

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
AREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS MÉDICAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD DE LOS TRABAJADORES Y DEL AMBIENTE
MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL



Proyecto de Graduación
para optar al título de:
MASTER EN SALUD OCUPACIONAL

Plan de intervención para reducir los riesgos laborales por ruido en una mina de oro

AUTOR:

Dr. Carlos Fernando Mairena Sáenz.

TUTOR:

Prof. Luis E. Blanco Romero

PhD. Medicina laboral

Octubre, 2024

2024: 45/19: La Patria, La Revolución

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, LEÓN
AREA DEL CONOCIMIENTO DE CIENCIAS MÉDICAS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN SALUD DE LOS TRABAJADORES Y DEL AMBIENTE
MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL



UNAN - León
FUNDADA EN 1812

Proyecto de Graduación
para optar al título de:
MASTER EN SALUD OCUPACIONAL

Plan de intervención para reducir los riesgos laborales por ruido en una mina de oro

AUTOR:

Dr. Carlos Fernando Mairena Sáenz.

TUTOR:

Prof. Luis E. Blanco Romero

PhD. Medicina laboral

Octubre, 2024

2024: 45/19: La Patria, La Revolución

Contenido

INTRODUCCIÓN	4
CAPITULO I. DIAGNÓSTICO	6
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	6
1.2 OBJETIVOS	9
Objetivo general	9
Objetivos específicos.....	9
1.3 METODOLOGÍA	10
Diseño del Estudio	10
Área de Estudio	10
Población de Estudio.....	10
Instrumentos de Recolección de Datos.....	10
Procedimiento de Recolección de Datos	10
Variables a estudiar:	11
Plan de Análisis Estadístico.....	12
Aspectos éticos.....	12
1.4 RESULTADOS	13
1.5 DISCUSIÓN	16
1.6 CONCLUSIONES	19
CAPITULO II PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	20
2.3 MATRIZ DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN	21
2.4 PRESUPUESTO	24
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXOS	28
Carta solicitud Plan de Intervención.....	¡Error! Marcador no definido.

INTRODUCCIÓN

La minería es una industria de vital importancia económica para muchos países, incluyendo Nicaragua. En el occidente de Nicaragua, la minería de oro ha sido una fuente significativa de ingresos y empleo. Sin embargo, esta actividad económica también conlleva varios riesgos ocupacionales que deben ser gestionados adecuadamente para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores. Entre estos riesgos, el ruido ocupa un lugar prominente debido a las condiciones extremas y el uso de maquinaria pesada en las operaciones mineras (1).

El ruido es un contaminante físico omnipresente en los ambientes mineros, generado por diversas fuentes como explosiones, perforaciones, y maquinaria de trituración y molienda del mineral. La exposición continua a niveles elevados de ruido puede llevar a la pérdida auditiva inducida por ruido (PAIR), un problema irreversible que puede afectar significativamente la calidad de vida de los trabajadores. Además del daño auditivo, el ruido excesivo puede provocar una serie de efectos no auditivos, incluyendo estrés, fatiga, irritabilidad, disminución de la concentración, trastornos del sueño y problemas cardiovasculares (2-4).

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) han establecido directrices sobre los límites de exposición al ruido en el ambiente laboral. Según la OMS, la exposición a niveles de ruido superiores a 85 decibelios (dB) durante ocho horas puede aumentar significativamente el riesgo de pérdida auditiva (5). La OIT, por su parte, recomienda la implementación de programas de conservación auditiva y medidas de control de ruido en los lugares de trabajo para prevenir daños a la salud de los trabajadores (6).

En Nicaragua, la normativa sobre seguridad y salud ocupacional establece límites de exposición al ruido y directrices para la protección de los trabajadores en ambientes ruidosos (7). Sin embargo, es esencial realizar estudios específicos en cada sitio de trabajo para evaluar las condiciones reales y verificar el cumplimiento de estas normativas.

Este trabajo de investigación evaluó los niveles de ruido en diferentes áreas de una mina de oro en el occidente de Nicaragua y su impacto en la salud auditiva de los trabajadores. Se realizaron mediciones sistemáticas del ruido en distintas zonas de la mina, incluyendo áreas de perforación, molienda, y procesamiento del mineral. Además, se presentan datos sobre la salud auditiva de los trabajadores.

Este estudio no solo identifica y cuantifica los riesgos asociados con el ruido, sino también propone recomendaciones prácticas y efectivas para mitigarlos. Las medidas de control propuestas incluyen mejoras en la ingeniería de la mina, el uso de equipos de protección personal adecuados, la implementación de programas de concienciación y educación para los trabajadores, y la adopción de estrategias organizativas para reducir la exposición al ruido.

CAPITULO I. DIAGNÓSTICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Mina es una de las principales minas de oro del país. Aquí se realiza tanto la extracción como el procesamiento del mineral para obtener oro. El área de explotación minera es de 1200 hectáreas y su rendimiento anual es de aproximadamente 500,000 toneladas por año con una recuperación histórica del 94% al 95%.

La Mina cuenta con 495 colaboradores, de los cuales 446 (90%) son hombres. La edad promedio es de 40 años con una antigüedad promedio de 15 años, lo cual habla de una buena estabilidad laboral.

A continuación, se describen los principales procesos para la producción de oro que se llevan a cabo en esta mina:

1. Exploración y Prospección: Antes de iniciar la extracción, se realizan estudios geológicos y de prospección para identificar las áreas con mayor concentración de oro. Esto incluye la perforación de sondajes y el análisis de muestras de roca. Durante la perforación de sondajes para explorar el yacimiento, los trabajadores están expuestos a ruido constante y elevado generado por las máquinas perforadoras.

2. Extracción del Mineral: La Mina utiliza principalmente métodos de minería subterránea, donde se accede a los yacimientos de oro a través de túneles y galerías. Este método es adecuado para vetas profundas y se lleva a cabo de la siguiente manera:

- **Perforación y Voladura:** Se perforan agujeros en la roca donde se colocan explosivos para fracturar el mineral y facilitar su extracción. Las operaciones de perforación en roca generan niveles muy altos de ruido. Además, las explosiones, aunque breves, producen picos de ruido extremadamente altos.
- **Carga y Transporte:** El material fragmentado se recoge y se transporta a la superficie mediante camiones y sistemas de transporte subterráneos. El uso de maquinaria pesada como camiones, cargadores y sistemas de transporte subterráneos contribuye significativamente al ruido en las galerías subterráneas.

3. Procesamiento del Mineral: Una vez extraído, el mineral se procesa para separar el oro del resto del material. Los principales pasos en el procesamiento son:

a. Trituración y Molienda: En la trituración el mineral se reduce a fragmentos más pequeños mediante trituradoras para luego pasar a molienda, donde los fragmentos triturados se muelen hasta obtener un polvo fino en molinos de bolas o molinos SAG (semi-autógenos). Las operaciones de trituración y molienda son fuentes importantes de ruido debido a la naturaleza mecánica del proceso. El ruido constante de los molinos de bolas o molinos SAG es una preocupación significativa.

b. Concentración: En algunas etapas, se utilizan mesas de sacudidas o jigs para concentrar el oro mediante su diferencia de densidad con otros minerales. En ciertos casos, se emplea el proceso de flotación para separar el oro de otros sulfuros presentes en el mineral. Los equipos utilizados en los procesos de concentración, como mesas de sacudidas y celdas de flotación, también generan ruido, aunque a niveles más bajos comparados con la trituración y molienda.

c. Lixiviación con Cianuro: El polvo de mineral se mezcla con una solución de cianuro, que disuelve el oro. El oro disuelto en la solución de cianuro se adsorbe en carbón activado o resinas especiales. Las bombas que manejan las soluciones de cianuro y los mezcladores usados en el proceso generan ruido, aunque generalmente a niveles moderados.

d. Desorción y Recuperación: El oro adsorbido en el carbón activado se desorbe utilizando una solución caliente. La solución rica en oro se somete a un proceso electroquímico para depositar el oro en cátodos. El oro depositado se funde para obtener lingotes de oro puro. Las operaciones electroquímicas y de fundición implican el uso de equipos que pueden generar ruido, aunque estos niveles suelen ser menores en comparación con las etapas anteriores.

En lo referente la Seguridad y Salud de sus Trabajadores, se cuenta con un responsable de Seguridad e Higiene, quien está bajo la subordinación de la Gerencia General, y garantiza la distribución, utilización, adiestramiento y supervisión en el uso de los equipos

de protección personal y procesos de trabajo. Así mismo se garantiza la realización de los exámenes médicos (pre-empleo, periódico y de reintegro al trabajo) de los colaboradores y el cumplimiento de la legislación vigente. Además, anualmente se contrata a una empresa para la realización de evaluaciones de riesgo acorde con la legislación nicaragüense, dando seguimiento a cualquier alteración de su salud gracias a estos exámenes médicos.

1.2 OBJETIVOS

Objetivo general

Elaborar un plan de intervención para disminuir los riesgos laborales por ruido en una mina de oro.

Objetivos específicos

1. Medir los niveles de ruido en diferentes puntos de la mina.
2. Identificar los problemas de salud relacionados con el ruido entre los trabajadores.
3. Proponer medidas de control y mejora para reducir los riesgos asociados al ruido.

1.3 METODOLOGÍA

Diseño del Estudio

Este estudio es observacional descriptivo transversal. Se recolectaron datos de los niveles de ruido, medidas de protección y chequeos médicos previos (audiometrías y timpanometrías).

Área de Estudio

El área de estudio fue una mina de oro.

Población de Estudio

La población de estudio incluyó a los 495 colaboradores. La selección de los trabajadores se realizó en función de la estrategia de medición tal y como se describe más abajo en el acápite correspondiente.

Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de los datos se diseñó una ficha con las siguientes secciones: datos generales del trabajador, niveles de ruido en el puesto de trabajo, medidas de protección en el puesto y resultados de la última audiometría.

Procedimiento de Recolección de Datos

Medición de Ruido:

Para el estudio de los niveles de exposición a ruido, primeramente, se identificaron las fuentes de ruido y los puestos de trabajo a evaluar por área de proceso: extracción, trituración y molienda, planta de procesamiento, mantenimiento.

Una vez identificados los puntos de medición (puestos de trabajo) dentro de cada área, se procedió a las mediciones de los niveles de ruido. En la medición se usó un sonómetro marca EXTECH modelo 407730, debidamente calibrado. El sonómetro se ubicó a la altura del oído del trabajador. Las mediciones se realizaron en diferentes momentos de la jornada laboral del trabajador.

Para la medición se usó la estrategia de Medición basada en las tareas que realizan en el puesto de trabajo (8). Cada medición duró al menos 15 minutos. Los resultados de las

mediciones se compararon con los límites de exposición establecidos en la normativa nacional (7).

Para estimar el Nivel equivalente diario (LAeqd), se usaron las siguientes expresiones (8):

$$L_{Aeq,d} = 10 \lg \frac{1}{8} \sum_{i=1}^m T_i \cdot 10^{(L_{Aeq,T_i})/10}$$

$$(L_{Aeq,d_i}) = L_{Aeq, T_i} + 10 \lg \frac{T_i}{8}$$

Dónde:

T_i es el tiempo de duración de la tarea.

(LAeq,Ti) los valores del nivel sonoro equivalente ponderado en A de la tarea.

Exámenes Médicos (Audiometrías):

Se revisaron los expedientes médicos de los trabajadores, específicamente las audiometrías que se les realizaron durante el último chequeo médico periódico y semestral para identificar problemas de salud relacionados. Para esto, se coordinó con el servicio médico de la mina,

Variables a estudiar:

1. **Características generales del trabajador:** Sexo (Hombre/Mujer); Edad (años); Antigüedad en el puesto (años)
2. **Nivel de Ruido por área (dBA):** <85 dB (Aceptable), 85-90 dB (Moderado), >90 dB (Alto).
3. **Medidas de protección empleadas:** EPP (Si/No); Capacitación (Si/No); Administrativas (Si/No);
4. **Problemas de Salud Auditivos:** Diagnóstico médico de pérdida auditiva (Ninguno, Leve, Moderado, Severo).

Plan de Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos recolectados se usó Excel® de Microsoft. Las variables categóricas se describieron usando frecuencias y porcentajes, y las cuantitativas a través de media y desviación estándar. Los resultados se presentan en tablas.

Aspectos éticos

Toda la propuesta ha sido consultada y consensuada con la dirección de Salud Ocupacional de la Empresa, quienes solicitaron explícitamente (ver carta en anexo) que el Trabajo de Finalización propusiera un Plan de intervención sobre los riesgos laborales por ruido en la mina. Todos los datos sobre los trabajadores se tomaron del expediente médico del trabajador con la autorización de la dirección de la Clínica de la empresa. Los datos específicos de los trabajadores solo se utilizaron para interpretar el impacto del ruido en su salud.

1.4 RESULTADOS

En la mina trabajan 495 personas, de las cuales 467 son hombres y 28 (5%) mujeres. Las mujeres que laboran en dicha empresa no realizan actividades dentro del área de Molino ni en Trituración. Los rangos de edades de estos trabajadores comprenden entre 20-63 años, prevaleciendo el grupo etario entre 30-49 años (41%), seguido de 50-59 años con (13%)

Las áreas expuestas a ruido con mayor cantidad de trabajadores es el área de Molino, con un total de 128 personas. Hay una alta permanencia laboral, contando con trabajadores con antigüedad entre 10 y 15 años (166) y más de 25 años (85).

Se evaluó un total de 42 puestos de trabajo en ocho etapas de producción y 4 áreas de apoyo. Los niveles de ruido se clasificaron según el impacto que puedan causar a la salud auditiva del trabajador expuesto: valores menores de 80 dB (A) se consideraron completamente seguros (valores en verde en la tabla 1); valores en el rango 80 a 85 dB (A), se consideraron moderadamente seguros (en azul en la tabla 1); y los valores mayores de 85 dB (A) se consideraron inseguros (valores en rojo). Solamente 10 puestos presentaron valores de ruido completamente seguros, mientras que ocho resultaron moderadamente seguros. Esto implica que en 57% (24 de 42) de los puestos de trabajo los niveles de ruido no son seguros. Sin embargo, en todos los puestos los trabajadores portaban protectores auditivos con una tasa de reducción de riesgo de 25 dB (NRR=25).

Tabla 1. Niveles de ruido por puesto de trabajo evaluado en cada etapa del proceso de producción en la Mina

N°	Puesto de trabajo evaluado	Nivel Equivalente Continuo (dB (A))
EXPLORACIÓN		
1	Preparador de muestra (tritador)	92.6
2	Preparador de muestra (pulverizador)	92.0
3	Preparador de muestra (Mesa de trabajo)	87.3
4	Ayudante general	99.5
5	Geólogo y Técnico geólogo	74.2
PERFORACIÓN		
6	Perforista (perforadora U29)	75.1
7	Ayudante de perforación (perforadora U29)	103.1
8	Ayudante de perforación (perforadora U24)	103.7

N°	Puesto de trabajo evaluado	Nivel Equivalente Continuo (dB (A))
TRITURACIÓN		
9	Operador de trituración	79.2
10	Ayudante de proceso	83.4
11	Operador de equipos varios	69.4
MOLIENDA		
12	Operador de molino (cuarto de control)	61.2
13	Operador de molino (molino)	97.3
14	Ayudante de proceso	90.9
15	Supervisor de molinos	83.7
16	Jefe de operaciones de proceso, Supervisor de proceso	80.9
17	Asistente de proceso	80.9
ESPESAMIENTO		
18	Operador de espesamiento (agitadores)	81.5
19	Operador de espesamiento (preparación de reactivos)	84.1
LIXIVIACIÓN		
20	Operador de lixiviación	81.5
ADR		
21	Operador de ADR	78.2
LABORATORIOS		
22	Preparador de muestra de producción	90.8
23	Fundidor	74.7
24	Laboratorista, Asistente de laboratorio	67.1
25	Analista metalúrgico, técnico básico metalúrgico	92.6
MANTENIMIENTO OBRAS CIVILES		
26	Carpintero (ebanistería)	94.9
MANTENIMIENTO GENERAL		
27	Instrumentista	90.3
MANTENIMIENTO PLANTEL MECÁNICO		
28	Mecánico soldador industrial	90.5
29	Mecánico lubricador	90.4
30	Mecánico industrial, ayudante mecánica industrial	92.9
31	Soldador (taller)	96.8
32	Soldador (planta)	93.7
33	Operador grúa grande	96.7
34	Operador grúa pequeña	77.6
35	Operador montacargas GRADALL	86.8
36	Operador montacargas SKY	82.0
37	Operador montacargas CATERPILLAR	79.5

N°	Puesto de trabajo evaluado	Nivel Equivalente Continuo (dB (A))
MANTENIMIENTO ELÉCTRICO		
38	Técnico electromecánico, ayudante electromecánico	95.6
39	Electromecánico, ayudante electromecánico (taller)	92.0
41	Electromecánico, ayudante electromecánico (planta)	88.2
42	Electricista, ayudante de electricista	89.7

Los resultados de los exámenes médicos realizados a estos trabajadores indican que algunos presentan alteraciones audiométricas: Hipoacusia bilateral (158 trabajadores) Hipoacusia de oído derecho (12 trabajadores), hipoacusia de oído izquierdo (15 trabajadores). Además, se reportan escotomas acústicos en 7 trabajadores. Entre los trabajadores con alteraciones audiométricas algunos han tenido exposiciones aisladas a ruido intensos mayor al cual se exponen en sus jornadas diarias.

1.5 DISCUSIÓN

La exposición al ruido en entornos industriales es un riesgo reconocido para la salud ocupacional, especialmente en la industria minera. Los resultados obtenidos en esta evaluación de ruido muestran que varios puestos de trabajo presentan niveles de ruido superiores a los límites recomendados por el Ministerio de Trabajo y organismos internacionales, lo cual es consistente con estudios previos realizados en la industria minera en otras regiones del mundo.

Un estudio realizado en minas de oro en Sudáfrica encontró que los niveles de ruido en áreas de perforación y trituración frecuentemente superaban los 100 dB(A), con picos que alcanzaban hasta 110 dB(A) (9). En nuestra evaluación, los ayudantes de perforación (U29 y U24) registraron niveles de 103.1 dB(A) y 103.7 dB(A), respectivamente, lo cual es comparable a los resultados sudafricanos. El riesgo de ruido elevado en las operaciones de perforación es muy común por lo que se deben implementar medidas para su control.

Igualmente, en esta evaluación, el operador de molino registró un nivel de 97.3 dB(A) y el ayudante de proceso un nivel de 90.9 dB(A). Esto es consistente con un estudio en minas de cobre en Chile, en el cual se reportaron niveles de ruido en el rango de 90-95 dB(A) en áreas de trituración y molienda (10). Los procesos de trituración y molienda en la minería consisten en transformar rocas grandes en polvo fino a través de golpes en molinos de bolas o molinos SAG (semi-autógenos) El ruido constante de los molinos de bolas o molinos SAG son una preocupación significativa que requiere atención constante.

En Perú, una evaluación de ruido en minas subterráneas de plata y zinc reveló que los trabajadores expuestos a maquinaria pesada y procesos de perforación estaban expuestos a niveles de ruido que varían entre 95 y 105 dB(A) (11). Comparativamente, en nuestra evaluación, los puestos de mantenimiento, especialmente los soldadores y operadores de grúa, mostraron niveles de ruido entre 93.7 y 96.8 dB(A). Esta coincidencia indica que la exposición a ruido en actividades de mantenimiento es también un problema común en diversas operaciones mineras. La similitud de los niveles de ruido en las actividades de mantenimiento entre Perú y Nicaragua confirman la necesidad de

mejorar las estrategias de mitigación del ruido en todas las fases de operación de la mina.

La exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 85 dB(A) puede resultar en pérdida auditiva inducida por ruido (PAIR), un trastorno irreversible que afecta la calidad de vida de los trabajadores (12). Los niveles de ruido registrados en esta mina de oro son preocupantes, ya que superan con frecuencia este umbral. La PAIR es una de las enfermedades ocupacionales más comunes en la minería, y estudios han demostrado que la pérdida auditiva está correlacionada con la duración y la intensidad de la exposición al ruido (13).

La alta permanencia laboral en la mina, con 166 trabajadores que han estado empleados entre 10 y 15 años y 85 con más de 25 años de antigüedad indica una permanencia prolongada en ambientes ruidosos, lo cual aumenta significativamente el riesgo de daños auditivos a largo plazo. Investigaciones en minas de níquel en Canadá han mostrado que los trabajadores con más de 15 años de antigüedad tienen un riesgo dos veces mayor de desarrollar hipoacusia que aquellos con menos de cinco años de exposición (14).

Otro aspecto que agrava el impacto del ruido en la salud de los trabajadores es la edad. El grupo etario predominante en la mina está entre los 30 y 49 años, lo que coincide con estudios previos en minería en países como Perú y Bolivia (15), donde la mayor parte de los trabajadores mineros se encuentran en ese rango de edad, debido a que es una industria que requiere una alta capacidad física y resistencia. Sin embargo, el envejecimiento de la fuerza laboral en la minería es una tendencia preocupante. En la mina actual, el 13% de los trabajadores tiene entre 50 y 59 años, y algunos estudios sugieren que los trabajadores mayores tienen un riesgo más alto de desarrollar pérdida auditiva, debido a la combinación de exposición prolongada al ruido y el envejecimiento natural del sistema auditivo. La longevidad en el empleo en la minería, si bien es un signo de estabilidad laboral, también plantea un desafío en términos de salud ocupacional, ya que los efectos acumulativos de la exposición al ruido pueden llevar a discapacidades auditivas permanentes, como se observa en los 158 casos de hipoacusia bilateral en la mina en estudio.

1.6 CONCLUSIONES

Los resultados de esta evaluación destacan la necesidad urgente de abordar el problema del ruido en la mina de oro del occidente de Nicaragua. La implementación de medidas de control y la promoción de un ambiente laboral seguro son esenciales para proteger la salud auditiva y general de los trabajadores. Para una gestión efectiva del ruido se requiere un enfoque integral que combine intervenciones tecnológicas, administrativas y educativas. Además, se requiere implementar programas de monitoreo y vigilancia continuos de los niveles de ruido y del uso de las medidas de protección que se implementen para así mejorar las condiciones de trabajo y la salud de los mineros.

CAPITULO II PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Reducir el impacto negativo de la exposición al ruido en la salud de los trabajadores de la Mina.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

1. Mejorar las condiciones acústicas de trabajo para reducir la exposición al ruido. | Reducción del 40% en los niveles de ruido en áreas críticas en 6 meses.
2. Aumentar la conciencia y el conocimiento de los trabajadores sobre los riesgos del ruido y las medidas preventivas.

2.3 MATRIZ DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN

Lógica de la intervención	Indicadores	Fuentes de verificación	Supuestos claves
Objetivo general: Reducir el impacto negativo de la exposición al ruido en la salud de los trabajadores de la Mina	Reducción en un 50% de los casos reportados de pérdida auditiva inducida por ruido en un año	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de salud ocupacional • Registros médicos 	Apoyo continuo de la Administración de la Mina
Objetivo específico: 1. Mejorar las condiciones acústicas de trabajo para reducir la exposición al ruido.	Reducción del 40% en los niveles de ruido en áreas críticas en 6 meses.	Informes de monitoreo de ruido.	Disponibilidad de recursos para la implementación.
2. Aumentar la conciencia y el conocimiento de los trabajadores sobre los riesgos del ruido y las medidas preventivas	100% de los trabajadores capacitados sobre prevención de la pérdida auditiva inducida por ruido en 6 meses.	<ul style="list-style-type: none"> • Registros de asistencia a capacitaciones • Resultados pre-post-test. 	Participación activa de los trabajadores en las capacitaciones.
RESULTADOS ESPERADOS			
R1.1: Instalación de sistemas de control de ruido en áreas críticas.	Sistemas instalados y operativos en todas las áreas críticas en 4 meses.	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de instalación • Verificaciones in situ. 	Proveedores disponibles y confiables para equipos necesarios
R1.2: Distribución de equipos de protección personal (EPP) adecuados para el ruido.	100% de los trabajadores expuestos al ruido equipados con EPP	<ul style="list-style-type: none"> • Registros de entrega de EPP • Inspecciones de seguridad 	Disponibilidad de equipos de protección personal de calidad.

	adecuado en 2 meses.		
R2.1: Programas de capacitación regulares sobre prevención de la pérdida auditiva inducida por ruido.	4 sesiones de capacitación realizadas en 6 meses.	<ul style="list-style-type: none"> • Registros de capacitaciones • Material de capacitación. 	Disponibilidad de instructores capacitados.
ACTIVIDADES			
1.1.1. Identificar áreas críticas y evaluar necesidades de control de ruido.	Evaluación realizada en 1 mes.	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de evaluación. 	Colaboración de los supervisores de área.
1.1.2. Adquirir e instalar equipos de control de ruido (barreras acústicas, silenciadores, etc.).	Equipos adquiridos e instalados en 3 meses.	<ul style="list-style-type: none"> • Facturas • Informes de instalación. 	Procesos de adquisición eficientes.
1.2.1. Adquirir y distribuir equipos de protección auditiva (tapones, orejeras, etc.).	Equipos adquiridos y distribuidos en 2 meses.	<ul style="list-style-type: none"> • Facturas • Registros de entrega. 	Suministro adecuado de equipos de protección.
1.2.2. Realizar inspecciones regulares para asegurar el uso adecuado de EPP.	Inspecciones mensuales realizadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Informes de inspección. 	Cumplimiento por parte de los trabajadores.
2.1.1. Desarrollar y actualizar el contenido de las capacitaciones sobre prevención de la pérdida auditiva inducida por ruido.	Material de capacitación desarrollado en 1 mes.	<ul style="list-style-type: none"> • Manuales • Presentaciones. 	Información actualizada y relevante disponible.

2.1.2. Programar y llevar a cabo sesiones de capacitación.	4 sesiones realizadas en 6 meses	<ul style="list-style-type: none">• Calendario de capacitaciones• Registros de asistencia.	Disponibilidad de los trabajadores para asistir a las sesiones.
--	----------------------------------	---	---

2.4 PRESUPUESTO

Actividades	Insumos	Precio unitario (\$)	Unidades	Monto	Responsable	Fecha de realización	Rubro
R1.1: Instalación de sistemas de control de ruido en áreas críticas.							
1.1.1 Identificar áreas críticas y evaluar necesidades de control de ruido.	Consultor	1000	1	1000	Gerente	01-01-25 al 31-01-25	
1.1.2 Adquirir e instalar equipos de control de ruido (barreras acústicas).	Barreras acústicas	200	10	2000	Gerente	01-02-25 al 30-06-25	
Subtotal R1.1							3,000
R1.2: Distribución de equipos de protección personal (EPP) adecuados para el ruido.							
1.2.1 Adquirir y distribuir equipos de protección auditiva (tapones, orejeras, etc.).	• Tapones auditivos	0.5	200	100	Gerente	01-02-25 al 31-03-25	
	• Orejeras	5.00	100	500			
1.2.2 Realizar inspecciones regulares para asegurar el uso adecuado de EPP.	• Inspectores de Higiene y Seguridad Laboral	500	3	15000	Gerencia de Higiene y Seguridad Laboral	01-02-25 al 31-12-25	
	• Libro de actas de supervisión	5.00	3	15.00			
	• Lapicero	0.5	12	6.00			

Actividades	Insumos	Precio unitario (\$)	Unidades	Monto	Responsable	Fecha de realización	Rubro
Subtotal R1.2							15,621
R2.1: Programas de capacitación regulares sobre prevención de la pérdida auditiva inducida por ruido.							
2.1.1 Desarrollar y actualizar el contenido de las capacitaciones sobre prevención de la pérdida auditiva inducida por ruido.	<ul style="list-style-type: none"> • Consultor • Manuales 	1000 10	1 200	1000 2000	Gerencia de Higiene y Seguridad Laboral	01-03-25 31-03-25	
2.1.2 Programar y llevar a cabo sesiones de capacitación.	<ul style="list-style-type: none"> • Consultor • Aula • Computador • Proyector • Refrigerio 	500 3.00	1 200	2500 600	Gerencia de Higiene y Seguridad Laboral	01-04-25 30-09-25	
Subtotal R2.1							6100
Total							24,721

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abas, Shkemi., Lauren, M., Smith., Sandar, Bregg., Richard, L., Neitzel. (2022). Evaluating Occupational Noise Exposure as a Contributor to Injury Risk among Miners. *Annals of Work Exposures and Health*. doi: 10.1093/annweh/wxac059
2. Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., Clark, C., Janssen, S., & Stansfeld, S. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet*, 383(9925), 1325-1332. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)61613-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)61613-X)
3. Xia, Chen., Mingliang, Liu., Lei, Zuo., Xiaoyi, Wu., Mengshi, Chen., Xingli, Li., Li, Chen., Wenbin, Xu., Shuang, Peng., Hai-Yun, Chen., Xiaohua, Liang., Guang, Hao. (2023). Environmental noise exposure and health outcomes: an umbrella review of systematic reviews and meta-analysis. *European Journal of Public Health*. doi: 10.1093/eurpub/ckad044.
4. Cortés RN. (2013). Guía práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial. FREMAP.
5. Yongho, Lee., Seunghyun, Lee., Wanhyung, Lee. (2023). Occupational and Environmental Noise Exposure and Extra-Auditory Effects on Humans: A Systematic Literature Review. *Geohealth*. doi: 10.1029/2023GH000805.
6. Dobie, R. A. (2008). The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States. *Ear and Hearing*, 29(4), 565-577.
7. World Health Organization. (1997). Guidelines for community noise. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>
8. International Labour Organization. (2014). Ambient factors in the workplace. Retrieved from https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_177005.pdf
9. Ministerio del Trabajo (MITRAB). (2004) Compilación de Ley y Normativas en Materia de Higiene y Seguridad del Trabajo (1993-2004).
10. Cortés RN. (2013). Guía práctica para el Análisis y la Gestión del Ruido Industrial. FREMAP.

9. Edwards, A. L., Dekker, J. J., Franz, R. M., van Dyk, T., & Banyini, A. (2011). Profiles of noise exposure levels in South African mining. *Occupational Health Southern Africa*, 17(1), 6-10.
10. Torres, F. M., Álvarez, F., & Díaz, J. C. (2015). Noise exposure in the mining industry of Chile. *Industrial Health*, 53(4), 318-324.
11. Fernández, M., Vásquez, R., & Martínez, L. (2014). Evaluation of occupational noise exposure in underground metal mines. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(7), 434-441.
12. Dobie, R. A. (2008). The burdens of age-related and occupational noise-induced hearing loss in the United States. *Ear and Hearing*, 29(4), 565-577.
13. Prince, M. M., Stayner, L. T., Smith, R. J., & Gilbert, S. J. (2004). A re-examination of risk estimates from the NIOSH occupational noise and hearing survey (ONHS). *Journal of the Acoustical Society of America*, 116(1), 104-116.
14. Franklin, J., & Moore, S. (2021). Long-term noise exposure and auditory decline in nickel miners in Canada. *Occupational and Environmental Medicine*, 78(5), 321-329.
15. Vargas, L., & Mendoza, J. (2020). Demographics of mining workers in Peru and Bolivia: Age and occupational risks. *Latin American Journal of Mining Safety*, 12(4), 34-42.

ANEXOS

León, 14 de junio del 2024

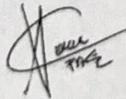
Dr. Francisco Aristides Corea García.
Jefe Médico Clínica TMSA.

Asunto: Respuesta a carta de Autorización.

Apreciado Dr. Carlos Fernando Mairena Sáenz, en respuesta a su solicitud de hacer su tesis para optar al título de Máster en Salud Ocupacional, estamos anuentes a apoyarle. No obstante, nos interesa su apoyo con un plan de intervención para mitigar el impacto del Ruido en la salud de los trabajadores de la empresa.

Por lo tanto, tiene nuestra autorización para realizar su tesis en nuestras instalaciones siempre y cuando asuma el compromiso de proveernos con dicho plan de intervención y mantener el debido sigilo de dichos resultados.

Saludos cordiales.



Dr. Francisco Corea G.

Cc. Archivo