



UNIVERSIDAD DE SONORA
UNIDAD REGIONAL NORTE
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA, MATEMÁTICAS E INGENIERÍA

TESINA
**DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE RUIDO EN
UNA EMPRESA MAQUILADORA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

PRESENTA
DORA KARINA PESQUEIRA GORTARI

H. CABORCA, SONORA.

MAYO DE 2011

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

AGRADECIMIENTOS

Esta tesina no es solo un simple trabajo individual, sino el resultado de apoyo y esfuerzo durante varios meses. Quiero agradecer a todas esas personas, que aunque lo ignoren, han hecho posible terminar este trabajo.

¡Gracias de corazón!

Primeramente a **Dios** por haberme permitido llegar hasta donde hoy estoy, por todas sus bendiciones y por darme esas personas maravillosas que están a mi lado.

A mis padres, porque a ellos les debo lo que hoy soy; por creer en mí y estar siempre ahí cuando más los necesito. Porque siempre serán la referencia de mi vida y por ser las personas que más admiro.

A mi madre, mi mejor amiga, mi confidente, la persona más importante en mi vida. Sabiendo que jamás existirá una forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo constantes, sólo deseo que entiendas que el logro mío, es el logro tuyo, que mi esfuerzo es inspirado en ti, y que mi único ideal eres tú. ¡Te amo mamá!

A Pepe, mi marido, por su apoyo incondicional, por su paciencia al aguantar mis ratos de desesperación por el sólo hecho de pensar en la tesina; por quererme y aceptarme como soy. Por motivarme para seguir adelante cada día, por ser el centro de mi universo, por tantas cosas. Te adoro mi vida.

A mi familia por brindarme su cariño y darme siempre su apoyo. Por enseñarme el significado de unión y lealtad. Por ser esas personas tan importantes para mí. A mi mami, que simplemente yo no sé qué habría sido de mí sin ella. A mi hermana que adoro con todo mi ser, por estar siempre para mí. A mis changos, mis sobrinos traviosos, por inyectarme esa chispita de alegría diariamente. A Mario por ser mi confidente y mi hermano de corazón. A mi tía Luly por ser mi segunda madre y esa persona que tanto admiro y quiero.

A mi asesor, el profesor Joaquín Vásquez Quiroga, por su paciencia y por permitirme darle tantas molestias. Por ser más que un profesor, un amigo. Por enseñarme las herramientas para que todo fuera más fácil.

A la profesora Leticia León Godínez, por todos los dolores de cabeza que pude ocasionarle, por confiar y creer en mí. Por motivarme siempre para salir adelante, por enseñarme a afrontar el mundo que me espera allá afuera. Por guiarme a lo largo de estos meses de duro trabajo.

A todos **los profesores** que me orientaron y educaron a lo largo de toda mi carrera. En la vida hay maestros que marcan y yo siempre llevaré conmigo a la profesora Panchita Flores, al profesor Epifanio Fox, al profesor Mario Gómez, al profesor Martín Fox, Martín Cadena y a la profesora Mirta Zepeda.

Gracias a todos por hacer que las cosas que parecen tan difíciles, se hagan más fáciles. Los quiero y aprecio a todos.

INDICE

	PÁGINA
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Justificación	2
1.4 Delimitación	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Generalidades de la Ergonomía	4
2.1.1 Conceptos	5
2.1.2 Objetivos de la Ergonomía	5
2.2 Tipos de Ergonomía	7
2.2.1 Ergonomía ambiental	7
2.2.2 Ergonomía cognitiva	8
2.2.3 Ergonomía física	9
2.2.4 Ergonomía forense o legal	9
2.2.5 Ergonomía preventiva	9
2.2.6 Ergonomía correctiva	10
2.2.7 Ergonomía geométrica	10
2.2.8 Ergonomía de las necesidades especiales	10
2.3 Confort sonoro	10
2.3.1 Diferencia entre sonido y ruido	11
2.3.2 Clasificación del ruido según su variación	12
2.3.3 Efecto del ruido en el ser humano	13
2.3.4 Métodos para controlar y combatir el ruido	21
CAPÍTULO III. CASO DE ESTUDIO	26
3.1 Generalidades de la Empresa	26
3.1.1 Misión y Visión	26
3.1.2 Estructura Organizacional	26
3.1.3 Política de la empresa	27
3.2 Metodología de aplicación	27
3.2.1 División de áreas en la empresa donde se aplicó el caso de estudio y matriz de puntos de las áreas de distribución	27
3.2.2 Obtención de medidas de ruido máximas y mínimas	29
3.2.3 Presentación y análisis de resultados	29
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	39
BIBLIOGRAFÍA	41

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1. 1 Antecedentes¹

El sonido es algo consustancial con la vida. El trabajo y el desarrollo obligan a vivir en un entorno en el cual el mundo de los sonidos se vuelve agresivo para el hombre, de manera que se puede considerar al ruido como un importante contaminante en la actualidad. El ruido es uno de los peligros laborales más comunes. Los niveles de ruido peligrosos se identifican fácilmente y en la gran mayoría de los casos es técnicamente viable controlar el exceso de ruido aplicando tecnología comercial, remodelando el equipo o proceso o transformando las máquinas ruidosas. Pero con demasiada frecuencia no se hace nada. Hay varias razones para ello. En primer lugar, aunque muchas soluciones de control del ruido son notablemente económicas, otras son muy caras, en particular cuando hay que conseguir reducciones a niveles de 85 u 80 dB(A). Una razón muy importante de la ausencia de programas de conservación de la audición y de control del ruido es que, lamentablemente, éste suele aceptarse como un “mal necesario”, una parte del negocio, un aspecto inevitable del trabajo industrial. El ruido peligroso no derrama sangre, no rompe huesos, no da mal aspecto a los tejidos y, si los trabajadores pueden aguantar los primeros días o semanas de exposición, suelen tener la sensación de “haberse acostumbrado” al ruido. Sin embargo, lo más probable es que hayan comenzado a sufrir proporciones incapacitantes.

Los efectos nocivos del ruido sobre la audición se conocen desde hace siglos. En lo que se refiere a la historia de los efectos dañinos del ruido los romanos mencionaban en documentos antiguos la prohibición de hacer rodar carros

¹ VALLEJO, González José Luis. “El ruido en la historia de la humanidad”, <http://www.ergocupacional.com/4910/35895.html>, Fecha de consulta: Mayo 2, 2010

pesados sobre el pavimento de piedra en la ciudad imperial durante la noche, para no perturbar el descanso de los ciudadanos. Durante el siglo XIX, como consecuencia de la revolución industrial, el elevado nivel de ruido y la frecuencia con la que éste aparece, causa un incremento considerable en el número de pérdidas de sensibilidad auditivas. Se empieza a percibir esta pérdida como una enfermedad profesional. En 1934, Crowe, describe el daño en el órgano de Corti provocado por el ruido. A mediados de los 30's se desarrollan dos instrumentos indispensables para el estudio del ruido y sus efectos: el sonómetro y el audiómetro. Durante el desarrollo de la segunda guerra mundial la comunidad científica comienza a ocuparse de este gran problema y a finales de los 40's hacen su aparición los primeros protectores auditivos científicamente diseñados.

1.2 Objetivo

Realizar un diagnóstico del nivel de ruido en diferentes áreas de una empresa maquiladora, aplicando un Sonómetro con el propósito de determinar si se cumple con los niveles establecidos por la Norma Oficial Mexicana (NOM-011-STPS-2001), sobre las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

1.3 Justificación

La importancia de la presente investigación es: que ayuda a mejorar el estudio del lugar de trabajo, y de esta manera, contribuye al progreso de la disminución del ruido industrial. Una vez realizado el diagnóstico se determinará si cumple o no con los límites establecidos por la Norma Oficial Mexicana, y en base a éste se tomarán las medidas necesarias, con el propósito de la mejora de áreas de trabajo, de los empleados y de la empresa misma, logrando un beneficio para ambas partes. ¿Por qué es un beneficio para ambas partes? En el caso de los empleados, con un nivel de ruido permisible su rendimiento laboral es mayor, la probabilidad de adquirir una enfermedad o lesión es mínima; si el empleado se encuentra en condiciones óptimas, por lo tanto, la empresa también se encontrará en las mismas condiciones, puesto que sus empleados rendirán más, habrá

menos accidentes o enfermedades y eso, aparte de ganar o tener ventajas económicas, su prestigio o reputación será mayor, y eso habla bien de cualquier empresa.

1.4 Delimitación

El caso de estudio se aplicará sólo en una empresa de tipo industrial con nueve áreas a investigar. Con éste se pretende medir el nivel de ruido en cada área, es decir, a partir de un diagnóstico; que en este caso sería mediante la utilización de un sonómetro (BK Precisión 732 A) propiedad de la Universidad de Sonora; para poder determinar su situación actual y así proponer mejoras.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de Ergonomía

La ergonomía como ciencia o disciplina integrada surgió hace algunos decenios; sin embargo, empíricamente data de los tiempos de la sociedad primitiva. Así, la arqueología ayuda a descubrir vasijas y otros tipos de cosas, debidamente adecuados para el uso del hombre en función de sus dimensiones, necesidades e interacción con el entorno. La palabra ergonomía proviene del griego *ergon* = trabajo, y *nomos* = leyes naturales, literalmente se define como “leyes naturales del trabajo” o “leyes del trabajo” (KONZ, 1990).

El término ergonomía fue propuesto por el naturalista Woitej Yastembowski en 1857 en su estudio Ensayos de ergonomía o ciencia del trabajo, basado en las leyes objetivas de la ciencia sobre la naturaleza, en el cual se proponían construir un modelo de la actividad laboral humana. A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, Alemania, Estados Unidos de América y otros países organizaron seminarios sobre la influencia que ejerce el proceso laboral y el entorno industrial sobre el organismo humano, (KONZ, 1990).

Durante la Primera Guerra Mundial el trabajo en las fábricas de armamento y municiones, cuyos turnos sobrepasaban las catorce horas de duración, trajo sobre tensión y fatigo a los trabajadores, lo que acarrió gran cantidad de accidentes. En Inglaterra, grupos de ingenieros, psicólogos, sociólogos y médicos trabajaron en común durante y después de la guerra, interesándose especialmente por problemas de la postura laboral y el uso de la música funcional o ambiental.

Como disciplina independiente en los países socialistas, la ergonomía empezó a desarrollarse en los años cincuentas con base en la mecanización y automatización de la producción. Y es así como comienza la Ergonomía; en la

actualidad, ésta juega un papel sumamente importante en la industria, y no sólo eso, sino en la misma vida diaria de la humanidad. Desde los empleos hasta los hogares, pero siempre está presente.

2.1.1 Conceptos

Ergonomía significa literalmente el estudio o la medida del trabajo. En este contexto, el término trabajo significa una actividad humana con un propósito; va más allá del concepto más limitado del trabajo como una actividad para obtener un beneficio económico, al incluir todas las actividades en las que el operador humano sistemáticamente persigue un objetivo.²

Con el fin de delimitar y explicar con más claridad los conceptos sobre Ergonomía, a continuación se presentan las definiciones más relevantes realizadas hasta la actualidad por distintos autores:³

- “Es aquel esfuerzo que busca acoplar a los seres humanos con la máquina de forma que la combinación resultante sea confortable, segura y más eficiente” (McCormick, 1980).
- “Es el estudio de las condiciones de adaptación recíproca del hombre y su trabajo, o del hombre y una máquina o vehículo” (Encarta, 2000).
- “Es el estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina” (Real Academia Española, 2001).
- “La Ergonomía es la técnica multidisciplinaria que estudia la relación entre la persona y el trabajo con el objetivo de adaptar y mejorar de las condiciones de trabajo a la persona, tanto en su aspecto físico, psíquico y social”

² SINGLETON, William T., “Naturaleza y objetivos de la Ergonomía”, Enciclopedia OIT, <http://prevencion.wordpress.com/ergonomia/>, Fecha de consulta: Enero 2, 2010

³ RESCALVO, Santiago Fernando, “Ergonomía y salud”, http://www.prevencion-iesfrances.es/wp-content/uploads/Ergonom_a_Salud_1_Parte.pdf, Fecha de consulta: Enero 2, 2010

2.1.2 Objetivos de la Ergonomía⁴

Es evidente que las ventajas de la ergonomía pueden reflejarse de muchas formas distintas: en la productividad y en la calidad, en la seguridad y la salud, en la fiabilidad, en la satisfacción con el trabajo y en el desarrollo personal. Este amplio campo de acción se debe a que el objetivo básico de la ergonomía es conseguir la eficiencia en cualquier actividad realizada con un propósito, eficiencia en el sentido más amplio, de lograr el resultado deseado sin desperdiciar recursos, sin errores y sin daños en la persona involucrada o en los demás. No es eficaz desperdiciar energía o tiempo debido a un mal diseño del trabajo, del espacio de trabajo, del ambiente o de las condiciones de trabajo. Tampoco lo es obtener los resultados deseados a pesar del mal diseño del puesto, en lugar de obtenerlos con el apoyo de un buen diseño.

El objetivo de la ergonomía es garantizar que el entorno de trabajo esté en armonía con las actividades que realiza el trabajador. Este objetivo es válido en sí mismo, pero su consecución no es fácil por una serie de razones. El operador humano es flexible y adaptable y aprende continuamente, pero las diferencias individuales pueden ser muy grandes. Algunas diferencias, tales como las de constitución física y fuerza, son evidentes, pero hay otras, como las diferencias culturales, de estilo o de habilidades que son más difíciles de identificar.

En vista de lo complejo de la situación, podría parecer que la solución es proporcionar un entorno flexible, en el que el operador humano pueda optimizar una forma específicamente adecuada de hacer las cosas. Desgraciadamente, este enfoque no siempre se puede llevar a la práctica, ya que la forma más eficiente no siempre resulta obvia y, en consecuencia, el trabajador puede seguir haciendo una cosa durante años de forma inadecuada o en condiciones inaceptables. Así, es necesario adoptar un enfoque sistemático: partir de una teoría bien fundamentada, establecer objetivos cuantificables y contrastar los resultados con los objetivos.

⁴ SINGLETON, William T., "Naturaleza y objetivos de la Ergonomía", Enciclopedia OIT, <http://prevencion.wordpress.com/ergonomia/>, Fecha de consulta: Enero 2, 2010.

Algunos otros objetivos precisos de la ergonomía, son: Reducir lesiones y enfermedades, disminuir costos por incapacidades e indemnizaciones aumentar la productividad, calidad y seguridad, y mejorar las condiciones y la calidad de vida en el trabajo.

La ergonomía es la interrelación del trabajador con el puesto del trabajo y el entorno del mismo. El planteamiento ergonómico consiste en diseñar equipos, herramientas y trabajos de manera que todos éstos se adapten al trabajador y no al contrario, como se pensaba antes. En la actualidad las personas son más importantes que los objetos y los procesos productivos.

En resumen, se puede decir que la labor de la ergonomía es primero determinar las capacidades del operario y después intentar construir un sistema de trabajo en el que se basen estas capacidades; se estima que la ergonomía es la ciencia que ajusta el ambiente al hombre.

2.2 Tipos de Ergonomía⁵

A lo largo de la historia, la Ergonomía ha ido evolucionando, es por eso que hubo la necesidad de dividirla conforme a sus necesidades y características. Para dar la idea de lo mencionado con anterioridad, más adelante se presentan algunos de los tipos en forma muy general.

2.2.1 Ergonomía ambiental

Es el área de la ergonomía que se encarga del estudio de las condiciones físicas que rodean al ser humano y que influyen en su desempeño al realizar diversas actividades, tales como el ambiente térmico, nivel de ruido, nivel de iluminación y vibraciones. La aplicación de los conocimientos de la ergonomía ambiental ayuda al diseño y evaluación de puestos y estaciones de trabajo, con el fin de incrementar el desempeño, seguridad y confort de quienes laboran en ellos.

⁵ LÓPEZ, Babilla Gustavo y Gómez Estavillo Iván Antonio, "Ergonomía: Técnica de organización", Waste Magazine, <http://waste.ideal.es/ergonomia.htm>, Fecha de consulta: Enero 3, 2010.

Los factores a considerar en la ergonomía ambiental son los siguientes: Térmico, visual, acústico, mecánico, electromagnético, atmosférico. A continuación, se describe cada uno de ellos:

- a) **Factor térmico.** Con respecto al calor y microclima, un ambiente inadecuado, además de las sensaciones de incomfort, puede tener efectos sobre la actividad y realización del trabajo, disminuyendo el rendimiento físico, causando aumento de los errores.
- b) **Factor visual.** Para que la actividad laboral se pueda llevar a cabo de manera correcta es necesario que la visión e iluminación se complementen. Esa adecuación implica condiciones óptimas para ejecutar eficazmente el trabajo sin fatiga. Un sistema de iluminación ergonómico tiene por objeto:
 - Favorecer al máximo la percepción de las informaciones visuales utilizadas.
 - Asegurar un nivel adecuado para la buena ejecución de las tareas.
 - Procurar un grado aceptable de confort visual.
- c) **Factor acústico.** El ruido como factor ambiental, tiene una dimensión física caracterizada por unos niveles de presión sonora, frecuencia, espectro, duración, fácilmente evaluable y otra dimensión informativa difícilmente medible y que varía con la persona y la tarea.

El ruido es un elemento perturbador y la molestia producida por él, varía en función de:

1. De las características de los sujetos (edad, sexo, motivación, estatus social, etcétera.).
2. De la actividad (trabajo o descanso, grado de dificultad de la tarea, etcétera).
3. De los parámetros que definen los estímulos (intensidad, frecuencia, duración, etc.).

2.2.2 Ergonomía cognitiva

La ergonomía cognitiva (o también llamada 'cognoscitiva') se interesa en los procesos mentales, tales como percepción, memoria, razonamiento, y respuesta motora, en la medida que éstas afectan las interacciones entre los seres humanos

y los otros elementos componentes de un sistema. Los asuntos que le resultan relevantes incluyen carga de trabajo mental, la toma de decisiones, el funcionamiento experto, la interacción humano-computadora, la confiabilidad humana, el estrés laboral y el entrenamiento y la capacitación, en la medida en que estos factores pueden relacionarse con el diseño de la interacción humano-sistema.⁶

2.2.3 Ergonomía física

Se preocupa de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas en tanto que se relacionan con la actividad física. Sus temas más relevantes incluyen las posturas de trabajo, manejo manual de materiales, movimientos repetitivos, Lesiones Músculo-Tendinosas (LMT) de origen laboral, diseño de puestos de trabajo, seguridad y salud ocupacional.

2.2.4 Ergonomía forense o legal

El término Ergonomía forense hace referencia a la aplicación de los conocimientos del campo de la Ergonomía y la Psicología aplicada a los asuntos legales; es decir: los especialistas en esta disciplina, ergónomos o ergonomistas, son los profesionales competentes para aportar su testimonio en los juicios sobre los daños causados a la persona en el marco de la actividad laboral, o en la relación con los objetos y artefactos en la condición de usuario.

2.2.5 Ergonomía preventiva

Es el área de la ergonomía que trabaja en íntima relación con las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las áreas de trabajo. Dentro de sus principales actividades se encuentra el estudio y análisis de las condiciones de seguridad, salud y confort laboral, (KONZ, 1990).

⁶ E.E.E: Ergonomía en Español, "Ergonomía" http://www.ergonomia.cl/def_ergo.html, Fecha de consulta: Mayo 4, 2010.

Los especialistas en el área de ergonomía preventiva también colaboran con las otras especialidades de la ergonomía en el análisis de las tareas, como es el caso de la biomecánica y fisiología para la evaluación del esfuerzo y la fatiga muscular, determinación del tiempo de trabajo y descanso, etcétera.

2.2.6 Ergonomía correctiva

Es el área de la ergonomía que trabaja en íntima relación con las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las áreas de trabajo. La ergonomía correctiva corresponde con excesiva frecuencia a la ergonomía industrial.

Konz (1990), señala que la ergonomía correctiva desempeña un papel muy importante en la obtención de resultados positivos en el factor actividad. Presupone, entre otras tareas:

- La optimización de cada actividad tomando en cuenta, en forma consecutivas los factores psicológicos, fisiológicos, higiénicos, de seguridad, etcétera.
- Integración de cada uno de los modelos unidimensionales, reduciendo a un común denominador los resultados proporcionados por cada ciencia que estudia el trabajo.

2.2.7 Ergonomía geométrica

Relaciona al trabajador con las condiciones de tamaño del puesto de trabajo, considerando al hombre como un ser móvil con unas necesidades de espacio. Estudia las posiciones más adecuadas para el trabajador para su puesto de trabajo.

2.2.8 Ergonomía de las necesidades especiales

Se enfoca principalmente al diseño y desarrollo de equipo para personas que presentan alguna discapacidad física, para la población infantil y escolar, y el diseño de microambientes autónomos.⁷

⁷ LÓPEZ, Babilla Gustavo y Gómez, Estavillo Iván Antonio, "Ergonomía: Técnica de organización", Waste Magazine, <http://waste.ideal.es/ergonomia.htm>, Fecha de consulta: Enero 3, 2010.

2.3 Confort sonoro

La exposición al ruido no sólo puede llegar a producir una disminución de la capacidad auditiva de las personas expuestas, sino que además puede provocar alteraciones fisiológicas e incluso psicológicas en órganos y sistemas diferentes al de la audición y, en consecuencia, producir una serie de molestias o perjuicios que generalmente se denominan efectos no auditivos del ruido. Aunque a veces no se conozca con exactitud su relación causa-efecto, conviene que sean considerados como origen de problemas para la salud y el rendimiento en el trabajo y, por lo tanto, deben ser estudiados y regulados a fin de ser eliminados o al menos minimizarlos.

El ruido es un aspecto del entorno ambiental muy estudiado y reconocido como fuente de insatisfacción e impedimento en la realización de la tarea.

2.3.1 Diferencia entre sonido y ruido⁸

Desde el punto de vista físico, el sonido es un movimiento ondulatorio con una intensidad y frecuencia determinada que se transmite en un medio elástico (aire, agua o gas), generando una vibración acústica capaz de producir una sensación auditiva.

La intensidad del sonido corresponde a la amplitud de la vibración acústica, la cual es medida en decibeles (dB). La frecuencia indica el número de ciclos por unidad de tiempo que tiene una onda (Hertzios - Hz). En la figura 1, se muestra el sonido a diferentes tipos de frecuencia.

⁸ RENDILES, Hernando, "Efectos del ruido industrial", <http://rendiles.tripod.com/RUIDO1.html>, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

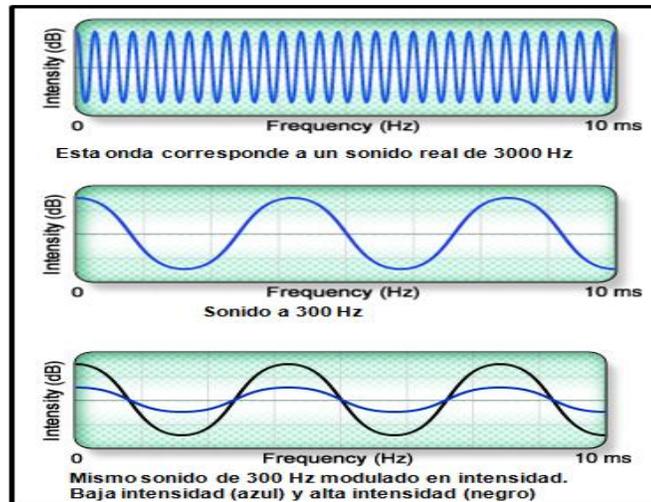


Figura 1. Intensidad del Sonido.

Fuente: Cochlea.org, S- Blatrix. RENDILES, Hernando, "Efectos del ruido industrial", <http://rendiles.tripod.com/RUIDO1.html>, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

El sonido humanamente audible consiste en ondas sonoras consistentes en oscilaciones de la presión del aire, que son convertidas en ondas mecánicas en el oído humano y percibidas por el cerebro. La propagación del sonido es similar en los fluidos, donde el sonido toma la forma de fluctuaciones de presión. En los cuerpos sólidos la propagación del sonido involucra variaciones del estado tensional del medio.

El ruido ha sido definido desde el punto de vista físico como una superposición de sonidos de frecuencias e intensidades diferentes, sin una correlación de base. Fisiológicamente se considera que el ruido es cualquier sonido desagradable o molesto, generalmente aleatorio que no tiene componentes bien definidos. También se puede definir como todo sonido que causa molestias, interfiere con el sueño, trabajo o que lesione o dañe física o psicológicamente al individuo, la flora y la fauna.

El ruido desde el punto de vista ocupacional puede definirse como el sonido que por sus características especiales es indeseado o que puede desencadenar daños a la salud, o bien, son todos los sonidos cuyos niveles de presión acústica o

intensidad en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a su salud o bienestar.

El ruido son los sonidos cuyos niveles de presión acústica, en combinación con el tiempo de exposición de los trabajadores a ellos, pueden ser nocivos a la salud del trabajador. (Norma Oficial Mexicana, NOM-011-STPS-2001).

2.3.2 Clasificación del sonido según su variación

El sonido se puede clasificar según su variación:⁹

- Ruido Constante: Es aquel cuyo nivel de presión sonora no varía en más de 5 dB durante las ocho horas laborables.
- Ruido Fluctuante: Ruido cuya presión sonora varía continuamente y en apreciable extensión, durante el periodo de observación.
- Ruido Intermitente: Es aquel cuyo nivel de presión sonora disminuye repentinamente hasta el nivel de ruido de fondo, varias veces durante el periodo de observación, el tiempo durante el cual se mantiene a un nivel superior al ruido de fondo es de un (1) segundo o más.
- Ruido Impulsivo: Es aquel que fluctúa en una razón extremadamente grande (más de 35 dB) en tiempos menores de 1 segundo. O es aquel ruido inestable que se registra durante un periodo menor a un segundo.
- Ruido estable: Es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro A dentro de un intervalo de 5 dB(A).
- Ruido inestable: Es aquel que se registra con variaciones en su nivel sonoro A con un intervalo mayor a 5 dB(A).

2.3.3 Efecto del ruido en el ser humano¹⁰

El ruido lleva implícito un fuerte componente subjetivo. Un mismo sonido puede ser considerado un elemento molesto para unas personas mientras que por otras

⁹ RENDILES, Hernando, "Efectos del ruido industrial", <http://rendiles.tripod.com/RUIDO1.html>, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

¹⁰ TOLOSA, Canabí D. Ferran, "Efectos del ruido sobre la salud" http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

no. Esto depende de las características del receptor y del momento que se produce el ruido. Algunos factores que pueden influir, son:

- Durante el día. Es sabido que el ruido es más molesto de noche que de día. Un simple goteo producido de noche es más molesto que de día.
- Durante la actividad de la persona. El receptor notará menos ruido si está concentrado o distraído en alguna actividad mientras se produzca el ruido.
- Cuando se hace alboroto. Para la persona que lo genera, normalmente no le resulta molesto. (El ruido de un aparato de música será ensordecedor para la madre y en cambio quedará por debajo de la intensidad que desearía el hijo).
- Según los antecedentes socioculturales. Una misma música puede ser considerada como un sonido o como un ruido en función de los antecedentes culturales del que lo escuche o de los recuerdos que le traiga.
- Según la familiaridad. Una persona puede acostumbrarse al ruido del ordenador o de la música, al ruido del aire acondicionado, al ruido del tren, etc. Se puede dar el caso de no sentirlo habitualmente e incluso, puede necesitar un ruido para poder dormirse.
- Según la naturaleza del ruido. Un ruido intermitente es más molesto que un continuo.
- Según la intensidad y la frecuencia del sonido, según la edad y el sexo del receptor.

Si bien los efectos de un ruido continuado sobre la audición pueden ser poco manifestados, no se debe caer en la trampa de ignorar la molestia que pueden llegar a producir. A continuación, se presentan los diferentes efectos que éste tiene:

1. Efectos en el sistema auditivo, como son:

A) *Efecto enmascarador*: Se define como aquel efecto fisiológico por el cual se ve disminuida la capacidad perceptiva de un sonido a causa de la presencia simultánea de otro sonido o de ruido. Normalmente el espectro de frecuencias del sonido de la voz humana se sitúa entre 200 y 6000Hz con una intensidad variable

entre 30 y 70 dB. Esta competencia entre el sonido deseado y el que no lo es, tiene resultados perjudiciales siempre. En el ámbito laboral esto representa:

- Disminuir la seguridad laboral, ya que el trabajador recibe con dificultad el aviso de un posible peligro.
- Disminuyen las oportunidades de formación del trabajador, ya que la comunicación oral queda parcialmente afectada.
- Obligar al trabajador inmerso en este ambiente a utilizar una intensidad vocal alta, realizando un sobre esfuerzo vocal que le puede hacer desarrollar una disfonía disfuncional.

B) Cansancio auditivo: Se define como un descenso transitorio de la capacidad auditiva. En este caso no hay lesión orgánica, y la audición se recupera después de un tiempo de reposo sonoro, dependiendo de la intensidad y duración de la exposición al ruido.

De hecho, sería la respuesta fisiológica de protección del oído hacia sonidos de intensidad elevada, más de 90dB, que se manifestaría en una elevación temporal del umbral de audición persistente después de haber cesado la emisión del ruido. De este fenómeno es consciente cualquier persona que, por ejemplo, después de haber estado en una discoteca, sufre durante unas rato dificultades para mantener una conversación y tiene la sensación de tener los oídos tapados.

Como más largo sea el tiempo de exposición más amplio será el espectro de frecuencias afectadas. El cansancio auditivo afecta a las frecuencias próximas a las del ruido expuesto y puede afectar principalmente a las frecuencias altas más raramente que a las más bajas.

La recuperación del umbral de audición puede tardar unas horas que dependerá de:

- La intensidad del ruido recibido. Como más intenso, más grande es el desplazamiento del umbral de audición y, por lo tanto, más lenta es la recuperación.

- El tiempo de exposición. Como más larga sea la duración de la exposición, más lenta es la recuperación. Este punto se debe tener en cuenta a la hora de hacer las audiometrías en el lugar del trabajo. Se debe esperar un mínimo de doce horas después de haber acabado la jornada para no confundir la fatiga auditiva con una patología irreversible.
- Las frecuencias afectadas. Independientemente de las frecuencias del ruido fatigante, parece que las frecuencias alrededor de los 4000Hz tardan más a recuperarse.

C) *Hipoacusia*: Requiere una exposición alta en intensidad y duración del ruido o un cansancio prolongado que no permite la recuperación. La evolución típica muestra una primera fase con pérdida de unos 40dB en la zona de recepción de la frecuencia de 4000 ciclos por segundo que se recupera al acabar la exposición al ruido, siempre en relación con la audición de base previa. En una fase posterior esta pérdida no se recupera, aunque no aparecen dificultades comunicativas. Si la agresión del ruido continua, las lesiones se extienden hacia las células sensoriales que captan ondas de frecuencias próximas a las de 4000 ciclos por segundo, así se inicia un progresivo deterioro de las habilidades comunicativas auditivo-verbales. En la tabla 1, se muestran los diferentes grados de hipoacusia.

Grado de Hipoacusia	Umbral de audición	Déficit auditivo
Audición normal	0-25dB	
Hipoacusia leve	25-40dB	Dificultad en la conversación en voz baja o a distancia.
Hipoacusia moderada	40-55dB	Conversación posible a 1 o 1.5 metros.
Hipoacusia marcada	55-70dB	Requiere conversación en voz alta
Hipoacusia severa	70-90dB	Voz alta y a 30 cm.
Hipoacusia profunda	>90dB	Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación.

Tabla 1. Grados de Hipoacusia y repercusión a nivel de comunicación

Fuente: TOLOSA, Canabí D. Ferran, "Efectos del ruido sobre la salud" http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

La pérdida auditiva se estabiliza si el trabajador deja de estar en contacto con el ruido. Una vez que ha habido lesiones, su sintomatología pasa por diferentes etapas:

- El trabajador presenta acúfenos al final del día, astenia psíquica y la audiometría revela una pérdida de sensibilidad auditiva a la frecuencia de 4000 ciclos por segundo.
- La pérdida auditiva se incrementa a frecuencias próximas a 4000 ciclos por segundo y la persona refiere algún problema comunicativo.
- La pérdida avanza hacia frecuencias más bajas con una clara repercusión en la comunicación auditivo-verbal.

Factores que influyen en la lesión auditiva inducida por el ruido: (Tolosa Cabaní)

- La intensidad del ruido. El umbral de nocividad del ruido se sitúa entre 85 y 90dB. Por encima de 90dB el ruido puede ser nocivo para el hombre. Para los trabajadores un ambiente de ruido en un nivel superior a 80dB, se han de tomar medidas preventivas específicas.
- La frecuencia del ruido. Los sonidos más perjudiciales son los de frecuencias altas, superiores a 1000. La mayor parte de los ruidos industriales se componen de ondas acústicas con estas frecuencias. Por causa aún poco conocidas las células ciliadas de la oreja interna más sensibles al efecto nocivo del ruido son las que transmiten las frecuencias entre 3000 y 6000 ciclos por segundo.
- La duración de la exposición. El efecto perjudicial está en relación con la duración en que el trabajador está expuesto al ruido.
- La susceptibilidad individual. Aunque es difícil demostrarlo, se acepta como un factor la predisposición del trabajador.
- La edad. El efecto del ruido se puede sumar a la presbiacusia.
- Principalmente en aquellas personas a las cuales se les han eliminado los sistemas automáticos de protección de las células ciliadas del oído interno, como en la cirugía de la otosclerosis y de las timpanoplastias. Por lo tanto, habría una mayor vulnerabilidad coclear.

2. Efectos extrauditivos. El ruido es un estímulo que desde el nacimiento provoca reflejo de defensa, y si se presencia provoca efectos psíquicos, como alteraciones en el descanso, en el sueño nocturno, en la capacidad de concentración, provoca ansiedad, favorece el estrés, etc. Estos efectos tendrán respuesta diferente según la actitud del trabajador, su sensibilidad individual, los recursos individuales para reducirlo, el momento de la jornada laboral en la que se produce, entre otros. Algunos efectos son:

a) Sobre el rendimiento en el trabajo, ya que puede interferir en el desarrollo de trabajos, principalmente los que requieren gran atención o de gran complejidad. A pesar de todo el hombre en su capacidad de adaptación puede llegar a acostumbrarse sin que disminuya su rendimiento. Claro está, que los trabajos que requieren una gran concentración se verán más afectados por el ruido.

b) Sobre la comunicación humana. El proceso de comunicación depende de una variedad de factores que conviene señalar:

- Factores físicos inherentes al propio sonido, como la intensidad, las frecuencias y la duración.
- De las condiciones acústicas del local.
- De la distancia entre los interlocutores, así como la presencia o no del canal visual en el mismo momento del acto verbal.
- Del uso de protectores acústicos.
- De la audición del trabajador.
- Del uso por parte del hablante de señales verbales efectivas, es decir, hechas con una buena articulación, esfuerzo adecuado, etc.
- Del conocimiento y familiaridad del mensaje.
- De las motivaciones.

En la tabla 2, se presentan las intensidades del ruido en dB y valoración subjetiva de su percepción.

DB	VALORACIÓN
30	Débil
50-60	Moderado
70-80	Fuerte
90	Muy fuerte
120	Ensordecedor
130	Umbral de sensación dolorosa

Tabla 2. Intensidad del ruido en dB y valoración subjetiva de su percepción.

Fuente: TOLOSA, Canabí D. Ferran, "Efectos del ruido sobre la salud" http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

La presencia de ruido de fondo puede dificultar la comprensión del mensaje oral, lo cual repercute en la propia seguridad del trabajador y en el proceso productivo. Además, la presencia inesperada de un ruido de fuerte intensidad puede causar distracciones o movimientos bruscos que incrementan la inseguridad en el trabajo.

c) Interferencia con las actividades mentales y psicomotoras. Disminución del rendimiento intelectual y de la capacidad de concentración. Estos aspectos influyen al mismo tiempo en el trabajo. También se ha demostrado que produce un estado de irritación y pueden ser origen de fatiga y de disminuir la eficacia en el trabajo.

d) Alteraciones en otros órganos. Aunque su efecto no puede cuantificarse, se han establecido relaciones entre el ruido y algunos sistemas.

En la tabla 3, se presentan algunos ejemplos de los sistemas afectados en el ser humano, sometidos a niveles altos de ruido.

Sistema afectado	Efecto
Sistema nervioso central	Hiperreflexia y Alteraciones en l'ECG
Sistema nervioso autónomo	Dilatación pupilar
Aparato cardiovascular	Alteraciones de la frecuencia cardiaca e hipertensión arterial (aguda)
Aparato digestivo	Alteraciones de la secreción gastrointestinal
Sistema endocrino	Aumento del cortisol y otros efectos hormonales
Aparato respiratorio	Alteraciones del ritmo
Aparato reproductor - gestación	Alteraciones menstruales, bajo peso al nacer, prematurez, riesgos auditivos en el feto
Órgano de la visión	Estrechamiento del campo visual y problemas de acomodación
Aparato vestibular	Vértigo y nistagmus
Aparato fonatorio	Disfonías disfuncionales

Tabla 3. Efectos del ruido a nivel sistémico.

Fuente: TOLOSA, Canabí D. Ferran, "Efectos del ruido sobre la salud" http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

e) Efectos sobre el feto. Se han demostrado respuestas del feto en relación con estímulos sonoros. Los ruidos intensos pueden alterar el desarrollo del sistema sensorial a causa de su fragilidad durante esta fase.

Como se puede apreciar, el efecto del ruido en el ser humano va más allá de cualquier molestia ligera en el oído; son muchas las consecuencias y problemas que se pueden causar por el ruido, desde un simple malestar hasta una sordera profesional o alteraciones en diferentes órganos de nuestro cuerpo. Los efectos del ruido sobre el ser humano no solamente son auditivos como se aparenta, sino que también se involucran varios factores extraauditivos.

3. Efectos auditivos del ruido. Existen tres diferentes tipos de daño auditivo que pueden ser generados por el ruido: trauma acústico agudo, trauma acústico crónico y laberintopatía crónica o trauma de Meniere. A continuación, se describe cada uno de ellos:

a) Trauma acústico agudo: Se entiende por traumatismo acústico agudo el daño coclear producido accidentalmente por la sobre estimulación acústica de un ruido impulsivo de gran intensidad y corta duración, único o repetitivo, como son por ejemplo las detonaciones por arma de fuego. De forma inmediata se producen lesiones cocleares e hipoacusia consecuente con las mismas que pueden ser reversibles o no.

También se denomina traumatismo por explosión, queriendo indicar con ello que está producido por una onda acústica y para diferenciarlo del traumatismo producido por detonación. Esta última está producida por una onda de presión, o bien por los dos tipos de ondas, acústica y presión.

El oído humano está capacitado para detectar sonidos con una gama de intensidades y límites de frecuencia acordes con el ambiente sonoro existente en la naturaleza. Un ruido o un sonido a una intensidad excesiva suponen una agresión, que, si es severa, puede llegar a destruirlo.

b) Trauma acústico crónico. Es un proceso acumulativo donde tanto el nivel de ruido y el tiempo de exposición son importantes. El daño ocurre al azar en personas expuestas, sin embargo, algunas personas son más susceptibles que otros. Es una lesión irreversible, por lo general bilateral. Las lesiones auditivas producidas por ruido se localizan a nivel de la membrana basilar del oído interno. Hay una lesión degenerativa de las células ciliadas externas de la superficie vestibular y de las de sostén de Deiters. Es por consiguiente una afección coclear, que se traducirá (a la larga) por hipoacusia neurosensorial.

c) Laberintopatía crónica o trauma de Meniere: Pone en evidencia una disfunción o pérdida de capacidad reguladora del sistema nervioso vegetativo respecto de los mecanismos que mantienen el equilibrio; su causa debe buscarse en cada persona individualmente. Este problema por lo general representa el resultado de un proceso.

La causa habitualmente es una irritación del sistema nervioso ocurrida con anterioridad (meses, años), en cualquier lugar del organismo, que finalmente interfiere la capacidad de auto organización natural. Esa irritación se mantendrá en la memoria del cuerpo hasta tanto no sea corregida mediante tratamiento adecuado.

No existe ningún tratamiento completamente eficaz para el traumatismo acústico agudo, pero, en este caso, se puede administrar algún fármaco o también oxígeno hiperbárico.

En el traumatismo acústico crónico no hay tratamiento curativo, por lo tanto, todo se basa en una adecuada prevención. De hecho, no tendría que existir este tipo de patología, ya que se conocen perfectamente las actividades laborales que la desarrollan y, por lo tanto, una vez tomadas las medidas preventivas desaparecería la sordera causada por el ruido.

Para mejorar la comunicación auditiva, un recurso a nuestro alcance es la prescripción de audífonos, aunque en su rendimiento no siempre responde a lo que la persona necesita.

2.3.4 Métodos para controlar y combatir el ruido¹¹

Para que el ruido pueda considerarse nocivo se necesitan por lo menos tres factores: una fuente sonora, un medio de propagación y un receptor. La actuación por lo tanto tiene que dirigirse hacia cada uno de estos factores de una manera eficaz.

El ruido en el lugar de trabajo se puede controlar y combatir de tres formas principalmente: En su fuente, poniéndole barreras y en el trabajador mismo. A continuación, se describe cada uno de ellos:

¹¹ Organización Internacional del Trabajo, “El ruido en el lugar de trabajo”, http://actrav.itcilo.org/osh_es/m%f3dulos/noise/noiseat.htm, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

1. Sobre la fuente sonora. Al igual que con otros tipos de exposición, la mejor manera de evitarlo es eliminar el riesgo. Así pues, combatir el ruido en su fuente es la mejor manera de controlar el ruido y, además, a menudo puede ser más barato que cualquier otro método. Para aplicar este método, puede ser necesario sustituir alguna máquina ruidosa. El propio fabricante puede combatir el ruido en la fuente, haciendo que los aparatos no sean ruidosos. Hoy día, muchas máquinas deben ajustarse a las normas vigentes sobre ruidos y, por lo tanto, antes de adquirir nuevas máquinas (por ejemplo, prensas, perforadoras, etc.), se debe comprobar si cumplen las normas sobre ruidos. Lamentablemente, muchas máquinas de segunda mano que producen niveles elevados de ruido (que han sido sustituidas por modelos más silenciosos) se exportan a menudo a los países en desarrollo, haciendo que los trabajadores de estos paguen lo barato de su compra con pérdida de audición, tensión, etc.

Se puede considerar que el ruido sea producido por una o por diversas actividades de manera simultánea. En cualquier caso y de una manera global, y actuar de diversas maneras:¹²

- Reduciendo las vibraciones.
- Reduciendo las fuerzas de impacto y de impulsos.
- Reduciendo las fuerzas de rozamiento.
- Modificando las condiciones aerodinámicas.
- Alterando las frecuencias de resonancias.
- Minimizando el acoplamiento entre las fuentes y las superficies radiantes.
- Aislando individualmente cada una de las fuentes.
- Otros, que variarán en función de las características de la fuente. Por ejemplo, el ruido puede estar producido por un mantenimiento deficiente o por el uso de elementos demasiado ruidosos. En este caso será necesario mejorar el mantenimiento y cambiar los elementos defectuosos de la maquinaria por otros menos ruidosos.

¹² TOLOSA, Canabí D. Ferran, “Efectos del ruido sobre la salud” http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

2. Sobre el medio de propagación. Se puede conseguir mediante la instalación de plafones separadores hechos de material absorbente, atenuador, o silenciadores en el supuesto de extractores de humos o aparatos de aire acondicionado. Se tiene que prestar especial atención en las vibraciones del edificio por dos motivos fundamentales: porque las frecuencias bajas son las más difíciles de eliminar y porque muchas veces son producidas por otros elementos como cañerías, montacargas, etc. que pueden pasar desapercibidas por la inspección.

Para disminuir el efecto del ruido del tráfico, es necesario aislar mejor las viviendas. Las viviendas tienen que tener unas condiciones reguladas por normas bien claras. En áreas cercanas a vías rápidas de circulación se pueden colocar barreras acústicas como paredes o zarzales bien tupidos, entre otros.

3. Sobre el receptor. Una lucha eficaz contra el ruido en el ambiente laboral tiene que contemplar, como mínimo, lo siguiente:

- Control de los niveles sonoros o control dosimétrico personal.
- Desde el punto de vista preventivo, revisiones médicas sistemáticas que incluirán audiometrías.
- Educación sanitaria del trabajador. Además de dar a conocer el riesgo de ruido, puede ser de gran ayuda informarlos de los niveles conseguidos en su lugar de trabajo y de los resultados de las audiometrías practicadas.

Se pueden tomar las siguientes medidas:

- Hacer rotaciones en el lugar de trabajo, de tal manera que cada persona esté el menor tiempo posible en un ambiente de ruido excesivo. Evitar que trabaje en la estancia donde esté el foco de ruido, el personal que por sus funciones no sea necesario que esté (oficinistas, etc.).
- Hacer reducciones de la jornada laboral.
- Acudir a los protectores auditivos como última posibilidad a considerar cuando ya no sea posible ninguna otra alternativa. En este caso estarían indicados los tapones homologados, los auriculares o los cascos.

4. Otras actuaciones. Por parte de las instituciones, las cuales están obligadas a hacer cumplir las normas y directivas establecidas. Los organismos encargados de controlar la salud laboral proponen actuaciones basadas en tres puntos:

- Evaluación de la exposición.
- Disminución de la exposición por medio de sistemas técnicos, medidas administrativas y control del uso de protectores individuales.
- Medida de los efectos sobre la audición a través de audiometrías.

Un programa de control del ruido en las empresas comprende las siguientes etapas:

1. Preparación de una carta de ruido según los registros efectuados en cada zona.
2. Fijación de objetivos de nivel sonoro por área de ruido.
3. Descripción de todas las medidas emprendidas con análisis de su costo y eficacia.
4. En el protocolo del programa elaborado, en función de los objetivos, determinar las prioridades de acción con indicación de los datos de inicio y de final de la intervención.

Algunas de las medidas preventivas para control del ruido, son:

a) Evaluación del riesgo. La evaluación de la exposición al riesgo tiene que incluir la identificación de cada lugar de trabajo, con el tiempo de permanencia diaria del trabajador y la medición del nivel de intensidad del ruido.

b) Audiometría. Consiste en determinar el umbral auditivo para tonos puros, tanto por vía aérea como por vía ósea. Sus objetivos son:

- Evaluar la audición de las personas que están expuestas al ruido en su lugar de trabajo (audiometría de ingreso).
- Detectar, lo antes posible, el deterioro del umbral auditivo de los trabajadores de riesgo.
- Detectar otras alteraciones en la audición no causadas por el ruido.
- Evaluar la audición al finalizar el contrato en la empresa o en el lugar de trabajo.

- Informar al trabajador con relación a los cambios audiométricos para mejorar las condiciones de prevención auditiva individual.
- Evaluar las medidas que se toman para evitar las consecuencias nocivas del ruido.

CAPÍTULO III

CASO DE ESTUDIO

3.1 Generalidades de la empresa

Como se mencionó anteriormente, el nombre de la empresa se omitió por cuestiones de seguridad y privacidad de la misma. Ésta se dedica a la industria manufacturera en la localidad de Caborca, Sonora.

3.1.1 Misión y visión

Misión: Ser la empresa líder en la región en el suministro de productos con la más alta calidad debido a la mejora continua de sus procesos y al desarrollo integral de sus empleados.

Visión: Ser empresa de clase mundial, preocupada y orientada a satisfacer las necesidades del cliente actual y futuros; a la superación y satisfacción de sus empleados.

3.1.2 Estructura organizacional

La empresa está integrada por un presidente, quien está a cargo de un director y aduanas; mismas que se encargan de gerente de finanzas y contabilidad, gerente de materiales, gerente de operaciones, recursos humanos, compras, aduanas y tráfico. A su vez, gerente de finanzas se encarga de auxiliar contable y auxiliar de nóminas, por otra parte; gerente de materiales está a cargo de jefe de almacén y auxiliar de almacén. Recursos humanos se encarga de intendencia, recepción y auxiliar de recursos humanos, y por último, aduanas está a cargo de auxiliar de aduanas. En la figura 2, se presenta el organigrama de la empresa.

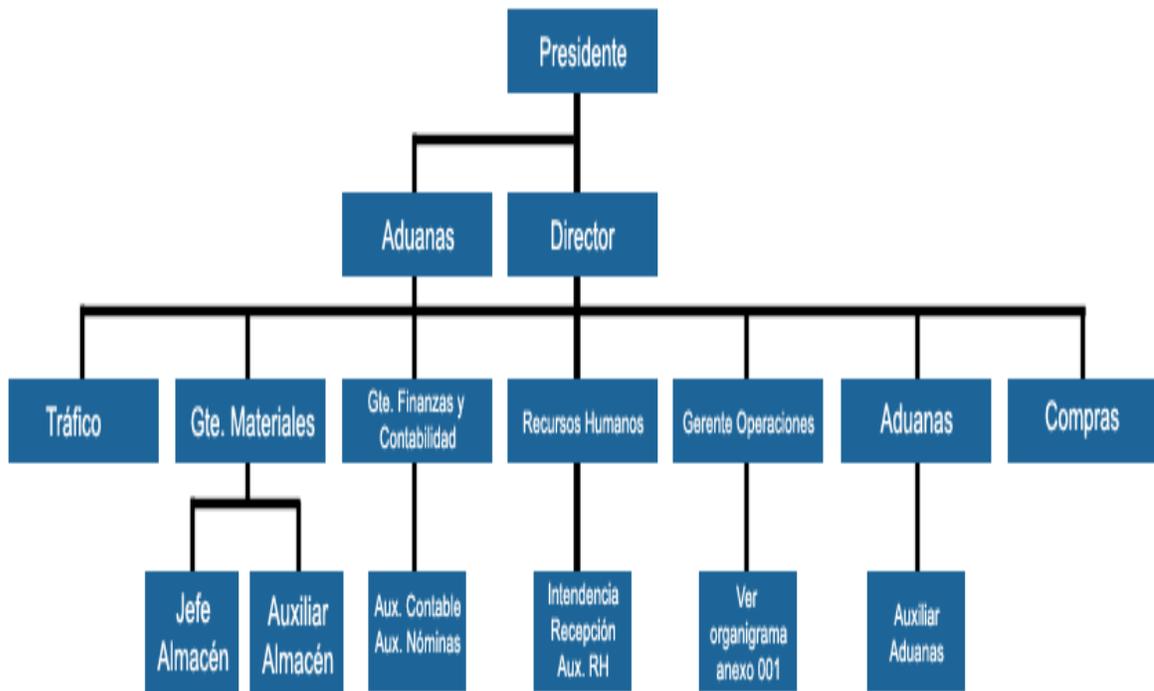


Figura 2. Organigrama de la empresa

3.1.3 Política de la empresa

Nuestro compromiso es mantener la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requerimientos, implementando la mejora continua para lograr sus expectativas.

3.2 Metodología de aplicación

La metodología que se realizó en el caso de estudio fue:

1. División de áreas en la empresa donde se aplicó el caso de estudio y Matriz de puntos de las áreas de distribución.
2. Obtención de medidas de ruido máximas y mínimas
3. Presentación y análisis de resultados.

3.2.1 División de áreas en la empresa donde se aplicó el caso de estudio y Matriz de puntos de las áreas de distribución.

Se determinó el nivel de ruido dividiendo la empresa por áreas. Se utilizó un plano de la empresa (Figura 3) con la distribución de áreas, y en base a éste, se elaboró una matriz de puntos (Figura 4).

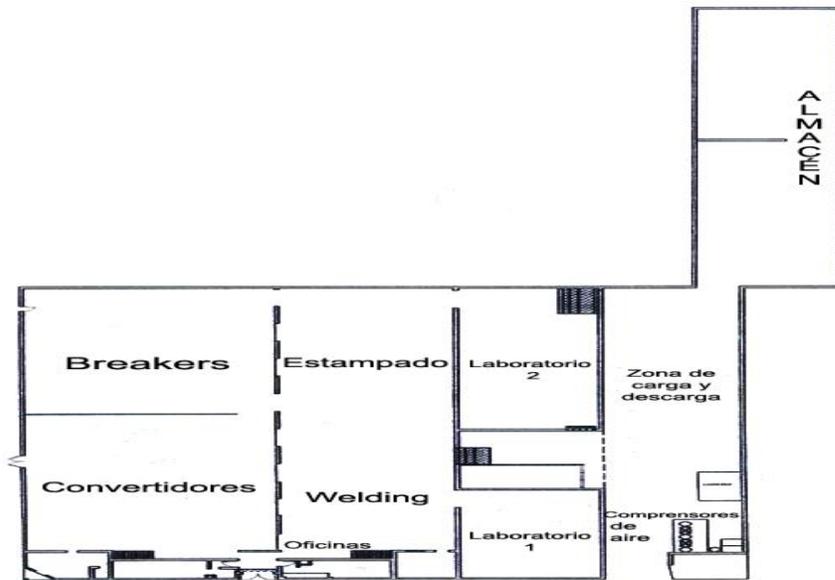


Figura 3. Distribución de áreas de la Empresa donde se aplicó el caso de estudio.

Elaboró: Ing. Rafael Lomelí, 2006. Escala: N/A

	B1	B2	B3	B4
A1				Almacén
A2	Breakers	Estampado	Laboratorio 2	Zona de carga y descarga
A3	Convertidores	Welding		Zona de carga y descarga
A4		Oficinas	Laboratorio 1	Compresores

Figura 4. Matriz de puntos de las áreas de distribución.

3.2.2 Obtención de medidas de ruido máximas y mínimas

Se utilizó un sonómetro para obtener las medidas de ruido máximas y mínimas en cada área de la empresa. El sonómetro que se usó es un BK Precisión 732 A / 4132010418 (Figura 5). Se hace mención que dichas medidas se tomaron el día 13 de mayo del 2010 a las 9:25 horas, con el fin de posibles investigaciones futuras.



Figura 5. Sonómetro BK Precisión 732 A / 4132010418.

3.2.3 Presentación y análisis de resultados

1. Medidas máximas de ruido.

Las medidas máximas obtenidas se introdujeron en una tabla Excel (Microsoft Office 2007). En la tabla 4, se muestran los resultados.

46					
47	--	B1	B2	B3	B4
48	A1	0	0	0	57.2
49	A2	69.5	74.4	80.8	75.4
50	A3	63.6	79.8	0	75.4
51	A4	0	70.9	64.5	86.8

Tabla 4. Datos de medidas máximas de ruido

Los datos de medidas máximas se representaron mediante un gráfico de superficie. Para ello se seleccionaron todas las casillas que contienen los datos, tal y como se muestra en la figura 6.

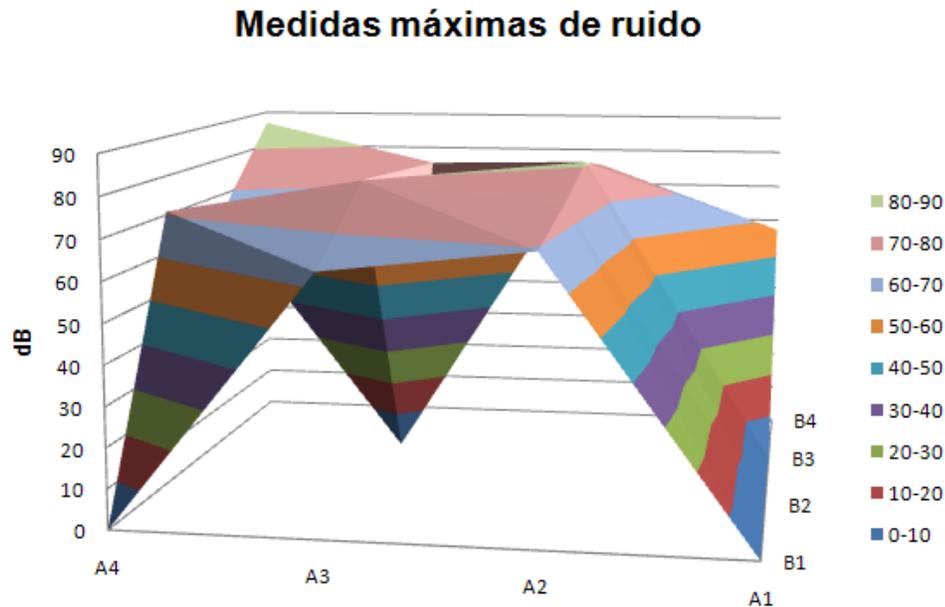


Figura 6. Medidas máximas de ruido por área

Como se aprecia en la gráfica anterior (Figura 6), la mayoría de las áreas de la empresa se encuentra en un nivel de ruido entre 70 y 80 dB(A) que es el área de color rosa. También se puede apreciar el área con mayor nivel de ruido, entre 80 y 90 dB(A) con un color verde pistacho y es justamente el área de los compresores (A4, B4).

Para apreciar mejor los diferentes niveles de ruido se modificó la gráfica de la siguiente manera: Se dio clic sobre el eje vertical de la gráfica y después clic con el botón derecho del mouse, y así se seleccionó el menú “Dar formato a eje...”, para después aparecer la ventana de formato y acceder en la pestaña “Opciones de eje”, tal como aparece en la figura 7.

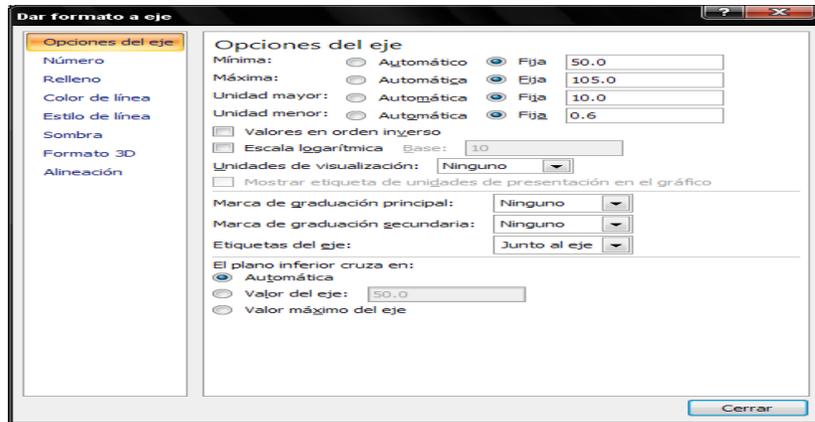


Figura 7. Ventana de formato de eje.

En “Mínima” se introdujo un valor cercano a la mínima de las medidas tomadas. En este caso, el valor mínimo medido durante la toma de datos fue 57.2 dB, por lo tanto, se introdujo un valor de 50. En “Unidad mayor” se introdujo el tamaño del intervalo que representa cada color. En este ejemplo, se escogió 10, por lo que cada color representa 10 dB. El aspecto final de la gráfica se muestra en la figura 8.

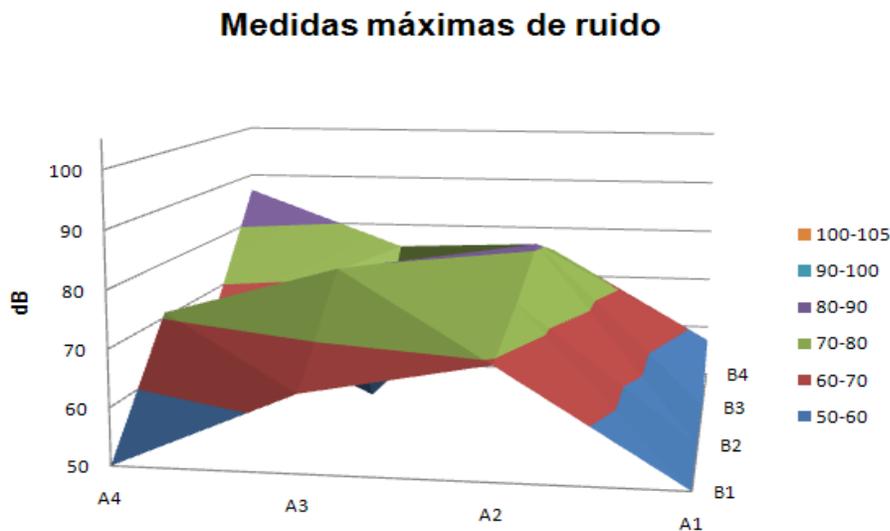


Figura 8. Medidas máximas de ruido en las áreas de la empresa donde se aplicó el caso de estudio.

Este gráfico permite observar claramente los niveles de ruido en cada área de la empresa en representación tridimensional. Y de igual manera, pero más claramente, nos arroja que el área de mayor nivel de ruido, en este caso de color

morado, sigue siendo el área de los compresores y también apreciamos un pequeño tono de color morado en el área (A2, B3), que corresponde al área del Laboratorio 2, que es el laboratorio de alta tensión. Y el área con menor nivel de ruido en color azul sigue siendo el almacén (A1, B4), ya que las demás áreas están vacías.

También se representó con el gráfico de superficie visto desde arriba denominado gráfico de contorno. Para la transformación de la gráfica de la figura 8, a una gráfica de contorno, se colocó el cursor del mouse sobre la gráfica y mediante un clic derecho se seleccionó “Cambiar tipo de gráfico...”. De esta manera se seleccionó la gráfica de contorno, tal como se muestra en la figura 9.

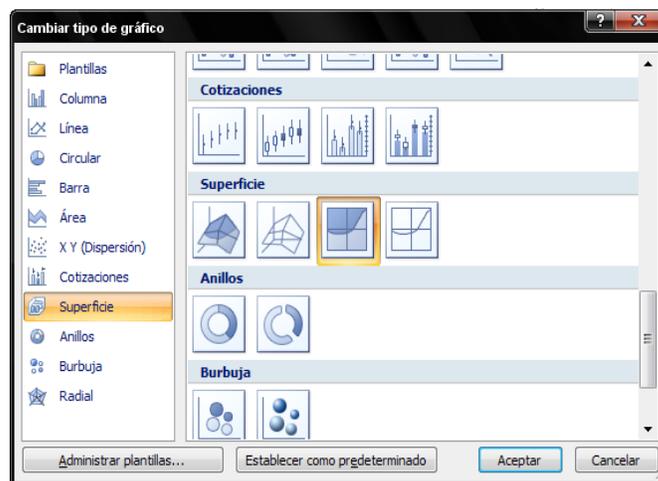


Figura 9. Formato para crear el gráfico de contorno.

Y finalmente se obtuvo el gráfico de contorno, como se muestra en la figura 10, donde se puede observar detalladamente el nivel de ruido en la empresa.

Medidas máximas de ruido

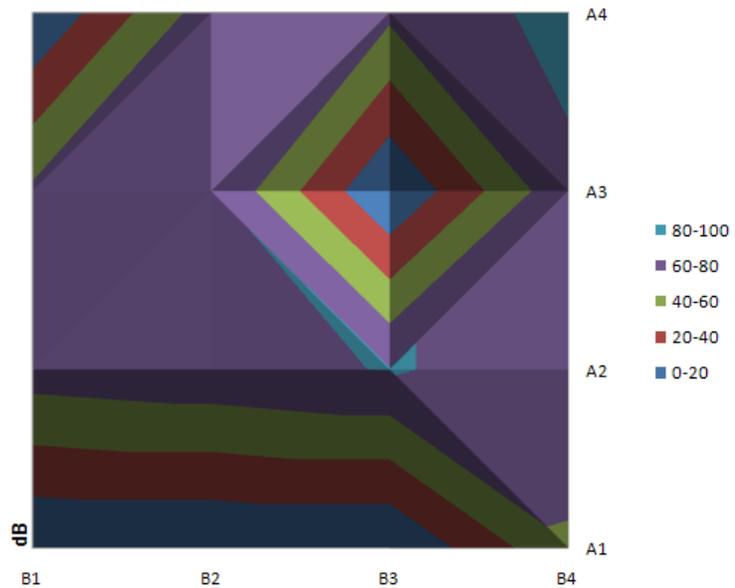


Figura 10. Medidas máximas de ruido (Gráfico de superficie visto desde arriba).

En esta gráfica se puede apreciar claramente los niveles de ruido en cada área de la empresa. Nos interesa que el nivel de ruido no sea superior a los 90dB(A), y el color que representa los dB(A) entre 80 y 100 es el color azul rey. Si se observa detalladamente la gráfica se pueden apreciar dos pequeñas áreas con ese tono, que sigue siendo el área de los compresores y el laboratorio 2, de alta tensión.

2. Medidas mínimas de ruido.

A continuación, se siguió el mismo procedimiento, pero con las medidas mínimas de ruido tomadas en cada área de la empresa, que se presentan en la tabla 5.

--	B1	B2	B3	B4
A1	0	0	0	51.2
A2	67.3	72.9	80	68
A3	62.7	74.5	0	68
A4	0	56	59.7	86

Tabla 5. Medidas mínimas obtenidas en cada área representada por matriz.

La Figura 11, se muestra el comportamiento de las medidas mínimas de ruido de las áreas de la empresa donde se aplicó el caso de estudio.

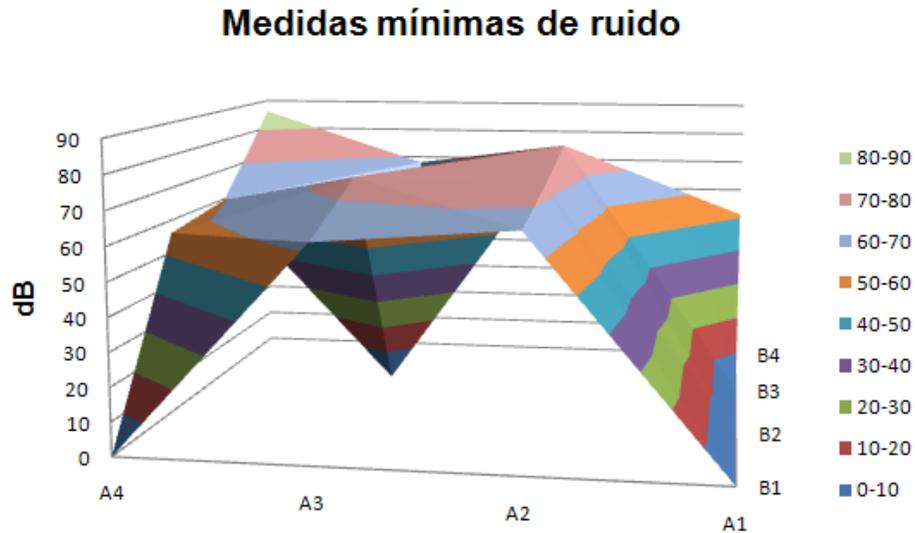


Figura 11. Medidas mínimas de ruido por áreas.

Para apreciar mejor los diferentes niveles de ruido se modificó la gráfica, aplicando el mismo procedimiento de las medidas máximas de ruido, y se obtuvo la gráfica 12. Solamente que ahora son los niveles mínimos obtenidos en la empresa. Y sigue favoreciendo al almacén como la zona o área con menor nivel de ruido.

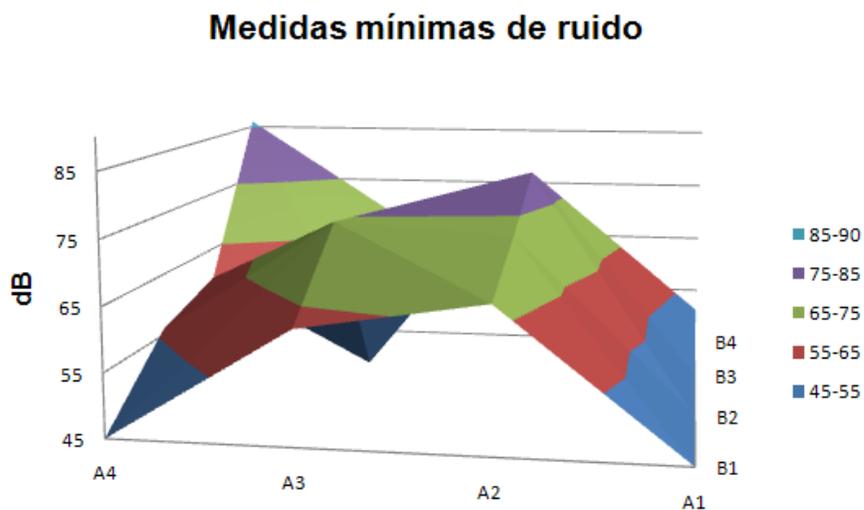


Figura 12. Representación tridimensional.

Más claramente, se aprecia las áreas con menor nivel de ruido, en color azul. Nos sigue favoreciendo el almacén y se alcanza a mirar un pico por el (A3, B3), que también es un área vacía.

Para la transformación de la gráfica de la figura 12, a una gráfica de contorno, se siguió el mismo procedimiento que en la de medidas máximas. Como se puede observar en la figura 13.

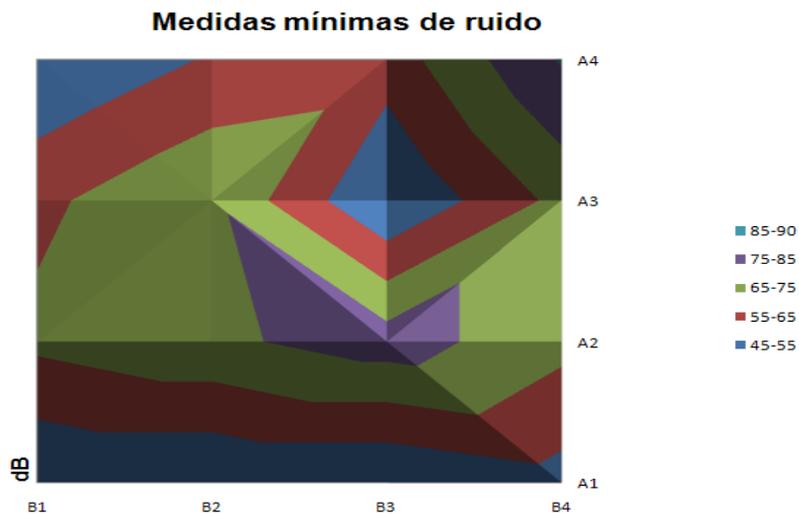


Figura 13. Medidas mínimas de ruido. Vista desde arriba (Gráfica de contorno)

En la gráfica de contorno se aprecia claramente los niveles mínimos de ruido en cada área, en color azul. La mayoría de las áreas con color azul son áreas vacías, por eso son los niveles mínimos, pero si se compara esta gráfica con la gráfica de la matriz de punto (Figura 4), se puede apreciar que la única área activa, es el almacén.

Después de haber realizado e interpretado las gráficas de las medidas de ruido obtenidas en cada área de la empresa, se pueden apreciar los lugares con mayor exposición al ruido, resultando el área de los compresores y el de menor ruido el almacén.

Para concluir si el ruido en la empresa está sobre el nivel permitido, se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Esta Norma rige en todo el territorio nacional y aplica en todos los centros de trabajo en los que exista exposición del trabajador a ruido.

Dicha norma establece que: Los trabajadores expuestos a NER (Nivel de Exposición a Ruido) iguales o superiores a 80 dB(A) deben ser instruidos respecto a las medidas de control, mediante un programa de capacitación acerca de los efectos a la salud, niveles máximos permisibles de exposición, medidas de protección y exámenes audiométricos y sitios de trabajo que presenten condiciones críticas de exposición.

También establece los límites máximos permisibles de exposición de los trabajadores a ruido estable, inestable o impulsivo durante el ejercicio de sus labores, en una jornada laboral de 8 horas, según se enuncia en la tabla 6.

NER Nivel de Exposición a Ruido	TMPE Tiempo Máximo Permissible de Exposición
90 dB(A)	8 Horas
93 dB(A)	4 Horas
96 dB(A)	2 Horas
99 dB(A)	1 Hora
102 dB(A)	30 Minutos
105 dB(A)	15 Minutos

Tabla 6. Tabla de límites máximos permisibles de exposición, según la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001.

Por lo tanto, después de haber comparado los resultados con lo que establece la NOM-011, la empresa en la cual se llevó a cabo el estudio, **está por debajo del nivel máximo permitido**. Esto significa, como el nivel máximo de ruido en la empresa es inferior a los 90 dB(A), los trabajadores pueden trabajar su jornada laboral de 8 horas sin sufrir daños a la salud. Sin embargo, como lo señala la

misma norma, los trabajadores deben de ser capacitados acerca de los efectos de la salud, a conocer las medidas de prevención, exámenes audiométricos, etc.; ya que en ciertas áreas trabajan con un nivel de 80dB(A) y poco superior. Es importante que la empresa tome medidas preventivas, debido a que la exposición de niveles altos de ruido a través del tiempo puede ocasionar lesiones en los trabajadores.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El estudio de la presente tesina fue en base a información obtenida a lo largo de la carrera de Ingeniería Industrial y de Sistemas, así como también de diversos autores y con la ayuda de profesores quienes me brindaron una excelente asesoría.

Esta tesina se plantea como objeto de estudio, el diagnóstico de los niveles de ruido a que están expuestos los trabajadores en una empresa maquiladora. Para ello, se solicitó permiso para realizar la investigación, donde la única condición de la misma fue omitir el nombre de la empresa por cuestiones de confiabilidad. Se recopiló información de los niveles de ruido de cada una de las áreas de dicha empresa, con la finalidad de determinar si el nivel de ruido encontrado era el permitido por la Norma Oficial Mexicana o si sobrepasaba lo establecido en la misma.

El estudio fue posible gracias a la metodología para determinar los niveles de ruido, así como también podría haber sido de tipo visual, térmico u otro factor que influya con el desempeño del ser humano al momento de realizar sus actividades laborales. Esto gracias a la Ergonomía, que es la encargada del estudio de las condiciones físicas con las que el ser humano interactúa en su lugar de trabajo.

Los datos obtenidos a partir de la investigación, permiten apreciar cómo son las condiciones con las que trabajan los empleados en la empresa; así como también pueden servir para estudios futuros, buscando la mejora continua de procesos, distribución de áreas, de equipos y herramientas, entre otros.

A continuación, se presentan las conclusiones en base a los resultados obtenidos en la investigación, que son aportaciones con lo que esta tesina contribuye:

- Los resultados arrojados indican que el nivel de ruido obtenido en la empresa es el permitido por la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001. Debido que no supera los 90 dB(A) permitidos en una jornada laboral de 8 horas.
- La tesina muestra lo importante que es trabajar conforme a las Normas de trabajo y expone los riesgos o efectos al momento de no cumplir con la misma y los tratamientos a seguir si ésto ya ha ocurrido.
- Así como también determina la preocupación y el compromiso de la empresa de cumplir con dicha Norma.

Se recomienda a la empresa mantener el nivel de ruido inferior a los 90 dB(A) para evitar riesgos de salud en los trabajadores.

De la misma manera, el educar y capacitar a los trabajadores respecto a las medidas de control en base a los riesgos o efectos a la salud que pueden sufrir al momento de hacer caso omiso de las recomendaciones planteadas o las medidas de protección, así como todo lo relacionado con el ruido.

Se recomienda también realizar exámenes audiométricos, por lo menos una vez al año en las áreas donde los niveles de ruido son de 80 DB o mayores, con el propósito de prevenir futuras lesiones auditivas en sus trabajadores y repercutan en otras áreas del cuerpo humano, lo cual generará a futuro incapacidades médicas elevando los costos de operación.

BIBLIOGRAFÍA

KONZ, Stephan, Diseño de Sistemas de trabajo. Editorial Limusa, Primera Edición, México, 1990.

Fuentes de Internet:

AGUILLÓN, García Carlos y Pablo Ramos López, “Ergonomía preventiva”, <http://allman.rhon.itam.mx/~sromero/ergonomia/Ergonomia%20preventiva%20notas.pdf>, Fecha de consulta: mayo 4, 2010.

“Ergonomía”, Ergonomía en español, <http://www.ergonomia.cl/> Fecha de consulta: enero 2, 2010.

E.E.E: Ergonomía en español, “Ergonomía” http://www.ergonomia.cl/def_ergo.html, Fecha de consulta: mayo 4, 2010.

GARCÍA, Ruíz Jesús, “Traumatismo acústico agudo”, <http://www.otorrinoweb.com/oido/299.html>, Fecha de consulta: mayo 3, 2010.

KOVAN, Dr. Pablo Rubén, “Síndrome de Meniere”, <http://www.dolor-pain.com/meniere.html>, Fecha de consulta: mayo 3, 2010.

LÓPEZ, Babilla Gustavo y Gómez, Estavillo Iván Antonio, “Ergonomía: Técnica de organización”, Waste Magazine, <http://waste.ideal.es/ergonomia.htm>, Fecha de consulta: enero 3, 2010.

LLANEZA, Francisco Javier, “Ergonomía forense o ergonomía legal”, http://www.caeb.es/index.php?option=com_content&task=view&id=380, Fecha de consulta: mayo 4, 2010.

Promenada ‘round the Cochlea,”Sound”, <http://www.cochlea.org/>, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

Organización Internacional del Trabajo, “El ruido en el lugar de trabajo”, http://actrav.itcilo.org/osh_es/m%3dulos/noise/noiseat.htm, Fecha de consulta: mayo 3, 2010.

RENDILES, Hernando, “Efectos del ruido industrial”,

<http://rendiles.tripod.com/RUIDO1.html>, Fecha de consulta: Mayo 3, 2010.

RESCALVO, Santiago Fernando, "Ergonomía y salud", http://www.prevencioniesfrances.es/wp-content/uploads/Ergonom_a_Salud_1_Parte.pdf, Fecha de consulta: Enero 2, 2010.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Normas Oficiales Mexicanas, http://www.stps.gob.mx/noms_stps.htm, Fecha de consulta: Mayo 13, 2010.

SINGLETON, William T., "Naturaleza y objetivos de la Ergonomía", Enciclopedia OIT, <http://prevencion.wordpress.com/ergonomia/>, Fecha de consulta: Enero 2, 2010.

Sociedad de Ergonomistas de México, A.C., "Ergonomía" <http://www.semac.org.mx/>, Fecha de consulta: enero 2, 2010.

TOLOSA, Canabí D. Ferran, "Efectos del ruido sobre la salud" http://www.ruidos.org/Documentos/Efectos_ruido_salud.html, Fecha de consulta: mayo 3, 2010.

VALLEJO, González José Luis. "El ruido en la historia de la humanidad", <http://www.ergocupacional.com/4910/35895.html>, Fecha de consulta: mayo 2, 2010.

QUINTANILLA, Richard, "Ergonomía ambiental", <http://www.docstoc.com/docs/893232/ERGONOMIA-AMBIENTAL/>, Fecha de consulta: mayo 4, 2010.