



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Trabajo de fin de carrera titulado:

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO EN LA
INDUSTRIA QUÍMICA EN EL ÁREA DE TALLER Y PROPUESTA DE
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL**

Realizado por:

KAREN JOHANNA PEREZ BASANTES

Director del proyecto:

ING. FRANCISCO SALGADO, MSc

Como requisito para la obtención del título de:

MASTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, Julio de 2015

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, KAREN JOHANNA PÉREZ BASANTES, con cédula de identidad # 171613104-8, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Karen Johanna Pérez Basantes

C.C.: 171613104-8

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN LABORAL A RUIDO EN LA
INDUSTRIA QUÍMICA EN EL ÁREA DE TALLER Y PROPUESTA DE
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y CONTROL”**

Realizado por:

KAREN JOHANNA PÉREZ BASANTES

Como Requisito para la Obtención del Título de:

MAGISTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha Sido dirigido por el profesor

ING. FRANCISCO SALGADO, MSc

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

ING. FRANCISCO SALGADO, MSc

DIRECTOR

DECLARATORIA PROFESORES INFORMANTES

LOS PROFESORES INFORMANTES

Msc. David Alejandro Trujillo Otáñez

Msc. Pablo Ramiro Dávila Rogriguez

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

Msc. David Alejandro Trujillo Otáñez Msc. Pablo Ramiro Dávila Rodríguez

Quito, Julio del 2015

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mi hijo Matías Ocampo, quien siempre ha sido motivo de mi inspiración para salir adelante, y con este esfuerzo quiero transmitirle que no hay obstáculo alguno para poder cumplir nuestras metas y ser cada día mejores personas y profesionales.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a:

Dios por darme la oportunidad de la vida y con ella seguir creciendo profesionalmente.

Universidad y docentes por los conocimientos impartidos a lo largo de estos dos años de carrera, los cuales me han sido de mucha utilidad para el desempeño de mi trabajo.

Mi tutor el Ing. Francisco Salgado, Msc, quien fue una guía para la ejecución del presente trabajo y quien de manera desinteresada supo darme sus conocimientos para mejorar el desempeño.

A mi familia, Teresa, Gabriela, Henry, Carlos por haberme apoyado en varios aspectos de mi vida durante la ejecución de la carrera.

INDICE DEL CONTENIDO

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
1.1.1. Planteamiento del problema	2
1.1.1.1. Diagnóstico del problema	2
1.1.1.2. Pronóstico	4
1.1.1.3. Control del Pronóstico	5
1.1.2. Objetivo General.	5
1.1.3. Objetivos Específicos	5
1.1.4. Justificación.....	6
1.2. MARCO TEÓRICO	6
1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema	6
1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica	10
1.2.2.1. Estructura del oído	10
1.2.2.2. Factores que inciden en la exposición a ruido	12
1.2.2.3. Efectos del ruido	15
1.2.2.4. Criterios y estrategias para medición de ruido.....	17
1.2.2.5. Estrategia de medición de ruido.....	19
1.2.2.6. Equipos para medición de ruido	23
1.2.2.7. Medidas de prevención	24
1.2.3. Hipótesis.....	35
1.2.4. Identificación y caracterización de variables	36
2. CAPÍTULO II. METODO	37
2.1. Identificación de peligros	37
2.1.1. Identificación de peligros	37
2.1.1.1. Actividad de soldadura:	37
2.1.1.2. Actividad con amoladora:	38
2.1.1.3. Actividades de mantenimiento en Planta 1:.....	38
2.1.1.4. Actividades de mantenimiento Planta 2.....	39
2.1.2. Evaluación cualitativa	40
2.2. Evaluación cuantitativa.....	40

2.2.1.	Criterios para la evaluación cuantitativa	41
2.2.2.	Estrategia de evaluación.....	43
2.1.	SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	43
2.1.1.	Equipos de medición	43
2.1.2.	Procedimiento de medición.....	45
3.	CAPITULO III. RESULTADOS.....	47
2.3.	RESULTADOS DE LA IDENTIFICACION	47
2.3.1.	Datos de la empresa.....	47
2.3.2.	Descripción del área de estudio.....	48
2.3.2.1.	Oficina.....	49
2.3.2.2.	Bodega de herramientas.....	50
2.3.2.3.	Área de pintura.....	51
2.3.2.4.	Área de amoladora	51
2.3.2.5.	Área de soldadura y fresadora.....	52
2.3.2.6.	Área de torno.....	53
2.3.2.7.	Otras áreas:.....	53
2.4.	RESULTADOS DE LA EVALUACION	53
2.4.1.	Mediciones con sonómetro integrador	53
2.4.2.	Medición con dosímetro.....	58
2.5.	PROPOSICIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL	59
2.5.1.	Fuente	59
2.5.2.	Medio	60
2.5.3.	Receptor	66
4.	CAPITULO IV. DISCUSIÓN.....	70
4.1.	Conclusiones.....	70
4.2.	Recomendaciones	71
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	74

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Datos del personal de taller	3
Tabla 2. Encuesta Europea Nacional de Condiciones de Trabajo.....	8
Tabla 3. II Encuesta sobre condiciones de trabajo en las empresas Castilla y León	9
Tabla 4. Tiempo de exposición en función de los decibeles para ruidos continuos	13
Tabla 5. Duración mínima del muestreo en función del número de trabajadores del GEH.....	21
Tabla 6. Dosis versus nivel de riesgo.....	23
Tabla 7. Porcentaje de protección asumida de un protector auditivo.....	33
Tabla 8: Evaluación cualitativa matriz 3x3.....	40
Tabla 9. Características del sonómetro	44
Tabla 10. Características del dosímetro	44
Tabla 11. Mediciones de ruido soldadura	54
Tabla 12. Mediciones de ruido amolado	55
Tabla 13. Mediciones de ruido planta 1	56
Tabla 14. Mediciones de ruido planta 2	57
Tabla 15. Resultado de mediciones con dosímetro	59
Tabla 16. Dimensiones de los lados del área aplicar absorción acústica	62
Tabla 17. Coeficientes de absorción de los materiales actuales.....	63
Tabla 18. Coeficientes de absorción de los materiales propuesto.....	64
Tabla 19. Coeficiente absorción medio, constante del local, tiempo de reverberación	64
Tabla 20. Área de los paramentos que conforman el área de amolado	65
Tabla 21. Coeficientes de transmisión	66
Tabla 22. Calculo del aislamiento efectivo	66

Tabla 23. Atenuación de equipos de protección auditiva.....	67
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conducto Auditivo.....	11
Figura 2. Sonido directo, reflejado, transmisión por estructura	25
Figura 3. Soldadura	37
Figura 4. Amoladora de banco y portátil.....	38
Figura 5. Vista frontal de la planta 1	39
Figura 6. Vista lateral de la planta 2.....	39
Figura 7. Distribución de las áreas en el taller	49
Figura 8. Oficina	50
Figura 9. Bodega de Herramientas	50
Figura 10. Pintura.....	51
Figura 11. Amoladora portátil.....	52
Figura 12. Suelda - Fresadora	52
Figura 13. Torno.....	53
Figura 14. Resultados de nivel de presión sonora en la actividad de soldadura	55
Figura 15. Resultados de nivel de presión sonora en la actividad de amolado	56
Figura 16. Resultados de nivel de presión sonora en la planta de producción 1.....	57
Figura 17. Resultados de nivel de presión sonora en planta de producción 2.....	58
Figura 18. Propuesta para control de ruido en el area de amolado	61
Figura 19. Identificación de lados del área de amolado para el diseño de absorción acústica	62

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad el ruido se ha constituido en uno de los factores de riesgo de mayor significancia en cuanto a sus efectos en la población trabajadora, en vista de que no solo repercute en la salud auditiva sino que también influye en otros sistemas de nuestro organismo, afectando la calidad de vida de la persona.

Debido a esto el presente trabajo se enfocó en evaluar la exposición a ruido en el área de taller de una Industria Química, en vista de que las actividades de diseño, construcción, instalación, mantenimiento tanto de equipos como infraestructura exponen a niveles considerables de ruido, para luego proponer medidas preventivas que ayuden a controlar la sobreexposición y así evitar problemas de salud a futuro.

Para la evaluación se tomaron en cuenta las actividades que generan más ruido y son más frecuentes, entre esas se escogieron: soldadura, amolado, mantenimiento de las cuales, la actividad de amolado es la que genera niveles de onda sonora sobre los 84 dBA esto a frecuencias altas, es decir ruido agudo.

La amoladora funciona por activación directa del trabajador y el ruido que emite se debe al contacto de la herramienta con la pieza a trabajar, por lo que no es muy viable aplicar medidas tales como, encerramiento, aislamiento del equipo para alejarlo del trabajador, lo que obligatoriamente hace que utilicen el equipo de protección auditiva.

Otro factor a considerar es la contaminación acústica hacia otras áreas o trabajadores que se encuentren realizando actividades cercanas sin necesariamente ser ruidosas, por lo que se ha propuesto ubicar en un solo lugar a estas herramientas y cubrir el área con material absorbente acústico el cual refleje lo mínimo de ondas sonoras para disminuir la exposición al trabajador, Otros mecanismos serian la vigilancia de la salud y medidas administrativas como capacitaciones, inspecciones, etc.

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Según la OMS del año 2002 el ruido está dentro de los cinco principales factores de riesgos para la salud en el ámbito laboral. Según la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, en la Industria Química, Saneamiento y Extractiva, el 18,2% de personas expuestas manifiestan que existe ruido de nivel elevado, que no permite seguir una conversación con otro compañero que esté a 3 metros de distancia (INSHT, 2011).

El ruido es un sonido desagradable y a la vez uno de los agentes contaminantes más habituales en los puestos de trabajo, que presenta efectos perjudiciales para la salud, que va desde trastornos fisiológicos, pérdida progresiva de la audición, hasta efectos psicológicos que terminan afectando la calidad de vida tanto a nivel personal como profesional.

La legislación vigente en el Ecuador establece un límite de exposición a ruido de 85 dBA para 8 horas laborales, sin embargo, estos niveles en su mayoría no se cumplen ya que las medidas preventivas, Por lo general no se han aplicado desde la concepción del diseño de los elementos que generan ruido y una vez que ya están construido, se trata de tomar medidas correctivas para que el nivel de presión sonora disminuya sobre el trabajador expuesto.

Es por tal motivo que el presente trabajo de investigación, pretende dar una guía a esta industria para encontrar las posibles causas de la pérdida auditiva en los trabajadores del área de mantenimiento, a fin de aplicar medidas que se orienten a la prevención de enfermedades ocupacionales y corregir prácticas incorrectas que puedan generar lesiones en la parte auditiva.

1.1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Los trabajadores se encuentran expuestos a fuentes variadas de ruido, su exposición frecuente y sobre los niveles máximos permitidos es potencialmente peligrosa, y sus efectos pueden ir desde una disminución de la capacidad auditiva hasta efectos sobre el sistema digestivo, cardiovasculares, circulatorio.

Es por tal motivo que el estudio del factor de riesgo es muy importante ya que sus efectos no solo repercuten sobre una parte del organismo, sino que se irradia hacia otros sistemas afectando la calidad de vida del trabajador.

1.1.1. Planteamiento del problema

1.1.1.1. Diagnóstico del problema

El ruido es uno de los factores físicos que se encuentra a diario en determinados sectores de actividades, sobre todo en aquellas en donde se hace uso de maquinarias, equipos y herramientas ruidosas para la realización de un trabajo (Comunidad de Madrid. 2007).

El área de mantenimiento de una industria es uno de los sectores que se ve afectado por este factor de riesgo, por la actividad propia de fabricación, mantenimiento, construcción que deben realizar para mantener en óptimas condiciones la infraestructura, equipos de una industria. Sumado a esto la adquisición de maquinarias, herramientas que no cumplen con normas de seguridad desde su diseño, la falta de mantenimiento de las mismas y el desconocimiento de los trabajadores frente a este factor de riesgo y sus controles, hace que la exposición a ruido sea aún mayor y por ende sus efectos sobre la salud de los trabajadores.

Esta industria química cuenta con 55 años de operación, consta de dos plantas denominadas Planta Norte y Planta Sur ubicadas en el sector de Guápulo a una distancia de 2 km aproximadamente, cuenta aproximadamente con 65 trabajadores distribuidos en las dos plantas, el área de estudio se encuentra en planta sur.

En el área de taller laboran 6 personas, distribuidas en los siguientes puestos de trabajo, como se muestra en la Tabla.1:

Tabla 1. Datos del personal de taller

Puesto de Trabajo	# Trabajadores	Edades (años)	Antigüedad (años)
Jefe de taller	1	27	➤ 5
Supervisor de mecánicos	4	35	➤ 10
Ayudante de mecánica	1	20-30	1 – 3
Eléctrico	1	50	➤ 20

Fuente: Elaboración propia

Esta área fue escogida para el presente estudio, debido a los siguientes factores:

- ✓ Fabricación y adquisición de equipos y maquinaria que no contemplan normas de seguridad.
- ✓ Falta de mantenimiento.
- ✓ Distribución de áreas inadecuada ya que no cuentan con separaciones que eviten que el ruido generado en un área contamine otra área.
- ✓ Inexistencia de procedimientos para el uso seguro de los equipos y herramientas.
- ✓ Falta de consciencia del riesgo presente por parte de los trabajadores.

Sumado a esto la deficiencia en cuanto a dotación de recursos para mejorar el área, así como, la implementación de medidas preventivas que prioricen desde el diseño, fuente, medio y receptor.

Frente a esta problemática y una vez identificado los peligros, en agosto 2013 se realizaron mediciones de exposición a ruido con sonómetro y dosímetro a dos puestos de trabajo de mayor exposición, mecánico y ayudante de mecánica. Se emplearon dos equipos el sonómetro que se utilizó para medir el nivel de presión sonora en las dos áreas más ruidosas soldadura y esmerilado, evidenciándose que precisamente estas áreas presentan niveles de presión sonora que sobre pasan el límite de 85 dBA.

El dosímetro se colocó al puesto de trabajo con mayor exposición que resultó ser el ayudante de mecánica, del cual se obtuvo una dosis del 226%, lo que indica que es un riesgo crítico.

De aquí que es necesario evaluar el factor de riesgo ruido en las diferentes actividades que desempeñan los trabajadores del área de mantenimiento, para poder correlacionar las causas y efectos y así plantear un plan de acción que prevenga mayor afectación en la capacidad auditiva de los trabajadores.

1.1.1.2. Pronóstico

De los monitoreos de ruido realizados en años anteriores, se pudo evidenciar que hay una exposición a niveles sobre los límites máximos permitidos. Partiendo de esta aclaración si este factor de riesgo no es estudiado de manera oportuna, a futuro lo que va a generar es una disminución mayor de la capacidad auditiva llegando a la sordera del trabajador.

1.1.1.3. Control del Pronóstico

En función de los riesgos encontrados en las áreas de trabajo y su evaluación, se va a tomar la decisión más viable de control que se puede aplicar, con la finalidad de ayudar a prevenir o disminuir la exposición al factor de riesgo ruido frente al trabajador.

Los mecanismos de control de ruido, están en función del trayecto de la onda sonora. El sonido a través de las paredes se transmite en forma de ondas sonoras, las cuales al chocar sobre una superficie hace que vibren como si fuera un diafragma, irradiando el sonido hacia el lado opuesto. Por lo tanto las medidas se aplicarán empezando desde la fuente generadora de ruido, luego la vía de transmisión de la onda hasta llegar al receptor o persona expuesta (Henao, 2007, p.53).

1.1.2. Objetivo General.

Evaluar la exposición laboral a ruido en una industria química en el área de taller y proporcionar medidas de prevención y control para mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

1.1.3. Objetivos Específicos

- ✓ Identificar los puestos de trabajo expuestos a ruido laboral.
- ✓ Evaluar la exposición laboral a ruido.
- ✓ Proponer medidas de prevención y control.

1.1.4. Justificación

En la actualidad el ruido laboral se ha constituido en un gran problema que está repercutiendo significativamente en la salud de los trabajadores, ya que sus consecuencias no solo inciden en la disminución de la capacidad auditiva, sino que también afecta a otros sistemas de nuestro cuerpo, así como a nuestro comportamiento y por ende calidad de vida (Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, 2009).

El presente estudio está enfocado al personal que trabaja en el área de taller de una Industria Química, la cual basa sus actividades en el diseño, construcción, implementación, mantenimiento de instalaciones, equipos, herramientas, que se emplean en los procesos productivos de la industria, y, a la vez esto conlleva a la utilización de herramientas ruidosas que si bien su uso no es de 8 horas pero si de varios días a la semana, lo que provoca un daño paulatino a lo largo de los años de trabajo.

A través de este trabajo, se pretende evaluar la exposición a ruido de los trabajadores del área de taller, para así proponer un plan de acción preventivo que evite que se agudice más la disminución de capacidad auditiva en los trabajadores expuestos y que ya presentan afectación y a los trabajadores sanos prevenir que aparezca efectos en la salud auditiva.

1.2. MARCO TEÓRICO

1.2.1. Estado actual del conocimiento sobre el tema

Bernadino Ramazzini, un pionero de la medicina de trabajo, advertía en su libro *De morbisartificum de 1713*, del riesgo que tenían algunos trabajadores como herreros de sufrir sordera. Otra referencia Fosbroke, en 1830 describe la pérdida de audición de los trabajadores

de las fraguas. Pero no fue sino hasta que se perfeccionó el audiómetro, que se estableció el instrumento para medir con exactitud el grado de sordera (Pozo, 2001, p.18).

Las industrias son generadores de serios problemas de ruido, ya que el mismo es producido en su gran mayoría por la maquinaria y por lo general este aumenta con la potencia de las mismas, es así que el ruido se incluye dentro de los cinco principales factores para la salud en el medio laboral (OMS, 2002)

Estudios indican que en el caso del trabajo intelectual, la capacidad laboral disminuye un 60% y en el trabajo físico 30%. El ruido además de ocasionar la pérdida del oído, influye en la productividad y el incremento de accidentes laborales (Tapia, 2004, p.19).

El principal efecto sobre la salud de los trabajadores al exponerse al ruido es la pérdida de audición conocida como hipoacusia o sordera profesional, además, está reconocida como enfermedad profesional en los Estados Miembros de la UE (Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, 2009).

Si bien hay casos en los que la exposición traumática a ruido puede ser causa de pérdida auditiva inmediata, la mayor parte de veces la pérdida auditiva ocurre en forma gradual y el trabajador no se percata de que está perdiendo la audición. El aumento en el índice de pérdida auditiva es mayor durante los primeros 10 años de exposición (NIOSH, 2010).

La NIOSH refiere a la pérdida de la audición como uno de los 21 temas prioritarios de investigación para este siglo y el segundo trastorno ocupacional más autoreportado, así mismo, estima que 30 millones de trabajadores están expuestos a ruido peligroso y 9 millones corren el riesgo de perder la audición por exposición a sustancias como disolventes y metales (NIOSH, 2001).

En la industria cerca del 44% de los carpinteros y el 48% de los plomeros reportaron haber notado una pérdida de la audición. Las industrias con mayor número de trabajadores expuestos son: agricultura, minería, construcción, manufactura, servicios públicos, transporte, militar (NIOSH. 2001).

De acuerdo a las sucesivas ediciones de la Encuesta Europea Nacional de Condiciones de Trabajo (ENCT), la mayoría de trabajadores españoles opina que el nivel del ruido en su puesto es muy bajo o no muy elevado, como se muestra en la Tabla. 2:

Tabla 2. Encuesta Europea Nacional de Condiciones de Trabajo

COMPARACIÓN DE LA PERCEPCIÓN DE LOS TRABAJADORES DEL NIVEL DE RUIDO EN SU PUESTO			
Nivel de ruido	1999	2003	2007
Muy bajo, casi no hay ruido	63	60,1	61,9
No muy elevado, pero es molesto	26,2	29,6	26,6
Existe ruido de nivel elevado, que no permite seguir una conversación con otro compañero que esté a 3 metros	7,4	7,5	8,4
Existe ruido de nivel muy elevado, que no permite oír a un compañero que esté a 3 metros	2,9	1,8	2,1
N.C	0,5	1	0,9

Fuente: Secretaría de Salud Laboral, 2010, p.11.

Según la ENCT, la percepción del ruido entre los trabajadores españoles como problema es baja. También existe una falta de reconocimiento laboral, social e institucional del problema del ruido.

Según los resultados de la Tabla 3., de la encuesta realizada a trabajadores de Castilla y León, los porcentajes mayoritarios se encuentran entre el 52,8% en percepción muy bajo, casi no hay ruido y 30,5% en percepción no muy elevado pero es molesto.

Tabla 3. II Encuesta sobre condiciones de trabajo en las empresas Castilla y León

Nivel de ruido en el puesto de trabajo	Sector de actividad económica				
	Agrario	Industria	Construcción	Servicios	Total
Muy bajo, casi no hay ruido	49,9%	28,8%	30%	62,2%	52,8%
No muy elevado pero es molesto	32,7%	36,6%	48,5%	26,1%	30,5%
Existe ruido de nivel elevado, que no permite seguir una conversación con otro compañero aunque esté a tres metros	3,3%	23,3%	11,4%	4,7%	8,3%
Existe ruido de nivel muy elevado, que no permite oír a un compañero que esté a tres metros aunque levante la voz	0,4%	6,9%	4,4%	1,5%	2,6%
Existe ruido elevado, trabajando en solitario	11,8%	2,0%	1,6%	1,8%	2,4%
Ns/Nc	1,9%	2,4%	4,1%	3,7%	3,4%
TOTAL	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Secretaría de Salud Laboral, 2010, p.12.

A pesar de que hay indicios de que los trabajadores españoles puedan estar sufriendo niveles de ruido altos comparados con la media europea, el nivel de declaración de esta enfermedad en España está muy por debajo de la media Europea. El hecho de que no se registren muchos de los casos de hipoacusia significa que no se detectan en los reconocimientos médicos y que en consecuencia tampoco se previenen. La falta de identificación y de registro de las pérdidas auditivas conlleva a que tampoco haya reconocimiento por parte de la Seguridad Social (Secretaría de Salud Laboral, 2010, p.12).

En el estado de Washington, los arreglos extrajudiciales sobre indemnizaciones por incapacidad laboral relacionada con la pérdida de la audición tuvieron un costo de \$4.8 millones de dólares en 1991 esta cifra no incluye gastos médicos. Si esta cifra se aplica a la fuerza laboral nacional,

se calcula que solamente la incapacidad laboral por la pérdida de la audición implica un costo de \$242,4 millones al año (NIOSH, 2001).

Los gastos médicos y personales pueden ser de aproximadamente \$1500 por audífonos y \$300 por baterías al año. Además, los datos de la indemnización laboral subestiman la verdadera frecuencia de la enfermedad ocupacional (NIOSH, 2001).

El ruido es probablemente uno de los riesgos laborales más extendidos y menos tomados en cuenta. Las razones de la falta de atención puede ser que a menudo no se identifica como riesgo, o no se hacen las evaluaciones de riesgo o no se lo hacen de manera adecuada, y/o no se descubre el daño durante la vigilancia de la salud, etc. También se puede considerar por la aceptación que tiene laboralmente ya que el daño puede ser invisible, debido a que su manifestación es a largo plazo y lentamente (Secretaría de Salud Laboral, 2010, p.12).

Por eso es muy importante tomar conciencia sobre el riesgo que ocasiona este factor físico para combatir y reducir sus efectos.

1.2.2. Adopción de una perspectiva teórica

1.2.2.1. Estructura del oído

El oído es el órgano responsable de la audición y de mantener el equilibrio mediante la detección de la posición corporal y del movimiento de la cabeza. Se comporta como un filtro inteligente frente a las variaciones de presión acústica externas, permite el paso sin dificultad de las medias frecuencias (cercanas a la voz humana), y es menos sensible a bajas y altas frecuencias.

Cuando el elemento sonoro incide en el oído, la persona percibe el sonido. Esta percepción consiste en una señal acústica, señal nerviosa e interpretación, a través del oído externo, oído medio y oído interno, en la figura 1 se muestra la estructura del oído (Jalil y Uriel, 1995, p.7).

Figura 1. Conducto Auditivo



Fuente: Jalil y Uriel, 1995, p.8

El oído externo es una "trompeta acústica", en el cual a través del pabellón de la oreja recoge las ondas sonoras, y por su forma curva evita que los objetos grandes ingresen fácilmente y los objetos pequeños y partículas de polvo son captados por la cera del oído (Jalil y Uriel, 1995, p.7).

El oído medio, comienza en la membrana del tímpano, y se encarga de recoger las variaciones de presión que se transmiten por una serie de huesecillos llamados martillo, yunque y estribo que actúan como una sucesión de palanca para constituirse en amplificador (Jalil y Uriel, 1995, p.7).

El oído interno, con apariencia de caracol, se encuentra el líquido linfático que es el que transmite las variaciones de presión al órgano de Corti, donde se produce la interpretación de

dichas señales. Es decir actúa de traductor, transformando la señal acústica en señal nerviosa (Jalil yUriel, 1995, p.7).

El sonido es un fenómeno de perturbación mecánica, que se propaga en un medio elástico tales como: aire, agua, metal, madera, etc., y que tiene la propiedad de estimular una sensación auditiva. Desde el punto de vista físico el sonido y ruido son lo mismo, pero cuando el sonido comienza a ser desagradable y no se desea oírlo, se lo denomina ruido (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, p.1).

1.2.2.2. Factores que inciden en la exposición a ruido

Hay cinco factores fundamentales que inciden en que el efecto del ruido sea aún mayor en el trabajador expuesto y se nombra a continuación:

- ✓ Intensidad
- ✓ Tiempo de exposición
- ✓ Tipo de ruido
- ✓ Frecuencia
- ✓ Susceptibilidad del trabajador (Universidad de California, 2010).

Intensidad: se refiere al nivel de presión sonora y mientras mayor sea este nivel, el daño auditivo es mayor. El nivel de presión sonora se mide en decibelios (dBA) que representan los niveles de presión sonora que el humano percibe en escala logarítmica, es decir, es la intensidad de un sonido (Ballesteros y Daponte, 2011, p.7).

Un pequeño incremento en decibelios representa un gran incremento de energía sonora. Por ejemplo, si se duplica la energía sonora, el nivel de presión sonora se incrementa en 3 dBA y en nuestro oído resulta casi imperceptible. En cambio si el aumento es de 10 dBA, significa que la energía sonora ha aumentado diez veces, pero será percibido por el oído como la duplicidad de la sonoridad, por lo tanto, el comportamiento del oído humano tiene más una tendencia logarítmica que lineal (Ballesteros y Daponte, 2011, p.7).

Tiempo de exposición: son las horas respecto a la jornada laboral en las que está expuesto el trabajador al ruido, además, se toma en cuenta los años que el trabajador lleva actuando en un puesto de trabajo con un nivel de ruido determinado.

En la normativa nacional, Decreto Ejecutivo 2393 de la República del Ecuador, Art 7: establece que el tiempo de exposición para ruidos continuos se define en función de los niveles sonoros en dBA, y se presenta a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Tiempo de exposición en función de los decibels para ruidos continuos

Nivel de presión sonora (dBA)	Tiempo exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0,25
115	0,125

Fuente: República del Ecuador, 1986, p.28.

Los datos mostrados en la tabla anterior, corresponden a exposiciones continuas equivalentes en que la dosis de ruido diaria (D) es igual a 1.

Para el caso de exposición intermitente a ruido continuo, el Decreto Ejecutivo establece que debe considerarse el efecto combinado de aquellos niveles sonoros que son iguales o que exceden de 85 dBA. Para tal efecto la Dosis de Ruido Diaria (D) se calcula de acuerdo a la ecuación 1 y no debe ser mayor de 1:

$$D = \frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \frac{C_n}{T_n} \quad [\text{Ec. 1}]$$

Siendo:

C_i: tiempo total de exposición a un nivel sonoro específico

T_i: tiempo total permitido a ese nivel

Tipos de ruido: se los clasifica en función la variación del nivel de presión sonora, para clasificarlos de la siguiente manera (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, p.1).

- ✓ Ruido estable: cuyo nivel de presión acústica ponderada A (LpA) permanece esencialmente constante. Cumple tal condición de constantes cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA sea inferior a 5 dB.
- ✓ Ruido periódico: cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA es superior o igual a 5 dB y cuya cadencia es cíclica.
- ✓ Ruido aleatorio: cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de LpA es superior o igual a 5 dB, variando LpA aleatoriamente a lo largo del tiempo.
- ✓ Ruido de impacto: cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo.

Frecuencia: La frecuencia es el número de vibraciones por segundo, se expresa en Hertz (Hz), el margen audible se encuentran entre 20 Hz donde las partículas de aire vibran lentamente

ocasionando tonos graves y 20.000 Hz donde las partículas vibran rápidamente originando tonos agudos (Superintendencia de Riesgos de Trabajo Argentina, 2011, p.1).

Los sonidos con frecuencias menores a 20 Hz se conoce como infrasonidos, en cambio sonidos con frecuencias superiores a 20.000 Hz se conocen como ultrasonidos, ambas si bien no son audibles al oído humano, pueden ocasionar alteraciones físicas y/o psíquicas. Las frecuencias más dañinas para el oído humano son las que están entre 2 y 3 kHz y son las que más frecuentemente se encuentra en la industria. Los ruidos de alta frecuencia son más nocivos que los de baja frecuencia (Superintendencia de Riesgos de Trabajo Argentina, 2011, p.1).

La respuesta del oído es igual a la de un filtro que atenúa las bajas frecuencias, no afecta a las medias frecuencias e introduce una muy ligera variación en altas frecuencia.

Susceptibilidad del individuo: es la característica que posee la persona para reaccionar ante la exposición al ruido por sus condiciones y antecedentes personales y aquí puede influir la edad, sexo, herencia, actitudes personales, culturales, problemas previos en el oído como infecciones, inflamaciones, etc.

1.2.2.3. Efectos del ruido

La Organización Mundial de la Salud, ha identificado efectos del ruido sobre el sueño a partir de (Ministerio de Salud Santiago de Chile, 2011, p.10):

- ✓ Los 30 dB(A) interferencias en la comunicación oral
- ✓ Los de 35 dB(A) perturbaciones en el individuo

- ✓ Los 50 dB(A), efectos cardiovasculares por exposición a niveles de ruido de 65-75 dB(A)
- ✓ Aumento del comportamiento agresivo a partir de los 80dB(A).
- ✓ También ha demostrado una relación entre exposición a ruido y alteraciones hormonales y desequilibrios en el sistema endocrino e inmune.

Los efectos extrauditivos del ruido no son nada desdeñables (Ministerio de Salud Santiago de Chile, 2011, p.10):

- ✓ Aparato Respiratorio: el ruido produce un aumento de la frecuencia respiratoria. Cuando cesa se vuelve a la normalidad. Se ha descartado que el efecto sea de origen emocional, ya que se produce de igual manera cuando la persona está dormida. Es necesario tenerlo en cuenta si además de ruido inhalamos un tóxico, ya que la intoxicación será mayor.
- ✓ Aparato Cardiovascular: se ha observado en trabajadores/as expuestos a ruido mayor incidencia de hipertensión arterial, arteriosclerosis e infarto de miocardio. Se han demostrado alteraciones de la circulación periférica, ya que el ruido produce una constricción de los vasos sanguíneos. Aparato Digestivo: el ruido determina modificaciones en la secreción ácida del estómago y alteraciones en los movimientos de este y en los intestinos. Hay estudios que demuestran la mayor incidencia de úlceras duodenales, cólicos y otros trastornos intestinales en personal sometido a ambientes ruidosos.
- ✓ Aparato Visual: el ruido elevado disminuye la agudeza visual, la amplitud y percepción de los colores por la dilatación de la pupila.
- ✓ Sistema Endocrino: el ruido elevado provoca modificaciones en diversas glándulas, produciendo variaciones en la concentración en sangre de las hormonas que segregan

estas glándulas. Así se produce un aumento de corticoides, azúcar en sangre, adrenalina, abortos y malformaciones genéticas. Actualmente se estudian efectos sobre la fertilidad humana, al haberse comprobado disminución de hormonas masculinas en personas expuestas.

- ✓ Sistema nervioso: en trabajadores/as expuestos a 110 dB, alteraciones en el electroencefalograma similares a enfermos epilépticos. Además produce trastornos del sueño, insomnio, cansancio, inquietud, irritabilidad, inapetencia sexual. El estrés producido tiene como efecto la disminución del grado de atención, aumentando el número de errores y accidentes de trabajo.

El ruido durante las horas nocturnas (por los ritmos circadianos) o si se asocia con ciertos tóxicos, medicinas, alcohol,...tiene efectos nocivos multiplicadores en la salud. Otros efectos extrauditivos comprometen al rendimiento y el comportamiento social, como son (Ministerio de Salud Santiago de Chile, 2011, p.11):

- ✓ Disminución de la atención.
- ✓ Deterioro de la rapidez y de la destreza.
- ✓ Interferencia del ruido en la comunicación verbal.
- ✓ Agresividad.
- ✓ Efectos sobre la seguridad en el trabajo

1.2.2.4. Criterios y estrategias para medición de ruido

En cuanto a los criterios para medición de ruido, primero se debe tener en cuenta los límites máximos permitidos para exposición laboral, es así que en la legislación nacional

específicamente en el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 55 Ruidos y Vibraciones: se fija como límite máximo de presión sonora de 85 dBA, medidos en el lugar en donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo con 8 horas de trabajo (República del Ecuador, 1986, p. 28).

Para establecer una estrategia de medición, el profesional en seguridad, debe identificar ciertos factores en los puestos de trabajo a través de observaciones, encuestas, que ayuden a determinar cómo se va a realizar la medición, es así que los factores que se van analizar son:

Condiciones de trabajo: a través del estudio de las características de la empresa, esto se lo logra a través de observación in situ de las condiciones del área, entrevista con los mandos medios y operarios, análisis de evaluaciones de ruido previas. Con esta información el técnico en seguridad, debe:

- ✓ Delimitar el área de trabajo objeto de análisis
- ✓ Identificar los puestos de trabajo y trabajadores que se les evaluara
- ✓ Tener en cuenta si existe la posibilidad de que ocurran episodios de ruido significativos en la jornada de trabajo (INSHT, 2012, p.1).

Grupos de exposición homogénea: son grupos de trabajadores asignados a puestos de trabajo o tareas similares que están expuestos de forma similar a fuentes de ruido semejantes. Este Grupo puede constituirse siguiendo diferentes criterios:

- ✓ En función del puesto de trabajo
- ✓ En función de la tarea a desarrollar
- ✓ En función del área de trabajo

- ✓ En función del proceso productivo.

Un grupo de exposición homogénea puede constituirse por un solo trabajador, si su exposición es muy específica (INSHT, 2012, p.1).

Estudio de una jornada de trabajo nominal: con el objetivo de tener una visión de todos los factores que van a influir en la exposición a ruido, es importante tener en cuenta la jornada de trabajo, que involucre los siguientes aspectos:

- ✓ Tareas que se realizan, características, duración, variaciones entre diferentes áreas
- ✓ Principales fuentes de ruido y áreas de trabajo más ruidosas
- ✓ Patrón de trabajo y episodios de ruido significativos que puedan influir en el nivel de ruido
- ✓ Número y duración de posibles descansos, reuniones, etc. Y si están dentro o no de la jornada de trabajo

La jornada de trabajo es importante para determinar la exposición al ruido. En casos donde varíe notablemente el trabajo de una jornada a otra, será necesario utilizar un promedio semanal (INSHT, 2012, p.2)

1.2.2.5. Estrategia de medición de ruido

Estrategia basado en tareas: el trabajo a realizar en la jornada laboral se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente, de tal

manera que durante la medición cada una de ellas el trabajador tenga una exposición al ruido similar (INSHT, 2012, p. 2).

Esta estrategia tiene la ventaja de priorizar actuaciones preventivas para el programa de control, así como, permite la posibilidad de calcular el nivel de exposición a ruido de jornadas de trabajo diferentes a aquellas en las que se han llevado a cabo mediciones propiamente dicha, en función de la distribución y duración de las tareas definidas y medidas.

Para determinar el nivel de ruido equivalente normalizado en una jornada de trabajo de 8 horas con filtro de ponderación A ($Leq_{8h,A}$) se aplica la siguiente ecuación, el cual aplica el cálculo del nivel de exposición al ruido ponderado A, a partir de la contribución al ruido de cada uno de las tareas desarrolladas por el empleado representante del puesto de trabajo (INSHT NTP 951, p. 2).

$$Leq_{8h,A} = 10 \log \left(\sum_{m=1}^M \frac{T_m}{T_0} 10^{0.1 * Leq_m} \right) dB \quad [Ecu. 2]$$

Dónde:

$Leq_{8h,A}$ = Nivel de ruido equivalente de puesto de trabajo

T_m = Tiempo de duración de la tarea

T_0 = Tiempo de criterio de referencia (8 horas, 85 dBA)

Leq_m = Nivel de ruido equivalente de la tarea

Estrategia basada en el puesto de trabajo: está dirigido para trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo. Es útil cuando no es sencillo describir el patrón de trabajo y dividirlo en tareas bien definidas, así mismo, cuando no resulta práctico llevar a cabo un análisis de condiciones de trabajo muy detallado.

La norma UNE EN ISO 9612:2009 no recomienda el uso de esta estrategia cuando el trabajo consta de un pequeño número de tareas muy ruidosas. Así mismo conlleva un mayor tiempo de medición, pero el resultado final suele presentar menor incertidumbre.

Se identifica los puestos de trabajo a evaluar para consecuentemente definir los grupos de exposición homogéneos GEH, en función del número de trabajadores que constituye este grupo, existe una duración mínima para la medición, en la tabla 5, se muestra el cálculo a realizar (INSHT 2012, p.4).

Tabla 5. Duración mínima del muestreo en función del número de trabajadores del GEH

Número de trabajadores del GEH n_g	Duración mínima acumulada de la medición a distribuir entre los miembros del GEH
$n_g \leq 5$	5h
$5 < n_g \leq 15$	$5h + (n_g - 5) \times 0,5 h$
$15 < n_g \leq 40$	$10h + (n_g - 15) \times 0,25 h$
$n_g > 40$	17h ó subdividir el GEH

Fuente: INSHT 2012, p.4.

Estrategia basada en la jornada completa: la medición se la lleva a cabo de toda la jornada laboral, tomando en cuenta exposiciones elevadas a ruido como exposiciones de menor nivel de presión sonora. Esta estrategia resulta útil cuando no es sencillo o práctico describir el patrón de trabajo, por lo tanto requiere un menor análisis de las condiciones de trabajo pero un mayor esfuerzo de tiempo de medición.

Se recomienda cuando la exposición a ruido es mayor o menor grado o es impredecible o compleja, también cuando quieren cubrirse todas las contribuciones a la exposición a ruido con total seguridad. Sin embargo esto conlleva a que se den un mayor número de contribuciones falsas (impactos en el micrófono, interferencias deliberadas o no, etc.). Para minimizar este riesgo, conviene observar al trabajador durante el desarrollo de la medición, en la medida de lo posible (INSHT 2012, p.5).

Dosis diaria de ruido: el daño auditivo no depende solo del nivel de ruido, sino también de su duración, en base a estas afirmaciones surge el concepto de Dosis de Ruido (D), el cual establece, con respecto a una referencia establecida por normas o leyes de cada país, el porcentaje de energía sonora absorbida por el personal que trabaja en un puesto laboral específico, en un determinado período de tiempo, el cual esta normalizado para 8 horas diarias o una semana laboral de 40 horas (Universidad de Chile, 2004, p.69).

La evaluación del nivel de riesgo por exposición laboral a ruido se realiza mediante la comparación del tiempo de exposición permitido versus el tiempo de exposición real para un nivel de presión sonora dado, relacionándolo con el nivel sonoro criterio establecido como 85 dBA para una jornada de 8 horas o su equivalente a una dosis igual a 1 ó 100% según lo establecido por el Decreto Ejecutivo 2393, Art. 55 numeral 7.

El tiempo de exposición a nivel de energía sonora viene dado por la ecuación 3.

$$Texp_{max} = \frac{8}{2^{\frac{Leq-85}{3}}} \quad [Ecu. 3]$$

Y la dosis se calcula con la ecuación 4.

$$D = \sum_{i=0}^n \frac{Ti}{Texp_{max}} \quad [\text{Ecu. 4}]$$

Dónde:

D = Dosis

Ti = tiempo exposición al nivel de ruido medido

$Texp_{max}$ = tiempo permitido de exposición al nivel de ruido medido

Por lo tanto la evaluación del riesgo se realiza en base a la siguiente tabla 6:

Tabla 6. Dosis versus nivel de riesgo

Dosis ponderada	Nivel de riesgo
D < al 50% $Leq_{8h,A} \leq 80 \text{ dB}_A$	Riesgo Bajo
Dosis 51% - 100% $Leq_{8h,A} > 80 \text{ dB}_A \text{ y } Leq_{8h,A} \leq 85 \text{ dB}_A$	Riesgo medio, nivel de acción
Dosis 100% - 200% $Leq_{8h,A} > 85 \text{ dB}_A \text{ y } Leq_{8h,A} \leq 90 \text{ dB}_A$	Riesgo alto, nivel de control
D > 201% $Leq_{8h,A} > 90 \text{ dB}_A$	Riesgo critico, nivel de control

Fuente: Universidad de Chile, 2004, p.69.

1.2.2.6. Equipos para medición de ruido

Para la medición se debe emplear equipos calibrados y específicos según lo que se quiera medir, es así que se cuenta con dos tipos de equipos, el dosímetro mide exposición de cada trabajador y el sonómetro mide niveles de ruido en varias áreas de riesgo (Suter, 2001, p.3).

El sonómetro es el instrumento básico que consta de un micrófono, un amplificador, varios filtros, un circuito de elevación al cuadrado, un promediador exponencial y un medidor calibrado en decibelios (dB).

Los sonómetros se clasifican por su precisión, desde el tipo 0 más preciso hasta el tipo 3 más impreciso. El tipo 0 suele utilizarse en laboratorios, el tipo 2 para otras mediciones de precisión, tipo 2 de uso general, tipo 3 no es recomendado para uso industrial. También contienen dispositivos de ponderación de frecuencias, que son filtros que permiten el paso de la mayoría de frecuencias pero discriminan otras. El filtro más utilizado es el A, desarrollado para simular la curva de respuesta del oído humano a niveles de escucha moderados (Suter, 2001,p.3).

Para facilitar un análisis acústico más detallado, en sonómetros modernos es posible conectar o incluir filtros de banda octava y de tercio de banda octava. Para medir exposiciones a ruido variable, como las que se producen en ambientes de ruido intermitente o de impulso, es más conveniente utilizar un sonómetro integrado. Estos equipos pueden medir simultáneamente los niveles de ruido equivalente, pico y máximo, y calcular, registrar y almacenar varios valores (Suter, 2001, p.4).

El dosímetro es un tipo sonómetro integrado que puede portarse fácilmente en la ropa del trabajador, y en cuanto a los datos se pueden imprimir. Es importante la calibración de los equipos para asegurar que los datos tomados son reales, y debe calibrarse antes y después de cada uso (Suter, 2001, p.4).

1.2.2.7. Medidas de prevención

Propagación del ruido

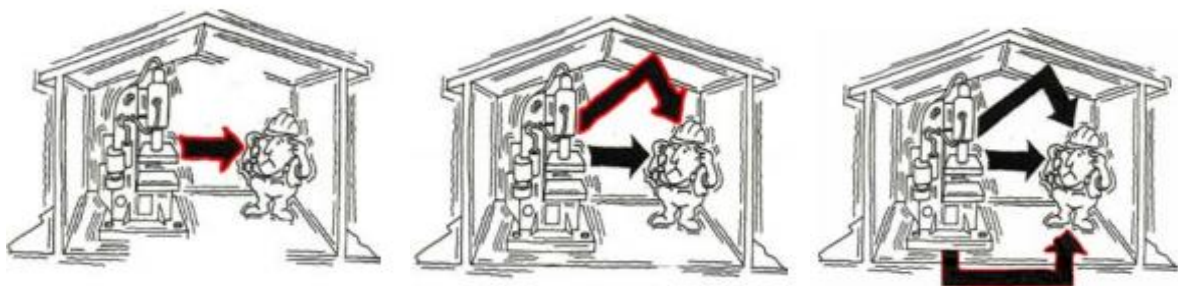
Cuando se dice que una fuente sonora “emite ruido”, quiere decir que algunas partes de dicha fuente vibran, lo que induce la vibración del aire inmediatamente en contacto con ellas. Al ser el aire el medio elástico, la vibración se transmite a las moléculas vecinas de forma que la

energía que hace vibrar la fuente acaba “viajando” por el local en forma de las llamadas ondas sonoras. La zona donde existe ondas sonoras provenientes de una fuente sonora se denomina campo sonoro creado por dicha fuente (Emilio Castejón, 2000, p.14).

En general, las fuentes de sonido emiten ondas sonoras en todas las direcciones. En locales cerrados cuando las ondas alcanzan un obstáculo como pared, techo, etc., una parte se refleja, otra se absorbe y otra se transmite, la cantidad que se absorbe o transmite depende de las características del obstáculo (Emilio Castejón, 2000, p.14).

En el caso de tener una persona frente a una fuente de ruido, al emitir ondas sonoras puede ser que las ondas lleguen directamente al receptor sin haber sufrido reflexión, a esto lo conocemos como sonido directo o en su defecto las ondas sonoras viajan chocan contra superficies tipo techo, paredes, se reflejan y vayan desde varias direcciones hacia el operador, a esto se lo conoce como sonido reflejado. Ahora si la vibración de la fuente sonora es muy intensa, esta podría llegar a transmitirse al pavimento en el que se apoya y a la vez transmitirse a otros puntos del local (Emilio Castejón, 2000, p.15).

Figura 2. Sonido directo, reflejado, transmisión por estructura



Fuente: (Emilio Castejón, 2000, p.15).

El ruido como se mencionó anteriormente puede generar efectos que van desde la parte auditiva hasta otros sistemas de nuestro organismo pueden verse afectados, y como puede presentarse inmediatamente a exposiciones elevadas de ruido o como puede presentarse después de varios años, por lo tanto un programa de prevención evitaría que estos efectos se presenten en los trabajadores más aún que si se llegan a presentar sobre todo en la parte auditiva son irreversibles.

En el Decreto Ejecutivo 2393 de la República del Ecuador, en su Art. 53, literal 4, establece: En los procesos industriales donde existan o liberen contaminantes físicos, químicos o biológicos, la prevención de riesgos para la salud se realizara evitando en primer lugar su generación, su emisión en segundo lugar, y como tercera acción su transmisión, y solo cuando resultaren técnicamente imposibles las acciones precedentes, se utilizaran los medios de protección personal, o la exposición limitada a los efectos del contaminante. Por lo tanto las medidas preventivas siguen un orden de prioridad.

Control en su generación: reducir el ruido emitido por la fuente sonora, como maquinas, herramientas, es una tarea que solo el fabricante de la misma puede hacerlo. Ya que modificar una maquina ya construida puede ser costosa debido a que los cambios pueden ser sustanciales o imposibles de realizar. En definitiva es más económico comprar equipos poco ruidosos que reducir el ruido después de adquirirlos.

Sin embargo existe algunos mecanismos que podemos aplicar a la fuente para disminuir la exposición a ruido al trabajador, como los que se menciona a continuación (Instituto de Salud Pública de Chile, 2012, p.8):

- ✓ Eliminación de la fuente sonora que genera el ruido en el caso de ya tener el problema
- ✓ O en su defecto, sustituir, adquirir o diseñar equipos y maquinarias que cumplan con los niveles máximos permitidos de exposición a ruido.
- ✓ Sustituir operaciones ruidosas por no ruidosas, por ejemplo: unir con tornillos es menos ruidoso que remachar, cortar con soplete es menos ruidoso que utilizar un medio mecánico, doblar una plancha metálica con un cilindro hidráulico es menos ruidoso que hacerlo con otra produzca un corte total instantáneo.
- ✓ Aisladores y amortiguadores, lubricación adecuada
- ✓ Colocar material aislante en las juntas metálicas, es decir neopreno en el lugar donde se unen equipo con mesa de trabajo o incluso mesa de trabajo con piso, para cortar el paso de la onda sonora.
- ✓ Diseño de procesos, todo esto con la finalidad de evitar la fricción
- ✓ Programa de mantenimiento periódico del equipo, herramienta.

Control en el medio que se transmite: si por más controles que se tenga en la fuente el equipo como tal no puede generar menos cantidad de ruido, hay que intervenir en el medio de transmisión interrumpiéndolo para evitar que llegue al receptor, así tenemos (Instituto de Salud Pública de Chile, 2012, p. 9):

- ✓ Aislamiento
- ✓ Paredes dobles
- ✓ Absorción acústica: materiales porosos o blandos
- ✓ Cabinas acústicas
- ✓ pantallas
- ✓ Alejamiento fuente respecto a receptor

A continuación se va a explicar dos controles que se proponen aplicar para disminuir la exposición a ruido ambiental a las áreas aledañas a fuente generador de ruido que sobre pasa los límites máximos permitidos.

Absorción: cuando una onda sonora incide en una superficie, una parte de la energía es absorbida por el material, y la onda reflejada tiene menos energía que la incidente, se denomina coeficiente de absorción del material y se calcula con la ecuación (5) (Emilio Castejon, 2000, p.26).

$$\alpha = \frac{E_{abs}}{E_{inc}} \quad [\text{Ecu. 5}]$$

Dónde:

E_{abs} = Energía absorbida

E_{inc} = Energía incidente

La absorción acústica es una característica del material. Los materiales tales como: ladrillo, cemento, vidrio, metales tienen coeficientes de absorción muy bajos, mientras que los materiales porosos o blandos como textiles, aglomerados de fibras tienen valores del orden de 0,5, y los materiales especialmente fabricados para absorber acústicamente como paneles, losetas para techos, pueden tener valores cercanos a la unidad (Emilio Castejon, 2000, p.26).

La absorción del material también depende de la frecuencia del sonido, para materiales porosos el coeficiente de absorción suele aumentar con la frecuencia. Ello es debido a que en estos materiales la absorción se produce por la transformación de la energía del movimiento del aire en calor a causa del rozamiento que se establece entre el aire en movimiento y las paredes de los poros. A frecuencias altas, la energía disipada es mayor porque la velocidad a la que oscilan

las partículas del aire es más alta que a bajas frecuencias y, por ellos, también lo es el rozamiento (Emilio Castejon, 2000, p.26).

Uno de los parámetros importantes es el espesor del material, mientras se aumenta el espesor de un material absorbente poroso pegado sobre un muro o techo produce un aumento del coeficiente de absorción a bajas frecuencias, pero a penas lo modifica a altas frecuencias. Variando el espesor, pues, puede mejorarse la absorción a baja frecuencia (Emilio Castejon, 2000, p.29).

Para conseguir materiales que tengan su máximo coeficiente de absorción a frecuencias intermedias (250 a 1000 Hz), suele recurrirse a paneles perforados montados sobre rastreles, de manera que exista una cavidad de aire entre ellos y la pared. (Emilio Castejon, 2000, p.30).

En la tabla 7, se indica valores de coeficientes de absorción de materiales típicos de construcción, cuando un material tiene un coeficiente 1 quiere decir que toda la energía incidente es absorbida, ya que la energía reflejada es nula.

Tabla 7. Coeficientes de absorción acústica de distintos materiales

Material	Frecuencia (Hz)					
	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Ladrillo visto	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Hormigón, terrazo	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02
Mármol	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02
Bloques de hormigón pintados	0,01	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08
Id sin pintar	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25
Enlucido de yeso	0,12	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04
Vidrio en ventana	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04
Parquet de madera sobre hormigón	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Cortinas 340 g/m ²	0,03	0,04	0,11	0,17	0,24	0,35
Cortinas 475 g/m ²	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60
Fibra de vidrio 50 kg/m ³						
• espesor 25 mm	0,08	0,25	0,65	0,85	0,80	0,75
• espesor 50 mm	0,17	0,50	0,75	0,90	0,85	0,80
Moqueta de 4 mm	0,02	0,03	0,06	0,15	0,23	0,47
Moqueta de 10 mm	0,03	0,08	0,20	0,28	0,37	0,45
Agua en piscina	0,008	0,008	0,013	0,015	0,02	0,025
Ventana abierta	1	1	1	1	1	1
Persona sentada (m ²)	0,21	0,35	0,46	0,45	0,50	0,35
Sillas de madera (m ²)	0,01		0,02		0,02	
Sillón acolchado (m ²)	0,19		0,28		0,28	

Fuente: Emilio Castejon, 2000, p.27.

Para valorar la capacidad global de absorción de un material en varias frecuencias, se utiliza el coeficiente de reducción de ruido (NRC), que se define como el promedio de coeficientes de absorción para frecuencias 250, 500, 1000, 2000 Hz, como se indica en la ecuación 6.

$$NRC = \frac{\alpha_{250} + \alpha_{500} + \alpha_{1000} + \alpha_{2000}}{4} \quad [\text{Ecu. 6}]$$

Para el caso de un local (techo, paredes, suelo, puertas) no tienen el mismo coeficiente de absorción, por lo que hay que calcular el coeficiente de absorción medio, con la ecuación 7 que se detalla a continuación (Emilio Castejon, 2000, p.32):

$$a_m = \frac{\sum_{i=1}^n a_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} = \frac{a_1 S_1 + a_2 S_2 + a_3 S_3 + \dots + a_n S_n}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n} \quad [\text{Ecu. 7}]$$

Dónde:

a_m = Coeficientes de absorción del techo, pared, puerta, suelo

S_i = Superficies del techo, pared, puerta, suelo

Otro parámetro analizar es la constante del local (R), que se define como en la ecuación 8:

$$R = \frac{\sum a_i S_i}{1 - a_m} = \frac{A}{1 - a_m} \quad [\text{Ecu. 8}]$$

Dónde:

A = Absorción acústica del local

El tiempo de reverberación es otro parámetro que se debe tomar en cuenta, este nos indica que es el tiempo necesario para que el nivel sonoro disminuya 60 dB, medido a partir del instante en que la fuente de ruido cesa de emitir. Es una medida de la capacidad del local para absorber ondas sonoras. Cuanto mayor sea la absorción, menor será el tiempo de reverberación.

El tiempo de reverberación de un local está relacionado con las características de este por la fórmula Norris-Eyring, como se indica en la ecuación 9.

$$T = 0,161 \frac{V}{S[-\ln(1 - a_m)]} \quad [\text{Ecu. 9}]$$

Dónde:

T = tiempo de reverberación

V = volumen del área

S = superficie total del área

am = coeficiente de absorción medio

Controles en el receptor: como se dijo anteriormente hay que tratar de controlar la emisión de ruido desde la fuente para que prácticamente no incida en el trabajador, sin embargo, a pesar de aplicar medidas en la fuente y medio si hay presencia de ruido en el receptor pues se recomienda el uso de elementos de protección personal (Instituto de Salud Pública de Chile, 2012, p.9).

Para el caso de tapones auditivos, se toma en cuenta la NTP 638 Estima la atenuación efectiva de los protectores auditivos, el cual considera varios métodos para calcular la atenuación del equipo.

El cálculo de la protección que ofrece el protector auditivo, se denomina reducción predicha del nivel de ruido (PNR), el cual está en función del nivel de presión sonora efectivo ponderado A ($L_{A'}$) y el nivel de presión sonora del ambiente donde se lo va a utilizar L_A , como se indica en la ecuación 10.

$$PRN = L_A - L_{A'} \quad \text{[Ecu. 10]}$$

Protección asumida (APVf) de un protector es un valor, por banda de octava, obtenido de restar del valor medio de atenuación por banda de octava (mf), en diferentes ensayos de laboratorio, la desviación típica (s) obtenida en dichos ensayos, como se muestra en la ecuación 11.

$$APV_f = m_f - \sigma \quad [\text{Ecu. 11}]$$

El valor de APV_f así calculado es la atenuación de que se dispondrá con una probabilidad del 84%, es decir es la atenuación que tendrán 84 de cada 100 personas que utilicen el protector auditivo. En la Tabla 7. Se indica la protección asumida en función de los porcentajes de atenuación que se quiere obtener.

Tabla 7. Porcentaje de 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	$APV_f = m_f - 2,58\sigma$

Fuente: INSHT NTP 638, 2003, p.6.

El método de bandas de octava, es el método más fiable y requiere conocer los niveles de presión sonora en bandas de octava del ruido ambiental.

Cuando se utiliza un protector auditivo se obtiene el valor del nivel de presión sonora efectivo ponderado A (LA'), aplicando la ecuación 12:

$$LA = 10 \log \sum_{f=63 \text{ Hz}}^{f=8000 \text{ Hz}} 10^{0,1(Lf+Af-APVf)} \quad [\text{Ecu. 12}]$$

Siendo

A_f = Ponderación A en cada octava

L_f = Nivel de presión sonora por octava, sin ponderar

El valor resultante de LA' debe redondearse al entero más próximo.

Método de H, M y L, requiere conocer los valores de presión acústica ponderados A y C, así como los valores de H, M y L del protector auditivo. Se calcula el valor de PNR según la diferencia entre L_C y L_A de la siguiente manera:

Si la diferencia $L_C - L_A \leq 2$ se utilizará la ecuación 13, en caso de $L_C - L_A \geq 2$, la ecuación 14.

$$PNR = M - \frac{H-M}{4} (L_C - L_A - 2) \quad [\text{Ecu. 13}]$$

$$PNR = M - \frac{M-L}{8} (L_C - L_A - 2) \quad [\text{Ecu. 14}]$$

Se puede utilizar el nivel de presión acústica no ponderado en lugar de L_C .

El método del SNR, precisa el nivel de presión sonora ponderado C y el parámetro SNR del protector auditivo. Se calcula el nivel de presión sonora efectivo ponderado A, de acuerdo a la ecuación 15:

$$L_{A'} = L_C - SNR \quad [\text{Ecu. 15}]$$

El tiempo de utilización del protector auditivo tiene gran influencia en la protección real que ofrece y se lo calcula de acuerdo a la ecuación 16.

$$L_{AeqT} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \right) \sum_n (T_1 * 10^{0,1L_{Aeq1}} + T_2 * 10^{0,1L_{Aeq2}} + \dots + T_n * 10^{0,1L_{Aeqn}}) \quad [\text{Ecu. 16}]$$

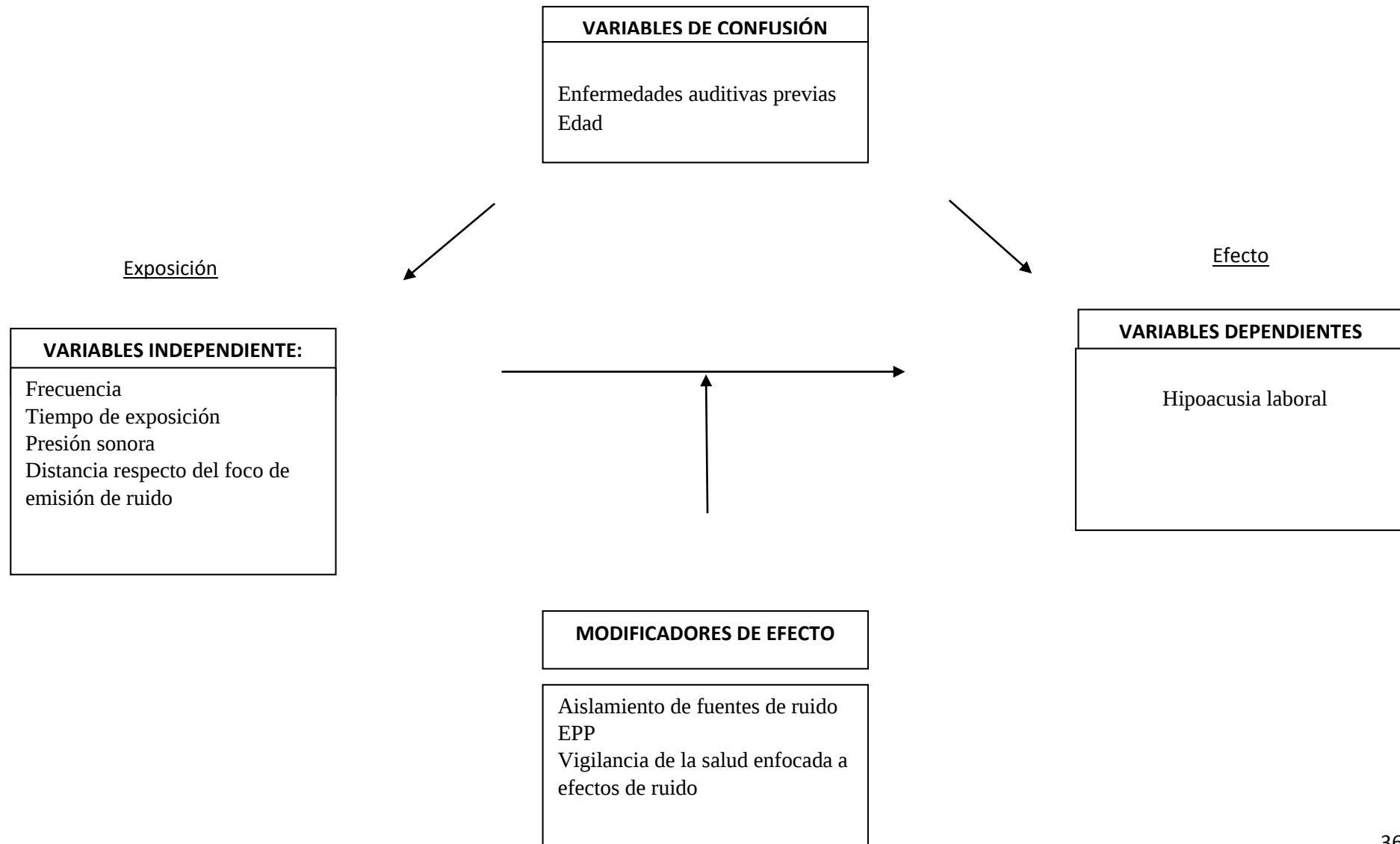
Controles administrativos: son medidas administrativas encaminadas a la disminución de la exposición a ruido laboral, así tenemos (Instituto de Salud Pública de Chile, 2012, p.10):

- ✓ Realizar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de todas las fuentes generadoras de ruido.
- ✓ Modificar métodos de trabajo que apunten a metodologías más silenciosas.
- ✓ Disminuir el tiempo de exposición de los trabajadores, por medio de: rotación a distintos puestos de trabajo con menor nivel de ruido, reducción del tiempo de exposición.
- ✓ Programar la producción y modificar procesos, de tal modo que ciertas labores ruidosas se ejecuten con un número reducido de trabajadores o en horarios que haya la menor cantidad de trabajadores.
- ✓ Capacitar a los trabajadores sobre las consecuencias de estas exposiciones y como prevenir futuros daños a la salud.
- ✓ Implementar señalización en áreas críticas, de tal forma de advertir o informar de los riesgos asociados.

1.2.3. Hipótesis

Mediante la evaluación de la exposición laboral al ruido y la proposición de medidas de prevención y control, se logra mejorar las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores del área de taller en la industria química.

1.2.4. Identificación y caracterización de variables



2. CAPITULO II. METODO

2.1. Identificación de peligros

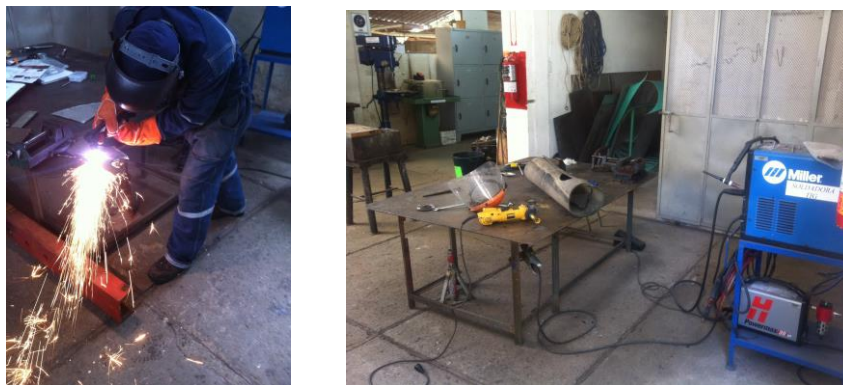
2.1.1. Identificación de peligros

El factor de riesgo ruido es uno de los principales factores que está expuesto el trabajador de taller, en vista de las herramientas mecánicas que emplean en prácticamente la mayor parte de sus actividades, por lo que constituyen un peligro por sus niveles de presión sonora que exponen a los trabajadores que la utilizan. A continuación se describe cada una de ellas.

2.1.1.1. Actividad de soldadura:

La suelda se emplea para unir dos materiales con ayuda de un aporte, anexo a esto para limpiar la escoria que se forma se realiza unos golpes haciendo uso de martillo, por lo tanto la actividad genera ruido continuo y de impacto. La frecuencia de exposición va desde unas cuatro veces a la semana y con duración de 1 a 4 horas diarias aproximadamente, en la figura 3., se indica la actividad.

Figura 3. Soldadura



Fuente: elaboración propia

2.1.1.2. Actividad con amoladora:

Cuentan con dos tipos de amoladora portátil y de sobremesa, su función va desde pulido, abrillantado, quita rebabas de mecanizado, desbasta aristas de piezas metálicas, afila herramientas de corte, corta cerámicas todo esto variando el material del disco. Por lo tanto el ruido proviene no solo de la amoladora como tal sino del ruido que se libera por el contacto con el material que se está trabajando. Su frecuencia de uso va aproximadamente de 5 veces a la semana y 1 hora diaria como máximo de uso. En la figura 4, se muestra las amoladoras que hacen uso para actividades de trabajo.

Figura 4. Amoladora de banco y portátil



Fuente: Elaboración propia

2.1.1.3. Actividades de mantenimiento en Planta 1:

Una semana al mes se realiza mantenimiento por parte del personal de taller en la planta de producción 1, la cual implica mantenimiento de equipos, instalaciones y por ende esto implica el uso de herramientas ruidosas a más del ruido de equipos tales como caldero, sistema de ventilación propios de la planta. En la figura 5 se evidencia la fachada de la planta producción.

Figura 5. Vista frontal de la planta 1



Fuente: Elaboración propia

2.1.1.4. Actividades de mantenimiento Planta 2

En la planta de producción 2, durante dos meses al año se realiza mantenimientos tanto de equipos como instalaciones y al igual que en la planta 1 se emplea herramientas ruidosas, a más del ruido de equipos como caldero, sistema de ventilación, compresor. En la figura 6, se muestra la fachada de la planta 2.

Figura 6. Vista lateral de la planta 2



Fuente: Elaboración propia

Algunas herramientas tienen un tiempo de vida útil mayor al que señala el proveedor, además, de que carecen de mantenimiento preventivo.

Respecto al equipo de protección auditiva, los trabajadores hacen uso irregular del mismo, además, que cuentan con equipo de protección auditiva no normado y que tiene un tiempo de adquisición de hace 4 años.

2.1.2. Evaluación cualitativa

Se identificó los puestos de trabajo y sus respectivas actividades, a través de observación in situ durante la jornada normal de labores, luego se hizo uso de la matriz de evaluación cualitativa 3x3 para determinar el nivel de riesgo, en la tabla 8, se resume lo dicho:

Tabla 8: Evaluación cualitativa matriz 3x3

Área: Taller de Mantenimiento				
Días de trabajo	Lunes-viernes	#Trabajador: 6	Horario	8:00 a 16:30
Puesto trabajo	Actividades	Frecuencia	Consecuencia	Nivel de riesgo
Jefe de taller	Control Diseño Informes	Baja	Baja	Trivial
Mecánico	Supervisión Distribución de trabajos Ejecución de trabajos de exactitud de soldadura y amolado	Medio	Medio	Moderado
Ayudante de mecánica	Ejecución de todos los trabajos designados: soldadura, amolado, fresadora, torno, etc.	Alta	Medio	Importante

Fuente: elaboración propia

2.2. Evaluación cuantitativa

De la evaluación cualitativa se determinó que el puesto de trabajo de ayudante de taller y en las actividades de soldadura y amolado es donde tiene mayor exposición a ruido, además, en las

observaciones realizadas de la jornada laboral, se pudo evidenciar que las actividades la realizaban tanto en el área de taller como en las plantas industriales.

La frecuencia en que estas actividades las ejecutaban, fueron diarias y máximo 4 horas por día, es decir que si presentaban exposición frecuente a niveles de presión sonora considerables, provenientes especialmente de las herramientas como amoladora y suelda en lo que tiene que ver con golpes de martillo.

Por tal motivo, se escogió este puesto de trabajo y estas actividades para ser monitoreadas, se realizaron dos monitoreos con equipo sonómetro para las áreas donde se realizan actividades de soldadura y amolado y con equipo dosímetro para saber el nivel de presión sonora que se expone durante las 8 horas laborables, ya que como se mencionó anteriormente el trabajador no solo realiza sus actividades in situ sino que tiende a desplazarse a otras áreas para ejecutar trabajos.

2.2.1. Criterios para la evaluación cuantitativa

Para la determinación de los niveles de ruido se basaron en el Decreto Ejecutivo 2393 Art. 55, el cual establece que el nivel de ruido criterio es de 85 dBA, además se aplicó el criterio de la ACGIH el cual fija el límite o TLV en 85 dBA para 8 horas de trabajo diario con una tasa de intercambio de 3 dB a fin de calcular la dosis ponderada a una jornada laboral de 8 horas.

Al no disponer de una normativa nacional el cual establezca el procedimiento para el muestreo de los niveles de ruido equivalente, este muestreo se realizará en base a la Norma ISO 9612:2009 “Determinación de la exposición a ruido en el trabajo, Método de Ingeniería” con una estrategia de evaluación Basada en tareas.

Este método consiste en la medición de niveles de presión sonora en las áreas de trabajo habitual en las cuales el trabajador desarrolla sus actividades/tareas rutinarias, en función de una descripción de las actividades detalladas descritas por el responsable de cada puesto de trabajo.

Se consideraron los siguientes aspectos para la evaluación de ruido:

- ✓ Definición de un grupo de trabajo homogéneo (puesto de trabajo)
- ✓ Descripción de la tarea o tareas de trabajo
- ✓ Diferentes puntos de medición y evaluación fueron ubicados en lugares habituales de trabajo.
- ✓ Las mediciones fueron realizadas durante la operación normal de equipos
- ✓ Las medidas fueron efectuadas con un sonómetro integrador-promediador / dosímetro.
- ✓ Los datos se procesaron en un software especializado Software Quest Suit Professional II.
- ✓ Se entrevistó al trabajador para conocer las actividades que realiza a menudo, para lo cual se preguntó lo siguiente:
 - Identificar el puesto de trabajo
 - Duración de la jornada laboral
 - Identificación de las áreas en donde desarrolla su actividad laboral
 - Actividades que a su parecer genera más ruido
 - Pausas durante su jornada laboral.

2.2.2. Estrategia de evaluación

La estrategia de evaluación correspondió a la medición de niveles de presión sonora de las actividades rutinarias desarrolladas por el trabajador y en áreas habituales, en función de la descripción y con el fin de determinar el nivel de ruido equivalente del puesto de trabajo.

La duración de los datos tomados en bandas de octava, fue de 5 min por actividad con tres repeticiones por estudio a fin de garantizar la probabilidad, repetible, reproducible y cubrir las posibles variaciones del ruido durante el estudio, la evaluación se efectuó con el filtro de ponderación A y con una velocidad de respuesta LENTA.

La determinación del nivel de ruido equivalente normalizado en una jornada de trabajo de 8 horas con filtro de ponderación A, se lo realizó aplicando la ecuación 2, descrita en capítulo I.

Para el caso del dosímetro, para determinar el nivel de riesgo se empleó la ecuación 3 la cual relaciona el tiempo de exposición permitido versus el tiempo de exposición real para un nivel de presión sonora dado.

2.1. SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

2.1.1. Equipos de medición

Se utilizará instrumentos validados y calibrados para la toma de datos de niveles de exposición de ruido, basándonos en las normas NTP 270 como son: sonómetro integrador-promediador que se muestra en la tabla 9 y dosímetro que se muestra en la tabla 10. En el Anexo A se adjunta el certificado de calibración de los equipos.

Tabla 9. Características del sonómetro

Equipo / Software	Modelo	Característica / uso
Sonómetro: SoundPro DL Tipo 2, con bandas de octava 1/1 y 1/3 Software: QuestSuite Profesional Trípode Termohigrómetro	Quest Sound Pro SE DL	ANSI S1.43-1997 (R2002) Calibrador QC-10 a 114 dBA
		

Fuente: elaboración propia

Tabla 10. Características del dosímetro

Equipo / Software	Modelo	Característica / uso
Dosímetro Tipo 2, con registro simultaneo de filtro A, C y C- A Calibrador QC-10 a 114 DbA. Software: Quest 3M / Quest Suite Profesional Termohigrómetro	EDGE 5 Dosimeter	Con certificado de calibración ISO 17025 y NIST ANSI S1.43-1997 (R2002) Calibrador QC-10 a 114 dBA
		

Fuente: elaboración propia

2.1.2. Procedimiento de medición

Previo a la medición se conversó con los trabajadores, donde se les expuso el objetivo y la finalidad de las mediciones que se les iba a realizar, además, se les solicitó que trabajaran con total normalidad para que los datos medidos sean reales y refleje la situación actual de exposición a ruido.

Luego se verificó la calibración de los equipos, la cual se realizó al inicio y al final de cada periodo de medición, en caso de que exista una variación de $\pm 0,5$ dB entre el valor de verificación y el valor de referencia del calibrador acústico se declara esta medición como producto no conforme y se procederá a enviar el equipo a calibración en un laboratorio acreditado.

Para la localización del micrófono del sonómetro se contempló las siguientes especificaciones:

- ✓ Para trabajos de pie, el sonómetro se ubicó sobre un trípode, la altura del mismo estaba entre $1,55 \pm 0,075$ m, en relación al plano de sustentación.
- ✓ Para trabajos sentados, el sonómetro se ubicó sobre un trípode, la altura del micrófono estaba entre $0,80 \pm 0,05$ m en relación al plano de sustentación.

Para la localización del micrófono del dosímetro se contempló las siguientes especificaciones:

- ✓ Se solicitó al trabajador que durante la medición no se saque el equipo, mientras realiza su trabajo de forma normal.

- ✓ El micrófono se colocó en la parte superior del hombro, a una distancia de al menos 0,1m. de la entrada del canal auditivo externo del lado del oído más expuesto y aproximadamente a 4 cm, por encima del hombro.
- ✓ El micrófono y el cable se deben sujetar de tal manera que la influencia mecánica o de la ropa que lo cubre no lleven a falsos resultados.

El micrófono debe orientarse en la posición donde se registre el máximo nivel de ruido del punto. Los datos se registran en el equipo en bandas de octava y se procesaron haciendo uso de un software especializado del laboratorio quien facilitó los equipos para medición.

3. CAPITULO III. RESULTADOS

2.3. RESULTADOS DE LA IDENTIFICACION

2.3.1. Datos de la empresa

La Industria química cuenta con dos plantas, en las cuales se procesan materias vegetales para obtener productos concentrados, a través, de procesos químicos que involucran equipos tales como: reactores, intercambiadores de calor, condensadores, evaporadores, bombas, mezcladores y la infraestructura como tal que son verticales para aprovechar la gravedad en la secuencia de los procesos.

Esta industria está considerada como mediana debido a que cuenta con 68 trabajadores distribuidos en las dos plantas productivas, su rotación laboral es baja, los trabajadores en su mayoría llegan a jubilarse y la persona más nueva tiene alrededor de 3 años de trabajo en la empresa.

Las áreas con las que cuenta la planta principal se detallan a continuación:

- ✓ Planta de proceso 1
- ✓ Planta de proceso 2
- ✓ Laboratorios de control de calidad
- ✓ Laboratorio de microbiología
- ✓ Taller de mantenimiento
- ✓ Oficinas
- ✓ Bodegas

- ✓ Centro médico
- ✓ Sala de capacitaciones
- ✓ Comedor

2.3.2. Descripción del área de estudio

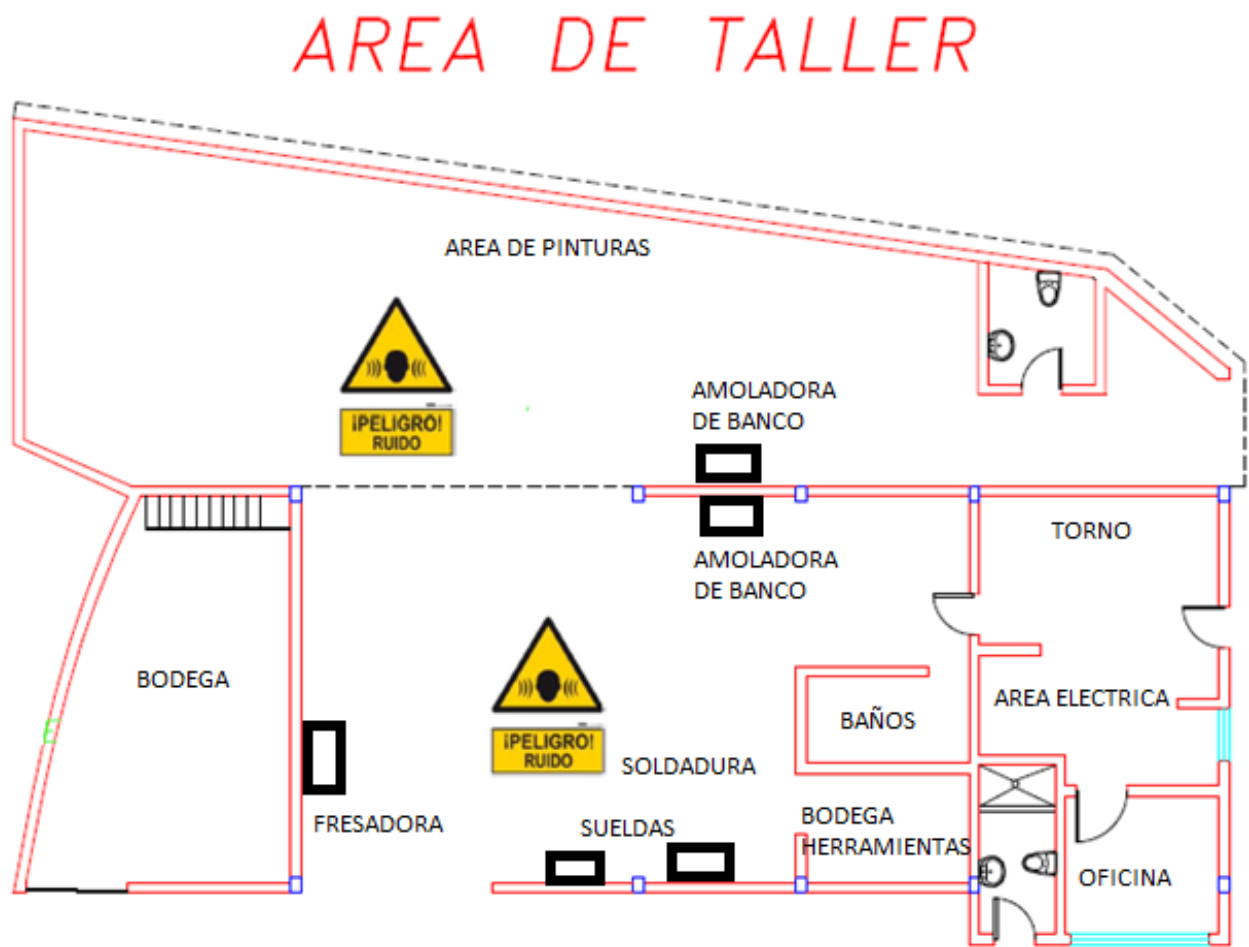
El presente documento centra su estudio en el área de taller de mantenimiento, ya que en este lugar hay mayor exposición al factor de riesgo ruido por las actividades y sobre todo herramientas con que realizan sus trabajos. Laboran alrededor de 6 personas y su función es diseñar, construir, implementar, mantener equipos e infraestructura de la industria. El horario de trabajo es de 8 am a 16:30 y de lunes a viernes, y por lo general una vez al mes laboran sábados.

El taller como tal se divide en las siguientes áreas:

- ✓ Soldadura y fresadora
- ✓ Amolado
- ✓ Pintura
- ✓ Oficinas
- ✓ Bodega de herramientas
- ✓ Comedor
- ✓ Baños

A continuación en la figura 7, se muestra la distribución de las áreas:

Figura 7. Distribución de las áreas en el taller



Fuente: elaboración propia

2.3.2.1. Oficina

La oficina corresponde a la jefatura y se encuentra junto al área del torno, la cual está separada por una puerta y la influencia del ruido que genera el torno es baja, en la figura 8, se muestra esta área.

Figura 8. Oficina



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.2. Bodega de herramientas

En esta bodega se almacenan herramientas que serán empleadas para las actividades propias del taller, como se puede observar en la figura 9.

Figura 9. Bodega de Herramientas



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.3. Área de pintura

En esta área se pinta equipos, piezas, infraestructura que construyen y va a ser colocada en las plantas industriales, se encuentra directamente conectada al área de la amoladora, por lo que la influencia del ruido que genera la amoladora es directa a la persona que al mismo tiempo estuviese realizando la actividad de pintura, en la figura 10 se muestra esta área:

Figura 10. Pintura



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.4. Área de amoladora

En esta área se encuentra dos tipos de amoladoras una de banco como se lo conoce y es estática la cual se emplea para trabajar las piezas pequeñas y manejables y la amoladora portátil la cual se moviliza hacia otros lugares debido a que existen otras piezas que por su tamaño son difícil de manejar en la amoladora estática, además, del peso que constituye trasladarlas, en la figura 11, se muestra los dos tipos de amoladoras.

Figura 11. Amoladora portátil



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.5. Área de soldadura y fresadora

Aquí se trabaja con soldadura eléctrica y autógena, además, se encuentran los taladros y como en el área de amolado, las piezas que se trabajan son aquellas de tamaño manejable, mientras que para piezas más grandes se trasladan estas herramientas al espacio abierto que está afuera del taller, en la figura 12 se muestra esta área.

Figura 12. Suelta - Fresadora



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.6. Área de torno

Este equipo se muestra en la figura 13, y se utiliza para hacer piezas de forma geométrica, se encuentra en un área separada del resto de áreas y cuenta con puertas para encerrar el ruido que pueda generar.

Figura 13. Torno



Fuente: Elaboración Propia

2.3.2.7. Otras áreas:

Además, de las áreas operativas, existen otras áreas como baños, vestidores, comedor que está destinado para las necesidades fisiológicas y alimenticias de los trabajadores del taller.

2.4. RESULTADOS DE LA EVALUACION

2.4.1. Mediciones con sonómetro integrador

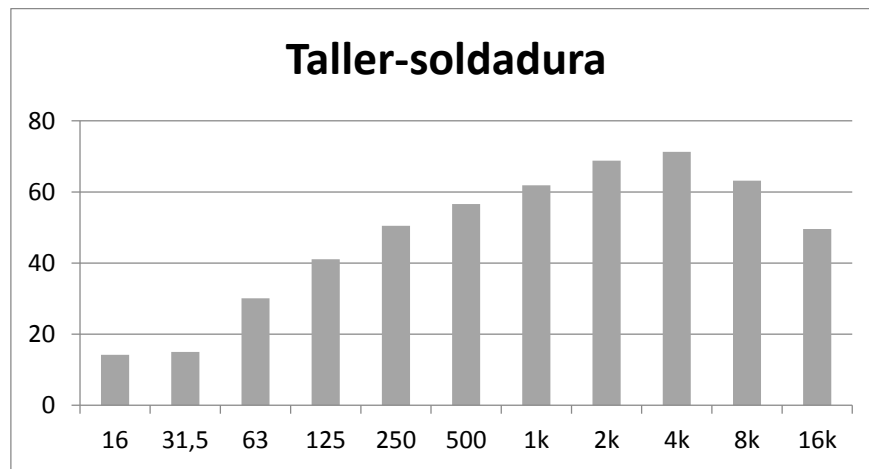
En la tabla 12 y figura 14, se muestra los resultados que se obtuvieron de medir el nivel de presión sonora para la actividad de soldadura, pudiendo observarse que los niveles de presión sonora en las diferentes frecuencias se encuentran bajo los 85 dBA que es el máximo permitido, sin embargo, en la frecuencia 4k, presenta el mayor nivel de presión sonora de 71,3 dBA, es decir en las frecuencias conversacionales. Además, en el Anexo A se adjunta los resultados de las mediciones de ruido tanto de sonometría como dosimetría.

Tabla 11. Mediciones de ruido soldadura

Area	Taller-Soldadura
Puesto trabajo	Ayudante de mecánica
Hora monitoreo	10:22 - 10:37
Lmax (dB)	93,50
Lmin (dB)	55,10
Leq (dB)	74,10
dB	Hz
14,2	16
15	31,5
30,1	63
41,1	125
50,5	250
56,6	500
61,9	1k
68,8	2k
71,3	4k
63,2	8k
49,6	16k

Fuente: elaboración propia

Figura 14. Resultados de nivel de presión sonora en la actividad de soldadura



Fuente: elaboración propia

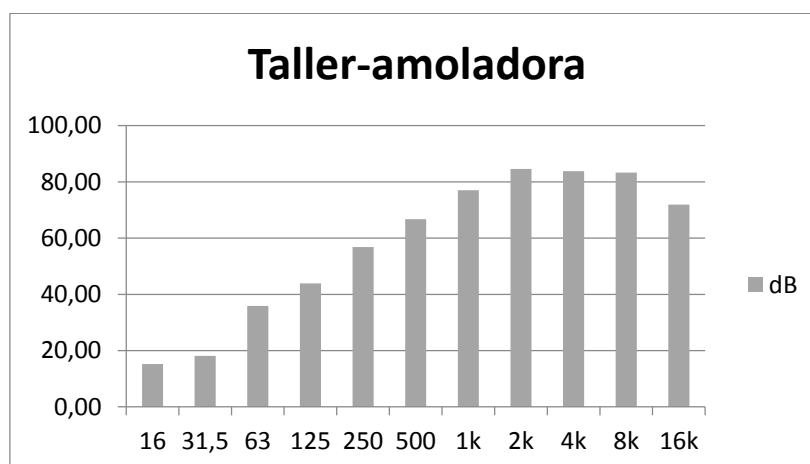
En la tabla 13 y figura 15, se muestra que a frecuencias bajas tenemos niveles de presión sonora que cumplen con límites máximos permitidos, pero a frecuencias altas a partir de 4k el nivel de presión sonora es mayor a 80 dBA, es decir, hay sobre exposición a ruidos agudos.

Tabla 12. Mediciones de ruido amolado

Área	Taller-Amoladora
Puesto trabajo	Ayudante de mecánica
Hora monitoreo	10:39 - 10:58
Lmax (dB)	99,50
Lmin (dB)	44,80
Leq (dB)	89,20
Hz	dB
16	15,20
31,5	18,10
63	35,90
125	43,90
250	56,80
500	66,70
1k	77,00
2k	84,60
4k	83,80
8k	83,30
16k	71,90

Fuente: elaboración propia

Figura 15. Resultados de nivel de presión sonora en la actividad de amolado



Fuente: elaboración propia

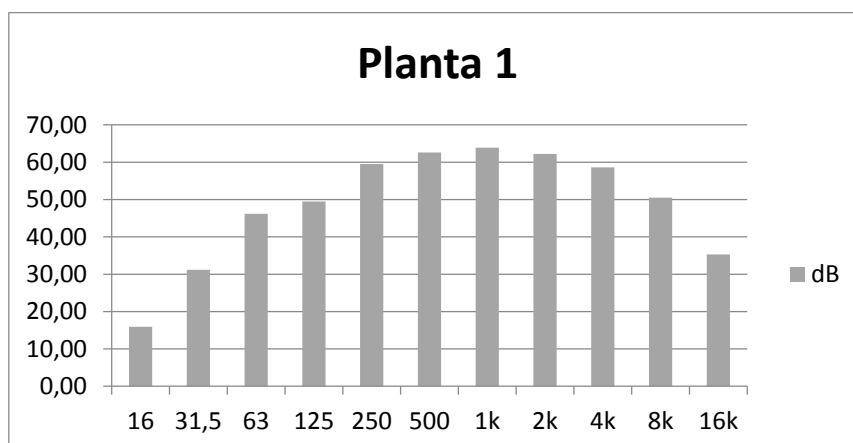
En la tabla 14 y figura 16, se muestra los datos de presión sonora que fueron medidos durante las actividades de mantenimiento en la planta industrial 1, cuyos valores nos indican que se encuentran bajo los límites de presión sonora de 85 dBA, es decir no hay sobre exposición.

Tabla 13. Mediciones de ruido planta 1

Area	Planta 1
Puesto trabajo	Ayudante de mecánica
Hora monitoreo	11:56 - 12:12
Lmax (dB)	75,70
Lmin (dB)	68,10
Leq (dB)	69,00
Hz	dB
16	15,90
31,5	31,20
63	46,20
125	49,50
250	59,50
500	62,60
1k	63,90
2k	62,20
4k	58,60
8k	50,50
16k	35,30

Fuente: elaboración propia

Figura 16. Resultados de nivel de presión sonora en la planta de producción 1



Fuente: elaboración propia

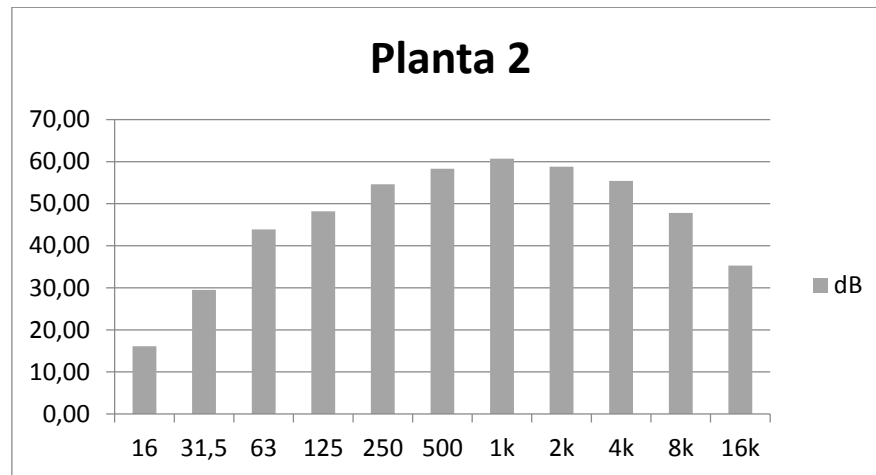
La tabla 15 y figura 17, muestra los niveles de presión sonora medidos en las actividades de mantenimiento en la planta industrial 2, los cuales se encuentran bajo los límites máximos permitidos de exposición, es decir no hay sobre exposición a ruido.

Tabla 14. Mediciones de ruido planta 2

Área	Planta 2
Puesto trabajo	Ayudante de mecánica
Hora monitoreo	12:17 - 12:32
Lmax (dB)	70,60
Lmin (dB)	64,30
Leq (dB)	65,40
Hz	Leq (db)
16	16,10
31,5	29,50
63	43,90
125	48,20
250	54,60
500	58,30
1k	60,70
2k	58,80
4k	55,40
8k	47,80
16k	35,30

Fuente: elaboración propia

Figura 17. Resultados de nivel de presión sonora en planta de producción 2



Fuente: elaboración propia

2.4.2. Medición con dosímetro

Como se mencionó anteriormente, los trabajadores del taller no solo realizan actividades en las cuales se exponen a ruido in situ, sino que también se trasladan a otras áreas de la industria en donde implementan lo que han construido ya previamente y para ellos también se exponen a niveles de ruido por las herramientas que ocupan.

Por lo tanto, al puesto de trabajo que se consideró con mayor exposición a ruido que es ayudante de mecánica se le colocó el dosímetro durante las 8 horas de trabajo, para determinar la dosis real de exposición.

Los resultados se muestran en la tabla 15, y como se puede observar la dosis está alrededor del 226,5% es decir hay una sobreexposición y el nivel de riesgo es crítico para el trabajador expuesto.

Tabla 15. Resultado de mediciones con dosímetro

Puesto trabajo	Ayudante de mecánica
Hora monitoreo	8:19 – 16:05 (8h)
Lmax (dB)	115,4
Lmin (dB)	60
Leq (dB)	88,5
La pk (dB)	132,2
Dosis (%)	226,5

Fuente: elaboración propia

2.5. PROPOSICIÓN DE MEDIDAS DE CONTROL

Como se pudo observar en los resultados de mediciones de ruido, en la actividad con la amoladora genera niveles de presión sonora sobre los 80 dBA, es decir hay sobre exposición, por lo que se propone lo siguiente.

2.5.1. Fuente

Para evitar que la vibración del equipo se transmita a otros cuerpos en las juntas que unen amoladora y mesa de trabajo, colocar neopreno para cortar el paso de la onda sonora y disminuir la generación de ruido debido a la vibración propia de la herramienta.

Así mismo, en las juntas donde se ancla la mesa de trabajo con el piso, colocar neopreno para cortar el paso de la onda sonora y disminuir la generación de ruido debido a la vibración propia de la herramienta.

En función del tipo de trabajo hacer uso de la amoladora adecuada, es decir utilizar la amoladora de menor potencia en trabajos pequeños y la amoladora de mayor potencia en trabajos de mayor duración, ya que amoladoras de menos potencia generan menos ruido.

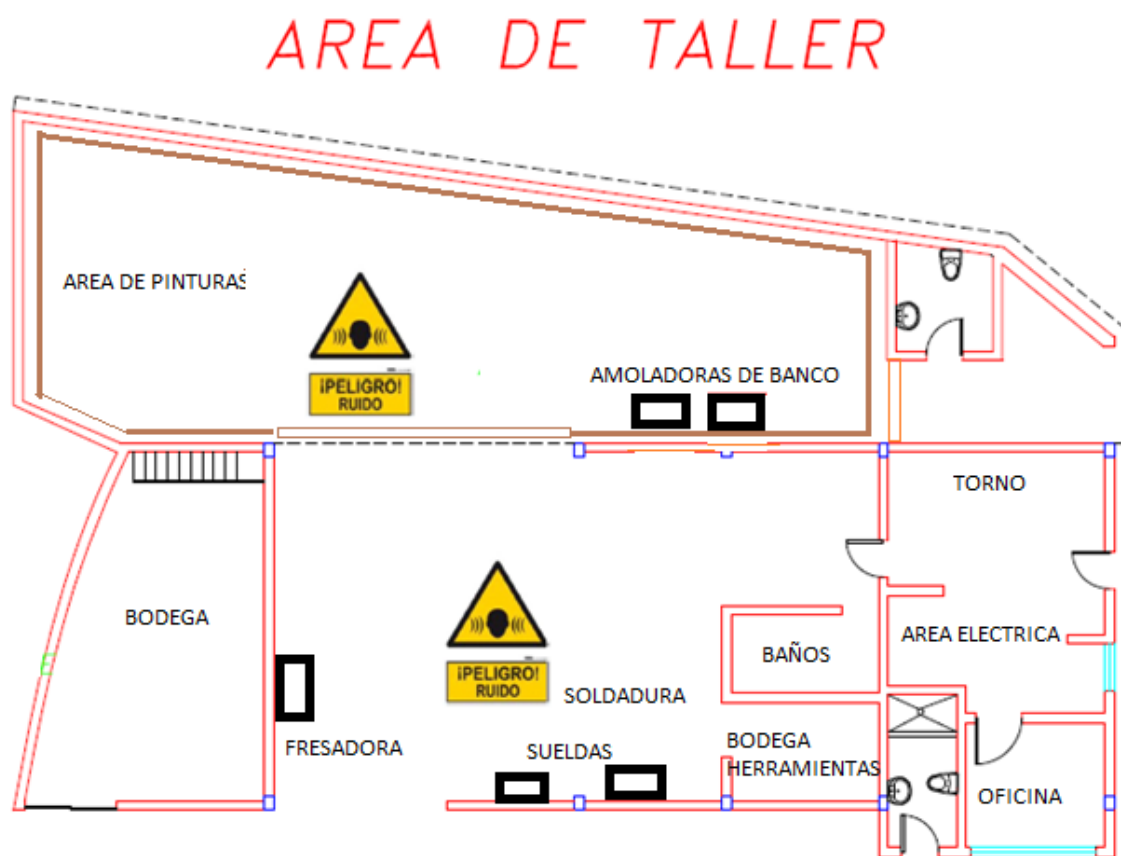
Programa de mantenimiento preventivo según como establezca el proveedor, el cual consista en la revisión, limpieza, ajuste de las partes de la herramienta, y si se presenta algún ruido extraño, dejar de usar la herramienta y llevarla para que sea revisada por el técnico especializado.

2.5.2. Medio

En el taller existe dos amoladoras de banco, que están dispuestas en áreas diferentes como se indica en la figura 6, en donde se puede observar que comparte con otras actividades de trabajo, es decir, que mientras se utiliza la amoladora, también se está haciendo soldadura u otras actividades que amerite realizarse.

Por lo tanto se propone trasladar a una sola área los equipos que generan mayor ruido, como en este caso son las dos amoladoras de banco así se va a evitar la contaminación de ruido hacia otras actividades de menor o casi nada de ruido, además, se pretende aplicar paneles de absorción acústica en las paredes del área, con la finalidad de que absorban las ondas sonoras emitidas por los equipos ruidosos y así se disminuya la influencia de ruido hacia el exterior, en la figura 18 se puede observar los cambios propuestos.

Figura 18. Propuesta para control de ruido en el area de amolado

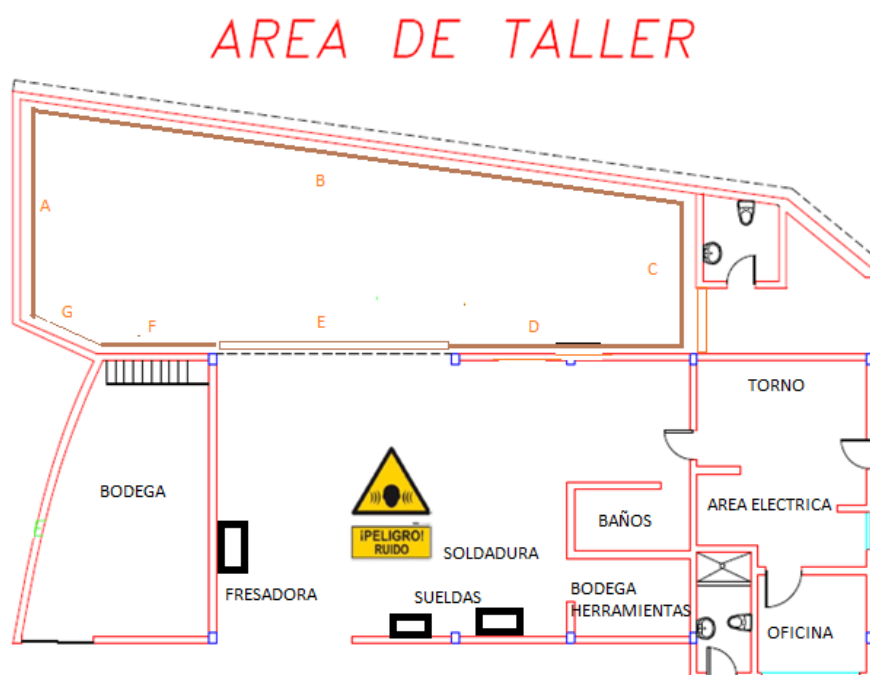


Fuente: elaboración propia

Cabe recalcar que no se puede encerrar a los equipos ni colocar barreras ya que las amoladoras trabajan en conjunto con el operario y el ruido proviene del contacto directo con la pieza que se quiere trabajar, además, las piezas varían de tamaños pequeños a grandes, por lo que esta medida pretende disminuir la contaminación de ruido a otras actividades y la influencia de ruido hacia el exterior.

A continuación en la figura 19, se presenta los cálculos realizados para colocar pantallas absorbedoras de ruido en las paredes del área.

Figura 19. Identificación de lados del área de amolado para el diseño de absorción acústica



Fuente: elaboración propia

Dimensiones del área donde se encuentra las amoladoras en la tabla 17:

Tabla 16. Dimensiones de los lados del área aplicar absorción acústica

Dimensiones del área de amolado				
Tipo	Material	Código	S m2	V m3
Pared	hormigón	A	13	1,3
Ventanas	mallá	A.1	2	0,2
Pared	hormigón	B	38,42	3,842
Ventanas	mallá	B.1	2	0,2
Ventanas	mallá	B.2	2	0,2
Pared	hormigón	C	12	1,2
Pared	hormigón	D	11	1,1
Ventanas	mallá	D.1	2	0,2
Ventanas	mallá	D.2	2	0,2
Puerta	mallá	E	12	1,2
Pared	hormigón	F	6	0,6
puerta	mallá	G	9,48	0,948
techo	hormigón	I	84	8,4

Fuente: elaboración propia

Los coeficientes de absorción de materiales actuales con los que está hecho el taller, específicamente para el área de amoladoras se presentan a continuación en la tabla 17 y en el Anexo B se adjunta la tabla de coeficientes de absorción de todos los materiales:

Tabla 17. Coeficientes de absorción de los materiales actuales

Coef. Absorción vs frecuencias de los materiales							
Tipo	Material	Código	250hz	500hz	1k hz	2k hz	4k hz
Pared	hormigón	A	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Ventanas	mallá	A.1	0	0	0	0	0
Pared	hormigón	B	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Ventanas	mallá	B.1	0	0	0	0	0
Ventanas	mallá	B.2	0	0	0	0	0
Pared	hormigón	C	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Pared	hormigón	D	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
Ventanas	mallá	D.1	0	0	0	0	0
Ventanas	mallá	D.2	0	0	0	0	0
Puerta	mallá	E	0	0	0	0	0
Pared	hormigón	F	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03
puerta	mallá	G	0	0	0	0	0
techo	hormigón	I	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03

Fuente: Montero, J, 1956, p.39

Los coeficientes de absorción de materiales propuestos para absorción acústica en el área de taller específicamente área de amoladoras, se presenta a continuación en la tabla 18.

Tabla 18. Coeficientes de absorción de los materiales propuesto

Coef. Absorción para materiales propuestos							
Tipo	Material	código	250hz	500hz	1k hz	2k hz	4k hz
Pared	revestimiento corcho	A	0,27	0,72	0,79	0,76	0,64
Ventanas	vidrio	A.1	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02
Pared	revestimiento corcho	B	0,27	0,72	0,79	0,76	0,64
Ventanas	vidrio	B.1	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02
Ventanas	vidrio	B.2	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02
Pared	revestimiento corcho	C	0,27	0,72	0,79	0,76	0,64
Pared	revestimiento corcho	D	0,27	0,72	0,79	0,76	0,64
Ventanas	vidrio	D.1	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02
Ventanas	vidrio	D.2	0,07	0,04	0,03	0,03	0,02
Puerta	aluminio revestimiento corcho	E	0,27	0,72	0,79	0,76	0,64
Pared	revestimiento corcho	F	0,27	0,72	0,79	0,76	0,64
puerta	aluminio revestimiento corcho	G	0,27	0,72	0,79	0,76	0,64
techo	hormigón rústico	I	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03

Fuente: Montero, J, 1956, p.39

Para el cálculo del coeficiente de absorción medio, constante del local, tiempo reverberación de los diferentes materiales que se propone para el diseño de absorción acústica del área del taller, se empleó la ecuación 7, 8, 9 para un frecuencia de 2000 Hz ya que a esta frecuencia presenta mayores niveles de presión sonora el momento de utilizar la amoladora, en la tabla 19 se muestra los resultados.

Tabla 19. Coeficiente absorción medio, tiempo de reverberación

Absorbancia y tiempo de reverberancia sin material acustico					
	250	500	1k	2k	4k
am	0,1	0,017	0,017	0,02	0,02
T	1,90	0,95	0,95	0,95	0,60
Absorbancia y tiempo reverberancia con material acústico					
	250	500	1k	2k	4k
am 2	0,2	0,39	0,43	0,44	0,35
T 2	0,09	0,03	0,03	0,03	0,04

Fuente: elaboración propia

Estos resultados nos indican que en la situación actual como se encuentra diseñado el área donde están las amoladoras, no hay absorción de ondas sonoras ya que los valores de coeficiente de absorción y constante del local son muy bajos, mientras que el tiempo de reverberación es mayor o próximo a 1 esto indica que el local es reverberante lo que implica que hay poca capacidad de absorción, afectando esto a la inteligibilidad de palabra dado que los sonidos se mantienen demasiado tiempo en el área.

En cambio con la propuesta de implementar materiales absorbentes como es corcho en paredes, hizo que el coeficiente de absorción aumentara y el tiempo de reverberación disminuyera, es decir, que se mejoró el grado de absorbancia.

Para el caso del ruido al exterior, debido a que el área actual donde se encuentra la amoladora cuenta con ventanas y puertas de malla que prácticamente dejan salir todo el ruido y las áreas aledañas se ven afectadas por esta influencia de ondas sonoras, se propone implementar ventanas de vidrio y puertas de aluminio, las paredes y techo se mantiene de hormigón y con estas modificaciones, en la siguiente tabla se presenta los resultados de las pérdidas de transmisión hacia el exterior.

Tabla 20. Área de los paramentos que conforman el área de amolado

Lugar	Area
S pared	90,42
S ventana	10
S puerta	18
S techo	84

Fuente: elaboración propia

Tabla 21. Coeficientes de transmisión

Coeficientes de transmisión								
Hz	NPS1	TL puerta Al	Tl ventana	Tl techo	Tl pared	NPS2	Atenuación oído	Leq 3 m
63	35,9	8	17	37	25	26,36	26	0,36
125	43,9	11	11	41,0	31,0	34,36	16	18,36
250	56,8	10	24	45,0	30,0	47,26	9	38,26
500	66,7	11	29	53,0	29,0	57,16	3	54,16
1000	77	17	31	60,0	30,0	67,46	0	67,46
2000	84,6	24	26	63,0	39,0	75,06	1	74,06
4000	83,8	25	36	67,0	44,0	74,26	1	73,26
8000	83,3	30	39	72,0	49,0	73,76	-1	74,76
							Leq3m	79,2

Fuentes: elaboración propia

Tabla 22. Calculo del aislamiento efectivo

Cálculo del aislamiento efectivo								
Tlv- Tlpuerta	Perdida aisl	Aislamiento efectivo (Tl v+p)	(Tl v+p)- (Tl t)	perdida aisl	Aislamiento efectivo (Tlv+p+t)	(Tlv+p+t)- Tlpa	perdida aisl	Aislamiento efectivo (Tlv+p+t-pa)
9	4	5	32	26	6	19	14	5
0	0	0	41,0	36	5	26	22	4
14	9	5	40	34	6	24	19	5
18	13	5	48	43	5	24	19	5
14	9	5	55	46	9	21	16	5
2	1	1	62	55	7	32	27	5
11	7	4	63	56	7	37	32	5
9	4	5	67	57	10	39	34	5
						Leq 3m aislamiento		74

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en las tablas 21 y 22, el aislamiento efectivo que se recomienda para implementar en el área de amolado, disminuye en 5 dBA, al nivel de presión sonora actual, por lo tanto en el exterior se percibiría cerca de 74 dBA.

2.5.3. Receptor

Como se había explicado anteriormente, la actividad que genera mayores niveles de ruido es la que tiene implicado el uso de la amoladora, dicha herramienta funciona con el contacto directo del trabajador y el ruido se genera principalmente cuando se pone en contacto el disco de la amoladora con la pieza a trabajar, por lo tanto, es imposible encerrar a la herramienta o aislarla del trabajador, por lo tanto, es obligatorio el uso de equipo de protección personal para disminuir los niveles de presión sonora que recibe el trabajador. Además, que el trabajo no solo lo realiza en las instalaciones del taller, sino que se trasladan a otras áreas para también realizar actividades donde generan ruido y aquí también se vuelve como opción prevalente el uso de equipo de protección personal.

A continuación en la tabla 20, se presenta un resumen de los niveles de atenuación de equipos de protección personal de diferentes proveedores, cabe mencionar que se realizó este cálculo haciendo uso de la metodología de bandas de octava, además, en el Anexo C se presenta los cálculos realizados para la atenuación del equipo de protección y en el Anexo D las hojas técnicas de los equipos escogidos.

Tabla 23. Atenuación de equipos de protección auditiva

Tipo de EPP	Proveedor	Marca	Atenuación(dBA)
-------------	-----------	-------	-----------------

Tapones auditivos	3M	340-4004 Ultrafit	52,14
Tapones auditivos	Jackson Safety	H20	51,64
Tapones auditivos	Arseg	9092	62,25
Orejeras	3M	Peltor H9P3E	53,58
Orejeras	Jackson Safety	Vibe 29	52,22
Orejeras	Arseg	9095	61,05

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar cada proveedor presenta un nivel de atenuación que varía entre 51 hasta 61 dBA, respecto a 84 dBA, que se obtuvo en la medición de ruido, por lo que nos indica que si son adecuados porque disminuyen los niveles de presión sonora que sobre exponen al trabajador durante la realización de su actividad.

Aparte de esta medida de control que va dirigida al trabajador, se detallan otras medidas de tipo administrativas para controlar el factor de riesgo ruido y que no se vean afectados en su salud a lo largo del tiempo los trabajadores, es así que se debe considerar:

Capacitar a los trabajadores expuestos, sobre identificación del factor de riesgo ruido y toma de medias de control para disminuir su exposición.

Instruir en el tipo de equipo de protección personal para este factor de riesgo, así como el uso y mantenimiento adecuado que deben darle.

Efectos de la salud por la exposición a ruido y el riesgo al cual se exponen por no utilizar este equipo de protección.

Antes de la dotación de equipo de protección auditivo, realizar chequeos médicos que verifiquen que el oído o piel se encuentren en buenas condiciones, para evitar futuros problemas por sensibilidad al equipo de protección.

Antes de realizar la compra del protector auditivo, hacer un proceso de selección participativa entre técnico de seguridad, médico ocupacional y trabajadores, donde se realicen pruebas de varios modelos y en función de su adaptación al trabajador se procederá con la selección.

El técnico de seguridad, realizará inspecciones periódicas para verificar el uso y estado del equipo de protección auditiva en actividades ruidosas.

4. CAPITULO IV. DISCUSIÓN

4.1. Conclusiones

- ✓ Las actividades que expone a ruido sobre los niveles de emisión sonora es amolado, con cerca de 85 dBA.
- ✓ El 60% de trabajadores del área se encuentra expuestos a ruido sobre el nivel de emisión sonora.
- ✓ En función de los niveles equivalentes de ruido medidos durante las actividades de trabajo del puesto de ayudante de mecánica, se puede decir que el riesgo es medio de adquirir hipoacusia ocupacional.
- ✓ La falta de descanso o recuperación auditiva, incrementa las dosis de exposición del puesto de trabajo evaluado, llegando a obtenerse una dosis de 226,5% que viene a ser un riesgo critico de adquirir hipoacusia ocupacional.
- ✓ De los resultados obtenidos se puede observar que la variación de niveles de ruido depende de las características del puesto de trabajo y del área en la cual se desarrollan las actividades del puesto de trabajo, es así, que la variación de Lmax y Lmin supera los 5 dBA por lo que el tipo de ruido presente es aleatorio.
- ✓ La actividad que implica el uso de la amoladora, es la que presenta niveles de presión sonora sobre los 80 dBA, es decir sobre expone al trabajador a que pueda tener una afectación en su salud auditiva.

- ✓ Estos niveles de presión sonora sobre los límites, se presentan a nivel de frecuencias altas, es decir que el ruido al que se exponen es agudo.
- ✓ El mecanismo de control para disminuir la exposición a ruido va enfocado al trabajador, en vista de que es imposible controlar el ruido en la fuente y medio por que es necesario el contacto trabajador-herramienta para poder ejecutar la actividad y no se los puede separar.
- ✓ Existe contaminación acústica, ya que en una misma área pueden hacer dos actividades que generan ruido e incluso una tercera que no necesariamente genere ruido, por lo que se expone a ruido a trabajadores innecesariamente.

4.2. Recomendaciones

- ✓ Diseñar un programa preventivo de mantenimiento de los equipos y herramientas ruidosas, con la finalidad de evitar posibles daños y que a causa de estos genera mayor exposición a ruido.
- ✓ Implementar medios que amortigüen las ondas sonoras como placas de neopreno en las uniones de las herramientas con la mesa de trabajo sobre todo para aquellas que generan vibraciones y así evitar el ruido por vibración.

- ✓ Colocar en un área específica las herramientas ruidosas como es el caso de las amoladoras y aplicar a los estamentos del área materiales que absorban el ruido, de acuerdo a como se propone en la presente tesis.
- ✓ Realizar evaluaciones audiométricas a los trabajadores expuestos, para verificar si hay daño a nivel de oído por exposición de ruido, en vista de que el personal tiene varios años trabajando en la misma área.
- ✓ Dotar de protección auditiva normada en función de los niveles de ruido a los que se encuentran expuestos los trabajadores.
- ✓ Implementar periodos de descanso en las actividades ruidosas que implican tiempos prolongados para su ejecución.
- ✓ Capacitar a los trabajadores en los riesgos para la salud por exposición a ruido, así como en el uso adecuado de equipo de protección personal.
- ✓ Proporcionar mantenimiento a las herramientas y hacer un plan de reposición cuando ya estén por finalizar su tiempo de vida útil.

5. BIBLIOGRAFÍA

1. Robledo, Fernando., (2007), Riesgo Físicos I: Ruido, vibraciones y presiones normales, Bogotá, Ediciones ECO.
2. Ballesteros, Virginia, Daponte, Antonio., (2011), Ruido y Salud, Andalucía.
3. Organización Mundial de la Salud., (1969), El Ruido, Riesgo para la Salud de los Trabajadores y Molestia para el Público, Bélgica, Impresiones Belgium.
4. De la Torre, Ricardo., (2011), Análisis y Evaluación de las Causas de La Pérdida Auditiva en los Trabajadores de la Empresa Cartonera y Desarrollo de Medidas Preventivas y Correctivas a la Exposición de Ruido Laboral, Quito- Ecuador.
5. Servicios a la Ciudadanía, Industria y Trabajadores Agrarios, (2012), Guía de Actuación Ante la Exposición a Ruido Industrial, Recuperado de: http://www.fsc.ccoo.es/comunes/recursos/99922/doc151229_Guia_de_actuacion_ante_la_exposicion_a_ruido_industrial.pdf, Junio, 2015)
6. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, NIOSH., (2001), Pérdida de la Audición Relacionada con el Trabajo Publicación No. 103, Recuperado de: http://www.cdc.gov/spanish/NIOSH/docs/2001-103_sp/. Junio, 2015).
7. Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, NIOSH., (2007), Son sus Oídos, Protéjelos, No. 175, Recuperado de: http://www.cdc.gov/spanish/NIOSH/docs/2007-175_sp/. Junio, 2015).
8. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, (2009), Medicina y Seguridad del Trabajo, Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0465-546X2009000300005&script=sci_arttext. Junio, 2015).
9. Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, (2010), Efectos Extra-Auditivos del Ruido, Salud, Calidad de Vida y Rendimiento en el Trabajo; Actuación en Vigilancia de la

- Salud, Recuperado de: http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-documentos/Efectos_extra_auditivos_del_ruido.pdf, Junio, 2015).
10. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (2001), ENCT-VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, Recuperado de: <http://encuestasnacionales.oect.es/>, Junio, 2015
11. Comisión Obrera de Castilla y León, Acción en Salud Laboral, (2011), Guía Básica para la Prevención del Riesgo de Exposición al Ruido, Recuperado de: http://www.castillayleon.ccoo.es/comunes/recursos/6/pub53320_GUIA_BASICA_PARA_LA_PREVENCION_DEL_RIESGO_DE_EXPOSICION_AL_RUIDO.pdf, Junio, 2015.
12. Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, (2011), El Ruido en el Ambiente Laboral, Recuperado de: <http://www.srt.gob.ar/adjuntos/prevencion/guiaruido.pdf>, Junio, 2015.
13. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (1989), NTP 270: Evaluación de la Exposición al Ruido. Determinación de Niveles Representativos, Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_270.pdf, Junio 2015.
14. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (1989), NTP 287: Hipoacusia Laboral por Exposición a Ruido: Evaluación Clínica y Diagnóstico, Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_287.pdf, Junio, 2015.
15. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (2003), NTP 638: Estimación de la Atenuación Efectiva de los Protectores Auditivos, Recuperado de: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_638.pdf, Junio, 2015.

16. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (2012), NTP 951: Estrategias de Medición y Valoración de la Exposición a Ruido (II): Tipos de Estrategias, Recuperado de: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/926a937/951w.pdf>, Junio, 2015.
17. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, (2012), NPT 960: Ruido, Control de la Exposición (I). Programa de Medidas Técnicas o de Organización, Recuperado de: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/NTP/NTP/Ficheros/926a937/960w.pdf>, Junio, 2015.
18. Instituto de Salud Pública de Chile, (2012), Guía Preventiva para los Trabajadores Expuestos a Ruido, Recuperado de: http://www.ispch.cl/sites/default/files/u5/Guia_Preventiva.pdf, Junio, 2015.
19. Ministerio de Salud, Gobierno de Chile, (2011), Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido, Recuperado de: http://web.minsal.cl/sites/default/files/files/protocolo_vigilancia_expuestos_a_ruido_minsal.pdf, Junio, 2015).
20. Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, (2005), Magazine El Ruido en el Trabajo, Recuperado de: [file:///C:/Users/Karen%20PEREZ/Desktop/Magazine_8_-_El_ruido_en_el_trabajo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Karen%20PEREZ/Desktop/Magazine_8_-_El_ruido_en_el_trabajo%20(1).pdf), Junio, 2015.
21. Universidad Politécnica de Cartagena, (2012), Métodos de Control de Ruido en el Ambiente Laboral, Recuperado de: <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/2802/1/tfm146.pdf>, Junio, 2015.

ANEXO A.1: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES CON SONÓMETRO

ANEXO A.2: RESULTADOS DE LAS MEDICIONES CON DOSÍMETRO

ANEXO B: COEFICIENTES DE ABSORCIÓN

ANEXO C: CALCULOS DE ATENUACIÓN CON METODO BANDAS DE OCTAVA

ANEXO D: HOJAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE PROTECCIÓN AUDITIVA