

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE CONCEPCIÓN – REY BALDUINO DE BÉLGICA

**PROTOCOLO DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A RUIDO EN EMPRESA
DE INGENIERÍA**

Trabajo de Titulación para optar al Título
Profesional de Ingeniero en Prevención de
Riesgos Laborales y Ambientales

Alumna:

María Magdalena Allende Nicanor

Profesor Guía:

Claudia Grandón Farías

2024

RESUMEN

La contaminación por ruido en el ámbito industrial es un problema crítico que impacta directamente la calidad de vida y la salud de los trabajadores. Exponer a las personas a altos niveles de ruido puede provocar una serie de efectos adversos que van más allá de la pérdida auditiva, afectando el bienestar general y el rendimiento laboral.

El ruido laboral, como forma de contaminación acústica, es especialmente relevante en sectores donde las actividades generan sonidos intensos y continuos. Los trabajadores en estos entornos suelen experimentar problemas de salud a corto y largo plazo, incluyendo hipoacusia, estrés elevado, trastornos del sueño, y complicaciones cardiovasculares.

Frente a esta situación, es crucial avanzar en la regulación normativa que rijan los niveles de exposición al ruido y en la implementación de medidas preventivas. Esto incluye desarrollar proyectos de investigación que permitan conocer mejor los efectos del ruido en la salud y la divulgación de estos hallazgos para concienciar a todos los involucrados, como, autoridades, empresarios y trabajadores sobre la importancia de crear entornos laborales acústicamente más saludables.

Además, es fundamental establecer protocolos de vigilancia epidemiológica que permitan detectar de manera temprana enfermedades profesionales relacionadas con la exposición al ruido. Esta metodología no solo ayuda a proteger la salud de los trabajadores, sino que también contribuye a la creación de una cultura de prevención y cuidado en el entorno industrial.

El reto es grande, pero con un enfoque colaborativo y una mayor conciencia sobre el impacto del ruido, es posible construir organizaciones más saludables y productivas.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO GENERAL	2
3. OBJETIVO ESPECÍFICO	2
4. JUSTIFICACIÓN	2
5. ALCANCE	3
6. MARCO TEÓRICO	3
6.1 ASPECTOS TEÓRICOS	3
6.2 ESTADO DEL ARTE	8
6.3 ASPECTOS LEGALES	17
6.4 RUIDO OCUPACIONAL	18
6.5 ASPECTOS TÉCNICOS	19
6.6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)	23
6.7 PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN Y CONTROL DE SALUD.....	24
6.8 CAPACITACIÓN Y CONCIENCIA	25
6.9 NORMAS Y PROTOCOLOS EN CASO DE ENFERMEDADES PROFESIONALES	25
7. METODOLOGÍA	25
7.1 ETAPA 1 - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y MARCO NORMATIVO.....	25
7.2 ETAPA 2 - EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	26
7.3 ETAPA 3 - MODELADO Y SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO.....	26
7.5 ETAPA 5 - DISEÑO DEL PLAN DE CONTROL OCUPACIONAL AL RUIDO	27
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS	28
8.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	28
8.2 IMAGENES DEL ÁREA PRODUCCIÓN DE SILENTIUM.....	31
9. DESARROLLO DEL ESTUDIO Y MEDIDAS DE CONTROL	32

9.1	ETAPA 1 – REVISIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA E INFORMES TÉCNICOS	32
9.2	ETAPA 2- ANÁLISIS DE RESULTADOS: PROYECTO INGENIERÍA ACÚSTICA	39
9.3	ETAPA 3 - ANÁLISIS DE DATOS MEDICIONES ACÚSTICAS REALIZADAS POR INGENIERÍA	41
9.4	ETAPA 4 - PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL ACÚSTICO.....	51
9.5	ETAPA 5 - PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE CONTROLES	58
11	CONCLUSIONES	62
12	BIBLIOGRAFÍA	64

1. INTRODUCCIÓN

La exposición ocupacional al ruido es un fenómeno creciente en diversos sectores industriales y laborales, que plantea serios desafíos para la salud y el bienestar de los trabajadores. En Chile, donde la actividad industrial y la construcción son fundamentales para el desarrollo económico, la contaminación acústica se ha convertido en un problema significativo que requiere atención urgente. La normativa chilena, representada por el Decreto Supremo N° 594 del Ministerio de Salud, establece límites de exposición al ruido y directrices para proteger a los trabajadores de sus efectos perjudiciales. Sin embargo, a pesar de estas regulaciones, muchos trabajadores aún enfrentan niveles de ruido que superan los límites permitidos, lo que puede derivar en problemas de salud como pérdida auditiva, estrés crónico y trastornos del sueño.

Este proyecto de titulación tiene como objetivo analizar la exposición ocupacional al ruido en el contexto de la normativa chilena, evaluando la efectividad de las medidas implementadas y proponiendo recomendaciones para mejorar la protección de los trabajadores. A través de una revisión exhaustiva de la legislación vigente y un estudio de casos en distintos sectores de la fábrica, se busca identificar las brechas existentes y generar un conjunto de estrategias que promuevan un ambiente laboral más seguro y saludable. La salud de los trabajadores no solo es un fundamental, sino también un pilar esencial para la productividad y sostenibilidad de las organizaciones. Por lo tanto, es imperativo abordar esta problemática desde un enfoque integral y multidisciplinario.

CAPITULO 1:

2. OBJETIVO GENERAL

Proponer medidas de control de acuerdo a los resultados obtenidos de la Evaluación de Exposición Ocupacional a Ruido.

3. OBJETIVO ESPECÍFICO

- a) Analizar de manera técnica y crítica la implementación del Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido en cumplimiento de la normativa y las medidas preventivas decretadas por Organismo Administrativo en la Empresa de Ingeniería Acústica.
- b) Determinar con uso de software especializado para modelar y simular el comportamiento del ruido en la empresa en contraste con medidas ingenieriles de control sugeridas por Organismo Administrador obtenidos mediante su evaluación cuantitativa.
- c) Diseñar un plan de control ocupacional al ruido con medidas preventivas dentro del marco de la ley.

4. JUSTIFICACIÓN

La pérdida auditiva inducida por ruido representa un grave problema de salud ocupacional que afecta a una gran cantidad de trabajadores en diversas industrias en este caso una industria dedicada a las soluciones acústicas hacia otras empresas.

Este proyecto se justifica por la necesidad de establecer un marco de acción que no solo cumpla con la normativa legal vigente, como la Ley 16.744, sino que también responda a un compromiso ético, de esta empresa en específico hacia la salud de sus trabajadores evitando así una contradicción en sus funciones logrando así hacerse parte de una problemática propia y de sus clientes.

La implementación adecuada de este Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido es esencial para garantizar que la empresa cumpla con las regulaciones establecidas por los organismos administrativos. Esto no solo evita sanciones legales, sino que también

mejora la reputación de la empresa y su compromiso con la responsabilidad social y este proyecto busca además evaluar el estado actual de las medidas implementadas, identificar áreas de mejora. A través del análisis crítico y la comparación de las medidas existentes con las mejores prácticas, se proporcionarán recomendaciones basadas en evidencia al utilizar software especializado para modelar el ruido y evaluar medidas de control, este proyecto incorpora un enfoque innovador que puede ofrecer soluciones más efectivas y personalizadas.

5. ALCANCE

El presente proyecto se enfoca en la evaluación y mejora de las condiciones de exposición al ruido en la fábrica de confección de elementos acústicos, abarcando a todos los trabajadores que operan en áreas críticas de producción. Estas áreas incluyen, entre otras, el armado de silenciadores (Análisis del ruido generado por las máquinas utilizadas en este proceso, como guillotinas y plegadoras, y su impacto en la salud auditiva de los trabajadores), el armado de puertas (Evaluación del entorno de trabajo y las herramientas eléctricas empleadas, identificando fuentes de ruido y proponiendo medidas de control adecuadas) y el armado acústico (Estudio de las condiciones de ruido en esta área, con especial atención a las herramientas eléctricas que se utilizan y su contribución a la exposición acumulativa de los trabajadores), donde se utilizan diversas máquinas y herramientas que generan niveles significativos de ruido.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 ASPECTOS TEÓRICOS

La salud ocupacional es una disciplina multidisciplinaria que tiene como objetivo la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades y lesiones que ocurren en el contexto del trabajo. Está enfocada en proteger y promover la salud de los trabajadores en sus ambientes laborales.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud ocupacional no solo trata de evitar accidentes o enfermedades, sino también de promover condiciones que favorezcan una vida productiva y saludable para los trabajadores, a través de la creación

de ambientes laborales que favorezcan el bienestar físico, mental y social.

El enfoque preventivo es uno de los pilares fundamentales de la salud ocupacional. En lugar de esperar a que ocurran enfermedades o accidentes, la teoría subyacente es identificar y mitigar los riesgos antes de que afecten la salud de los trabajadores. Esto incluye la identificación de factores de riesgo como el ruido, los productos químicos, el estrés laboral, entre otros, y el diseño de estrategias para reducir o eliminar estos riesgos.

La teoría del impacto del ruido en la salud se fundamenta en décadas de investigación científica que han demostrado los efectos fisiológicos, psicológicos y sociales de la exposición al ruido, especialmente en ambientes laborales.

Organización Mundial de la Salud (OMS): La OMS ha realizado varios informes sobre los efectos del ruido en la salud humana, que constituyen la base teórica de las regulaciones y normas internacionales sobre ruido. En su Informe sobre la salud y el ruido (2011), la OMS establece los riesgos del ruido en términos de:

- Pérdida auditiva: El ruido excesivo en entornos laborales y urbanos es una de las principales causas de hipoacusia (pérdida de audición). La exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 85 decibelios puede causar daños irreversibles en el oído interno.
- Efectos cardiovasculares: El ruido también está asociado con un aumento del riesgo de hipertensión, accidentes cerebrovasculares y enfermedades cardíacas debido al estrés causado por la exposición crónica al ruido.
- Trastornos del sueño: El ruido nocturno interrumpe los patrones de sueño, lo que puede llevar a una mayor incidencia de trastornos del sueño como el insomnio, con consecuencias para la salud mental y física.

6.1.1 Teoría del Efecto del Ruido en la Salud Humana:

- Efectos fisiológicos: Se basa en el modelo de estrés de Hans Selye, que describe cómo el cuerpo humano responde al estrés ambiental, en este caso, el ruido, mediante la liberación de hormonas como el cortisol y la adrenalina. Esta reacción puede llevar a un aumento de la presión arterial, alteraciones del ritmo cardíaco y otros problemas cardiovasculares a largo plazo.

- Teoría de la pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL): La hipoacusia inducida por ruido es un campo teórico ampliamente estudiado, que describe cómo la exposición prolongada a ruidos intensos puede dañar las células ciliadas del oído interno, lo que puede causar pérdida auditiva irreversible. Este fenómeno es bien conocido y documentado en estudios sobre salud ocupacional.

6.1.2 Otros Efectos en la salud

El ruido es un contaminante que tiene el potencial de afectar la salud de las personas y deteriorar su calidad de vida.

La exposición a altos niveles de ruido conlleva principalmente efectos fisiológicos que se relacionan directamente con alteraciones en el oído, como:

- la pérdida de audición
- tinnitus

Estos efectos están asociados principalmente a ambientes industriales o la percepción de eventos como explosiones, presentaciones musicales, uso de audífonos a alto nivel, entre otros.

Por otra parte, niveles de ruido de menor nivel y de carácter continuo, como el tránsito vehicular, tienen el potencial de generar efectos no auditivos, como:

- molestia e irritabilidad,
- alteraciones del sueño,
- estrés fisiológico,
- problemas cognitivos y
- enfermedades cardiovasculares.

Durante los últimos años la OMS ha desarrollado investigaciones orientadas a cuantificar los efectos que genera el ruido en la población.

Investigación de Efectos Psicológicos y Sociales del Ruido:

Además de los efectos fisiológicos, el ruido tiene un impacto psicológico. Los estudios de la psicología ambiental han demostrado que la exposición al ruido puede aumentar los niveles de ansiedad, irritabilidad, y disminución del rendimiento cognitivo. El ruido también afecta las relaciones sociales y el bienestar emocional de las personas, especialmente en entornos urbanos y laborales.

- Modelo de estrés de Lazarus y Folkman, que indica cómo los factores estresores, como el ruido, provocan una respuesta emocional y cognitiva que puede afectar la salud mental.

6.1.3 Estudios en Salud Ocupacional:

Los estudios específicos en salud ocupacional sobre los efectos del ruido en los trabajadores han sido fundamentales para la regulación de los límites de exposición ocupacional al ruido. La teoría sobre el impacto del ruido en la salud laboral considera tanto los efectos inmediatos como los efectos crónicos, y aboga por medidas de prevención primaria, como el uso de protección auditiva y el diseño de ambientes laborales más saludables.

6.1.4 Normativa Internacional sobre Ruido y Salud:

- La Directiva 2003/10/EC de la Unión Europea, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos derivados del ruido, establece los límites máximos de exposición al ruido en ambientes laborales y subraya los efectos en la salud auditiva y cardiovascular de la exposición prolongada al ruido.
- La Norma Internacional ISO 1999:2013, que proporciona una metodología para evaluar el riesgo de pérdida auditiva relacionada con el ruido en el lugar de trabajo.

El ruido es un contaminante invisible.

El ruido es el contaminante más común. Puede definirse como cualquier sonido que sea calificado, por quien lo recibe, como algo molesto, indeseado, inoportuno o desagradable.

Lo que es música para una persona, puede ser calificado como ruido para otra.

Diferencias del ruido con respecto a otros contaminantes:

- es barato de producir y necesita muy poca energía para ser emitido.
- es complejo de medir y cuantificar.
- no deja residuos. Se apaga la fuente de ruido, se acaba el ruido.
- no tiene un efecto acumulativo en el medio, pero puede tener un efecto acumulativo en sus efectos en la salud.
- tiene un radio de acción mucho menor que otros contaminantes, es decir, es localizado.
- se percibe sólo por un sentido: el oído, lo cual hace subestimar su efecto. Esto no sucede con el agua, por ejemplo, donde la contaminación se puede percibir por su aspecto, olor y sabor.

6.1.5 SoundPLAN: Modelador Acústico utilizado por Departamento de Ingeniería

¿Qué es SoundPLAN?

SoundPLAN es un software modular de análisis acústico predictivo. Asiste en el cálculo de tanto de dispersión de ruido en espacios confinados y al aire libre como de parámetros de acústica interna para oficinas de plan abierto e industria. Su foco principal es la producción de mapas de ruido para la visualización de patrones de emisión de ruido en espacios amplios y las incidencias que estos producen sobre ubicaciones puntuales.

¿Qué puedo hacer con SoundPLAN?

- Mapas de ruido urbanos considerando el tránsito vehicular, ferrocarriles y tránsito aéreo.
- Predicciones de ruido generado por equipos mecánicos sobre áreas de control crítico.
- Predicciones de impacto acústico ambiental.
- Planificación para control de ruido industrial.

6.2 ESTADO DEL ARTE

La OMS alienta a los gobiernos a elaborar y aplicar legislación que promueva la escucha segura y a dar a conocer los riesgos de la pérdida de audición. El sector privado debería incluir las recomendaciones de la OMS para la escucha segura en sus productos y en lugares y eventos de entretenimiento. Para impulsar el cambio de comportamiento, las organizaciones de la sociedad civil, los padres, los maestros y los médicos pueden educar a los jóvenes para que adopten hábitos de escucha segura.

Es importante destacar, que, en el mes de noviembre del año 2022, el Departamento de Salud Ocupacional del ISP recibió la certificación de membresía por parte del Foro Mundial de la Audición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo que le permite ser parte de esta red global que promueve el cuidado del oído y la audición en todo el mundo, a través de trabajo colaborativo entre diferentes expertos, con la finalidad de prevenir la sordera y la pérdida auditiva.

Asimismo, la sección de Audiología del ISP se encuentra generando constantemente publicaciones de referencia en relación a la salud auditiva y procedimientos de técnicas de medición para realizar evaluaciones auditivas en el ámbito laboral. También, capacitaciones de recursos humanos en salud auditiva, así como estudios que faciliten implementar acciones preventivas de conservación auditiva, fortalecer la detección temprana de la hipoacusia y mejorar la calidad de vida de los trabajadores expuestos a agentes que producen hipoacusia laboral.

En el ámbito ocupacional en Chile, el ruido es uno de los agentes más prevalentes en los lugares de trabajo, tan así, que las enfermedades audiológicas asociadas a su exposición, se encuentran siempre dentro de las principales enfermedades profesionales reportadas en las estadísticas de la Superintendencia de Seguridad Social (SUSESO).

Con la finalidad de evaluar la magnitud de la presencia de este agente, los Departamentos de Salud Ocupacional del Ministerio de Salud (MINSAL) y el ISP han realizado evaluaciones de ruido en la construcción, la gran minería del cobre, entre otros, donde los valores obtenidos están por sobre la norma en un 77%, 52% y el 100%, respectivamente; por ende, los trabajadores se encuentran en riesgo de disminuir y/o perder la audición. Para el caso de la exposición a ruido ocupacional, los trabajadores

se encuentran protegidos por la Ley 16.744.

El Compendio de Normas del Seguro Social de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales establece un marco claro para la vigilancia ambiental y de la salud de los trabajadores expuestos a ruido. Este capítulo se enfoca en la identificación, evaluación y control de los riesgos asociados con la exposición a ruido laboral, en línea con el Protocolo aprobado por el Ministerio de Salud.

- Registro de Entidades Empleadoras: Los organismos administradores deben mantener un registro actualizado de las entidades empleadoras con exposición o potencial exposición a ruido. Este registro debe incluir información sobre asistencia técnica solicitada, denuncias de enfermedades profesionales, evaluaciones confirmadas y actividades económicas de riesgo.
- Programa de Vigilancia Ambiental: Se requiere la programación de actividades para evaluar la exposición a ruido en los puestos de trabajo. Esto implica un estudio previo para identificar los puestos susceptibles de evaluación y la realización de un Screening para determinar si hay niveles de ruido que superen los umbrales establecidos.

Los pasos a seguir para este Programa son:

a) Metodología Screening

El Screening tiene como objetivo identificar aquellos puestos de trabajo que deben ser evaluados más a fondo. Se debe verificar si existen niveles de ruido igual o superiores a 80 dB(A) y, en caso de ser necesario, realizar mediciones detalladas.

b) Medición de Ruido

Las mediciones deben realizarse en un plazo específico tras la solicitud de la entidad empleadora, asegurando que los informes sean entregados oportunamente. La medición debe seguir los lineamientos del Instituto de Salud Pública y se deben aplicar criterios de acción específicos según los niveles de ruido detectados.

Vigilancia de la Salud: La vigilancia de la salud incluye evaluaciones auditivas como otoscopia y audiometría. Se deben realizar audiometrías de base al inicio de la exposición y audiometrías de egreso cuando los trabajadores dejan de estar expuestos.

c) Gestión de Resultados

Los resultados deben ser entregados a la entidad empleadora y a los trabajadores, garantizando la confidencialidad de los datos.

d) Capacitación

Los organismos administradores deben proporcionar capacitación sobre la conservación de la audición, asegurando que los trabajadores conozcan los riesgos y medidas de prevención.

Este marco no solo busca identificar y mitigar el riesgo de exposición al ruido, sino que también establece una estructura de responsabilidad para los organismos administradores y las entidades empleadoras, promoviendo un entorno laboral más seguro para todos los trabajadores.

6.2.1 Manual de la Ficha de Evaluación Cualitativa de Exposición a Ruido

La exposición de los trabajadores al ruido en el entorno laboral puede evaluarse de manera cualitativa y cuantitativa. El "Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido, PREXOR", establecido en el Decreto Exento N° 1052 de 2013 del MINSAL, obliga a los empleadores a elaborar un Mapa de Riesgo Cualitativo como parte de un Sistema de Gestión para la Vigilancia de Trabajadores Expuestos Ocupacionalmente a Ruido. Para ello, el Instituto de Salud Pública de Chile ha desarrollado una "Ficha de Evaluación Cualitativa de Exposición a Ruido", que sirve como herramienta para cumplir con este requisito.

La "Ficha de Evaluación Cualitativa de Exposición a Ruido" se organiza en cuatro partes:

- a) Por Área Productiva: Se aplica una vez por cada área, con preguntas dirigidas a quienes conocen los procesos generadores de ruido.
- b) Por Puesto de Trabajo: Se aplica por cada puesto en áreas donde se ha continuado tras la Parte 1, con preguntas sobre características y métodos de control.
- c) Por Trabajador Entrevistado: Se aplica a cada trabajador en el puesto evaluado, con un cuestionario de 6 preguntas.
- d) Ponderación y Clasificación: Se realiza la ponderación y clasificación del puesto, determinando la presencia de riesgo y acciones a seguir.

Las preguntas críticas dentro de la ficha están señaladas para enfatizar su relevancia en la evaluación del riesgo. La metodología incluye la selección aleatoria de trabajadores para garantizar representatividad en grupos más grandes.

6.2.2 Guía para la calibración y mantenimiento de la instrumentación acústica utilizada en la medición de ruido según el Instituto de Salud Pública de Chile

El Instituto de Salud Pública de Chile ha actualizado esta guía para establecer criterios mínimos obligatorios para la calibración y mantenimiento de la instrumentación acústica, en línea con normativas legales y metodologías de referencia.

El control metrológico acústico, también conocido como calibración acústica, es un proceso fundamental para asegurar que los instrumentos de medición de ruido, como sonómetros, dosímetros de ruido, calibradores acústicos y filtros de frecuencia, cumplan con las normativas y especificaciones técnicas requeridas para realizar mediciones precisas y confiables. Este control se divide en tres niveles distintos: calibración de modelo, calibración de fábrica y calibración periódica.

Niveles de Control Metrológico Acústico:

I. Calibración de Modelo:

- Objetivo: Realizada al diseñar un nuevo modelo de instrumento de medición antes de su comercialización.
- Lugar: Laboratorios habilitados para calibración.
- Proceso: El fabricante presenta varias muestras del modelo para ser evaluadas aleatoriamente en los laboratorios. El equipo se somete a pruebas de acuerdo con las normativas aplicables, como la IEC 61672, para verificar que el nuevo modelo cumple con los requisitos establecidos.

II. Calibración de Fábrica (Primaria):

- Objetivo: Se lleva a cabo antes de que el instrumento sea puesto en uso comercial.
- Proceso: Cada instrumento fabricado debe ser sometido a un ensayo de verificación primaria para asegurar que cumple con los estándares definidos en las normativas internacionales y locales. Esto incluye pruebas acústicas y eléctricas, dependiendo del tipo de instrumento.

III. Calibración Periódica:

- Objetivo: Se realiza durante la vida útil del instrumento, para garantizar que mantenga su precisión de medición.
- Periodicidad: La calibración debe llevarse a cabo dentro del plazo de validez del certificado (máximo dos años).
- Proceso: El equipo debe ser enviado a un laboratorio de calibración independiente para verificar que sigue cumpliendo con los requisitos establecidos. Si el instrumento no cumple con los estándares, debe ser retirado de servicio y enviado a mantenimiento o reparación.

IV. Mantenimiento de Instrumentos:

Para asegurar el funcionamiento adecuado y prolongado de los equipos de medición, es fundamental contar con un procedimiento documentado de mantenimiento y

calibración, que incluya lo siguiente:

- Programa de Mantenimiento y Calibraciones.
- Codificación y Registro de Equipos.
- Historial de Calibraciones y Reparaciones.
- Almacenamiento y Conservación Adecuada del Equipamiento.
- Limpieza y Verificación del Estado de los Instrumentos.
- Criterios para Enviar los Equipos a Calibración o Mantenimiento.

V. Criterios para el Envío a Calibración y Mantenimiento:

Los usuarios deben considerar que los instrumentos deben ser calibrados periódicamente, y que cualquier anomalía en las mediciones, mal funcionamiento del equipo, o alteración en los resultados de la calibración inicial o de campo (como variaciones en el tono del calibrador o mal estado de los cables) requiere que el equipo sea revisado y, si es necesario, enviado al servicio técnico.

VI. Normativas y Ensayos Específicos para los Equipos:

a) Sonómetros Integradores Promediadores:

- Normas aplicables: IEC 61672, IEC 651, IEC 804, entre otras.
- Ensayos acústicos y eléctricos que deben realizarse: Ponderación frecuencial, linealidad de nivel, respuesta temporal, y varios otros relacionados con la precisión del instrumento en diferentes rangos de frecuencia y nivel de presión sonora.

b) Dosímetros de Ruido:

- Norma aplicable: IEC 61252.
- Ensayos acústicos y eléctricos: Sensibilidad acústica, linealidad de la respuesta en diferentes frecuencias, respuesta a impulsos, etc.

e) Calibradores Acústicos de Terreno:

- Normas aplicables: IEC 60942.
- Ensayos de calibración: Nivel de calibración, frecuencia de calibración y distorsión.

f) Filtros de Frecuencia:

- Norma aplicable: IEC 61260.
- Requisitos: Deben cumplir con especificaciones para filtros de banda octava y fracción de octava.

g) Certificación de Calibración:

Cada instrumento debe contar con un certificado de calibración que indique los resultados de los ensayos realizados, especificando las desviaciones, tolerancias e incertidumbres. Estos certificados deben ser emitidos por laboratorios acreditados ISO 17025, y deben ser renovados cada dos años como máximo.

Especificaciones para Instrumentos Nuevos y Antiguos:

- Instrumentos Nuevos: Deben venir con un certificado de calibración de fábrica que cumpla con las normativas aplicables. Si el equipo no cuenta con dicho certificado, debe ser calibrado por un laboratorio acreditado.
- Instrumentos Antiguos: Deben someterse a calibraciones periódicas para garantizar que continúan cumpliendo con las normativas. Si no hay un laboratorio nacional disponible para realizar la calibración, esta puede llevarse a cabo en laboratorios internacionales acreditados.

Registro del Instrumental:

El Instituto de Salud Pública de Chile (ISP) mantiene un registro público de los equipos calibrados y certificados que cumplen con los requisitos establecidos. Los laboratorios de calibración deben enviar la información de los equipos calibrados al ISP para mantener este registro actualizado.

Instructivo para la Aplicación del D.S. N°594/99 Del Minsal, Título IV, Párrafo 3°
Agentes Físicos – Ruido

La exposición laboral al ruido es un tema crucial para la salud ocupacional, y la metodología para su medición debe adaptarse a las características específicas de cada ambiente de trabajo. El proceso de medición debe ser flexible y estandarizado al mismo tiempo, tomando en cuenta diversos factores que pueden variar de un lugar a otro y de una tarea a otra. A continuación, se hace un resumen detallado de los elementos clave mencionados en el instructivo para evaluar la exposición a ruido de los trabajadores en sus lugares de trabajo, basado en el Decreto Supremo N° 594/99 del MINSAL:

a) Metodología para la Evaluación Integral

- Estudio Previo

Antes de realizar las mediciones, se debe realizar un reconocimiento del lugar de trabajo para identificar:

- Los puestos de trabajo susceptibles de ser evaluados.
- Las tareas que se realizan en cada puesto.
- El tiempo de exposición al ruido y las fuentes de ruido más significativas.
- La existencia de ciclos de trabajo y la variabilidad de las condiciones de ruido.

b) Instrumentación

Se deben utilizar instrumentos certificados como sonómetros integradores promediadores (mínimo tipo 2 según las normas IEC) o dosímetros personales (IEC 61252). Ambos equipos deben ser calibrados correctamente antes y después de cada medición.

c) Procedimiento de Medición

- Calibración en terreno: Verificar el equipo en las condiciones ambientales del lugar antes de realizar las mediciones y al finalizar, para asegurarse de que las mediciones sean precisas.

- Ubicación de los instrumentos:
 - ✓ Los dosímetros se colocan cerca del oído del trabajador.
 - ✓ Los sonómetros se colocan en la zona habitual de trabajo (usualmente a la altura de la cabeza del trabajador).

d) Parámetros de

Medición Se deben registrar tres parámetros:

- NPSeq (Nivel de presión sonora continuo equivalente).
- Dosis diaria de exposición a ruido.
- Nivel de presión sonora máximo (NPSmáx).

e) Medición del Ruido

La medición debe considerar los ruidos relevantes para la exposición diaria del trabajador. No deben incluirse ruidos producidos intencionalmente por el trabajador o sus compañeros.

f) Tiempo de Medición

- Medición con dosímetro: Idealmente se mide durante toda la jornada laboral, aunque se puede reducir si se determina que un ciclo específico es representativo del total de la jornada.
- Medición con sonómetro: Se mide hasta que el NPSeq se estabilice, lo que puede tomar entre 15 y 30 minutos, dependiendo de la variabilidad del ruido.

g) Determinación de la Dosis de Ruido Diaria

- Cálculo de Dosis de Ruido

Si se utiliza un dosímetro, la dosis medida se proyecta a toda la jornada si no se mide el tiempo completo. En caso de que se mida solo un ciclo de trabajo, la dosis se proyecta en función de la cantidad de ciclos durante la jornada. Si se utiliza un sonómetro para

medir el NPSeq en distintas actividades, se calcula la dosis diaria considerando el tiempo efectivo de exposición a cada nivel de ruido medido y el máximo tiempo permitido de exposición.

h) Normativas y Procedimientos Específicos

Es necesario que los procedimientos de medición sean flexibles según las condiciones de ruido del ambiente laboral, pero siempre dentro del marco normativo establecido. La verificación continua de la calibración y la ubicación correcta de los instrumentos son aspectos clave para asegurar mediciones precisas y confiables.

6.3 ASPECTOS LEGALES

En Chile, la regulación del ruido se divide en dos grandes categorías: ruido comunitario y ruido ocupacional. A continuación, se detallan los aspectos más relevantes de la normativa chilena en estas áreas, que buscan proteger la salud pública y los derechos de los trabajadores frente a la exposición al ruido.

6.3.1 D.s. 38 del Minsal (2014)

Este Decreto Supremo establece la Norma Técnica N° 165, que regula los certificados de calibración para sonómetros integradores-promediadores y calibradores acústicos. Su objetivo es garantizar que los equipos utilizados para medir el ruido sean precisos y confiables, asegurando así mediciones adecuadas en la comunidad.

- Norma Técnica N° 165: Establece los requisitos y procedimientos para calibrar y certificar los instrumentos de medición acústica, como los sonómetros, de modo que las mediciones de ruido puedan ser empleadas para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos para el ruido ambiental.

6.3.2 D.S. 542 del Minsal (2014)

Este Decreto Exento establece los límites máximos permisibles de ruido ambiental en áreas residenciales, industriales y comerciales, de acuerdo con las características de cada zona. El objetivo es minimizar los efectos adversos del ruido en la salud de la población y mejorar la calidad de vida en entornos urbanos y rurales.

En resumen, en lo que respecta al ruido comunitario, se busca regular tanto la medición

del ruido como la fijación de límites de exposición aceptables para la población.

6.4 RUIDO OCUPACIONAL

El ruido ocupacional es otro aspecto clave de la regulación del ruido en Chile, enfocado en la protección de los trabajadores expuestos a niveles elevados de ruido en su entorno laboral.

6.4.1 D.s. n° 594 del Minsal (1999)

El Decreto Supremo N° 594 establece las Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, proporcionando lineamientos sobre la calidad ambiental en el trabajo, incluyendo aspectos como la ventilación, iluminación, temperatura y, por supuesto, el ruido.

Este decreto establece los límites máximos permisibles de exposición al ruido para los trabajadores y señala que los empleadores deben tomar medidas preventivas, como el uso de equipos de protección auditiva, cuando los niveles de ruido superen los límites establecidos.

6.4.2 D.S. n° 1052 del Minsal (2013)

El D.S. N° 1052 aprueba la Norma Técnica N° 156, que regula el Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido (PREXOR). Esta norma establece los procedimientos para la medición, evaluación y control de la exposición al ruido en los lugares de trabajo.

- **PREXOR:** Es un conjunto de directrices y protocolos que los empleadores deben seguir para determinar los niveles de exposición de los trabajadores al ruido, evaluar los riesgos asociados y aplicar medidas correctivas si es necesario.

Ley 16.744 - Seguro Social contra Riesgos de Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales

En relación con los riesgos ocupacionales, esta ley establece un sistema de compensación para los trabajadores que sufran accidentes laborales o enfermedades profesionales, incluida la hipoacusia (pérdida de audición) causada por la exposición a ruido en el trabajo. Los trabajadores expuestos a niveles elevados de ruido tienen

derecho a una compensación si sufren daños auditivos, y los empleadores tienen la obligación de prevenir estos riesgos a través de la implementación de medidas de control.

6.5 ASPECTOS TÉCNICOS

6.5.1 Medición y Evaluación de Riesgos

Una de las principales tareas en el ámbito de la salud ocupacional es la evaluación de los riesgos laborales, que involucra la medición técnica de distintos factores que pueden poner en peligro la salud de los trabajadores. Esto incluye la medición de niveles de ruido, temperaturas extremas, vibraciones, exposición a productos químicos y otros peligros.

6.5.2 Normas Técnicas de Medición de Ruido

En el contexto del ruido, uno de los factores ocupacionales más comunes que afecta la salud de los trabajadores es la exposición a niveles de sonido elevados. Para controlar este riesgo, existen normas técnicas específicas que regulan las mediciones y los límites permitidos:

- D.S. 38 (2014) y Norma Técnica N° 165: En relación con el ruido, esta norma regula los sonómetros y otros equipos utilizados para medir el sonido en el ambiente laboral. La calibración de estos instrumentos es clave para garantizar que las mediciones sean precisas y válidas. La Norma Técnica N° 165 establece que los equipos de medición acústica deben ser calibrados periódicamente para asegurar su fiabilidad.
- D.S. N° 1052 (2013) y Norma Técnica N° 156 (PREXOR): El Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido (PREXOR) establece las metodologías para la medición de la exposición al ruido en el lugar de trabajo. Los empleadores deben realizar mediciones periódicas de los niveles de ruido para verificar si superan los límites de exposición ocupacional establecidos.

6.5.3 Límites de Exposición y Control de Riesgos

El control de riesgos es una de las funciones clave de la salud ocupacional, que busca minimizar o eliminar los peligros que afectan a los trabajadores. Las normas técnicas establecen límites permisibles de exposición a ciertos riesgos y definen medidas de control:

- Límites de exposición al ruido: En Chile, los límites de exposición ocupacional al ruido están definidos por el D.S. N° 594 (1999), que establece un máximo permitido de exposición al ruido de 85 decibelios (dB) durante una jornada laboral de 8 horas. Si los niveles de ruido superan este umbral, los empleadores deben implementar medidas de control, como el uso de equipos de protección auditiva y la modificación del ambiente de trabajo para reducir la exposición.
- Control de la exposición: Para evitar que los trabajadores estén expuestos a niveles peligrosos de ruido, la norma exige que los empleadores tomen medidas técnicas y organizativas. Esto puede incluir:
 - a) Uso de barreras acústicas.
 - b) Aislamiento de las fuentes de ruido.
 - c) Diseño adecuado del puesto de trabajo para reducir la exposición al ruido.
 - d) Rotación de trabajadores en ambientes ruidosos para limitar el tiempo de exposición.

6.5.4 Extracto Decreto Supremos 594

a) Del ruido

Artículo 70: En la exposición laboral a ruido se distinguirán el ruido estable, el ruido fluctuante y el ruido impulsivo.

Artículo 71: Ruido estable es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido fluctuante es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora instantáneo superiores a 5 dB(A) lento, durante un período de observación de 1 minuto.

Ruido impulsivo es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de duración inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Artículo 72: Las mediciones de ruido estable, ruido fluctuante y ruido impulsivo se efectuarán con un sonómetro integrador o con un dosímetro que cumpla las exigencias señaladas para los tipos 0, 1 ó 2, establecidas en las normas: IEC 651-1979, IEC 804-1985 y ANSI S. 1.4-1983.

b) Del ruido estable o fluctuante

Artículo 73: En la exposición a ruido estable o fluctuante se deberá medir el nivel de presión sonora continuo equivalente (NPSeq o Leq), el que se expresará en decibeles ponderados "A", con respuesta lenta, es decir, en dB(A) lento.

Artículo 74: La exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB(A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador.

Artículo 75: Niveles de presión sonora continua equivalentes, diferentes a 85 dB(A) lento, se permitirán siempre que el tiempo de exposición a ruido del trabajador no exceda los valores indicados en la siguiente tabla:

NPSeq [dB(A)]	Horas	Minutos	Segundos
80	24,00	0	0
81	20,16	0	0
82	16,00	0	0
83	12,70	0	0
84	10,08	0	0
85	8,00	0	0
86	6,35	0	0
87	5,04	0	0
88	4,00	0	0
89	3,17	0	0
90	2,52	0	0
91	2,00	0	0
92	1,59	0	0
93	1,26	0	0
94	1,00	0	0
95	0	47	40
96	0	37	48
97	0	30	0
98	0	23	48
99	0	18	54
100	0	15	0
101	0	11	54
102	0	9	24

103	0	7	30
104	0	5	54
105	0	4	42
106	0	3	45
107	0	2	58
108	0	2	22
109	0	1	54
110	0	1	29
111	0	1	11
112	0	0	56
113	0	0	44
114	0	0	35
115	0	0	29

Tabla: Presenta el tiempo permitido durante el cual un trabajador se puede exponer a un cierto Nivel Equivalente de Ruido, sin protección auditiva y que no generará pérdida auditiva. Fuente: D.S. 594 de 1999 del MINSAL

6.6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

Un aspecto técnico esencial en la regulación ocupacional del ruido es la implementación de equipos de protección personal (EPP). En lugares donde los niveles de ruido exceden los límites establecidos y no se pueda llegar a dar soluciones en otros aspectos de la jerarquización de medidas de control, el uso de protectores auditivos debe ser obligatorio.

- Tipos de EPA: Existen diferentes tipos de protección auditiva, como tapones para los oídos y auriculares, que deben ser adecuados para el nivel de ruido presente en el entorno de trabajo.
- Selección de EPA: Los empleadores deben proporcionar los EPA adecuados y asegurarse de que los trabajadores los utilicen correctamente durante toda la jornada laboral en ambientes ruidosos.

Que aspectos considerar para la selección de estos EPA:

- Revisar el Noise Reduction Rating (NRR) o el Single Number Rating (SNR) del EPA y asegurarse de que cumple con los niveles necesarios para el entorno laboral.
- Evitar una sobreprotección excesiva, que podría aislar al trabajador de sonidos importantes, como alarmas o comunicación verbal.
- Tipos de EPA disponibles:
 - ✓ Tapones auditivos: Recomendados para exposiciones cortas o ambientes con calor. Pueden ser desechables o reutilizables.
 - ✓ Orejeras: Más adecuadas para exposiciones prolongadas y niveles de ruido elevados.
 - ✓ Híbridos: Combinan tapones y orejeras para casos extremos.
- Debe ser cómodo y fácil de usar durante toda la jornada debiendo ser compatibles con otros EPP, Por ejemplo, cascos, gafas de protección o máscaras faciales.
- Verificar que el EPA cumpla con las certificaciones (por ejemplo, OSHA, ANSI, EN, etc.).

6.7 PROTOCOLOS DE EVALUACIÓN Y CONTROL DE SALUD

Una vez que los riesgos son identificados, es necesario seguir procedimientos técnicos para evaluar su impacto en la salud de los trabajadores y establecer medidas de control:

- Evaluación médica: Se deben realizar evaluaciones periódicas de la salud de los trabajadores expuestos al ruido o a otros riesgos. En el caso del ruido, la audiometría es un procedimiento técnico utilizado para evaluar la salud auditiva de los trabajadores expuestos.
- Protocolos de seguimiento: Las Normas Técnicas (PREXOR) y los procedimientos establecidos por el Ministerio de Salud incluyen el seguimiento de los trabajadores que han sido expuestos a niveles elevados de ruido. Este seguimiento incluye tanto evaluaciones médicas como la medición continua de

los niveles de ruido en el lugar de trabajo.

6.8 CAPACITACIÓN Y CONCIENCIA

Los aspectos técnicos también abarcan la capacitación de los trabajadores y empleadores sobre los riesgos ocupacionales y las medidas preventivas. Esto incluye:

- Capacitación en el uso adecuado de equipos de protección personal.
- Educación sobre los efectos del ruido en la salud y las mejores prácticas para prevenir daños auditivos.
- Entrenamiento sobre la forma correcta de realizar las mediciones de ruido y otros riesgos, utilizando los equipos adecuados.

6.9 NORMAS Y PROTOCOLOS EN CASO DE ENFERMEDADES PROFESIONALES

En caso de que un trabajador desarrolle una enfermedad profesional relacionada con la exposición al ruido, como la hipoacusia (pérdida de audición), existen procedimientos técnicos establecidos para determinar la relación entre la enfermedad y las condiciones laborales. Esto incluye:

- Evaluaciones médicas especializadas.
- Protocolos de diagnóstico y tratamiento de enfermedades auditivas.

7. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo los objetivos de este proyecto se generará una estructura de diferentes etapas logrando un análisis profundo, minucioso y eficiente, permitiendo obtener propuestas viables para el control del ruido en la fábrica de confección de elementos acústicos. Las etapas se componen de la siguiente forma:

7.1 ETAPA 1 - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y MARCO NORMATIVO

- Investigación sobre normativas nacionales e internacionales sobre exposición al ruido ocupacional (ej. Directrices del Instituto de Salud Pública, normativas del Ministerio de Trabajo, recomendaciones de la OMS).
- Revisión de protocolo de exposición ocupacional al ruido PREXOR utilizado por organismos administradores.

- Revisión de informes técnicos relacionados incluso años anteriores y medidas de control.

7.2 ETAPA 2 - EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

- Inspección en terreno: Recorrido por las instalaciones de la fábrica para identificar las fuentes de ruido y las áreas más expuestas.
- Medición del nivel de ruido: Uso de sonómetro para realizar mediciones en diferentes puntos de la planta (por ejemplo, en zonas de trabajo, cerca de maquinaria ruidosa, en áreas comunes). Esta coordinación se realizará con Departamento de Ingeniería.
- Revisión de protocolos existentes: Evaluación de los protocolos de protección auditiva y seguridad laboral que ya están implementados, como la formación del personal, el uso de equipos de protección personal (EPP) y el cumplimiento de las normativas.
- Revisión de Informes: Revisión de Informes Cualitativos y Cuantitativos emitidos en años anteriores y actualmente por Organismo Administrador.
- Entrevistas a trabajadores y responsables: Recolección de información cualitativa sobre la percepción de los trabajadores en cuanto a la exposición al ruido y la efectividad de las medidas de control actuales.

7.3 ETAPA 3 - MODELADO Y SIMULACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO

- Análisis de datos de medición: Evaluación de los niveles de ruido obtenidos en la fase anterior para identificar las zonas críticas con mayor exposición.
- Simulación con software especializado: Utilización de programa de modelado acústico para simular la propagación del sonido en la fábrica y analizar el impacto de las fuentes de ruido.
- Evaluación de escenarios: Simulación de diferentes medidas de control (aislamiento acústico, reducción de la fuente de ruido, barreras acústicas) para evaluar su efectividad en la reducción de la exposición al ruido.
- Generación de mapas de ruido: Crear mapas acústicos de la fábrica que muestren los niveles de presión sonora en diferentes áreas, identificando las zonas con

mayor riesgo de exposición.

7.4 ETAPA 4 - PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL ACÚSTICO

- Propuestas de ingeniería: Diseñar soluciones técnicas como la instalación de barreras acústicas, insonorización de maquinaria, mejora en la disposición de las áreas de trabajo, o la implementación de maquinaria o herramientas más silenciosas.
- Propuestas administrativas: Modificación de los turnos de trabajo, rotación de personal en las áreas más ruidosas, implementación de señales de advertencia sobre los niveles de ruido, y la mejora en la capacitación de los trabajadores sobre la protección auditiva.
- Selección de EPP: Propuesta de equipos de protección auditiva certificados y adecuados para los diferentes niveles de exposición al ruido, como tapones auditivos, cascos, o protectores de orejas.
- Programas de vigilancia: Desarrollo de un plan de monitoreo periódico de la salud auditiva de los trabajadores expuestos, con pruebas auditivas anuales y seguimiento de los resultados.

7.5 ETAPA 5 - DISEÑO DEL PLAN DE CONTROL OCUPACIONAL AL RUIDO

- Plan de implementación de medidas: Definir los pasos a seguir para la implementación de las medidas de control, con plazos, responsables y recursos necesarios.
- Capacitación y sensibilización: Elaboración de programas de formación continua para los empleados sobre la importancia de la protección auditiva, el uso adecuado de los EPP, y las consecuencias de la exposición al ruido.
- Evaluación periódica: Crear un sistema de seguimiento para evaluar la efectividad del plan de control y hacer ajustes cuando sea necesario, basado en nuevas mediciones de ruido y la observación del comportamiento del entorno laboral.

CAPÍTULO 2:

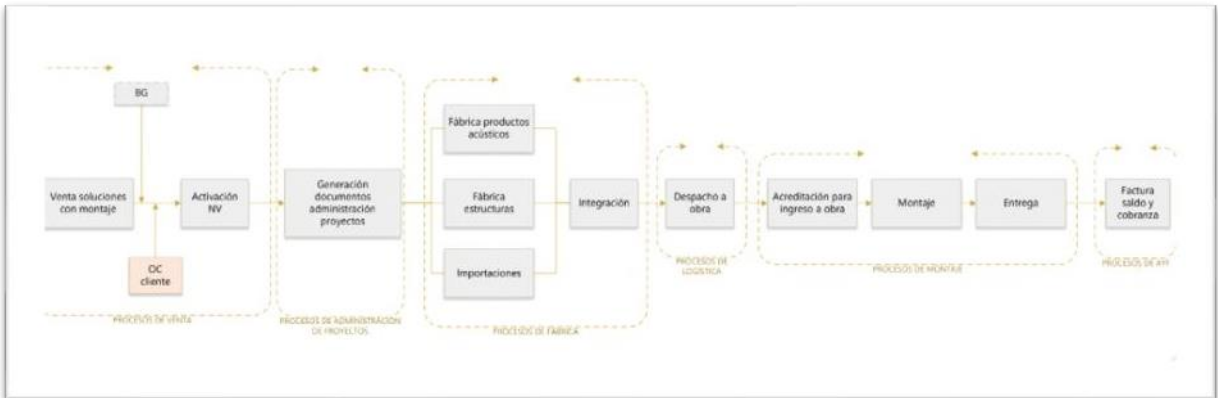
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados del diagnóstico exhaustivo de la exposición al ruido en las áreas de trabajo afectadas, proponer medidas de control efectivas basadas en el análisis técnico y crítico del Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido y el Diseño un plan de control ocupacional que contemple medidas preventivas específicas, ajustadas a las características del entorno del trabajo.

8.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Empresa de ingeniería acústica con 25 años de experiencia orientada al desarrollo, fabricación, suministro y aplicación de soluciones en control de ruido y vibraciones. Esta empresa se encuentra Ubicada en la comuna de Macul y su dotación de trabajadores es aproximadamente 160 trabajadores, que conforman las diferentes áreas.

En la siguiente imagen se muestra un mapa de procesos con la estructuración paso a paso de lo que es una solución Acústica integral.



Mapa de procesos empresa COFAMA S.A. Fuente: Servidor COFAMA

El proceso que principalmente se ve afectado por la exposición a Ruido es Proceso de Fábrica y dentro de esta en sus subdivisiones que sería lo relacionado a Armado de puertas, Silenciadores, etc. En la siguiente tabla se dará a conocer los puestos de trabajos individualizados.

N°	Área	Puesto de Trabajo	Tareas del Puesto de Trabajo, que representan exposición a ruido	Tiempo dedicado a la tarea (Hrs)	Presencia de trabajo cíclico	Principales fuentes de ruido (máquina, herramienta, acción o equipo) que influyen en la exposición a ruido del puesto de trabajo.
1	Producción	Soldador (puertas)	Soldadura MIG	2	NO	Acción de soldar al arco
			Relleno fibra de vidrio	2		Esmeril Angular con disco de 4,5 pulgadas
			Esmeril angular corte y desbaste	2		Ruido ambiental en terreno, nave de producción
			Sierra huincha	1		Pistola de aire comprimido
2	Producción	Soldador (Cabinas)	Soldadura MIG	4	NO	Acción de soldar al arco
			Esmeril angular corte y desbaste	2		Esmeril Angular con disco de 4,5 pulgadas
			Sierra huincha	1		
3	Producción	Soldador (Preparación de Materiales)	Soldadura MIG	4	NO	Acción de soldar al arco
			Esmeril angular corte y desbaste	2		Esmeril Angular con disco de 4,5 pulgadas
			Sierra huincha	1		
4	Producción	Soldador (Armador de silenciadores y escapes)	Soldadura MIG	3	SI	Acción de soldar al arco
			Soldadura Arco Manual	3		Esmeril Angular con disco de 4,5 pulgadas
			Esmeril angular corte y desbaste	1		Ruido ambiental en terreno, nave de producción

5	Producción	Armado acústico	Corte la fibra de vidrio	2	SI	Acción de soldar al arco
			Unión de piezas con taladro, atornillador	3		Esmeril Angular con disco de 4,5 pulgadas
			Rellenando	2		
6	Producción	Embalaje	Corte de madera	2	SI	Uso de Tronzadora
			Armado de palet	2		Uso de Pistola de aire comprimido

Tabla: Descripción del proceso productivo en área de mayor exposición al ruido, información recopilada en compañía de supervisor de las áreas y los trabajadores. Fuente: Sistema de Gestión PREXOR COFAMA.

8.2 IMAGENES DEL ÁREA PRODUCCIÓN DE SILENTIUM



Área Armado de Silenciadores



Área Armado de Puertas y Portones



Área Armado de Cabinas



Área Armado de Cabinas y Silenciadores

Fuente: María Allende Coordinadora HSE

9. DESARROLLO DEL ESTUDIO Y MEDIDAS DE CONTROL

9.1 ETAPA 1 – REVISIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA E INFORMES TÉCNICOS

En la fábrica de confección de elementos acústicos, el uso de maquinaria pesada y herramientas eléctricas en áreas como el armado de silenciadores, puertas y elementos acústicos genera niveles de ruido que pueden superar los límites establecidos que en el caso de no estar gestionando lo relacionado a Protocolo PREXOR se podría generar un incumplimiento. Este proyecto se propone evaluar la situación actual y desarrollar medidas efectivas para mitigar este impacto.

De las etapas antes mencionadas estas fueron ejecutadas no en su totalidad, pero en gran parte.

Los informes Analizados son:

Informe ACHS	Nº 2759475 EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A RUIDO Con Fecha 2024
-------------------------------	--

Que menciona lo siguiente:

Las mediciones se realizaron el día 15 de abril de 2024. En la Tabla 1 se presenta un resumen de resultados de las dosis de ruido diaria y nivel de riesgo de los grupos de exposición similar evaluados.

Tabla 1. Resumen de Resultados

N°	Área	Grupo de Exposición Similar	Dosis de Ruido Diaria	Nivel de Riesgo
1	Armado puertas	Soldador	2,9	3
2	Preparación de materiales	Operario	1,6	3
3	Armado acústico	Armador	0,2	1
4	Silenciadores	Soldador	9,1	3
5	Cabinas	Soldador	5,9	3
6	Embalaje	Operario	2,4	3

Tabla: Resultados de mediciones realizadas por OAL entregada en informe de evaluación cuantitativa realizada el año 2024. Fuente Organismo Administrador

Conclusiones

9.1.1 De la exposición ocupacional a ruido

La exposición ocupacional a ruido del grupo de exposición similar (GES) de Armador del área Armado Acústico, no supera la dosis de acción (DA=0,5) establecida en el Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido (PREXOR). Esto implica que se deben mantener en el tiempo las condiciones de exposición evaluadas y se debe revisar cada tres años que la condición ambiental evaluada se mantenga. Los trabajadores que se desempeñan en este grupo de exposición similar, se exponen a ruido sin riesgo de adquirir hipoacusia sensorineural.

La exposición ocupacional a ruido de los grupos de exposición similar (GES) de Operario del área Preparación de Materiales, Soldador del área de Armado de Puertas, Soldador del área de Cabinas y Soldador del área de Silenciadores, superan la Dosis Máxima Permissible (DMP=1) establecida en el DS 594/1999. La normativa vigente establece un plazo máximo

de un año para implementar medidas de control para estos grupos de exposición similar. Todos los trabajadores que se desempeñan en esta agrupación, se deben incorporar al programa de Vigilancia de la Salud ACHS, con una periodicidad de audiometrías cada 2 años. Los trabajadores se exponen a ruido con riesgo de adquirir hipoacusia sensorioneural².

9.1.2 De las fuentes de ruido

Las fuentes de ruido presentes en las áreas evaluadas, que cuentan con las mayores emisiones de ruido que afectan a los GES evaluados es principalmente es el uso de esmeril angular para corte y desbaste de estructuras metálicas. Esto se puede observar con mayor detalle en tabla 9 del anexo. Sin embargo, existen otras fuentes de alta energía, tal como tronzadora para corte de madera y clavadora neumática para la fabricación de embalaje.

Informe N.º 1278718 EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA ACHS EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A RUIDO Con Fecha 2022

Las mediciones se realizaron el día 11 de julio de 2022. En la Tabla 1 se presenta un resumen de resultados de las dosis de ruido diaria y nivel de riesgo de los grupos de exposición similar evaluados.

Tabla 1. Resumen de Resultados

Nº	Área	Grupo de Exposición Similar	Dosis de Ruido Diaria	Nivel de Riesgo
1	Armado puertas	Soldador	0,9	2
2	Preparación de materiales	Operario	0,6	2
3	Armado acústico	Armador	0,6	2
4	Silenciadores	Soldador	9,4	3
5	Cabinas	Soldador	1,9	3

Tabla: Resultados de mediciones realizadas por OAL entregada en informe de evaluación cuantitativa realizada el año 2022. Fuente: Organismo Administrador

9.1.3 De la exposición ocupacional a ruido

La exposición ocupacional a ruido de los grupos de exposición similar (GES) de soldador del área de puertas, operario del área preparación de materiales y armador del área armado acústico, supera la Dosis de Acción (DA=0.5) establecida en el Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido (PREXOR), pero no superan la Dosis Máxima Permisible (DMP=1) establecida en el DS 594/1999. La normativa vigente establece un plazo máximo de un año para implementar medidas de control para estos grupos de exposición similar. Todos los trabajadores que se desempeñan en esta agrupación, se deben incorporar al programa de Vigilancia de la Salud ACHS, con una periodicidad de audiometrías cada 3 años.

La exposición ocupacional a ruido de los grupos de exposición similar (GES) de soldador del área de cabinas y soldador del área de silenciadores, superan la Dosis Máxima Permisible (DMP=1) establecida en el DS 594/1999. La normativa vigente establece un plazo máximo de un año para implementar medidas de control para estos grupos de exposición similar. Todos los trabajadores que se desempeñan en esta agrupación, se deben incorporar al programa de Vigilancia de la Salud ACHS, con una periodicidad de audiometrías cada 2 años. Los trabajadores se exponen a ruido con riesgo de adquirir hipoacusia sensorioneural¹¹.

9.1.4 De las fuentes de ruido

Las fuentes de ruido presentes en las áreas evaluadas, que cuentan con las mayores emisiones de ruido que afectan a los GES evaluados es principalmente es el uso de esmeril angular para corte y desbaste de estructuras metálicas. Esto se puede observar con mayor detalle en tabla 9 del anexo. Sin embargo, existen otras fuentes de alta energía, tal como la mesa de corte de plasma CNC, no obstante, esta última se utiliza de forma esporádica y puntual.

9.1.5 Metodología utilizada en la evaluación

El procedimiento de mediciones utilizado para evaluar la exposición a ruido, se ajusta a lo señalado en el Instructivo para la aplicación del D.S. N° 594 de 1999 del MINSAL, Título IV, Párrafo 3° Agentes Físicos – Ruido, sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, del Instituto de Salud Pública de Chile (ISPCh). Los instrumentos utilizados durante las mediciones fueron Dosímetros Marca 01dB, Modelo Wed 007 con

verificación inicial de calibración en 94,0 NPS dB(A). Sonómetro Marca 3M Quest, Modelo SoundPro con verificación inicial 114,0 NPS dB(A).

Los equipos señalados fueron verificados antes y después de las mediciones efectuadas, según las instrucciones del fabricante y de acuerdo a los criterios establecidos en el “Instructivo para la aplicación del D.S. N° 594/99, Título IV, Párrafo 3° Agentes Físicos Ruido” y la “Guía para la calibración y mantenimiento de la instrumentación acústica utilizada en la medición de ruido” del ISPCh.

9.1.6 Análisis de informes organismo administrador: comparación entre evaluación 2022 y 2024

La siguiente tabla presenta una comparación entre los resultados obtenidos en la evaluación de exposición a ruido de los años 2022 y 2024 en los puestos de trabajo evaluados. En general, se observó un aumento en la exposición al ruido en ciertos grupos de exposición similar (GES), lo cual se reflejó en el cambio de nivel de riesgo de 2 a 3 en algunas áreas.

N°	Área	Puesto de Trabajo	Año 2022	Dosis (DRD)	Nivel de Riesgo	Año 2024	Dosis (DRD)	Nivel de Riesgo	Diferencia	Conclusión
1	Armado de puertas	Soldador	84,7	0,9	2	89,2	2,6	3	1,7	Aumenta
2	Preparación de Materiales	Operario	82,9	0,6	2	87,2	1,6	3	1	Aumenta
3	Armado acústico	Armador	83,2	0,6	2	75,9	0,1	1	-0,4	Disminuye
4	Silenciadores	Soldador	94,7	9,4	3	94,6	9,1	3	-0,3	Disminuye
5	Cabinas	Soldador	87,8	1,9	3	92,7	5,9	3	4	Aumenta

Cuadro comparativo de los dos informes realizados por OAL en año 2022 y año 2024. Fuente: Organismo Administrador.

Para el área de embalaje es una condición que se evaluó en este último informe el cuál arrojó una medición de 88,9 con una Dosis de 2,4 y lo que se indica por la ACHS en este caso es:

Las diferencias en las exposiciones se deben a las actividades realizadas, donde el uso de herramientas ruidosas como la tronadora y el esmeril angular aumenta la exposición. La DRD más alta se registró cuando el trabajador utilizó tronadora, que genera NPSeq de hasta 99 dB(A), además se debe considerar que el uso de esta herramienta es de 2 horas diarias según lo que indica el estudio previo.

Al analizar los informes del Organismo Administrador de la Ley (OAL) correspondientes a los años 2022 y 2024, se identificó una discrepancia significativa en una de las mediciones realizadas en el área de preparación de materiales. Según nuestra experiencia y conocimiento, esta área no ha experimentado cambios relevantes en términos de incorporación de nuevas herramientas o máquinas que pudieran haber generado un impacto negativo en los niveles de ruido durante ese periodo no, así como si ha ocurrido en otras áreas que presentaron un aumento, pero es debido al aumento de producción y aumento de trabajadores en el lugar, ej: Armado de Cabinas.

El Departamento de Ingeniería evaluó esta situación de manera detallada, y tras analizar los datos, se concluyó que la variación observada en los niveles de ruido (dB) es excesivamente grande y no guarda coherencia con las condiciones reales del área evaluada.

Ante esta inconsistencia, se procederá a solicitar al Organismo Administrador una reevaluación del área para verificar la validez de las mediciones y garantizar la precisión de los resultados.

En el siguiente cuadro se muestra una medición por parte de ingeniería demostrando esta diferencia.

Medición continua puesto Guillotina



- **Leq: 78,1 dB(A)**
- **Criterio acción: 82 dB(A)**
- **AChS 2024: 87,2 dB(A)**

Medición de 8 horas realizada con sonómetro en área de preparación de materiales.

Fuente: Rodrigo Escobar, Ingeniero Acústico.

Evaluación de la Protección Auditiva Utilizada

En cuanto a los dispositivos de protección auditiva utilizados (como el tapón reutilizable ActiveX SF-2, las orejeras Peltor Optime I y Steelpro Zen5 podemos decir que para determinar si un protector auditivo (EPA) es adecuado en términos de permitir una conversación adecuada mientras se usa, se debe evaluar si el nivel sonoro atenuado (L'A) se encuentra entre 60 y 80 dB(A). Para esta evaluación, es recomendable aplicar uno de los métodos del Instituto de Salud Pública (ISP), siendo el método SNR (Single Number Rating) uno de los más utilizados.

El cálculo mediante el método SNR se realiza de la siguiente manera:

- a) Se toma el nivel de presión sonora ambiental medido en dB(C) (L_C).
- b) A este valor, se le resta el SNR del protector auditivo seleccionado.

Si el resultado del cálculo (L'A) está en el rango de 60 a 80 dB(A), se concluye que el EPA permite mantener una comunicación efectiva, además de proteger contra el ruido excesivo. De lo contrario, se debe reconsiderar el protector seleccionado o las condiciones del entorno

aunque algunos trabajos con exposiciones superiores, como el uso de esmeriles angulares, podrían requerir protección auditiva de mayor atenuación. Los resultados del método HML sugieren que la efectividad de los dispositivos es insuficiente cuando se superan los 85 dB(A), especialmente en actividades de corte con esmeril.

De acuerdo a la “Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos” del Instituto de Salud Pública de Chile, un protector auditivo será adecuado para el nivel de ruido existente, siempre y cuando el nivel de ruido que ingrese al oído del trabajador ($L'A$), con el protector auditivo puesto, sea menor a 80 dB(A) y mayor a 60 dB(A).

Nivel de Presión Sonora Efectivo ($L'A$)	Calificación de la Atenuación Sonora
$L'A > 80 \text{ dB(A)}^*$	Insuficiente
$60 \text{ dB(A)} < L'A < 80 \text{ dB(A)}$	Adecuada
$L'A < 60 \text{ dB(A)}$	Excesiva

* 80 dB(A) = Nivel de Acción

Estimación de la Protección Auditiva en función del Nivel de presión sonora efectivo.

Fuente: “Guía para la Selección y Control de Protectores Auditivos”

9.2 ETAPA 2- ANÁLISIS DE RESULTADOS: PROYECTO INGENIERÍA ACÚSTICA

La evaluación realizada por ingeniería contempló la utilización de equipos Sonómetros de precisión, Colocados en el punto de medición a una distancia de 1 metro de la fuente de ruido. Las mediciones se realizaron durante un período representativo del uso de las fuentes para capturar la variabilidad en los niveles de ruido a lo largo de un tiempo. Adicional a eso se utilizó la ponderación A (dB(A)), que simula la sensibilidad del oído humano. Esto se realiza durante 1 hora para que el valor sea representativo.

a) Evaluación de Mediciones Acústicas Ambientales en Fábrica

Para ilustrar cómo se pueden presentar los resultados de la medición acústica ambiental, se muestran los siguientes valores obtenidos:

Fuente de Ruido	Nivel de Ruido (dB(A))	Tiempo de medición
Esmeril Angular	96,7 dB(A)	1 hora
Galletera de Traslape Esmeril	94,4 dB(A)	1 hora
Galletera de Corte	93,2 dB(A)	1 hora
Pistola neumática	91,6 dB(A)	1 hora
Motor Grúa Horquilla Acelerado	90,8 dB(A)	1 hora
Galletera de Corte	89,1 dB(A)	1 hora
Compresor Filtro de Manga	87,3 dB(A)	1 hora
Soldador	86 dB(A)	1 hora
Compresor Filtro de Manga	83 dB(A)	1 hora
Corte Esmeril	82,4 dB(A)	1 hora
Compresor de Pintura	78,9 dB(A)	1 hora
Motor Plegadora	78,2 dB(A)	1 hora
Compresor Proingas	77,3 dB(A)	1 hora
Compresor reciclador de pintura	76,6 dB(A)	1 hora
Compresor Sommer	75,6 dB(A)	1 hora
Ventilador Cortadora Laser	74,5 dB(A)	1 hora
Corte Esmeril	71,5 dB(A)	1 hora
Compresor pintura	71,5 dB(A)	1 hora
Cortadora Láser	70,2 dB(A)	1 hora
Alarma retroceso	64,4 dB(A)	1 hora

Tabla de mediciones realizadas por Ingeniería Acústica basada en mediciones con sonómetro:

Fuente Rodrigo Escobar, Ingeniero Acústico

9.3 ETAPA 3 - ANÁLISIS DE DATOS MEDICIONES ACÚSTICAS REALIZADAS POR INGENIERÍA

Una vez obtenidas las mediciones acústicas, se realizó una simulación del ruido utilizando software especializado. Esta simulación consideró tres escenarios distintos para evaluar el impacto del ruido según el número de equipos o herramientas en uso:

- a) **Situación base:** operación simultánea de 8 equipos o herramientas. Las cuales son equipos o herramientas en constante uso.
- b) **Situación media:** operación simultánea de 10 equipos o herramientas. Las cuales son equipos o herramientas en constante uso más herramientas que son de uso paulatino.
- c) **Situación más desfavorable:** operación simultánea de todas las fuentes de ruido disponibles.

Estos escenarios permiten analizar el comportamiento del ruido en diferentes condiciones de carga de trabajo y determinar las medidas más adecuadas para mitigar sus efectos.

Para organizar las mediciones acústicas y la evaluación de los niveles de ruido en las diferentes fuentes mencionadas, podemos estructurar la información en una tabla que detalle las situaciones bajo estos tres escenarios: situación base, situación intermedia y situación más desfavorable. De esta manera, podemos identificar en qué momentos o condiciones los niveles de ruido son más críticos y qué medidas de control serían necesarias.

Tabla de Mediciones Acústicas: Comparación de Situaciones de Ruido por Fuente

Fuente de Ruido	Situación Base	Situación Intermedia	Situación Más Desfavorable
Motor plegadora	X	X	X
Galletera traslape esmeril			X
Galletera corte		X	X
Soldadora			X
Motor grúa horquilla acelerando			

Pistola neumática			
Galletera corte (2da referencia)		X	X
Herramienta manual			X
Ventilador cortadora láser	X	X	X
Compresor filtro de manga	X	X	X
Compresor filtro de manga (2da referencia)			X
Corte esmeril (1ra referencia)			X
Corte esmeril (2da referencia)			X
Cortadora láser	X	X	X
Compresor Proingas	X	X	X
Alarma retroceso			
Compresor pintura	X	X	X
Compresor pintura (2da referencia)			X
Compresor Sommer	X	X	X
Compresor reciclador de pintura	X	X	X

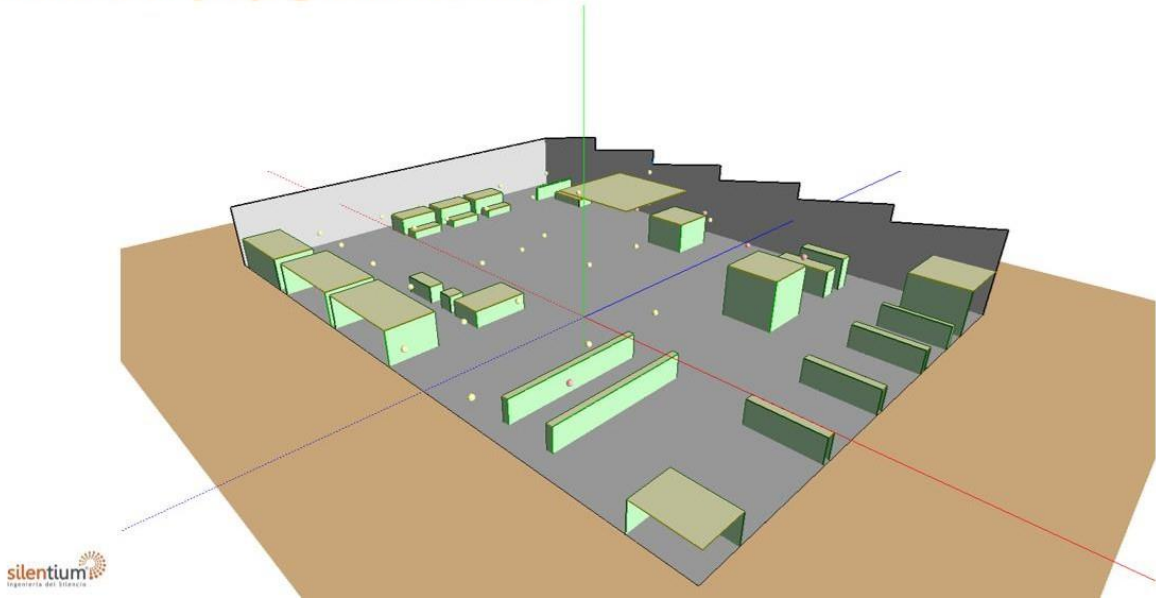
Tabla: En relación a mediciones acústicas realizadas por Ingeniería se muestra diferentes situaciones dando a conocer el uso de herramientas equipos alta fuente de ruido

Fuente Rodrigo Escobar, Ingeniero Acústico

9.3.1 Análisis y Consideraciones de las Diferentes Situaciones de Ruido

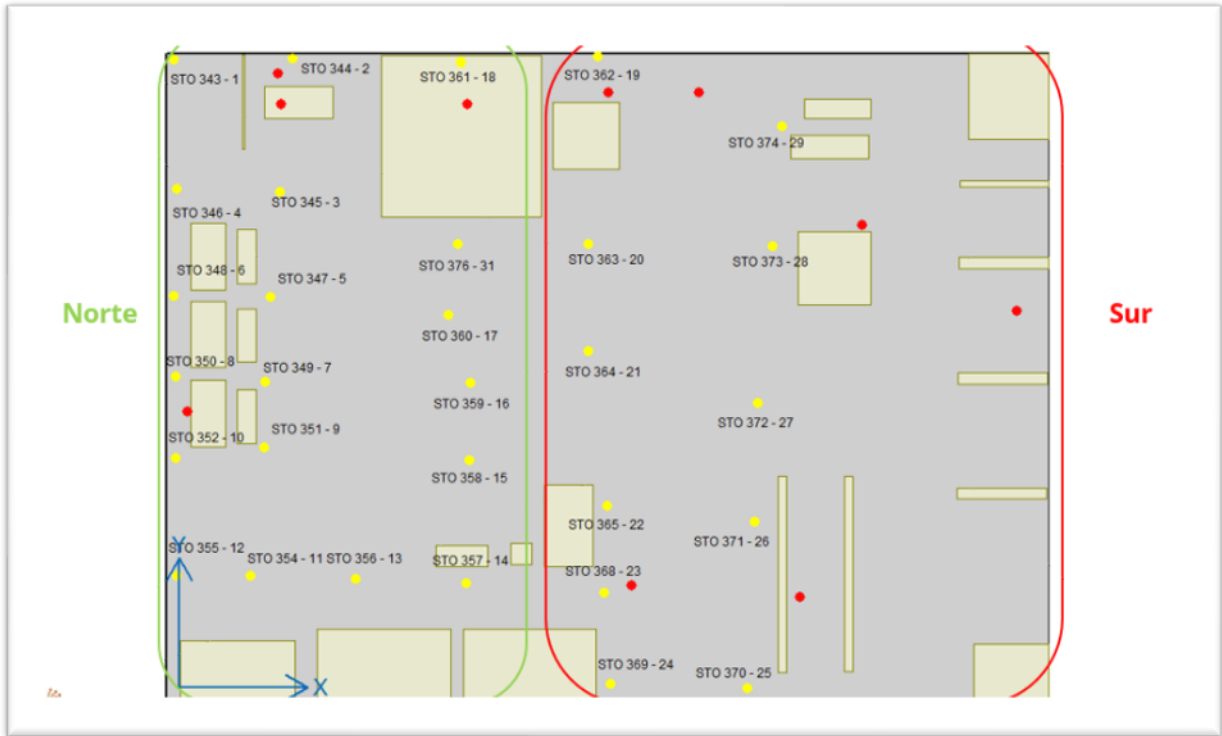
A continuación, se muestra un mapa de ruido de fábrica con sus diferentes áreas y la segmentación realizada en base a las mediciones realizadas. También en puntos de color los receptores evaluados (herramientas y equipos) entregado por Ingeniería con el uso de software.

Modelo de propagación de ruido



Mapa de ruido 3D modelo de propagación Ingeniería con Software.

Fuente Rodrigo Escobar, Ingeniero Acústico



Mapa de ruido en colorimetría con división de fábrica segmentada por zona Norte y zona Sur. Modelo de propagación Ingeniería.

Fuente Rodrigo Escobar, Ingeniero Acústico

Con base en las mediciones realizadas y el modelo de propagación del ruido generado por las fuentes evaluadas, se determinaron los siguientes resultados en base a tabla de colorimetría:

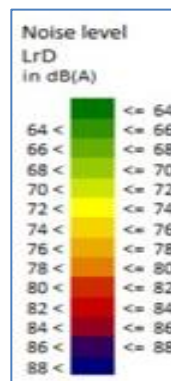
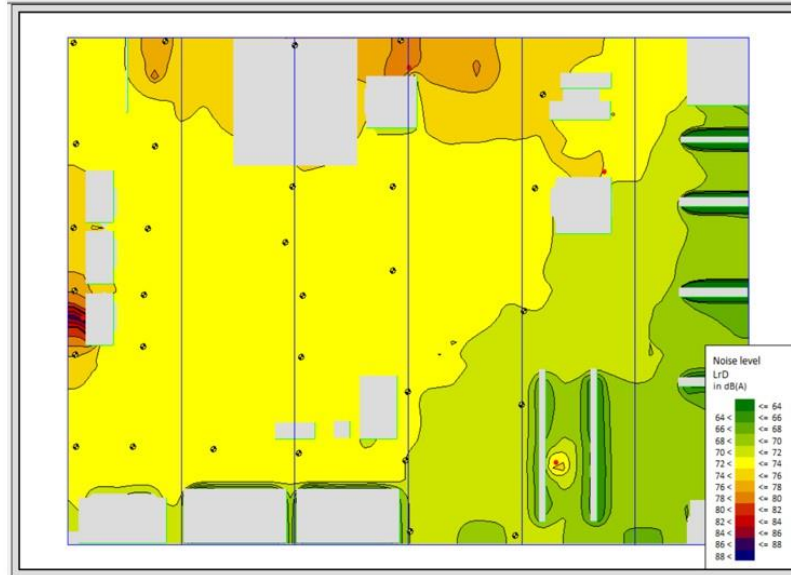


Tabla nivel de ruido para comparar exposición según decibeles y colorimetría. Fuente:

Rodrigo Escobar Ingeniero Acústico.

Situación base



Promedio:
74 dB(A)

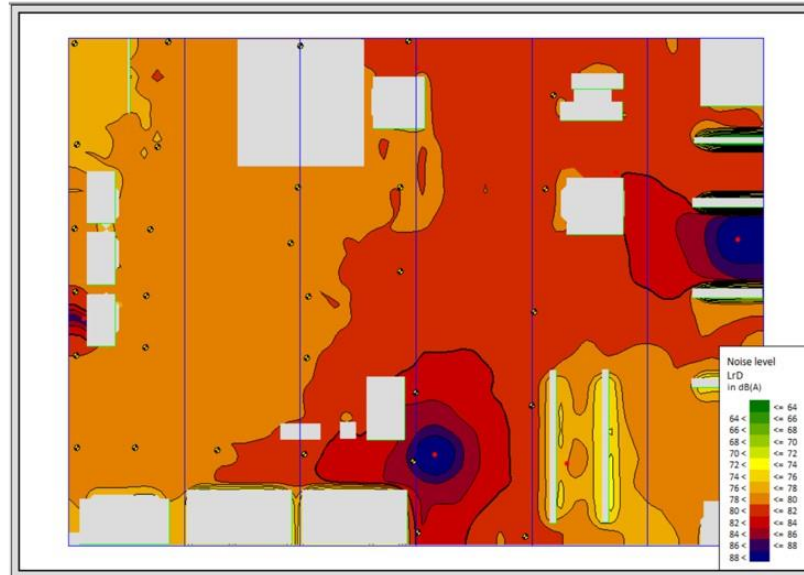
Mapa de ruido Simulando Situación base. Fuente: Rodrigo Escobar Ingeniero Acústico.

En la **Situación Base**, correspondiente al uso simultáneo de 8 equipos y herramientas, el ruido propagado alcanza un nivel equivalente continuo de sonido de 74 dB(A) en gran parte de la fábrica, según lo indicado por el mapa acústico con colorimetría.

Este análisis permitió concluir que, bajo estas condiciones, los trabajadores en general no están expuestos a niveles de ruido que superen los valores establecidos como dosis de acción.

En la **Situación Intermedia**, el análisis basado en la tabla de colorimetría muestra una tendencia al incremento de los niveles de ruido en el área sur de la fábrica. Esta zona corresponde a la ubicación de las fuentes con mayor emisión sonora, destacando particularmente el esmeril como la principal fuente de exposición en este escenario.

Situación intermedia

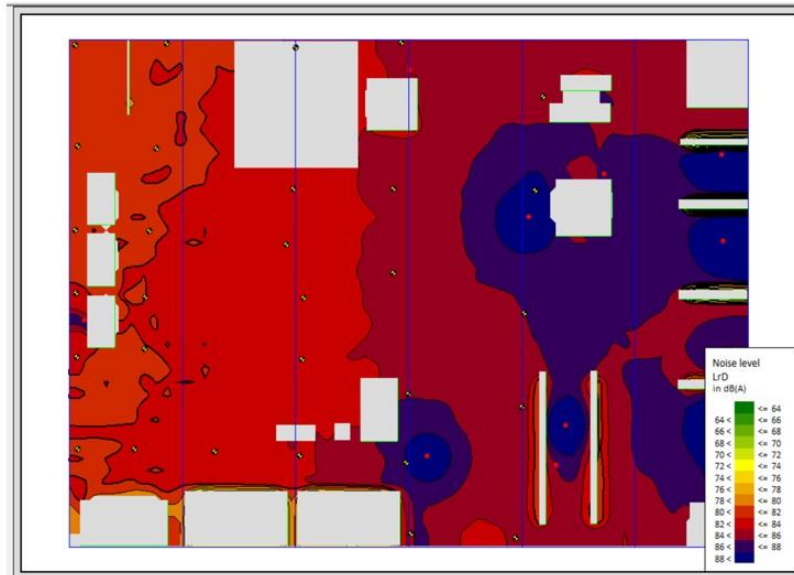


Promedio:
80 dB(A)

Mapa de Ruido Simulando Situación Intermedia. Fuente: Rodrigo Escobar Ingeniero Acústico.

Finalmente, en la **Situación más desfavorable**, se observa que los niveles de ruido promedio en gran parte de la fábrica no superan los 82 dB(A). Sin embargo, las fuentes con mayor emisión sonora presentan niveles críticos, afectando principalmente a los trabajadores que interactúan directamente con estas fuentes. A pesar de ello, el ruido generado por estas emisiones no implica una exposición significativa para el resto de los puestos de trabajo. Este análisis es a partir de las herramientas que se encuentran en uso y es las áreas donde se deben aplicar dar mayor enfoque a las medidas planificadas.

Situación más desfavorable



Promedio:
82 dB(A)

Mapa de ruido Simulando Situación más desfavorable.

Fuente: Rodrigo Escobar Ingeniero Acústico.

9.3.2 Entrevista a los trabajadores

Nombre del Trabajador Entrevistado:	Francisco Bustamante
Cargo	Líder de Área
Antigüedad	2 años
Jornada de trabajo	De lunes a viernes Ingreso a las 7:30 hasta las 17:15 Pausa de descanso 10:00 a 10:15 Almuerzo 13:30 a 14:00 Horas extras 19:00
Total horas trabajadas efectivas	10 horas 45 min
¿Alguna vez le han realizado audiometría?	Tiene audiometría que se la realizaron porque debía ir a terreno (exigencia del cliente)

¿Hace uso adecuado de tapón Auditivo?	Irregularmente, también hace uso de audífonos para música porque indica le aíslan el ruido.
Nombre del Trabajador Entrevistado:	Felipe Figueroa
Cargo	Maestro Soldador
Antigüedad	3 años
Jornada de trabajo	De lunes a viernes Ingreso a las 7:30 hasta las 17:15 Pausa de descanso 10:00 a 10:15 Almuerzo 13:30 a 14:00 Horas extras 19:00
Total horas trabajadas efectivas	10 horas 45 min
¿Alguna vez le han realizado audiometría?	No tiene audiometría
¿Hace uso adecuado de tapón Auditivo?	Hace uso de su tapón auditivo, pero lo corta porque le molesta con el gorro de soldador.

Nombre del Trabajador Entrevistado:	Jorge Cuturrufu
Cargo	Maestro Soldador
Antigüedad	10 meses
Jornada de trabajo	De lunes a viernes Ingreso a las 7:30 hasta las 17:15 Pausa de descanso 10:00 a 10:15 Almuerzo 13:30 a 14:00 Horas extras 19:00
Total horas trabajadas efectivas	10 horas 45 min

¿Alguna vez le han realizado audiometría?	No tiene audiometría
¿Hace uso adecuado de tapón Auditivo?	Hace uso de su tapón auditivo.
Nombre del Trabajador Entrevistado:	Héctor Machuca
Cargo	Maestro Soldador
Antigüedad	1 año 4 meses
Jornada de trabajo	De lunes a viernes Ingreso a las 7:30 hasta las 17:15 Pausa de descanso 10:00 a 10:15 Almuerzo 13:30 a 14:00 Horas extras 19:00
Total horas trabajadas efectivas	10 horas 45 min
¿Alguna vez le han realizado audiometría?	No tiene audiometría
¿Hace uso adecuado de tapón Auditivo?	Hace uso de su tapón auditivo.
Nombre del Trabajador Entrevistado:	Francisco González
Cargo	Maestro Soldador
Antigüedad	7 años
Jornada de trabajo	De lunes a viernes Ingreso a las 7:30 hasta las 17:15 Pausa de descanso 10:00 a 10:15 Almuerzo 13:30 a 14:00 Horas extras 19:00
Total horas trabajadas efectivas	10 horas 45 min
¿Alguna vez le han realizado audiometría?	Tiene 1 audiometría
¿Hace uso adecuado de tapón Auditivo?	Hace uso de su tapón auditivo.

Nombre del Trabajador Entrevistado:	Luis Poveda
Cargo	Maestro Soldador
Antigüedad	5 meses
Jornada de trabajo	De lunes a viernes Ingreso a las 7:30 hasta las 17:15 Pausa de descanso 10:00 a 10:15 Almuerzo 13:30 a 14:00 Horas extras 19:00
Total horas trabajadas efectivas	10 horas 45 min
¿Alguna vez le han realizado audiometría?	No tiene audiometría
¿Hace uso adecuado de tapón Auditivo?	No hace uso de su tapón auditivo regularmente.

Encuestas realizadas para mi trabajo proyecto de título. Fuente: María Allende Coordinadora HSE

La información recopilada en las entrevistas proporciona una visión clara de las condiciones laborales y los hábitos relacionados con la protección auditiva en la fábrica. A continuación, algunos análisis preliminares y observaciones relevantes en relación a la entrevista realizada.

- Todos los trabajadores tienen jornadas efectivas de 10 horas y 45 minutos, lo que implica una exposición prolongada al ruido.
- Solo 2 de los 6 trabajadores entrevistados cuentan con audiometrías realizadas, siendo ambas requeridas por situaciones específicas.
- Es preocupante que 4 de los trabajadores (67%) no tengan registros de su salud auditiva, considerando los riesgos de la exposición al ruido.
- 3 trabajadores (50%) reportan hacer uso adecuado de los tapones auditivos.
- 2 trabajadores tienen prácticas irregulares en el uso de protección auditiva (uno recorta los tapones y otro utiliza audífonos para música).

- 1 trabajador indica que no utiliza regularmente los tapones.
- Hay un rango de experiencia variado, desde 5 meses hasta 7 años, pero incluso los trabajadores con mayor antigüedad no parecen tener una cultura sólida de prevención auditiva.
- Algunos trabajadores modifican o evitan el uso de los tapones auditivos por molestias asociadas al gorro de soldadura, lo que destaca una oportunidad para mejorar el diseño o la selección de los protectores auditivos proporcionando la misma reducción de decibeles que actualmente se tiene.

Esto abre una oportunidad de mejora donde se pueda capacitar a los trabajadores en el uso y cuidado de sus tapones auditivos. Además de poder llevar un control más exhaustivo relacionado a las audiometrías y las enfermedades profesionales que puedan aparecer en el transcurso del tiempo.

9.4 ETAPA 4 - PROPUESTA DE MEDIDAS DE CONTROL ACÚSTICO

Según la comparativa de los resultados obtenidos por la evaluación del Organismo Administrador y la evaluación realizada por el Departamento de Ingeniería Acústica, se identificó que los trabajadores más expuestos al ruido están relacionados con el área de armado acústico, donde la principal fuente de ruido corresponde al uso del esmeril. Estas medidas aplican solo para este grupo de trabajadores. En base a esta información, se pueden determinar las siguientes medidas:

9.4.1 Medidas de Ingeniería

En esta etapa, uno de los objetivos principales es analizar y proponer medidas de control técnico para mitigar la exposición al ruido en la fábrica. Si bien los controles de ingeniería, como los paneles acústicos, suelen ser una solución efectiva en muchos casos, en este contexto específico no son factibles debido a las características particulares de la exposición.

Los trabajadores del área en cuestión, quienes superan la dosis de acción establecida, están en mayor riesgo por la proximidad directa a las fuentes de ruido. Implementar paneles acústicos podría tener un impacto limitado, ya que estos controles están diseñados para reducir el ruido de fondo en un espacio amplio. Sin embargo, no abordarían adecuadamente

el nivel de exposición para el trabajador más afectado, quien permanece cerca de la fuente de ruido.

Por el contrario, la instalación de paneles podría generar una reducción del ruido ambiental percibido por los trabajadores que no superan la dosis de acción, creando una falsa sensación de seguridad en el entorno. Esto no solo disminuiría la efectividad de las medidas de control para el trabajador más afectado, sino que también podría perpetuar condiciones laborales desfavorables para este grupo.

Ante este contexto, se considera más adecuado priorizar medidas administrativas y la selección de elementos de protección auditiva (EPA) que estén diseñados específicamente para mitigar la exposición de los trabajadores con mayor riesgo. Estas estrategias incluyen la rotación de personal en áreas críticas, el uso obligatorio de protectores auditivos de alta atenuación, y la implementación de protocolos de monitoreo periódico para garantizar que las medidas adoptadas sean efectivas.

Este análisis subraya la importancia de adaptar las soluciones de control acústico a las condiciones específicas del entorno laboral y la distribución de exposición de los trabajadores, priorizando siempre su seguridad y bienestar.

9.4.2 Medidas de control Administrativas

Para los trabajadores del área de armado acústico los cuales son los principales afectados según la determinación de las evaluaciones realizadas las medidas administrativas corresponden a una medida que ayuda a minimizar el impacto de la exposición.

Para abordar estas limitaciones, se priorizan medidas administrativas que, junto con la utilización de elementos de protección auditiva (EPA), son esenciales para garantizar la reducción efectiva de los riesgos. Dentro de las medidas implementadas están:

9.4.3 Campaña de Ruido y Próximas Capacitaciones sobre Ruido en la Fábrica

En el marco de la prevención de riesgos auditivos en la fábrica, se llevó a cabo una campaña de sensibilización dirigida a los trabajadores. Esta iniciativa tuvo como objetivo principal concienciar sobre los efectos nocivos del ruido en la salud, las medidas de protección auditiva y la importancia de adoptar prácticas seguras en el entorno laboral. Durante la campaña, se

realizaron actividades informativas y se distribuyeron materiales educativos que destacaron la relevancia de la prevención del ruido.



Material informativo Generalidades



Material Informativo uso EPA



Material Informativo uso EPA



Material Informativo Generalidades



Demostración de video en evento empresa.



Parte del video

Material visual campaña de Ruido realizada para mi proyecto de título.

Fuente: María Allende Coordinadora HSE

9.4.4 Propuestas Administrativas para Optimización de Tiempos de Trabajo y Descansos

Con el objetivo de mejorar las condiciones laborales y reducir la exposición al ruido, se proponen las siguientes medidas administrativas:

- Reducción de Tiempos de Exposición:
 - ✓ Establecer rotaciones de puestos para minimizar la permanencia continua en áreas de alto ruido.
 - ✓ Incrementar la duración de las pausas de descanso en 5 minutos adicionales, distribuidos durante la jornada laboral, para permitir una mejor recuperación auditiva.
 - ✓ O Incorporar una pausa de descanso de 20 minutos durante la tarde considerando las horas extras que deben realizar los trabajadores por la alta demanda. Ej.: de 17:30 a 17:50.
 - ✓ Evitar el uso continuo y al mismo tiempo del Esmeril cuando este deba ser implementado por varios trabajadores a la vez.
 - ✓ Realizar mediciones regulares de ruido en las áreas de trabajo para ajustar las medidas administrativas según sea necesario y cuando la producción este en auto.

9.4.5 Selección de Elementos de Protección Auditiva (EPA)

a) Criterios de Selección

- Atenuación adecuada: El EPA debe reducir el nivel de exposición al ruido a valores inferiores a los límites establecidos por la normativa, generalmente 85 dB(A) durante 8 horas de trabajo, según lo que establece DS 594.
- Confort: Los dispositivos deben ser cómodos para promover su uso continuo.
- Compatibilidad: Los EPA deben ser compatibles con otros equipos de protección personal (cascos, gafas, etc.).
- Durabilidad: Deben ser resistentes al uso prolongado y condiciones laborales

específicas.

- Facilidad de uso: Deben ser fáciles de colocar, ajustar y mantener.

b) Tipos de EPA Disponibles

Tipo	Descripción	Aplicación
Tapones Auditivos	Insertados en el canal auditivo; pueden ser desechables o reutilizables.	Ambientes con exposición moderada; adecuados para largas horas.
Orejas	Cubren completamente el oído externo con almohadillas acolchadas.	Ambientes con exposición alta; se combinan con otros EPP.
Protectores Combinados	Tapones + Orejas.	Exposición a niveles de ruido muy altos (>100 dB(A)).

Tipos de EPA disponibles en el mercado. Fuente: Proveedores de COFAMA, Treck y 3M.

c) Proceso de Selección

- Realizar mediciones acústicas con sonómetros o dosímetros para determinar el Nivel de Presión Sonora Equivalente (NPSeq) en dB(A).
- Realizar pruebas con trabajadores para asegurar un ajuste adecuado del EPA seleccionado. Por ejemplo: Pruebas de ajuste de protección auditiva que son una forma de medir la cantidad de reducción o atenuación del ruido que proporciona un protector auditivo mientras lo usa una persona específica. Esta medida del mundo real se conoce como "Valoración de atenuación personalizada" o PAR. Que la puede realizar algún proveedor de EPP.
- Asegurarse de que los EPA no interfieran con las funciones laborales, de lo contrario se deberá evaluar un EPA ergonómico para la función que se esté realizando.

- Verificar que los EPA cumplan con estándares nacionales e internacionales (Ej.: ANSI S3.19, EN 352) o cumplan con certificación del Instituto de Salud Pública.

9.4.6 Programa de Mantenimiento de Máquinas y herramientas.

Establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para las máquinas y herramientas utilizadas en la empresa, con el propósito de garantizar su correcto funcionamiento, prolongar su vida útil, reducir riesgos operativos y minimizar los niveles de ruido generados.

Frecuencia	Actividad	Responsable
Diario	Limpieza básica de las herramientas y verificación visual de su estado.	Maestros
Mensual	Inspección visual de desgaste en componentes clave. Revisión de fijaciones y tornillos.	Supervisor con empresa Maqservice o Hilti en caso de arriendo
Trimestral	Lubricación de componentes móviles. Calibración de herramientas eléctricas. Sustitución de piezas desgastadas en caso de ser necesario.	Supervisor con empresa Maqservice o Hilti en caso de arriendo
Anual	Reemplazo de partes mayores según especificaciones.	Supervisor con empresa Maqservice o Hilti en caso de arriendo
Correctivo	Detención del uso de equipos defectuosos. Reparación o reemplazo de componentes. Verificación del funcionamiento.	Supervisor con empresa Maqservice o Hilti en caso de arriendo

Programa de mantenimiento máquinas y herramientas a ejecutar.

Fuente: María Allende Coordinadora HSE

9.4.7 Programa de Vigilancia de la Salud.

Actividades del Programa

Actividad	Descripción	Frecuencia	Responsable
Evaluaciones de Audiometría	Realización de pruebas de audiometría para evaluar la salud auditiva de los trabajadores.	Inicial (al ingreso). Periódica (según indique evaluación cuantitativa).	Mutualidad
Registro Médico de las audiometrías realizadas	Mantener un historial de audiometrías actualizado con resultados y otros exámenes relacionados.	Cuando se requiera	Encargado de fábrica
Seguimiento de Casos	Evaluación y manejo de trabajadores con indicios de pérdida auditiva o molestias relacionadas.	Cuando un trabajador presente molestias. Se debe sensibilizar a los trabajadores en avisar oportunamente.	Mutualidad

Actividades a realizar del Programa de Vigilancia para grupo GES.

Fuente: María Allende Coordinadora HSE

**9.5 ETAPA 5 - PLAN DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE
CONTROLES**

Actividad	Responsable	Plazo	Indicador de Cumplimiento
Designación encargada de implementación	Gerencia y jefaturas	1 semana	Informar formalmente por correo u otro medio
Capacitación inicial sobre controles y EPA	Encargada de Protocolos	2 semanas	Comunicación grupal
Inspección inicial de áreas críticas	Encargada de Protocolos	1 semana	Registro de inspección
Mantenimiento de maquinarias y herramientas	Supervisor de Mantenimiento Fábrica	Continuo	Registros de mantenimiento
Evaluar la posibilidad Sustitución de equipos por modelos silenciosos	Departamento de Adquisiciones	8 semanas	Equipos sustituidos
Diseño de rotaciones para reducir exposición	Recursos Humanos	2 semanas	Cronograma de rotaciones
Implementación de señalización en áreas ruidosas	Experto HSE fábrica	1 semana	Señalización instalada
Distribución de EPA a trabajadores	Supervisores de Área	1 semana	Registro de entrega de EPA
Verificación del ajuste y uso correcto	Experto HSE	1 semana	Lista de trabajadores capacitados
Realización de dosimetrías y mediciones	Ingeniero asignado	Cada 1 año o cuando existan cambios	Informes de mediciones
Auditorías del uso de EPA	Experto HSE	Cada 3 meses	Registros de auditoría

Evaluación de resultados de audiometrías. Ingreso a Vigilancia de trabajadores expuestos.	OAL	Cada 2 años según último informe o en próximas evaluaciones cuando corresponda.	Informe comparativo con línea base
Análisis de efectividad de controles	Encargada Protocolos	Una vez al año según mediciones internas o cuando corresponda a las exigencias del OAL.	Revisión de métricas clave
Ajustes en controles técnicos y administrativos	Encargada Protocolos	Según resultados	Plan actualizado
Revisión de políticas internas	Gerencia	Cada 2 años	Políticas revisadas y aprobadas

Actividades del plan a ejecutar con metodología.

Fuente: María Allende Coordinadora HSE

9.5.1 Plan de Capacitaciones y Sensibilización

Como parte del seguimiento a esta campaña, se han diseñado nuevas capacitaciones orientadas a reforzar el conocimiento adquirido y promover un cambio de hábitos sostenido. Estas capacitaciones tienen un enfoque práctico y educativo, abordando temas clave como el uso correcto de equipos de protección personal (EPP), el monitoreo de la salud auditiva y las normativas aplicables. A continuación, se detalla el diseño de estas capacitaciones:

Diseño de las Próximas Capacitaciones sobre Ruido en la Fábrica

Capacitación	Objetivo Específico	Duración	Temas a Tratar	Metodología	Materiales
Comprensión del Ruido Ocupacional	Introducir a los trabajadores en los conceptos básicos del ruido, sus efectos en la salud y su impacto en el trabajo.	1 hora	<ul style="list-style-type: none"> -Qué es el ruido y cómo se mide (dB, frecuencia). - Fuentes de ruido en la fábrica. -Consecuencias del ruido en la salud. -Beneficios de la prevención. 	Presentación audiovisual.	Proyector y diapositivas. Infografías impresas. Sonómetro para demostración práctica.
Uso Adecuado de Protección Auditiva	Enseñar el uso correcto de los equipos de protección auditiva y Fomentar su utilización regular.	1.5 horas	<ul style="list-style-type: none"> -Tipos de protección auditiva: tapones, orejeras. -Selección de protección adecuada. -Procedimiento correcto para usar y mantener tapones. -Consecuencias de un uso inadecuado. 	<ul style="list-style-type: none"> -Demostración en vivo del uso de diferentes protectores. - Práctica grupal. - Resolución de dudas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Muestras de tapones y orejeras. -Videos instructivos. - Manuales ilustrados sobre protección auditiva.
Normas y Buenas Prácticas en el Manejo del Ruido	Familiarizar a los trabajadores con las normativas vigentes y fomentar prácticas	1 hora	<ul style="list-style-type: none"> -Normativas aplicables. -Responsabilidades del empleador y trabajadores. -Buenas prácticas para reducir el ruido -Uso de barreras acústicas. 	<ul style="list-style-type: none"> -Exposición teórica con ejemplos prácticos. -Discusión en grupo para mejoras en la fábrica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Diapositivas. -Guía impresa con normas y buenas prácticas.

Monitoreo y Seguimiento de la Salud Auditiva	Promover la realización de audiometrías regulares y el monitoreo de la salud auditiva de los trabajadores.	1 hora	<ul style="list-style-type: none"> -Qué es una audiometría y su importancia. -Frecuencia recomendada. -Procedimiento para exámenes preventivos. -Interpretación de resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> -Presentación informativa. -Testimonios de trabajadores. - Coordinación para agendar exámenes. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pósteres informativos. -Ejemplo visual de resultados de audiometría.
---	--	--------	--	--	--

Diseño de las Próximas Capacitaciones sobre Ruido en la Fábrica.

Fuente: María Allende Coordinadora HSE

11 CONCLUSIONES

La evaluación técnica del Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido en Empresa de Ingeniería Acústica ha demostrado que, aunque se están implementando algunas medidas de control, existen áreas que requieren una mejora significativa para cumplir con aspectos relacionados con la salud ocupacional. La empresa debe revisar y actualizar sus procedimientos en función de las normativas más actuales, considerando tanto las regulaciones nacionales como las mejores prácticas internacionales en la materia.

La implementación de las medidas de control propuestas, junto con las recomendaciones del Organismo Administrador, ha generado un fuerte interés por profundizar aún más en el tema del control de la exposición al ruido en Empresa de Ingeniería Acústica. Este interés se ve reforzado por la naturaleza misma del negocio, ya que la empresa se dedica a la fabricación de soluciones acústicas, lo que convierte a la gestión efectiva del ruido en un pilar fundamental no solo desde una perspectiva de salud y seguridad, sino también como una oportunidad para reforzar su liderazgo en la industria.

El plan de control ocupacional propuesto cubre todas las áreas clave para la mitigación del ruido, incluyendo medidas preventivas, correctivas y de monitoreo continuo. La implementación de un programa de vigilancia que incluya mediciones periódicas y el seguimiento de los niveles de exposición permitirá garantizar que los trabajadores no superen los límites establecidos por la ley. Además, la capacitación continua y la sensibilización del personal son fundamentales para asegurar el cumplimiento y la eficacia del plan. La implementación de un plan de control efectivo del ruido no solo contribuirá a cumplir con las normativas legales, sino que también tendrá un impacto positivo en la salud ocupacional de los trabajadores, reduciendo el riesgo de pérdida auditiva y otras afecciones relacionadas con la exposición prolongada al ruido. La mejora en el ambiente laboral también puede contribuir a un aumento en la productividad y una disminución en el ausentismo laboral.

Finalmente, este proyecto no solo ha sido una oportunidad para contribuir al bienestar de los empleados de la empresa, sino que también ha representado un paso significativo en mi desarrollo profesional.

Este proyecto ha permitido cumplir los objetivos establecidos al inicio, proporcionando soluciones concretas para la mejora de las condiciones laborales en la empresa. A través de un análisis exhaustivo del nivel de exposición al ruido, se identificaron las principales fuentes y los trabajadores más afectados, permitiendo implementar medidas administrativas y técnicas para mitigar los riesgos.

Este aprendizaje se traducirá en un valor agregado en mi carrera profesional, y sin duda, fortalecerá mi capacidad para enfrentar futuros retos en el campo de la seguridad y salud ocupacional, con un enfoque más técnico, analítico y orientado a la mejora constante.

12 BIBLIOGRAFÍA

Organización Mundial de la Salud (OMS), "Environmental Noise Guidelines for the European Region" (2018) y "Burden of disease from environmental noise" (2011).

National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), USA. "Noise and Hearing Loss Prevention" (2019).

Stansfeld, S. A., & Matheson, M. P. (2003). "Noise Pollution: Non-Auditory Effects on Health". British Medical Bulletin.

Hébert, M., & Lefebvre, F. (2005). "Effects of Occupational Noise Exposure on Workers' Health". Canadian Journal of Public Health.

ISO 1999:2013. "Acoustics — Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise-Induced Hearing Impairment".

chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.ispch.cl/wp-content/uploads/2021/12/GUIA-PARA-LA-CALIBRACION-Y-MANTENIMIENTO-DE-LA-INSTRUMENTACION-ACUSTICA-v4-2021.pdf

Chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.ispch.cl/sites/default/files/INSTRUCTIVO_DE_MEDICI%C3%93N_DE_RUIDO.pdf

<https://www.suseso.cl/613/w3-propertyvalue-485135.html>

<https://www.who.int/es/news/item/02-03-2022-who-releases-new-standard-to-tackle-rising-threat-of-hearing-loss>

<https://www.ispch.gob.cl/noticia/isp-conmemora-el-dia-internacional-de-concienciacion-sobre-el-ruido/#:~:text=En%20el%20C3%A1mbito%20ocupacional%20en,de%20la%20Superintendencia%20de%20Seguridad>

<https://www.suseso.cl/613/w3-propertyvalue-485135.html>

<https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/auditivaocupacional/entienda.html>

<https://www.ispch.gob.cl/salud-de-los-trabajadores/publicaciones-de-referencia/ruidos/>

<https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=167766>
<chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ispch.cl/wp-content/uploads/2023/01/NT-Analisis-Tecnico-y-Critico-DS-594-Agente-Fisico-Ruido-2022.pdf>