UNIVERSIDAD DON BOSCO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

"MODELO DE APLICACIÓN DE LA ERGONOMIA PSICO-FISICA DEL RUIDO, EN LA EMPRESA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS PLASTICOS DEL SECTOR MANUFACTURERO DE EL SALVADOR"

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PREPARADO PARA LA FACULTAD DE INGENIERIA

PARA OPTAR AL GRADO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR

RENE MAURICIO AGUILAR GARCIA

ERICKA ELIZABETH ESQUIVEL LEIVA

FRANCISCO JOSÉ RIVERA HERNÁNDEZ

ASESOR

ING. PEDRO ALFONSO ARIAS REYES

MARZO DE 2005, SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.

INDICE

INTRODUCCIÓN	5
CAPITULO I	
1. GENERALIDADES.	7
1.1 ANTECEDENTES DEL TEMA	7
1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA.	9
1.2.1 Importancia.	9
1.2.2 Justificación.	10
1.3 PROYECCIÓN SOCIAL Y DE DESARROLLO EMPRESARIAL.	11
1.4 OBJETIVOS.	13
1.4.1 Objetivo general	13
1.4.2 Objetivos específicos	13
1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES	14
1.5.1 Alcances	14
1.5.2 Limitaciones	14
1.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL ESTUDIO DE ERGONOMÍA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO.	15
1.6.1 Etapa de recolección de información.	15
1.6.2 Herramientas para el análisis y diseño.	16
1.6.3 Etapa de diseño.	16
1.6.4 Resultados.	17
1.7 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.7.1 Metodología para el análisis del problema.	19
1.7.2 Identificación del problema	23
CAPITULO II	
MARCO TEORICO	
2.1 MARCO HISTÓRICO	24
2.1.1 Antecedentes de la ergonomía	24
2.1.2 Antecedentes del ruido	25
2.1.3 Antecedentes de la psicología industrial	27
2.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	27
2.2.1 Ergonomía	27
2.2.2 Ruido	32
2.2.2.1 Ruido por vibración.	37
2.2.2.2 Factores que ejercen influencia en la propagación del ruido.	38
2.2.2.3 Limites de exposición de ruido en el puesto de trabajo.	40
2.2.2 Psicología laboral o industrial.	41
2.2.4 Efectos psico-físicos del ruido sobre la salud.	42
2.2.4.1 Sordera o hipoacusia inducida por ruido	43
2.2.4.2 Efectos no auditivos del ruido	47
2.2.4.3 Factores que influyen en la lesión auditiva producida por ruido.	53
2.3 MARCO LEGAL Y NORMATIVO	55
2.3.1 Normas aplicables	55
2.3.2 Legislación vigente	56
2.4 HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO	60
2.4.1 Análisis FODA	60
2.4.2 Banda de octavas	62
2.4.2.1 Estimación de la atenuación efectiva de los protectores auditivos.	63
2.4.3 Metodologías IEDIM y SMART.	71
CAPITULO III	
DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA	
3.1 DETERMINACION DE LA EMPRESA PROTOTIPO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO	72
3.2 GENERALIDADES DE LA EMPRESA	75
3.3 HISTORIA Y EVOLUCION DE LAS INDUSTRIAS PLASTICAS EN EL SALVADOR.	76
3.3.1 Clasificación y actividad económica de la empresa	77
3.3.2 Ubicación geográfica de la empresa	78

3.3.3 Organización.	78
3.4 DISTRIBUCION EN PLANTA DE PLASTYMAS.	80
3.5 MAQUINARIA Y EQUIPO	80
3.6 PROCESO DE FABRICACIÓN.	82
3.6.1 Proceso de extrusión	82
3.6.2 Proceso de impresión	83
3.6.3. Proceso de corte y bolseo	84
3.7 DIAGRAMA DE OPERACIONES	85
3.8 DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PLASTYMAS.	94
3.9 MEDICIÓN DE RUIDO EN PLASTYMAS.	96
3.9.1 Formato para matriz de datos para la identificación de fuentes de ruido	96
3.10 ELABORACIÓN DEL MAPEO DE RUIDO	100
3.10.1 Conclusión del mapeo de ruido	103
3.11 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	104
3.11.1 ANALISIS FODA	104
CONCLUSIÓN DEL ANALISIS FODA	110
CONCLUSIÓN CAPITULAR (III)	111
CAPITULO IV	
INVESTIGACIÓN DE CAMPO	
4.1 METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN	113
4.1.1 Programación de visitas a efectuar (cronograma)	114
4.1.2 Recolección de información.	114
4.1.2.1 Observación	115
4.1.2.2 Entrevistas	121
4.1.2.2.1 Variables de investigación	121
4.1.2.2.2 Determinación del universo y tamaño de la muestra	122
4.1.2.2.3 Cuestionario para entrevistas a empleados	123
4.2 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION DE CAMPO (CAPITULO IV)	135
CAPITULO V	
MODELO DE APLICACIÓN DE LA ERGONOMIA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO EN LA INDUSTRIA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PLASTICOS	136
OBJETIVOS	138
ALCANCES	138
DIAGRAMA DE RESPONSABILIDADES	139
ETAPAS DE DISEÑO DE APLICACIÓN DE LA ERGONOMIA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO	140
5.1 DESCRIPACIÓN DE LA METODOLOGIA DEL DISEÑO DE APLICACIÓN DE LA ERGONIMIA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO	141
5.1.1 Procedimiento para conocer la condición de ruido actual.	143
5.1.2 Procedimiento para la elaboración del mapeo de ruido	144
5.1.3 Procedimiento para la identificación de las fuentes de ruido y clasificación según tipo de ruido.	146
5.1.4 Tipificación de los riesgos de las fuentes de ruido	149
5.1.5 Procedimiento para determinar controles de mitigación de fuentes de riesgos de rudo	152
5.1.5.1 Determinación de controles a aplicar en las fuentes de riesgo de ruido evaluados.	155
5.1.5.2 Establecimiento de periodos de evaluación audiométrica al personal sometido a las fuentes de riesgo de ruido.	157
5.1.6 Análisis y evaluación del modelo	159
5.2 APLICACIÓN DEL MODELO DE ERGONOMIA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO EN PLASTYMAS	161
5.2.1 Condición de ruido actual en PLASTYMAS	161
5.2.2 Elaboración del Mapeo de ruido	162
5.2.3 Identificación de las fuentes de riesgo de ruido	165
5.2.4 Clasificación por tipo de fuente de ruido	167
5.2.5 Tipificación de las fuentes de ruido	169
5.2.6 Determinación de controles a aplicar en las fuentes de riesgo de ruido evaluadas.	179
5.2.7 Análisis Beneficio – Costo	185
5.2.7.1 Costo por lesión y equipo de protección personal	188
5.2.7.2 Calculo de Costo de inversión en la implementación del modelo	191
5.2.7.3 Relación Beneficio – Costo de la implementación del modelo de la ergonomía psico – física del ruido en la empresa dedicada a la elaboración de productos plásticos.	196
5.2.7.4 Conclusión del análisis beneficio - costo	197

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIOES	199
CONCLUSIONES	199
RECOMENDACIONES	201
BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	202
ANEXO I Procedimiento de medición	204
ANEXO 2 Cronograma de actividades	207
ANEXO 3 Formato de Matriz de registro de datos para la identificación de fuentes de ruido.	210
ANEXO 4 Formato de Cuestionario	211
ANEXO 5 Formatos propuestos del modelo	213
GLOSARIO	219

INTRODUCCION.

El presente documento contiene la información requerida y necesaria para fines de elaboración y desarrollo del trabajo de graduación en su primer avance, para optar al grado de ingeniero industrial, que lleva como tema: "Modelo de aplicación de la ergonomía psico-física del ruido, en la empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos del sector manufacturero de El Salvador".

El documento esta estructurado en cuatro capítulos de los cuales él capitulo primero contiene elementos generales al tema en desarrollo, detallando así los antecedentes del tema seguido de la importancia y justificación del tema antes mencionado abordando luego la proyección social y de desarrollo empresarial que se persigue con el desarrollo del modelo a diseñar; seguidamente se mencionan los objetivos a lograr con la realización del modelo en desarrollo, para que finalmente se describan los alcances y limitaciones del mismo.

En él capitulo segundo se desarrolla el marco teórico previo al diseño del modelo, comenzando con una breve reseña histórica de tres temas de relevancia, como lo son: ergonomía, ruido y la psicología laboral. Seguidamente se desarrolla el marco teórico conceptual definiendo además de los tres temas antes mencionados, los

efectos psico-físicos que el ruido puede causar. Se continua con el desarrollo del marco legal y normativo que contiene tanto las leyes vigentes nacionales como las normas internacionales de estandarización, respectivamente, ambos enfocados a la problemática del ruido. Se continua con el desarrollo conceptual de las herramientas de uso ingenieril para el análisis y diseño del modelo, finalizando con el planteamiento del problema, describiendo la metodología para el análisis del problema, luego se identifica el problema apoyados del diagrama ishikawa, terminando con el planteamiento de solución del problema detectado.

El tercer capitulo le concierne al diagnostico de la empresa, en donde se realiza un análisis de la empresa prototipo en donde se incluyen aspecto de historia, clasificación de la actividad económica, ubicación geográfica, organización, análisis FODA y un detalle de la maquinaria, procesos de fabricación y distribución en planta de la empresa prototipo.

En el capitulo cuatro se desarrolla la primera fase de la investigación de campo, se describe la metodología de la investigación, detallando los procesos de observación, cuestionarios y entrevistas. Luego se establecen las variables de investigación determinando así el universo y el tamaño de la muestra a estudiar. Se continua con el diseño de un formato para cuestionario para completar con un análisis de los resultados arrojados por la encuesta.

En el capitulo cinco se desarrolla el modelo de aplicación de la ergonomía psico física del ruido es este capitulo se contemplan los procedimientos necesarios a seguir para la elaboración de este modelo, y su fácil implementación.

Luego continua con el proceso de implementación dentro de la empresa y el análisis de los métodos de control sugeridos para minimizar o controlar las fuentes generadoras de riesgo de ruido.

Se plantea un análisis beneficio – costo para la implementación del modelo, contemplando todos los métodos de control propuestos como alternativas de solución al problema planteado.

Para finalizar con las conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo de graduación.

CAPITULO I.

1. GENERALIDADES.

1.1 ANTECEDENTES DEL TEMA

La ergonomía a través del tiempo ha cobrado mayor relevancia debido a la necesidad de mantener en optimas condiciones al sistema hombre maquina ya que nos permite adaptar el ambiente en que se vive y trabaja para que se ajuste a las necesidades especificas debido a que cada persona es diferente. Proporciona las técnicas para minimizar el impacto físico de las actividades cotidianas, permite la creación de un ambiente cómodo en el trabajo y convertirlo en un lugar donde las personas pueden llegar a ser tan productivos como se espera.

La ergonomía puede ser aplicable a las diferentes áreas de una empresa, y cualquier sector industrial. En El Salvador existen diversas industrias que lideran el mercado entre las cuales se pueden mencionar el sector de fabricación de productos plásticos que ha cobrado mayor relevancia en nuestro país paralelamente a la evolución mundial de los diversos usos que se le atribuyen al plástico y como este ha reemplazado diferentes materiales, tanto por sus propiedades físicas y químicas como por su costo de fabricación; además de

poseer la característica de reciclaje. En El Salvador en los últimos años el sector plástico ha crecido anualmente entre el 10% y 15%, generando así un total de 69.06 millones de dólares en las exportaciones, con una participación del 0.58% del Producto Interno Bruto del sector Manufacturero para el año 2003[1]. Actualmente el sector genera 15 mil empleos directos y 10 mil indirectos, y exporta a Centroamérica, México, el Caribe, Estados Unidos y Europa. En el país existen 65 fábricas de plásticos y 20 empresas conexas. La competencia más fuerte a nivel regional proviene de Guatemala y Costa Rica. Así mismo, la industria del plástico está participando en los tratados de libre comercio con Estados Unidos, sin embargo según el sector de plásticos se declaran en una desventaja de diez a

[1]FUENTE: Banco Central de Reserva de El Salvador, según publicación de revista trimestral correspondiente al periodo de abril, mayo y junio de 2004.

uno, es decir que se reconoce una desventaja tecnológica, por tal efecto es necesario que se generen herramientas de ingeniería para que esta expansión se realice de forma optima y eficaz, para ello deben considerarse los factores que pueden generar perdidas en una empresa tales como: ruido, iluminación, vibración, ventilación, posturas y diseño de herramientas.

En grandes dimensiones se pueden hacer comparaciones de costos con países altamente industrializados, tal es el caso de Estados Unidos que en 1998 se calcula que solamente la incapacidad laboral por la pérdida del oído implicó un costo de 242.4 millones de dólares al año, sin contar los costos médicos ni personales tales como la prótesis que tiene un costo estimado de $1500 y la batería para esta prótesis tiene un costo de $300 y es reemplazada cada año.
Así mismo en Canadá la administración de la compensación para la incapacidad laboral pagó 18 millones de dólares en indemnizaciones de incapacidad permanente a 3,207 trabajadores que sufrieron la pérdida del oído. Se les pagó 36 millones de dólares más para las prótesis auditivas. Estos datos fueron obtenidos a través de NIOSH (Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional), misma institución que en el año de 2004 declaró al ruido como uno de los 21 temas prioritarios de investigación de este siglo.

Se puede establecer una relación de estos datos de Estados Unidos y Canadá con El Salvador, pues ASIPLASTIC cataloga a El Salvador con una desventaja tecnológica de 10 a 1.

Reconocer el ruido como un peligro para la salud y concientizar sobre los problemas que genera la exposición es un problema de salud ocupacional cada vez más importante que exige una solución a través del análisis ergonómico.

En el país no existen estadísticas sobre lesiones ocasionadas por el ruido. El seguro social no lleva registro de datos sobre la incidencia, ni sobre los efectos psico-fisicos.

Por tanto debe diseñarse un modelo que permita analizar y evaluar los efectos psico- físicos del ruido en el recurso humano.

1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION DEL TEMA.

1.2.1 IMPORTANCIA.

La industria de fabricación de productos plásticos en El Salvador actualmente esta en pleno desarrollo, por tanto necesita de herramientas de ingeniería que le permitan a tal industria cuidar y proteger al recurso más valioso de la fuerza empresarial, como lo es el recurso humano, de un factor tan amenazante como es el ruido dentro del micro y macro clima en el ambiente laboral.

A nivel mundial y en El Salvador a través del MSPAS (Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social), muchas organizaciones trabajan en colaboración estrecha con la Organización Mundial de la Salud (OMS), desarrollando programas indicadores del ruido, al mismo tiempo entes normalizadores tales como: OSHA, NIOSH, ANSI, etc. contemplan dentro de sus normas, algunas orientadas al estudio del ruido y a la prevención de sus riesgos; sin embargo en El Salvador no existe una herramienta de ingeniería que analice el impacto del ruido dentro del micro y macro clima del ambiente laboral que envuelve al trabajador en la industria de elaboración de productos plásticos en el sector manufacturero de El Salvador.

El abordar el tema del ruido como un factor muy importante e influyente en la

capacidad productiva de una empresa o industria particularmente salvadoreña, cobra cada vez más importancia en los temas de discusión empresarial e industrial.

El ruido es causa directa de la hipoacusia definida por la ISO 1999 como un aumento permanente del umbral auditivo (el mínimo nivel sonoro audible) suficientemente importante como para afectar la inteligibilidad de la palabra este aumento resulta ser de alrededor de 25 dB. Algunos de los riesgos a los que las personas se encuentran expuestos como consecuencia del ruido son: deterioro del oído, secreción de las hormonas de la tensión, efectos cardiovasculares, sordera, es importante mencionar que las lesiones físicas a largo plazo, traerán consecuencias, debido a que esta lesión puede generar un daño físico permanente, que a su vez puede afectar el desarrollo social de una persona, interferencia en la comunicación (Con una pérdida de 35 dB no se puede seguir una conversación normal a 4 metros de distancia; si se pierden 45 dB, no se oye nada a más de 2 metros; si la pérdida alcanza los 50 dB, a 1 metro; y si es de 65 dB, a 25 centímetros)[1] y dificultad en la realización de las diferentes tareas en el entorno laboral tal como lo demostraron Broadbent y Little, dos científicos dedicados al estudio de la ergonomía los cuales realizaron un análisis del ruido en 1960 en una planta de Kodak en Inglaterra.

Es importante reconocer que el factor de riesgo de ruido no esta exento de la teoría de Henrich o teoría del iceberg[2], relacionada con los costos en los que se ven inmersas las empresas cuando se presenta un accidente o lesión de trabajo. Según esta teoría por cada dólar de costos visibles existen 50 dólares ocultos de costos tales como: costos por paro de producción, costos por capacitación al nuevo personal si el trabajador padece de sordera completa, costo de la prótesis auditiva, costos de indemnización y otros relacionados a la producción.

1.2.2 JUSTIFICACIÓN.

La ingeniería industrial contempla diversas áreas dentro de sus alcances de estudio, tal es el caso de la ergonomía, considerada como un elemento importante

para disminuir los riesgos de sufrir daños o lesiones dentro del sistema hombre-máquina. La ergonomía a su vez contempla muchos factores dentro de los cuales se menciona al ruido como caso particular de análisis y las consecuencias de dicho factor deben ser procesadas a través del diseño de un modelo de aplicación de la ergonomía psico-física del ruido que permita analizar los puestos de trabajo en función del recurso humano de las empresas, particularmente está enfocado en la industria dedicada a la fabricación de productos plásticos por ser una de las industrias que están en pleno desarrollo.

---

[1] Fuente: Organización Mundial de la Salud.
[2] FUENTE: FIPRO.

Con la creación y posterior implementación del modelo, los costos por pago de lesión auditiva serán eliminados; con la implementación de métodos de control que contemplen la reducción de decibelios a los que se encuentra sometido el trabajador, antes de que la empresa incurra en altos costos por incapacitaciones o pago de indemnizaciones a causa de los efectos psico- físicos del ruido sufridas a consecuencia de la exposición.

Este modelo puede ser fácilmente adaptado a otra clase de industria, pues es un modelo genérico que solamente requiere de los cambios necesarios para enfocarlo a otro sector que requiera el análisis ergonómico de las consecuencias de los efectos psico-físicos del ruido.

El ruido debe ser abordado como un factor ergonómico ambiental que puede generar muchos daños dentro del área de trabajo (ineficiencia en el desarrollo de tareas) o bien daños directos e irreversibles al trabajador (hipoacusia, daños neurológicos), por tanto requiere de una solución profesional y concreta apoyada en el uso efectivo de diferentes herramientas profesionales que permitan describir y analizar el ruido en la industria de fabricación de plásticos del sector manufacturero de El Salvador específicamente en la empresa objeto de estudio: Plásticos y Más de El Salvador (PLASTYMAS).

1.3 PROYECCIÓN SOCIAL Y DE DESARROLLO EMPRESARIAL.

El desarrollo tecnológico en el área industrial trae muchos beneficios que se traducen en rendimiento empresarial y social, sin embargo esto genera efectos que pueden perjudicar al recurso más valioso de una empresa, el recurso humano. Dentro de los factores que generan efectos adversos a la salud psico-física se puede mencionar el ruido, iluminación, posturas, repeticiones, fuerza, tiempo de recuperación, etc.

La visión social es mejorar las condiciones de desempeño en las que el trabajador desarrolla o ejecuta sus actividades, además impulsar y promover el desarrollo empresarial a través de la aplicación de un modelo que analiza y propone soluciones ante la existencia de riesgos de ruido.

Es de gran importancia el estudio de los efectos psico-físicos del ruido en el recurso humano del sector industrial de las empresas manufactureras de El Salvador, y reflejar los efectos que este mismo factor puede ocasionar en los índices de productividad.

La prevención de pérdida auditiva, pueda llevar a la persona a experimentar problemas de comunicación dentro de su círculo familiar así como en la sociedad, conllevando a la necesidad del aprendizaje del lenguaje de señales o en algunos casos personas interpretes, además de experimentar cambios bruscos en el trato social pues implica una reacomodación de su ambiente laboral, social e incluso familiar, generando implícitamente gastos económicos adjuntos a estas reacomodaciones.

El cumplimiento de los niveles permisibles de ruido que son lanzados al exterior, para que no puedan causar problemas a las comunidades cercanas a las empresas manufactureras.

El diseño y desarrollo de un modelo que analiza los riesgos de ruido y propone soluciones, puede utilizarse como documento de referencia para estudios posteriores relacionados a investigaciones sobre el ruido, el desarrollo de este modelo facilitaría a la población universitaria la continuación del análisis del ruido a través de una perspectiva ergonómica.

El ruido es el contaminante ambiental más extendido de la modernidad. Los procesos industriales se reconocen como importantes focos generadores de este agresor físico. En la mayoría de los ambientes de planta se emiten ruidos excesivos que comprometen directamente la salud y la seguridad del personal que labora en los puestos de trabajo. En ocasiones, también, se afecta la comunidad aledaña y la biodiversidad del entorno. Por tales razones, se impone la toma de medidas que mitiguen esta situación.

1.4 OBJETIVOS.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de aplicación y de análisis de la ergonomía psico-física del ruido, en las áreas de fabricación y tareas auxiliares de la misma área dentro de la empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos del sector manufacturero en San Salvador , El Salvador.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Definir las consecuencias que produce el ruido en la salud psico-física de los trabajadores que llevan a incapacitar o disminuir el rendimiento laboral del trabajador en su puesto de trabajo y en su entorno social.
2. Realizar un diagnostico de la empresa prototipo en la cual se realizará el estudio.
3. Evaluar la información obtenida de los daños psico-físicos que produce el ruido en función de la ergonomía.
4. Elaborar un mapa de ruido dentro del área de fabricación y tareas auxiliares de la misma área para conocer las fuentes de ruido.

5. Diseñar un modelo de aplicación que puede ser implementado a cualquier empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos y en la empresa prototipo en estudio.
6. Aplicar el modelo diseñado a la empresa prototipo.
7. Brindar alternativas de solución a las fuentes de riesgo de ruido identificadas.
8. Establecer el modelo de la ergonomía psico-física del ruido como base de estudio para que en posteriores investigaciones se continúe con una etapa de implementación dentro del sector manufacturero dedicado a la fabricación de productos plásticos.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

1.5.1 ALCANCES

- El estudio abarcara el diseño de un modelo de aplicación y análisis de la ergonomía psico- física del ruido en los trabajadores y en su entorno social; mediante la investigación, evaluación, diseño y recomendaciones de controles de factores de riesgo de ruido identificados, que se redactaran en un informe que sirva de andamiaje para posteriores evaluaciones.

- El modelo será una herramienta de ingeniería para el tratamiento del ruido en el sector manufacturero dedicado a la elaboración de productos plásticos.

1.5.3 LIMITACIONES

- La investigación se enfoca básicamente en las áreas de fabricación y tareas auxiliares de la misma área dentro de la empresa dedicadas a la fabricación de productos plásticos en el sector manufacturero de El Salvador, específicamente en la empresa Plásticos y Más de El Salvador (PLASTYMAS).

- Los accesos dentro de las instalaciones de la empresa seleccionada para el desarrollo del modelo, pueden estar limitadas en tiempo y espacio.

- No existe actualización de datos proporcionados por las instituciones gubernamentales y sector salud que involucren enfermedades o daños causados a los trabajadores a causa del ruido[1].

- No se cuenta con la experiencia necesaria para la utilización del equipo de medición del ruido.
- Debido a que se firmo un acuerdo de confidencialidad, algunos de los datos estadísticos de la empresa y otros datos no podrán ser presentados en el documento.

1.6 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL ESTUDIO DE ERGONOMÍA PSICO-FISICA DEL RUIDO.

Metodología se define como: "El procedimiento a seguir para establecer el significado de los hechos y fenómenos hacia los que se dirige el interés científico para encontrar, demostrar, refutar, descubrir y aportar un conocimiento valido" [2].

1.6.1 ETAPA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Esta es la primera etapa del desarrollo de la investigación en la cual se busca toda la información que este disponible utilizando cualquier método didáctico para la recolección como: bibliograficas, internet, revistas, manuales, documentos relacionados al tema, entrevistas, visitas técnicas, observación, etc. Para luego proceder a la clasificación de la misma generando así un banco de información

[1] Departamento De Estadisticas Y Censos Del ISSS.
[2] Fuente: Dr. Salvador Mercado H "Como hacer una tesis" 2da Edición, Editorial Llimusa, 1994

depurada que posteriormente se fusionará según se estime necesario con el fin de tener información que respalde el proceso del desarrollo de la investigación.

VISITAS TÉCNICAS.

Con el fin de enriquecer la información recolectada de manera documental, se requiere de visitas a la empresa objeto de estudio; utilizando métodos como observación directa, entrevistas y cuestionarios a los empleados para respaldar la validez del estudio y comprobar los efectos que produce la exposición al ruido.

CUESTIONARIOS.

El cuestionario debe ser diseñado de manera que permitan el enriquecimiento de información real en la investigación y estará dirigido a las personas expuestas al ruido en la planta y en diferentes áreas.

ENTREVISTAS.

Consiste básicamente en interactuar con el empleado cuestionándolo referente a temas de interés del estudio que se pretende realizar.

OBSERVACIÓN.

Se efectuarán visitas técnicas a la empresa en donde se permitirá ser parte directa del ambiente y fundamental del proceso productivo de forma que se facilite la detección rápida y real de las fuentes generadoras de ruido.

1.6.2 HERRAMIENTAS PARA EL ANALISIS Y DISEÑO.

ANALISIS FODA.

Es el estudio sistemático de factores internos y externos que interactúan con la temática a desarrollar, con el fin de identificar sus impactos positivos y negativos.

El análisis FODA se aplicará a la empresa PLASTYMAS que pertenece a la industria dedicada a la elaboración de productos plásticos, para conocer su situación actual y analizar la problemática existente desde factores externos e internos.

1.6.3 ETAPA DE DISEÑO.

Aplicación de las diferentes herramientas profesionales para realizar el diseño del modelo.
En esta fase se hará uso de las diferentes herramientas profesionales como IEDIM, SMART, Banda de Octavas, aplicables al estudio sistemático del ruido, con el fin de identificar los riesgos ergonómicos del ruido.

1.6.4 RESULTADOS.

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

En esta etapa se evaluaran los resultados obtenidos a través de la aplicación efectiva de las diferentes herramientas profesionales disponibles en la investigación del ruido para luego concluir sobre el modelo a aplicar.

IDENTIFICACIÓN DEL RUIDO COMO RIESGO ERGONÓMICO.

En esta etapa se deberá aseverar y comprobar de manera concisa que el ruido es un factor influyente en el recurso humano de las empresas que fabrican productos plásticos en el sector manufacturero de El Salvador.

Para finalizar, la metodología de desarrollo del estudio de la ergonomía psico-física del ruido, será representada mediante la esquematización de la figura 1, en donde se contemplan cada uno de los pasos a seguir para la recolección de

información, la etapa de diseño y análisis del modelo; las cuales han sido expuestas de forma gráfica, y se detallan a continuación:

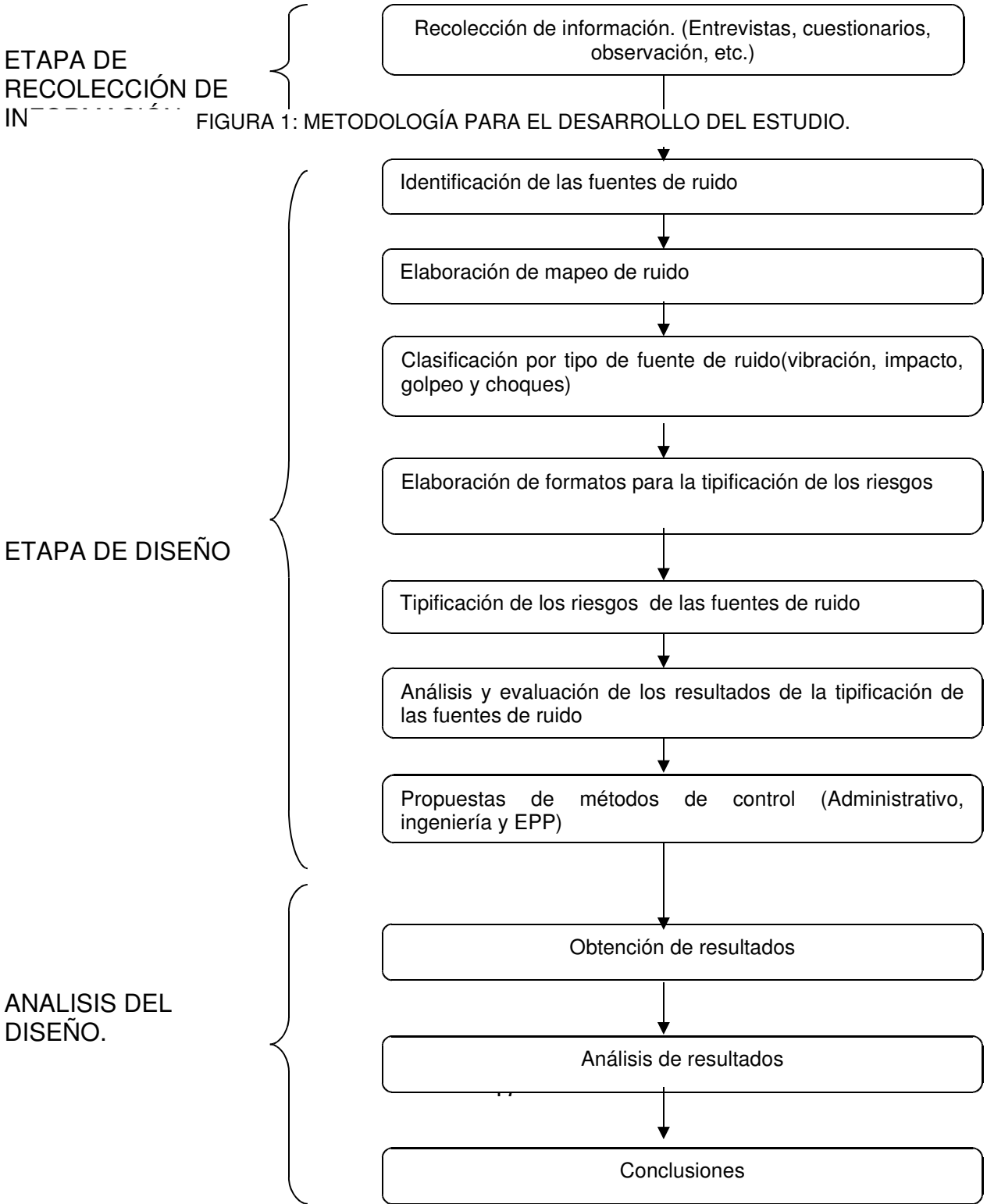


FIGURA 1: METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO.

1.8 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.8.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL PROBLEMA.

El análisis del problema requiere un análisis sistematizado de todas las causas posibles, es por esto que el planteamiento del problema se dividió en tres partes principales, las cuales son:

- Identificación del problema: en esta fase se identifico el problema al cual se le quiere dar solución a través del análisis de la ergonomía psico-física del ruido, esta identificación se realizo a través de una investigación en la empresa prototipo por medio de la observación directa y a través de la técnica “lluvia de ideas” (Brain Storming), que consiste en aportar el mayor numero de elementos que se relacionan a la discusión para luego eliminar los que tienen menos peso o son de menor importancia, llegando así a los elementos de mayor relevancia.
- Aplicación del diagrama causa y efecto: ya identificado el problema principal, bajo la perspectiva de la ergonomía del ruido, se aplica el diagrama causa y efecto, en el cual se detectan las posibles causas del problema principal, dicho análisis surge a través de una discusión exhaustiva, entre los miembros del equipo de trabajo utilizando nuevamente la técnica “lluvia de ideas”.

- Planteamiento de la solución al problema identificado: en esta fase se aplicara el modelo que se diseñe. Dicha aplicación se realiza a través de una tipificación de riesgos, para luego sugerir métodos de control de riesgos de ruido.

1.7.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El problema identificado en el área de estudio en la empresa prototipo, y que le compete a la ingeniería industrial darle solución, es la EXPOSICIÓN AL RUIDO y existen cuatro factores de riesgo identificados que a continuación se enuncian:

- Maquinaria
- Instalaciones
- Operario
- Administración

En cada uno de ellos se encuentran otros sub factores, que especifican mas aun sobre la problemática de la exposición al ruido. Analizando esta información se determina que el factor ADMINISTRACIÓN posee mayor cantidad de sub factores, además los sub factores de ADMINISTRACIÓN tienen mayor influencia en el desarrollo de la problemática DANO PSICO-FISICO DEL RUIDO EN EL RECURSO HUMANO, evidenciando así que la ausencia de controles de riesgos de ruido es una de las causas principales del efecto de DANO PSICO-FISICO DEL RUIDO EN EL RECURSO HUMANO.

1.7.3 APLICACIÓN DE DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO.

Identificado el problema a estudiar, es necesario buscar las causas que producen la situación anormal. Cualquier problema por complejo que sea, es producido por factores que pueden contribuir en una mayor o menor proporción. Estos factores pueden estar relacionados entre sí y con el efecto que se estudia.

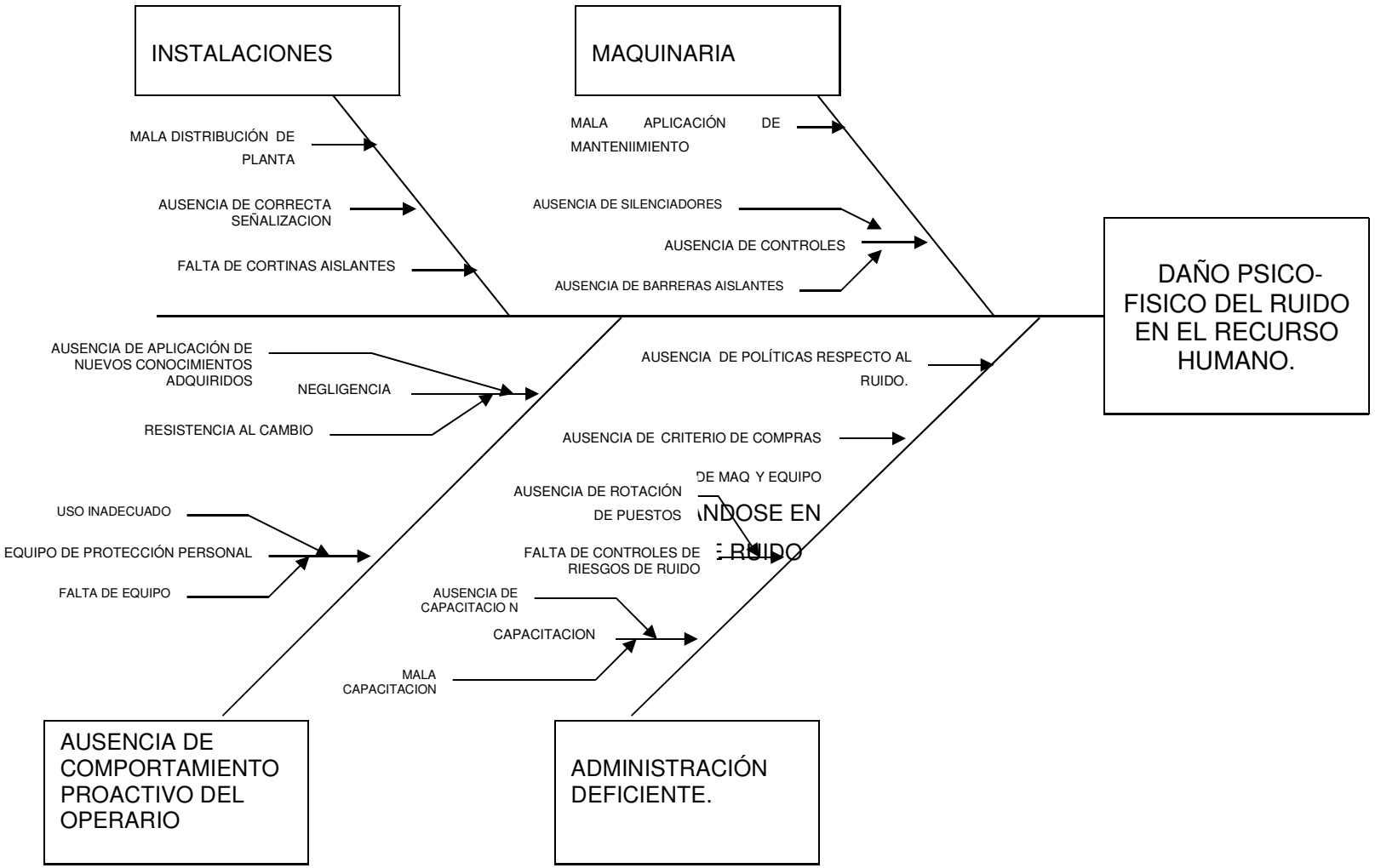
El Diagrama de Causa y Efecto es un instrumento eficaz para el análisis de las diferentes causas que ocasionan el problema. Su ventaja consiste en el poder visualizar las diferentes cadenas Causa y Efecto, que pueden estar presentes en un problema, facilitando los estudios posteriores de evaluación del grado de aporte de cada una de estas causas.

Cuando se estudian problemas de fallos en equipos, estas pueden ser atribuidas a múltiples factores. Cada uno de ellos puede contribuir positiva o negativamente al resultado. Sin embargo, algún de estos factores pueden contribuir en mayor proporción, siendo necesario recoger la mayor cantidad de causas para comprobar el grado de aporte de cada uno e identificar los que afectan en mayor proporción. Para resolver esta clase de problemas, es necesario disponer de un mecanismo que permita observar la totalidad de relaciones causa-efecto.

Un Diagrama de Causa y Efecto facilita recoger las numerosas opiniones expresadas por el equipo sobre las posibles causas que generan el problema, se trata de una técnica que estimula la participación e incrementa el conocimiento de los participantes sobre el proceso que se estudia.

En la figura 2 se muestra la identificación del problema y las causas posibles que producen dicho efecto.

FIGURA 2: IDENTIFICACION DEL PROBLEMA POR MEDIO DE UN DIAGRAMA ISHIKAWA[1]



[1] NOTA ACLARATORIA: El factor temperatura se descarto como posible causa de ruido por ser irrelevante en las condiciones de distribución de planta y factores físicos de las empresas en nuestro país.

1.7.4 PLANTEAMIENTO DE LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA IDENTIFICADO.

Para el establecimiento de controles de riesgo de ruido es necesario diseñar un modelo de análisis de los efectos psico-físicos del ruido a través de un enfoque ergonómico, estableciendo sistemáticamente los pasos a seguir, además de las propuestas de controles para las fuentes de riesgo de ruido detectadas.

El modelo debe consistir en la realización de un diagnostico de la empresa en la cual se quiere dirigir o focalizar el modelo, detallando tanto las características físicas de la empresa así como las que resulten de un análisis FODA, seguidamente se elaborara un proceso estadístico en el cual se analicen factores que sean pertinentes al tema tales como la visualización del daño causado por las fuentes de riesgo de ruido. Se deben diseñar formularios que tipifiquen las fuentes de riesgo de ruido, para que finalmente se sugieran soluciones o controles a las fuentes identificadas con mayor importancia.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 MARCO HISTORICO

2.1.1 ANTECEDENTES DE LA ERGONOMIA

La ergonomía en el trabajo, se suele también definir como humanización del trabajo, confort laboral.

El término ergonomía proviene de las palabras griegas ergon (trabajo) y nomos (la ley, norma o doctrina); la primera referencia a la ergonomía aparece recogida en el libro del polaco Wojciech Jastrzebowki (1857) titulado Compendio de Ergonomía o de la ciencia del trabajo basado en verdades tomadas de la naturaleza, " para empezar un estudio científico del trabajo y elaborar una concepción de la ciencia del trabajo en tanto que disciplina, no debemos supeditarla en absoluto a otras disciplinas científicas, ... para que esta ciencia del trabajo, que simultáneamente a nuestras facultades físicas, estéticas, racionales y morales...."[1]

De lo que no hay duda que fueron los ingleses quienes impusieron el tema en el mundo actual, dado que fue Murrell quien lo lanzó y se adoptó en la primera "Sociedad de Ergonomía" (Ergonomics Rasearch Society), fundada por los Ingleses (filósofos, psicólogos e ingenieros) en junio de 1949.

En 1633 en Italia, más precisamente en Capri nace Bernardino Ramazzini, reconocido como "Padre de la Medicina Laboral", es una de las bases de la ergonomía tal cual la tenemos hoy, en su obra "De morbis artrificum diatriba"[2] que analiza enfermedades de los obreros, la vida de los obreros, sus patologías y sus carencias, con un enfoque preventivo. Efectuó recomendaciones para la salud laboral, tales como; descansos en trabajos pesados o de larga duración, sobre la base de análisis de las posturas inconvenientes, la falta de ventilación, temperaturas extremas limpieza y ropa adecuada.

A principios del 1900 se publicó "Ocupaciones peligrosas"[3] y luego "Enfermedades Propias de los oficios"[3], que hizo que la medicina laboral se difundiera por el mundo, provocando la aparición de grupos médicos dedicados a la especialidad laboral.

[1]: Fuente: Wojciech Jastrzebowki "Compendio de ergonomía o de la ciencia del trabajo", 1857
[2]: Traducción: Enfermedades de los Obreros
[3]: Autor: Friederich Hoffman, 1705.

Y nos encontramos en esta época en el auge del Taylorismo, que muchos critican en la actualidad pero nadie puede negar su iniciativa y paternidad de la Ingeniería Industrial moderna.

A comienzos del siglo XX la ergonomía cobra relevancia en el área de la aviación militar dado que fue necesario diseñar aviones que fuesen más confortables y que además cumpliesen con las funciones para las que fueron diseñados, armonizando de esta forma la relación entre hombre y maquina.

En 1919 el tratado de Versalles, establece en su fracción XII los principios que regirán a la Organización Internacional del Trabajo, creada con la finalidad de establecer justicia social, mejorar las condiciones de trabajo, entre muchas otros objetivos, esto da un gran impulso a la medicina laboral. Este es un verdadero origen de PSICOLOGÍA LABORAL como ciencia que estudia e investiga, al hombre en el trabajo sus relaciones con los demás, su adaptación al medio laboral.

2.1.2 ANTECEDENTES DEL RUIDO

Está citado en la literatura que en la ciudad de Sibaris, en la antigua Grecia, 600 años antes de Cristo, los artesanos que trabajaban con el martillo eran obligados a desplazarse fuera de las murallas de la ciudad para evitar las molestias a los otros ciudadanos.

En la Roma del siglo I, Plinio el Viejo nos dejó escrito en su tratado *Historia natural* la observación que hizo de personas que vivían junto a las cataratas del Nilo, muchas de las cuales sufrían sordera.

El Ruido, históricamente este fenómeno económico social y cultural comenzó mucho antes de la "era tecnológica". Su advenimiento data, en realidad, de la llamada "revolución industrial" del Siglo XVIII y del desmesurado desarrollo de las ciudades en que se localizaban las fábricas, a expensas de la deserción rural.

Bernadino Ramazzini, un pionero de la medicina del trabajo, advertía en su libro clásico De morbis artificum (1713) del riesgo que tenían algunos trabajadores como herreros de sufrir sordera.

Otra referencia es la de Fosbroke que en 1830 describe la perdida de audición de los trabajadores de las fraguas y otros autores definen esta patología como la enfermedad de los caldereros.

A partir de entonces, el problema provocado por los altos niveles de ruido ambiental se transformó progresivamente en un serio problema de salud pública que afecta a la especie humana, tanto desde el punto de vista individual como colectivo.

El ruido se puede caracterizar psicológicamente por resultar molesto e indeseable, físicamente por su aleatoriedad espectral y de intensidades, y desde el punto de vista de la comunicación por su bajo o nulo contenido informativo.

El tema de la relación entre el nivel de ruido, el tiempo de exposición y los daños físicos que causan al sistema auditivo en el humano ha sido estudiado con gran interés desde hace tiempo. En 1954, el Instituto Nacional de Estándares Americanos (ANSI) realizó una evaluación para conocer la relación entre la pérdida auditiva y los niveles de exposición de ruido, presentando como conclusión que la pérdida auditiva está relacionada con los tiempos de exposición, y especialmente cuando los niveles de ruido son elevados.

Con objeto de proteger a las personas que trabajan en ambientes ruidosos, en Estados Unidos se presentaron los reglamentos generales sobre el ruido por primera vez en 1969.

En 1970, estos se extendieron para cubrir a todos aquellos que trabajan en medios ruidosos, cerca de 20 millones de trabajadores en total, exceptuando a los agricultores y trabajadores de la construcción.

Y es así como actualmente ya se cuenta con todo un sistema complejo que envuelve a la ergonomía y al ruido, que al ser analizados conjuntamente pueden llevar a resultados interesantes que beneficien como punto principal al ser humano.

2.1.3 ANTECEDENTES DE LA PSICOLOGÍA INDUSTRIAL

Este campo de la psicología aplicada cobró importancia en Estados Unidos durante la II Guerra Mundial, cuando se hizo necesario reclutar y formar a los muchos trabajadores que necesitaba la expansión industrial de la época.
Con el advenimiento de la revolución industrial se hacia necesario la regulación de las actividades concernientes al trabajo, plasmando un precedente el tratado de Versalles y la concepción de la Organización Internacional del Trabajo, la sicología laboral se situó como un área de gran relevancia a la hora de la selección del personal involucrado en las diferentes tareas de la industria pues con la ayuda de diversas técnicas supervisadas por un psicólogo laboral se elegían a las personas mas idóneas para los puestos en las diferentes industrias de aquella época, aumentando así considerablemente los niveles de productividad. Es así como la sicología laboral cobra cada vez mas importancia en el ambiente laboral de una empresa.

2.2 MARCO TEORICO CONCEPTUAL

2.2.1 Ergonomía

La palabra ERGONOMÍA se deriva de las palabras griegas "ergos", que significa trabajo, y "nomos", leyes; por lo que literalmente significa "leyes del trabajo", y podemos decir que es la actividad de carácter multidisciplinar que se encarga del estudio de la conducta y las actividades de las personas, con la finalidad de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, buscando optimizar su eficacia, seguridad y confort.

Existen diferentes clasificaciones de las áreas donde interviene el trabajo de los ergonomistas, en general podemos considerar las siguientes:

Antropometría

La antropometría es una de las áreas que fundamentan la ergonomía, y trata con las medidas del cuerpo humano que se refieren al tamaño del cuerpo, formas, fuerza y capacidad de trabajo.

Ergonomía Biomecánica

La biomecánica es el área de la ergonomía que se dedica al estudio del cuerpo humano desde el punto de vista de la mecánica clásica o Newtoniana, y la biología, pero también se basa en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría. y la antropología.

Ergonomía Preventiva

La 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.

Ergonomía Cognitiva

Los ergonomistas del área cognoscitiva tratan con temas tales como el proceso de recepción de señales e información, la habilidad para procesarla y actuar con base en la información obtenida, conocimientos y experiencia previa.

Ergonomía De Diseño Y Evaluación

Los ergonomistas del área de diseño y evaluación participan durante el diseño y la evaluación de equipos, sistemas y espacios de trabajo; su aportación utiliza como base conceptos y datos obtenidos en mediciones antropométricas, evaluaciones

biomecánicas, características sociológicas y costumbres de la población a la que está dirigida el diseño.

Ergonomía de necesidades específicas.

El área de la ergonomía de necesidades específicas 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.

Ergonomía ambiental.

Para el estudio del ruido es importante situarse en la ergonomía ambiental en donde se contempla directamente el factor de riesgo de ruido dentro de un área de trabajo.

La 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.

Dentro de la ergonomía ambiental se incluye el análisis psico-fisico del ruido, ya que se describen las afecciones físicas y psicológicas que el recurso humano presenta en el área de trabajo, es decir, en el ambiente que lo rodea, dado que el desarrollo del comportamiento motor del cuerpo humano en el ambiente de trabajo esta influenciado directamente por el desarrollo psicológico del ser humano, es necesario realizar un análisis que incluya ambos aspectos, amparados en los principios ergonómicos ambientales.

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.

La ergonomía tiene dos grandes ramas: una se refiere a la ergonomía industrial, biomecánica ocupacional, que se concentra en los aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones.

Una segunda disciplina, algunas veces se refiere a los "Factores Humanos", que está orientada a los aspectos psicológicos del trabajo como la carga mental y la toma de decisiones.

La ergonomía está comprendida dentro de varias profesiones y carreras académicas como la ingeniería, higiene industrial, terapia física, terapeutas ocupacionales, enfermeras, quiroprácticos, médicos del trabajo y en ocasiones con especialidades de ergonomía.

Los siguientes puntos se encuentran entre los objetivos generales de la ergonomía:

- Reducción de lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Disminución de los costos por incapacidad de los trabajadores.
- Aumento de la producción.
- Mejoramiento de la calidad del trabajo.
- Disminución del ausentismo.
- Aplicación de las normas existentes.
- Disminución de la pérdida de materia prima.

Los métodos por los cuales se obtienen los objetivos son :

- Apreciación de los riesgos en el puesto de trabajo.
- Identificación y cuantificación de las condiciones de riesgo en el puesto de trabajo.
- Recomendación de controles de ingeniería y administrativos para disminuir las condiciones identificadas de riesgos.
- Educación de los supervisores y trabajadores acerca de las condiciones de riesgo.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO.

El ambiente de trabajo se caracteriza por la interacción entre los siguientes elementos:

1. El trabajador con los atributos de estatura, anchuras, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas y otras características físicas y mentales.
2. El puesto de trabajo que comprende: las herramientas, mobiliario, paneles de indicadores y controles y otros objetos de trabajo.
3. El ambiente de trabajo que comprende la temperatura, iluminación, ruido, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

FACTORES DEL RIESGO DE TRABAJO.

Ciertas características del ambiente de trabajo se han asociado con lesiones, estas características se le llaman factores de riesgo de trabajo e incluyen:

Características físicas de la tarea (la interacción primaria entre el trabajador y el aspecto físico).

- Posturas
- Fuerza
- Repeticiones
- Velocidad / aceleración
- Duración
- Tiempo de recuperación
- Carga dinámica
- Vibración por segmentos.

Características ambientales (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral).

- Estrés por el calor
- Estrés por el frío
- Vibración hacia el cuerpo
- Iluminación
- Ruido

GUÍA PARA EVALUACIÓN DE RIESGOS DE TRABAJO AMBIENTALES.

Hay una fuerte relación entre las condiciones de riesgo entre el ambiente y las lesiones del trabajador. Las guías de herramientas analíticas se han desarrollado por las sociedades profesionales y utilizadas para determinar el grado de riesgo. Las guías para cada riesgo ambiental presentan métodos para medir evaluar las condiciones ambientales. Las sugerencias de control se hacen frecuentemente.
Las guías categorizadas por las condiciones de riesgo incluyen:

- Estrés al calor. Normas ACGIH de los valores límites de sustancias químicas, agentes físicos e índices de exposición.
- Estrés al frío. Normas ACGIH de los valores límites.
- Vibración por segmentos. Normas ISO 5439 (1986). ANSI S3.34 (1986).
- Vibración de todo el cuerpo. ISO 2631 (1974).
- Iluminación. Normas de Higiene y Seguridad STPS.
- Ruido. Normas de Higiene y seguridad STPS. OSHA Standard 29 CFR 1910.95.

2.2.3 RUIDO

Se puede definir el ruido como un sonido sin calidad musical agradable, o como un sonido no deseado.
Los términos ruido y sonido se han utilizado indistintamente y la diferencia entre ellos no es de naturaleza física, sino más bien cultural y subjetiva, llamando ruido al sonido que no nos agrada.
Ruido: (lat. rugitus) Sonido inarticulado y confuso más o menos fuerte.

Sonido: (lat. sonitus) Sensación producida en el órgano del oído por el movimiento vibratorio de los cuerpos.//(Físico.) Efecto de la propagación de las ondas producidas por cambios de densidad y presión en los medios materiales, y en especial el que es audible.

El ruido se clasifica según su existencia en el tiempo en:

- Constante: Si es continuo e invariable. También se le llama estable.
- Impacto: Cuando son impulsos individuales de corta duración (menos de un segundo) a intervalos regulares o irregulares. También se le llama de impulsos.
- Intermitente: Aquel que cae bruscamente al nivel del ruido ambiente con unos valores constantes durante tiempos mayores a un segundo.

No todos los sonidos son detectables por el oído humano, en general se puede establecer unos límites en las frecuencias de audición que se miden en hertz (Hz), es decir, ciclos por segundo y se pueden situar un rango de 15 o 20 KHz (Kilo Hertz) como límite superior, por encima de los cuales se encuentran los ultrasonidos, y como límite inferior unos 16 Hz, por debajo de estos los denominamos infrasonidos y generalmente estos sonidos suelen percibirse como vibraciones.

El sonido es una onda que provoca unas presiones y depresiones, que al ser rápidas denominamos vibraciones. Por poder medirse como presiones en un primer momento se trató de utilizar como su unidad el Pascal que es una unidad de presión, pero se obtenían valores que abarcaban límites muy distanciados, para mejorar y facilitar su uso se buscó una unidad más cómoda. Para ello se ideó como unidad de energía relativa, el decibelio dB .

Las cualidades del sonido son: la intensidad (grado de energía de la onda), el tono (dado por la frecuencia en la que vibra) y el timbre (relacionado con los armónicos

que en un sonido complejo suelen acompañar a la frecuencia fundamental y que viene a ser el modo propio y característico de sonar).

El decibelio (dB) no es una unidad de medida absoluta, sino una unidad adimensional que expresa la diferencia entre dos niveles de intensidad y que es igual a 10 veces el logaritmo decimal de la relación entre una cantidad dada y otra que se toma como referencia; normalmente esa referencia es la correspondiente al umbral de audición de 1,000 Hz con una presión de 20 µPa, que es la menor presión acústica audible para un oído joven y sano, siendo así su valor en la escala logarítmica 0 dB (tabla 1).

Para poder establecer el riesgo de lesión auditiva con la mayor precisión posible, es necesario que el sonómetro que registre el ruido lo haga de una manera similar a como lo hace el oído humano, y, para ello, se pueden utilizar filtros diferentes, siendo el filtro de tipo «A» el que logra un registro casi idéntico al que percibe el oído humano, atenuando de forma importante los sonidos de frecuencias bajas (<500 Hz), respetando la frecuencia de 1,000 Hz, aumentando algo entre 2,000 y 4,000 Hz, y volviendo a atenuar las frecuencias altas (>8,000 Hz); la medida registrada por los sonómetros equipados con ese filtro se expresa en dBA.

TABLA 1. NIVELES DE PRESIÓN ACÚSTICA Y SU EQUIVALENCIA EN DICIBELIOS (A) BILSON AB (MODIFICADA)

Rango	Intensidad sonora en 10^{-12} W/m²	Nivel sonoro en dBA	Fuente sonora
Nocivo	100,000.000,000.000	140	Motor a reacción
	10,000.000,000.000	130	Fuegos artificiales
Umbral doloroso	1,000.000,000.000	120	Sala de máquinas en navíos
	100.000,000.000	110	Banda de rock
	10.000,000.000	100	Martillo neumático, telar
	1.000,000.000	90	Vehículo pesado, pulido de piezas
Crítico	100,000.000	80	Calle con mucho tráfico
	10,000.000	70	Automóvil particular
	1,000.000	60	Oficina
	100.000	50	
	10.000	40	
	1.000	30	Conversación normal
	100	20	Vivienda tranquila
	10	10	Murmullo de hojas
	1	0	Umbral de audición

Frecuencia: Número de vibraciones que tienen lugar en un segundo; así, un número alto de ciclos por segundo dará lugar a un tono agudo y un número bajo a un tono grave. Los sonidos audibles tienen una frecuencia comprendida entre 16 y 20,000 hertzios (Hz) o vibraciones por segundo o ciclos por segundo (cps); por encima y por debajo de estas frecuencias están los ultrasonidos y los infrasonidos, respectivamente.
Los sonidos más peligrosos son los de alta frecuencia (superiores a 1,000 Hz).
En la práctica los sonidos suelen ser la combinación de varias frecuencias y, en base a ello, se clasifican como de banda ancha (con amplia escala de frecuencias) o de banda estrecha; y también se describe en relación al tiempo (constante, periódico, de impacto).

Oído: Se compone de tres partes: oído externo, con el pabellón auricular y el conducto auditivo, que recoge y conduce las ondas sonoras hasta el tímpano; oído medio, cavidad o caja del tímpano, que contiene una cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo), la cual transmite las vibraciones de la membrana del tímpano a la ventana oval, que las transmite al oído interno; oído interno, o laberinto, que aloja el órgano del equilibrio y el aparato auditivo, formado por el caracol o cóclea, donde se hallan las células auditivas ciliadas del órgano de Corti, las cuales generan los impulsos transmitidos al córtex auditivo por el nervio estato-acústico.

PROPAGACIÓN DEL SONIDO.

La propagación del sonido se explicara a través de la figura 3, en la cual se detallan por medio de letras las diferentes secciones que permiten el efecto de la audición humana.
Las ondas sonoras son recogidas por el pabellón auditivo (A) y llegan por el conducto auditivo externo (B) hasta la membrana del tímpano (C), donde la hacen vibrar.

El movimiento de la membrana del tímpano se comunica a través de la cadena de huesecillos (D) del oído medio (martillo, yunque y estribo) a la ventana oval (E); a través de dicha ventana y debido a los movimientos del estribo se acciona el fluido del oído interno.

Este fluido mediante las membranas basilar y tectoria transmiten (F) las vibraciones a las células ciliares, que están conectadas con las células nerviosas que, generando impulsos electroquímicos, transmiten las señales al cerebro, a través del nervio auditivo (G).

La sensibilización a distintas frecuencias del sonido se localiza en diferentes puntos de la cóclea o caracol (H); las bajas frecuencias son detectadas en la parte más interior de la cóclea, próxima al helicotrema; las altas frecuencias, por el contrario, se captan en la zona exterior de ésta, es decir, junto a la ventana oval.

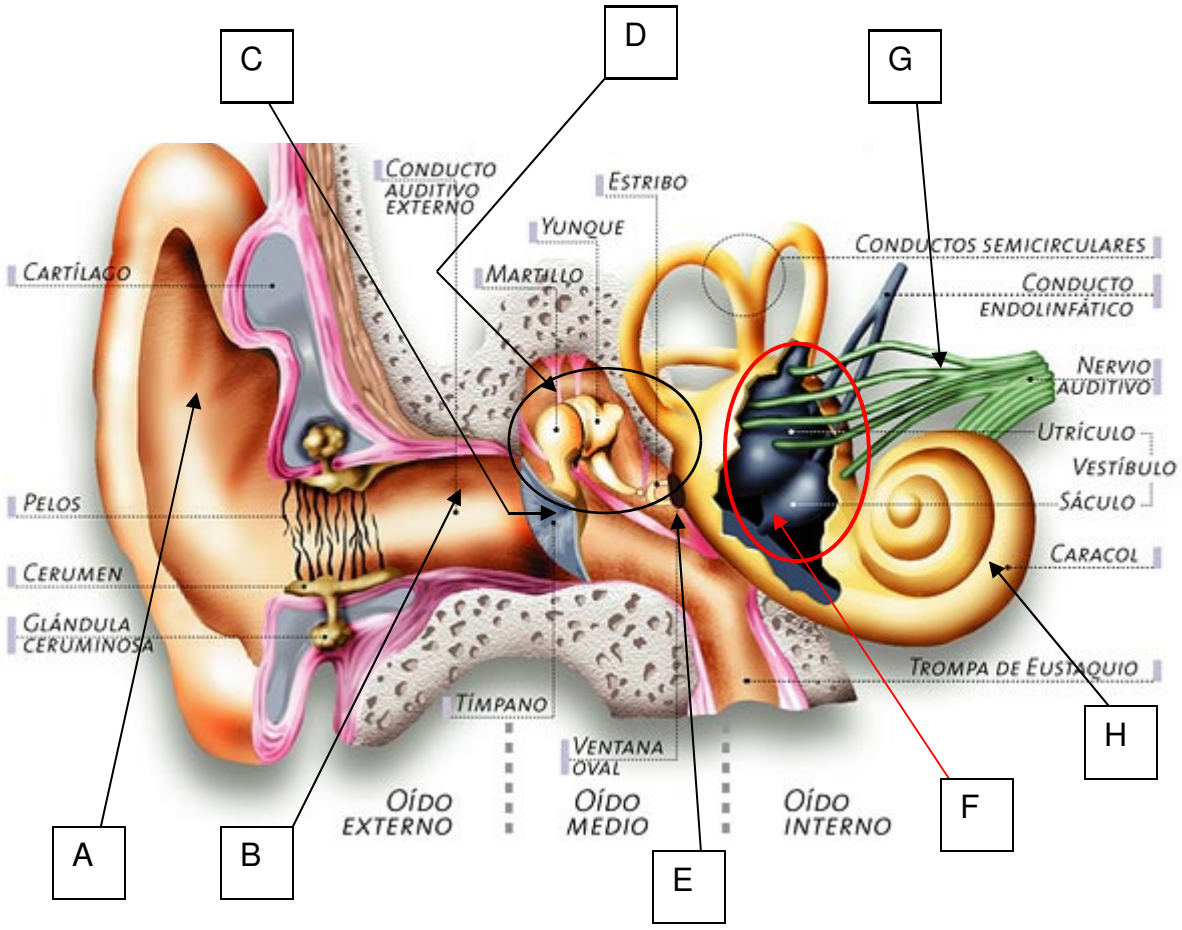
Las lesiones auditivas producidas por ruido se localizan a nivel de la membrana basilar del oído interno (F). Hay una lesión degenerativa de las células ciliadas externas de la superficie vestibular y de las de sostén de Deiters. Es por consiguiente una afección coclear, que se traducirá (a la larga) por hipoacusia neurosensorial con reclutamiento positivo.

El ruido produce lesiones (trauma sonoro) en principio sólo detectables en registro audiométrico, y si la intensidad y/o tiempo son suficientes provocará hipoacusia.

Esta disminución de la agudeza auditiva comienza de forma silente y no es percibida por la persona hasta que no se alcanzan las frecuencias conversacionales.

En la figura 3 se representa todas las partes que contemplan el sistema auditivo, y han sido mencionadas:

FIGURA 3 SISTEMA AUDITIVO



2.2.2.1 RUIDO POR VIBRACION.

Se reconoce al deficiente mantenimiento entre las causas que provocan problemas de ruido en ambientes industriales. Generalmente, la falta de conocimientos acerca de la generación y control de fenómenos acústicos trae consigo, también, la insuficiencia en el diseño, la selección, la instalación, la ubicación y el mantenimiento de las máquinas. Trayendo, como efecto inmediato, el incremento de los problemas generados por el ruido.

Las máquinas incrementan sus niveles de emisión sonora cuando existe un mantenimiento cuestionable. Una mala lubricación, conjuntos desalineados, rotores desbalanceados, las solturas y todos los defectos que generan vibraciones

excesivas incrementan los niveles de ruido y pueden asociarse con perdidas energéticas y deficiente funcionamiento. Se recomienda, siempre que sea posible, buscar alternativas a los procesos industriales ruidosos.

Todas las máquinas vibran y por tanto trasmiten oscilaciones a la estructuras sobre las que descansan (pisos, paredes, tuberías, etc.). Una parte del ruido estructural se convierte, por radiación, en ruido aéreo. De manera que el correcto aislamiento de las vibraciones es una forma de atenuar los niveles de ruido, que es capaz de generar una máquina.

2.2.2.2 FACTORES QUE EJERCEN INFLUENCIA EN LA PROPAGACIÓN DEL RUIDO.

Existen diversos factores que ejercen influencia en la forma de propagación del ruido, es necesario tomarlos en cuenta al momento de analizar el impacto de la exposición al ruido bajo el análisis ergonómico y sus efectos psico-físicos. A continuación se mencionan dichos factores:

1. La distancia
2. La absorción del aire
3. La influencia de la temperatura y viento
4. Efecto de obstáculos

1. La distancia.

La distancia a la cual se propaga en ruido en las áreas de trabajo es influyente dado que con ello puede estimarse el tiempo en que el trabajador percibe el ruido en el área de exposición o viceversa, es decir, se puede calcular la velocidad, para ello se utiliza la formula del calculo de la velocidad: V=d/t, en donde:

V: velocidad del sonido en condiciones climáticas constantes

d: distancia que viaja la onda de ruido

t: tiempo que se tarda la onda de ruido en recorrer la distancia “d”

Esta formula es valida pues se estima que las condiciones climáticas son casi constantes. La velocidad de propagación del ruido en el aire, en condiciones normales de temperatura (21 grados centígrados) y presión (1 atmósfera o una columna de presión de 766 mm de mercurio), es aproximadamente de 344 m/s.)

2. La absorción del aire.

En los medios gaseosos como el aire el sonido se propaga más lentamente que en los medios sólidos. Así, la velocidad del sonido es 15,4 veces mayor en el hierro que en el aire.

3. La influencia de la temperatura y el viento.

La propagación del sonido en el aire sufre refracciones cuando existen cambios bruscos de condiciones climáticas, por ello su temperatura no seria uniforme. En un día soleado las capas de aire próximas a la superficie terrestre están más calientes que las altas y la velocidad del sonido, que aumenta con la temperatura, es mayor en las capas bajas que en las altas. Ello da lugar a que el sonido, como consecuencia de la refracción, se desvía hacia arriba. En esta situación la comunicación entre dos personas suficientemente separadas se vería dificultada. El fenómeno contrario ocurre durante las noches, ya que la tierra se enfría más rápidamente que el aire.

4. Efecto de obstáculos.

Existen dos tipos de efectos que pueden ejercer los obstáculos físicos en la propagación del ruido, estos son: reflexión y refracción de las ondas de ruido.

Cuando una onda alcanza la superficie de separación de dos medios de distinta naturaleza se producen, en general, dos nuevas ondas, una que retrocede hacia el medio de partida y otra que atraviesa la superficie límite y se propaga en el segundo medio. El primer fenómeno se denomina reflexión y el segundo recibe el nombre de refracción. En el caso de las ondas sonoras, la reflexión en una pared explica el fenómeno del eco. Si la distancia a la pared es suficiente, es posible oír la propia voz reflejada porque el tiempo que emplea el sonido en ir y volver

permite separar la percepción de la onda incidente de la reflejada. En los espacios cerrados, como las salas, el sonido una vez generado se refleja sucesivas veces en las paredes, dando lugar a una prolongación por algunos instantes del sonido original. Este fenómeno se denomina reverberación y empeora las condiciones acústicas de una sala, puesto que hace que los sonidos anteriores se entremezclen con los posteriores.

2.2.2.3 LIMITES DE EXPOSICIÓN DE RUIDO EN EL PUESTO DE TRABAJO.

Diversos organismos se encargan de regular los niveles de exposición de ruido en el puesto de trabajo, referido también al tiempo de exposición medido en horas por dia (h/d). Para efectos de comparación se analizaran dos criterios, los cuales son: normativas ISO y las normativas OSHA, estos datos se registran en la tabla 2

TABLA 2 EXPOSICIONES PERMISIBLES.

Exposiciones Permisibles		
Duración h/d	**Criterio OSHA**	**Criterio ISO**
12	87	87
11	87.7	87.7
10	88.4	88.4
9	89.2	89.2
8	90	90
4	95	93
2	100	96
1	105	99
½	110	102
¼	115	105
1/8	115	108
MAXIMA	115	115

Definidos los limites de exposición permisible de ruido en la tabla 2; en la tabla 3 se contemplan los niveles de ruido, como se clasifican, un ejemplo de su origen y la sensación que produce sobre el oído, a través de esta sensación comienzan a desarrollarse todas la patologías derivadas de los efectos psico-físicos del ruido, las cuales serán definidas posteriormente. La normativa ISO y OSHA contemplan un rango de 115 a 87 decibelios. Según datos proporcionados en la taba 3 este

nivel de ruido produce sensación de dolor, es insoportable, provoca la necesidad de salir de ese ambiente y es molesto. El estar expuesto a estos niveles de ruido considerados como ensordecedores, muy altos y alto; conllevan a sufrir los efectos psico-físicos del ruido sobre el ser humano.

TABLA 3. CLASIFICACION DEL RUIDO Y LA SENSACION QUE PRODUCE SOBRE EL ODIO[3] .

Nivel de ruido (dBA)	Calificación	Sensación que produce sobre el oído.
130	Ensordecedor	Sensación de Dolor
120	Ensordecedor	
110	Muy Alto	Sensación insoportable. Necesidad imperiosa de salir de ese ambiente.
100	Muy Alto	
90	Muy Alto	Sensación Molesta
80	Alto	
70	Moderado	Ruido de fondo incomodo para conversar.

2.2.4 PSICOLOGÍA LABORAL O INDUSTRIAL.

Se define como la aplicación de diversas técnicas psicológicas a la selección y adiestramiento de los trabajadores de una organización empresarial y a la promoción de condiciones y técnicas de trabajo eficientes, así como a la satisfacción laboral de los propios trabajadores. La selección de trabajadores para una tarea concreta consiste esencialmente en detectar las aptitudes y rasgos de personalidad más idóneos para el puesto y a partir de ahí (análisis de tarea) seleccionar las pruebas necesarias para determinar qué candidatos se ajustan mejor a ese perfil idóneo. El desarrollo de pruebas de esta clase ha sido, durante bastante tiempo, un campo básico de la investigación psicológica.

Cuando el trabajador está en su puesto y ha sido formado, el principal objetivo del psicólogo industrial es encontrar el modo en que la tarea concreta sea acometida con un mínimo de esfuerzo y un máximo de satisfacción individual. La función del

[3] FUENTE: Exposición a Ruido. Salud Laboral. Documentos Técnicos de Salud Pública. Gobierno Vasco. España1992

psicólogo, en consecuencia, difiere de la del experto en eficiencia, que da prioridad al incremento de la productividad.

Las técnicas psicológicas empleadas para aminorar el esfuerzo necesario para realizar un trabajo determinado incluyen un detallado estudio de los movimientos requeridos para el trabajo, el equipamiento usado, y las condiciones en que se realiza. Estas condiciones incluyen la ventilación, la climatización, la iluminación, la ausencia de ruidos, y cualquier otra circunstancia que afecte al confort o al ánimo del trabajador. Tras hacer tal estudio, el psicólogo industrial a menudo determina que el trabajo en cuestión puede realizarse con menor esfuerzo si se modifican las rutinas utilizadas en la tarea, se cambia la posición de las herramientas, o se mejoran las condiciones ambientales.

Los psicólogos industriales han estudiado también los efectos de la fatiga sobre los trabajadores para determinar la modalidad de la jornada laboral que genera una mayor productividad. En algunos casos, tales estudios han demostrado que la producción total de una tarea puede mejorarse reduciendo el número de horas de trabajo o incrementando el número de periodos de descanso durante la jornada. Los psicólogos industriales pueden también sugerir que haya exigencias menos directas para la mejora general de los resultados del trabajo, como mejorar los canales de comunicación entre la dirección y los empleados.

2.2.4 EFECTOS PSICO-FÍSICOS DEL RUIDO SOBRE LA SALUD.

SORDERA PROFESIONAL.

La sordera profesional puede definirse como la pérdida de audición causada por determinadas condiciones de trabajo.

Esta puede ser causada por diferentes razones, entre la cuales se mencionan:

- Hipoacusia producida por el ruido
- Hipoacusia debido a traumas barométricos en el oído medio
- Hipoacusia consecutiva debido a una embolia gaseosa
- Hipoacusia por traumatismos craneales o cráneo faciales
- Hipoacusia ocasionada por agentes tóxicos

Debido al tema de trabajo de graduación solamente se detallara la hipoacusia que es producida por el ruido, y se analizaran bajo dos parámetros:

1. Sordera o hipoacusia inducida por ruido
2. Efectos no auditivos del ruido

2.2.4.3 SORDERA O HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO

Esta sordera es conocida mas frecuentemente como sordera Profesional.
Desde el punto de vista patológico, las lesiones más importantes se producen en las células ciliadas del órgano de Corti, con fragmentación y pérdida de cilios, rotura de la membrana celular, salida de los núcleos, proliferación de las células de Deiters en sustitución del neuroepitelio; Estas alteraciones son irreversibles.
La naturaleza y localización de las lesiones está estrechamente relacionada con el tipo de estímulo acústico. Los tonos puros de frecuencia baja, en el rango de 250-500 Hz provocan lesiones en las espiral apical de la cóclea mientras que los tonos puros de frecuencias altas (en el rango de 3.000-4.000 Hz) producen, preferentemente, lesiones en el neuroepitelio de la espiral basal.
La gravedad de las lesiones depende del nivel de energía sonora. Sin embargo, no se conoce el mecanismo mediante el cual el ruido causa lesiones selectivas en las células de órgano de Corti, para la percepción del ruido, en el rango de 4.000-6.000 Hz, para el que, independientemente de las características espectrales del ruido en el medio ambiente de trabajo, las hipoacusias inducidas por ruido siempre presentan idénticas características.

La sordera inducida por ruido puede ser de tipo crónico, si se desarrolla a lo largo de un periodo de años; o de tipo agudo, cuando se produce en un escenario de tiempo relativamente reducido, producida como consecuencia de un estímulo acústico intenso pero de corta duración.
La sordera o hipoacusia inducida por el ruido se tipifica bajo tres factores:

a) Forma crónica

b) Forma aguda
c) Modificaciones pasajeras y permanentes del umbral auditivo.

a) FORMA CRÓNICA

La alteración se instaura de manera insidiosa y desapercibida. En el desarrollo de esta forma crónica pueden distinguirse cuatro fases, a saber:

- Primera fase: que coincide con los primeros 10 o 20 días de exposición al ruido. En esta fase el individuo experimenta un zumbido en los oídos al finalizar la jornada laboral, acompañada de una sensación de hinchazón en los oídos, ligero dolor de cabeza y sensación de cansancio y mareo.

- Segunda fase: aparte del zumbido intermitente en los oídos, no existen en absoluto síntomas subjetivos. En este periodo, que puede durara desde unos pocos meses hasta muchos años (dependiendo del nivel de ruido, de la duración diaria de la exposición y de la predisposición del individuo para desarrollar las lesiones del oído) los únicos signos presentes son aquellos que pueden detectarse a través de estudios audiométricos.

- Tercera fase: el individuo nota que no tiene audición normal puesto que le es imposible percibir el sonido de un reloj, no capta todas las partes de una conversación si existe ruido de fondo, y debe elevar el volumen de la radio o del televisor, hasta niveles incómodos para el resto de personas.

- Cuarta fase: la sensación de insuficiencia auditiva se manifiesta, cualquier tipo de comunicación que se realice a través de señales acústicas es difícil o imposible y, en particular, cualquier conversación es muy comprometida, con el consiguiente grave perjuicio para la persona en cuestión.

Cualquiera de estas cuatro fases pueden ir acompañadas de zumbidos persistentes, lo que indicaría una afectación de la estructura nerviosa a nivel de la cóclea, esto no solamente agrava la audición de la persona sino que afecta de forma importante al descanso, al sueño y al bienestar del individuo.

La sordera inducida por el ruido se traduce no solamente en una reducción cuantitativa de la agudeza auditiva, sino, también, en una alteración cualitativa, puesto que los sonidos se perciben de una manera anormal a causa de una modificación de la relación entre el nivel de un estímulo y la sensación auditiva que provoca.

Las lesiones auditivas inducidas por ruido se desarrollan según un modelo relativamente constante, incluso aunque la aparición y la gravedad vengan determinadas por el nivel de ruido y por la susceptibilidad de la persona.

b) FORMA AGUDA.

Las lesiones suelen afectar principalmente a un oído, dado que la cabeza actúa como pantalla de protección del oído contralateral.

Inmediatamente después de producirse el estampido de ruido, el individuo experimenta un dolor lacerante en el oído, una sensación de aturdimiento, hipoacusia o sordera total, con zumbidos continuos en los oídos, sensación de hinchazón de estos órganos y frecuentes crisis de vértigo, que probablemente, se deben a afectación del laberinto posterior. A la otoscopia, la membrana timpánica puede presentar desde una ligera congestión hasta laceraciones con ligera hemorragia.

Hay una tendencia a la regresión y, en los casos afortunados, se llega a obtener una recuperación total.

Más frecuentemente persisten secuelas debidas más a las lesiones de las estructuras nerviosas, puesto que existen zumbidos continuos en los oídos y dificultades auditivas para las frecuencias altas.

La causa de las lesiones auditivas es el cambio brusco de presión que se produce en la membrana timpánica y que puede afectar, incluso a las estructuras nerviosas del órgano de Corti. Pueden ocurrir dos cosas:

- Que el cambio de presión sea de tal magnitud que rompa inmediatamente el tímpano y la onda de presión penetre en parte a través del oído medio, afectando, sólo secundariamente, la estructuras nerviosa de la cóclea.
- Que la presión sea menos intensa y el tímpano resista su empuje, transmitiendo la onda al interior del oído interno, donde se producen lesiones degenerativas de las células acústicas del órgano de Corti.

Desde el punto de vista audiométrico, el trauma acústico agudo se caracteriza por una pérdida de audición, bien de tipo mixto sensorial y de transmisión, bien de tipo sensorial puro, de aparición brusca o mucho más frecuentemente, monolateral y, siempre acompañada de zumbidos que progresa hasta que se logre la curación parcial o total.

c) MODIFICACIONES PASAJERAS Y PERMANENTES DEL UMBRAL AUDITIVO.

La exposición de una persona con audición normal a un ruido intenso causará una pérdida de audición que se traducirá en una elevación del umbral de audición. Cuantitativamente, este fenómeno se refleja en una diferencia de dB entre el umbral de audición cuando el oído está en reposo y cuando se produce un estímulo auditivo.
Caso de que esta pérdida de audición sea pasajera, se le aplica la denominación de Modificación Temporal del Umbral (MTU). Existen dos tipos de MTU:

MTU_2 = fatiga auditiva fisiológica: ésta se mide 2 minutos después de cesar la exposición al ruido, dura menos de 16 horas y su nivel tiene una correlación lineal con la intensidad sonora y el logaritmo del tiempo de exposición, en tanto que la restauración de la audición normal (recuperación) el proporcional al

logaritmo de tiempo para el que la mayor parte del MTU_2 se recupera en las primeras 2 o 3 horas.

MTU prolongada = fatiga auditiva patológica = MTU_{16} cuando persiste durante más de 16horas desde el momento en que cesó el estímulo auditivo, y su recuperación presenta una relación lineal con el tiempo.

El MTU_2 y el MTU_{16} son, probablemente, la expresión (a diferentes niveles) de un estado de agotamiento funcional que se produce en los receptores auditivos periféricos, dando lugar a una excitación inadecuada en relación con el nivel de estímulo.

Si el agotamiento funcional se mantiene dentro de ciertos límites, cuando se produce el cese de la exposición es posible lograr una recuperación completa, con retorno al estado de partida.

Sin embargo, si el agotamiento es excesivo, con un tiempo de recuperación alargado y una exposición al ruido que se repite día tras día, no existe posibilidad de alcanzar una recuperación completa y, lentamente, el MTU se va transformando en una lesión irreversible, es decir, en una Modificación Permanente de del Umbral (MPU), es decir, en una pérdida de audición inducida por el ruido.

2.2.4.4 EFECTOS NO AUDITIVOS DEL RUIDO

El ruido da lugar a diferentes reacciones a lo largo del eje hipotalámico-adrenal-hipofisiario incluyendo un incremento en la liberación de la hormona adenocorticotrópica (ACTH) y una elevación de los niveles de corticosteroides.

Se plantean dos niveles endocrinos de acción del ruido: uno caracterizado por la reacción del ACTH y el cortisol y otro por el incremento de adrenalina y noradrenalina en sangre. El predominio de uno u otro dependen del tipo de exposición al ruido. Algunas evidencias indican, a diferencia de la exposición aguda, que la exposición crónica al ruido no modifica los niveles basales del eje

tiroideo-hipofisiario, lo que sugiere la adaptación del ACTH a la exposición repetida al ruido. El eje adrenal-pituitario muestra adaptación al estrés crónico por ruido. Sin embargo, la respuesta tiroideo-pituitaria no muestra adaptación. El sistema inmune puede devenir hiporeactivo con niveles elevados de cortisol en plasma. De este modo el ruido es considerado un factor de estrés para el hombre. En el decursar de los estadíos del estrés aparece una influencia sobre el estado inmunológico de los individuos y sobre el surgimiento, desarrollo y desenlace de las enfermedades. La exposición al ruido puede obstaculizar la comunicación hablada, molestar y distraer. Se ha comprobado que también puede reducir el rendimiento y la eficacia y causar fatiga, aparte de varios trastornos en la salud que no guardan relación con los efectos auditivos.

- OBSTACULIZACIÓN ORAL.

La obstaculización de la comunicación oral tal vez sea el mejor comprendido de los efectos no auditivos del ruido. Es también el más importante, ya que en la industria la facultad de comunicarse a través de la palabra es vital. En general, los ruidos peligrosos para el oído también obstaculizan la comunicación hablada.
La interferencia causada por el ruido es básicamente un proceso de enmascaramiento. Aunque, en general, el ruido de fondo eleva nuestro umbral auditivo, debe recordarse que algunos ruidos continuos pueden producir menos interferencias respecto a la palabra, porque al ser continuos muchas personas elevan la voz proporcionalmente, es el efecto del acondicionamiento sónico. El siguiente cuadro fue realizado por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados unidos en 1974.

TABLA 4. NIVELES DE INTERFERENCIA CON LA CONVERSACIÓN RELACIONADA CON LA DISTANCIA ENTRE CONVERSADORES.

Nivel de **interferencia** con la conversación	Máxima distancia a la cual se considera suficientemente inteligible una conversación en **tono normal** de voz	Máxima distancia a la cual se considera suficientemente inteligible una conversación en **voz alta**
dB	**m**	**m**
35	7,5	15
40	4,2	8,4
45	2,3	4,6
50	1,3	2,6
55	0,75	1,5
60	0,42	0,85
65	0,25	0,50
70	0,13	0,26

Los ruidos interrumpidos o repentinos a menudo causan menos interferencia de lo que se cree, porque la palabra que queda en parte enmascarada puede complementarse intercalando gestos que sustituyan los vacíos.

No obstante, allá donde el ruido dé origen habitualmente da dificultades de la comunicación, en interés de la seguridad es preciso instalar un sistema visual de advertencia, además la mayor atención de los operarios facilita la fatiga mental.

- EFECTOS FISIOLÓGICOS.

Los efectos fisiológicos, no auditivos, más sobresalientes del ruido son los relativos al sueño y al estrés.

Estudios llevados a cabo mediante los análisis de las respuestas monitorizadas electroencefalográficas y las alteraciones neurovegetativas durante el sueño han demostrado que el ruido es un factor causal de dificultades para conciliar el sueño y que puede despertar a la gente que está dormida, partiendo de niveles de ruido ambientales tan bajos como 35 dB (A).

El Grupo de Trabajo para los Criterios de Salud Ambiental para el Ruido de la OMS ha recomendado un nivel inferior a 35 dB (a) en orden a preservar el proceso restaurador del sueño.

- RESPUESTAS NEUROVEGETATIVAS AL RUIDO.

Las respuestas neurovegetativas al ruido se traducen en una reacción de estrés.
Los centros de los arcos reflejos son las áreas reticular e hipotalámica del cerebro, donde las ramas aferentes son las vías acústicas y los objetivos son los órganos inervados por el sistema autónomo y los dentro hipotálamodiencefálicos que regulan las funciones endocrinas y los biorritmos.
La activación resultante se refleja en la secreción de catecolamina en forma libre en la orina y puede producir variaciones en la frecuencia cardiaca, en la presión arterial, en la respiración, dilatación de pupilas, y modificaciones en los niveles de lípidos, glúcidos y ácido úrico en la sangre. Se han comprobado incrementos significativos de la presión sanguínea entre trabajadores expuestos, durante mucho tiempo, a niveles elevados de ruido.
El aumento de motilidad intestinal producido por ruidos intensos podría explicar la elevada prevalencia de úlcera péptica que se ha podido observar en los grupos de individuos expuestos al ruido.
Los niveles altos de ruido pueden estimular los receptores vestibulares situados en el oído interno, provocando vértigos y nistagmus vestibular, tal como se ha podido comprobar entre personal de aviación expuesto a niveles sonoros superiores a 120 dB.

- EFECTOS DE COMPORTAMIENTO.

A menudo se afirma que el ruido reduce el rendimiento y la eficiencia. Dado que algunos de estos factores son intangibles y dad también la adaptabilidad humana, es difícil evaluarlos cuantitativamente.
Es probable, sin embargo que los efectos de comportamiento del ruido no constituyan un problema sanitario importante, aunque el bienestar individual puede verse perjudicado en determinadas circunstancias. Según su carácter, es posible “aclimatarse” a ciertos ruidos, aunque sólo hasta el extremo de darse uno menos

cuenta de sus efectos subjetivos. Sin embargo, también puede suceder el contrario con la presencia de componentes susceptibles de causar molestia.

- MOLESTIA.

El grado de molestia que provoca el ruido no está necesariamente en relación directa con la intensidad del sonido, puede resultar influido por factores subjetivos tales como familiaridad y actitudes personales.
La molestia es en parte una respuesta individual y varía según las personas y las situaciones; no obstante, hay ciertas características de ruido, tales como el carácter tonal y la periodicidad, que no gustan a la mayoría de la gente.

- EFECTOS SOBRE LA EFICIENCIA.

De acuerdo con la OMS, el ruido puede actuar como estímulo de distracción, dependiendo de cómo sea la característica del estímulo, y también puede afectar al estado psicofisiológico del individuo.
Un cambio en los niveles de ruido en más o en menos, de aquellos a los que la gente está acostumbrada, puede ocasionar efectos adversos que pronto remiten.
Las actividades mentales que requieran vigilancia, recopilación de información y análisis de la misma son particularmente sensibles al ruido. Si se trata de un trabajo difícil, los sujetos tienden a concentrarse en su tarea e ignoran el ruido; el ruido no afecta necesariamente a la realización de tareas sencillas o rutinarias porque éstas tienden a hacerse automáticas.

- FATIGA.

No es fácil probar que los empleados se cansan más trabajando en un ambiente ruidos que en uno tranquilo. Puede producirse fatiga por tener que hablar en voz

alta o por el esfuerzo extra causado por malentendidos, asunto éste difícil de apreciar objetivamente.
Se ha afirmado que muchas ocupaciones ruidosas causan “irritabilidad y tensión”, pero la reacción varía francamente según los individuos.

Los efectos no auditivos que el ruido produce dependen de:

- La actitud del sujeto;
- La sensibilidad personal;
- La evaluación personal de las posibilidades de reducirlo;
- La actitud del sujeto respecto al tipo y condiciones del puesto de trabajo;
- El momento de la jornada.

- ALTERACIONES EN ÓRGANOS DISTINTOS A LA AUDICIÓN

La exposición al ruido tiene efectos en órganos y sistemas diferentes a los de la audición y, aunque no están cuantificadas las relaciones causa-efecto, pueden ser considerados como origen de problemas de salud.
Diversos estudios indican su relación con el nivel y la distribución espectral del ruido, así como los sistemas con posible afectación por el ruido; en la tabla 4 se enumeran algunos de los sistemas que pueden verse afectados y los efectos susceptibles de aparecer.

TABLA 5. EFECTOS DEL RUIDO A NIVEL SISTÉMICO[1]

Sistema afectado	Efecto
Sistema Nervioso Central	Hiperreflexia y Alteraciones en el EEG
Sistema Nervioso Autónomo	Dilatación pupilar
Aparato Cardiovascular	Alteraciones de la frecuencia cardíaca, 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, prematuridad, riesgos auditivos en el feto
Órgano de la Visión	Estrechamiento del campo visual y problemas de acomodación
Aparato Vestibular	Vértigos y nistagmus

2.2.4.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA LESIÓN AUDITIVA PRODUCIDA POR RUIDO.

- Intensidad del ruido.

El umbral de la nocividad del ruido del ambiente se sitúa entre 85 y 90 dBA. Cualquier ruido mayor de 90 dBA puede ser lesivo para el hombre.

En la población trabajadora se considera peligrosa la permanencia en un ambiente ruidoso con un Nivel Diario Equivalente (LAeq,d) superior a 85 dBA, dicho nivel es el señalado en la ISO 1999[1] como nivel límite a partir del cual hay que tomar medidas preventivas específicas .

[1]FUENTE: Exposición a Ruido. Salud Laboral. Documentos Técnicos de Salud Pública. Gobierno Vasco. España1992

- Frecuencia del ruido.

Los sonidos más peligrosos son los de alta frecuencia (superiores a 1,000 Hz). La mayoría de los ruidos industriales comprenden una gama ancha de frecuencias.
Por razones fisiológicas aún mal precisadas, las células ciliadas más susceptibles a la acción nociva del ruido son las encargadas de percibir las frecuencias entre 3,000 y 6,000 Hz, siendo la lesión de la zona de membrana basilar destinada a percibir los 4,000 Hz el primer signo de alarma generalmente.

- Tiempo de exposición.

El efecto adverso del ruido es proporcional a la duración de la exposición y parece estar relacionado con la cantidad total de energía sonora que llega al oído interno.

- Susceptibilidad individual.

Se acepta como factor de riesgo, aunque es difícil demostrarlo. Unos sujetos tienen mayor sensibilidad al ruido y, sometidos al mismo, tendrán un daño mayor y más rápido en su agudeza auditiva que el resto de la población.

- Edad.

Parece que en la edad media de la vida hay más posibilidades de lesión. Hay que tener en cuenta la posibilidad de que en un gran número de casos este efecto se sume a la presbiacusia propia de la edad y sea este proceso degenerativo el que favorezca la aparición de la lesión acústica.

[1] FUENTE: ISO 1999:1990 . "ACUSTICA"

- Enfermedades del oído medio.

Si existe una hipoacusia de conducción se necesita mayor presión acústica para estimular el oído interno, pero cuando la energía es suficiente penetra directamente y provoca un daño superior al esperado. Cabe esperar mayor fragilidad coclear cuando existe una pérdida auditiva neurosensorial.

- Naturaleza del ruido.

La exposición intermitente es menos lesiva que la exposición continua. Los ruidos permanentes lesionan menos que los pulsados, a igualdad de intensidades, gracias a la amortiguación muscular que se produce en el oído medio.

2.3 MARCO LEGAL Y NORMATIVO

2.3.2 NORMAS APLICABLES

Existen diversas normas o estándares que benefician en la salud ocupacional del trabajador desde diversos campos de acción, particularmente abordando el tema del ruido, estándares internacionales que rigen los procedimientos de como hacer mediciones de ruido, como diseñar puestos de trabajo para evitar contaminantes ambientales, así otros factores . Todas estas normativas pueden servir de consulta y de apoyo al momento de diseñar un modelo. A continuación se listan algunas de las más importantes:

- OSHA 3074, Conservación de la audición.
- Convenio 148 OIT, medio ambiente de trabajo.
- JIS Z 8731:1999, describe metodología para la medición de ruido ambiental
- ISO/TR 3352:1974, análisis de ruido para la inteligibilidad para hablar en áreas de trabajo

- ISO 9614-3:2002, análisis para la determinación de fuentes de ruido.
- ISO 1999:1990, determinación de la exposición al ruido ocupacional y estimación de la inducción del ruido.
- ASTM E1686-03, guía para la selección de equipo de medición de ruido ambiental.
- ANSI S3.44-1996, determinación de la exposición al ruido ocupacional y estimación de la inducción del ruido.
- ANSI S12.19-1996, medición de ruido ocupacional.
- ISO 11690-1:1996, practicas para el diseño de puestos de trabajo, ruido ocupacional.
- ANSI SI-4-1971, especificaciones para niveles de ruido.

2.3.2 LEGISLACION VIGENTE

En El Salvador existen diversos documentos que hacen referencia al ruido, para el desarrollo del proyecto de tesis se tomaran en cuenta los que tengan mayor representatividad y estén relacionados en contexto con el tema de la ergonomía psico-física del ruido. A continuación se mencionan los documentos competentes al tema y se hace referencia a los artículos con mayor representatividad.

- CODIGO DE SALUD DE LA REPUBLICA DE EL SALVADOR.

En el código de salud de El Salvador existen dos secciones que toman aspectos relevantes al tema, la sección dieciséis y la sección treinta y nueve.
En la sección dieciséis se aborda la seguridad e higiene del trabajo estableciendo que el Ministerio de Salud y Asistencia Social debe establecer organismos que mantengan los servicios de seguridad e higiene del trabajo, además establece las facultades del mismo Ministerio, definiendo además las clasificaciones de los establecimientos comerciales o industriales respecto a los riesgos detectados en los mismos, incluyendo al ruido como factor contaminante.

En la sección treinta y nueve se hace un énfasis en la prevención de accidentes y violencia, comenzando con la definición de accidente luego se clasifica por causa de desempeño o por ejecución de un trabajo. Dictaminando finalmente de que forma el Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social actuara para la evaluación de accidentes.

- REGLAMENTO GENERAL SOBRE SEGURIDAD E HIGIENE EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

En este documento se abordan diversos aspectos de interés para el análisis ergonómico del ruido. Presenta dos capítulos de interés particular , los cuales son: CAPITULO V, DE LOS RUIDOS. En sus artículos 20 y 21 se hace mención de las medidas de prevención para ruidos mayores a 80dB que el departamento de previsión social tomara y menciona las recomendaciones generales para la prevención de fuentes generadoras de ruido alto,.
En el CAPITULO IX. DE LOS EXAMENES MEDICOS. Se hace mención en los artículos 25, 26 y 27; acerca de las recomendaciones generales de cuando someter a exámenes periódicos a los trabajadores que estén expuestos a ruidos altos, además menciona la obligación del trabajador de someterse a tales exámenes médicos, según padecimiento y finalmente hace mención de los exámenes preocupacionales para determinar la competencia física o psicológica del trabajador para realizar tareas de alto riesgo de ruido.

- LEY DEL SEGURO SOCIAL Y REGLAMENTOS DEL REGIMEN GENERAL DE SALUD Y RIESGOS PROFESIONALES DE EL SALVADOR.

Este documento se divide en ocho partes en total sin embargo solamente dos tienen vinculo con el tema de la ergonomía del ruido, la primera “Ley del Seguro Social” y la segunda “Reglamento de Evaluación de Incapacidades”.
En la primera ley en el capitulo cinco sección primera y articulo 48 se establecen los derechos y las limitaciones que tiene un trabajador en caso de enfermedad

considerando dentro del mismo la definición de incapacidad total o temporal, debido a diferentes enfermedades incluyendo las relacionadas con el oído, además define cuando las enfermedades o accidentes son imputables al trabajador o al patrono en los artículos 50 y 51. En el capitulo cinco sección segunda de la misma ley se habla acerca de los beneficios que un trabajador posee al accidentarse o enfermarse tanto por parte del patrono como del Instituto Salvadoreño del Seguro Social.

En la segunda ley en el capitulo uno articulo uno se contempla un reglamento para calcular las pensiones que el Instituto Salvadoreño del Seguro Social deberá pagar a los trabajadores accidentados o enfermos por incapacidades permanentes causados por riesgos profesionales tales como el ruido.

- CODIGO DE TRABAJO DE EL SALVADOR.

En este documento existe una parte que aborda aspectos de interés con el tema de ergonomía del ruido, se localiza en el libro tercero del código de trabajo cuyo nombre es Previsión y Seguridad Social. En este libro existen diversos títulos que desglosan la amplitud de este tema sin embargo en el titulo segundo de la higiene y seguridad en el trabajo se define el concepto de accidente estableciendo obligaciones y derechos tanto del patrono como del trabajador. En el titulo tercero del libro tercero se define el concepto de riesgo profesional. En este mismo titulo en el capitulo dos se definen las consecuencias de los riesgos profesionales, es así como en la clasificación de enfermedades endógenas se menciona a la hipoacusia, para que finalmente en el capitulo tres del mismo titulo s establezcan responsabilidades y en el capitulo cuatro el tipo de seguro que tendrá el trabajador afectado.

- ORDENANZA REGULADORA DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR LA EMISION DE RUIDOS EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR.

Esta ordenanza fue establecida por la Alcaldía Municipal de San Salvador y esta vigente a partir del 28 de Junio de 2002. En el titulo uno capitulo uno articulo seis se establecen los niveles máximos permisibles de ruido en los diferentes ambientes de la capital y de acuerdo a la hora en que se produzca. En el titulo dos capítulos uno y dos se definen los tipos de fuentes de ruido, así mismo en el titulo tres capítulos uno y dos se definen los tipos de lugares en los que se puede generar el ruido clasificándolos en lugares públicos o en zonas de habitación. Para luego en el titulo cuatro se definan los procedimientos de prevención y sanción, así en el capitulo uno de este mismo titulo se define el proceso de medición de ruido autorizado por esta misma ordenanza. En esta ordenanza reguladora de la contaminación ambiental por la emisión de ruidos, se establecen los niveles máximos permisibles especificados para zonas habitacionales o zonas industriales en los dos horarios de referencia.
En la siguiente tabla se detallan dichos niveles de ruido.

TABLA 6. NIVELES PERMISIBLES EN ZONAS HABITACIONALES O ZONAS INDUSTRIALES

ZONA	HORARIO	NIVELES MÁXIMOS PERMISIBLES dB (A)
Habitacional, hospitalaria, educativa e institucional	06:01 – 22:00 hrs.	55
	22:01 – 06:00 hrs	45
Industrial y comercial	06:01 – 22:00 hrs	75
	22:01 – 06:00 hrs	70

2.4 HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO

2.4.1 ANALISIS FODA

El análisis FODA es una herramienta muy útil para ver los pasos y acciones futuras de una empresa; logra mediante el estudio del desempeño presente, del interior de la empresa y del entorno empresarial, marcar posibles evoluciones exitosas de la organización.

Como subproducto muy importante, permite que el nivel gerencial de la empresa reflexione sobre ella y conozca mejor la organización a la que pertenece, aumentando aún más las ventajas del estudio.

El análisis deriva su nombre de las iniciales de los conceptos estudiados que representan a su vez una forma de modelar la situación de una empresa y su ambiente. FODA significa Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. Esto sirve para definir la estrategia de la empresa en cuestión. Definir la estrategia implica definir el rumbo que deben tomar las actividades de la empresa.

Se aprecia la existencia de dos factores interiores a la empresa; ellos son las Fortalezas y las Debilidades.

Por fortalezas se entiende lo que la empresa hace bien y por lo tanto puede utilizar con éxito.

Por debilidad se entiende lo opuesto, son aspectos en los que la empresa debe mejorar.

Otros dos son externos a la empresa y pertenecen al entorno, allí están las oportunidades y las amenazas.

Por oportunidades se entiende acontecimientos o realidades del ambiente que son propicios para que la empresa aumente su participación y sus ventas.

Por amenazas se entiende lo contrario, vale decir elementos del ambiente que pueden entorpecer el crecimiento de la empresa.

Del análisis de estos factores y de su cruzamiento, saldrá la o las estrategias posibles, la conclusión claramente puede estar integrada por más de una opción.

EL MEDIO AMBIENTE EXTERNO. OPORTUNIDADES Y AMENAZAS.

En el análisis del medio ambiente externo, se deben considerar muchos factores.
Las oportunidades organizacionales se encuentran en aquellas áreas que podrían generar muy altos desempeños.
Las amenazas organizacionales están en aquellas áreas donde la empresa encuentra dificultad para alcanzar altos niveles de desempeño y podrían incluir los problemas de inflación, escasez de energía, cambios tecnológicos, aumento de la población y acciones gubernamentales.
En general, tanto las amenazas como las oportunidades podrían quedar agrupadas en las siguientes categorías: factores económicos, sociales o políticos, factores del producto o tecnológicos, factores demográficos, mercados y competencia, y otros.
Estos factores son influyentes en la productividad y en los tipos de cambio globales que exigen cada vez mas una calidad total tanto en los procesos, áreas de trabajo como en el ser humano involucrado en las actividades, por tanto es necesario diagnosticarlos en una empresa.

EL MEDIO AMBIENTE INTERNO: FORTALEZAS Y DEBILIDADES.

Las demandas del medio ambiente externo sobre la institución, deben ser cubiertas con los recursos de la organización. Las *fortalezas* y *debilidades* internas varían considerablemente para diferentes instituciones; sin embargo, pueden muy bien ser categorizadas en:

- Administración y organización
- Operaciones
- Finanzas
- Otros factores específicos para la institución.

2.4.2 BANDA DE OCTAVAS

En muchas ocasiones se utiliza el análisis de una escala lineal, es decir, que el eje de las frecuencias está puesto de manera lineal. Esto es adecuado para un análisis de frecuencias con una resolución de frecuencia constante a través del rango de las frecuencias. Eso se llama análisis de banda angosta.

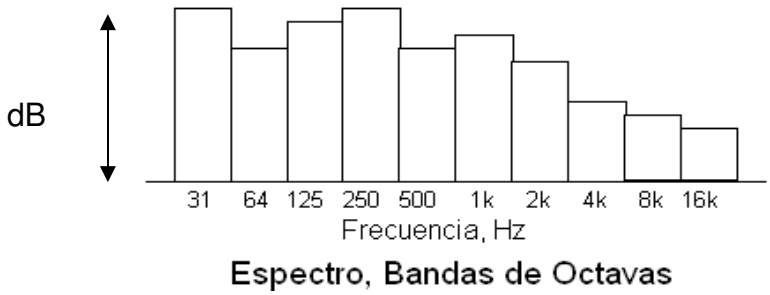
Hay muchas situaciones donde se requiere de un análisis de frecuencia, pero donde el análisis de banda angosta no presenta los datos en su forma más útil. Un ejemplo de esto es el análisis del ruido acústico donde se estudia el índice de molestias a un observador humano. El mecanismo de audición humano es sensible a proporciones de frecuencias más que a frecuencias. La frecuencia de un sonido determinará su altura como percibido por un auditor y una proporción de dos veces una frecuencia se escucha como un cambio de altura de una octava, sin que importe cuales fueran las frecuencias. Si por ejemplo se sube un sonido de 100 Hz a 200 Hz, su altura se subirá una octava, un sonido de 1,000 Hz cuando se sube a 2,000 Hz también se subirá una octava en altura. El hecho es valido con tanta precisión en un rango importante de frecuencias , que es conveniente definir una octava como una proporción de frecuencias de dos, aunque la octava misma es una medida subjetiva de cambio en la altura de un sonido.

Este fenómeno se puede resumir diciendo que la percepción de altura del oído es proporcional al logaritmo de la frecuencia, en lugar de a la frecuencia misma. Por eso, tiene sentido el expresar el eje de frecuencias de espectros acústicos en un eje de log frecuencias, y eso es lo que se hace de manera casi universal. Por ejemplo, las curvas de las respuestas de frecuencias publicadas por los fabricantes de sonido, siempre vienen en logaritmo de frecuencia. De la misma manera, cuando se lleva a cabo un análisis de frecuencia de sonido, es muy común el usar gráficas con logaritmo de frecuencia.

La octava es un intervalo de frecuencias para el oído, que el llamado análisis de banda de octavas ha sido definido como una norma para el análisis acústico. En la figura 4 se muestra un espectro típico, de banda de octava, donde se usan las frecuencias estándar ISO de la banda de las octavas. El eje vertical de un espectro de banda se divide por lo general en decibel (dB). Cada banda de

octavas tiene una anchura de banda de alrededor del 70% de su frecuencia central. Este tipo de espectro se llama banda a porcentaje constante, porque cada banda tiene su anchura que es un porcentaje constante de su frecuencia central. En otras palabras las bandas de análisis se hacen mas anchas en proporción a sus frecuencias centrales.

FIGURA 4. ESPECTRO DE BANDAS DE OCTAVAS.



Espectro, Bandas de Octavas

2.4.2.1 ESTIMACIÓN DE LA ATENUACIÓN EFECTIVA DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS.

Los protectores auditivos (orejeras o tapones) están sometidos a normativas que regulan tanto la fabricación y comercialización como el uso de los Equipos de Protección Personal (EPP), se debe garantizar el cumplimiento de ciertas prestaciones a través de ensayos en laboratorio establecidos en la correspondiente normativa armonizada, en lo que constituye el examen de tipo. La prestación más importante es la atenuación que proporcionan.

Esta atenuación, es un valor constante para cada banda de octava, pero la protección global es diferente según el espectro de frecuencias del ruido en cuestión, por lo que puede decirse que, para un mismo protector, la protección varía en cada situación. Los correspondientes datos sobre la atenuación, deben figurar en el folleto informativo que el fabricante adjunta al protector auditivo. A partir de ellos se puede calcular la protección que ofrecerá dicho protector en cada caso.

DEFINICIONES:

El objetivo del cálculo es la obtención de la protección que ofrece un protector auditivo, denominada reducción predicha del nivel de ruido (PNR), y del valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L_A'), cuando se utiliza el protector en un ambiente caracterizado por un nivel de presión sonora L_A. La relación entre ellos es:

$$PNR = L_A - L_A' \qquad \text{ECUACIÓN (1)}$$

Se definen por otra parte los siguientes parámetros pertenecientes al protector auditivo:

- Atenuación a alta frecuencia (H), representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido ambiental ponderados A y C es $L_C - L_A = -2$ dB.
- Atenuación a media frecuencia (M), representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido ambiental ponderados A y C es $L_C - L_A = +2$ dB.
- Atenuación a baja frecuencia (L), representa el valor de PNR cuando la diferencia entre los niveles de presión sonora del ruido ambiental ponderados A y C es $L_C - L_A = +10$ dB.
- Índice de reducción único (SNR), es el valor que se resta del nivel de presión sonora ponderado C (L_C) para estimar el nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L_A').
- Protección asumida (APV_f) de un protector es un valor, por banda de octava, obtenido de restar del valor medio de atenuación por banda de octava (m_f), en diferentes ensayos de laboratorio, la desviación típica (σ) obtenida en dichos ensayos.

$$APV_f = m_f - \sigma \qquad \text{ECUACIÓN (2)}$$

El valor de APV_f así calculado es la atenuación de que se dispondrá con una probabilidad del 84% o, lo que es lo mismo, es la atenuación de que dispondrán 84 de cada 100 personas que lo utilicen. Si se desea aumentar la eficacia de la atenuación al 95% se utilizará $APV_f = m_f - 1{,}64\sigma$. Otros valores de eficacia de atenuación se dan en la tabla 7.

TABLA 7. PORCENTAJE DE PROTECCIÓN Y PROTECCIÓN ASUMIDA DE UN PROTECTOR AUDITIVO

Eficacia de protección (%)	Protección asumida (dB)
75	$APV_f = m_f - 0{,}67\sigma$
80	$APV_f = m_f - 0{,}84\sigma$
84	$APV_f = m_f - 1{,}00\sigma$
85	$APV_f = m_f - 1{,}04\sigma$
90	$APV_f = m_f - 1{,}28\sigma$
95	$APV_f = m_f - 1{,}64\sigma$
99,5	$APV_f = m_f - 2{,}58\sigma$

Dado que el valor de APV_f interviene en el cálculo de PNR, H, M, L y SNR es básico conocer el porcentaje de eficacia utilizado. Habitualmente, salvo que se indique (p.e: H_{95} ó PNR_{80}), la eficacia es del 84%.

La información que suministra el folleto informativo de los protectores auditivos incluye los valores de H, M, L, SNR y APV_f para las octavas de frecuencia central entre 63 y 8,000 Hz.

Los valores de H, M y L, que son independientes del ruido ambiental, se calculan a partir del comportamiento del protector (APV_f) respecto a ocho espectros de ruido diferentes y normalizados.

El valor del índice de ruido único (SNR) se obtiene para cada protector a partir de la protección asumida APV_f y el efecto que ésta tiene sobre un ruido rosa (ruido que entre otras características posee iguales niveles de presión acústica en todas

las octavas) cuyo espectro está normalizado. Por este motivo el SNR es independiente del ruido ambiental.

MÉTODO DE LAS BANDAS DE OCTAVA

Requiere conocer los niveles de presión sonora, en bandas de octava, del ruido ambiental. Es el método más fiable.
Cuando se utiliza un protector auditivo se obtiene el valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (L_A'), aplicando la siguiente expresión:

$$L_A' = 10 \log \sum_{f=63\ Hz}^{f=8000\ Hz} 10^{0,1\,(L_f + A_f - APV_f)} \quad \text{ECUACION (3)}$$

donde A_f es la ponderación A en cada octava y L_f el nivel de presión sonora por octava, sin ponderar.
El valor resultante de L_A' debe redondearse al entero más próximo.
Otro aspecto a resaltar es que debido al comportamiento logaritmico de la propagación del ruido, es necesario definir la forma de sumar los diferentes niveles de ruido en cada banda de octavas.
La suma logarítmica se calcula así:

$$L_A' = 10 \log \sum_{f=63\ Hz}^{f=8000\ Hz} 10^{0,1\,L_f} \quad \text{ECUACION (4)}$$

Para comprender de mejor forma la aplicabilidad del método de banda de octavas, es necesario ilustrar los beneficios de esta herramienta que permite calcular la atenuación de el equipo de protección personal.
Para ello se presentan algunos datos que tabulados servirán para ilustrar el efecto de atenuación en las bandas de octavas. La banda de octavas a utilizar será la homologada por la ISO. En la tabla 8 se muestran las ocho frecuencias

homologadas pertenecientes a la banda de octavas ISO con su respectivo valor de decibelios en escala A (L_A), medidos con un decibelímetro integrador. Además se presenta la protección asumida con efectividad de 84% (APV_f) para cada frecuencia.

TABLA 8

Fila	Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	L_A	58,8	68,9	78,4	86,8	90	86,2	83	76,9
2	APV_f	18,5	19,3	22,1	25,3	24,9	28,3	25,7	35,3

Cuando no se posee ningún control sobre una fuente de riesgo de ruido alta, y se hace una medición del ruido con filtro tipo A y asumiendo los valores de la tabla 8 se observaría un espectro como el de la figura 5, para cada frecuencia de la banda de octavas ISO.

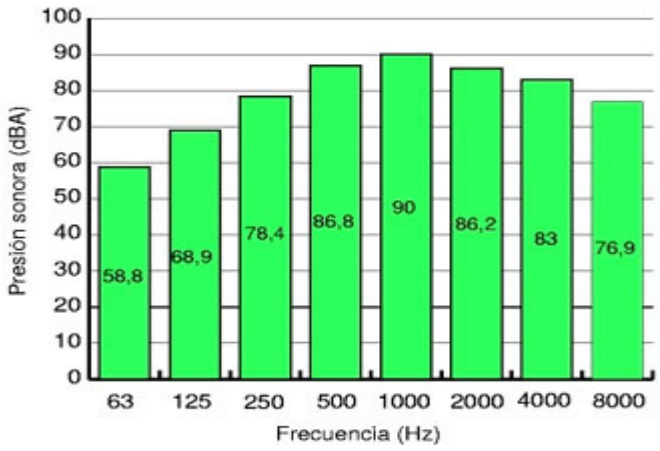


FIGURA 5. ESPECTRO DE FRECUENCIA DE RUIDO MEDIDO CON FILTRO TIPO A.

Al aplicar algun tipo de control, suponiendo para este caso el uso de equipo de protección personal (tapones u orejeras), se observaria una atenuación del ruido percibido por el operario en su puesto de trabajo tal y como aparece en la figura 6, asumiendo un nivel de protección asumida (APV_f) del 84% o lo que es lo mismo, en 84 de cada 100 ocasiones que se use el equipo de protección personal para este caso.

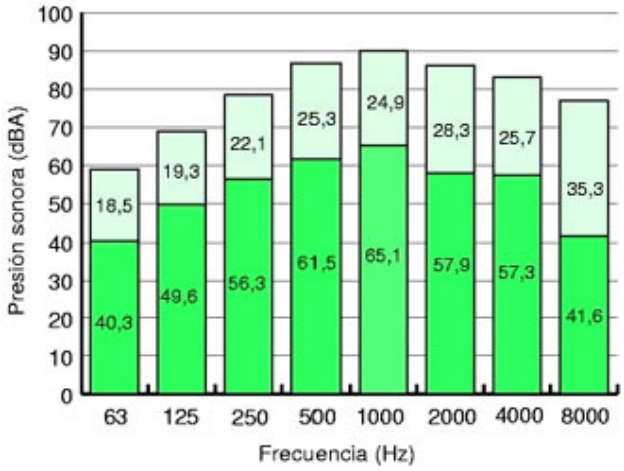


FIGURA 6. ESPECTRO DE FRECUENCIA DE RUIDO MEDIDO CON FILTRO TIPO A CON ATENUACIÓN DEL EPP.

METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACION EFECTIVA DE LOS PROTECTORES AUDITIVOS UTILIZANDO LA BANDA DE OCTAVAS.

Para el uso de equipo de protección personal adecuado a las características requeridas, se necesita de un análisis matemático para determinar los niveles de eficacia esperados, así como los diferentes cálculos de variables que se requieren efectiva d uditivos. F uiere a d av r l . A estra etodologí e para rea .

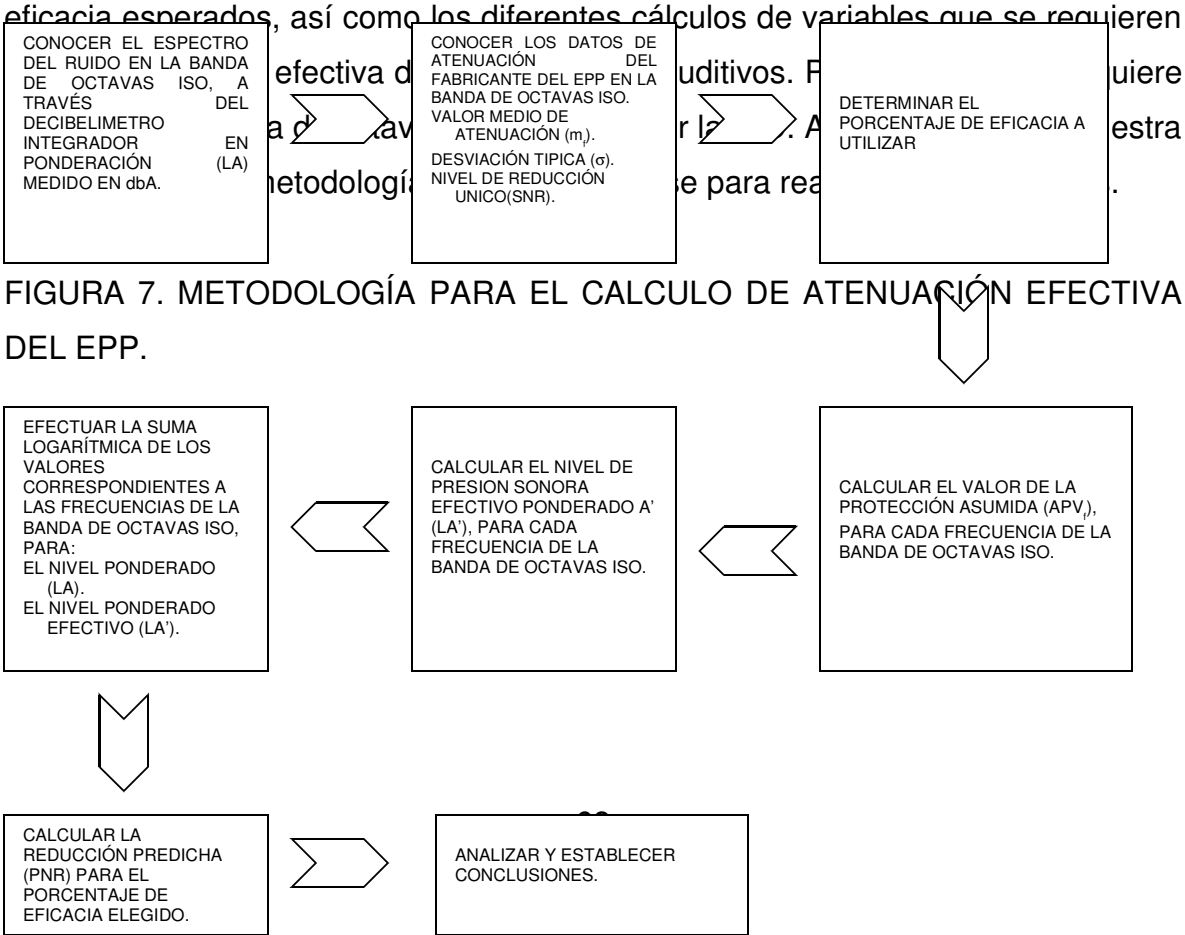


FIGURA 7. METODOLOGÍA PARA EL CALCULO DE ATENUACIÓN EFECTIVA DEL EPP.

TIEMPO DE UTILIZACIÓN DEL PROTECTOR AUDITIVO.

El tiempo de utilización del protector auditivo tiene gran influencia en la protección real que ofrece.

El nivel equivalente diario de presión sonora en un puesto de trabajo, puede calcularse como:

$$L_{AeqT} = \frac{10 \log}{(1/T)} \sum_{n} (T_1 \times 10^{0,1\, L_{Aeq1}} + T_2 \times 10^{0,1\, L_{Aeq2}} + ... + T_n \times 10^{0,1\, L_{Aeqn}}) \qquad \text{ECUACION (5)}$$

Siendo L_{A1}, L_{A2}, ... L_{An} los niveles de presión sonora existentes durante los periodos de tiempo T_1, T_2, ... T_n.

De la misma forma, el cálculo del nivel equivalente (efectivo) durante un tiempo T si durante una parte T' se utiliza un protector auditivo de reducción predicha, PNR, y el resto del tiempo no se utiliza protector alguno, es el siguiente:

$$L_{AeqT} = 10 \log (1/T) \sum_{n} (T \times 10^{0,1\, L_{Aeq,T}} + (T - T') \times 10^{0,1\, L_{Aeq,(T-T')}}) \qquad \text{ECUACION (6)}$$

Para ilustrar la importancia del tiempo de uso de los protectores auditivos se hará uso de la figura 8, en la cual se muestra el nivel de presión sonora equivalente versus el tiempo de utilización del EPP. Puede observarse en ella, que el nivel equivalente diario (efectivo) sólo es igual o menor que 80 dBA, cuando el tiempo de utilización del protector supera el 95% de la jornada de 8 horas.

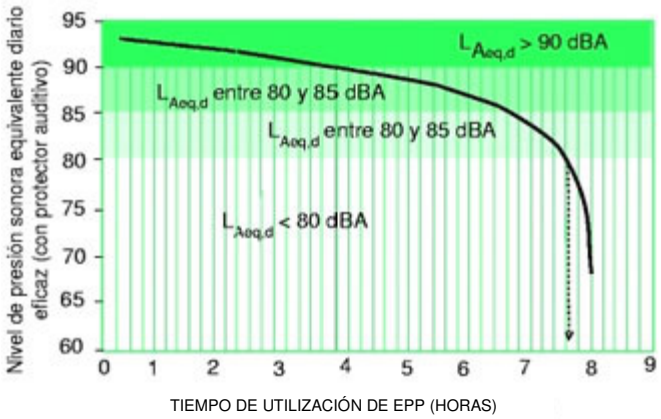


FIGURA 8. Nivel de exposición real, al ruido, al variar el tiempo de utilización del protector auditivo (PNR = 25 dB y LAeq, T = 93 dB)

2.4.3 METODOLOGIAS IEDIM Y SMART.

IEDIM.

Herramienta de Ingeniería que consta de diversas fases, las cuales están dadas por sus siglas, estas fases cumplen las funciones de un circulo de calidad, esta metodología es aplicable en desarrollo de modelos ingenieriles, que permiten dar soluciones integras a través de las siguientes fases:

- Investigar: consiste en recabar todo tipo de información relacionada con el tema en desarrollo.
- Evaluar: en esta fase se depura la información de forma que solo quede la mas relevante y competente a la temática de estudio.

- Desarrollar: en esta fase se diseña un modelo que de solución a un problema planteado con anterioridad.
- Implementar: en esta fase se implementa el modelo en cuestión dando así una alternativa de solución viable para el problema planteado.
- Monitorear: esta es la fase en la que se cierra el circulo de calidad pues es donde se efectúa la mejora continua al modelo propuesto, empezando así nuevamente el circulo de calidad.

SMART.

Herramienta de ingeniería utilizada para la elaboración de formatos de tipificación de riesgos. Para la elaboración de dichos formatos se requiere que se posean datos mínimos que estén incluidos en los campos de la ficha o formato, esta herramienta permite establecer las características que son necesarias para la elaboración de formatos de tipificación de riesgos.

Los formatos deben incluir dentro de sus campos, los siguientes aspectos:

- Actividades Significativas
- Actividades Medibles
- Actividades Alcanzables
- Establecer Responsables
- Establecer Tiempo de Realización.

CAPITULO III

DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

3.1 DETERMINACION DE LA EMPRESA PROTOTIPO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO

Los objetivos de la investigación, dictan los lineamientos bajo los cuales debe seleccionarse la empresa prototipo. Esto implica identificar aquellos parámetros o características que se necesita medir o conocer de la empresa a seleccionar.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Los parámetros establecidos como criterios de selección son los siguientes:

a) Miembro de Asiplastic: Se establece como parte del universo toda aquella empresa miembro de la Asociación Salvadoreña de la Industria del Plástico de El Salvador.
b) Producción Específica: Empresas que se dedican a la fabricación de bolsa plásticas y empaques flexibles.
c) Participación en Mercados Regionales: Empresas que a la fecha se encuentren participando directamente en mercados pertenecientes a México, Centro América o el Caribe.
d) Universo de Productos: Empresas que fabriquen como mínimo cuatro productos distintos.
e) Ubicación geográfica: aquellas empresas que se encuentren ubicadas en el municipio de San Salvador.

De acuerdo a fuentes consultadas en la Asociación Salvadoreña de Industriales (ASI) y a ASIPLASTIC, las empresas que se dedican a la fabricación de bolsa y empaques flexibles son las que se muestran en la tabla 9:

TABLA 9. EMPRESAS A ANALIZAR

EMPRESAS
BEST PLAST, S.A. DE C.V.
EMPAQUES PLASTICOS, S.A. DE C.V. (EMPLASA)
PLASTYMAS
PRODUCTOS PLASTICOS DIVERSOS, S.A. DE C.V. (PROPALDI)
ROTOFLEX
TERMOENCOGIBLES, S.A. DE C.V.

APLICACION DE LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN

CRITERIOS

TABLA 10. APLICACIÓN DE CRITERIOS DE SELECCIÓN EMPRESARIAL.

Empresa	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
BESTPLAST	Si	Si		2	San Salvador
EMPLASA	Si	Si		3	Antiguo Cuscatlan
PLASTYMAS	Si	Si	Centro América	4	San Salvador
PROPALDI	Si	Si		3	Santa Tecla
ROTOFLEX	Si	Si	Centro América	2	Soyapango
TERMO ENCOGIBLES	Si	Si	Centro América	3	Antiguo Cuscatlan

Tomando como base la información de la tabla 10, y aplicando los criterios de selección, se obtiene lo siguiente:

a) Todas las empresas son miembros de ASTPLASTIC.

b) Todas las empresas se dedican a la fabricación de bolsas plásticas y empaques flexibles.

c) Las empresas que exportan a mercados regionales como el centro americano[4] son PLASTYMAS, ROTOFLEX Y TERMO ENCOGIBLES; BEST PLAST Y PROPALDI solo tiene participación en el mercado nacional.

d) PLASTYMAS es el único que ofrece cuatro productos en el mercado, ROTOFLEX, TERMO ENCOGIBLES, BEST PLAST Y PROPALDI ofrecen menos de cuatro productos, es por esto que se limita su participación en el estudio.

e) Respecto a la ubicación BESTPLAST y PLASTYMAS son los únicos que cumplen con el criterio de ubicación geográfica en el municipio de San Salvador.

Luego de aplicar los criterios de selección, la empresa que cumplió con todos los criterios fue PLATYMAS, es por eso que esta será la empresa prototipo.

[4] PAGINA WEB DEL MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES, www.rree.gob.sv/website/promoción47.html

El sector de plásticos es un sector de constante crecimiento dentro del mercado nacional, siendo este un principal factor de selección y de interés de estudio para que se tengan mejores métodos para afrontar los cambios a la modernización y globalización que son tan exigidos en el desarrollo empresarial moderno.

PLASTYMAS, es una empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos dentro del mercado nacional, con pretensiones de participación en otros mercados internacionales, cuenta con mas de 50 años de fundación y operación y posee aproximadamente un 80% de participación en el mercado nacional, siendo así una empresa bastante representativa del sector dedicado a la fabricación de productos plásticos en el territorio nacional de El Salvador. Cuenta además con características requeridas para la realización del modelo de aplicación de la ergonomía psico-física del ruido, por tanto es sustentable la elección de dicha empresa para la aplicación del modelo en desarrollo.

3.4 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

PLASTYMAS de Centroamérica, fue fundada en 1955, como fábrica de productos plásticos y materiales de construcción, PLASTYMAS de Centroamérica, fue pionera en este ramo, no solo en El Salvador, sino en América Central.

Para Cumplir con los requerimientos y expectativas de los clientes, PLASTYMAS de Centroamérica contempla dentro de su Organización una Misión y Visión con el fin de involucrar a todos sus empleados y altas autoridades de la empresa en el cumplimiento de los objetivos del cliente.

MISIÓN.

Ser una empresa líder en el mercado del empaque flexible, siendo altamente competitivos y confiables. Tener una organización eficiente con altos valores morales y éticos para proporcionar a nuestros clientes excelente calidad, precios competitivos y un buen servicio en todos nuestros productos plásticos.

VISIÓN

Llevar nuestros productos y servicios hacia nuevos mercados en la región centroamericana, incorporando nuevos desarrollos en películas monocapas, contando con nueva tecnología y personal altamente capacitado, para siempre ser líderes, teniendo a nuestros clientes satisfechos.

OBJETIVOS

- Ser líder en el mercado Centroamericano del empaque flexible.
- Mantener la calidad de los productos, precios competitivos y buen servicio a nuestros clientes.
- Mantenerse confiables con la calidad de nuestros productos frente a los clientes.

3.5 HISTORIA Y EVOLUCION DE LAS INDUSTRIAS PLASTICAS EN EL SALVADOR.

PLASTYMAS es una empresa que nació de la necesidad de la sustitución de un producto que era la bolsa de celofán.

Debido que a mediados de los 50 llega la noticia a El Salvador que México suspendía los envíos de celofán, ya que había entrado en vigor una ley ecológica que prohibía la fabricación de empaques con materiales de fibra de árboles.

Debido a la gran demanda de bolsas de Polietileno a falta del celofán, no podía ser cubierto el pedido necesario para la sustitución del celofán. Fue entonces cuando los dueños de PLASTYMAS que en esa década se dedicaban a la producción de camisas, tomaron la decisión de realizar la inversión en la compra de la maquina para la fabricación de bolsas de Polietileno y poder a si empacar su producto.

Una vez normalizada la fabricación de bolsas plásticas para autoabastecerse en PLASTYMAS, se recibió un día la visita de un prominente cafetalero que uno de

los propietarios de PLASTYMAS había conocido en cámara de comercio, fue así como surgió el primer pedido que consistía en la fabricación de bolsas para Almácigo de café.

Al crecer la industria de los plásticos, los propietarios de PLASTYMAS, solicitaron a través del INSAFI, la presencia de un técnico especialista para que evaluara la fabrica y recomendara que se pudiera hacer para desarrollar en la mejor forma este tipo de industria. Siguiendo las recomendaciones del experto, los propietarios esta vez con una nueva visión empresarial. Se propuso crear instalaciones para cada uno de los productos, naciendo de esta manera con el transcurrir de los años las grandes empresas que lo transformaron, además de pioneros, en el líder de los plásticos en El Salvador. Con esta nueva concepción, en su oportunidad fueron creadas las organizaciones siguientes:

1. Por 1955, Plásticos y Mas (PLASTYMAS) dedicada a la fabricación de todo tipo de bolsas.
2. En 1965, nacen las instalaciones dedicadas a la fabricación de tuberías de construcción, drenajes y para cables eléctricos.
3. 1970, nace la empresa dedicada a trabajar con Poliestireno expandido con la patente BASF de Alemania.
4. en 1989, se fundaron las instalaciones Polietileno y Flexografia dedicado a fabricar envases de PET.
5. En 1997, nace Polímeros para la construcción, para trabajar Polipaneles.

3.3.1 CLASIFICACIÓN Y ACTIVIDAD ECONOMICA DE LA EMPRESA

ACTIVIDAD ECONOMICA

Dedicada a la fabricación de Productos Plásticos, tales como: bolsas de tamaño deseado y bobinas de todo tipo de plástico y tamaño; ambos productos pueden ser impresos o no impresos.

DEFINICION DEL SECTOR INDUSTRIAL, CLASIFICACION CIIU.

En la clasificación sectorial, la petroquímica no es una rama de la química, tienen productos de varios de ella, o no corresponde de manera unívoca con agrupaciones específicas de la CIIU.

Clasificación Industrial Internacional Uniforme. Las manufacturas plásticas no están catalogadas en un solo grupo de la anterior clasificación internacional. Algunos productos están incluidos en otras categorías como calzado hecho con materiales combinados, muebles y partes para uso directo o utilizados por otras industrias: tejas recubiertas e impregnadas, embarcaciones, juguetes, muñecas y artículos para deporte, maletas, bolsos de mano, carteras y artículos similares de materias plásticas solos o combinados.

Una gama importante de manufacturas plásticas está incluido en la clasificación CIIU 3560 fabricación de productos plásticos.

3.3.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA EMPRESA

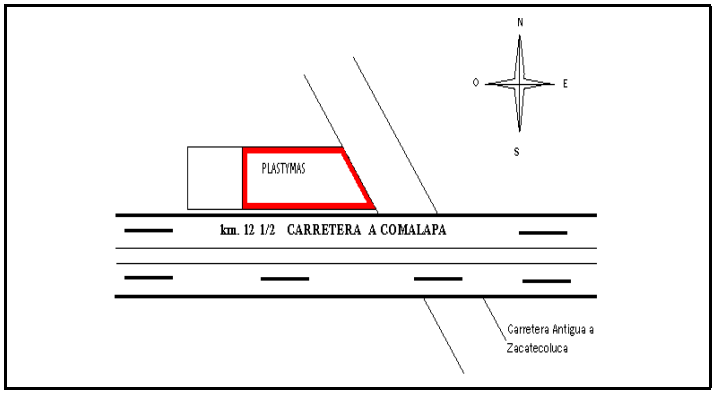
MACROLOCALIZACIÓN

La planta esta diseñada para operar en El país de El Salvador, departamento de San Salvador, específicamente en el Municipio de San Marcos. Eligiendo esta ubicación por cuestiones de confidencialidad.

MICROLOCALIZACIÓN

El terreno se encuentra ubicado en el Km. 12½ de la carretera a Comalapa.

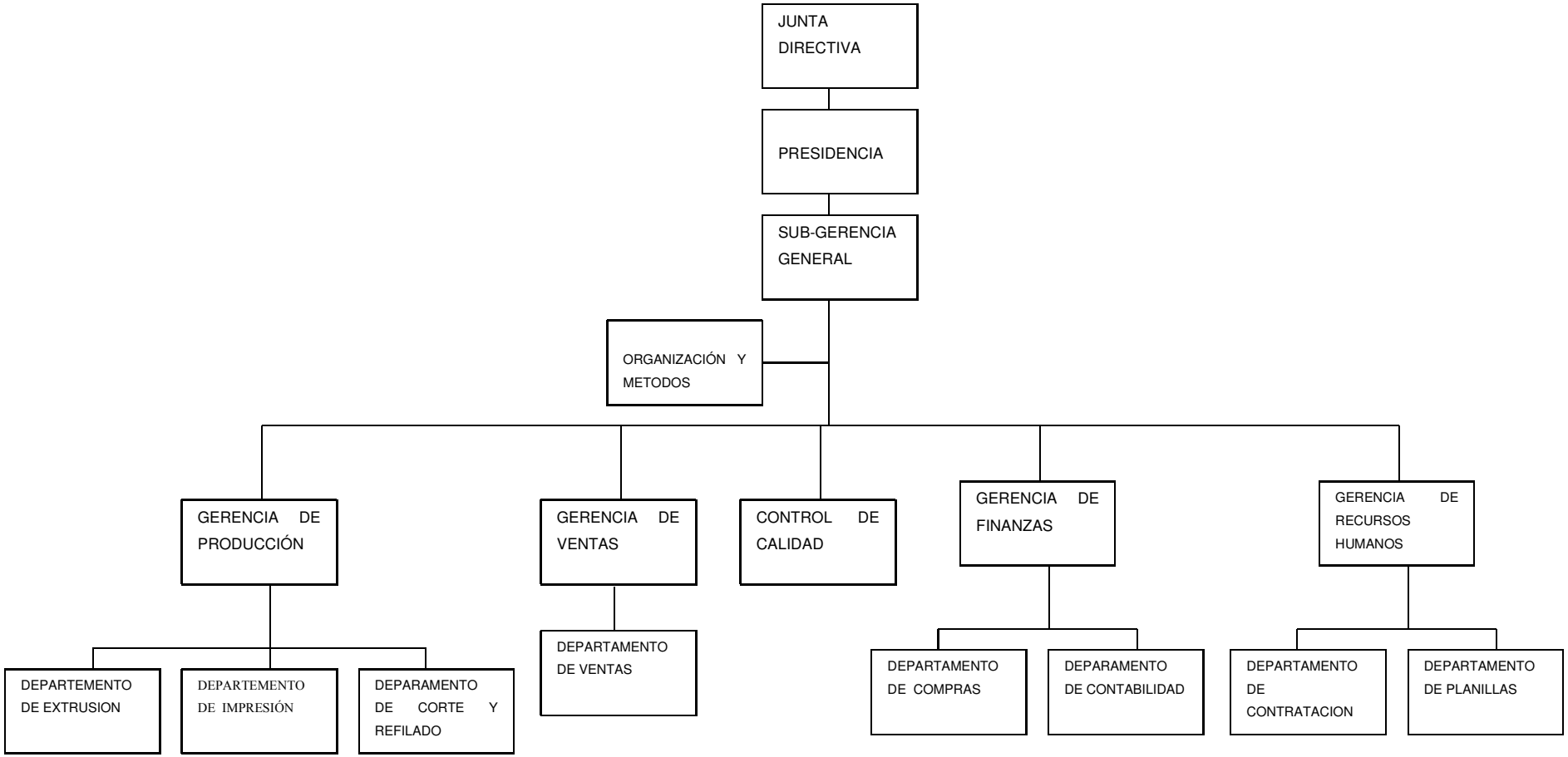
FIGURA 9. MICROLOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA “PLASTYMAS”



3.3.3 ORGANIZACIÓN.

El organigrama es un diagrama representativo de la organización de una empresa, sirve para establecer las funciones, obligaciones y restricciones de cada puesto de trabajo. Con ello se logra una clara visión de las estrategias de organización que una empresa persigue. En la figura 10, se muestra el organigrama que actualmente posee PLASTYMAS, en este diagrama se aprecia que la organización esta regida por la junta directiva, seguida de la presidencia para luego llegar a la sub gerencia general, seguidamente aparece el área de organización y métodos como una dependencia tipo staff. Seguidamente se presentan las diferentes gerencias: producción, de ventas, control de calidad, finanzas y de recursos humanos; para luego pasar al área operativa y de producción.

FIGURA 10. ORGANIGRAMA DE PLASTYMAS



3.4 DISTRIBUCION EN PLANTA DE PLASTYMAS.

A través de la distribución en la planta de PLASTYMAS, se ubicaran gráficamente las maquinas que pertenecen a las áreas que se encuentran contempladas para la realización de la aplicación del modelo de la ergonomía psico-física del ruido en dicha empresa, con esto se evidenciaran factores tales como: proximidad de las maquinas entre si y respecto a las paredes y puertas, facilitando además la visualización del proceso de fabricación que se describirá en este mismo capitulo III. La distribución en planta de PLASTYMAS se muestra en la figura 11.

3.6 MAQUINARIA Y EQUIPO

La maquinaria y equipo utilizado para realizar los procesos de transformación del producto en estudio son:

No.	Nombre	Descripción	Cantidad
1	Extrusora	Realiza la fundición de materia prima y la trasforma en lamina uniforme	24
2	Impresoras	Realiza impresión en bobinas extruidas	6
3	Refiladora	Maquina que extrae bobinas según tamaño especificado	2
4	Desdobladora	Desdobla películas que fueron extruidas en forma de tubo con corte a un lado	1
5	Corte	Maquina que corta película según forma deseada y se obtiene en bolsa	15
6	Molinos	Realizan la transformación de producto terminado en resina recuperada realizan la función del reciclaje.	2
7	Cilos	Mezclan las formulas de las materias primas para producciones determinadas.	2
8	Micrómetro	Aparato utilizado para medir el calibre o espesor de la película o lámina.	6
9	Balanza Analítica	Se utiliza para conocer el peso de las muestras a examinar	1
10	Cintas métricas	Conocer las dimensiones de las bolsas, bobinas o tubo en el proceso de extrusión	15
11	Quick Check	Aparato verificador de código de barras	1

FIGURA 11 DISTRIBUCION EN PLANTA DE PLASTYMAS.

(HACER CLICK PARA OBSERVAR ARCHIVO)

3.6 PROCESO DE FABRICACIÓN.

Es importante que en toda empresa exista la descripción detallada del proceso de fabricación, ya que mediante ella se pueden realizar mejoras al proceso en futuras oportunidades. En PLASTYMAS, el proceso de fabricación de plásticos consta de 3 operaciones que se describen a continuación.

3.6.1 PROCESO DE EXTRUSIÓN

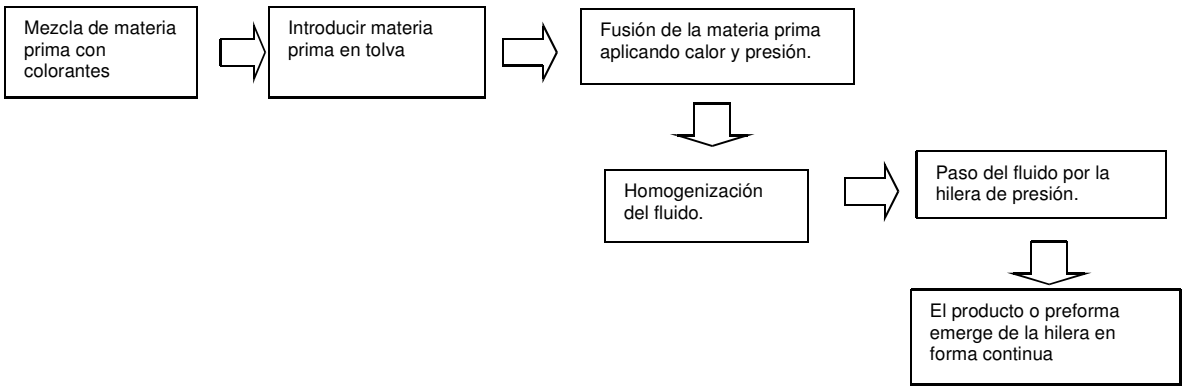


Diagrama 1. Diagrama del proceso de extrusión.

Es un proceso continuo, en el que la resina es fundida por la acción de la temperatura y fricción, la resina es forzada a pasar por un dado a través de un orificio de conformado denominado hilera, que le proporciona una forma definida y enfriada finalmente para evitar deformaciones permanentes. Se fabrican por este proceso, perfiles, películas, manguera, lamina, filamentos y pellets.

La extrusora tiene tres funciones: en primer lugar, extrae el material en gránulos del sistema de alimentación y lo conduce al tiempo que lo comprime, en segundo lugar, mezcla y produce un fundido homogéneo, y, en tercer lugar, desarrolla la presión suficiente para que supere la resistencia al flujo de la hilera abierta, de modo que el perfil emerja de la hilera de forma continua.

Este proceso ha tenido un enorme desarrollo por la elevada producción de láminas.

Características del equipo:

Los polietilenos se pueden extruir en cualquier equipo convencional, buscando siempre obtener la mayor productividad, alto brillo, espesor uniforme y superficies libres de defectos.

a) Husillo y cilindro:

   Los equipos utilizados para fabricar productos como lámina y película de poliestireno son estándar, aunque existen extrusoras provistas de venteo al vacío de dos etapas con las que se logra mejor calidad en la hoja.

b) Dado:

   Todas las superficies interiores del dado deben estar cromadas para minimizar la resistencia al flujo mejorar las características superficiales de la hoja y así, obtener mayor brillo. Los labios de alimentación deben estar altamente pulidos.

c) Perfil de temperatura:

   La temperatura de masa fundida para extruir los polímeros de estireno es de 200 a 230 grados C; debe controlarse perfectamente, ya que si es demasiado baja se tendrán problemas de mala apariencia, perdida de transparencia y brillo superficial pobre.

3.6.3 PROCESO DE IMPRESIÓN

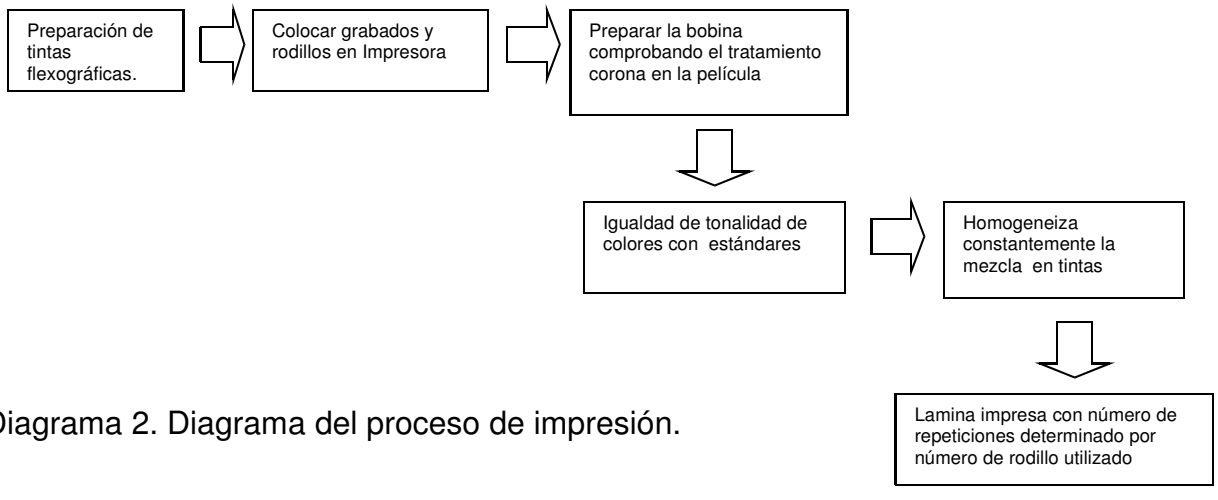


Diagrama 2. Diagrama del proceso de impresión.

El proceso de impresión da inicio con la creación de un arte, el cual es un esquema preliminar del producto, impreso a colores desde un archivo electrónico, diseñado de acuerdo a los requerimientos solicitados por el cliente. Continuando con la creación del montaje, donde nace el fotopolimero con la grabación del diseño en el. El número de fotopolimeros depende del número de colores a utilizar.

El tipo de impresión utilizado en este proceso es impresión flexográfica, una tinta mezclada con agua o solvente, la cual es impregnada en los cilindros para posteriormente ser transferida al grabado y al momento de pasar la película por este, la imagen quede trasferida.

3.6.3. PROCESO DE CORTE Y BOLSEO

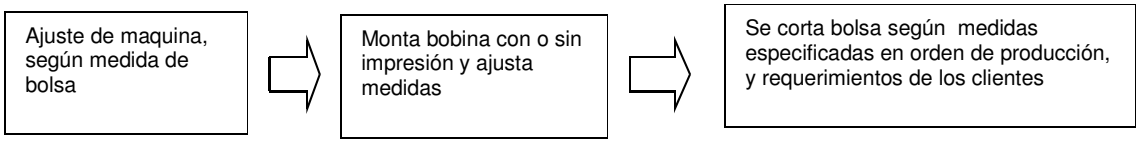


Diagrama 3. Diagrama del proceso de corte y bolseo.

Las bobinas extruidas con o sin impresión pueden ser cortadas según las especificaciones y requerimientos de los clientes mediante el ajuste de las maquinas de corte y bolseo. Considerando variables como tolerancias en medidas, alturas de impresión, resistencia del sello, apariencia de sello, tomando a consideración siempre la utilidad y finalidad del producto.

3.7 DIAGRAMA DE OPERACIONES

Una vez definido el procedimiento de cada uno de los tres procesos básicos con los que cuenta la empresa PLASTYMAS; extrusión, impresión y corte, se procede a la elaboración de los diagramas de operación, que se muestran a continuación en este mismo apartado capitular, por cada uno de los productos que la empresa elabora y se detallan a continuación:

- Bolsas impresas

Da inicio con el proceso de extrusión, las bobinas a las cuales se les aplica un tratamiento corona son llevadas a la maquina impresora convirtiéndose en una bobina extruida–impresa, posteriormente es trasportada al área de corte y bolseo, en donde se le da forma y estilo a la bolsa que se fabrica.

- Bolsas sin impresión

Son bobinas extruidas que no pasan por el proceso de impresión y son transportadas de extrusión al área de corte y bolseo.

- Bobinas impresas

Las bobinas son extruidas e impresas, no son transportadas al área de corte y bolseo, sino al área de refilado en donde son transformadas a bobinas de menor tamaño, según las especificaciones requeridas por el cliente.

- Bobinas sin impresión

Las bobinas que únicamente son extruidas según medidas y espesor especificadas por el cliente, estas son trasportadas directamente al área de despacho para ser enviadas al cliente.

(Para ver Diagrama de Operaciones hacer click)

(Ver Diagrama de Operaciones en Documento Anexo de este mismo Archivo)

(Ver Diagrama de Operaciones en Documento Anexo de este mismo Archivo)

(Ver Diagrama de Operaciones en Documento Anexo de este mismo Archivo)

(Ver Diagrama de Operaciones en Documento Anexo de este mismo Archivo)

(Ver Diagrama de Operaciones en Documento Anexo de este mismo Archivo)

(Ver Diagrama de Operaciones en Documento Anexo de este mismo Archivo)

(Ver Diagrama de Operaciones en Documento Anexo de este mismo Archivo)

3.8 DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PLASTYMAS.

Como ya se menciono anteriormente la planta posee tres procesos básicos de fabricación que son: Extrusión, Impresión y Corte.

Por medio del diagrama de recorrido, que se muestra en la figura 12, se establece la secuencia del proceso y será utilizada para identificar los puntos en donde existen altos niveles de ruido.

Al analizar el diagrama de recorrido, se identifican aquellas áreas en las cuales es necesario una reubicación del equipo en la planta o identificar las zonas en las cuales el empleado se encuentra expuesto a niveles altos de decibelios.

Dentro de la empresa se realizan una diversidad de productos pero para ejemplificar el recorrido de este por toda la planta se ha considerado un producto que cuenta con los tres procesos de fabricación; una bolsa de polietileno impresa.

El proceso da inicio cuando la materia prima, el polietileno de alta o baja densidad es transportado hacia la maquina extrusora y se elabora la bobina en forma de tubo; la bobina es transportada hacia el estante de bobinas extruidas en donde espera a ser trasladada hacia la maquina impresora para posteriormente trasladarla nuevamente hacia el estante de bobinas extruidas e impresas; finalmente las bobinas son enviadas a la maquina de corte y bolseo en donde se obtiene el producto final el cual consiste en una bolsa plástica, esta es empacada, pesada y transportada a la bodega de producto terminado.

FIGURA 12 . DIAGRAMA DE RECORRIDO DE PLATYMAS.

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

3.9 MEDICIÓN DE RUIDO EN PLASTYMAS.

La medición consiste en recoger lecturas en cada puesto de trabajo del nivel sonoro emitido por la maquinaria utilizada y determinar por lugar o puesto de trabajo el nivel sonoro continuo equivalente. El procedimiento a seguir es el sugerido por la "ORDENANZA REGULADORA DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR LA EMISION DE RUIDOS EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR" descrita en el ANEXO 1.

Para realizar las mediciones del ruido emitido por las maquinas se hace uso del siguiente formato en donde se mencionan factores tales como: maquinaria, proceso y finalmente las mediciones tomadas

3.9.1 FORMATO PARA MATRIZ DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO

N°	MAQUINARIA	PROCESO	MEDICION (dBA)
1	IBÁÑEZ 1	EXTRUSORA	88
2	IBÁÑEZ 2	EXTRUSORA	90
3	PLACO 1	EXTRUSORA	82
4	PLACO 2	EXTRUSORA	82
5	TAYLOR	EXTRUSORA	83
6	TECOM	EXTRUSORA	84
7	BANDERA 2	EXTRUSORA	87
8	TR-80	EXTRUSORA	89
9	TR-100-2	EXTRUSORA	86
10	BANDERA 1	EXTRUSORA	85
11	TI-QUATRO	EXTRUSORA	90
12	EV-50	EXTRUSORA	101
13	TG-60	EXTRUSORA	83
14	COVEMA	EXTRUSORA	78
15	MATILA - 4	EXTRUSORA	77
16	MATILA - 3	EXTRUSORA	75
17	MATILA –2	EXTRUSORA	76

FORMATO PARA MATRIZ DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO (CONTINUACIÓN)

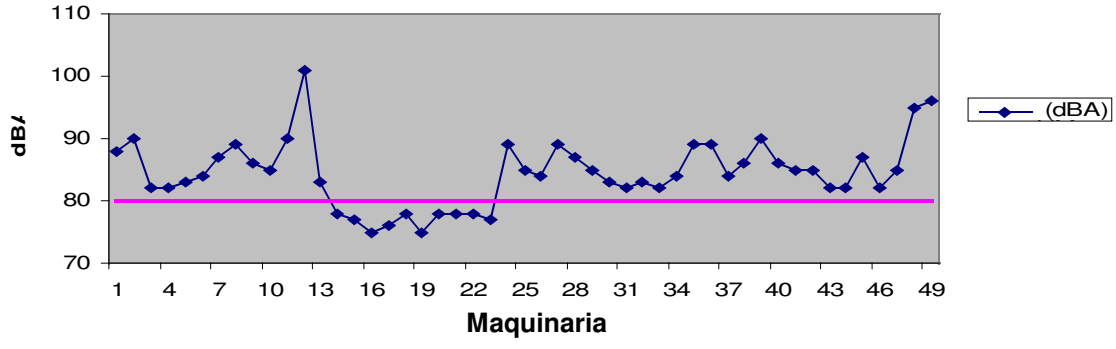
N°	MAQUINARIA	PROCESO	MEDICION (dBA)
18	MATILA –7	EXTRUSORA	78
19	MATILA – 1	EXTRUSORA	75
20	TR-30-1	EXTRUSORA	78

21	TR-30-2	EXTRUSORA	78
22	TR –30-3	EXTRUSORA	78
23	MF – 45	EXTRUSORA	77
24	ANTARES	IMPRESORA	89
25	FLEXO 1	IMPRESORA	85
26	FLEXO 2	IMPRESORA	84
27	TCM	IMPRESORA	89
28	SUPER 55	IMPRESORA	87
29	KLEINA	IMPRESORA	85
30	SHELDAG-5	CORTE Y BOLSEO	83
31	SHELDAG-4	CORTE Y BOLSEO	82
32	SHELDAG-3	CORTE Y BOLSEO	83
33	SHELDAG-2	CORTE Y BOLSEO	82
34	SHELDAG-1	CORTE Y BOLSEO	84
35	LUGMEN 1	CORTE Y BOLSEO	89
36	LUGMEN-2	CORTE Y BOLSEO	89
37	HUDSON 1	CORTE Y BOLSEO	84
38	HUDSON 2	CORTE Y BOLSEO	86
39	ROAN	CORTE Y BOLSEO	90
40	INDEMO 1	CORTE Y BOLSEO	86
41	INDEMO 2	CORTE Y BOLSEO	85
42	INDEMO 3	CORTE Y BOLSEO	85
43	CHINITA 1	CORTE Y BOLSEO	82
44	CHINITA 2	CORTE Y BOLSEO	82
45	ERGON	REFILADORA	87
46	SLITER	REFILADORA	82
47	DESDOBLADORA	DESDOBLADORA	85
48	MOLINO 1	MOLINO	95
49	MOLINO 2	MOLINO	96

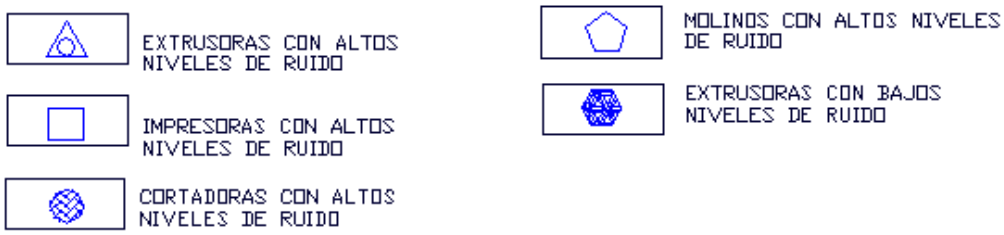
De la matriz anterior, completada con datos para la identificación de fuentes de ruido, se procede a identificar con mayor claridad aquellos valores cuyas mediciones están por encima del valor máximo permisible y determinar las maquinas que serán consideradas como fuentes de ruido según la legislación nacional contemplada en el REGLAMENTO GENERAL DE HIGIENE Y SEGURIDAD EN LOS CENTROS DE TRABAJO; tomando como valor 80 dB para jornadas de 8 horas laboradas.

A partir de las mediciones se genera el siguiente grafico:

GRAFICO 1. REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS MEDICIONES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO

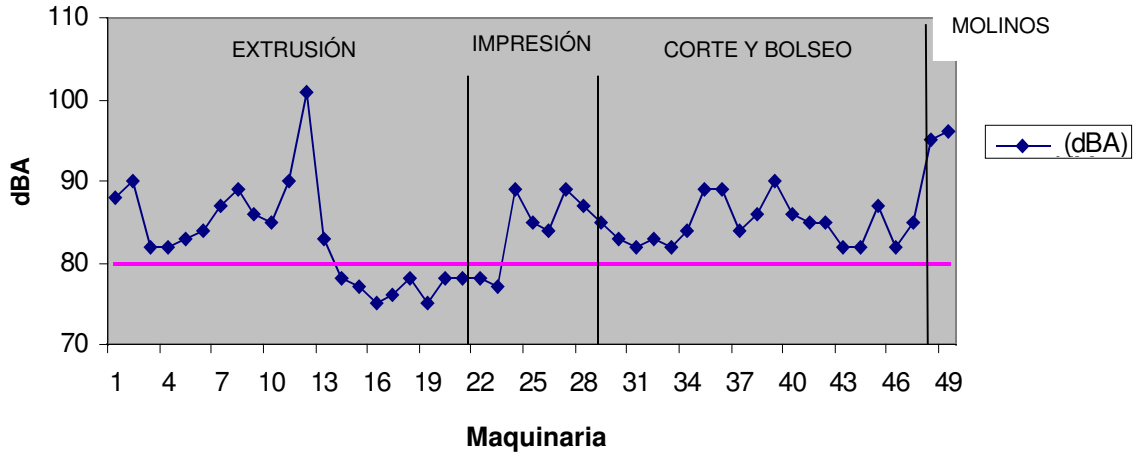


Para efectos de análisis se separan las tres grandes áreas de fabricación incluyendo el área de molinos con las que cuenta la empresa PLASTYMAS, esto se esquematiza en la figura 14, y se utiliza la siguiente nomenclatura establecida por áreas:



para identificar el comportamiento de las mediciones según el área o proceso productivo al que pertenezcan. Estas son representadas en el Grafico 2. Para establecer el comportamiento de las mediciones del ruido en las áreas de trabajo, así como la identificación de aquellas maquinas que debe buscárseles una solución inmediata para la disminución de los decibelios que emiten.

GRAFICO 2. REPRESENTACIÓN GRAFICA DE LAS MEDICIONES SEGÚN ÁREAS DE PRODUCCIÓN.



Del grafico 2 se visualiza que únicamente en extrusión se encuentran las maquinas cuyos niveles de decibelios que emiten se encuentran por debajo del limite de aceptación y esto es debido a que estas maquinas son las que se encuentran aisladas y un poco separadas de las demás, para mayor referencia se visualiza mejor en la figura 14 con el símbolo ( ), además de tratarse de maquinas de mucho menor tamaño en comparación con las demás.

Es evidente que la empresa cuenta con valores por encima de los límites establecidos por las normas internacionales.

Con la toma de mediciones se procede a representarlas en una distribución en planta y elaborar el mapeo de ruido en donde se representara de forma esquemática los niveles de ruido y las maquinas que lo emiten; estos serán analizados para establecer los métodos de control más idóneos para reducir el nivel de ruido deseado.

3.10 ELABORACIÓN DEL MAPEO DE RUIDO

La elaboración del mapeo de ruido tiene la finalidad de representar de forma grafica la ubicación de cada una de las maquinas con los decibeles correspondientes a cada una de ellas, mediante el mapeo de ruido se comprobó la existencia de zonas de riesgo, las cuales son aquellas en la que los niveles de las maquinas son superiores a los 78.24 dBA, correspondientes a una jornada laboral de 12 horas, el calculo para encontrar este nivel de decibeles se definió a través de la siguiente formula:

Limites de decibeles según turno de trabajo (LTT) = 80-10*log(t/8),

donde t = es la duración del turno de trabajo.
Para 12 horas, LTT= 80-10*log(12/8)= 78.24dBA
Este calculo se realizo bajo el criterio de la ISO aplicada a la legislación nacional que sugiere un limite de 80 dBA para una jornada de 8 horas laborales.

Para identificar con mayor claridad las fuentes de ruido, se hace referencia a la figura 13 que muestra la elaboración del mapeo de ruido en este mismo capitulo y la figura 14 ubicación esquemática de los niveles derruido en PLASTYMAS.

FIGURA 13. MAPEO DE RUIDO

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

FIGURA 14. ZONAS CRITICAS DE RIESGO DE RUIDO.

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

9.1 CONCLUSION DEL MAPEO DE RUIDO

Del mapeo de ruido realizado en PLASTYMAS se concluye lo siguiente:

- Por medio de las mediciones se comprobó la existencia de ruido dentro de las instalaciones de la empresa PLASTYMAS; se identificaron 39 maquinas, que equivalen al 80% del total en PLASTYMAS, que sobrepasan los 78.24dBA permisibles para una jornada de 12 horas laborales.

- Las maquinas en las que se realizo las mediciones, no se encontró señalización del peligro de la generación de ruido alto, que justifica la inexistencia formal y documentada de políticas de higiene y seguridad ocupacional, que mitiguen los efectos psico-físicos del ruido.

- En PLASTYMAS no se encontró un sistema de extractores de aire, que como forma alternativa puedan mitigar el ruido a través del cambio constante del flujo de aire.

3.11 SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.11.1 ANALISIS FODA

El análisis FODA, evidencia el estado actual de la empresa tanto en el ámbito externo como en el interno, es decir, evalúa las fortalezas y debilidades (factores internos) luego las oportunidades y amenazas (factores externos). Para el caso particular de la empresa PLASTYMAS, este análisis se obtuvo a partir de:

a) Entrevista directa con el gerente de organización y métodos.
b) Observación directa por parte de los entrevistadores.

a) ENTREVISTA DIRECTA CON EL GERENTE DE ORGANIZACIÓN Y METODOS.

Para obtener la mayor cantidad de información que enriquezca el análisis FODA se pacto una entrevista con el Gerente de Organización y Métodos de PLASTYMAS, ya que es la persona que esta vinculada con la información gerencial y de la empresa.

A continuación se presenta la entrevista que se sostuvo con el gerente de Organización y Métodos de la empresa PLASTYMAS, y su repuesta ante las interrogantes, mencionando que las preguntas se respondieron ampliamente, ya que son de carácter abierto y que los datos que se mencionan como repuesta eran confirmados por el entrevistador a través de documentación o por inspección por parte del entrevistador.

FORMATO DE ENTREVISTA CON GERENTE DE ORGANIZACIÓN Y METODOS DE PLASTYMAS

No	PREGUNTA	OBJETIVO	RESPUESTA
1	¿Cuantos años tiene la empresa PLASTYMAS de haber sido fundada?	Conocer la trayectoria de PLASTYMAS en la historia salvadoreña y en la historia del plástico a nivel nacional.	La empresa PLASTYMAS, es una empresa que fue pionera en la elaboración de productos plásticos, podría decirse que fue la primera en América Central en elaborar un producto alternativo a la bolsa de celofán, debido a la escasez de materia prima en ese tiempo y de buscar un producto para su sustitución.
2	¿Que porcentaje de participación en el mercado salvadoreño posee PLASTYMAS?	Verificar la participación de PLASTYMAS en el mercado salvadoreño evidenciando la posición respecto al resto de empresas del mismo rubro.	PLASTYMAS desde su fundación se ha mantenido como empresa de mucho prestigio y actualmente se cuenta con el 80% de participación dentro del mercado Salvadoreño, y actualmente posee una selectiva cartera de clientes muy distinguidos por lo tanto su presencia dentro del mercado aún se mantiene. Aunque del producto que fabrican únicamente un 20% es para el mercado popular y el 80% es para la industria.
3	¿Realiza PLASTYMAS exportaciones? ¿A que países?	Conocer los mercados internacionales y los mercados potenciales que proyecta PLASTIMAS.	Se han realizado exportaciones a Guatemala, Costa Rica, Nicaragua y Honduras, sin embargo existen mercados potenciales como el Caribe, en los que se planea establecer relaciones comerciales. Con la futura certificación se pretende lograrlo de forma rápida y eficiente.
4	¿Posee PLASTYMAS una planeación estratégica que contenga: misión, visión y objetivos estratégicos?	Conocer el grado de planeacion de todas las actividades, procesos y demás componentes empresariales, con que cuenta PLASTYMAS.	En PLASTYMAS se cuenta con una planeación estratégica la cual contiene: misión, visión, objetivos estratégicos definidos, sin embargo es de aclarar que aun no se tiene implementada en todas las áreas de la empresa. Esto puede beneficiar el avance de la empresa, pues se define hacia donde se quiere dirigir a PLASTYMAS.
5	¿Esta definido el organigrama de PLASTYMAS?	Conocer la estructura organizativa para luego analizarla en función de la ergonomía.	En PLASTYMAS se cuenta con un organigrama definido, en donde se establece el orden jerárquico de todos los puestos de trabajo que existen en PLASTYMAS, esto facilita la delegación de responsabilidades.
6	¿Están definidos dentro de PLASTYMAS planes de mantenimiento, de higiene y seguridad ocupacional, de ergonomía o de salud ocupacional? ¿Si o no? ¿Por que?	Evaluar los planes existentes de higiene y seguridad ocupacional, ergonomía, mantenimiento y salud ocupacional con los que cuenta PLASTYMAS para evaluar el factor de riesgo de ruido.	Actualmente PLASTYMAS no cuenta con planes definidos formalmente, solamente se generan mantenimientos de forma correctiva, es decir, cuando se genera algún fallo en una maquina. Los planes de ergonomía, higiene y seguridad ocupacional se espera establecerlos en el marco de la certificación, ya que algunos clientes tienen como políticas empresariales la comprobación de las buenas practicas de manufactura y lo que concierne a ergonomía, higiene y seguridad ocupacional.
No	PREGUNTA	OBJETIVO	RESPUESTA
7	¿Se han elaborado para PLASTYMAS manuales de	Conocer si PLASTYMAS cuenta con documentación	Los procedimientos que se realizan en el área de fabricación de PLASTYMAS, se saben pues se han

	procedimientos y de operaciones? ¿Si o no? ¿Por que?	acerca de los procedimientos y operaciones que se realizan en la empresa, identificando los puestos de trabajo.	hecho de la misma manera desde hace mucho tiempo, solamente se ha adaptado la tecnología a las demandas, pero no existe una documentación formal que sirva como manual de procedimientos u operaciones.
8	¿Cuales son los procesos de fabricación que PLASTYMAS posee?	Conocer los procesos de fabricación que ejecuta PLASTYMAS identificando la maquinaria y equipo involucrado.	Básicamente se resume en cuatro categorías: • Extrusión • Extrusión-impresión-refilado • Extrusión-corte • Extrusión-impresión-corte Que son los cuatro tipos de productos que PLASTYMAS fabrica para la diversidad de clientes.
9	¿Que tipo de tecnología posee PLASTYMAS tanto en maquinaria y equipo como en procesos y en materia prima?	Identificar el grado tecnológico con que cuenta PLASTYMAS en sus procesos de fabricación y en el uso de la materia prima, conociendo además la maquinaria y equipo involucrado en tales procesos.	La tecnología que PLASTYMAS posee es la tecnología de punta, actualmente cuenta con maquinaria cuyo funcionamiento es automatizado, la ultima extrusora que se ha obtenido (TI QUATRO), es la mejor a nivel latinoamericano, la maquinaria generalmente se compra en Italia. Referente a la materia prima, PLASTYMAS tiene relaciones directas con las petroquímicas, esto permite estar a la vanguardia de las mejores materias prima, por ejemplo si en una petroquímica se descubre una nueva resina con mejores propiedades o con propiedades que se demanden en el mercado, pues será PLASTYMAS la primera en ofertarlo, debido a esta estrecha relación.
10	¿Posee PLASTYMAS convenios tecnológicos? ¿De que tipo? ¿Con quienes?	Conocer las relaciones tecnológicas o algún tipo de alianza estratégica con que cuenta PLASTYMAS.	La ventaja de ser una empresa grande a nivel nacional y regional, permite establecer vínculos tecnológicos con proveedores de gran credibilidad y experiencia, esto se refleja en la satisfacción del cliente, ya que los productos que demanda el cliente son personalizados a sus demandas.
11	¿Cuenta PLASTYMAS con convenios de capacitación para el personal con otras instituciones? ¿Que tipo de capacitaciones? ¿Que tipo de convenios? ¿Con que instituciones?	Identificar los planes de capacitación para el personal con los que cuenta PLASTYMAS, evidenciando la existencia de planes de capacitación referentes al ruido y al manejo de los equipos de protección personal general así como los utilizados para protección contra el ruido.	En el área de elaboración de productos plásticos, se establecen vínculos directos con la Universidad Don Bosco, la cual brinda capacitaciones a los empleados de PLASTYMAS, respecto a los procesos de fabricación, esto facilita el uso de la maquinaria de alta tecnología. Se cuenta además con certificaciones a través de INSAFORP.
No	PREGUNTA	OBJETIVO	RESPUESTA
12	¿Se cuenta en PLASTYMAS con procedimientos que favorezcan el medio ambiente?	Existen factores que armonicen la relación de PLASTYMAS con el medio ambiente.	Se ha incorporado a los procesos de fabricación el proceso de reciclaje de los desperdicios que se generan en PLASTYMAS, esto beneficia grandemente al medio ambiente salvadoreño. Cabe

			mencionar que el material que se recicla también se compra a otros países como México y Estados Unidos, para reprocesarlos en los molinos que luego se transforman en materia prima que alimenta el proceso de fabricaron.
13	¿Es PLASTYMAS miembro de algún gremio que represente el sector manufacturero en la fabricación de plásticos? ¿Desde cuando? ¿Que gremio?	Conocer las relaciones gremiales que fortalezcan a PLASTYMAS.	PLASTYMAS es miembro de ASIPLASTIC, organismo que representa a la industria salvadoreña del plástico, además fue por iniciativa de PLASTYMAS que se creo este gremio tomando parte en la junta fundadora de ASIPLASTIC.
14	¿Que factores limitan el avance pleno de la empresa PLASTYMAS? ¿Por que?	Analizar los factores que detengan el avance de PLASTYMAS a nivel empresarial.	Los altos aranceles que se cancelan referentes a la energía eléctrica como a la mano de obra generan un avance lento y se le suma a esto las dificultades crediticias por parte de la banca salvadoreña.
15	¿Que tipo de relación posee PLASTYMAS con su cartera de clientes? ¿De que forma se realizan los pedidos?	Conocer de qué forma PLASTYMAS cumple con las necesidades de su cartera de clientes y bajo que criterios se producen los artículos fabricados respecto a la diversidad de clientes.	La atención al cliente es bastante personalizada, a tal grado que algunos clientes tienen su propia línea de fabricación dentro de PLASTYMAS, pues los productos son totalmente al gusto del cliente con el soporte siempre del personal de PLASTYMAS.

b) OBSERVACIÓN DIRECTA POR LOS ENTREVISTADORES.

Por medio de observación directa se comprobó que en efecto la empresa cuenta con un departamento de Mantenimiento pero que no existen procedimientos documentados sobre las revisiones periódicas a las maquinas, sí realizan revisiones pero cuando estas son reportadas por producción, es decir de forma correctiva.

La empresa cuenta con un comité de mejora continua el cual se encarga de realizar actividades y mantener señalizado e identificado algunas áreas de la planta con el fin de informar al operario sobre aspectos de calidad y de seguridad industrial; este es un comité cuya formación es muy resiente por lo tanto aún no cuentan con políticas de seguridad e higiene ocupacional y en especial con tópicos relacionados a la disminución del ruido.

Por medio de la inspección realizada en la empresa PLASTYMAS. Se descubrieron otros aspectos de especial interés, los cuales se detallan a continuación:

- Se observo que no cuentan con ningún método de control para minimizar el ruido.
- Dentro de los planes a futuro para la empresa, aún no han contemplado la posibilidad de incluir dentro de su planta estructuras para el control de la propagación del ruido como por ejemplo: no se encontró la existencia de extractores de aire, barreras aislantes y materiales absorbentes.
- Con ayuda del personal de mantenimiento se corroboro que las maquinas en su inicio contaron con silenciadores pero que después estos no fueron sustituidos.
- Con respecto a la tecnología con la que cuenta la empresa, esta planta posee 30 maquinas cuyo funcionamiento es automatizado, se observaron 18 en el área de extrusión, 4 en el área de impresión y 8 en el área de corte y bolseo, actualmente poseen una extrusora, cuya tecnología es única a nivel Latinoamericano su inversión es a consecuencia del mejoramiento de los procesos y la innovación en la maquinaria que poseen.

ANÁLISIS FODA.

FACTORES INTERNOS.

FORTALEZAS	DEBILIDADES.
Posee una planeación estratégica. (misión, visión, objetivos estratégicos)	No existe manual de procedimientos de operación.
Posee organigrama	
Mas de 50 años de experiencia y participación en el mercado salvadoreño	
Reciclaje	No existe plan de mantenimiento documentado, ni autorizado por la gerencia.
Empresa integral que posee los cuatros procesos básicos de fabricación de bolsas, vendiéndolos por separados: • extrusión, • extrusión-impresión-refilado, • extrusión-corte • extrusión-impresión-corte	
61% de tecnología de punta comparada a nivel regional e internacional.	
Personalización de pedidos y productos para la cartera de clientes que poseen.	No existen procedimientos documentados sobre aplicaciones de los planes de higiene, seguridad, ergonomía, ni de salud ocupacional.
Manufactura flexible	
Líder en calidad y desarrollo de películas de plástico personalizadas para la cartera de clientes	
Aproximadamente un 80% de participación en el mercado salvadoreño: • 5% mercado popular • 75% mercado industrial	No se encuentra documentación sobre políticas de higiene y seguridad ocupacional.
Planes de capacitación al personal	
Certificación de INSAFORP	

FACTORES EXTERNOS.

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
Exportaciones a Guatemala, Costa Rica, Nicaragua y Honduras.	No existen planes de financiamiento o de créditos para la empresa.
Mercados potenciales (Caribe)	
Excelentes relaciones con industrias petroquímicas.	
Cooperación tecnológica entre petroquímicas y empresa para brindarle mayor calidad a los productos.	Altos aranceles por pago de servicios de alumbrado eléctrico
Futura Certificación ISO	
Participación en gremios industriales de empresas dedicadas a la fabricación de productos plásticos.	Alto costo de mano de obra en comparación a la región.
Armonía con el medio ambiente en el área de reciclaje.	

MATRIZ FODA.

Establecido el análisis FODA se procede a generar la matriz FODA, en donde se establecen concretamente estrategias que estén basadas en factores internos y externos.

F ACTORES INTERNOS / FACTORES EXTERNOS	LISTA DE FORTALEZAS F1. Alto porcentaje de tecnología de punta comparada a nivel regional e internacional. F2. Planes de capacitación al personal	LISTA DE DEBILIDADES D1. No existen políticas de higiene y seguridad. D2. No existe plan de mantenimiento D3. No existen aplicaciones de los planes de higiene, seguridad, ergonomía ni de salud ocupacional.
LISTA DE OPORTUNIDADES O1. Futura Certificación ISO O2. Participación en gremios industriales de empresas dedicadas a la fabricación de productos plásticos.	FO (Maxi-Maxi) Estrategia para maximizar tanto las F como las O. 1. Fortalecer el Programa de Capacitación al personal incluyendo charlas de Ergonomía para mejorar la productividad de la empresa, y contribuir al crecimiento de la misma, manteniendo siempre el recurso más valioso: el personal que la conforman.	DO (Mini-Maxi) Estrategia para minimizar las D y maximizar las O. 1. Fomentar programas de inducción a temas de interés sobre mantenimiento y utilización adecuada del equipo de protección personal, con el fin de mejorar la participación en el mercado al convertirse en una empresa mucho más competitiva.
LISTA DE AMENAZAS A1. No existen planes de financiamiento o de créditos para la empresa.	FA (Maxi-Mini) Estrategia para maximizar F y minimizar A. 1. Crear programas que como objetivo final tenga la motivación del personal. 2. Desarrollar actividades que promuevan el deseo de superación a través de la capacitación del personal ya que se cuenta con tecnología de punta dentro de la empresa.	DA (Mini-Mini) Estrategia para minimizar tanto las A como las D. 1. Crear un reglamento interno para controlar variables que puedan afectar el proceso productivo de la empresa. 2. Crea, desarrollar y mejorar programas para concienciar al personal sobre la importancia del mantenimiento y prácticas de higiene y seguridad ocupacional.

CONCLUSIÓN DEL ANALISIS FODA.

- En la entrevista sostenida con el Gerente de Organización y Métodos se menciono la existencia de alta tecnología de punta dentro de la empresa, lo cual se corroboro por medio de la observación directa, posee dentro de su inventario 30 maquinas cuyo proceso es automatizado; esta maquinaria permite satisfacer las necesidades y expectativas de los cliente, tanto a nivel nacional como regional y le permite a la empresa obtener mayor participación y competencia dentro del mercado.
- No se encontró ningún tipo de control para la mitigación del riesgo que genera el ruido, tales como: barreras aislantes, materiales fonoabsorbentes, así como también no todo el personal utiliza su equipo de protección personal auditivo.
- PLASTYMAS no cuenta con procedimientos documentados y autorizados por la gerencia, para la realización de planes de mantenimiento que sirvan para mantener en correcto funcionamiento las maquinas y de esta forma poder evitar la generación de ruido por falta de manteniendo. Al no contar con procedimientos documentados, se evidencia que la empresa no ha considerado la creación de políticas internas que traten tópicos referentes a la reducción del ruido en el puesto de trabajo, incluyendo medidas para reducir cualquier tipo de riesgo con normas de higiene y seguridad ocupacionales, que velen por el mejoramiento de las condiciones laborales de los empleados.
- En el aspecto ambiental, PLASTYMAS trabaja con un principio de armonía con el medio ambiente al trabajar con producto reciclado, siendo este un punto importante a su favor en el proceso de certificación.
- A través del reciclaje, PLASTYMAS se favorece en la reducción de costos de fabricación, siendo esta una gran oportunidad de aumentar la participación en el mercado nacional y concretar la participación en mercados regionales.

CONCLUSIÓN CAPITULAR (III)

- La empresa es representativa dentro del mercado en el cual compite, posee áreas que potencialmente son una ventaja competitiva, por ejemplo el uso eficaz de la alta tecnología, además posee aspectos que frenan su desempeño tal es el caso de la elaboración de procedimientos documentados y el cumplimiento de las normas, que son importantes en el proceso de certificación.

- Los efectos psico-físicos del ruido no se han contemplado en PLASTYMAS de manera formal y documentada, ya que no se aplica ningún tipo de control de mitigacion del ruido a las fuentes generadoras de ruido perceptible y no cuenta con un reglamento interno referente a aplicaciones de planes de higiene y seguridad ocupacional que ayuden a reducir el riesgo de exposición a las fuentes de ruido, partiendo del hecho que se identifico la ausencia de un inventario de manera formal y documentada referente al equipo de protección personal, esto genera una potencial lesión auditiva que se verán manifestadas a través de los efectos psico-físicos del ruido.

- La presencia de ruido en la planta emitida por el 80% de la maquinaria, sobrepasan los niveles máximos de aceptación, lo cual será el punto de partida para la elaboración y aplicación del modelo, el cual mediante un análisis se determinan los métodos de control idóneos para minimizar aquellas fuentes consideradas como riesgo alto para los trabajadores y las cuales fueron identificadas por medio de la elaboración del Mapeo de Ruido.

CAPITULO IV
INVESTIGACIÓN DE CAMPO

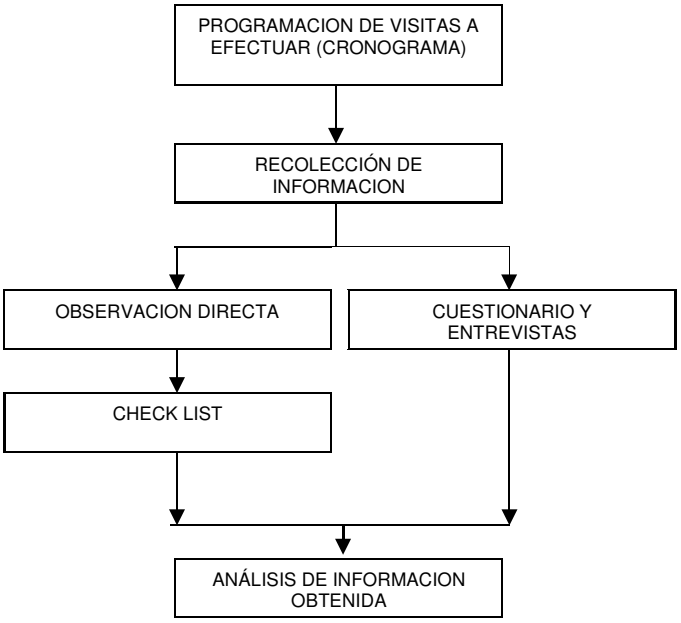
Identificado la condición actual de ruido dentro de la empresa, además de analizarlo en función de la maquinaria que poseen, también debe investigarse, desde el enfoque del empleado en su puesto de trabajo, si tienen conocimiento del impacto psico-físico que puede generar el estar expuestos a decibelios por encima de los valores máximos permisibles. Para conocer todos estos aspectos, se ha desarrollado una metodología de investigación, la cual será la guía a seguir para obtener toda la información necesaria para la investigación de campo.

4.2 METODOLOGIA DE INVESTIGACIÓN

Para obtener la mayor cantidad de información importante, dentro de la realización del modelo de aplicaron de la ergonomía psico física del ruido, es necesario definir el procedimiento que se utilizara para la recolección, procesamiento y análisis de la misma. Se han tomado en cuenta diversas herramientas y técnicas para la obtención de dicha información, tales como: observación directa a través de visitas técnicas, cuestionarios y entrevistas y documentación bibliográfica.

A continuación se presenta una diagramación del proceso que se seguirá para la obtención de información en la etapa de investigación.

FIGURA 15. METODOLOGIA DE INVESTIGACION



4.1.1 PROGRAMACION DE VISITAS A EFECTUAR (CRONOGRAMA)

Para conocer información referente a la empresa PLASTYMAS respecto a las áreas que conciernen al tema de investigación, se han planteado las diversas entrevistas y visitas que se realizaran en dicha empresa. Para ello se ha utilizado el cronograma que se propuso para el desarrollo del trabajo de graduación, este incluye no solamente la programación de visitas y de entrevistas sino además se sugiere la programación cronológica de las actividades requeridas para el desarrollo del trabajo de graduación. Este cronograma se muestra en el ANEXO 2

4.1.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACION.

En esta etapa se busca toda la información que este disponible utilizando cualquier método didáctico para la recolección como: bibliograficas, internet, revistas, manuales, documentos relacionados al tema, etc. Para luego proceder a la clasificación de la misma generando así un banco de información depurada que posteriormente se fusionará según se estime necesario con el fin de tener información que respalde el proceso del desarrollo de la investigación. Esta información ha sido utilizada desde el capitulo uno que concierne a las generalidades de este documento, además en las etapas de marco teórico, diagnostico de la empresa prototipo así mismo en la investigación de campo de este mismo documento.

4.1.2.1 OBSERVACION

El método de observación será utilizado para el estudio del ruido en la empresa prototipo, este se llevara acabo mediante visitas que se realizaran al área de fabricación y servicios auxiliares, para poder identificar la condiciones a las que se encuentran expuestos los trabajadores y las medidas que la empresa a realizado para el control del ruido.

Esta información será tomada por medio de la observación directa en cada una de las maquinas en los diferentes procesos y será almacenada en una lista de chequeo, la cual contendrá todas la posibles medidas de control para la disminución del riesgo a la exposición del ruido.

CHECK LIST (LISTA DE CHEQUEO)

El CHECK LIST es un formato que será utilizado para la verificación de información en las maquinarias pertenecientes a los proceso de fabricación y servicios auxiliares de PLASTYMAS, este posee un numero de casillas en las cuales se introduce la información requerida, las cuales catalogamos como generalidades (Maquinaria y Descripción), identificación de ruido(ruido perceptible y ruido no perceptible) y métodos de control para la disminución de ruido(barreras aislantes, silenciadores, hojas de mantenimiento y equipo de protección personal).

El nombre que se le dio a la lista de chequeo para la realización de obtención de la información es MATRIZ DE REGISTRO DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO (ver ANEXO 3).

OBJETIVO DE MATRIZ DE REGISTRO DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO:

Es poder obtener y recolectar información respecto a la percepción del ruido, así como también de la existencia de la aplicación de métodos de control para la disminución y eliminación del ruido, todo esto a través de la verificación de los datos que contiene la matriz en un turno de trabajo de PLASTYMAS elegido al azar.

A continuación se realiza la descripción de la forma en que será llenado el check list:

- GENERALIDADES
  - Maquinaria: en esta casilla será colocado el nombre de la maquinaria a la cual se le esta realizando la verificación.
  - Descripción: en esta casilla se obtendrá la información acerca del proceso que realiza la maquinaria.

- IDENTIFICACIÓN DE RUIDO
  - Ruido perceptible: se marcara o colocara un cheque en esta casilla si los niveles de ruido son altos en esta maquinaria.
  - Ruido no perceptible: se marcara o colocara un cheque en esta casilla si no se perciben niveles de ruido en esta maquinaria.

- MÉTODOS DE CONTROL PARA LA DISMINUCIÓN DE RUIDO
  - Barreras aislantes: se marcara o colocara un cheque en esta casilla si el ruido en esta maquinaria esta siendo controlado a través de barreras aislantes.
  - Silenciadores: se marcara o colocara un cheque en esta casilla si el ruido en esta maquinaria esta siendo controlado a través del uso de silenciadores.
  - Hojas de mantenimiento: se marcara o colocara un cheque en esta casilla si existe la hoja de control de mantenimiento en esta maquinaria, ya que el ruido puede generase en una maquina por la falta de mantenimiento.
  - Equipo de protección personal: se marcara o colocara un cheque en esta casilla si el operador de la maquinaria esta utilizando orejeras o tapones para atenuar el ruido.

Definida la descripción de los campos a llenar en la lista de chequeo o matriz de registro de datos para la identificación de fuentes de ruido, se procede a completar dicho formato, tal como se muestra a continuación.

MATRIZ DE REGISTRO DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO

GENERALIDADES		IDENTIFICACION DE RUIDO		METODOS DE CONTROL DE RUIDO			
MAQUINARIA	DESCRIPCION	RUIDO PERCEPTIBLE	RUIDO NO PERCEPTIBLE	BARRERAS AISLANTES	SILENCIADORES	HOJA DE MANTENIMIENTO	EPP
IBÁÑEZ 1	EXTRUSORA		—	—	—	—	
IBÁÑEZ 2	EXTRUSORA		—	—	—	—	
PLACO 1	EXTRUSORA		—	—	—	—	
PLACO 2	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
TAYLOR	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
TECOM	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
BANDERA 2	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
TR-80	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
TR-100-2	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
BANDERA 1	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	✓
TI-QUATRO	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	✓
EV-50	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	✓
TG-60	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
COVEMA	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
MATILA - 4	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
MATILA - 3	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
MATILA – 2	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
MATILA –7	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
MATILA – 1	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
TR-30-1	EXTRUSORA	✓	—	—	—	—	
TR-30-2	EXTRUSORA	✓					
		✓					
		✓					
		✓					

MATRIZ DE REGISTRO DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO

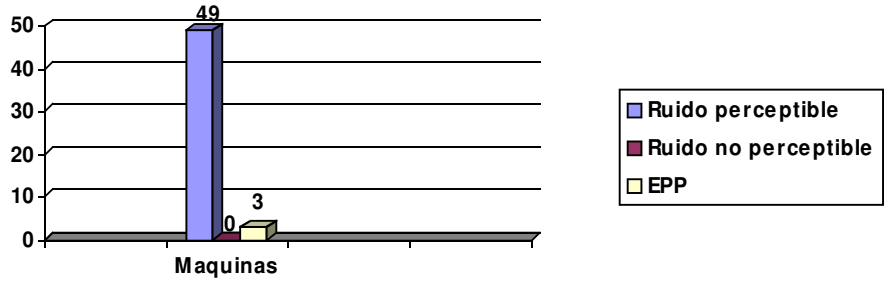
GENERALIDADES		IDENTIFICACION DE RUIDO		METODOS DE CONTROL DE RUIDO			
MAQUINARIA	DESCRIPCION	√ RUIDO PERCEPTIBLE	— RUIDO NO PERCEPTIBLE	— BARRERAS AISLANTES	— SILENCIADORES	— HOJA DE MANTENIMIENTO	EPP
TR –30-3	EXTRUSORA	√	—	—	—	—	—
MF – 45	EXTRUSORA	√	—	—	—	—	—
ANTARES	IMPRESORA	√	—	—	—	—	—
FLEXO1	IMPRESORA	√	—	—	—	—	—
FLEXO2	IMPRESORA	√	—	—	—	—	—
TCM	IMPRESORA	√	—	—	—	—	—
SUPER 55	IMPRESORA	√	—	—	—	—	—
KLEINA	IMPRESORA	√	—	—	—	—	—
SHELDAG-5	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
SHELDAG-4	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
SHELDAG-3	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
SHELDAG-2	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
SHELDAG-1	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
LUGMEN 1	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
LUGMEN-2	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
HUDSON 1	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
HUDSON 2	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
ROAN	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
INDEMO 1	CORTE Y BOLSEO	√	—	—	—	—	—
INDEMO 2	CORTE Y BOLSEO						—

MATRIZ DE REGISTRO DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO

GENERALIDADES		IDENTIFICACION DE RUIDO		METODOS DE CONTROL DE RUIDO			
MAQUINARIA	DESCRIPCION	RUIDO PERCEPTIBLE	RUIDO NO PERCEPTIBLE	BARRERAS AISLANTES	SILENCIADORES	HOJA DE MANTENIMIENTO	EPP
INDEMO 3	CORTE Y BOLSEO		—	—	—	—	—
CHINITA 1	CORTE Y BOLSEO	✓	—	—	—	—	—
CHINITA 2	CORTE Y BOLSEO	✓	—	—	—	—	—
ERGON	REFILADORA	✓	—	—	—	—	—
SLITER	REFILADORA	✓	—	—	—	—	—
DESDOBLADORA	DESDOBLADORA	✓					—
		✓					

Para representar de una forma más clara los resultados obtenidos de la matriz de registro de datos para la identificación de las fuentes de riesgo de ruido, obtenidos mediante el check List, se genera el siguiente grafico:

GRAFICO 4. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA MATRIZ DE REGISTRO DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RIESGO.



El check List fue llenado por observación directa y en un turno de trabajo. Lo mas importante y fundamental de resaltar es que todas las maquinas emiten ruidos que se consideran como perceptibles, en los puestos de trabajo no existe evidencia de la existencia de una programación para la revisión periódica de las maquinas por lo que no se encontró ningún método de control que se utilice para mitigar el riesgo del ruido al que se encuentran expuestos los empleados.

Únicamente en tres maquinas se encontró al trabajador utilizando su equipo de protección auditivo.

CONCLUSIONES DE MATRIZ DE REGISTRO DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO.

De la matriz de registro de datos para la identificación de fuentes de ruido se concluye lo siguiente:

- Mediante la observación directa se evaluaron las 49 maquinas de PLASTYMAS a través de la matriz de registro de datos para la identificación de fuentes de ruido.

- También se determino que no se toman en cuenta los métodos de control del ruido, como lo son el uso de las barreras aislantes y silenciadores para poder disminuir el ruido al que se encuentran expuestos los trabajadores.

- No se encontró hoja de control de mantenimiento en las maquinarias esto da la pauta para poder determinar que no se realiza un mantenimiento preventivo, incidiendo esto en el incremento en los niveles de ruido en los puestos de trabajo.

- Se comprobó que la mayoría de operarios no poseen orejeras o tapones para la atenuación de ruido en sus puestos de trabajo.

4.1.2.2 ENTREVISTAS

Las entrevistas se emplean para reunir información proveniente de Personas o grupos, se obtiene conversando con el encuestado o mediante el uso de la técnica del cuestionario.

Para la realización de las entrevistas se debe coordinar previamente la fecha y hora, realizando un plan de agenda en el cual se hace un punteo del objetivo de la entrevista.

Para realizar las entrevistas, conviene llevar preparado un cuestionario. En términos generales, un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas presentadas a una persona para su respuesta. La forma de la pregunta puede influir en las respuestas, por lo que hay que planearlas cuidadosamente.

Las preguntas suelen distinguirse en dos categorías: abiertas y cerradas. Para el presente estudio serán utilizadas las preguntas cerradas que permitan la tabulación de los resultados.

4.1.2.2.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

- El tiempo de exposición al ruido del trabajador.
- El conocimiento o comprensión de los empleados al ruido al que están expuesto.
- La edad y el sexo del encuestado.
- El ruido al que esta siendo expuesto el trabajador.
- Verificar el uso de los controles de ingeniería.

4.1.2.2.2 DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

DETERMINACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA.

Para la realización de las entrevista es necesario realizar la determinación del universo de estudio y el tamaño de la muestra.

Como se determino en una de las limitaciones, el estudio será realizado solamente en el área de fabricación y tareas auxiliares, es por esto que se hará uso del muestreo probabilístico en el cual se determina el tamaño de la muestra utilizando la formula para un universo finito[1].

Tomando en cuenta que el número total de empleados es de 225; constituyendo esto nuestro universo.

La formula a utilizar para el calculo del tamaño de la muestra, para una población finita es la siguiente:

$$\eta = \frac{Z^2_{\alpha} \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2 (N-1) + Z^2_{\alpha} \cdot p \cdot q}$$

Donde:

H	Tamaño de la muestra
N	Tamaño de la población
Z	Valor correspondiente a la distribución de Gauss 1.96 para a= 0.05
p	Probabilidad de éxito esperada. En caso de desconocerse, aplicar la opción mas desfavorable (p = 0.5), que hace mayor el tamaño muestral.
q	Probabilidad de fracaso 1- q
i	Error que se prevee cometer. Se tiene un error de 10% para a = 0.05

[1] Métodos Prácticos De Inferencia Estadísticas. Gidalberto Bonilla. UCA Editores

$$\eta = \frac{Z^2_{\alpha} \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2 (N-1) + Z^2_{\alpha} \cdot p \cdot q} = \frac{(1.96)^2 * (225) * (0.5) * (0.5)}{(0.1)^2 * (225-1) + (1.96)^2 (0.5) * (0.5)} = 67.51$$

$\eta = 67.51 \sim 68$ personas

La muestra que se ha determinado para una población definida de 225 personas, es de 68 personas. Con la muestra que se ha obtenido se pueden determinar probabilisticamente las características que presentan las 68 personas encuestadas, a la población total de trabajadores de PLASTYMAS que son 225 personas.

4.1.2.2.3 CUESTIONARIO PARA ENTREVISTAS A EMPLEADOS

Objetivo de la entrevista: Recolectar la información relacionada al riesgo que representa el ruido y que el empleado reconoce en su lugar de trabajo.
El cuestionario fue sometido a aprobación antes de ser mostrado a los empleados por las autoridades de la empresa, la aceptación del cuestionario final es el resultado de una depuración de entrevistas con el Gerente de Organización y Métodos de PLASTYMAS, para conseguir la aprobación de la entrevista.
El formato utilizado para la realización de las entrevistas a los empleados a través del cuestionario se muestra en el ANEXO 4.

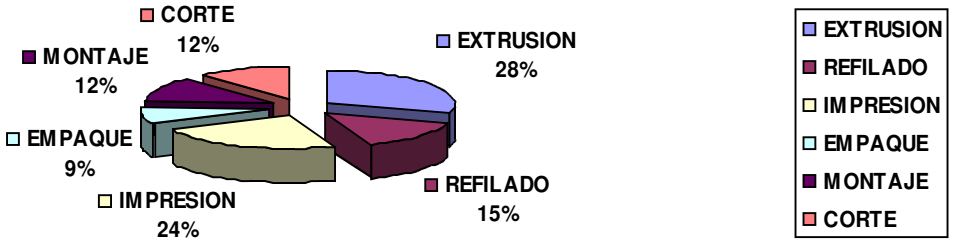
PREGUNTAS	OBJETIVO DE LA PREGUNTA
1. En cuanto al puesto de trabajo 1.1. *Puesto de trabajo u operación que realiza:* 1.2. *Función que realiza:* 1.3. *Horas de turno de trabajo :* 1.4. *Tiempo de trabajar en este puesto (en meses):* 1.5. *Tiempo de trabajar en esta empresa (en meses):*	Conocer todo lo relacionado con el puesto de trabajo de la persona entrevistada, a si como la funciones que realiza, la duración del turno de trabajo y el tiempo que tiene de laborar en el puesto.

2. Sexo:	Identificar el sexo de la persona, ya que existe evidencia significativa de que la mujer es más resistente al ruido que el hombre según la Norma Venezolana COVENIN 1565 que se denominó en su última revisión de 1995: "Ruido Ocupacional. Programa de Conservación Auditiva. Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación". En general la mujer tiene agudeza auditiva superior a la del hombre ya que tiene el umbral de audición mas bajo.
3. Edad:	Conocer la edad de la persona entrevistada, debido a que puede haber desplazamiento del umbral auditivo de forma natural dependiendo de la edad, esto según la ISO 1999:1990 "Acústica, Determinación de la exposición a ruido laboral y estimación de la pérdida auditiva inducida por ruido".
4. . ¿De cuales de los siguientes síntomas de salud usted adolece con frecuencia? ☐ Insomnio ☐ Falta de concentración ☐ Zumbidos de los oídos ☐ Ansiedad ☐ Estrés ☐ Hipertensión arterial ☐ Dolores de cabeza	Relacionar los síntomas descritos (efectos psico-físicos) con la percepción de ruido en el área de trabajo.
5. ¿Se le han entregado protectores auditivos?	Conocer si a la persona le ha sido entregado equipo de protección personal.
6. ¿Cuanto tiempo lo usa en el día?	Conocer si la persona utiliza correctamente el equipo de protección personal.
7. ¿Considera usted que al no utilizar apropiadamente su equipo de protección personal puede generarle una lesión?	Determinar si el trabajador esta consciente del riesgo al que puede verse expuesto al no utilizar el equipo de protección personal ante una fuente de ruido.
8. ¿Qué tipo de lesión puede generarse de no utilizar su equipo de protección personal?	Determinar el grado de conocimiento que tiene el trabajador sobre las lesiones que puede generar la exposición al ruido.

9. ¿A que distancia se le dificulta tener una conversación normal?	Conocer una estimación de los niveles de ruido existente en el área de trabajo en el momento de la entrevista.

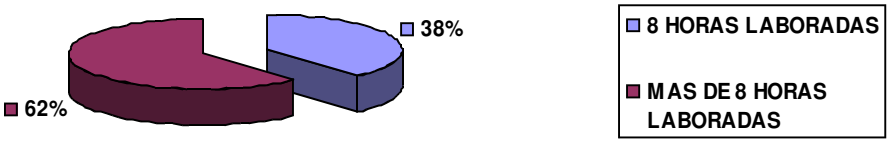
4.1.3 ANALISIS DE RESULTADOS.

A continuación se presenta el porcentaje de participación de cada departamento de la empresa dentro de la encuesta realizada.



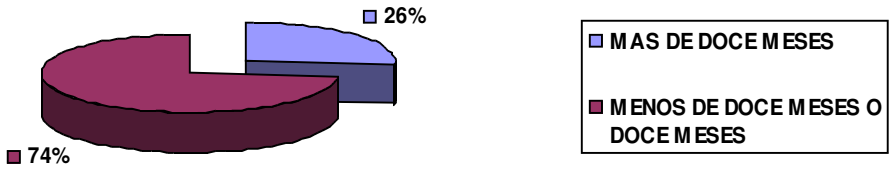
1. En cuanto al puesto de trabajo

- Horas de turno de trabajo:



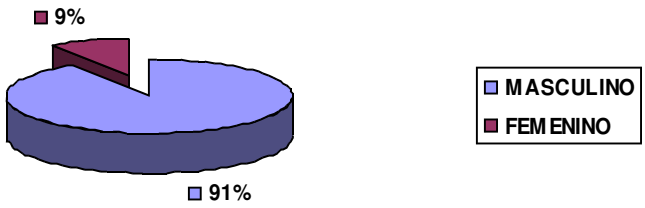
OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Conocer la duración del turno de trabajo de la persona encuestada.	Se determino que el 62% (43 personas) de la muestra poseen turnos de trabajo que son de 12 horas, estos superan la duración de 8 horas y por lo tanto se tendrá que determinar el nivel de decibeles para este tiempo de exposición al ruido

- Tiempo de trabajar en la empresa en este departamento (en meses):



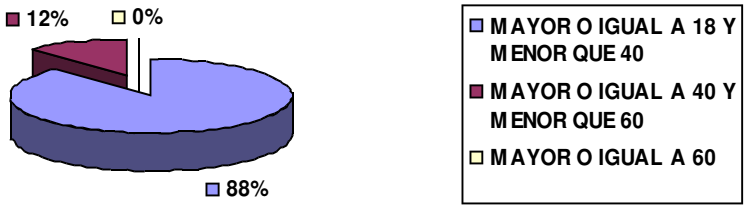
OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Conocer el tiempo de laborar en ese departamento y en la empresa	El 26% (18 personas) de la muestra son personas que tienen de laborar mas de un año en PLASTYMAS, y por lo tanto son quienes han estado expuestos a niveles altos de ruido y por ello se sugiere sean sometidos a una evaluación audiométrica.

2. Sexo: Masculino o Femenino.



OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Identificar el sexo de la persona.	La mayoría de las personas involucradas en las áreas en estudio son del sexo masculino. Por tanto el riesgo puede verse afectado, pues como se menciono anteriormente el hombre es más susceptible al daño auditivo. Los efectos que ocasiona el ruido varían dependiendo si la persona es hombre o mujer, pero para la realización de la investigación de los efectos psico-físicos del ruido, el numero de mujeres que trabajan dentro de la empresa no es significativo (7 mujeres de 68 encuestados) para realizar un estudio por separado, las mujeres únicamente desarrollan sus actividades en el área de Corte y Bolseo como empacadoras del producto y se encuentran sometidas al mismo riesgo que el hombre, ya que en corte y bolseo los niveles medidos de ruido sobrepasan los niveles máximos de aceptación. Al ser una muestra muy pequeña en comparación al tamaño del universo, y los resultados de la exposición al ruido irreversibles no distinguiendo genero y ambos al final sufren las mismas consecuencias al estar expuestos a fuentes generadoras de ruido, no es necesario crear distinción entre los efectos psico-físicos que puede sufrir un hombre o una mujer.

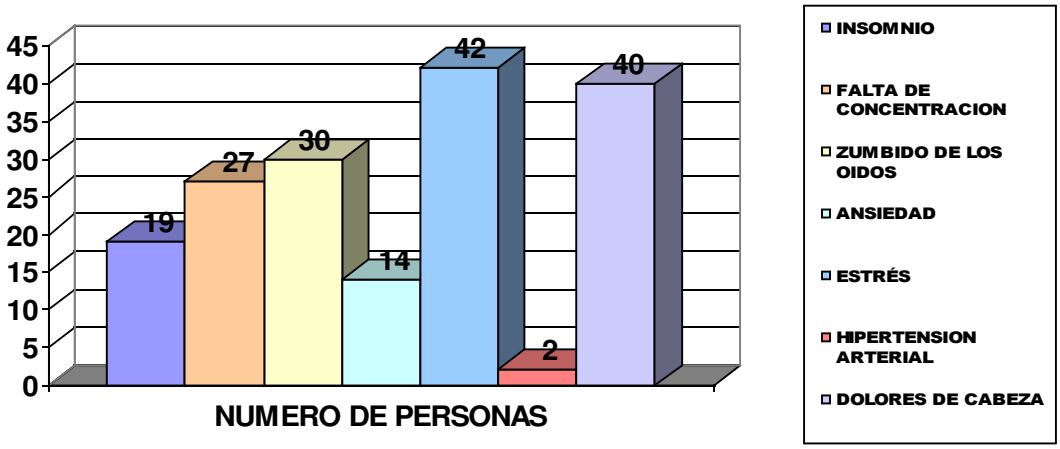
3. Edad en años.



OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Conocer la edad de la persona entrevistada.	El 88% (60 personas) de la muestra se encuentra en el rango donde se comienza a dar el desplazamiento del umbral auditivo de forma natural, esto combinado con la exposición a niveles altos de ruido sin protección puede acelerar este proceso y los convierte en candidatos potenciales a sufrir una lesión auditiva.

4. ¿De cuales de los siguientes síntomas de salud usted adolece con frecuencia?

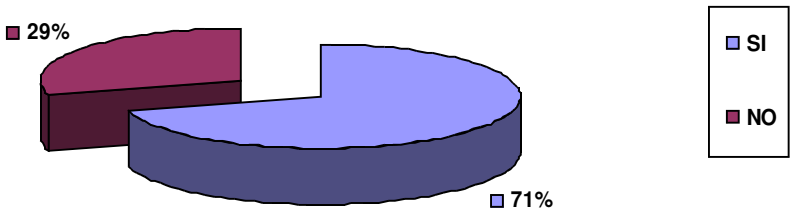
- Insomnio
- Falta de concentración
- Zumbido en los oídos
- Ansiedad
- Estrés
- Hipertensión arterial
- Dolores de cabezas



OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Relacionar los síntomas descritos (efectos psico-fisicos) con la percepción de ruido en el área de trabajo.	Cada persona entrevistada, coloco en la encuesta los síntomas que padecía. De los 7 síntomas en listados en la pregunta, los cuatro más representativos de la muestra son: estrés, dolores de cabeza, zumbidos en los oídos y falta de concentración. Estos padecimientos enlistados son consecuencias de los efectos psico-físicos del ruido.

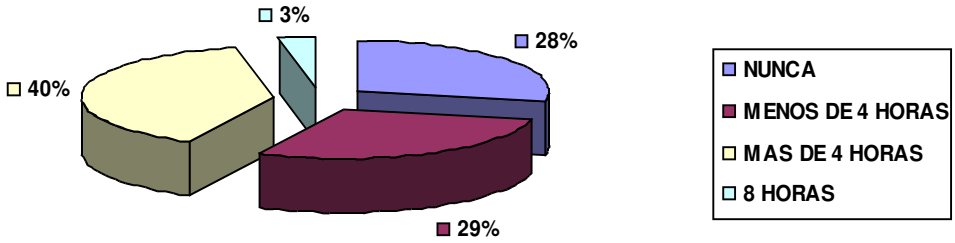
5. ¿Se le han entregado protectores auditivos?

Si___ No___



OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Conocer si a la persona le ha sido entregado equipo de protección personal.	A la mayoría de los encuestados representado por el 79% (54 personas) aseguran habérseles entregado equipo de protección personal solamente si lo solicitan, sin embargo al momento de la entrevista se observo que la mayoría no portaban ningún protector auditivo comprobando así que en PLASTYMAS no se cuenta con la aplicación ni documentación de políticas internas respecto a higiene y seguridad que hagan obligatorio el uso de tapones auditivo, así como planes de mitigacion de las fuentes de riesgo de ruido y que aunque el ruido en la planta es percibido como alto por la mayoría de trabajadores de PLASTYMAS, no se establecen sistemas de control de fuentes de riesgo de ruido.

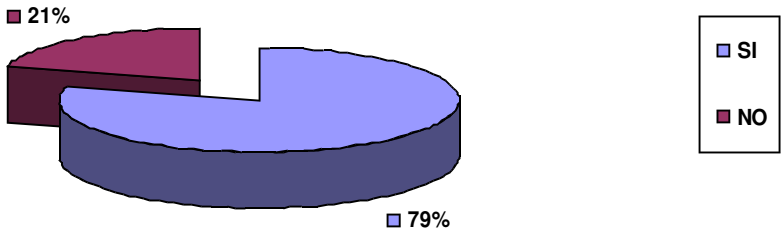
6. ¿Cuanto tiempo usa el equipo de protección personal contra fuentes de ruido en el lugar de trabajo?



OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Conocer si la persona utiliza correctamente el equipo de protección personal contra el ruido.	Solamente el 3% (2 personas) de los encuestados están consientes que la exposición al ruido ocasionar una lesión al sistema auditivo. Esto se atribuye a que en PLASTYMAS no existen planes para la mitigación del ruido y por lo tanto no se promueve el uso obligatorio de los tapones auditivos, también debido a la ausencia formal de planes de capacitación y adiestramiento para el personal referente al uso de equipo de protección personal. El 97 % (66 personas) de la suma de las otras categorías de la muestra no están consientes del riesgo al que se encuentran expuestos de una daño auditivos o efectos equivalente al hecho de no usar equipo de protección auditiva en las áreas de exposición al ruido.

7. ¿Considera usted que al no utilizar apropiadamente su equipo de protección personal puede generarle una lesión auditiva?

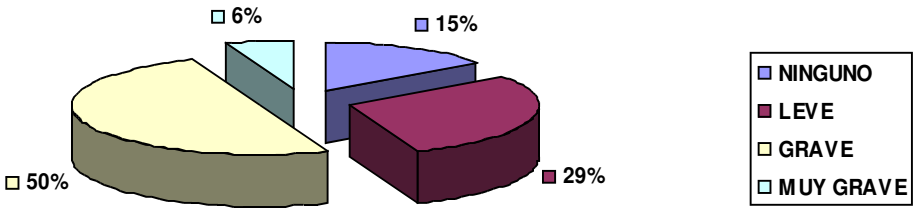
Si___ No___



OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Determinar si el trabajador esta consciente del riesgo al que puede verse expuesto al no utilizar el equipo de protección personal ante una fuente de ruido.	La mayoría de entrevistados, representados por el 79% (54 personas) si esta consciente del daño o lesión que puede causar el ruido a las personas involucradas a una fuente de ruido.

8. ¿Qué tipo de lesión puede generarse de no utilizar adecuadamente su equipo de protección personal?

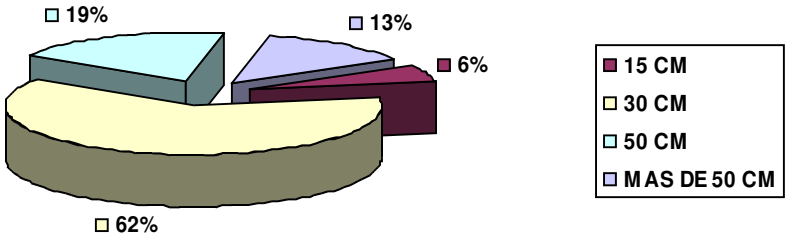
Ninguno___ Leve___ Grave___ Muy Grave____



OBJETIVO	CONCLUSIÓN
Determinar el grado de conocimiento que tiene el trabajador sobre las lesiones que puede generar la exposición al ruido.	El 85% (58 personas) de la muestra esta consciente de las lesiones que el ruido puede ocasionarles al estar expuestos a una fuente de riesgo. Esto puede atribuirse a la ignorancia respecto al tema de ruido y los efectos psico-físicos que este ocasiona, evidenciando de esta manera la necesidad de capacitar al personal acerca del ruido como un factor de riesgo laboral y de la magnitud del daño que este puede ocasionar de forma irreversible.

9. ¿A que distancia se le dificulta tener una conversación normal al entrevistado?

15cm_____ 30cm_____ 50cm_____



OBJETIVO
Conocer una estimación d de ruido existente en el ár en el momento de la entre entrevistador será el encar tomar las distancias previs al entrevistado, luego de a inteligibilidad conversacion resultado correspondiente. Esta pregunta se le realizo en su puesto de trabajo en laborales, tomando a cons distancias a la cual se le h pregunta.

4.2 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACION DE CAMPO (CAPITULO IV)

De la investigación de campo realizada en PLASTYMAS se concluye:

- Se estableció que el nivel de ruido en los puestos de trabajo es perceptible, en las 49 máquinas y esto se considera un problema que esta generando daños al recurso humano, haciendo referencia del mapeo de ruido y los ruidos a los que se encuentran expuestos los trabajadores, el nivel de ruido en el puesto de trabajo concretamente se encuentra por encima de los valores máximos permisibles y se identifica fácilmente con el mapeo de ruido.
- Se comprobó a través de una lista de chequeo, que en PLASTYMAS no se cuentan con métodos de control para disminuir el ruido, en las fuentes que emiten ruido perceptible.
- También se pudo determinar a través de la encuesta que los empleados no hacen uso de su equipo de protección auditiva, por consiguiente aumenta la probabilidad de que sufran una lesión en su puesto de trabajo.
- Los efectos psico-físicos del ruido descritos en el marco teórico del documento y los padecimientos que los empleados de PLASTYMAS adolecen con frecuencia ocasionados por el ruido, contemplados en el Capitulo II están relacionados entre sí, demostrando así la presencia del ruido como factor de riesgo laboral.
- Se demostró que la mayoría de empleados no tiene comprensión acerca de las lesiones auditivas a las que pueden verse expuesta.

CAPITULO V

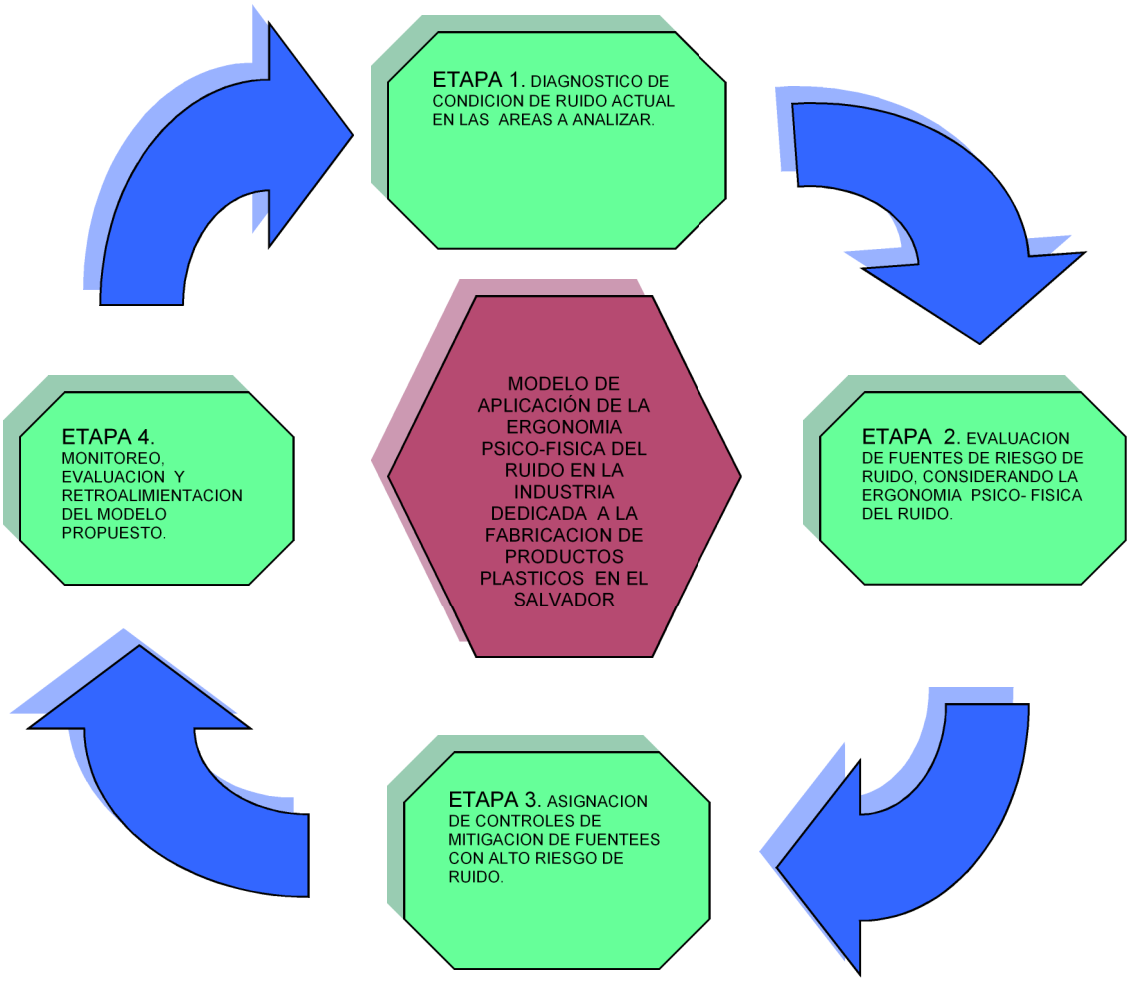
MODELO DE APLICACIÓN DE LA ERGONOMIA PSICO-FISICA DEL RUIDO EN LA INDUSTRIA DEDICADA A LA ELABORACION DE PRODUCTOS PLASTICOS.

En el capitulo V, se detalla la elaboración del modelo de aplicación de la ergonomía psico-física del ruido en la empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos del sector manufacturero de el salvador.

Se inicia el modelo con la descripción del procedimiento de cómo conocer el ruido actual, seguidamente se continúa con la elaboración grafica de las fuentes de ruido mediante la técnica conocida como mapeo de ruido, luego se prosigue con la identificación de las fuentes de ruido mediante los niveles de ruido según la legislación nacional, luego se clasifican los ruidos a través del tipo de fuente de generación del ruido, para dar paso a la tipificación de los riesgos de las fuentes de ruido, mediante la evaluación del riesgo a través de criterios establecidos de forma discrecional. Se continúa con la recomendación de los métodos de controles de mitigación de los factores de riesgo de ruido, donde se contemplan los controles a aplicar en las fuentes de riesgo de ruido evaluadas, a si como la recomendación de los periodos de evaluación audiométrica al recurso humano sometido a las fuentes de riesgo de ruido y se finaliza con el análisis y evolución del modelo, sirviendo esta fase como retroaliemtacion del modelo. Todas estas fases se ilustran en el diagrama A, que corresponde a la estructura de un circulo de mejora continua representados en un diagrama genérico del modelo de aplicación de la ergonomía psico-física del ruido en la industria dedicada a la elaboración de productos plásticos, del sector manufacturero de El Salvador.

5. MODELO DE APLICACIÓN DE LA ERGONOMIA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO EN LA INDUSTRIA DEDICADA A LA ELABORACION DE PRODUCTOS PLASTICOS

DIAGRAMA A. REPRESENTACION GENERICA DEL MODELO DE APLICACIÓN DE LA ERGONOMIA PSICO-FISICA DEL RUIDO EN LA INDUSTRIA DEDICADA A LA ELABORACION DE PRODUCTOS PLASTICOS DEL SECTOR MANUFACTURERO DE EL SALVADOR.



1. OBJETIVOS

- Desarrollar un modelo para atenuar los niveles de ruido en las fuentes que se tipifican como de alto riesgo de ruido dentro del ambiente laboral para evitar lesiones psico-físicas generadas por el ruido en el recurso humano.
- Establecer una metodología para controlar los altos niveles de ruido dentro de la planta y en el puesto de trabajo.
- Proporcionar la información necesaria para la creación y elaboración de formatos de identificación y tipificación de riesgos dentro de la planta.
- Proponer una metodología a seguir para la elaboración del mapeo de ruido.

2. ALCANCE

- El presente documento aplica a todas las Industrias cuyos niveles de ruido sobrepasen los niveles máximos permisibles.

3. DEFINICIONES

Modelo: reproducción ideal y concreta de un objeto o de un fenómeno con fines de estudio y experimentación.

Ruido: es un fenómeno acústico causante de una sensación auditiva molesta y se lo considera un contaminante más.

Ergonomía: la ciencia que estudia las relaciones entre el hombre y su trabajo y trata de adaptar éste a las características psicológicas y fisiológicas del trabajador.

Ergonomía Psico-Física: rama de la ergonomía que se encarga de evaluar el confort entre la integridad psicológica y física del hombre y el entorno que lo rodea.

4. DIAGRAMA DE RESPONSABILIDADES

Responsable	Actividad
Gerente General	Aprobación del modelo a implementar y aprueba presupuesto inicial para la obtención del equipo de medición y capacitación del personal.
Gerente de Planta	Organiza un comité de Higiene y Seguridad especializado en la toma de mediciones e informa al personal involucrado en el proceso productivo.
Supervisor	Realiza inventario de la maquinaria e informa a comité de higiene y seguridad para ser evaluadas.
Comité de Higiene y Seguridad	Realiza las mediciones, clasifican la maquinaria por el tipo de ruido que emiten, tipifican y clasifican las fuentes de ruido e informa a Supervisor sobre las mediciones obtenidas.
Supervisor	Informa a Gerente de Planta sobre las maquinas que emiten niveles de ruido superiores a los 80 dB
Gerente de Planta	Informa al encargado de Higiene y Seguridad Ocupacional
Encargado de Higiene y Seguridad Ocupacional	En base a la información obtenida mediante la evaluación de las fuetes de Ruido, el encargado de Higiene y Seguridad busca métodos de control que atenúen las fuentes de ruido con tipificación alta, evalúa y elabora propuestas.
Gerente de Planta	Informa al Gerente General las recomendaciones hechas a partir de las mediciones y elabora un análisis de costo –beneficio.
Gerente General	Procede a evaluar la información y determina si los métodos de control presentados pueden ser implementados.

5. ETAPAS DEL DISEÑO DEL MODELO DE APLICACIÓN DE LA ERGONOMÍA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO.

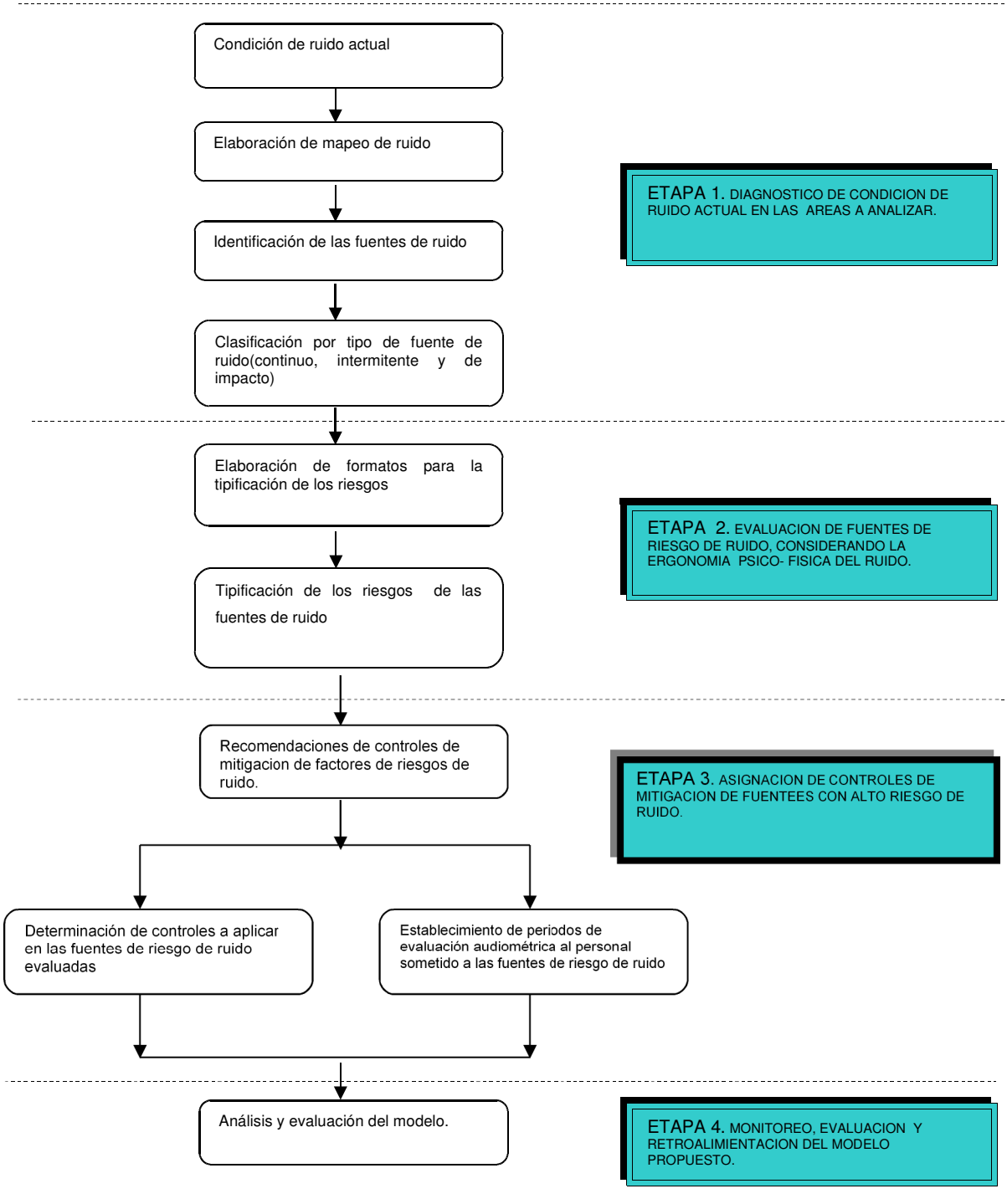


Figura A. Representación esquemática de las etapas del modelo de aplicación de la ergonomía psico-física del ruido.

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DEL MODELO DE APLICACIÓN DE LA ERGONOMÍA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO.

1) El diseño de un modelo de aplicación de la ergonomía psico-física del ruido en la empresa dedicada a la fabricación de productos plásticos del sector manufacturero de El Salvador se desarrolla a partir del convencimiento pleno de la condición actual de ruido dentro de la empresa y las medidas preventivas a tomar para mitigar este riesgo.
2) Se analiza la condición actual de ruido dentro de la planta con ayuda de la elaboración de un mapeo de ruido en el cual se especifica e identifica el nivel de ruido que cada una de la maquinaria emite y a la cual se encuentran expuestos los trabajadores, su comprensión es mayor al proporcionar una ayuda mucho mas clara del lugar de trabajo y los decibelios a los que se exponen.
3) Una vez desarrollado el mapeo de ruido el siguiente paso es identificar la maquinaria cuyas mediciones sobrepasan los niveles máximos permisibles, mediante la realización de una identificación de las fuentes de ruido.
4) Realizada la identificación de las fuentes de ruido se procede a categorizar a cada una de ellas según las mediciones y clasificarlas por tipo de fuente de ruido; las cuales pueden ser continuo, intermitente y de impacto se determina a partir de las mediciones realizadas y la definición de cada uno de los conceptos
5) Posteriormente se procede a realizar el análisis y evaluación de los resultados de la tipificación de las fuentes de ruido, clasificándolos de acuerdo a la probabilidad de exposición al peligro por la severidad de las consecuencias; en baja, media y alta, esto en base a la exposición que puede ser indirecta, eventual o directa y las consecuencias se clasifican en leve cuando produce obstaculización oral, fatiga física, falta de concentración, seria cuando genera el desplazamiento temporal del umbral auditivo, acufenos, estrés y efectos psico-físicos del ruido y grave al ocasionar hipoacusia temporal o permanente.

6) En base a toda la información obtenida, se procede a definir los métodos de control existentes, las bases que determinaran el mejor a implementar y su selección como método de control en la fuente de ruido.
7) Finalmente un método que describa la periodicidad de la retroalimentación de la información y el establecimiento de un periodo de evaluación audiometría a realizarse al personal que se encuentra sometido a las fuentes de riesgo de ruido.
8) El análisis y evaluación del modelo será posible con el seguimiento, implementación y retroalimentación del desarrollo del mismo con el cual se requiere el compromiso de realizar las evaluaciones y análisis correspondientes directamente en la fuente de riesgo de ruido y la realización de evaluaciones audiométricas.

5.1.1 PROCEDIMIENTO PARA CONOCER LA CONDICIÓN DE RUIDO ACTUAL

1. ALCANCE

- Este procedimiento permitirá conocer con exactitud de la condición de ruido actual dentro de la empresa.

2. RESPONSABLES

- Este procedimiento estará a cargo del comité de Higiene y Seguridad de la empresa así como también de los supervisores jefes de área en donde se encuentran la maquinaria a evaluar.

3. DEFINICIONES

- Comité de Higiene y Seguridad: es el encargado de velar por el cumplimiento de las leyes, políticas y normas de Higiene y Seguridad, a fin de proteger la vida y seguridad de los empleados, evitando lesiones profesionales, daños materiales y al medio ambiente. Encargados directamente de la realización de las mediciones y evaluación de datos.

4. PROCEDIMIENTO

El procedimiento de medición de ruido es el sugerido por "LA ORDENANZA REGULADORA DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR LA EMISION DE RUIDOS EN EL MUNICIPIO DE SAN SALVADOR" elaborada por la Alcaldía Municipal de San Salvador fundamentada en normativas internacionales. Dicho procedimiento se detalla en el ANEXO 1.

El formato que se sugiere para el registro de datos es el formato A en las tres secciones correspondientes del Anexo 5, detallado así para su fácil comprensión.

Para completar la información requerida por el formato A sección 1 del Anexo 5, se deben ingresar los siguientes campos:

1. No: Se registra el número correlativo de la maquinaria a evaluar.
2. MAQUINARIA: Se registra el nombre de la maquina a evaluar.
3. PROCESO: se menciona el proceso al que pertenece la maquinaria
4. MEDICION (dBA): se registra la medición de ruido obtenida por el decibelímetro integrador en filtro A.

5.1.2 PROCEDIMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL MAPEO DE RUIDO

1. ALCANCE

- Este procedimiento aplica a todas las áreas que comprende el sistema productivo en donde sea posible la medición del nivel sonoro.

2. RESPONSABLES

- Es responsabilidad del comité de higiene y seguridad, la realización de este procedimiento.
- Es responsabilidad del encargado de comité de higiene y seguridad distribuir, archivar y evaluar los resultados de la medición.

3. DEFINICIONES

- Mapeo de Ruido: El mapeo de ruido es la representación gráfica de los niveles de ruido existentes en un territorio, ciudad o espacio determinado que por medio de simbología adecuada permite dar una visión global de la situación en forma rápida, sencilla y precisa.

4. PROCEDIMIENTO

Para obtener un dato verídico y no erróneo al momento de realizar las mediciones estas deben realizarse en un ambiente idóneo en el que todas las maquinas se encuentren trabajando.

1) Con la información obtenida en el formato A sección 1 del anexo 5, ubicar los niveles de decibeles obtenidos en las maquinas en las que se ha realizado la medición y ubicarlo en la distribución en planta de no existir deberá elaborarse una.
2) Se debe generar una representación grafica en la cual se muestre la distribución en planta del área evaluada en donde se contemple la ubicación exacta de la maquinaria y los niveles de ruido registrados por un decibelímetro integrador en los puestos de trabajo.

3) Debe generarse un diagrama de recorrido integrado con los niveles de ruido medidos, en este diagrama de recorrido se debe detallar la secuencia de fabricación de los productos.
4) Todos aquellos cuyos niveles excedan los limites permisibles y dificulte una conversación normal entre los trabajadores, requieren de una acción preventiva y en algunos casos correctivos.

5.1.3 PROCEDIMIENTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO Y CLASIFICACION SEGÚN SU TIPO DE RUIDO.

1. ALCANCE

- Este procedimiento facilita la identificación de las maquinas ya que es necesario clasificarla y categorizarla de acuerdo a los niveles de decibelios que emiten.

2. RESPONSABLE

- Es responsabilidad del comité de higiene y seguridad, la realización de este procedimiento.
- Es responsabilidad del encargado de comité de higiene y seguridad distribuir, archivar y evaluar los resultados de la identificación.

3. DEFINICIONES

- Ruido Continuo: Aquel cuyo nivel sonoro es prácticamente constante durante todo el periodo de mediciones, las diferencias entre los valores máximos y mínimos no exceden a 5 dB.
- Ruido Intermitente: Presenta características estables o fluctuantes durante 1 seg. o más seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0.5 seg., momento en el cual la presión sonora disminuye repentinamente hasta convertirse en un ruido despreciable.
- Ruido de Impacto: Son de corta duración, con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1 seg. Presenta diferencias mayores a 35 dB entre los valores máximos y mínimos.

En la tabla A, los niveles máximos permisibles por horas de trabajo sugeridos por ISO y OSHA, ya que la legislación nacional en el reglamento general sobre higiene y seguridad en los centros de trabajo en el capitulo V Art. 20. menciona que 80 dBA es el máximo nivel de ruido permisible para 8 horas de trabajo.

TABLA A. NIVELES MAXIMOS PERMISIBLES DE RUIDO POR HORAS DE TRABAJO.

Exposiciones Permisibles		
Duración h/d	**Criterio OSHA**	**Criterio ISO**
12	87	87
11	87.7	87.7
10	88.4	88.4
9	89.2	89.2
8	90	90
4	95	93
2	100	96
1	105	99
½	110	102
¼	115	105
1/8	115	108
MAXIMA	115	115

4. PROCEDIMIENTO

1) Se elabora una lista para el proceso de identificación poniendo especial énfasis a aquellos en los cuales se sobrepasa el nivel máximo permisible.
2) Realizar una comparación entre el nivel obtenido por el decibelímetro integrador y las sugeridas por la legislación nacional o por organismos normativos tales como ISO u OSHA, de acuerdo al horario de trabajo.
3) Para otro tipo de horario de jornada laboral la ISO establece una formula que permite calcular el nivel de ruido máximo permisible de acuerdo a las horas laboradas, esta formula se describe a continuación:

Limites de decibeles según turno de trabajo (LTT) = 80-10*log(t/8),

Donde:

t = es la duración del turno de trabajo.

4) Al completar el registro de información del formato A sección 1 anexo 5, en la etapa de condición de ruido actual, se procede a completar la información

requerida en los campos restantes que se presentan en el formato A sección 2 del anexo 5.

5) En el numeral cinco del formato A sección 2 del anexo 5, en donde se especifica el criterio respecto al nivel permisible, existen dos alternativas de selección las cuales son:
   - P: significa que el nivel de ruido obtenido con el decibelímetro integrador es permisible de acuerdo al factor de comparación de niveles de ruido máximos permisibles, que puede ser legislación nacional o bien las normativas ISO u OSHA.
   - NP: significa que el nivel de ruido obtenido con el decibelímetro integrador no es permisible de acuerdo al factor de comparación de niveles de ruido máximos permisibles, que puede ser legislación nacional o bien las normativas ISO u OSHA.
6) Se procede a la clasificación por tipo de fuente de ruido industrial de acuerdo al tipo de ruido que emiten entre los que se mencionan: Ruido Continuo, Ruido Intermitente, Ruido de Impacto, las cuales son colocadas en el formato A sección 3 del anexo 5. Estableciendo al final un balance porcentual de la clasificación por tipo de ruido emitido por la fuente generadora de ruido. Los campos a llenar son:
   - En el numeral seis del campo tipo de ruido del formato A sección 3 del anexo 5, dentro se enuncian los tres parámetros de clasificación los cuales son: ruido continuo, intermitente y de impacto. Y para registrar la información solamente se chequea el campo al cual pertenece el tipo de ruido generado por la fuente de ruido, según los criterios previamente definidos.

5.1.4 TIPIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DE LAS FUENTES DE RUIDO.

1. ALCANCE

- Este procedimiento proporciona una guía que facilita la tipificación de las fuentes de ruido considerando la probabilidad de exposición y las consecuencias que producen.

2. RESPONSABLE

- Es responsabilidad del comité de higiene y seguridad, la realización de este procedimiento.
- Es responsabilidad del encargado de comité de higiene y seguridad distribuir, archivar y evaluar los resultados de la tipificación de las fuentes de riesgo de ruido.

3. DEFINICIONES

4. PROCEDIMIENTO

1) Se realiza mediante la matriz de evaluación de riesgo del ruido del formato B del anexo 5, a continuación se detallara el procedimiento a seguir para poder introducir los datos:
   - En el inciso uno de la maquinaria será colocado el nombre de la maquina a la cual se le esta realizando la evaluación de riesgo.
   - En el numeral dos del área se obtendrá la información acerca del área, departamento o proceso que realiza la maquinaria.
   - En la casilla tres de peligro se colocara el peligro que se a identificado en la fuente de ruido.
   - En el inciso cuatro donde se especifica el riesgo, por tratarse de un modelo de aplicación de la ergonomía psico-física del ruido, el único riesgo existente que será colocado en esta casilla será la exposición al ruido.
   - En el numeral cinco se colocaran las consecuencias que pueden surgir al verse expuesto el trabajador a las diferentes fuentes de ruido que han sido clasificadas de la siguiente manera: siendo la mayor consecuencia la hipoacusia temporal o permanente y efectos psico físicos del ruido, la de mediana intensidad el desplazamiento temporal del umbral auditivo,

acufenos, estrés y efectos psico-físicos del ruido, como menor consecuencia obstaculización oral, fatiga física, falta de concentración.

- En la casilla seis de la probabilidad de exposición, se colocara una calificación según la tabla B, de criterios de evaluación de probabilidad de exposición en las fuentes de riesgo de ruido y esto depende del nivel de exposición del trabajador a la fuente de riesgo de ruido, tomando en cuenta las consideraciones siguientes:

TABLA B. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN EN LAS FUENTES DE RIESGO DE RUIDO[5]

PROBABILIDAD (EXPOSICIÓN)	DESCRIPCIÓN
BAJA	EXPOSICIÓN MINIMA O INDIRECTA
MEDIA	EXPOSICIÓN EVENTUAL O RARA VEZ DIRECTA
ALTA	EXPOSICIÓN CONTINUA O DIRECTA

- En la casilla siete de las consecuencias se colocara una calificación según la tabla de criterios de evaluación de fuentes de riesgo de ruido, y esto depende del grado de consecuencia sufrida por el trabajador al estar expuesto a la fuente de riesgo de ruido, para tener una idea del grado de consecuencia podemos considerar la siguiente tabla C:

[5] INSHT, PUBLICACION DE EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES BASADA EN LA NORMA EN 1050:1997 SEGURIDAD DE LAS MAQUINAS

TABLA C. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE CONSECUENCIAS DE LAS FUENTES DE RIESGO DE RUIDO[6]

CONSECUENCIA	DESCRIPCIÓN
LEVE	Obstaculización oral, fatiga física, falta de concentración
SERIA	Desplazamiento temporal del umbral auditivo, acufenos, estrés y efectos psico-físicos del ruido
GRAVE	Hipoacusia temporal o permanente y efectos psico físicos del ruido

- En el inciso ocho se ubicara el dato obtenido de la tipificación la cual se deriva de la multiplicación de la probabilidad de exposición y las consecuencias, será comparado con la tabla de la tipificación de riesgos tabla E, cuyos rangos han sido definidos de forma discrecional, al igual que los rangos establecidos en la tabla D.

TABLA D. CRITEROS DE EVALUACIÓN FUENTES DE RIESGO DE RUIDO

PROBABILIDAD DE EXPOSICIÓN	RANGO	CONSECUENCIA	RANGO
BAJA	**0 ------ 1**	**LEVE**	**0 ------ 1**
MEDIA	**2 ------ 3**	**SERIA**	**2 ------ 3**
ALTA	**4 ------ 5**	**GRAVE**	**4 ------ 5**

TABLA E. TIPIFICACION DEL RIESGO DE RUIDO

T_R= PE*C

[6] INSHT, PUBLICACION DE EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES BASADA EN LA NORMA EN 1050:1997 SEGURIDAD DE LAS MAQUINAS

TIPIFICACION DEL RIESGO	RANGO
RIESGO BAJO	0 ------ 7
RIESGO MEDIO	8 ------ 16
RIESGO ALTO	17 ------ 25

5.1.5 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR CONTROLES DE MITIGACIÓN DE FUENTES DE RIESGO DE RUIDO.

1. ALCANCE
   - Este procedimiento permitirá conocer los métodos recomendados y a considerar para mitigar las consecuencias del ruido.
2. RESPONSABLES
   - Es responsabilidad del encargado de Higiene y seguridad la realización de este procedimiento.
   - Es responsabilidad del encargado de higiene y seguridad distribuir, archivar y definir los métodos de control de mayor efectividad para controlar los efectos del ruido y velar por su implementación.
3. DEFINICIONES
   - Control administrativo: Dar soluciones, tomando en cuenta el recurso humano de la empresa mediante un examen pre ocupacional cuando inician labores dentro de la empresa y dar seguimiento a la persona con un examen ocupacional para determinar si la persona padece o da indicios de hipoacusia. También se pueden generar políticas internas de la empresa con la finalidad de disminuir la exposición al ruido que puedan ocasionar lesiones al recurso humano. Dentro de estas políticas podemos mencionar: planes de compra de maquinaria, planes de mantenimiento, planes de higiene y seguridad ocupacional, diseño de puesto de trabajo, etc.
   - Control de ingeniería: Consiste en la disminución o eliminación de exposición al riesgo, aplicando estrategias, procedimientos técnicos, normativas y criterios de ingeniería para poder controlar el riesgo de ruido desde su fuente, y poder así eliminar o disminuir la exposición ruido.

- Equipo de protección personal: La protección personal esta constituida por aquellos elementos que utiliza el trabajador, con objeto de disminuir o evitar las lesiones o perdidas. Las medidas que eviten la exposición al riesgo han de ser prioritarias, pero se hace necesario recurrir a las de protección cuando todos los métodos de control antes mencionados resultan ineficientes, por tal razón el equipo de protección personal es conocido como la última línea de defensa.

4. PROCEDIMIENTO

Para determinar el método de control a aplicar en las fuentes que generan ruido, se deben tomar en cuenta diversos criterios:

METODO DE CONTROL	RECOMENDADO	NO RECOMENDADO
ADMINISTRATIVO	• Cuando existan turnos de trabajo mayor a 8 horas diarias. • Cuando exista la posibilidad de generar rotación de personal entre puestos de trabajo con riesgo bajo de exposición al ruido y puestos que presenten un riesgo de exposición al ruido elevado.	• Cuando el personal no este capacitado para ejecutar diferentes actividades. • Cuando exista personal con antecedentes a enfermedades auditivas, determinadas a través de exámenes pre-ocupacionales.

INGENIERIA	• Cuando habiendo aplicado el método de control administrativo para las fuentes de riesgo de ruido, los niveles de ruido en el área a evaluar, aun excedan los limites permisibles legislados o normalizados. • Cuando el método de control administrativo, no sea aplicable para la reducción o eliminación de fuentes de riesgo de ruido.	• Cuando el tiempo de vida de la empresa es demasiado corto y no se pude recuperar la inversión inicial.
METODO DE CONTROL	RECOMENDADO	NO RECOMENDADO
EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	• Cuando aun habiendo aplicado los métodos administrativos y de ingeniería, los niveles de ruido generados en las fuentes, sobrepasen los niveles máximos permisibles legislados o normalizados. • Cuando las condiciones físicas de la maquinaria o de las instalaciones no permitan realizar controles de ingeniería.	• Cuando exista la posibilidad de controlar las fuentes de riesgos de ruido a través de los métodos de control administrativo o de ingeniería. • Cuando no exista capacitación previa al personal acerca del adecuado uso del EPP.

5.1.5.1 DETERMINACIÓN DE CONTROLES A APLICAR EN LAS FUENTES DE RIESGO DE RUIDO EVALUADAS.

MÉTODOS PARA CONTROLAR Y MINIMIZAR EL RUIDO.

El ruido en el lugar de trabajo se puede controlar y combatir:

- MÉTODO PARA MINIMIZAR EL RUIDO EN SU FUENTE.

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. 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. 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. Es mejor dotar de un silenciador a la máquina que poner protectores de los oídos a los trabajadores.

También son eficaces para disminuir los niveles de ruido el mantenimiento y la lubricación periódicos y la sustitución de las piezas gastadas o defectuosas.

- MÉTODO PARA MINIMIZAR EL RUIDO A TRAVÉS DE BARRERAS.

Si no se puede controlar el ruido en la fuente, puede ser necesario aislar la máquina, alzar barreras que disminuyan el sonido entre la fuente y el trabajador o aumentar la distancia entre el trabajador y la fuente.

Fono absorbente.

Son materiales que tiene la propiedad de absorber el ruido transformándolo en energía térmica el porcentaje de absorción de los materiales esta dado por el NRC (coeficiente de reducción de ruido) y su valor oscila entre 0 y 1, determinando así el porcentaje de absorción que tienen los diferentes materiales fono absorbentes.

Una barrera posee la habilidad de reflectar el sonido de regreso hacia la fuente y esto es representado por el STL(Perdida en la transmisión del sonido), este es la diferencia entre el nivel de sonido en la barrera y el nivel de sonido transmitido a través del material. Entre mas alto sea el STL mayor será la reducción.

- EN EL PROPIO TRABAJADOR.

El control del ruido en el propio trabajador, utilizando protección de los oídos es, desafortunadamente, la forma más habitual, pero la menos eficaz, de controlar y combatir el ruido. Obligar al trabajador a adaptarse al lugar de trabajo es siempre la forma menos conveniente de protección frente a cualquier riesgo. Por lo general, hay dos tipos de protección de los oídos: tapones de oídos y orejeras. Ambos tienen por objeto evitar que un ruido excesivo llegue al oído interno.

Los tapones para los oídos se meten en el oído y pueden ser de materias muy distintas, entre ellas caucho, plástico o cualquier otra que se ajuste bien dentro del oído. Son el tipo menos conveniente de protección del oído, porque no protegen en realidad con gran eficacia del ruido y pueden infectar los oídos si queda dentro de ellos algún pedazo del tapón o si se utiliza un tapón sucio. No se debe utilizar algodón en rama para proteger los oídos.

Para elegir un protector de oído basados en el NRR (Noise Reduction Rating), mida el nivel de ruido existente y determine el nivel de dB que se quiere disminuir. Debido a que la cantidad actual de ruido es usualmente menor que la publicada por la NRR y OSHA y la recomendada por dichas entidades. Ejemplo:

Nivel de ruido actual igual a 93 dB y se requiere disminuir a 80 dBA, se realiza el siguiente calculo:

93 dBA - 80dBA =13 dBA x 2 = 26 dBA

Lo cual significa que para lograr un nivel de atenuación y lograr los 80 dBA se debe elegir un protector auditivo con un NRR de al menor 26 dBA.

5.1.5.2 ESTABLECIMIENTO DE PERIODOS DE EVALUACIÓN AUDIOMÉTRICA AL PERSONAL SOMETIDO A LA FUENTES DE RIESGO DE RUIDO

1. ALCANCE

- Aplica a todo el personal nuevo o antiguo, que se encuentre laborando en zonas de alto riesgo de ruido.

2. RESPONSABILIDADES

- El audiologo, otorrinolaringólogo o el medico, será responsable de la realización de este procedimiento y determinara si hay necesidad de realizar otras evaluaciones.
- El Gerente General será el responsable de la aprobación de esta procedimiento.

3. DEFINICIONES.

- Audiometrías: evaluaciones realizadas por el personal especializado que evalúa la condición del sistema auditivo sometiéndolo a frecuencias altas para determinar el nivel de perdida sonora.

4. PROCEDIMIENTO[7].

[7] OSHA, The Occupational Safety and Health Administration, 29. CFR, 1910.95.

1) Como primer paso debe definirse el daño auditivo cuando el nivel de pérdida excede 25 dB, tomando un promedio de las frecuencias entre 250 y 3000 Hz.

2) Se obtendrá un audiograma base, en el plazo de seis meses de la primera exposición al ruido del empleado, que será comparado con los audiogramas posteriores.

3) Debe haber un reposo mínimo de 14 horas antes de la exposición al ruido para establecer un audiograma base.

4) Al año de haberse obtenido el audiograma base se obtendrá un nuevo audiograma para cada empleado expuesto a 85 dB o más, ocho horas al día.

5) Cada audiograma anual del empleado debe ser comparado con el audiograma base, para determinar si hay un cambio definido en el umbral de audición.

6) Si el audiograma anual, muestra que algún empleado ha sufrido un cambio significativo en el umbral debe realizarse un retest en el término de 30 días, para corroborar la veracidad de los datos audiometricos.

7) Los empleados que se les confirme pérdida auditiva deben ser remitidos a evaluación audiológica clínica o a examen de otorrino si es necesario.

8) Para hacer una referencia a la normativa nacional respecto a los exámenes médicos recomendados para trabajos con alto riesgo, el reglamento general de seguridad e higiene en los centros de trabajo de El Salvador, hace referencia a tales exámenes médicos en su Capitulo 9, específicamente en los artículos 25, 26 y 27.

5.1.6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL MODELO

1. ALCANCE
   - Este procedimiento permitirá realizar un análisis a través de la información recolectada y realizar una retroalimentación con la finalidad de poder crear un círculo de mejora continua en el modelo.
   - Comprende desde la implementación y posterior monitoreo.
2. RESPONSABLES
   - Es responsabilidad del gerente de planta la realización de este procedimiento y seguimiento del modelo.
   - Es responsabilidad gerente general validar los resultados obtenidos en la etapa de monitoreo y control después de su implementación.
3. DEFINICIONES
4. PROCEDIMIENTO

Para la realización del análisis y evaluación del modelo, se hará uso de la matriz de evaluación final de las fuentes de riesgos de ruido de formato C del anexo 5, en el cual se incluirán solamente aquellas fuentes de riesgo de ruido que fueron tipificadas como riesgo alto, el procedimiento para llenar el formato C del anexo 5, se detalla a continuación:

1) En el primer numeral se registra el numero correlativo de la maquinaria a evaluar.
2) MAQUINARIA: Se registra el nombre de la maquina a evaluar.
3) AREA DE FABRICACION: se menciona el proceso al que pertenece la maquinaria.

4) NIVEL DE RUIDO EN (dBA): se registra la medición de ruido obtenida por el decibelímetro integrador en filtro A.
5) TIPO DE RUIDO: dentro de esta categoría se enuncian los tres parámetros de clasificación los cuales son: ruido continuo, intermitente y de impacto. Y para registrar la información solamente se chequea el campo al cual pertenece el tipo de ruido generado por la fuente de ruido, según los criterios previamente definidos.
6) TIPIFICACIÓN: aquí se ubicara el dato obtenido de la tipificación del riesgo para registrar la información solamente se chequea el campo al cual pertenece el tipo de riesgo generado por la fuente de ruido.
7) ATENUACION ESPERADA: aquí se ubicara el valor de atenuación necesario, resultado de la resta del nivel actual medido menos el nivel máximo permisible.
8) CONTROL SUGERIDO: dentro de esta categoría se enuncian los tres métodos de control para la eliminación o reducción del ruido los cuales son: administrativo, de ingeniería y EPP. Y para registrar la información solamente se chequea el campo al cual pertenece el método de control seleccionado para la mitigación del ruido.
9) DESCRIPCION DEL CONTROL SUGERIDO: se menciona los elementos utilizados para la atenuación del ruido.
10) IMPLEMENTACIÓN DEL CONTROL SUGERIDO: dentro de esta categoría se requiere la información de las fechas de inicio y finalización de la implementación del control.
11) SUPERVISOR RESPONSABLE: el nombre de la persona encargada de la implementación y monitoreo de los métodos de control aplicados.
12) OBSERVACIONES: se colocaran observaciones generales hechas por el supervisor en caso de que existan.

5.2 APLICACIÓN DEL MODELO DE ERGONOMÍA PSICO-FÍSICA DEL RUIDO EN PLASTYMAS

En esta fase se realiza la aplicación del modelo de la ergonomía psico-fisica del ruido en la empresa PLASTYMAS, la cual se dedica a la fabricación de productos plásticos y pertenece al sector manufacturero de El Salvador. Dicha aplicación estará basada en los diversos procedimientos contemplados en la sección 5.1 de este mismo documento, utilizando la metodología propuesta, además de los diversos formatos que se deben completar para la aplicación del modelo de la ergonomía psico-fisica del ruido.

Se finaliza con la sugerencia de diversos controles que atenúan los niveles de ruido elevados y que han sido tipificadas con riesgo alto en la empresa PLASTYMAS.

5.2.1 CONDICIÓN DE RUIDO ACTUAL EN PLASTYMAS

A través de mediciones mediante el uso del decibelímetro integrado en las maquinarias del área de fabricación y servicios auxiliares de dicha área , las cuales ya fueron realizadas anteriormente en el diagnostico de la empresa, se retoman los datos obtenidos para la realización de un análisis mas profundo acerca de la condición de ruido actual de PLASTYMAS.

En los datos obtenidos en la medición de ruido en PLASTYMAS se puede observar que al hacer una comparación con el nivel de decibeles establecidos por el reglamento de higiene y seguridad ocupacional de El Salvador como factor limite para una jornada laboral de 8 horas es de 80 dBA y en PLASTYMAS se

detecto un 80% del total de la maquinaria que excede de este limite, tal como se muestra en el grafico 1, sin embargo es de recordar que el 62% de trabajadores que laboran en PLASTYMAS, realizan una jornada laboral de 12 horas diarias, según la investigación de campo realizada en el capitulo IV de este mismo documento. Por tanto este limite de 80 dBA sugerido en el reglamento general sobre seguridad e higiene en los centros de trabajo debe ser reducido para una jornada laboral de 12 horas, el procedimiento para el calculo de este nuevo limite se establecerá en la identificación de las fuentes de riesgo ruido en el capitulo V, de este mismo documento. Sin embargo la importancia radica en que existe un alto porcentaje de maquinaria generando ruido y así ocasionando riesgo de lesión a la mayoría del personal involucrado en PLASTYMAS.

GRAFICO 1. MAQUINARIA CON ALTO RUIDO

5.2.2 REALIZACIÓN DEL MAPEO DE RUIDO

A continuación se presenta el mapeo de ruido realizado en PLASTYMAS, para mostrar de forma grafica la localización de los niveles de ruido en cada una de las maquinarias de la planta de PLASTYMAS. Adjunto a este grafico se presenta el diagrama de recorrido elaborado en capitulo III de este mismo documento, integrado con los niveles de ruido existentes en la planta de PLASTYMAS, con la finalidad de poder realizar la identificación y análisis del diagrama de recorrido del proceso en el cual existen fuentes con ruido significativo.

MAPEO DE RUIDO

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

DIAGRAMA DE RECORRIDO

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

5.2.3 IDENTIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RIESGO DE RUIDO

Tomando en cuenta que 78.24 dBA es el valor máximo permisible en una jornada de trabajo de 12 horas, este nivel se a definido a través de la formula:

ECUACIÓN (7)

Limites de decibeles según turno de trabajo (LTT) = 80-10*log(t/8),

donde t = es la duración del turno de trabajo.

Para 12 horas, LTT= 80-10*log(12/8)= 78.24dBA

Este calculo se realizo bajo el criterio de la ISO aplicada a la legislación nacional que sugiere un limite de 80 dbA para una jornada de 8 horas laborales.

FORMATO A SECCION 2

MATRIZ DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION DE LAS FUENTES DE RUIDO.

1. N°	2. MAQUINARIA	3. PROCESO	4. MEDICION (dBA)	5. CRITERIO RESPECTO AL NIVEL PERMISIBLE	
				P	NP
1	IBÁÑEZ 1	EXTRUSION	88		√
2	IBÁÑEZ 2	EXTRUSION	90		√
3	PLACO 1	EXTRUSION	82		√
4	PLACO 2	EXTRUSION	82		√
5	TAYLOR	EXTRUSION	83		√
6	TECOM	EXTRUSION	84		√
7	BANDERA 2	EXTRUSION	87		√
8	TR-80	EXTRUSION	89		√
9	TR-100-2	EXTRUSION	86		√
10	BANDERA 1	EXTRUSION	85		√
11	TI-QUATRO	EXTRUSION	90		√
12	EV-50	EXTRUSION	101		√
13	TG-60	EXTRUSION	83		√
14	COVEMA	EXTRUSION	78	√	
15	MATILA - 4	EXTRUSION	77	√	
16	MATILA - 3	EXTRUSION	75	√	
17	MATILA – 2	EXTRUSION	76	√	

FORMATO A SECCION 2 (CONTINUACIÓN)

MATRIZ DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION DE LAS FUENTES DE RUIDO.

1. N°	2. MAQUINARIA	3. PROCESO	4. MEDICION (dBA)	5. CRITERIO RESPECTO AL NIVEL PERMISIBLE	
				P	NP
18	MATILA –7	EXTRUSION	78	√	
19	MATILA – 1	EXTRUSION	75	√	
20	TR-30-1	EXTRUSION	78	√	
21	TR-30-2	EXTRUSION	78	√	
22	TR –30-3	EXTRUSION	78	√	
23	MF – 45	EXTRUSION	77	√	
24	ANTARES	IMPRESIÓN	89		√
25	FLEXO 1	IMPRESIÓN	85		√
26	FLEXO 2	IMPRESIÓN	84		√
27	TCM	IMPRESIÓN	89		√
28	SUPER 55	IMPRESIÓN	87		√
29	KLEINA	IMPRESIÓN	85		√
30	SHELDAG-5	CORTE Y BOLSEO	83		√
31	SHELDAG-4	CORTE Y BOLSEO	82		√
32	SHELDAG-3	CORTE Y BOLSEO	83		√
33	SHELDAG-2	CORTE Y BOLSEO	82		√
34	SHELDAG-1	CORTE Y BOLSEO	84		√
35	LUGMEN 1	CORTE Y BOLSEO	89		√
36	LUGMEN-2	CORTE Y BOLSEO	89		√
37	HUDSON 1	CORTE Y BOLSEO	84		√
38	HUDSON 2	CORTE Y BOLSEO	86		√
39	ROAN	CORTE Y BOLSEO	90		√
40	INDEMO 1	CORTE Y BOLSEO	86		√
41	INDEMO 2	CORTE Y BOLSEO	85		√
42	INDEMO 3	CORTE Y BOLSEO	85		√
43	CHINITA 1	CORTE Y BOLSEO	82		√
44	CHINITA 2	CORTE Y BOLSEO	82		√
45	ERGON	REFILADO	87		√
46	SLITER	REFILADO	82		√
47	DESDOBLADORA	DESDOBLADO	85		√
48	MOLINO 1	MOLINO	95		√
49	MOLINO 2	MOLINO	96		√

BALANCE	
MAQUINARIA CON NIVELES DE RUIDO SUPERIORES A 78.24 dBA	SE HAN IDENTIFICADO UN TOTAL DE 39 MAQUINAS QUE SUPERAN EL LIMITE PERMISIBLE DE RUIDO PARA JORNADAS LABORALES DE 12 HORAS. ESTO REPRESENTA UN 80% DEL TOTAL DE LA MAQUINARIA.

5.2.4 CLASIFICACIÓN POR TIPO DE FUENTE DE RUIDO

Aplicando los conceptos de tipos de ruido industrial mas comunes a la Formato A3. Que se tiene de las mediciones de ruido, su clasificación se define de la siguiente manera:

Formato A SECCION 3.

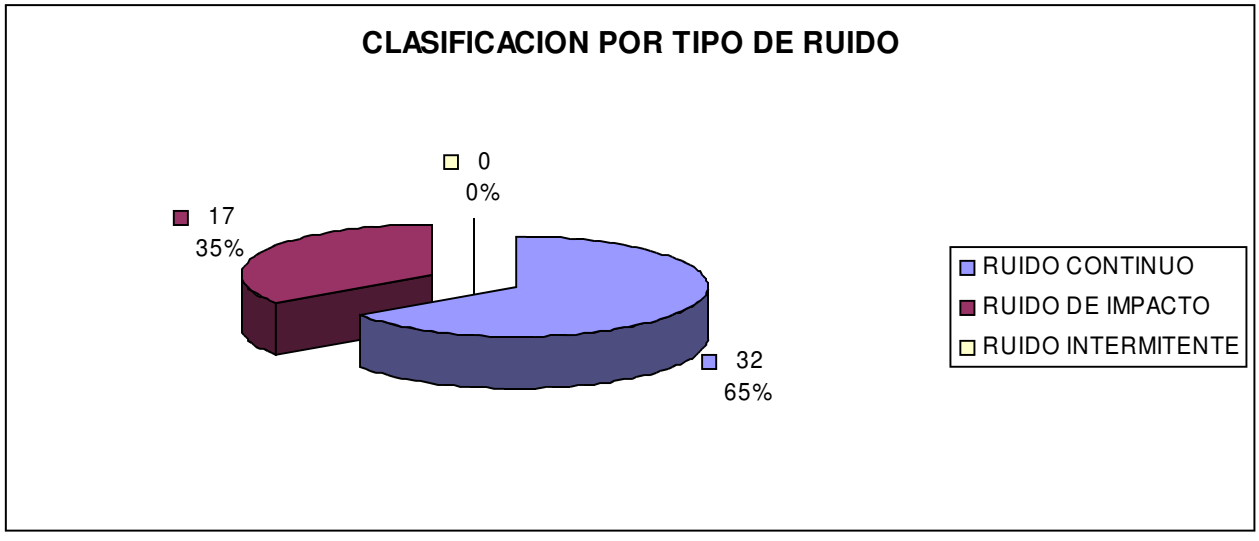
CLASIFICACION DE LA MAQUINARIA POR TIPO DE RUIDO.

1. N°	2. MAQUINARIA	3. PROCESO	4. MEDICION (dBA)	5. CRITERIO RESPECTO AL NIVEL PERMISIBLE		6. TIPO DE RUIDO		
				P	NP	CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE
1	IBÁÑEZ 1	EXTRUSION	88		√	√		
2	IBÁÑEZ 2	EXTRUSION	90		√	√		
3	PLACO 1	EXTRUSION	82		√	√		
4	PLACO 2	EXTRUSION	82		√	√		
5	TAYLOR	EXTRUSION	83		√	√		
6	TECOM	EXTRUSION	84		√	√		
7	BANDERA 2	EXTRUSION	87		√	√		
8	TR-80	EXTRUSION	89		√	√		
9	TR-100-2	EXTRUSION	86		√	√		
10	BANDERA 1	EXTRUSION	85		√	√		
11	TI-QUATRO	EXTRUSION	90		√	√		
12	EV-50	EXTRUSION	101		√	√		
13	TG-60	EXTRUSION	83		√	√		
14	COVEMA	EXTRUSION	78	√		√		

1. N°	2. MAQUINARIA	3. PROCESO	4. MEDICION (dBA)	5. CRITERIO RESPECTO AL NIVEL PERMISIBLE		6. TIPO DE RUIDO		
				P	NP	CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE
15	MATILA - 4	EXTRUSION	77	√		√		
16	MATILA - 3	EXTRUSION	75	√		√		
17	MATILA – 2	EXTRUSION	76	√		√		
18	MATILA –7	EXTRUSION	78	√		√		
19	MATILA – 1	EXTRUSION	75	√		√		

20	TR-30-1	EXTRUSION	78	√		√		
21	TR-30-2	EXTRUSION	78	√		√		
22	TR –30-3	EXTRUSION	78	√		√		
23	MF – 45	EXTRUSION	77	√		√		
24	ANTARES	IMPRESIÓN	89		√	√		
25	FLEXO 1	IMPRESIÓN	85		√	√		
26	FLEXO 2	IMPRESIÓN	84		√	√		
27	TCM	IMPRESIÓN	89		√	√		
28	SUPER 55	IMPRESIÓN	87		√	√		
29	KLEINA	IMPRESIÓN	85		√	√		
30	SHELDAG-5	CORTE Y BOLSEO	83		√		√	
31	SHELDAG-4	CORTE Y BOLSEO	82		√		√	
32	SHELDAG-3	CORTE Y BOLSEO	83		√		√	
33	SHELDAG-2	CORTE Y BOLSEO	82		√		√	
34	SHELDAG-1	CORTE Y BOLSEO	84		√		√	
35	LUGMEN 1	CORTE Y BOLSEO	89		√		√	
36	LUGMEN-2	CORTE Y BOLSEO	89		√		√	
37	HUDSON 1	CORTE Y BOLSEO	84		√		√	
38	HUDSON 2	CORTE Y BOLSEO	86		√		√	
39	ROAN	CORTE Y BOLSEO	90		√		√	
40	INDEMO 1	CORTE Y BOLSEO	86		√		√	
41	INDEMO 2	CORTE Y BOLSEO	85		√		√	
42	INDEMO 3	CORTE Y BOLSEO	85		√		√	
43	CHINITA 1	CORTE Y BOLSEO	82		√		√	
44	CHINITA 2	CORTE Y BOLSEO	82		√		√	
45	ERGON	REFILADO	87		√		√	
46	SLITER	REFILADO	82		√		√	
47	DESDOBLADORA	DESDOBLADO	85		√	√		
48	MOLINO 1	MOLINO	95		√	√		
49	MOLINO 2	MOLINO	96		√	√		

A continuación se genera un grafico en donde se muestran los porcentajes de maquinaria clasificada según el tipo de ruido que se genera, obteniendo el mayor porcentaje las maquinas que generan ruido continuo.



5.2.5 TIPIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE RUIDO.

La tipificación de las fuentes de ruido se realiza mediante la utilización del FORMATO B del anexo 4, matriz de evaluación de riesgo del ruido presentada en el modelo, para el llenado de dicho se formato se hace referencia al procedimiento descrito en la sección 5.1.4 TIPIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DE LAS FUENTES DE RUIDO del capitulo V de este mismo documento, Auxiliándose también de la TABLA D en donde se definen los criterios de evaluación fuentes de riesgo de ruido, para determinar las fuentes de ruido y por ultimo con ayuda de la TABLA E se elabora la tipificación del riesgo de ruido detallándose a continuación.

FORMATO B, MATRIZ DE EVALUACION DEL RIESGO DE RUIDO.

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB 2005 REALIZADO POR: AGUILAR

FORMATO B, MATRIZ DE EVALUACION DEL RIESGO DE RUIDO. (CONTINUACIÓN)

No	1. MAQUINARIA	2. AREA	3. PELIGRO	4. RIESGO	5. CONSECUENCIA	FACTORES DE EVALUACION DE RIESGOS		8. TIPIFICACION
						6. PROBABILIDAD DE EXPOSICION	7. CONSECUENCIA (GRAVEDAD)	
1	IBÁÑEZ 1	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
2	IBÁÑEZ 2	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
3	PLACO 1	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO
4	PLACO 2	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO
5	TAYLOR	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO
6	TECOM	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
7	BANDERA 2	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
8	TR-80	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB 2005 REALIZADO POR: ESQUIVEL

No	1. MAQUINARIA	2. AREA	3. PELIGRO	4. TIPO DE RIESGO	5. CONSECUENCIA	FACTORES DE EVALUACION DE RIESGOS		8. TIPIFICACION
						6. PROBABILIDAD DE EXPOSICION	7. CONSECUENCIA (GRAVEDAD)	
9	TR-100-2	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
10	BANDERA 1	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
11	TI-QUATRO	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
12	EV-50	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
13	TG-60	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO
14	COVEMA	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISICA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
15	MATILA - 4	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISICA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
16	MATILA - 3	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISICA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO

FORMATO B, MATRIZ DE EVALUACION DEL RIESGO DE RUIDO. (CONTINUACIÓN)

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB 2005 REALIZADO POR: RIVERA

No	1. MAQUINARIA	2. AREA	3. PELIGRO	4. TIPO DE RIESGO	5. CONSECUENCIA	FACTORES DE EVALUACION DE RIESGOS		8. TIPIFICACION
						6. PROBABILIDAD DE EXPOSICION	7. CONSECUENCIA (GRAVEDAD)	
17	MATILA – 2	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISICA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
18	MATILA –7	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISICA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
19	MATILA – 1	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISICA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
20	TR-30-1	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA AUDITIVA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
21	TR-30-2	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISICA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
22	TR –30-3	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISICA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
23	MF – 45	EXTRUSORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	OBSTACULIZACION ORAL, FATIGA FISCA, FALTA DE CONCENTRACIÓN	5	1	RIESGO BAJO
24	ANTARES	IMPRESORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO

FORMATO B, MATRIZ DE EVALUACION DEL RIESGO DE RUIDO. (CONTINUACIÓN)

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB 2005 REALIZADO POR: AGUILAR

FORMATO B, MATRIZ DE EVALUACION DEL RIESGO DE RUIDO. (CONTINUACIÓN)

No	1. MAQUINARIA	2. AREA	3 PELIGRO	4. TIPO DE RIESGO	5. CONSECUENCIA	FACTORES DE EVALUACION DE RIESGOS		8. TIPIFICACION
						6. PROBABILIDAD DE EXPOSICION	7. CONSECUENCIA (GRAVEDAD)	
25	FLEXO 1	IMPRESORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
26	FLEXO 2	IMPRESORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
27	TCM	IMPRESORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
28	SUPER 55	IMPRESORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
29	KLEINA	IMPRESORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
30	SHELDAG-5	CORTE Y BOLSEO	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO
31	SHELDAG-4	CORTE Y BOLSEO	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO
32	SHELDAG-3	CORTE Y BOLSEO	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB 2005 REALIZADO POR: ESQUIVEL

FORMATO B, MATRIZ DE EVALUACION DEL RIESGO DE RUIDO. (CONTINUACIÓN)

No	1. MAQUINARIA	2. AREA	3. PELIGRO	4. TIPO DE RIESGO	5. CONSECUENCIA	FACTORES DE EVALUACION DE RIESGOS		8. TIPIFICACION
						6. PROBABILIDAD DE EXPOSICION	7. CONSECUENCIA (GRAVEDAD)	
33								
41	INDEMO 2	CORTE Y BOLSEO	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
34	SHUDAG 1	CORTE Y	MAQUINA	EXPOSICION AL	HIPOACUSIA TEMPORAL	5	5	RIESGO ALTO
42	INDEMO 3	BOLSEO	GENERADORA DE RUIDO	RUIDO	O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO			
43	CHINITA 1	CORTE Y BOLSEO	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO
35	LUGMEN 1	CORTE Y BOLSEO	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
44	CHINITA 2	CORTE Y BOLSEO	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	4	RIESGO ALTO
36	LUGMEN-2	CORTE Y	MAQUINA	EXPOSICION AL	HIPOACUSIA TEMPORAL	5	5	RIESGO ALTO
45	ERGON	REFILADO RA	GENERADORA DE RUIDO	RUIDO	O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
46	SLITER	REFILADO	MAQUINA GENERADORA	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL	5	4	RIESGO ALTO
37	HUDSON 1	CORTE Y	MAQUINA	EXPOSICION AL	HIPOACUSIA TEMPORAL	5	5	RIESGO ALTO
47	DESDOBLADO RA	DESDOBL ADORA	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
38	HUDSON 2	CORTE Y	MAQUINA	EXPOSICION AL	HIPOACUSIA TEMPORAL	5	5	RIESGO ALTO
48	MOLINO 1	MOLINO	GENERADORA DE RUIDO	RUIDO	O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO
39	MOLINO 2	MOLINO	MAQUINA	EXPOSICION AL	HIPOACUSIA TEMPORAL	5	5	RIESGO ALTO
49	HOAN	CORTE Y BOLSEO	GENERADORA DE RUIDO	RUIDO	O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO			
40	INDEMO 1	CORTE Y BOLSEO	MAQUINA GENERADORA DE RUIDO	EXPOSICION AL RUIDO	HIPOACUSIA TEMPORAL O PERMANENTE Y EFECTOS PSICO FISICOS DEL RUIDO	5	5	RIESGO ALTO

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB 2005 REALIZADO POR: RIVERA

FORMATO C. MATRIZ DE EVALUACIÓN FINAL DE LAS FUENTES DE RIESGOS DE RUIDO

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB 2005 REALIZADO POR: AGUILAR

1. No	2. MAQUINARIA	3. AREA DE FABRICACION	4. NIVEL DEL RUIDO (dBA)	5. TIPO DE RUIDO			6. TIPIFICACION			7. ATENUACION ESPERADA	8. CONTROL SUGERIDO			9. DESCRIPCION DEL CONTROL SUGERIDO (VER TABLA ADJUNTA)	10. IMPLEMENTACION DEL CONTROL SUGERIDO		11. SUPERVISOR RESPONSABLE	12. OBSERVACIONES
				CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE	BAJO	MEDIO	ALTO		ADM	ING	EPP		FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION		
1	IBÁÑEZ 1	EXTRUSORA	88	√					√	10		√		A, B.				
2	IBÁÑEZ 2	EXTRUSORA	90	√					√	12		√		A, B.				
3	PLACO 1	EXTRUSION	82	√					√	4		√		A, B.				
4	PLACO 2	EXTRUSION	82	√					√	4		√		A, B.				
5	TAYLOR	EXTRUSION	83	√					√	5		√		A, B.				
6	TECOM	EXTRUSORA	84	√					√	6		√		A, B.				
7	BANDERA 2	EXTRUSORA	87	√					√	9		√		A, B.				
8	TR-80	EXTRUSORA	89	√					√	11		√		A, B.				
9	TR-100-2	EXTRUSORA	86	√					√	8		√		A, B.				
10	BANDERA 1	EXTRUSORA	85	√					√	7		√		A, B.				
11	TI-QUATRO	EXTRUSORA	90	√					√	12		√		A, B.				
12	EV-50	EXTRUSORA	101	√					√	23		√		D				
13	TG-60	EXTRUSORA	83	√					√	5				A, B.				
14	ANTARES	IMPRESORA	89	√					√	11		√		A, B.				
15	FLEXO 1	IMPRESORA	85	√					√	7		√		C				
16	FLEXO 2	IMPRESORA	84	√					√	6		√		C				

FORMATO C. MATRIZ DE EVALUACIÓN FINAL DE LAS FUENTES DE RIESGOS DE RUIDO (CONTINUACION)

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB-2005 REALIZADO POR: ESQUIVEL

1. No	2. MAQUINARIA	3. AREA DE FABRICACION	4. NIVEL DEL RUIDO (Dba)	5. TIPO DE RUIDO			6. TIPIFICACION			7. ATENUACION ESPERADA	8. CONTROL SUGERIDO			9. DESCRIPCION DEL CONTROL SUGERIDO	10. IMPLEMENTACION DEL CONTROL SUGERIDO		11. SUPERVISOR RESPONSABLE	12. OBSERVACIONES
				CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE	BAJO	MEDIO	ALTO		ADM	ING	EPP		FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION		
17	TCM	IMPRESORA	89	√					√	11		√		A, B.				
18	SUPER 55	IMPRESORA	87	√					√	9		√		A, B.				
19	KLEINA	IMPRESORA	85	√					√	7		√		A, B.				
20	SHELDAG-5	CORTE Y BOLSEO	83		√					5				E				
21	SHELDAG-4	CORTE Y BOLSEO	82		√					4				E				
22	SHELDAG-3	CORTE Y BOLSEO	83		√					5				E				
23	SHELDAG-2	CORTE Y BOLSEO	82		√					4				E				
24	SHELDAG-1	CORTE Y BOLSEO	84		√				√	6		√		E				
25	LUGMEN 1	CORTE Y BOLSEO	89		√				√	11		√		E				
26	LUGMEN-2	CORTE Y BOLSEO	89		√				√	11		√		E				
27	HUDSON 1	CORTE Y BOLSEO	84		√				√	6		√		E				
28	HUDSON 2	CORTE Y BOLSEO	86		√				√	8		√		E				
29	ROAN	CORTE Y BOLSEO	90		√				√	12		√		E				
30	INDEMO 1	CORTE Y BOLSEO	86		√				√	8		√		E				

FORMATO C. MATRIZ DE EVALUACIÓN FINAL DE LAS FUENTES DE RIESGOS DE RUIDO (CONTINUACION)

EMPRESA: PLASTYMAS PLANTA: PLASTYMAS FECHA: FEB-2005 REALIZADO POR: RIVERA

1. No	2. MAQUINARIA	3. AREA DE FABRICACION	4. NIVEL DEL RUIDO (dBA)	5. TIPO DE RUIDO			6. TIPIFICACION			7. ATENUACION ESPERADA	8. CONTROL SUGERIDO			9. DESCRIPCION DEL CONTROL SUGERIDO	10. IMPLEMENTACION DEL CONTROL SUGERIDO		11. SUPERVISOR RESPONSABLE	12. OBSERVACIONES
				CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE	BAJO	MEDIO	ALTO		ADM	ING	EPP		FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION		
31	INDEMO 2	CORTE Y BOLSEO	85		√				√	7		√		E				
32	INDEMO 3	CORTE Y BOLSEO	85		√				√	7		√		E				
33	CHINITA 1	CORTE Y BOLSEO	82		√					4				E				
34	CHINITA 2	CORTE Y BOLSEO	82		√					4				E				
35	ERGON	REFILADORA	87		√				√	9		√		E				
36	SLITER	REFILADORA	82		√					3				E				
37	DESDOBLADORA	DESDOBLADORA	85	√					√	7		√		A, B.				
38	MOLINO 1	MOLINO	95	√					√	17			√	F				
39	MOLINO 2	MOLINO	96	√					√	18			√	F				

5.2.6 DETERMINACION DE CONTROLES A APLICAR EN LAS FUENTES DE RIESGO DE RUIDO EVALUADAS.

CLASIFICACION DEL CONTROL	DESCRIPCION DEL CONTROL
A	Colocar paneles de fibra de vidrio fonoabsorbentes con un NRC de 0.7 en paredes anexas a la maquina, con un alto de 2 metros.
B	Colocar barreras acrílicas con un STL de 26, frente a la maquina formando una barrera de forma que el ruido rebote en el acrílico, tal como se muestra en el ESQUEMA 1 adjunto.
C	Rodear la maquina con barreras acrílicas con un STL de 20, ver ESQUEMA 2 adjunto.
D	Colocar silenciador de ducto de 10 pulgadas de diámetro para una reducción de 38 dBA de 10 plg por 38.4 plg de largo.
E	Utilizar silenciador para aire comprimido con 7/16 pulgadas de diámetro, que atenúan de 17 a 22 dBA.
F	Utilización de tapones auditivos, del tipo de triple anillo(triple rib), con una NRR de 27 dBA, estimando un nivel a atenuar de 85 dBA, NRR = (95-85)*2=20 dBA.

Recomendaciones generales

- En las áreas donde se sugirió utilizar materiales de fibra de vidrio fono absorbente, es necesario además colocar espuma de melanina para el techo con un NRC de 0.95, además de colocar cartones de huevo con NRC de 0.5, en el resto del área de la pared que sobra luego de colocar los paneles de fibra de vidrio fono absorbente en la nave industrial para conseguir un mejor efecto de atenuación.
- Colocar extractores en las áreas donde se han colocado los paneles fono absorbentes ver ESQUEMA 3 adjunto, ya que como se sabe el aire es el medio de transmisión al ruido y al estar renovando el flujo de aire en determinado tiempo, se extrae además el remanente de ruido que no haya sido absorbido por los paneles, mejorando además la calidad de aire disponible dentro de la nave industrial para el recurso humano, también

como el ruido absorbido por los paneles se transforma en calor, es necesario extraer el aire caliente.

- Es necesario cambiar las actuales cortinas de vinil, que son de tipo reflectivas, por las cortinas de fibra de vidrio, las cuales son de tipo fonoabsorbentes, con ello se lograra una mejor atenuación del ruido general. La disposición de dichas cortinas se muestran en el ESQUEMA 3 adjunto.
- Se recomienda además colocar un tipo de pintura que previene el ruido por vibración, dicha pintura es un elastómero que se aplica en las bases de las maquinas, es decir que las juntas de las maquinas y la superficie del suelo serán rellenadas con “Vibration Damping” (nombre comercial de la pintura que previene la vibración).

UBICACIÓN DE CONTROLES DE INGENIERIA PROPUESTOS

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

UBICACIÓN DE CONTROLES DE INGENIERIA PROPUESTOS

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

UBICACIÓN DE CONTROLES DE INGENIERIA PROPUESTOS

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

UBICACIÓN DE CONTROLES DE INGENIERIA PROPUESTOS

(HACER CLICK PARA VER ARCHIVO)

5.2.7 ANÁLISIS BENEFICIO - COSTO

Con el fin de brindar mayor información sobre los beneficios que se obtendrán al implementar el modelo en la empresa PLASTYMAS, se desarrolla un análisis de beneficio - costo en relación a los métodos de control propuestos para minimizar o eliminar el riesgo del ruido al que se encuentra expuesto el trabajador, verificando la vialidad a la alternativa de solución planteada.

Los beneficios se verán reflejados en un periodo a largo plazo considerando que las proyecciones económicas serán elaboradas para un periodo de 5 años, para efecto del análisis con la cual al finalizar; se definirá la vialidad de implementar estos controles en la empresa.

Se realiza un análisis de las producciones anuales de la empresa y las ganancias que se obtienen con el fin de obtener una visión mas clara de la posición económica en la que se encuentra, retomando el capitulo tres en donde se menciona que la empresa posee el 80% de participación dentro del mercado del empaque flexible.

CALCULO DE LA PRODUCCIÓN DE PLASTYMAS EN UN AÑO.

Las ordenes producidas al mes será un aproximado de que las 24 extrusoras estén trabajando y el 40% del total de la producción corresponden a bolsas sin impresión y el 60% a bolsas con impresión.

Para realizar el análisis se mencionan a consideración los siguientes aspectos y variables.

- La materia prima para la elaboración de la producción es un derivado del petróleo y por lo tanto su precio es fluctuante dentro del mercado.
- Se toma un estimado de 24 maquinas extrusoras operando en condiciones ideales y produciendo dos orden cada una en 24 horas, tomando como 30 días el promedio de un mes de producción se obtiene un total de 1,440 ordenes de producción mensuales, es decir un total de 576 ordenes mensuales de producto sin impresión (40%) y 864 ordenes mensuales de producto con impresión (60%).

- Tomando como base que lo mínimo establecido por la empresa para ingresara una orden en producción con impresión es de $275.00 dólares equivalente a 6,111 unidades y de $150.00 dólares para productos sin impresión equivalentes a 6,000 unidades.
- Existen diversas variables a considerar para determinar el costo por millar de una producción, como lo son el tamaño de la bolsa, el espesor o calibre del material, los colores a utilizar o el tipo de impresión que se realice. El precio por millar se ha determinado en base a un promedio de lo mínimo que la empresa puede producir.
- El precio por millar esta determinado por el precio de venta.
- El costo por millar estará determinado por el 60% de los costos en que se incurren al producir; y el 40% restante determinara la ganancia obtenida. De lo anterior se obtiene que el 60% del precio por millar ($25.00) corresponde a $15.00 dólares el costo por millar para productos sin impresión; y para productos con impresión corresponde a $27.00 el costo por millar, esto equivalente al 60% del precio por millar ($45.00).

En base a lo anteriormente expuesto, se plantea la tabla 11 que refleja las producciones de la empresa PLASTYMAS, esto con el fin de visualizar la inversión con lo que cuenta la empresa, cuyo valor mensual del costo de producción asciende a $324,000.00 de este dato se obtiene el valor anual de la producción el cual es de $3,888,000.00 tomando a consideración únicamente el primer año calculado.

Las ventas tienen un incremento del 5% anual en una proyección para cinco años, el ingreso por ventas proyectados para cinco años se representan en la tabla 12.

Con los datos proporcionados por dichas tablas, la empresa puede considerar como alternativa de solución el modelo planteado ya que es viable según la estimación que se ha calculado sobre el valor total de las ventas.

TABLA 11 COSTO MENSUAL DE LA PRODUCCIÓN

Producto	Costo por Millar	Precio Por Millar	Ordenes producidas al mes	Mínimo de unidades Producidas	Total de unidades producidas al mes	Valor mensual de la producción
Sin Impresión	$15.00	$25.00	576	6,000	3,456,000	$86,400.00
Con Impresión	$27.00	$45.00	864	6,111	5,280,000	$237,600.00
TOTAL	-----	-----	1440	-----	8,736,000	$324,000.00

TABLA 12 PROYECCIÓN ANUAL PARA 5 AÑOS

Producto	Valor Total de la Producción Anual	Valor Total Segundo Año*	Valor Total Tercer Año*	Valor Total Cuarto Año*	Valor Total Quinto Año*
Sin Impresión	$1,036,800.00	$1,088,640.00	$1,143,072.00	$1,200,225.60	$1,260,236.88
Con Impresión	$2,851,200.00	$2,993,760.00	$2,993,760.00	$2,993,760.00	$2,993,760.00
TOTAL	$3,888,000.00	$4,082,400.00	$4,136,832.00	$4,193,985.60	$4,253,996.88

* Proyectando un incremento anual del 5% sobre las ventas según cálculos proporcionados por la empresa.

5.2.7.1 COSTOS POR LESION Y EQUIPO DE PROTECCIÒN PERSONAL

El factor de riesgo de ruido no esta exento de la teoria de Henrich o teoría del iceberg[1], relacionada con los costos en los que se ven inmersas las empresas cuando se presenta un accidente o lesión de trabajo. Según esta teoría por cada dólar de costos visibles existen costos ocultos tales como: costos por paro de producción, costos por capacitación al nuevo personal si el trabajador padece de sordera completa, costo de la prótesis auditiva, costos de indemnización y otros relacionados a la producción. Para el calculo de costo por lesión, del total de empleados de la empresa PLASTYMAS, se asume que un 15%[3] de los 225 trabajadores sufren lesión auditiva grave en el tiempo estimado de cinco años, esto hace un total de 34 empleados; se estima un costo de $4,000 por persona lesionada[1].

De lo anterior se genera la siguiente tabla:

TABLA 13. COSTOS PROYECTADOS PARA 5 AÑOS, SIN UTILIZAR CONTROLES SUGERIDOS PARA PLASTYMAS

TIPO DE COSTOS	CANTIDAD	COSTO UNITARIO[2]	TOTAL
TAPONES AUDITIVOS DE TRIPLE RIB	225 EMPLEADOS * 5 AÑOS * 3 TAPONES AL AÑO = 3375 TAPONES	$ 0.97	$ 3273.75
COSTOS POR LESION, ASUMIENDO UN 15%[3] DE 225 TRABAJADORES CON LESIONES AUDITVAS GRAVES AL FINAL DE LOS 5 AÑOS	34 EMPLEADOS	$ 4000	$ 136000
		TOTAL	$ 139,273.75

Con la elaboración de este cuadro se visualizan aquellos desembolsos que en 5 años se traducirán en ahorros para la empresa con la implementación del modelo. Es decir que el costo total de $139,273.75 que actualmente para la empresa implica un desembolso al no implementar el modelo, este puede transformarse en un beneficio si se visualiza como un ahorro al implementar el modelo propuesto.

Este costo de $139,273.75 se ha dividido y repartido entre los cinco años que se han estimado en los que puedan ocurrir las lesiones del 15% del personal de PLASTYMAS y el costo de tapones auditivos para todo el personal, del resultado de esta división se obtiene un desembolso anual de $27,854.75.

Estas anualidades se representan en la siguiente tabla:

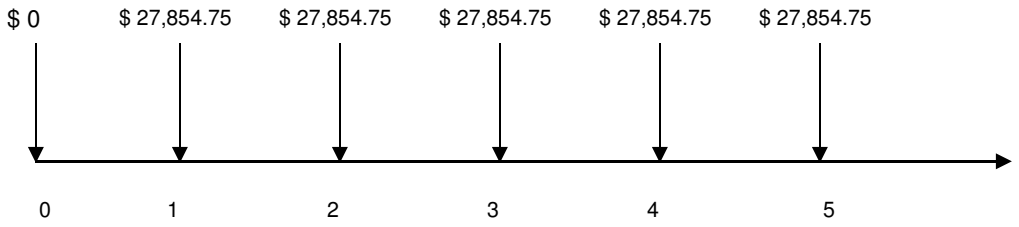
TABLA 14. RESUMEN DE GASTOS ASOCIADOS AL NO IMPLEMENTAR LOS CONTROLES ADECUADOS PARA EL RIESGO DEL RUIDO

Correlativo	Año.	Valor. ($)
0	base	0
1	2005	27,854.75
2	2006	27,854.75
3	2007	27,854.75
4	2008	27,854.75
5	2009	27,854.75

Para la generación del flujo de efectivo se determina una TMAR (Tasa Mínima Atractiva de Retorno) del 10%. Esta tasa fue propuesta por la misma empresa ya que es la que utilizan para la realización de sus proyecciones anuales.

Se sugirió la utilización de esta para que los valores que se obtengan de los cálculos correspondan o se apeguen a la realidad de la empresa.

A partir de esta información se genera el siguiente flujo de efectivo:



De lo anterior se calcula el Valor Presente Neto que implica la no implementación del modelo e incurrir a los gastos contemplados.

En donde:

A= $ 27,854.75
P= $ 0
i = tasa de referencia que corresponde a la TMAR; equivalente al 10%, capitalizable anualmente.
n = 5 años

$$VP = \$0 + \$27{,}854.75 \left[\frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right]$$

VP =$ 105,591.41

Este valor presente de $105,591.41, representan los desembolsos por pago de indemnizaciones o incapacidades por lesiones auditivas graves al final de cinco años. Si se implementa el modelo estos $105,591.41 se traducirán en ahorros para la empresa.

5.2.7.2 CALCULO DE COSTOS DE INVERSIÒN EN LA IMPLEMENTACIÒN DEL MODELO.

Posteriormente al análisis de los costos en los que se incurre al no implementar el modelo representados como ahorros para la empresa, se calcula el Valor Presente que implica la implementación del modelo a través de la siguiente formula:

$$VP = P + A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{} \right]$$

$$i\,(1 + i)^n$$

Donde:
A= Flujo neto de efectivo del año n, correspondiente al costo anual en la implementación del modelo.

P= Inversión inicial en el año cero.

i= tasa de referencia que corresponde a la TMAR; equivalente al 10%, capitalizable anualmente.

n= años de evaluación

De los métodos de control sugeridos para la implementación del modelo, únicamente los tapones auditivos serán renovables a cuatro empleados que se encuentran ubicados en el área de molinos dentro de la empresa y estos serán provistos de ellos cuatro veces al año en una proyección de cinco años.

Los métodos de control de ingeniería restantes son considerados como inversión inicial para la empresa.

De lo cual se obtiene la siguiente tabla en donde esta contemplado el costo total de la inversión de implementar el modelo propuesto incluyendo todos los métodos de control de ingeniería en una proyección de cinco años.

TABLA 15. COSTOS PROYECTADOS PARA 5 AÑOS, AL APLICARSE LOS CONTROLES SUGERIDOS PARA PLASTYMAS

TIPO DE COSTO	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO[8]	TOTAL
PROTECTORES AUDITIVOS	4 EMPLEADOS USANDO TAPÒNES DE TIPO TRIPLE RIB, CAMBIANDOLO 4 VECES	$ 0.97	$ 77.60

[8] NOTA: Los precios están sujetos a cambios según MACMASTER-CARR www.mcmaster.com

	AL AÑO, HACIENDO UN TOTAL DE 80 TAPONES		
EXTRACTORES	CON UN VOLUMEN DE 691866 PIES^3 DE AIRE EN LA NAVE INDUSTRIAL DE PLATYMAS, ASUMIENDO UNA EXTRACCION DE 6123 PIES^3*MINUTOS, ASUMIENDO QUE 6 MINUTOS SE EXTRAE TODO EL VOLUMEN DE AIRE, SEGÚN RECOMENDACIONES DE FABRICANTES HACE UN TOTAL DE 20 EXTRACTORES	$ 406.68	$ 8133
BARRERAS AISLANTES DE RUIDO	BARRERAS DE ACRILICO CON UN STL DE 26 , PARA 17 MAQUINAS AISLADAS PARCIALMENTE (1 PIEZA= 1 BARRERA DE 3 HOJAS PLEGADIZAS) Y DOS MAQUINAS AISLADAS TOTALMENTE (2 PIEZAS 3 LAMINAS PLEGADIZAS, HACIENDO UN TOTAL DE 21 BARRERAS	$ 412.82	$ 8669.22

TABLA 15. COSTOS PROYECTADOS PARA 5 AÑOS, AL APLICARSE LOS CONTROLES SUGERIDOS PARA PLASTYMAS (CONTINUACION)

TIPO DE COSTO	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO[9]	TOTAL
SILENCIADORES	SILENCIADORES QUE ATENUAN DE 17 A 22 dBA CON MAXIMA PRESION DE 250 PSI Y UN DIAMETRO DE 7/16 PLG, APLICADO PARA 17	$ 2.61	$ 88.74

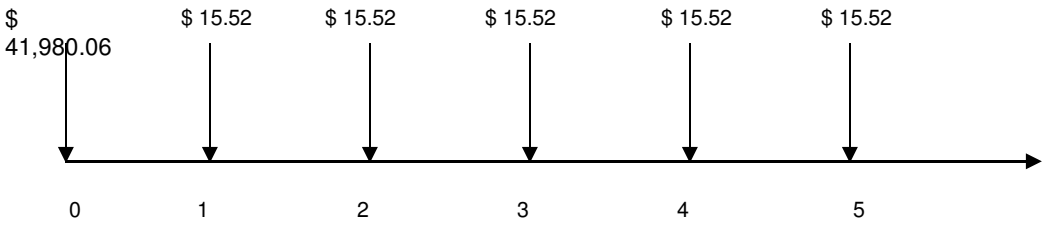
[9] NOTA: Los precios están sujetos a cambios según MACMASTER-CARR www.mcmaster.com

	MAQUINAS SE TIENEN 2 SILENCIADORES POR MAQUINA				
CORTINA	8 CORTINAS DE FIBRA DE VIDIRO CON UN NRC DE 0.85			$ 172	$ 1376
SILENCIADOR DE DUCTO	UN SILENCIADOR DE DUCTO CON UN DIAMETRO DE 12 PLG Y UN LARGO DE 38.4 PLG, ATENUANDO 27 dBA			$ 196.43	$ 196.43
TIPO DE COSTO	1	2	3	4	5
PROTECTORES AUDITIVOS	$ 15.52	$15.52	$15.52	$15.52	$15.52
ESPUMA DE MELAMINA PARA TECHO	MATERIAL FONO ABSORBENTE CON UN NRC DE 0.95, REQUIRIENDO UN TOTAL DE 15144.7 PIES^2			$ 0.06/PIE^2	$ 908.68
EXTRACTORES	$ 8133	$0	$0	$0	$0
BARRERAS AISLANTES DE RUIDO	$ 8669.22	$0	$0	$0	$0
SILENCIADORES	$ 88.74	$0	$0	$0	$0
PLIEGOS DE FIBRA DE VIDRO	CUBRIENDO UNA ALTURA DE 2 METROS APARTIR DEL SUELO, SE DEMANDA UN AREA TOTAL DE 4597.16 PIES^2			$ 4.30/PIE^2	$ 19305.07
CORTINA	$ 1376	$0	$0	$0	$0
SILENCIADOR DE DUCTO	$ 196.43	$0	$0	$0	$0
ESPUMA DE MELAMINA PARA TECHO	$ 908.68	$0	$0	$0	$0
PLIEGOS DE FIBRA DE VIDRO	$ 19305.07	$0	$0	$ 0.13/PIE^2	$ 3287.4
CARTONES DE HUEVO	CON PICO DE 3 PLG DE ALTO Y UN NRC DE 0.5, CON AREA A CUBRIR DE 25288.39 PIES^2			$0	$0
CARTONES DE HUEVO	$ 3287.4	$0	$0	$0	$0
TOTAL	$41,980.06	$15.52	$15.52	$15.52	$15.52
				TOTAL	$ 42042.14

De la tabla anterior se obtiene un costo total de $ 42,042.14 estos son todos los costos en los cuales incurriría la empresa de implementar el modelo, de esto se deduce el siguiente cuadro en donde se reparte en anualidades el costo de invertir en los métodos de control propuestos.

TABLA 16. COSTOS ANUALES ASOCIADOS AL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN

El único costo repartido en anualidades es el de los tapones auditivos, este y los métodos de control de ingeniería propuestos serán representados en el siguiente flujo de efectivo.



De lo anterior se calcula el Valor Presente Neto que implica la inversión inicial y el seguimiento de la implementación del modelo.

En donde:

$$VP = P + A \left[\frac{(1+ i)^n - 1}{i\,(1 + i)^n} \right]$$

Donde: A= $ 15.52
P= $ 41,980.06
i = 10%
n = 5 años

$$VP = \$41{,}980.06 + \$15.52 \left[\frac{(1+ 0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right]$$

VP = $42,038.89

El valor presente de $42,038.89 incluye el costo de la inversión inicial y el seguimiento de la propuesta al proveer al personal de Equipo de Protección Personal.

5.2.7.3 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELO DE LA ERGONOMIA PSICO-FISICA DEL RUIDO EN LA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS PLÁSTICOS.

Como punto de partida se tiene como referencia los costos de la implementación representados en el calculo del Valor Presente y los beneficios serán representados como el ahorro en desembolsos por parte de la empresa al incurrir en gasto de lo que implica tener un empleado que posea una lesión auditiva, el costo que representa para la empresa en pago de indemnizaciones, aparatos auditivos, consultas medicas, y otros contemplados dentro del análisis de costos por lesión, asumiendo un 15% de 225 trabajadores con lesiones auditivas graves al final de los 5 años.
Tomando como referencia ambos valores y estableciendo la relación beneficio-costo, permite establecer la vialidad de implementación de la propuesta.

La fórmula que determina la relación Beneficio – Costo es la siguiente:

$$\text{Relación Beneficio-costo} = \frac{\text{Beneficios Esperados.}}{\text{Costos.}}$$

Donde:

- Beneficios esperados es el valor presente neto (VPN) obtenido a partir del flujo de efectivo de gastos asociados a no implementar el modelo. Este beneficio es representado como un ahorro para la empresa al final de cinco años y el monto asciende a : $ 105,591.41[10]

[10] Referencia: Dato obtenido de cálculo de VPN en Pág. 190

- Costos de implementación es el valor presente neto (VPN) obtenido a partir del flujo de efecto de gastos asociados a la implementación del modelo en la empresa y el monto total asciende a : $ 42,038.89[11]

Relación Beneficio – Costo = $ 105,591.41

$ 42,038.89

Relación Beneficio – Costo = 2.51

El valor obtenido de la relación Beneficio – Costo es un indicador de la proporción en que los beneficios superan a los costos, es decir que por cada dólar invertido la empresa recupera 1.51 dólares a su favor.

5.2.7.4 CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS BENFICIO – COSTO.

De la relación Beneficio – Costo realizada, se concluye que es viable la implementación de un nuevo proyecto dentro de una empresa cuando la relación es mayor o igual a uno; la relación indica la proporción en la que los beneficios superan a los costos; si se diera el caso que por el contrario dicha relación es menor que 1, significa que los costos superan a los beneficios, por lo tanto no tiene ningún sentido invertir. En el análisis planteado la relación es mayor que uno por lo tanto la implementación del modelo es factible en la empresa objeto de estudio.

Mediante el análisis Beneficio – Costo la empresa puede optar a evaluar la implementación del modelo dentro de la empresa como alternativa de solución para mejorar las condiciones laborales de los trabajadores y no recurrir a algún tipo de perdida a causa de una lesión auditiva en el futuro.

Al concluir el análisis de la relación de los costos de lo que implica el implementar el modelo se obtiene una cantidad de $ 42,042.14 dólares lo cual es significativo si se compara con una de las valoraciones como lo es el costo que implica el pago por lesión en los empleados lo cual asciende a $ 136,000.

[11] Referencia: Dato obtenido de cálculo de VPN en Pág. 195

En PLASTYMAS existe un riesgo muy alto que el recurso humano involucrado sufra una lesión auditiva a causa de los altos niveles de ruido registrados en la teoría del iceberg respecto a los costos ocultos de las lesiones sufridas en el área de trabajo, se esto representaría un alto costo de no tomarse las acciones pertinentes, ya que se carece de capacitaciones respecto al ruido y que no exista una política sobre la disminución del ruido en la planta que por lo menos incluya el uso del EPP y aunque posiblemente los trabajadores tengan el protector auditivo no sabrán usarlo de forma adecuada y el tiempo necesario. Sin embargo con la sugerencia de los controles de ingeniería que se propone, los niveles de ruido deberán reducirse y no será necesario comprar grandes cantidades de tapones, ni tampoco de tendrá alto riesgo de lesiones auditivas para el trabajador, ya que estos controles no se necesitan estar renovando frecuentemente y el personal involucrado no esta expuesto a altos niveles de ruido, ya que el conjunto de las medidas de control es lo que reduce los niveles de ruido en la planta de PLASTYMAS a un costo muy razonable, si se toma en cuenta los desembolsos que podrían ocurrir durante 5 años de no aplicar controles efectivos contra el ruido.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

- La empresa PLASTYMAS cuenta dentro de sus instalaciones con fuentes generadoras de riesgo de ruido para el recurso humano y se puede incurrir en altos costos por incapacidades que a la larga causaran perdidas y un impacto significativo dentro de las utilidades de la empresa.

- Por medio de la investigación de campo se demostró la existencia de los efectos psico-físico del ruido que sufre el personal al presentar síntomas derivados de la exposición a la fuente generadora del ruido.

- Por medio del diagnostico de la empresa, se evidencio que esta posee áreas de mejora que pueden ser potencializadas como es el caso de las relaciones estrechas que poseen con petroquímicas, las constantes innovaciones en sus procesos al invertir en la mejor maquinaria que existe dentro del mercado los cuales son puntos que se consideran a favor para lograr resultados en el incremento del beneficio de la empresa.

- Con la realización del Mapeo de Ruido e identificación de las zona criticas de riesgo de ruido realizada en el capitulo III de este documento se detectaron las fuentes cuyas mediciones sobrepasan los niveles máximos

permisibles y a las cuales se encuentran expuestos los trabajadores; a partir de esta identificación se visualiza la falta de atención de estos importantes tópicos relacionados al ruido en PLASTYMAS, esto puede ser un comportamiento en el sector de empresas dedicadas a la fabricación de productos plásticos en El Salvador.

- El modelo puede ser aplicado a cualquier industria aunque su enfoque se realice para la industria del plástico, este cuenta con procedimientos que pueden ser reacomodados a otras industrias, dando asi respuesta al problema de la ergonomía psico-fisica del ruido.

- Con la creación del modelo se fomentan las bases para continuar con las siguientes etapas de monitoreo y control. Mejorando y buscando herramientas que permitan el mejoramiento de las condiciones en el ambiente laboral, ya que el trabajo de graduación únicamente contempla el diseño del modelo y la aplicación a la empresa prototipo.

RECOMENDACIONES.

- La pronta implementación del modelo de la ergonomía psico-física en la empresa PLASTYMAS, para la prevención de las consecuencias generadas por la exposición al ruido.
- El modelo debe desarrollarse según la metodología planteada y darle seguimiento por medio de un monitoreo constante para verificar el cumplimiento y efectividad de los controles implementados en la fuentes de riesgo de ruido.
- Se recomienda la documentación de un reglamento interno de higiene y seguridad ocupacional, para que puedan ser tratados y prevenidos los riesgos existentes dentro de la empresa y entre estos el ruido.
- Se debe velar por el cumplimento del reglamento general de seguridad e higiene, aprobado por el Ministerio de Trabajo de El Salvador y la conformación de un comité de higiene y seguridad dentro de la empresa para que puedan realizar auditorias internas y de esta manera velar por el cumplimiento de los niveles de ruido permisibles.
- Desarrollar y documentar un programa de mantenimiento preventivo para evitar que el mal funcionamiento de la maquinaria se convierta en fuentes generadoras de ruido.
- Educar al personal a través de capacitaciones, en lo que respecta a los factores de riesgo del trabajo; para generar conciencia en los trabajadores.

- La aplicación del Modelo de la Ergonomía psico-física del ruido es viable en la empresa PLASTYMAS. Según el costo de no implementar controles de ingeniería y los costos por indemnizaciones son altos en comparación al de implementación de métodos de control; con el análisis beneficio – costo se obtiene un indicador de 2.5, este significa que la aplicación es recomendable ya que la inversión que por cada dólar que la empresa invierta, esta recupera 1.5 de dólar adicional y por lo tanto la implementación del modelo es viable para la empresa.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. Gabriel Salvendy, Manual del Ingeniero Industrial Vol. I, Editorial Noriega Limusa (1991) México.

2. Gabriel Salvendy, Manual del Ingeniero Industrial Vol. II, Editorial Noriega Limusa (1991) México.

3. Pedro Mondelo, Ergonomía I, Editorial Alfaomega, México 2001.

4. Pedro Mondelo, Ergonomía III, Editorial Alfaomega, México 2001.

5. www.ergoproject.com

6. www.estrucplanonline.com

7. www.solomantenimiento.com/diccionario.htm

8. www.ututo.org/slw/HTML/suse/ch08.html

9. www.mtas.es/insht/information/estudiostec/et_058.htm

10. www.gestiopolis.com/canales2/gerencia/1/ergonomia.htm

11. www.osha.gov

12. www.oit.or.cr

13. www.metas.es/insht/ntp/ntp085.htm

14. www.metas.es/insht/practice/evaluacion.htm

15. www.solomantenimiento.com/m_evaluacion_riesgos.htm

16. www.rree.gob.sv/website/promocion47.html

17. www.asiplastic.com.sv

ANEXO 1

PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN

La obtención del Nivel de Presión Sonora Corregido, (NPC) se efectuará de acuerdo a lo dispuesto en la normativa de medición de ruidos de la ordenanza municipal del municipio de San Salvador en la cual se establece una metodología especifica para la medición de ruidos en las áreas internas de las empresas.

a. Las mediciones se efectuarán con un decibelimetro integrador Clase 0 ó 1 debidamente calibrado.

b. Se utilizará el filtro de ponderación A y la respuesta lenta del instrumento de medición.

c. Los resultados de las mediciones se expresarán en dB(A) Lento y se evaluará la exposición al ruido según el concepto de nivel de presión sonora corregido (NPC).

CONDICIONES DE MEDICIÓN

Las mediciones para determinar el nivel de presión sonora corregido (NPC) de los distintos tipos de ruido definidos en el artículo siguiente, se efectuarán en el lugar, momento y condición de mayor molestia, de acuerdo a las siguientes indicaciones:

Mediciones Externas:

Los puntos de medición se ubicarán entre 1,2 ó 1.5 metros sobre el suelo y en caso de ser posible a una distancia de 3 metros de las paredes, construcciones u otras estructuras reflectantes.

Se efectuarán como mínimo cinco mediciones en tres puntos separados entre sí como mínimo en aproximadamente 0.5 metros anotando en cada caso el nivel

sonoro equivalente Leq de un período de 30 segundos y de ellas se obtendrá el promedio Leq.

Las mediciones se realizarán a 3 mts de distancia de las paredes o límites de la propiedad en donde se encuentre la fuente emisora de ruido. En caso de una fuente aislada de ruido y claramente identificada de las demás que puedan existir en el entorno, se procederá a medir a 3 mts. de la pared o límite de la propiedad del receptor más cercano a dicha fuente.

Deberán descartarse aquellas mediciones que incluyan ruidos ocasionales.

Mediciones Internas:

Las mediciones se harán en las condiciones habituales de uso de las instalaciones o habitación.

Los puntos de medición se ubicarán a 1.5 mts. sobre el piso, en caso de ser posible, a 1.0 metros o más de las paredes, y aproximadamente a 1,5 metros de las ventanas.

Se efectuarán como mínimo cinco mediciones en tres puntos separados entre sí como mínimo en aproximadamente 0.5 metros, anotando en cada caso el nivel sonoro equivalente Leq de un período de 30 segs. y de ellas se obtendrá el promedio Leq.

Deberán descartarse aquellas mediciones que incluyan ruidos ocasionales.

TIPOS DE RUIDO A MEDIR

La técnica de evaluación dependerá del tipo de ruido del cual se trate, ya sea:

Ruido continuo

En el caso que el ruido estable mantenga su fluctuación en torno a un solo nivel de presión sonora durante la jornada diaria de funcionamiento de la fuente, se realizará una medición de NPSeq de 30 segs. para cada uno de los puntos de medición.

Ruido intermitente

Para cada uno de los puntos de medición ser realizarán cinco mediciones de NPSeq de 1 minuto, y se calculará el promedio aritmético de los cinco valores de NPSeq obtenidos. Se calculará a su vez la diferencia aritmética entre el mayor y menor de los cinco valores de NPSeq obtenidos, y esa diferencia se dividirá por 5.

Ruido de impacto

Para cada uno de los puntos de medición se realizarán tres mediciones, de un minuto cada una, a fin de obtener el NPSeq de 1 minuto y el NPSmax. correspondiente al minuto de medición.

Para cada medición realizada, se elegirá el mayor valor entre el NPSeq, y el NPSmax, disminuido en 5 dB(A)

ANEXO 2
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ANEXO 3

FORMATO PARA MATRIZ DE REGISTRO DE DATOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE RUIDO.

MAQUINARIA	DESCRIPCION	RUIDO PERCEPTIBLE	RUIDO NO PERCEPTIBLE	BARRERAS AISLANTES	SILENCIADORES	HOJA DE MANTENIMIENTO	EPP

ANEXO 4

FORMATO DE CUESTIONARIO.

CUESTIONARIO

Departamento:_____

1. En cuanto al puesto de trabajo

    1.1. Puesto de trabajo u operación que realiza:_____

    1.2. Función que realiza:_____

    1.3. Horas de turno de trabajo:_____

    1.4. Tiempo de trabajar en este departamento (en meses):_____

    1.5. Tiempo de trabajar en esta empresa (en meses):_____

2. Sexo: Masculino ( ) Femenino ( )

3. Edad:_____ años

4. ¿De cuales de los siguientes padecimientos usted adolece con frecuencia?

☐	Insomnio
☐	Falta de concentración
☐	Perdida de retentiva de la memoria
☐	Ansiedad
☐	Estrés
☐	Hipertensión arterial
☐	Gastritis

5. ¿Cómo considera usted el nivel del ruido que existe en su ambiente laboral?
   Alto___ Medio___ Bajo____

6. ¿Se le han entregado protectores auditivos?
   Si___ No___

7. Cuánto tiempo lo usa en el lugar de trabajo?
   _____

8. ¿Considera usted que al no utilizar apropiadamente su equipo de protección personal puede generarle una lesión auditiva?

   Si___ No___

9. ¿Qué tipo de lesión puede generarse de no utilizar adecuadamente su equipo de protección personal?

Ninguno___ Leve___ Grave___ Muy Grave____

OBSERVACIONES:

¿A que distancia se le dificulta tener una conversación normal al entrevistado?
15cm_____ 30cm_____ 50cm_____

ANEXO 5

FORMATOS PROPUESTOS DEL MODELO

FORMATO A SECCION 1.
MATRIZ DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION DE LAS FUENTES DE RUIDO.

1. N°	2. MAQUINARIA	3. PROCESO	4. MEDICION (dBA)	5. CRITERIO RESPECTO AL NIVEL PERMISIBLE		6. TIPO DE RUIDO		
				P	NP	CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE

NOTA: LOS CAMPOS QUE SE MARCAN EN LINEAS PUNTEADAS, SERAN COMPLETADOS HASTA LA IDENTIFICACION Y CLASIFICACION DE LAS FUENTES DE RIESGO DE RUIDO, RESPECTIVAMENTE.

FORMATO A SECCION 2.

MATRIZ DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION DE LAS FUENTES DE RUIDO

1. N°	2. MAQUINARIA	3. PROCESO	4. MEDICION (dBA)	5. CRITERIO RESPECTO AL NIVEL PERMISIBLE		6. TIPO DE RUIDO		
				P	NP	CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE

NOTA: LOS CAMPOS QUE SE MARCAN EN LINEAS PUNTEADAS, SERAN COMPLETADOS HASTA LA CLASIFICACION DE LAS FUENTES DE RIESGO DE RUIDO.

FORMATO A SECCION 3.
MATRIZ DE RECOLECCIÓN DE INFORMACION DE LAS FUENTES DE RUIDO

1. N°	2. MAQUINARIA	3. PROCESO	4. MEDICION (dBA)	5. CRITERIO RESPECTO AL NIVEL PERMISIBLE		6. TIPO DE RUIDO		
				P	NP	CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE

FORMATO B.

MATRIZ DE EVALUACION DEL RIESGO DE RUIDO.

EMPRESA:_____ PLANTA:_____ FECHA:_____ REALIZADO POR:_____

FORMATO C.

MATRIZ DE EVALUACIÓN FINAL DE LAS FUENTES DE RIESGOS DE RUIDO

EMPRESA:_____ PLANTA:_____ FECHA:_____ REALIZADO POR:_____

No	1. MAQUINARIA	2. AREA	3. PELIGRO			4. RIESGO				5. CONSECUENCIA				FACTORES DE EVALUACION DE RIESGOS				8. TIPIFICACION
1. No		3. AREA DE FABRICACION	4. NIVEL DEL RUIDO (dBA)	5. TIPO DE RUIDO			6. TIPIFICACION			7. ATENUACION ESPERADA	8. CONTROL SUGERIDO			9. DESCRIPCION DEL CONTROL SUGERIDO	6. PROBABILIDAD DE EXPOSICION	7. CONSECUENCIA (GRAVEDAD)	10. IMPLEMENTACION DEL CONTROL SUGERIDO	11. SUPERVISOR RESPONSABLE	12. OBSERVACIONES
				CONSTANTE	IMPACTO	INTERMITENTE	BAJO	MEDIO	ALTO		ADM	ING	EPP				FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION	
	2. MAQUINARIA																		

GLOSARIO.

ANSI: American National of Standard Institute.

Audición: sensación producida por la estimulación de los receptores del oído interno, a través de las ondas acústicas.

Banda de Octavas: Método de ingeniería que se utiliza para calcular el porcentaje de atenuación de los equipos de protección personal utilizando el estudio logarítmico.

Carga dinámica: cargas físicas que se encuentran constantemente en movimiento.

Ergonomía: la ciencia que estudia las relaciones entre el hombre y su trabajo y trata de adaptar éste a las características psicológicas y fisiológicas del trabajador.

Ergonomía Psico-Física: rama de la ergonomía que se encarga de evaluar el confort entre la integridad psicológica y física del hombre y el entorno que lo rodea.

Factores de Riesgo del trabajo: son características del ambiente de trabajo que se han asociado con lesiones estas son Características físicas de la tarea (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral) y Características ambientales (la interacción primaria entre el trabajador y el ambiente laboral).

Flexografia: llamada también impresión en relieve, y se basa en la creación de rodillos con negativos en relieve del arte a imprimir. Estos huecos luego seran llenados de tinta de secado rápido.

Frecuencia: Número de vibraciones que tienen lugar en un segundo, así un número alto de ciclos por segundo dará lugar a un tono agudo y un número bajo a un tono grave, se mide en hertzios o ciclos por segundo.

Frecuencias conversacionales: son las frecuencias promedio a las cuales se mantiene una conversación normal, según la NTP(NOTAS TÉCNICAS DE PREVENCION) 85: AUDIOMETRÍA, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España (INSHT), el rango es: 125 a 2000 Hz.

Fotopolimeros: son esteres cinámicos de polisacáridos que tienen la propiedad física de ser sensibles a la luz ultravioleta y radiaciones visibles.

Hertz: medida física de la frecuencia, se interpreta en ciclos por segundos.

Hipoacusia: disminución de la agudeza auditiva.

IEDIM: herramienta de Ingeniería que consta de investigar, evaluar, desarrollar, implementar y monitorear.

Maquina: conjunto de elementos destinados a recibir y transformar energía.

Macro Clima: condiciones ambientales globales dentro de una distribución de planta determinada.

Micro Clima: condiciones ambientales de un puesto de trabajo (Ventilación, Humedad y Temperatura).

Nivel Sonoro Equivalente: es la cantidad de ruido medido en decibelios a la que se puede estar expuesto en un periodo de tiempo determinado sin causar daño al oído humano.

Peletizado: proceso en el cual el granulado debe fundirse y pasarse a través de un tubo para tomar la forma de espagueti al enfriarse en un baño de agua, una vez frío es cortado en pedacitos llamados “pellets”.

Psicología Laboral: ciencia que se encarga del estudio de las implicaciones que el trabajo tiene sobre la mente y comportamiento del trabajador.

Ruido: es un fenómeno acústico causante de una sensación auditiva molesta y se lo considera un contaminante más.

Subsistema: elemento contenido dentro de un sistema que a su vez contiene diversos elementos dentro del mismo.

Sistema Hombre-Maquina: un conjunto de elementos humanos y no humanos sometidos a interacciones.

SMART: Herramienta de ingeniería utilizada para la elaboración de formatos de tipificación de riesgos que constan de actividades significativas, medibles, alcanzables además de establecer Responsables y tiempo.

Vibración por Segmento: es el porcentaje de vibración que una maquina transfiere a una parte especifica del cuerpo humano.