiento de arena en cajas de moldeo (planchas metálicas), en donde se alcanza un nivel predominante de ruido continuo de 99 dBA (por encima del límite: 90 dBA). Sin embargo el nivel equivalente de ruido continuo en esta área para trabajadores con jornadas diarias de 8 horas alcanza los 89.2 dBA (casi el nivel límite de 90 dBA).

*** ACABADO**

El ruido es principalmente del tipo continuo. El máximo nivel de ruido es ocasionado por la operación de los martillos neumáticos de mano que alcanzan niveles predominantes de 108 dBA; y para jornadas diarias de 8 horas se obtuvo un nivel equivalente de ruido continuo de 107.4 dBA lo que podría ser perjudicial para la salud de los trabajadores expuestos. Las amoladoras eléctricas colgantes generan niveles de ruido por debajo de 90 dBA (Nivel medido sin el ruido de fondo de los esmeriles neumáticos de mano). En la tabla 5.35 se indica un nivel equivalente de ruido de 86.6

dBa para esta área, lo que no significa un riesgo inmediato para la salud.

La operación de los esmeriles neumáticos de mano alcanza niveles de ruido predominantes de 99 dBA y el trabajador con jornada diaria de 8 horas esta expuesto a un nivel equivalente de ruido continuo de 98.4 dBA, lo que sería riesgoso para la salud de estos trabajadores.

En el pasadizo central de la sala de maquinado se registró un nivel predominante de ruido por debajo de los 90dB, ocasionado principalmente por la operación de los esmeriles neumáticos de mano del área de acabado colindante. Los niveles de ruido en el área de maquinado se encuentra por debajo de los 85 dBA, no generando riesgo para los trabajadores.

En el área de los hornos de tratamiento térmico de piezas se registraron niveles predominantes de ruido de 68 dBA y un nivel equivalente de ruido continuo de 71.8 dBA para los trabajadores expuestos a jornadas diarias de 8 horas, lo que no significa un riesgo para la salud.

GENERAL PLANTA

En la puerta de la sala de compresoras se registró niveles predominantes de ruido por debajo de los 90dB, habiendo ruido de fondo generado por el funcionamiento de los molinos de desgranado y pulido. El ruido generado por las compresoras es del tipo continuo. Al realizar el análisis de frecuencias se registraron los máximos niveles de ruido en las bajas frecuencias.

Los niveles de ruido en los talleres de mantenimiento son originados por el ruido de fondo proveniente de los molinos de desgranado y de pulido, sin alcanzar niveles nocivos para la salud de los trabajadores.

En el pabellón de Control de calidad, se registraron bajos niveles de ruido,

excepto en el laboratorio físico en el que se alcanza niveles predominantes de 82 dBA, por encima del nivel límite de 70 dBA, ocasionado principalmente por el funcionamiento de los hornos de fundición (área colindante).

Asimismo en la oficina del Departamento de Seguridad Industrial el nivel predominante de ruido alcanza los 76 dBA, sobrepasando el límite de 70 dBA para oficinas.

6.2 Discusión de resultados

De acuerdo a la tabla 6.1 sobre los niveles totales de ruido por áreas, las siguientes áreas de la planta, sobrepasan el límite permisible de 90 dBA para una exposición de 8 horas diarias sin protección auditiva:

- * Hornos eléctricos de fundición (Al iniciar el proceso de fundición)
- * Colector de polvos de hornos (Al lado del motor)
- * Grúa móvil BARKO del patio de chatarra
- * Máquinas ARTISAND
- * Colector de polvos de bolas (Al lado del motor)
- * Los molinos de desgranado (Incluyendo capachos y canaletas de transporte de bolas)
- * Grúa puente de bolas (Que alimenta a los molinos)
- * Molino de pulido
- * Cabinas de inspección y reinspección de bolas
- * Equipos neumáticos de asentamiento de la arena en las cajas de moldeo (Fabricación de almas)
- * Esmeril neumático y martillo neumático de mano.

De la misma manera, considerando las ocupaciones de los trabajadores en sus puestos de trabajo y de acuerdo a lo mostrado en la tabla 5.35, se puede afirmar que:

- * El operador de la grúa móvil BARKO
- * El operador de la grúa puente de bolas

- * El operador de las máquinas ARTISAND
- * Los operarios - inspectores de los molinos de desgranado de bolas
- * Los operadores de los hornos de tratamiento de bolas (Holcroft/Surface)
- * Los operarios-inspectores de los molinos de pulido de bolas
- * Los operadores de los esmeriles neumáticos y martillos neumáticos de mano.

Están expuestos a altos niveles equivalentes de ruido continuo que sobrepasan el tiempo máximo de exposición para cada caso, por lo que podría existir riesgo en los operarios al realizar esa labor.

La afirmación anterior también es corroborada por el valor de las dosis acumulativas halladas para estos casos (Puestos de trabajo) que exceden la unidad, lo que implica que el trabajador sufre una exposición excesiva.

Por otro lado, de los resultados obtenidos en el **Análisis de bandas de octavas**, se deduce que podría existir daño en la capacidad auditiva a nivel conversacional y en la capacidad para oír en las frecuencias agudas en los trabajadores expuestos si permanecen sin adecuada protección auditiva en las siguientes áreas de trabajo: Molinos de desgranado de bolas, Colector de polvos finos (Bolas) y esmeril y martillo neumático de mano (Acabado-Piezas)

Del mismo modo existe riesgo auditivo en la capacidad para oír los ruidos graves en los trabajadores de las áreas de Colector de polvos finos (bolas), molinos de desgranado de bolas, esmeril y martillo neumático de mano y sala de compresoras.

La producción continua en los tres turnos de trabajo, aunado a la distribución y ubicación de las fuentes de ruido dentro de la planta no han permitido la elaboración de los mapas de ruido.

CAPITULO VII

CONTROL DEL RUIDO

Aunque el ruido es un riesgo y también una molestia, el objetivo cuando se considera su control no puede ser simplemente la reducción de todo ruido a un nivel mínimo. Por razones prácticas, es necesario considerar procedimientos de control principalmente en situaciones donde existe riesgo. El peligro puede surgir de los posibles efectos de ruido en la audición, su interferencia con las comunicaciones y señales de advertencia, o quizá su efecto de distracción en la atención del trabajador.

7.1 Métodos de control del ruido

Los principios básicos de los métodos de control del ruido se fundamentan en:

- a). El origen o la fuente del ruido,
- b). Las rutas recorridas por el ruido, y
- c). Los individuos expuestos.

Normalmente el método de control preferido reduce la exposición física, de ser posible, convirtiendo el uso de dispositivos de protección personal en el último recurso.

Para la reducción del ruido, se deberá considerar distintas medidas de control técnico, medidas de control administrativo y medidas de control con equipos de protección personal.

Medidas de Control Técnico

1. Asegurarse que los sistemas neumáticos y los escapes de aire comprimido cuenten con silenciadores. Asimismo verificar su eficiencia y que cuenten con el adecuado mantenimiento.
2. Los equipos y máquinas que generan ruido cuyo principal origen es el desgaste mecánico y fricción (o contacto) debido al uso deben contar con un programa de mantenimiento mecánico preventivo. Este es el caso para los molinos de desgranado de bolas, los molinos de pulido de bolas, el colector de polvos de hornos, máquinas ARTISAND, compresoras, grúas, motores en general y equipos para trabajar la madera y piezas metálicas (sierra circular, sierra lineal, esmeriles, tornos, garlopas y fresadoras).
El mantenimiento se basará en el ajuste (rectificado) o reemplazo de piezas gastadas o desbalanceadas y la limpieza y lubricación de las piezas de las máquinas periódicamente de acuerdo al uso.
3. En las oficinas de maquinado y Dpto. de Seguridad Industrial, los niveles de ruido exceden los 70 dBA recomendados para estos tipos de ambientes por lo que deberían ser reubicadas o ser acondicionados con materiales de adecuado coeficiente de absorción, como por ejemplo colocando cortinas en las ventanas y tapizón/alfombra gruesa en el piso.
4. Dado que los mayores niveles de ruido están asociados a las áreas donde existen canaletas de transporte de bolas, por lo tanto estas deberían ser cubiertas interiormente con materiales absorbentes de ruido, tal como planchas de jebe de ½" de espesor, como se muestra en el gráfico 7.1.

Materiales acústicos

Se llama así a los materiales que absorben una gran parte de la energía acústica que incide sobre ellos.

Coefficiente de Reducción de Ruido (NRC)

El coeficiente de reducción de ruido de un material es un número único que es el valor medio de los coeficientes de absorción del material a las frecuencias de 250, 500, 1000 y 2000 Hz. Algunos laboratorios miden y publican coeficientes para frecuencias inferiores y superiores a este rango. Esta media se expresa como el múltiplo más próximo de 0.05. Por ejemplo si un material tiene los siguientes coeficientes de absorción de ruido:

<u>Frecuencia Hz.</u>	Coefficiente de absorción
125	0.07
250	0.26
500	0.70
1000	0.99
2000	0.99
4000	0.98

entonces, el coeficiente NRC de este material es:

$$(0.26 + 0.70 + 0.99 + 0.99) / 4 = 0.75$$

Los coeficientes de reducción de ruido se utilizan en la especificación de los materiales en aplicaciones de control de ruido.

Los materiales acústicos comerciales para aplicaciones sobre paredes o techos de habitaciones pueden clasificarse como:

1. Baldosas acústicas o tableros acústicos
2. Ensamblajes acústicos especiales (Encerramientos)
3. Techos acústicos

Tabla 7.1 Coeficientes de absorción de diferentes materiales

MATERIALES	Frecuencias en Hz			
	250	500	1000	2000
MUROS Y TECHOS				
Mármol	0.01	0.01	0.01	0.01
Yeso solo	0.02	0.03	0.04	0.04
Yeso pintado	0.01	0.02	0.03	0.04
Enlucido cemento bruto	0.02	0.03	0.04	0.05
Enlucido cemento liso	0.01	0.02	0.02	0.02
Ladrillo desnudo	0.02	0.03	0.04	0.05
Ladrillo pintado	0.01	0.02	0.02	0.02
Luna o espejo	0.04	0.03	0.03	0.02
Vidrios (dimensiones corrientes sobre marcos)	0.25	0.18	0.12	0.07
Puerta de madera tradicional	0.11	0.10	0.09	0.08
Puerta isoplana (contrachapado 8mm)	0.22	0.17	0.09	0.10
Cortinas pesadas con pliegues	0.31	0.49	0.50	0.66
MUEBLES				
Silla	0.02	0.03	0.04	0.04
Butaca acolchada	0.37	0.33	0.36	0.40
Butaca acolchada con asiento levantado (cine)	0.32	0.28	0.30	0.34
Tablero curvado contrachapado de 5mm a 50mm del muro	0.42	0.35	0.12	0.10
SUELOS				
Parquet sobre dunnientes (encerado)	0.11	0.10	0.07	0.08
Parquet encolado (encerado)	0.04	0.06	0.06	0.06
Baldosas	0.01	0.02	0.03	0.04
Linóleum sobre fieltro	0.08	0.09	0.10	0.12
Losetas termoplásticas	0.03	0.04	0.04	0.03
Tapiz con lana alta	0.30	0.40	0.50	0.60
Moqueta sobre hormigón	0.08	0.21	0.26	0.27
Moqueta sobre fieltro	0.14	0.37	0.43	0.27
PERSONAS				
Adulto de pie	0.33	0.40	0.50	0.60
Niño	0.20	0.35	0.40	0.50
Persona sentada sobre asiento acolchado (cine)	0.36	0.40	0.46	0.48
Persona sentada sobre asiento de madera	0.25	0.31	0.35	0.33

Selección de Materiales Acústicos

Además de la absorción de ruidos, hay que tener en cuenta otras propiedades o consideraciones al seleccionar un material acústico, incluyendo

- Propagación y resistencia al fuego
- Resistencia mecánica, resistencia al uso
- Estabilidad dimensional
- Reflectancia de la luz
- Atenuación del ruido
- Apariencia
- Mantenimiento, limpieza, posibilidad de ser pintado.
- Coste
- Facilidad de instalación, métodos de montaje
- Disponibilidad de espacio para instalación acústica
- Peso de la instalación acústica
- Compatibilidad con otros materiales y componentes.

ESQUEMA DEL SISTEMA DE CONTROL DEL RUIDO EN LAS CANALETAS DE TRANSPORTE DE BOLAS

A continuación se presenta el diseño para el recubrimiento interno de las canaletas de transporte de bolas.

Materiales Propuestos:

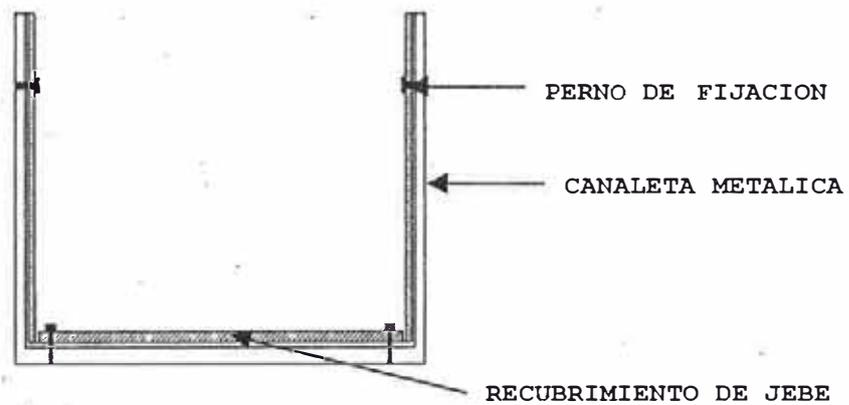
- 1.- Jebe de 1/2"
- 2.- Cuero grueso (Suela) de 1/4"
- 3.- Poliuretano 1/4"

Considerando los costos, la facilidad para su instalación, la duración del material, resistencia al calor y la reducción del ruido, se ha seleccionado al jebe como el material más apropiado. La instalación se muestra en los siguientes gráficos.

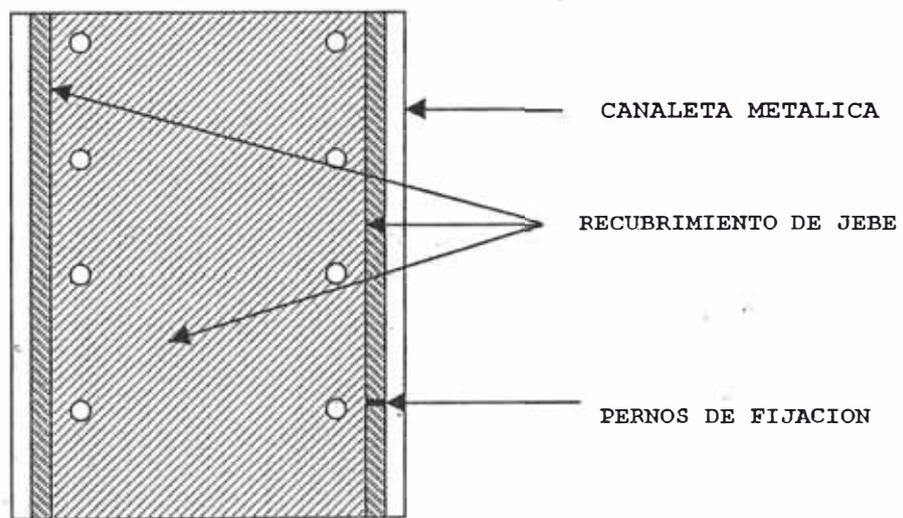
Gráfico 7.1

Diseño del sistema de control del ruido en las canaletas de transporte de bolas

Vista: Sección Transversal



Vista: Planta



Medidas de control Administrativo

Los controles administrativos reducen básicamente la exposición del trabajador turnándolos a un puesto más tranquilo cuando se alcance la exposición a ruido permisible diaria. Este tipo de control incluye lo siguiente:

1. En áreas con altos niveles de ruido (sobre los 90 dB(A)) se debe reducir la exposición de los trabajadores, rotándolos con áreas que registren menores niveles de ruido, de tal manera que su tiempo de exposición diaria ($L_{AeqT} \leq 90$ dB(A)) sea más aceptable. Este es el caso de los operarios de la grúa móvil (patio de chatarra), grúa puente de bolas (N°30), máquinas ARTISAND, molinos de desgranado, hornos de tratamiento térmico de bolas (HOLCROFT/SURFACE), molinos de pulido, esmeril y martillo neumático de mano. Los tiempos máximos de exposición en estos puestos de trabajo se muestran en la tabla 5.35
2. Señalizar las áreas cuyo nivel de ruido exceda a 90 dBA. De la misma manera diseñar y ubicar avisos alusivos a la conservación de la audición en estas zonas que incentiven y alienten, tanto a trabajadores como a visitantes en general, el uso de protectores auditivos. Estas zonas son Hornos eléctricos de fundición, Máquinas ARTISAND, Molinos de desgranado y de pulido, Equipos neumáticos de asentamiento de arena (Fabricación de almas de piezas) y en la zona de acabado de piezas por los esmeriles y martillos neumáticos de mano.
3. Establecer una norma, si no la existe, como parte del Reglamento Interno de Seguridad, en la que se señale la obligatoriedad del uso de protectores auditivos a todo el personal administrativo y visitante que ingrese a la planta.
4. Motivación y educación de los trabajadores en el uso de los protectores auditivos. El encargado de seguridad industrial de la planta deberá controlar su uso, establecer el adecuado mantenimiento -si fuera el caso- y determinar la calidad y cantidad de los protectores auditivos a ser adquiridos.
5. Realizar exámenes audiométricos al personal de planta en forma periódica, con el

objeto de determinar el estado de la capacidad auditiva de los trabajadores, y llevar registros personales de todo el personal que labora en planta. Se deberá incidir más con los trabajadores con mayor tiempo de servicio y que trabajen en áreas ruidosas.

Medidas de control con equipos de protección personal

Las soluciones de orden técnico y administrativo a cualquiera de los problemas asociados con el ruido ocupacional no siempre son prácticas y económicas si se pretende reducir los niveles de ruido a valores que no representen riesgos para la audición de los trabajadores. Donde dichos métodos de control no sean aplicables o efectivos en la reducción de las exposiciones a niveles de ruido para los trabajadores, se proporcionará equipo de protección auditiva.

Hay tres tipos generales de protectores de oído:

- a). El tapón, puede ser moldeado en hule suave, materiales plásticos duros, conformados para acomodarse al canal auditivo del usuario, o con materiales moldeables que el usuario puede ajustar a sus propios canales auditivos. Pueden igualmente estar compuestos por metales y hules suaves, con unas válvulas diseñadas para cerrarse cuando la presión del sonido es muy elevada.
- b). La almohadilla, "dona" u orejeras, estos son dispositivos que se mantienen en posición sobre las orejas por medio de bandas que cruzan la cabeza, y pueden estar fabricados en hule, kapok, o con metal y hule, con variaciones en su diseño para discriminar contra determinadas frecuencias sonoras.
- c). El casco; en la actualidad se realizan pruebas para crear un casco (semejante a los de vuelo o colisión) con una alta capacidad de reducción del ruido. Para una mayor efectividad contra niveles extraordinarios de ruido de alta intensidad puede ser necesario que cubra la cara, igual que el resto de la cabeza.

Los tapones brindan una protección amplia contra niveles de ruido de hasta 115 a

120 dB. La mejor clase de orejera puede reducir un ruido adicional de 10 a 15 dB, con lo cual serían eficaces para niveles de hasta 130 a 135 dB. El uso combinado de tapones y orejeras da una protección extra de 3 a 5 dB y en ningún caso la atenuación total será mayor de 50 dB ya que, a esta altura, la conducción ósea es significativa.

En la práctica otros efectos pueden limitar todavía más dicha reducción.

A continuación se plantean las siguientes pautas de control con equipos de protección personal:

1. Proporcionar protector auditivo (Orejeras o tapones) de uso obligatorio y con un nivel de reducción de ruido (NRR) como mínimo de 30 dBA para los trabajadores que laboran en las áreas de:
 - * Hornos eléctricos de fundición
 - * Grúa móvil de Patio de chatarra
 - * Máquinas ARTISAND
 - * Molinos de desgranado
 - * Hornos de tratamiento térmico de bolas
 - * Grúa de molinos de desgranado
 - * Molinos de pulido de bolas
 - * C. Calidad (Reinspección de bolas)
 - * Equipo neumático de asentamiento de arena
 - * Martillo/Esmeril neumático de mano

2. De la misma manera se debe proveer protectores auditivos con un nivel de reducción de ruido (NRR) mínimo de 15 dBA en las siguientes áreas de trabajo que registran niveles promedios de ruido entre 85 y 90 dBA:
 - * Rueda TORNAMEZA
 - * Horno HOLDING
 - * Acabado de piezas (amoladoras eléctricas colgantes y talleres de soldadura)
 - * Sala de compresoras
 - * Colector de polvos de hornos

3. Adicionalmente se debe proporcionar protector auditivo a todos los trabajadores encargados de realizar labores de mantenimiento y limpieza en la planta. El taller de carpintería también deberá contar con protectores auditivos para ser usados cuando se trabaje con los equipos ruidosos como la garlopa, sierras, fresadoras, tornos y esmeriles.

En las figuras 7.2, 7.3, 7.4 y 7.5 se muestran algunos modelos de protectores auditivos que existen en el mercado con características técnicas propias, proporcionadas por los fabricantes, que pueden ser considerados en la protección auditiva individual de los trabajadores.

Instrucciones para el uso de protectores auditivos

1. Los protectores auditivos, sobre todo los tapones, deben ser fabricados con materiales blandos, como neoprene, caucho, goma o espuma para evitar daños al conducto auditivo.
2. Los protectores de oídos deben conservarse limpios para evitar irritaciones, infecciones, inflamaciones, etc.
3. En razón de que los canales auditivos de las personas varían en tamaño, estos dispositivos de inserción vienen en tamaños distintos. A veces un mismo individuo necesita uno distinto para cada oído, por tanto, estos tapones se deben fijar individualmente en cada oído.
4. Los tapones deben encajar correctamente y permanecer debidamente en su asiento, ya que aún una pequeña pérdida de hermetismo puede disminuir la atenuación hasta en 15 dB en algunas frecuencias.
5. A pesar de lo eficiente que puede ser un protector auditivo, el que se lo acepte bien o mal depende enormemente de lo cómodo que resulte. Algunas personas no pueden usar tapones por motivos físicos o psíquicos, mientras a otros les es imposible usar orejeras.

PROTECTORES AUDITIVOS

A. Tapones de espuma (Fig. 7.2)

- * Se adapta rápida y completamente a la forma del conducto auditivo.
- * Superficie flexible, suave y antialérgica.
- * Buen nivel de reducción de ruidos NRR = 29 dB.

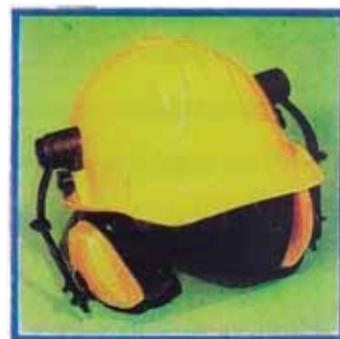


B. Orejeras (Fig. 7.3)

- * Copas de ABS para aislar el ruido.
- * Nivel de reducción de ruidos NRR = 30 dB.
- * Las copas se desplazan verticalmente y giran 360°
- * El cojinete bordea cada copa y protege el oído externo de incomodidades y lesiones.

C. Orejeras adaptables (Fig. 7.4)

- * Se adaptan al casco para un uso continuo.
- * Copas de plástico ABS.
- * Se desplazan verticalmente y giran 360°.
- * Nivel de reducción de ruidos NRR = 23 dB.



D. Orejeras (Fig. 7.5)

- * Copas de plástico ABS.
- * Nivel de reducción de ruidos NRR = 32 dB.
- * Banda de nylon que provee suficiente presión con confort.
- * Cojines llenos de líquido para una mejor suspensión del ruido
- * Material dieléctrico.

Consecuentemente, muchos programas de conservación de la audición incluirán ambas clases de dispositivos, de modo que el trabajador pueda elegir el que le resulte más aceptable.

6. Los protectores de oído no proporcionan la misma atenuación del ruido en el terreno industrial que en el laboratorio de pruebas, probablemente por su incorrecto ajuste y mal sellaje^[8]
7. El insertar algodón en el oído a modo de supresor de ruido es una mala opción, debido a su baja propiedad de atenuación (de 2 a 12 dB, según la frecuencia) y a las desventajas asociadas con los protectores moldeados a mano. El encargado de seguridad de la planta debe desalentar tanto a los trabajadores como a los empleadores, para que no improvisen dispositivos de inserción de clase alguna y se usen solamente los aprobados.

Programa para la conservación de la audición

Considerando que, actualmente en algunos ambientes de la planta de fundición existen altos niveles de ruido que podrían ocasionar riesgo a los trabajadores, y que en ciertas áreas de la planta se están realizando modificaciones tanto estructurales, como en la adquisición de maquinaria y equipos nuevos, es recomendable establecer un Programa de Conservación de la audición.

Este programa deberá ser llevado a cabo constituyendo un comité multisectorial conformado por representantes de las áreas de producción, seguridad industrial y asistencia social (Departamento Médico) el cual coordinará, planteará, programará y ejecutará el programa.

Se sugiere considerar en este programa los siguientes aspectos:

1. Vigilancia periódica del nivel de ruido

La vigilancia incluye la evaluación periódica de los niveles de ruido en las diferentes áreas de la planta, sobre todo cuando ocurren cambios en los procesos, equipos o controles de producción que aumenten la exposición al ruido lo suficiente para necesitar nuevos protectores para los oídos o que lleve a otros trabajadores al nivel de acción o por encima de éste. En estos casos los estudios se deberán realizar a los 60 días de ocurridos los cambios.

Los trabajadores deben ser informados de los resultados de la vigilancia y ellos o sus representantes tienen el derecho de observar cualquier medición del ruido que se realice según este requisito.

2. Control de la exposición al ruido

El control puede establecerse mediante revisiones de las operaciones ruidosas o su ubicación, realizada por medios mecánicos o ambientales o puede hacerse que el control se logre protegiendo los oídos de los trabajadores mediante el uso de protectores auditivos. Adicionalmente se deberá considerar la posibilidad de cambio o sustitución de materiales, herramientas y/o maquinarias ruidosas.

3. Pruebas audiométricas de los trabajadores

Las leyes de algunos países exigen pruebas audiométricas para los trabajadores que están expuestos a ruidos excesivos. Se recomienda iniciar y mantener un programa de pruebas audiométricas para los trabajadores que están expuestos a niveles de ruido que excedan los 90 DBA. Un adecuado programa de pruebas audiométricas permitirá establecer si los dispositivos de protección auditiva que usan los trabajadores están realmente protegiendo sus oídos contra lesiones producidas por el ruido.

4. Capacitación del personal

A los trabajadores expuestos a altos niveles de ruido, se les debe dar capacitación cuando menos una vez al año. Este programa debe contemplar los efectos del ruido; su objetivo, sus ventajas y desventajas, y la cantidad de reducción de ruido de diversos tipos de protectores auditivos; la selección, ajuste y cuidado de los protectores y el objetivo y procedimientos de las pruebas audiométricas.

7.2 Costo de la inversión estimados para la aplicación de las medidas de control propuestas

A continuación se detalla el costo de inversión aproximado en el control del ruido:

1. Correcciones acústicas

- | | | | |
|-----|--|------|-----|
| a). | Acondicionamiento acústico de la oficina de Seguridad Industrial | | |
| | * Tapizón grueso 11 m ² : | US\$ | 90 |
| | * Cortinas 6.4 x 2: | US\$ | 80 |
| b). | Acondicionamiento acústico de la oficina de Maquinado | | |
| | * Cortinas 6 x 2: | US\$ | 80 |
| c). | Acondicionamiento acústico de canaletas de transporte de bolas: recubrimiento con planchas de jebe de ½" | | |
| | * Área total: 35 m ² | US\$ | 550 |
| | Incluye: | | |
| | - Canaletas de salida de molinos de desgranado (1 y 2) hasta los capachos. | | |
| | - Canaleta posterior a los capachos de | | |

- bolas hasta los bins de almacenam.
- Canaleta de salida de molino de pulido.
- Ventana de salida de molino de pulido.
- Canaleta de salida de caseta de inspección a bins
- Canaletas de caseta de reinspección de bolas.

2. Programa de Conservación de la audición

- a). Suministro de equipos de protección personal
 Número de trabajadores: 164
 164 trab. x 2 tapones/mes x 12 meses
 = 3936 tapones
 * 3936 tapones x US\$ 0.5/tapón = **US\$ 1,968**
- b). Equipo para las evaluaciones
- * Un sonómetro con analizador de frecuencias y con un rango de 30 a 140 dBA. **US\$ 4,800**
- * Un dosímetro **US\$ 3,500**
- * Un Ingeniero de Higiene y Seguridad Industrial con conocimientos y experiencia en acústica y ruido por 2 meses al año **US\$ 2,000**
- c). Exámenes audiométricos a los trabajadores.
- * Previa coordinación con el IPSS: sin costo alguno **US\$ 0**

3. Motivación, educación y capacitación de trabajadores en el uso del protector auditivo.

a).	Charlas de 5 minutos 12 charlas x año 12 x 196 publicaciones. x US\$ 0.30 c/u	US\$	706
b).	Afiches de Higiene Industrial: 24 afiches/año x US\$ 1.50 c/u	US\$	36
c).	Concursos x US\$ 100 al año:	US\$	100
d).	Avisos/Carteles referidos a la conservación de la audición. 10 carteles x US\$ 14 c/u	US\$	140
	COSTO TOTAL:	US\$	14,050

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Se ha determinado la magnitud del riesgo por exposición al ruido en una planta de fundición de hierro y acero.
2. De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación del ruido, se concluye que los operarios de los siguientes equipos están expuestos a niveles de ruido por encima del límite (sobre los 90 dBA), excediendo el tiempo máximo de exposición: la grúa móvil de chatarra (95 dBA), grúa puente de bolas (93 dBA), máquinas ARTISAND (93 dBA), molinos de desgranado de bolas (101 dBA), hornos de tratamiento térmico de bolas: Holcroft y Surface (101 dBA), molinos de pulido (101 dBA), esmeril neumático (99 dBA) y martillo neumático de mano (108 dBA). Asimismo se comprobó que la mayor parte de los ambientes laborales de la planta son ruidosos.
3. Los métodos de control más óptimos para las áreas con altos niveles de ruido, por encima de los límites, son los siguientes.
 - Para jornadas laborales continuas con la grúa móvil del área de chatarra, es recomendable, como primera alternativa, brindar un adecuado mantenimiento a este equipo que garantice un normal funcionamiento. Paralelamente se debe

efectuar la rotación del personal expuesto (operador) con áreas que registren menores niveles de ruido. Si no fuera posible esta rotación, se deberá dotar de protector auditivo.

- La grúa puente, del área de bolas, debe recibir un adecuado mantenimiento para asegurar la hermeticidad en la puerta y ventanas y la consiguiente reducción de los niveles de ruido.
 - Al operador de las máquinas ARTISAND se le debe proporcionar protectores auditivos.
 - Considerando las características de la operación en los molinos de desgranado de bolas, se debe efectuar la rotación del personal expuesto con otras áreas menos ruidosas y paralelamente proporcionar protectores auditivos. Además, se debe efectuar el recubrimiento interno de las canaletas de transporte de bolas de acuerdo al gráfico 7.1 del capítulo anterior.
 - En el área de los hornos de tratamiento térmico de bolas y molino de pulido, se reducirá el alto nivel de ruido, de la misma manera que en el ítem anterior, recubriendo internamente las canaletas de transporte de bolas de acuerdo al gráfico 7.1 del capítulo anterior. Al inspector de bolas (a la salida del molino de pulido) se le deberá de proporcionar protectores auditivos y efectuar la rotación con otras áreas que registren menores niveles de ruido.
 - En el área de piezas, los operadores de los esmeriles y martillos neumáticos deberán reducir su tiempo de exposición, rotando con áreas que registren menores niveles de ruido. De otra manera, se les deberán proporcionar protectores auditivos.
4. Si es cierto que la empresa proporciona protectores auditivos, estos equipos se dan en forma limitada, lo que de alguna manera obliga a los trabajadores a

improvisar tapones de oído.

5. Los trabajadores tienen poco conocimiento de la importancia e instrucción en el correcto uso de los protectores auditivos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda iniciar e intensificar acciones de control que reduzcan el riesgo ocupacional por exposición al ruido, de acuerdo a lo planteado en el capítulo VII.

Recomendaciones generales

1. La empresa debe contar con un Reglamento Interno de Seguridad e Higiene Industrial basado en normas legales vigentes nacionales que incluyan aspectos de salud. Este reglamento debería ser alcanzado a todos los trabajadores de la planta para su conocimiento, aplicación y cumplimiento.
2. Programar y llevar a cabo actividades de capacitación y motivación dirigido al personal de planta, incluyendo operarios, capataces, supervisores y personal administrativo, acerca del ruido y sus riesgos. Esta capacitación y motivación puede consistir en boletines, revistas, afiches, charlas de 5 minutos, concursos ó cursillos sobre el uso y mantenimiento del protector auditivo.
3. El encargado de Seguridad e Higiene Industrial debe ser el responsable del cumplimiento de las recomendaciones, para lo cual debe recibir el apoyo de la gerencia de la empresa, facilitándole los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades de motivación, de capacitación y de control del ruido.
4. Las medidas de control del ruido que se decidan llevar a cabo deberán ser

evaluadas periódicamente para verificar su efectividad (Si disminuye el riesgo ocupacional).

Recomendaciones específicas

Se recomienda aplicar un programa para la conservación de la audición y, además, llevar a cabo los controles de orden técnico, administrativo y de protección del trabajador, tal como los sugeridos y desarrollados en el capítulo VII.

CAPITULO IX

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y METODOS DE TRABAJO. Grimaldi - Simonds. Coedición: Ediciones PC & Alfaomega 1991. Colombia Tomo I
- 2.- DE LA POZA LLEIDA, José M. a
SEGURIDAD E HIGIENE PROFESIONAL, Editorial PARANINFO S.A. 1990.
- 3.- FUNDAMENTOS DE CONTROL DEL RUIDO. Jorge Moreno Ruiz. Noviembre 1988. BRUEL & KJAER
- 4.- Tesis: CONTRIBUCION A LA INVESTIGACION DEL RUIDO EN LA INDUSTRIA FARMACEUTICA. Carlos Alfonso Cruce Quispe. UNMSM 1987
- 5.- TECNOSFERA. ALberto Vizcarra Andreau
- 6.- Enciclopedia El Ateneo Tomo V
- 7.- MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y METODOS DE TRABAJO. Benjamín W. Niebel. Ediciones PC 1990
- 8.- INSTITUTO NACIONAL DE SALUD OCUPACIONAL. Departamento de Higiene Industrial. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
- 9.- SAFETY IN PROCESS PLANT DESIGN; John Wiley & Sons, New York & Toronto. 1980
- 10.- MANUAL DE FUNDAMENTOS DE HIGIENE INDUSTRIAL. Consejo Interamericano de Seguridad 1º Edición en Español.
- 11.- MANUAL PARA EL CONTROL DEL RUIDO. Harris, Cyril M. Mc Graw-Hill Book Company EE.UU. 1957. Instituto de Administración Local. Edición en español. Madrid 1977