

**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE MEDICINA  
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA**



**“ESTUDIO DE PREVALENCIA DE DAÑO AUDITIVO EN UNA EMPRESA MINERA DE  
LA REGIÓN METROPOLITANA AÑO 2018”**

**BENJAMIN ZENCOVICH RODRIGUEZ**

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN SALUD PÚBLICA**

**PROFESORA GUIA DE TESIS: DRA. ANA MARIA SALAZAR BUGUEÑO**

**CO-TUTOR: DRA. OLIVIA HORNA CAMPOS**

**Santiago, Agosto 2020**

## INDICE

Lista de Tablas.....	4
Lista de Figuras.....	4
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos.....	7
Resumen.....	8
Introducción .....	9
Marco Teórico.....	12
- Sentido de la Audición .....	12
- Antecedentes .....	12
- Fisiología de la Audición .....	14
- Fisiopatología del daño Auditivo .....	15
- Sonido y Ruido .....	16
- Factores asociados a daño auditivo .....	18
- Antecedentes Legales .....	21
- Protocolo PREXOR .....	21
- Empresa Minera de la región Metropolitana .....	26
- Sistema de gestión para el control laboral de Ruido de la Empresa Minera de la Región Metropolitana .....	27
Objetivos.....	30
Metodología.....	31
- Diseño de estudio .....	31
- Población en estudio y muestra .....	31
- Unidad de análisis .....	31
- Criterios de inclusión .....	31
- Criterios de exclusión .....	31
- Variables de estudio .....	32
- Recolección de datos .....	32
- Análisis de datos .....	33
- Aspectos éticos .....	34
- Limitaciones del estudio .....	34
Resultados .....	36
- Caracterizar la muestra de trabajadores estudiados en base a parámetros de edad, sexo,	36

nivel de exposición, área de trabajo, cargo y antigüedad laboral.	
- Descripción de la prevalencia según variables sociodemográficas y laborales.	37
- Explorar asociaciones entre las variables sociodemográficas y laborales con la variable respuesta (Sin daño auditivo/alterado)	40
Discusión	41
- Caracterización la muestra de trabajadores estudiados en base a parámetros de edad, sexo, nivel de exposición, área de trabajo, cargo y antigüedad laboral.	41
- Descripción de la prevalencia según variables sociodemográficas y laborales	43
- Explorar asociaciones entre las variables sociodemográficas y laborales con la variable respuesta (Sin daño auditivo/con daño)	46
Limitaciones	48
Conclusión	49
Bibliografía	50

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Características sociodemográficas y laborales de trabajadores Mineros .....	37
Tabla 2 Descripción de la Edad de los trabajadores según daño auditivo .....	38
Tabla 3 Descripción de la antigüedad laboral de los trabajadores según daño auditivo .....	38
Tabla 4 Descripción de las variables cualitativas según presencia o ausencia de daño auditivo en los trabajadores mineros. ....	39
Tabla 5 Factores asociados a la presencia de daño auditivo en trabajadores mineros. Análisis multivariado. ....	40

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama del oído. Fuente Vasquez ..... 14 Palacios 2016	14
Figura 2: Audiogramas típicos que muestran la ..... 19 progresión gradual de la pérdida auditiva inducida por ruido en función del tiempo, desde un escotoma simple centrado en 4000 Hz (curva A), hasta una pérdida severa para las frecuencias altas con compromiso pronunciado para las frecuencias intermedias	19

## DEDICATORIA

**“ESTO ES PARA USTEDES; SUS MIRADAS SIEMPRE FUERON LA ENERGÍA  
NECESARIA PARA ENFRENTARLO TODO”**

**PARA TATIANA, RENATA Y AGUSTIN**

***“Siempre parece imposible hasta que esté hecho”***

**Nelson Mandela**

## AGRADECIMIENTOS

Reconocer a todos los que fueron importantes en este viaje resultaría en un texto tan extenso como este mismo trabajo pues durante mi vida he encontrado varios arquitectos quienes de una u otra manera han sido personas muy influyentes. En primer lugar, agradecer a mi maravillosa familia, Tatiana, Renata y Agustín quienes permanentemente han estado a mi lado apoyándome en todas las etapas de mi vida, creyendo en mí y entregándome el amor necesario para completar mis proyectos.

Las gracias a mis profesores de carrera de pregrado, Helena Gonzalez y Fernando Cortés; éste último quien siempre me apoyó e instó a seguir desarrollándome profesionalmente realizando formación de post título.

Laboralmente mis agradecimientos a Jacob Alarcón, de quien siempre obtuve un momento para conversar y empaparme con su sabiduría. Además de brindarme su apoyo para ingresar a este programa de Magíster de Salud Pública.

A mis amigos de la vida, del barrio, de la universidad y a todos los que permitieron que llegue hasta acá, incluso a los que lograron sacar lo peor de mí. Incluso de aquellos aprendí. Mención aparte a Rodolfo Reyes, mi compañero de Magister quien siempre me apoyó en este difícil pero reconfortante camino. A mi compañero Boris Torres quien siempre nos acogió en su hogar durante la primera etapa de esta aventura.

Agradezco también al equipo de salud de la minera de la región Metropolitana quien autorizó el uso de esta base de datos para realizar nuestro estudio de prevalencia de daño auditivo.

A mi profesora guía de Tesis, la Dra. Ana María Salazar quien a pesar de todas las adversidades concluyó su trabajo como guía de Tesis y a la profesora Olivia Horna quien desinteresadamente y desde su gran mirada docente fue un apoyo para concluir este trabajo. A Natalia Cuadros desde su rol en estadística quien siempre fue un apoyo en el desarrollo de mi trabajo.

Finalmente agradecer a mi Padre, Francisco Zencovich Gamboa, quien siempre con su tono inquisidor y de reflexión obligatoria me ha ayudado a sacar lo mejor de mí.

## RESUMEN

**INTRODUCCION:** La exposición al ruido ocupacional, se asocia con la pérdida de audición permanente y es un problema mundial. En Chile, según estadísticas de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), el 80% de las indemnizaciones por enfermedades profesionales se deben a hipoacusia.

**OBJETIVO:** estimar prevalencia de daño auditivo y su relación con variables sociodemográficas-laborales en trabajadores expuestos a ruido de una empresa minera de la región Metropolitana año 2018.

**METODO:** Diseño descriptivo-transversal. Análisis censal de audiogramas año 2018 según programa PREXOR de trabajadores mineros. La variable respuesta fue la presencia o ausencia de daño auditivo y las variables independientes fueron sociodemográficas y laborales. Se realizó un análisis descriptivo, luego un bivariado para evaluar la asociación cruda entre la variable respuesta y las variables independientes mediante la prueba de t-Student y la prueba Exact de Fisher. Finalmente, para identificar los factores asociados a daño auditivo se realizó un modelo de regresión logística múltiple. Se consideró significación estadística un  $p < 0.05$ . Los análisis se realizaron con STATA v. 14.

**RESULTADOS:** El 1,17%(7) de los trabajadores fueron mujeres. La prevalencia global de daño auditivo fue de 7,04%, y todos fueron hombres. La prevalencia aumentó según edad y antigüedad laboral. El daño auditivo se asoció con edad y cargo, es decir, que por cada año que aumenta la edad aumenta 14% el riesgo de daño auditivo. Respecto al cargo, los mantenedores y operadores presentan 1,56 y 2,12 veces menos probabilidades de daño auditivo respecto a los administrativos.

**CONCLUSIONES:** Cargo mostró una relación contradictoria y la exposición a ruido no mostró asociación con daño auditivo, así como la baja prevalencia, son resultados que pueden estar relacionado con las políticas de movilidad laboral al interior de la empresa y al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

**PALABRAS CLAVES:** daño auditivo, trabajadores de Minería

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de la audición inducida por el ruido (PAIR) es un problema de profunda significación clínica y creciente magnitud mundial; esto en directa relación no sólo por los ambientes del diario vivir donde el progreso ha aumentado los niveles de ruido con los cuales las personas deben coexistir, además por la exposición de ruido laboral en la que los trabajadores se exponen diariamente en sus lugares de trabajo. Está bien documentado que la exposición al ruido ocupacional se asocia con la pérdida de audición permanente. La PAIR (pérdida auditiva inducida por ruido) presenta un peligro para la salud en el trabajo en todo el mundo (1, 3, 4, 11 y 12). Aproximadamente el 5% de la población mundial, sufre de pérdida de la audición inducida por el ruido asociada a entornos industriales, militares o recreativos con un detrimento de la calidad de vida en de los individuos afectados y gran costo económico y social (12)

Las afecciones al oído asociadas al trabajo son de larga data, es así como ya en Sibaris, en la antigua Grecia, año 600 A.C, los artesanos que trabajaban con el martillo, eran obligados a desplazarse fuera de la ciudad para evitar las molestias a otros ciudadanos. Plinio el viejo, en su tratado de historia natural, observó que muchas personas que vivían junto a las cataratas del Nilo sufrían de sordera. Bernardino Ramazzini, (1713) describe el riesgo de los herreros de sufrir sordera. A finales del siglo XIX, con el advenimiento de la máquina de vapor y la iniciación de la era industrial, aparece el ruido como un importante problema de salud pública. Desde ese momento empieza a documentarse la sordera de los trabajadores expuestos, tales como los forjadores y los soldadores. Fosbroke, en 1831, mencionó la sordera de los herreros y Wittmarck hizo lo propio en 1907, al mostrar el efecto histológico del ruido en el oído; en 1927, McKelvie y Legge informan acerca de la sordera de los algodoneros; en 1939, Larsen (3) describe la sordera de los trabajadores en astilleros y, en 1946, Kristensen se refiere a la sordera de los aviadores y de los tripulantes de submarinos. (2)

La hipoacusia o pérdida de la capacidad auditiva es una condición prevalente que origina trastornos como la incapacidad para la comunicación personal, reduce la calidad de vida del ser humano y su socialización; de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), la hipoacusia ocupa el tercer lugar entre las patologías que involucran años de vida con discapacidad (Years lived with disability, YLDs) luego de la depresión y lesiones no intencionadas, es reconocida como una discapacidad crónica que afecta alrededor del 5%

de la población mundial y que se incrementa, conjuntamente con el avance de la civilización; lamentablemente los procesos de la vida diaria como el transporte público, los trabajos propios de la construcción, etc. generan ruido, y es parte de esta exposición diaria y permanente de las personas la que provoca daño acumulativo. Cifras de la misma OMS, estiman que 360 millones de personas en el mundo viven con hipoacusia que les genera algún tipo de discapacidad, en Estados Unidos y en la Comunidad Económica Europea la hipoacusia está entre las tres enfermedades profesionales más frecuentes. La OPS refiere una prevalencia promedio de hipoacusia del 17% para América Latina, en trabajadores con jornadas de 8 horas diarias, durante 5 días a la semana con una exposición que varía entre 10 a 15 años.

En Chile, según estadísticas de la Asociación Chilena de Seguridad (ACHS), el 80% de las indemnizaciones por enfermedades profesionales se deben a hipoacusia. Considerando que el daño al oído es irrecuperable, pero es prevenible se han dictado leyes y normas sobre tiempos, niveles de exposición y formas de vigilancia, las cuales pretenden generar impacto sobre la población expuesta en los diferentes lugares de trabajo. Se considera que las personas mayormente afectadas se desempeñan en diversos oficios e industrias, entre las que destacan la gran minería, la construcción, la industria de la madera y las metalmecánicas como los principales rubros generadores de ruido ocupacional. Sin embargo y a pesar de todos los esfuerzos realizados que han significado una tendencia a la disminución de las enfermedades profesionales, la hipoacusia laboral continúa siendo una de las principales causas de enfermedad profesional en los trabajadores Chilenos, posicionándose como la quinta enfermedad según diagnóstico médico. (5)

El Programa de la Organización Mundial de la Salud para la Prevención de la Sordera y la Discapacidad Auditiva, se ocupa del desarrollo y promoción de estrategias para la prevención de las principales causas de discapacidad auditiva y sordera que constituyen problemas de salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) realizó una evaluación de la carga mundial de enfermedades derivadas del ruido ocupacional. Los lugares de trabajo ruidosos tienen un gran impacto en la salud en todo el mundo. Millones de años de vida sana se pierden debido a la pérdida auditiva inducida por el ruido laboral. En todo el mundo, el 22% de la pérdida auditiva incapacitante en los hombres se debe al ruido laboral. Los hombres generalmente están más expuestos que las mujeres al ruido excesivo en el lugar de trabajo. (14)

La presente investigación pretende estimar la prevalencia de daño auditivo en trabajadores de una empresa Minera de la Región Metropolitana en el año 2018; dado los

resultados obtenidos del análisis de una base de dato de audiometrías realizadas al personal de ésta empresa durante ese mismo año, es que se espera llenar un vacío de información que existe a nivel nacional con respecto a la problemática sobre la prevalencia de daño auditivo asociado a este sector productivo; la información encontrada por el investigador relata resultados sobre enfermedades profesionales pero no fue posible disponer de información relacionada a prevalencia de daño auditivo.

## MARCO TEÓRICO

### El sentido de la Audición

La audición es uno de los sentidos más importantes del ser humano; no solamente permite relacionarse unos con otros a través del lenguaje, sino que además el lenguaje permite a los seres humanos la comunicación a distancia y a través del tiempo por lo que ha tenido una participación decisiva en el desarrollo de la sociedad y sus numerosas culturas. El lenguaje es la principal vía por la que los niños aprenden y ejerce un rol nuclear en el pensamiento y el conocimiento. La percepción del sonido nos da la posibilidad de acercarnos a las personas, comunicarnos con ellas y transmitirles emociones, es por ello que un niño calma su llanto al escuchar el arrullo y la voz de su madre, gracias a la audición podemos sentir miedo, alegría o tristeza según sean los sonidos o la música que escuchamos, de allí la importancia de la música incidental de las películas. (6)

### Antecedentes

La hipoacusia es uno de los trastornos de los sentidos más frecuentes en el ser humano y puede presentarse a cualquier edad. Se calcula que cerca del 10% de la población adulta muestra algún grado de alteración en la audición, el 33% de personas mayores de 65 años tiene hipoacusia de magnitud suficiente como para necesitar prótesis auditiva (1). Se estima que un tercio de la población mundial y el 75 % de los habitantes de ciudades industrializadas padecen algún grado de sordera o pérdida auditiva causada por exposición a sonidos de alta intensidad.

Dentro de las enfermedades que generan pérdidas auditivas, la hipoacusia sensorineural (asociada al trabajo) es una de las más comunes. Es así como la Organización Panamericana de la Salud, refiere una prevalencia promedio de hipoacusia sensorineural del 17 % para América Latina, en trabajadores con jornadas de 8 h diarias, durante 5 días a la semana con una exposición que varía entre 10 a 15 años (1). En Estados Unidos la pérdida auditiva inducida por exposición a ruido de origen industrial es una de las enfermedades ocupacionales más frecuentes, Masterson y col. (2015), indican que la Hipoacusia sensorio neural es la enfermedad laboral más común en Estados Unidos y una de sus importancias radica en que es prevenible. Chadambuka y col (2013), colocan a la hipoacusia laboral como la tercera causa de enfermedad asociada al trabajo en Zimbawue;

así como también indican que la falta de programas de salud auditiva en los países en desarrollo provoca que la prevalencia de esta enfermedad v/s la misma prevalencia de hipoacusia sensorio neural en países desarrollados sea 10 veces mayor. (13 y 32).

Con relación a la prevalencia de esta enfermedad según sectores productivos, la mayor exposición al ruido laboral y los riesgos de pérdida auditiva se encontraron entre los trabajadores de la minería y la construcción, según Tak et al 76% de los mineros de EE. UU. reportaron sobre una exposición peligrosa al ruido, mientras que Masterson et al informaron una estimación de la prevalencia de pérdida auditiva de casi el 30% entre los mineros de ese país. (32,35)

Todo lo anterior genera diversas consecuencias no sólo para las personas que padecen esta enfermedad, sino también para los organismos de salud que deben atender a los trabajadores y finalmente para el Estado, el cual debe, en los casos más extremos asumir la pérdida de mano de obra y pensionar a trabajadores en edad productiva.

En Chile la hipoacusia laboral está incluida dentro del grupo de enfermedades que ocurren por exposición a factores de riesgo en el trabajo, en este caso el Ruido, las cuales se encuentran cubiertas por la ley de "Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales" N°16744 y de acuerdo a datos de la Asociación Chilena de Seguridad (2011) corresponde al 80% de las incapacidades permanentes originadas por Enfermedades Profesionales (4,5). Además, la hipoacusia por exposición a ruido corresponde a la "tercera causa de consultas de sus afiliados después de las dermatitis y las lesiones músculo-esqueléticas" (5,10) situación similar a la que ocurre en países como Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Italia, Portugal, Suiza y Suecia donde la hipoacusia está ubicada entre las tres enfermedades profesionales más frecuentes (5). Sin embargo, al momento de buscar estadísticas asociados a este fenómeno al autor no le fue posible encontrar dicha información. Finalmente, en la primera Encuesta Nacional de empleo, trabajo, salud y calidad de vida de los trabajadores/as en Chile (ENETS 2009-2010), éstos reconocen dentro de los primeros 6 problemas de salud asociado al trabajo la pérdida de audición.

## Fisiología de la Audición

El oído humano se divide para su estudio en tres porciones, según la ubicación en el cráneo: oído externo, medio e interno. Los estímulos acústicos se trasladan a través de dichos segmentos del oído, obteniendo su conversión a impulsos nerviosos.

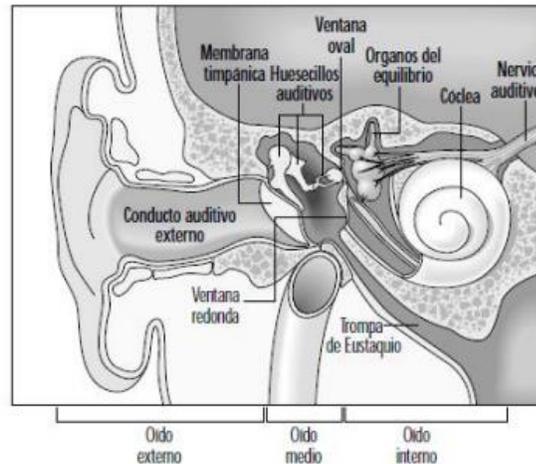


Figura 1: Diagrama del oído. Fuente Vasquez Palacios 2016

Anatómicamente su primera porción, el oído externo, está formado por el pabellón auricular, el conducto auditivo externo y la membrana timpánica; las dos primeras formaciones anatómicas funcionan como elementos de protección de las estructuras más internas del oído, así como también hacen el rol de caja de amplificación de las ondas auditivas transmitiendo las ondas sonoras propagadas a través del aire hasta la membrana timpánica. A continuación, y separado del oído externo por el tímpano, se encuentra el oído medio, la importancia de éste para el sentido de la audición es alojar a la cadena oscilar formada por los huesecillos auditivos (martillo, yunque y estribo), los cuales transmiten el movimiento del tímpano al oído interno a través de la ventana oval. El sistema tímpano-oscilar actúa como un adaptador de fase aumentando la energía de entrada, adecuando la diferencia de impedancias entre el medio aéreo gaseoso externo y el líquido del oído interno. (11,36,37). La membrana timpánica tiene una superficie aproximada de  $60 \text{ mm}^2$  y la ventana oval de  $3,2 \text{ mm}^2$ , esta diferencia hace que, por la concentración de la energía, el aumento de esta corresponda aproximadamente a 26 dB. Funcionalmente el mecanismo de palanca que ejerce la cadena de huesecillos auditivos mejoraría la intensidad en 2.3 dB; como resultado final, el incremento total dado por el sistema tímpano-oscilar estaría en el

orden de los 30 dB (11,36). Finalmente, alojado en la cavidad ótica y en el segmento anatómico conocido como el peñasco se encuentra el oído interno. En esta porción de la cavidad auditiva se aloja el órgano más importante de la audición, la Cóclea, la cual se encuentra constituida por un saco membranoso envuelto por una cubierta ósea que tiene una forma enrollada en espiral sobre su mismo eje generando una formación similar a la de un caracol. En el oído interno también se encuentran el Vestíbulo y los canales semicirculares; ambas estructuras son responsables del equilibrio. La Cóclea se divide a lo largo de toda su longitud en dos pisos; la rampa vestibular (superior) y la rampa timpánica (inferior), que se desarrollan en paralelo en el interior del hueso temporal. Ambas están separadas por la membrana basilar o lámina basilar. Sobre la lámina timpánica, dispuesto sobre toda su longitud, se encuentra el conducto coclear. Sobre la membrana basilar y a lo largo de ella se apoya directamente el órgano de Corti, en el cual se encuentran dispuestas las células ciliadas externas y las células ciliadas internas conocidas como las células sensoriales auditivas. Las células ciliadas internas tienen una importancia fundamental en la audición dada su responsabilidad en la traducción del estímulo acústico. De las células ciliadas internas se forman unas terminaciones nerviosas que constituyen el Nervio auditivo o Nervio vestíbulo coclear y se dirigen al tronco encefálico, y de aquí al lóbulo temporal del cerebro, que es el área de la corteza cerebral responsable de la percepción de los estímulos acústicos.

### **Fisiopatología del daño Auditivo**

La sensación sonora que percibe el oído, tanto sonido como ruido, dependen de la dirección, en forma de vector, que toman las ondas sonoras desde el oído externo constituido por el pabellón auricular, conducto auditivo externo y membrana timpánica, hacia el oído medio y a posterior hacia el oído interno hasta llegar a el Caracol Auditivo o Cóclea. Esta transmisión de energía se inicia como un estímulo mecánico en el aire y se transmite progresivamente por las estructuras del órgano de los sentidos hasta llegar a un medio acuoso en la Cóclea (1,2,4). Este impulso mecánico es transformado en un estímulo neurológico y conducido hacia el cerebro por las células ciliadas del órgano de Corti dentro la Cóclea. Esta función depende de la integridad estructural de estas células, del ambiente que las rodea y de las estructuras vasculares locales. (1,4)

El área más sensible a los ruidos se encuentra a unos 10 mm de la ventana oval y es la de los receptores de 4000Hz; por lo tanto, la frecuencia audiométrica que a menudo

se afecta por los ruidos es esta misma, por lo tanto los audiogramas de las personas que trabajan en sitios ruidosos suelen arrojar una pérdida máxima en esta frecuencia aunque no son nada raras las pérdidas entre 2000 a 8000 Hz. (4,30,36). El daño al interior de la Cóclea tiende a establecerse en las primeras etapas de exposición a ruido y en mayor proporción sobre las células responsables de detectar sonidos en el rango de los 3.000 a 4.000 Hz., este daño progresaría dentro de la primera década de exposición, para luego alcanzar una meseta (4). En la medida que la persona siga expuesta a ruido las células de la Cóclea seguirán deteriorándose; es así como el siguiente grupo de células que sufren daño son las responsables de detectar las frecuencias de 6000 Hz seguido, aunque de forma más lenta, por las que detectan las frecuencias de 8.000 y 2.000 Hz, respectivamente. (4) En la mayoría de los casos esto causará en el trabajador expuesto, un déficit auditivo sensorineural bilateral y simétrico. (4, 10) La respuesta próxima al deterioro auditivo es un abombamiento temporal de la sensación auditiva, la que cambia el umbral del sujeto desde un ruido apenas audible hacia un nivel más alto de ruido por un período de horas (10). Este desplazamiento transitorio del umbral auditivo certifica y evidencia exposición del trabajador a dosis elevadas de ruidos. Si la exposición al agente dañino es continua en términos de intensidad y tiempo, este desplazamiento temporal del umbral se convertirá en permanente. Anatómicamente, se puede observar que las células ciliadas externas son más susceptibles al daño por ruido que las células ciliadas internas (4,10,35,38). Los desplazamientos transitorios del umbral se correlacionan en mejor forma con un enlentecimiento en la función de los estereocilios de las células ciliadas externas, lo que podría traducirse en una escasa respuesta al estímulo sonoro (4). Los desplazamientos de forma permanente de este umbral se relacionan con una disfunción, en primera instancia y luego, pérdida de los cilios adyacentes a las células que en principio resultan dañadas por la exposición permanente a ruido. Con una exposición más prolongada el daño puede ir desde la pérdida de las células de soporte hasta la disrupción completa del órgano de Corti. (4, 10). El daño auditivo inducido por ruido o hipoacusia es del tipo sensorineural, nunca mixta, generada por la exposición continua al ruido. Se presenta en forma gradual, bilateral, simétrica y recuperable sólo en su inicio. (10)

## **Sonido y Ruido**

La física define el sonido como una vibración que se propaga a través de un medio elástico (sólido, líquido o gaseoso); ahora bien, cuando se hace referencia al sonido audible por el oído humano, se define como una sensación percibida en el órgano auditivo,

producida por la vibración que se propaga por un medio elástico en forma de ondas. (19,20, 21). Por otro lado, y con relación directa a la definición de sonido, el ruido se define como un sonido no deseado y molesto, el cual impide la comunicación entre dos personas (4,6,14,16). En muchos lugares de trabajo, el ruido es considerado como un peligro primario que amenaza la salud humana y que daña de forma irreversible el sentido de la audición (14). El ruido puede conducir a serios problemas de salud, tales como el deterioro de atención, ansiedad, trastornos del sueño, depresión; sin embargo, el más conocido de estos efectos es la pérdida de audición inducida por el ruido que comúnmente se estudia debido a su carácter irreversible (14,15). Una condición particularmente especial, que presenta el ruido y que aumenta su potencial deletéreo es que, a diferencia de otros contaminantes ambientales, éste presenta un carácter acumulativo en el hombre en función del tiempo de exposición, es así como la exposición a ruido durante un periodo significativo da a lugar a la pérdida de la audición. En etapas tempranas la audición pérdida por el ruido es recuperable siempre y cuando el trabajador cese la exposición a niveles perjudiciales; sin embargo y ante la exposición permanente a ruido, el daño se torna irreversible ocurriendo una enfermedad ocupacional conocida como Hipoacusia Sensorineural. (4,6,14)

De acuerdo a lo presentado por la Dra Pueyo en sus Tesis doctoral, la pérdida de la audición inducida por el ruido es una de las 3 principales causas de enfermedad asociada al trabajo y es responsable de forma directa o indirecta del 11% de los accidentes laborales en España, generando discapacidad auditiva permanente como resultado de la exposición prolongada a altos niveles de ruido (15); tal como fue mencionado anteriormente en Chile según el análisis realizado por el Dr García de la Asociación Chilena de Seguridad, la hipoacusia se encuentra dentro de las cinco enfermedades profesionales declaradas en esa Mutualidad (5), siendo esta exposición excesiva a ruido, la causa más común de pérdida de la audición, algunas de ellas relacionada con actividades profesionales (16), incluso los niveles de ruido moderado, supone que causa sólo cambios temporales en los umbrales auditivos ("temporal" HAIR), actualmente se sabe que causan sinaptopatía coclear y posterior neuropatía (16,17).

La exposición continua a ruido superior a 85 dB(A) en 8 horas de exposición, provocará una pérdida gradual de la audición en un número significativo de individuos, y los ruidos de mayor intensidad aceleran este deterioro progresivamente, si no se controla la exposición. (16,21,22,23).

La exposición prolongada a niveles de ruidos por encima del nivel de acción superiores a 80 dB (A) (según Instructivo para la aplicación del DS N° 594/99 del MINSAL, título IV, párrafo 3 agentes físicos-ruido, ISP Chile) puede causar pérdida de la audición inducida por ruido (PAIR), una deficiencia auditiva del tipo sensorineural bilateral (27). Generalmente el primer signo de daño auditivo del tipo PAIR, es una caída en el audiograma en las frecuencias de 3000, 4000 ó 6000 Hz con recuperación a los 8000 Hz, si la exposición a ruido no cesa y no existen mecanismos que protejan al trabajador del ruido esta caída puede profundizarse y progresar hacia las primeras frecuencias del Audiograma.

En Chile el Decreto Supremo N° 594, que aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, muestra la relación nivel de ruido y tiempo a los cuales puede estar expuesto un trabajador; considerando una tasa de cambio de 3 dB, esto quiere decir que cada vez que el nivel de ruido aumenta en 3 dB el tiempo permitido se reduce a la mitad, por ejemplo, para un tiempo de exposición de 8 horas, el límite máximo permitido es de 85 dBA, para 88 dBA será de 4 horas y para 91 dBA será de 2 horas. Por otra parte, no se permiten exposiciones superiores a 115 dBA, sin el uso del elemento de protección personal en el caso de exposición a ruido continuo o intermitente, ni superiores a 140 dBC peak, en el caso de exposición a ruido de impacto, cualquiera sea el tipo de trabajo. Todos los límites máximos permitidos señalados en el D.S. 594, no consideran el uso de elementos de protección auditiva (16,24,33).

### **Factores asociados al Daño Auditivo**

El método más común para valorar el Daño Auditivo Inducido por Ruido (DAIR) es medir el umbral de audición para tonos puros para las diferentes frecuencias, esto constituye la audiometría tonal liminar o audiometría convencional. En este sentido, el incremento del umbral expresado en decibeles se denomina pérdida auditiva por ruidos (PAIR).

Los audiogramas típicos que ilustran la progresión gradual de la pérdida auditiva inducida por ruido en función del tiempo resumen ciertas características; de acuerdo a los autores Baixadi, Torres y Espinosa, la progresión tiene cuatro etapas:

- Curva A: Típica del comienzo “muesca de calderero”. Alteración Mínima. Estocoma de 25 a 40 dB a 4000 Hz

- Curva B: Progresivo ensanche y profundización de la muesca, al persistir la exposición (60 dB de pérdida auditiva). Corresponde a la destrucción de las células ciliadas externas
- Curva C: Lesión de las células ciliadas internas, desaparición completa de la percepción para los tonos de alta frecuencia.
- Curva D: Afectación progresiva y creciente de las frecuencias más bajas, aunque persiste la mayor pérdida para las frecuencias altas

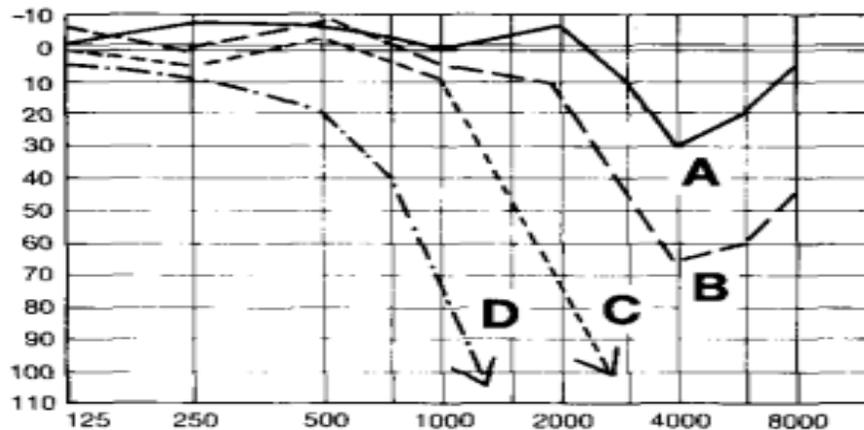


Figura 2, Audiogramas típicos que muestran la progresión gradual de la pérdida auditiva inducida por ruido en función del tiempo, desde un escotoma simple centrado en 4000 Hz (curva A), hasta una pérdida severa para las frecuencias altas con compromiso pronunciado para las frecuencias intermedias (30)

**Frecuencias:** Las frecuencias de 2000 a 4000 Hz presentan mayor deterioro auditivo que las frecuencias inferiores a 2000 Hz y las superiores a 4000 Hz; esto quiere decir que el daño es mayor para los ruidos de frecuencia intermedia, si la intensidad y la duración de la exposición se mantienen. En relación a las frecuencias del ruido Dobie (Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1995), indica que el primer daño ocurrirá en las frecuencias de 3000, 4000 y 6000 Hz cuando existe exposición a ruidos mayores de 85 dB(A) por más de 8 horas (31).

**Intensidad y Tiempo:** La pérdida auditiva inducida por ruido aumenta en función de la intensidad del ruido y el tiempo de exposición; La lesión auditiva aparece por encima de los 80 dB(A) y la probabilidad de daño aumenta según aumenta la intensidad del nivel de presión sonora continuo equivalente diario y los años de

exposición (21,31); En una situación de trabajo con un ruido de intensidad constante, a medida que pasa el tiempo, el incremento del deterioro auditivo se aproxima a una función exponencial, de forma que es rápido el principio, tornándose después más lento (31) En este contexto investigaciones como Fernandes Márcia; Thaís Catalani Morata (Brasil 2002); Landen D, Wilkins S, Stephenson M, McWilliams L (EEUU 2004); entre otros indican la relación entre Intensidad del ruido y el daño asociado(26).

**Condiciones materiales del trabajo:** Dependiendo del lugar de trabajo. es lógico suponer que el DAIR, será distinto según se realice al aire libre o en un ambiente cerrado, donde existen ecos y reverberaciones (fenómenos de reflexión). También, es probable que el DAIR esté condicionado al funcionamiento único o simultáneo de varias máquinas (30)

**Traumatismos Craneales:** de acuerdo con Barxadi Beso, A; Torres Carratala, V; Espinosa Fernández, resulta lógico suponer que los traumatismos craneales son un factor etiológico más para incrementar el daño auditivo inducido por ruido

**Sexo:** si bien es cierto reconocer que la mayor cantidad de trabajadores que presentan daño son de sexo masculino, esto tiene que ver principalmente con la no irrupción de las mujeres en estas áreas de trabajo; sin embargo, con el aumento de dotaciones de mujeres en puestos de trabajo con exposición a ruido este fenómeno debería cambiar. Para el investigador no fue posible encontrar información sobre este punto.

**Edad y experiencia:** el proceso de envejecimiento natural determina un daño de la Cóclea el cual se conoce como presbiacusia; sin embargo y dado que varios autores indican que los daños auditivos asociados a una exposición laboral a ambientes con ruido comienzan luego de 10 a 15 años, por lo tanto, la edad no debería ser un factor determinante para el daño. Lo anterior se relaciona con la investigación realizada por A Chadambuka , F Mususa y S Muteti, en Zimbahue (2013) donde la mayor cantidad de trabajador con daño auditivo se encontraron entre los 29,1 hasta los 49 años (13)

Otros factores son lesiones óticas pre-existenetes, susceptibilidad individual y ritmo.

## **Antecedentes Legales**

Diversos cuerpos legales actúan como elementos normativos de la salud auditiva de los trabajadores. Es así como en los últimos años el Ministerio de Salud desarrolló una normativa de control para la salud auditiva en el trabajo, dando origen a un protocolo que establece los requerimientos mínimos para la implementación de programas de vigilancia ambiental y de la salud de los trabajadores con exposición ocupacional a ruido así como también, la derivación del trabajador post determinación del daño, en cuando a la intervención de puesto de trabajo, rehabilitación, reeducación profesional y derivación médico legal; este protocolo se llama PREXOR.

### **Protocolo Prexor:**

Prexor es Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido, promulgado por el Ministerio de Salud de Chile en el año 2011, que entrega las directrices para la elaboración, aplicación y control de los programas de vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos al agente ruido, y de los ambientes de trabajo en todos los rubros, con el propósito de evitar el deterioro de la salud de los trabajadores. Este protocolo es la herramienta fundamental para el control del ruido en los lugares de trabajo dado su carácter preventivo; es así pues que enmarca los procedimientos que permiten detectar de forma precoz a los trabajadores con problemas de audición debido a la exposición ocupacional a ruido. Su objetivo es disminuir la incidencia y prevalencia de hipoacusia de origen ocupacional estableciendo criterios comunes sobre el concepto de exposición, para efectuar el seguimiento y establecer los plazos en las acciones preventivas y sanitarias. Para este estudio este protocolo enmarca de forma concreta y útil la periodicidad de controles ambientales y personales determinando según puesto de trabajo los niveles de riesgo en virtud de la exposición a ruido.

PREXOR se aplica a todos los trabajadores y trabajadoras expuestos ocupacionalmente a ruido, quienes debido a la actividad que desempeñan, pueden desarrollar una Hipoacusia Sensorineural Laboral (HSNL) por dicha exposición. Este protocolo está destinado a los profesionales con formación en Salud Ocupacional, quienes deben velar por la salud de los trabajadores/as, con el fin de brindar herramientas basadas en la evidencia, para la atención integral de quienes están expuestos/as ocupacionalmente a ruido en los lugares de trabajo (28)

En este protocolo se describen los cuerpos legales relacionados con la protección de la Salud Auditiva de los trabajadores expuestos a ruido; a continuación, un presenta un resumen:

<b>Cuerpo Legal</b>	<b>Artículo legal</b>	<b>Descripción</b>
Constitución del Estado	Artículo N°19 Inciso N°9	Establece el derecho a la protección de la salud
Código Sanitario	Título Tercero	Rige todas las materias relacionadas con el fomento, protección y recuperación de la salud de los habitantes de la República. En su Título Tercero "De la Higiene y Seguridad del Ambiente y de los Lugares de Trabajo"
	Artículo N°67	Es responsabilidad del Servicio Nacional de Salud velar por el control de todos los factores del medio ambiente que afecten a la salud , seguridad y bienestar de los habitantes
	Artículo N° 68	Un reglamento contendrá las normas sobre condiciones de saneamiento y seguridad de todos los territorios nacionales y sus instalaciones
Código del trabajo	Artículos N° 12, 153, 183-A, 183-B, 183-E, 183-AB, 184 a 193, 209a 211, 506	Rige las relaciones laborales entre empleadores y empleados.
Ley N° 16744	Título VII	
Ministerio del Trabajo y Previsión Social, Seguro Social	Artículo 65:	Describe la competencia del Servicio nacional de Salud en materia de supervigilancia y fiscalización de la prevención, higiene y seguridad de todos los sitios de trabajo.

contra Riesgos por Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales	Artículo N° 68	Indica la obligatoriedad de las empresas para implementar todas las medidas de higiene y seguridad que prescribe el Servicio Nacional de Salud o el organismo administrador del seguro.
	Artículo N° 71:	Describe la obligatoriedad que tiene la empresa con relación a trasladar a otro lugar de trabajo donde no exista riesgo de exposición a un trabajador que presente alguna afectación a su salud por la exposición a un riesgo; además obliga a las empresas a autorizar a sus trabajadores a asistir a exámenes citados por servicios médicos y detalla que los trabajadores expuestos a riesgos neumoconiógenos deben realizar un control radiográfico.
Ley N° 20123; Ministerio del Trabajo y Previsión Social		Regula el trabajo en régimen de subcontratación, el funcionamiento de más empresas de Servicios Transitorios y el contrato de trabajo de Servicios Transitorios
Ley N° 19937; Ministerio de Salud		Regula la nueva concepción de Autoridad Sanitaria, Modalidades de Gestión y fortalece la Participación Ciudadana
Ley N° 19628 Ministerio Secretaría General de la Presidencia		Regula materias sobre la protección de la vida privada o protección de datos de carácter personal
DS N°594/99; Ministerio de Salud, Reglamento sobre	Artículo N°3	Describe la obligatoriedad de la empresa para mantener los lugares de trabajo con condiciones sanitarias y ambientales necesarias para proteger la vida y la salud de los trabajadores que en ellos se desempeñen;

condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo		sin distinción de trabajadores propios o contratistas
	Artículo N°37	Indica que deberá suprimirse de los lugares de trabajo cualquier factor de peligro que pueda afectar la salud o integridad de los trabajadores
	Párrafo III Artículos N°70 a 82	Describe todo lo relacionado al Ruido en el trabajo.
	Título VI, Artículo N°117	Describe la función de laboratorio nacional del instituto de Salud Pública de Chile
DS N101/68 Ministerio del Trabajo y Previsión Social; Reglamento para la aplicación de la Ley N°16744	Artículo N°72	Indica que el organismo administrador del seguro debe incorporar a la entidad empleadora a sus programas de vigilancia médica al momento de establecer en ella presencia de factores de riesgo
DS N° 109/68 Ministerio del Trabajo y Previsión Social; Reglamento para la calificación y evaluación de los accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, de acuerdo a lo	Artículo N° 21	Describe las competencias de las autoridades pertinentes sobre la actuación de los organismos administradores del seguro

establecido en la Ley N° 16744. Modificado DS 73/05		
DS N° 73/05 Ministerio del trabajo y Previsión Social		Establece modificaciones en el reglamento para la aplicación de la Ley N° 16744, contenidos en el Decreto Supremo N° 101/68 del Ministerio del Trabajo y Previsión Social y del DS 109/68 del Ministerio del trabajo y Previsión Social
DS N° 40/69, Ministerio del Trabajo y Previsión Social.	Artículo N° 2	Indica la correspondencia del Servicio Nacional de Salud la fiscalización de las actividades de prevención que desarrollan los organismos administradores del seguro
Reglamento sobre	Artículo N° 3	Las Mutualidades de empleadores están obligadas a realizar actividades de prevención
Prevención de Riesgos Profesionales	Artículo N° 21	Describe sobre la obligación de informar los riesgos por parte de los empleadores a sus trabajadores
	Artículo N° 22	Indica la obligatoriedad de los empleadores sobre la mantención de equipos y dispositivos técnicamente necesarios para reducir a niveles mínimos los riesgos presentes en el trabajo
DS N° 54/69, Ministerio del Trabajo y Previsión Social		Reglamento para la constitución y funcionamiento de los comités Paritarios de Higiene y Seguridad

DS N° 18/82, Ministerio de Salud		Certificación de calidad de Elementos de Protección Personal contra Riesgos Ocupacionales.
DS N° 76/06; Ministerio del Trabajo y Previsión Social		Reglamento para la aplicación del artículo N° 66 Bis de la Ley N° 16744, sobre la Gestión de la seguridad y Salud en el trabajo en obras, faenas o servicios que indica
DS N° 168/96, Ministerio del Trabajo y Previsión Social		Reglamento para la constitución y funcionamiento de los comités paritarios de Higiene y Seguridad Sector Público
Ds N° 1222/96, Ministerio de Salud		Reglamento del Instituto de Salud Pública de Chile
Circular 3G/40 del 14/03/83 y sus modificaciones, Ministerio de Salud		Instructivo para la calefacción y evaluación de las enfermedades profesionales del reglamento DS N° 109/1968 de la Ley N° 16744

Tabla N°1: Resumen cuerpos legales referentes a las acciones tendientes a proteger la salud de aquellos trabajadores expuestos a ruido. (28)

### **Empresa Minera de la Región Metropolitana**

Esta empresa pertenece a una de las operaciones desarrolladas por un gran consorcio internacional el cual cuenta con operaciones en los cinco continentes; dentro de su línea de negocios posee siete unidades; platino, diamantes, cobre, níquel, mineral de hierro, carbón metalúrgico y carbón térmico. Sus acciones se transan principalmente en la Bolsa de Valores de Londres. Tiene como objetivo ser la compañía minera líder a nivel mundial, lo que significa convertirse en la inversión, el socio y el empleador preferidos. La gestión de excelencia de sus activos y el compromiso con una minería segura y sustentable son dos prioridades para la compañía. Es así ya que, dentro de los reportes de productividad y de acuerdo a lo revisado el año 2010 esta empresa produjo más de 210 mil

toneladas de cobre en al año. Por tanto, estamos en presencia de una empresa que trabaja a nivel de la gran Minería y con estándares asociados también a ese nivel de producción. La Seguridad y Salud en el trabajo en este gran consorcio es reconocido como un principio orientador corporativo en el cual se declara el compromiso a desarrollar nuevos programas que desarrollen temas de Seguridad y Salud, dentro de sus valores la Seguridad, entendida esta como un pilar, asociado a que corporativamente este consorcio entiende que todas las lesiones pueden ser prevenidas y que trabajando todos los estamentos alineados pueden desarrollar una cultura en seguridad que posicione a ésta como una forma de vida para todos sus empleados, dentro y fuera del lugar de trabajo.

### **Sistema de gestión para el control de la exposición laboral a ruido de la Minera de la Región Metropolitana.**

Dentro de los lineamientos de Seguridad y Salud en el trabajo, la empresa Minera de la Región Metropolitana cuenta con un sistema integrado de gestión para el control de ruido, este sistema en sí es concordante con el propósito de PREXOR el cual indica la necesidad de controlar el ruido laboral en todos los puestos de trabajo con el fin de preservar su salud auditiva, previniendo y detectando precozmente el daño auditivo, en este contexto se presenta el concepto de “**Cero Daño**” en Salud Ocupacional; este concepto determina acciones concretas para mantener un equipo de trabajo sano y productivo mediante la gestión efectiva de los riesgos de salud ocupacional en todas sus operaciones.(31) El Sistema de gestión de Riesgo por Exposición a Ruido se encuentra alineada con la Política que incorpora la visión del Cero Daño, es decir evitar cualquier daño y enfermedad ocupacional empleando controles jerarquizados, priorizando la eliminación, sustitución, medidas de ingeniería; evitando así el riesgo de exposición a ruido de los trabajadores que desempeñan labores en su faena.

Para la creación de este sistema de gestión las empresas Mineras de la Región Metropolitana han favorecido la participación de sus trabajadores en su implementación de la siguiente manera:

- Favoreciendo la participación en capacitaciones sobre distintos temas de salud ocupacional
- Generando reportes sobre cualquier incidente de salud
- Selección y uso de Elementos de Protección Personal adecuados;
- Levantamiento de reportes u observaciones a través del comité paritario de Higiene y Seguridad.

Uno de los aportes más significativos de este sistema es que, indica responsabilidades específicas para cada estamento de la organización desde su estamento Gerencial hasta sus operadores; esto genera un concepto de pertenencia transversal de la necesidad de protección a la salud. En conjunto con las responsabilidades, indica los roles específicos que deben cumplir en materias de vigilancia ambiental, vigilancia médica y capacitación.

Por otro lado, maneja estándares de salud ocupacional definidos e implementados en sus operaciones los cuales se complementan con la normativa legal vigente, siendo en el caso de la empresa minera donde se realizará la investigación los usados para la exposición a ruido los que se indican en tabla 2:

<b>Estándares para Ruido</b>		
<b>ITEM</b>	<b>Empresa Minera de la Región Metropolitana</b>	<b>Normativa Nacional Vigente</b>
Vigilancia Ambiental y Médica	Anglo Occupational Health Way (AOHW)	Ds N° 594 Aprueba el reglamento de condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, Ministerio de Salud de Chile
	AA_GTS 43 Hearing Conservation Programme Estandar	Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido PREXOR-Minsal nov 2011
	ST-AA-PCA v 2.0 Programa de conservación Auditiva	Guía técnica para la evaluación auditiva de los trabajadores expuestos Ocupacionalmente a ruido- ISP
	PROC AA PCA 01_v2 Procedimiento de Evaluación, Control y Monitoreo de Ruido	Instructivo aplicación DS N° 594/68 Ruido- ISP Guía preventiva para los trabajadores expuestos a Ruido-ISP Manual básico sobre las mediciones y toma de muestras ambientales y biológicas en Salud Ocupacional, Instituto de Salud Pública

Protección Auditiva	No existe documento específico	Guía para la selección y control de protección Auditiva-ISP
------------------------	--------------------------------	--

Tabla N°2 Estándares de Salud Ocupacional Minera región Metropolitana. Agente Ruido  
(29)

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

- Estimar la prevalencia de daño auditivo y su relación con variables sociodemográficas y laborales en trabajadores expuestos a ruido de una empresa minera ubicada en Región Metropolitana, durante el periodo comprendido entre 01 de enero 2018 al 31 de diciembre 2018.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar la muestra de trabajadores estudiados en base a parámetros de edad, sexo, nivel de exposición, área de trabajo, cargo, antigüedad laboral y jornada de trabajo.
- Describir la prevalencia de daño auditivo inducido por ruido según variables demográficas y laborales.
- Explorar asociaciones entre las variables sociodemográficas y laborales con la variable respuesta (Sin daño auditivo /Con daño auditivo)

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño de estudio:**

Estudio de descriptivo de corte transversal.

### **Población en estudio y muestra:**

La población a evaluar serán todos los trabajadores de la empresa Minera de la Región Metropolitana los cuales se realizaron audiometría en el contexto del programa de vigilancia médica Prexor, en el periodo comprendido entre el 01 de enero de 2018 al 31 de diciembre de 2018; por lo tanto, es una muestra de tipo censal.

### **Unidad de análisis:**

Cómo unidad de análisis se considera a cada uno de los trabajadores de la empresa quienes fueron sometidos a evaluación de salud en el contexto del programa de vigilancia médica por programa de salud auditiva durante el periodo comprendido entre Enero 2018 a Diciembre 2018 y que cumplan con los criterios de inclusión.

### **Criterios de inclusión**

Todos los trabajadores expuestos a ruido sobre los cuales se debe realizar audiometrías de control en el contexto de programa Prexor y que se encontraban con relación contractual formal, siendo evaluados en el periodo comprendido entre Enero 2018 a Diciembre 2018

### **Criterios de Exclusión:**

Trabajadores del grupo expuesto descrito anteriormente y que indicaron previo a realizar su audiometría de control afecciones a las vías respiratorias altas, gripe, resfriado u otras patologías auditivas.

## Variables de estudio:

Variable	Tipo	Escala de medición	Indicador
Daño auditivo	Cualitativa Categoría	Nominal	Si/No
Edad	Cuantitativa Discreta	Numeral	Años
Sexo	Cualitativa Categoría	Nominal	Hombre/Mujer
Antigüedad Laboral	Cuantitativa Discreta	Numeral	Número de años trabajados por el trabajador en la empresa actual
Área de trabajo	Cualitativa Categoría	Nominal	Gerencia y Superintendencia donde está asignado el trabajador de acuerdo a su cargo
Nivel de Exposición	Cuantitativa	Nominal	Nivel de Riesgo de exposición a ruido según protocolo Prexor: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de riesgo 0</li> <li>• Nivel de riesgo 1</li> <li>• Nivel de riesgo 2</li> <li>• Nivel de riesgo 3</li> </ul>
Cargo	Cualitativa Categoría	Nominal	Cargo que desempeña el trabajador al momento de realización del examen, pudiendo ser <ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrativo</li> <li>• Operador</li> <li>• Mantenedor</li> </ul>
Jornada de Trabajo	Cualitativa Categoría	Nominal	Turno que desempeña el trabajador al momento del estudio, pudiendo ser: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turno día 4x4, cuatro días de trabajo por cuatro libres con horario de 08:00 hrs. a 20:00 hrs. (A)</li> <li>• Turno 4x4: rotativo día y noche con cuatro días de trabajo por cuatro de descanso, dos turnos de día de 08:00 a 20:00 hrs. y dos turnos de noche de 20:00 a 08:00 hrs. (AB)</li> <li>• Turno H 5x2: cinco días de trabajo por dos días libres, lunes a viernes de 08:00 a 17:00 hrs. (ADM)</li> </ul>

## Recolección de datos

Para realizar la recolección de datos se utilizarán datos secundarios provenientes de una base de datos que refleja los audiogramas realizados a personal expuesto a ruido, en el contexto de programa de vigilancia médica Prexor, de la empresa Minera de la Región Metropolitana, durante el año 2018. Estos fueron llevados a planilla Excell para proceder al cálculo de pérdida auditiva y posterior análisis.

Para el cálculo de Daño Auditivo se utilizará lo que indica la circular 3G 40 del 14 de marzo de 1983 del Ministerio de salud de Chile, la que establece que el criterio de daño auditivo empieza cuando el nivel auditivo promedio en las frecuencias de 1000, 2000, 3000, 4000 y 6000 cps exceden los 25 dB.

## **Análisis de Datos**

Se utilizará una base de datos secundaria que recoge los resultados de cada medición de frecuencia a estudiar y algunas variables sociodemográficas y laborales; luego la base de datos será exportada al software STATA 13<sup>o</sup>.

Inicialmente se realizará un análisis exploratorio para identificar duplicados, datos anormales o faltantes. El plan de análisis estadístico se realizará en consonancia con los objetivos específicos propuestos:

- Caracterizar la muestra de trabajadores estudiados en base a parámetros de edad, sexo, nivel de exposición, área de trabajo, cargo y antigüedad laboral.

Para describir cada una de las variables de la muestra (daño auditivo, sexo, edad, área de trabajo, nivel de exposición, horas de exposición y jornada de trabajo) se calcularán medidas de tendencia central y de dispersión según el tipo de variable. Las variables categóricas se presentarán en número y porcentaje y las variables continuas se resumirán en medias, medianas y rangos intercuartiles (RIQ)

- Describir la prevalencia según variables sociodemográficas y laborales.

Para este objetivo se estimará la prevalencia global donde el numerador será el número de casos alterados /total de la población minera evaluada por protocolo Prexor. Para la prevalencia específica por grupos el numerador estará conformado por el número de casos alterados en la variable edad, sexo, antigüedad laboral, exposición a ruido, entre otras.

- Explorar asociaciones entre las variables sociodemográficas y laborales con la variable respuesta (Sin daño auditivo/alterado)

Para explorar los potenciales factores asociados a la presencia o no de daño auditivo se realizó un análisis bivariado y multivariado. Para el análisis bivariado se utilizó test exacto de Fisher o  $\chi^2$  dependiendo del número de observaciones cuando las variables sean de tipo categórica y la prueba t student para las variables continuas. Para el análisis multivariado se utilizó un modelo de regresión logística múltiple. Se considerará un intervalo de confianza (IC 95%) y un valor “p”  $\leq 0,05$  como límite para la significancia estadística.

Todos los análisis estadísticos se realizarán con el programa Excel y software STATA versión 14º.

### **Aspectos Éticos**

Para efectuar este trabajo se solicitó la autorización de uso de datos secundarios al Sr Gonzalo Blanco Pradenas Superintendente de Salud de la empresa Minera de la Región Metropolitana (Anexo N°1). Se respetarán los acuerdos de la declaración de Helsinki en su versión del año 2000. La información obtenida durante este proceso fue de uso exclusivo del personal investigador, manteniéndose en secreto y anonimato los datos, así como también no existen datos que puedan estigmatizar a los trabajadores cuyos datos forman parte del estudio.

Se hará entrega de los resultados a la institución donde se realizó la investigación, el cual contendrá un resumen global con los datos numéricos obtenidos según los objetivos planteados –conservando siempre el anonimato–, con el fin de difundir los resultados, quedando éstos a disposición del Superintendente de Salud Ocupacional No existe ningún conflicto de interés de parte del autor sobre la Investigación.

El proyecto será enviado a revisión al Comité de Ética en Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile para su aprobación.

### **Limitaciones del estudio**

Para el investigador, la principal limitación del estudio es que los registros audiométricos solo corresponden a audiometrías vía aérea y no se cuenta con registros de audiometría vía ósea y logaudiometría, lo que podría sobreestimar o subestimar las prevalencias encontradas.

Se manejará la posibilidad de incurrir en sesgo de información realizando a todos los trabajadores el examen en la misma cámara silente, con el mismo audiómetro; el cual recibe calibración anual por equipo de Mutual de Seguridad. Para evitar errores por parte del trabajador en la entrega de respuestas durante su examen asociados a fatiga o cualquier factor de error, se fijó la realización de las audiometrías previo reposo auditivo de 12 hrs, se solicitó al trabajador retirar el exceso de ropa, se suspendió el examen si el trabajador cursaba algún cuadro respiratorio alto u otológico y se definió realizar el examen antes de las 10:00 am, dado que se asume que luego de esto los trabajadores se exponen a ruido y están iniciando su turno de trabajo. Para disminuir la posibilidad de incurrir en sesgo de observación todos los exámenes fueron realizados por la misma persona en la misma cámara silente en faena. Finalmente, para disminuir la posibilidad de incurrir en sesgo de selección, los trabajadores que presentaron algún inconveniente para realizar su examen asociado a factores personales o propios de su salud, fueron nuevamente citados para realizar su examen; en base a que este estudio considera una muestra de tipo censal y la población está definida por el N° total de trabajadores que se encuentran en programa de vigilancia médica asociada a ruido durante el año 2018.

## RESULTADOS

### **Caracterización la muestra de trabajadores estudiados en base a parámetros de edad, sexo, nivel de exposición, área de trabajo, cargo y antigüedad laboral.**

En el periodo de estudio se analizaron 597 trabajadores Mineros de la región Metropolitana, de los cuales 98,83% (590) son hombres y el 1,17% (7) mujeres. A su vez se describe la distribución de trabajadores según edad, en virtud de esta cifra es posible observar que el grupo etario con más trabajadores corresponden al grupo conformado por los trabajadores cuya edad se encuentra entre los 35 y 49 años con 330 trabajadores (55,3%). Respecto a la antigüedad laboral el 87,2% (497) de trabajadores poseen antigüedad laboral de 0 a 14 años; y sólo un 17,7 % (100) poseen más de 15 años de antigüedad laboral

Con relación al turno de los trabajadores el turno 4x4 AB (4x4 rotativo día y noche) concentra la mayor cantidad de trabajadores con 468 (79,3).

Respecto al cargo de los trabajadores, del total el 94,1 % (562) se desempeñan como mantenedores y operadores.

Por otra parte, y dentro de las variables laborales se muestra la relación de número de trabajadores según el nivel de exposición a ruido; es así que de acuerdo a los resultados el nivel de exposición 0 concentra el mayor número de trabajadores con 336 trabajadores (56,3%). El segundo grupo que concentra la mayor cantidad de trabajadores expuestos a ruido es el nivel de riesgo 2 con 211 trabajadores (35,3%); finalmente el nivel de riesgo 1 y el nivel de riesgo 3 contienen la menor cantidad de trabajadores expuestos a ruido con 47 y 3 trabajadores representando un 7,9% y un 0,5% respectivamente. (Ver tabla 1)

Tabla 1 Características sociodemográficas y laborales de trabajadores Mineros

Variable	Total	%
<b>Sexo</b>		
Hombre	590	98,83
Mujeres	7	1,17
<b>Edad</b>		
20-34	157	26,30
35-49	330	55,28
50 y mas	110	18,43
<b>Antigüedad laboral</b>		
0-14	497	83,25
15-29	85	14,24
30 o más	15	2,51
<b>Turno</b>		
ADM	117	19,60
TURNO A	12	2,01
TURNO AB	468	78,39
<b>Cargo</b>		
ADM	35	5,86
MANTENEDOR	354	59,30
OPERADOR	208	34,84
<b>Nivel de exposición</b>		
DRD < 0,5	336	56,28
DRD 0,5 a 1	47	7,87
DRD 1 a 10	211	35,34
DRD > 10	3	0,50

Fuente: Elaboración propia en virtud a base de datos de resultados audiogramas 2018

### Descripción de la Prevalencia según variables sociodemográficas y laborales.

La prevalencia de daño auditivo fue de **7,04% (IC 95%: 0,5-0,9)** y el total de casos sólo se observó en hombres.

En la tabla 2 se observa que entre los casos de trabajadores que presentaron daño auditivo la edad promedio es de 49,7 años, con una mediana 50,5 y edad máxima 66 años a diferencia de lo que ocurre con los trabajadores sin daño auditivo donde el promedio de edad fue 40,2 años, con una mediana 39 y edad máxima de 65 años ( $p < 0,001$ )

Tabla 2 Descripción de la Edad de los trabajadores según daño auditivo

DAÑO	N	min	p25	p50	p75	max	mean	sd
0	555	24	34	39	46	65	40,2	8,2
1	42	35	44	50,5	55	66	49,7	8,1
TOTAL	597	24	34	40	47	66	41	8,5

Fuente: Elaboración propia en virtud a base de datos de resultados audiogramas 2018

En relación a la antigüedad laboral destaca el amplio rango de años de experiencia de los trabajadores, los cuales van desde los 2,3 años hasta 45,5 años de antigüedad. Además, se observaron diferencias entre los trabajadores que presentan y no presentan daño auditivo en el promedio, mediana y edad máxima de los trabajadores ( $p < 0,001$ ). Ver tabla 3

Tabla 3 Descripción de la antigüedad laboral de los trabajadores según daño auditivo

DAÑO	N	min	p25	p50	p75	max	mean	sd
0	555	2,3	5,2	7,2	11	39,2	9,4	6,7
1	42	2,8	7,6	13,9	26,3	45,5	16,6	10,6
TOTAL	597	2,3	5,4	7,5	11,9	45,5	9,8	7,3

Fuente: Elaboración propia en virtud a base de datos de resultados audiogramas 2018

La tabla 4 muestra las prevalencias y la asociación cruda de las variables cualitativas con la variable respuesta. La prevalencia en hombres fue 7,12%. Respecto a la edad la mayor prevalencia de daño auditivo se observa en el grupo de edad de 50 y más años seguido de 35 a 49 años ( $p < 0,001$ ).

Respecto a las variables edad y antigüedad laboral en ambas se visualiza una gradiente en la prevalencia que aumenta en función del incremento tanto de la edad como de la antigüedad laboral. ( $p < 0,001$ ).

Según el turno de los trabajadores podemos observar que la prevalencia de daño auditivo es mayor entre los administrativos seguido de las personas que realizan el turno

AB; aunque no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Respecto al cargo la prevalencia de daño auditivo también es superior en los administrativos seguido del operador y mantenedor; estas diferencias si fueron estadísticamente significativas con  $p$  de 0,036.

En el caso del nivel de exposición, la prevalencia más alta se observa en aquellos que tienen un nivel de DRD entre 0,5 a 1 seguidos de aquellos que tienen un DRD de 1 a 10 y luego los que se exponen a  $DRD < 0,5$  sin diferencias significativas.

Tabla 4 Descripción de las variables cualitativas según presencia o ausencia de daño auditivo en los trabajadores mineros.

Variable	Daño Auditivo		Total	P - value
	Si	NO		
<b>Sexo</b>				
Hombre	42 (7,12)	548 (92,88)	590	0,464
Mujeres	0 (0)	7 (100)	7	
<b>Edad</b>				
20-34	0 (0)	157	157	0.001
25-49	20 (6,06)	310 (93,94)	330	
50 y mas	22 (20)	88 (80)	110	
<b>Antigüedad laboral</b>				
0-14	24 (4,83)	473 (95,17)	497	0,001
14-29	13 (15,29)	72 (84,71)	85	
30 o más	5 (33,33)	10 (66,67)	15	
<b>Turno</b>				
ADM	10 (8,55)	107 (91,45)	117	0,51
TURNO A	0 (0)	12 (100)	12	
TURNO AB	32 (6,84)	436 (93,16)	468	
<b>Cargo</b>				
ADM	6 (17,14)	29 (82,86)	35	0,036
MANTENEDOR	20 (5,65)	334 (94,35)	354	
OPERADOR	16 (7,69)	192 (92,31)	208	
<b>Nivel de exposicion</b>				
DRD < 0,5	21 (6,25)	315 (93,75)	336	0,665
DRD 0,5 a 1	5 (10,64)	42 (89,36)	47	
DRD 1 a 10	16 (7,58)	195 (92,42)	211	
DRD > 10	0 (0)	2 (100)	3	

Fuente: Elaboración propia en virtud a base de datos de resultados audiogramas 2018

### Explorar asociaciones entre las variables sociodemográficas y laborales con la variable respuesta (sin daño/con daño)

La tabla 5 muestra el modelo ajustado de regresión logística. En el modelo se ingresaron las variables que tuvieron un  $p < 0,05$  en el análisis bivariado. Se observa que las variables cargo y edad mantienen la significancia estadística. En el cargo la medida de asociación se interpreta como que la oportunidad de presentar daño auditivo tanto en mantenedores como operadores es menor en comparación con los administrativos, con un  $OR < 1$ . Esto implica que en el caso de los mantenedores hay 1,56 veces menos probabilidades de presentar casos con daño auditivo respecto a los administrativos y en el caso de los operadores 2,12 veces menos.

Con respecto a la edad el análisis permite determinar que por cada año que aumenta la edad de un trabajador aumenta el riesgo de desarrollar daño auditivo en un 14%.

Tabla 5 Factores asociados a la presencia de daño auditivo en trabajadores mineros. Análisis multivariado.

Variable	OR (IC 95%)	p - value
ANTIGÜEDAD LABORAL		
0-14	1	
15-29	0,81 (0,33-1,99)	0,639
30 o más	0,93 (0,22-3,95)	0,921
CARGO		
ADMINISTRATIVO	1	
MANTENEDOR	0,39 (0,13-1,16)	<b>0,09</b>
OPERADOR	0,32 (0,10-1,02)	<b>0,05</b>
<b>EDAD</b>	<b>1,14 (1,08-1,20)</b>	<b>0,001</b>

## DISCUSIÓN

La Organización Mundial de la Salud ha estimado que la prevalencia mundial de personas afectadas por pérdida auditiva ha aumentado al doble desde los años 1995 a 2004 pasando de 120 millones a 250 millones; este aumento se explica dado el resultado de la exposición al exceso de ruido en los lugares de trabajo; países como Inglaterra, Estados Unidos y en general más desarrollados en Salud Ocupacional cuentan con sistemas estadísticos de reportes de enfermedades y vigilancia médica los cuales permiten realizar acciones concretas en pro de mantener en control el ruido laboral para su población trabajadora; sin embargo y a pesar de esto el daño auditivo progresa sigilosamente sobre los trabajadores expuestos. En Chile el informe anual de estadísticas de seguridad social 2018 publica dentro de los cinco diagnósticos de las denuncias por enfermedades profesionales calificadas, mutualidades e ISL 2016-2018 a las enfermedades laborales asociadas a daño audiológico y dentro de las enfermedades profesionales con alta inmediata las Hipoacusias no especificadas corresponden al segundo diagnóstico más importante en esta categoría (41). Sin embargo, es preponderante considerar que esta calificación se genera cuando el trabajador alcanza un 15% de incapacidad auditiva. Más estadísticas con relación a daño auditivo de trabajadores de los diferentes sectores productivos para el investigado no fue posible encontrar.

### **Caracterización la muestra de trabajadores estudiados en base a parámetros de edad, sexo, nivel de exposición, área de trabajo, cargo y antigüedad laboral.**

Con el objetivo de determinar la prevalencia de daño auditivo en una población de trabajadores de una compañía Minera de la región Metropolitana se realizó un análisis de 597 audiogramas realizados durante el año 2018 a cada trabajador ingresado al Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido, PREXOR. Junto con esto se intentó determinar la existencia de asociación entre daño auditivo y turno de trabajo, antigüedad laboral y nivel de exposición a ruido en las diferentes áreas de trabajo de la faena minera de los trabajadores. En la primera etapa de este estudio se realizó una caracterización de los trabajadores considerando las variables edad, sexo, nivel de exposición, área de trabajo, cargo y antigüedad laboral; los resultados caracterizaron a un trabajador con edad de 40 años promedio, con predominio de sexo masculino, antigüedad laboral que va desde los 2,3 años hasta los 45,5 años, con mayor cantidad de trabajadores desempeñando funciones con cargo de Operadores; en este contexto los datos son correlacionables

con estadísticas presentadas en artículos publicados por el consejo Minero de Chile, uno de ellos Fuerza laboral de la gran minería Chilena año 2019-2028 permite determinar concordancia con los datos obtenidos en este estudio.(40). Con respecto a la edad de los trabajadores se observó que el grupo de trabajadores con daño auditivo presentan una mediana de 49,7 años con una edad mínima de 35 hasta 66 años de edad. Este dato se correlaciona con el estudio de Chadambuka A, et al el cual indicó que la mayor cantidad de trabajadores que presentaron daño auditivo se encontraba en el rango de 29,1 a 44 años.

Un dato importante para desarrollar es que de acuerdo a los datos recolectados de los trabajadores sometidos a este estudio con respecto al sexo destaca la enorme brecha que existe en la fuerza laboral de los hombres con respecto a las mujeres. La OIT consagra en su Constitución la promoción de igualdad de género entre hombres y mujeres; para ello ha promulgado convenios claves con relación a la igualdad de remuneraciones, discriminación en el empleo y ocupación, trabajadores con responsabilidades familiares y protección de la maternidad. Todo lo anterior ha sido reforzado en resoluciones adoptadas por este organismo en sus Conferencias Internacionales del Trabajo; ejemplo de ello son la Resolución relativa a la igualdad de género como eje del trabajo decente adoptada en Junio de 2009, la Resolución relativa a la promoción de la igualdad de género, igualdad de remuneración y protección de la maternidad adoptada en Junio 2005 y la incorporación de la perspectiva de género en la cooperación técnica definida por el Consejo de Administración en Marzo 2005(42). A pesar de esto nuestro país continúa liderando estadísticas internacionales en materia de desigualdad de género; en una publicación de la ONG Trabaja para un hermano; se describe, a partir de datos del INE, la participación de la mujer como fuerza laboral la que sólo alcanza el 48,5% del mercado laboral chileno, número bastante menor al 61% de la participación femenina en el mercado laboral de los países de la OCDE. En el caso de los hombres en Chile, la participación es de un 71,2%, lo que implica una brecha de -22,7 puntos porcentuales en desmedro de las mujeres. Y si bien es cierto la fuerza laboral fémina ha aumentado en la Minería alcanzando un 7,9% (40) este número no es posible reproducirlo en este estudio en función del porcentaje de mujeres participantes de este estudio que alcanzó a un 1,17% y que refleja la poca participación de trabajadoras en áreas productivas de la faena Minera de la región Metropolitana.

Por otro lado, los trabajadores que se encuentran con daño auditivo presentan mayor antigüedad laboral a diferencia con los que no presentan daño y si bien el inicio del daño en la población estudiada es a los 2,8 años de antigüedad es posible observar que la

mitad de los trabajadores presenta daño auditivo luego de 13,9 años de antigüedad laboral. Estos datos se correlacionados con los estudios realizados por Chadambuka A, et al realizados en Zimbahue donde los trabajadores evaluados presentaron daño auditivo luego de 10 a 15 años de exposición a ruido, así como también la publicación de Medina Medina A, et al donde se indica que el daño auditivo se manifiesta en promedio a los 10 años de exposición cuando no se toman las medidas de control adecuadas. Por otro lado y en este mismo ámbito se encontraron diferencias con la publicación del Portal Minero dada la menor antigüedad laboral de los trabajadores incluidos en este estudio; esta diferencia encuentra respuesta en que uno de los atributos de inclusión de trabajadores es la exposición a ruido y por tanto participar del protocolo PREXOR año 2018 y no al análisis completo de la dotación de trabajadores de la empresa Minera año 2018 por lo tanto esta condición es solamente aplicable al universo de estudio y no al universo de trabajadores de la faena Minera. Otro dato para destacar es que en este estudio la mayor cantidad de trabajadores eran Operadores; en esta misma publicación del portal Minero Chileno destacan que la fuerza laboral es mayor en Mantenedores que en Operadores; la explicación de esta diferencia radica en la periodicidad de los exámenes y es que de acuerdo con esta periodicidad es que se define que trabajadores deben ser evaluados anualmente. El protocolo determina periodicidades de evaluaciones de exámenes según nivel de exposición y para este el año 2018 en el grupo a evaluar existían mayor cantidad de Operadores que Mantenedores.

### **Descripción de la Prevalencia según variables sociodemográficas y laborales.**

Para la descripción de la Prevalencia Global en la población de trabajadores ingresados a programa de vigilancia médica PREXOR año 2018 se estimó una cifra de 7,0%; considerando a trabajadores cuyo daño auditivo calculado de acuerdo con el resultado de su audiometría es mayor a 0. Este número es bastante menor al compararlo con el estudio de A Chadambuka , F Mususa y S Muteti (2013) en Zimbawe donde los investigadores establecieron una Prevalencia Global de daño auditivo en su población cercana al 36%, así como también Masterson et al informan una estimación de la prevalencia de pérdida auditiva de casi el 30% entre los mineros de los Estados Unidos de Norteamérica. Mismo dato entregado por la OPS estima una prevalencia de 17% para América Latina de Hipoacusia Sensorioneural (1,13,32)

Esta disminución de la Prevalencia global comparada con otros estudios muestra una visión positiva sobre los sistemas de gestión en Seguridad y Salud con los cuales opera

la faena Minera de la región Metropolitana; uno de ellos es considerar como un valor de la compañía la salud de sus trabajadores. Además, existe el compromiso transversal de cada año disminuir de forma progresiva la exposición a ruido de sus trabajadores a través del cumplimiento de normas legales contenidas en los programas de protección auditiva, pero adicionando normativas internas más duras para el control de ruido en los lugares de trabajo; una de ellas por ejemplo es realizar la evaluación de cambio de trabajo de un trabajador cuando éste presente una audiometría con incapacidad laboral mayor de un 8%.

Con relación a la prevalencia global de daño auditivo por sexo la totalidad de trabajadores que presentaron daño son hombres, lo que dice relación con la insuficiencia de políticas públicas que incentiven la contratación de mujeres en áreas productivas de la Minería Chilena y que a pesar de que este número va en ascenso aún no se ha logrado equiparidad en la contratación de trabajadores.

Con relación al daño auditivo encontrado en los trabajadores relacionado con la antigüedad laboral la mayor cantidad de trabajadores con daño tenían entre 5 a 19 años de antigüedad en su cargo; si bien es cierto este estudio no realizó una trazabilidad retrospectiva para determinar cuáles son los puestos de trabajo que han ocupado los trabajadores y si en esos puestos de trabajo el nivel de riesgo de ruido se ha modificado; las cifras permiten determinar que los trabajadores con daño tienen una antigüedad laboral entre 5 a 30 años y más en la compañía.

De acuerdo a los resultados de este estudio es posible observar con relación al daño auditivo y la edad que los trabajadores que presentan daño tienen una edad de 35 años hasta 50 años y más con un pick entre los 50 años y más; los datos obtenidos no se relacionan con el estudio de A Chadambuka , F Mususa y S Muteti (2013) en Zimbawe; en éste los investigadores encontraron que los trabajadores con daño auditivo tenían edades desde 19 hasta 49 y más con un pick de trabajadores con daño auditivo entre 29 y 39 años. Este dato puede tener explicación en la entrada en vigor del protocolo PREXOR que data de noviembre de 2011 y actualizado en diciembre del año 2013. Anteriormente, las disposiciones legales de protección para el Ruido en ambientes laborales se encuentran en el Decreto Supremo Nº 594 del año 1999. A juicio del investigador y de acuerdo los datos estadísticos revisados tales como de 1033 casos de enfermos profesionales dictaminados por la COMPIN RM (2005 – 2009) el 66,6% corresponde a hipoacusia neurosensorial producida por ruido o la Hipoacusia causada por ruido es la principal causa de indemnizaciones y pensiones, con un 80 % de las incapacidades permanentes (2005 –

2009); la irrupción de este protocolo ha generado mayor control sobre el Ruido laboral disminuyendo la nueva aparición de casos pero con el rezago histórico de los casos anteriormente sancionados. Esto puede explicar por qué en los grupos de 20 hasta 34 años no existen trabajadores que presentan daño auditivo.

Para el Daño auditivo según nivel de riesgo de exposición de los trabajadores en estudio, los datos muestran un predominio de trabajadores con daño auditivo en el nivel cero de riesgo, esto es sin exposición laboralmente significativa o menor del 50% de la dosis diaria de ruido; para el investigador esta situación tiene su origen en dos factores; el primero dice relación con el retiro de la exposición a ruido indicado por la Supervisión para efectos de proteger la salud auditiva; de estos 21 casos 12 de ellos presentan daño auditivo mayor al 8%; considerado como severo, por lo que de acuerdo a los protocolos internos de la empresa los trabajadores deben cesar la exposición a ruido y ser ubicados en puestos de trabajo que tengan menor exposición al agente de riesgo; y el segundo factor es el espíritu de protección hacia el trabajador de los protocolos internos de seguridad y salud Ocupacional de la empresa Minera de la región metropolitana, los cuales muestran cómo funcionan respecto al objetivo de proteger y preservar la salud auditiva de sus trabajadores; los nueve trabajadores restantes con daño auditivo menor de 8% para el investigador se encontraban en nivel de riesgo cero dado el compromiso existente de la empresa en minimizar la exposición de riesgos laborales de sus trabajadores anualmente. El segundo grupo que muestra mayor Prevalencia de daño auditivo son los trabajadores expuestos a nivel de riesgo 2 de ruido; esto tiene relación con los antecedentes manejados en esta Tesis de acuerdo con la existencia en la literatura de una serie de información que establece asociación entre nivel de exposición a ruido y daño auditivo (21, 26,31).

Otro punto importante que desarrollar es que la mayor cantidad de trabajadores que presentan daño auditivo son Mantenedores; los cuales, dependiendo de sus funciones específicas por cada área de trabajo, desempeñan roles de reparación y mantención de estructuras y equipos.

El ruido en las faenas mineras es generado principalmente por las perforadoras, dinamita, corte de materiales, equipos de ventilación, trituradoras, cadena de transporte de los minerales y, finalmente, el procesado. Para el caso de los trabajadores Mantenedores del área Mina destaca que sus labores son realizadas en un galpón cerrado donde los trabajadores realizan reparaciones de los equipos y sus principales actividades son el desmontaje de estructuras mecánicas con una pistola neumática, la soldadura

mecánica, el montaje y desmontaje de estructuras pesadas y el montaje y desmontaje de orugas.

Para el caso de trabajadores del área Planta el hecho que la mayor cantidad de trabajadores se encuentren agrupados en ambas Plantas , esto es Planta LT y Operación LB-CF puede asociarse al alto nivel de ruido que generan los molinos que muelen la roca dentro del proceso de obtención de cobre; la continuidad de este proceso asociado a motores que proporcionan energía al molino y otros equipos participantes de la molienda del material hacen que esta zona sea reconocida como una de las más ruidosas de una faena Minera. Otro factor importante es que, a diferencia de los mantenedores Mina donde las reparaciones se realizan con equipos detenidos, los mantenedores del área Planta realizan sus funciones con los equipos operando y sólo ante determinadas situaciones se paralizan las pantas, por lo tanto, estos trabajadores trabajan con ruido diariamente.

### **Explorar asociaciones entre las variables demográficas y laborales con la variable respuesta (sin daño/con daño)**

El daño auditivo se incrementa conforme el número de años el trabajador se expone a ruido, esta afirmación se encuentra completamente desarrollada en la Norma ISO 1999 denominada "Acústica – Determinación de la exposición a ruido laboral y estimación de la pérdida auditiva inducida por ruido", la cual presenta una relación estadística entre la exposición en años a ruido y el desplazamiento permanente del umbral auditivo. Dada esta afirmación los hallazgos de este estudio se encuentran relacionados con lo investigado por el investigador; la Norma ISO 1990 es categórica estableciendo la relación entre tiempo de exposición y desplazamiento permanente del umbral auditivo asociado al ruido; por otra parte, los hallazgos de este estudio para esta población evaluada también se encuentran relacionados con la publicación de Llorente et al, año 2006 sobre Hipoacusia laboral donde se indica que a mayor tiempo de exposición a ruido mayor será el desplazamiento del umbral. Es necesario además mencionar que al relacionar la edad del trabajador con daño auditivo también existió un valor significativo del resultado del test de Fischer el cual no pudo ser corroborado en la regresión logística. También en el mismo texto Llorente et al, se describe de acuerdo a la Norma Francesa *NF S 31-013, "Evaluación de l'exposition au bruit en milieu professionnel et estimation du déficit auditif, induit par le bruit, de populations exposées"*, que según los años de exposición a ruido existirá diferentes procesos que determinan en daño auditivo siendo este proceso mayor luego de los 30 a 35 años de exposición donde ocurre una aceleración de la pérdida auditiva(20); lo que también pudo

ser corroborado por el investigador. Lo anterior queda de manifiesto en la regresión logística donde el modelo permite demostrar que por cada año que aumenta la edad de un trabajador expuesto a ruido aumenta el riesgo de desarrollar daño auditivo en un 14%.

Por otro lado, con relación a las contradicciones encontradas respecto a la asociación entre daño auditivo y cargo de los trabajadores, y daño auditivo con antigüedad laboral mostradas en el modelo de regresión logística; para el investigador es clave el cese de la exposición a ruido en conjunto con el cambio de puesto de trabajo del trabajador afectado. De acuerdo con el sistema de seguridad y salud en el trabajo de la empresa minera de la región metropolitana cuando un trabajador alcanza un nivel de daño auditivo de 8% éste debe ser retirado de forma preventiva de la exposición al agente físico. Por lo tanto, el trabajador es trasladado de forma interna a labores donde existe menor nivel de ruido o simplemente no existe la exposición; generalmente quedando con tareas administrativas, de esta forma el daño auditivo causado por el ruido ocupacional no progresa a niveles mayores. Lo anterior explica por qué en el modelo final el riesgo de adquirir daño auditivo fue mayor en personal administrativo que en operadores y mantenedores; a pesar de la existencia de mayor ruido en estas últimas áreas dentro de las plantas.

## LIMITACIONES

Las limitaciones de este estudio están relacionadas con el uso de una base de datos secundarias, que no fueron elaboradas ni planificadas para este estudio, sino que para fines de administración y gestión. Sin embargo, fue una ventaja acceder a esta base de datos, ya que se ahorró tiempo y recursos y permitió responder a los objetivos de esta tesis.

Otra limitación fue el no contar con variables que podrían haber sido de mucho interés para el estudio, por ejemplo, antecedentes de exposición que podrían haber influenciado en los resultados. En este sentido la magnitud observada de daño auditivo observada en el grupo de administrativos podría estar sobre estimada debido a los movimientos internos del personal dentro de la empresa a causa del mismo daño auditivo, con el fin de evitar la progresión del daño auditivo.

Otra limitación de este estudio es la posible existencia de sesgos de información que estaría sujeta a la calidad del registro de cada examen.

## CONCLUSIÓN

El presente estudio corresponde a la primera aproximación de un análisis de audiometrías realizadas a trabajadores de la gran Minería nacional en búsqueda de daño auditivo, en este contexto se logra estimar la prevalencia global de daño auditivo de la población en estudio.

Respecto a las variables analizadas queda de manifiesto que la gran mayoría de trabajadores estudiados fueron hombres 98,8%(590), coherente con otros estudios y el tipo de trabajo que realizan.

La prevalencia de daño auditivo observado en este estudio fue 7,04%(IC95%:5,2-9,4) y aumento según edad y antigüedad laboral. Esta prevalencia fue menor respecto a la literatura revisada.

Las variables relacionadas con daño auditivo en el modelo final fue la EDAD OR: 1,14(1,08-1,20) y CARGO, no así la exposición a ruido. Sin embargo, respecto al cargo, los mantenedores y operadores presentan 1,56 y 2,12 veces menos probabilidades de daño auditivo respecto a los administrativos, relación contradictoria con lo descrito en la literatura internacional no así con la edad. Lo mismo ocurre con la exposición al ruido.

Finalmente, los resultados observados en este estudio pueden estar relacionados con las políticas internas de movilidad laboral al interior de la empresa y al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Medina Medina A , Velásquez Gómez G , Giraldo Vargas L , Henao Ayora L , Vásquez Trespalcios E; Sordera ocupacional: una revisión de su etiología y estrategias de prevención; CES Salud Pública. 2013; 4: 116-124. Disponible en: [http://revistas.ces.edu.co/index.php/ces\\_salud\\_publica/article/view/2624/2093](http://revistas.ces.edu.co/index.php/ces_salud_publica/article/view/2624/2093)
2. Londoño J, Restrepo H; Corrales A, Mendoza F, Oriz J; Hipoacusia neurosensorial por ruido industrial y solventes orgánicos en la Gerencia Complejo Barrancabermeja, 1977- 1997; Publicado en la Rev. Fac. Nac. Salud Pública 1997; 15(1): 94-120. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5079567>
3. Artículo Sordera y pérdida de la audición; extraído de página Internet de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
4. Otárola Merino, F; Otárola Zapata, F; Finkelstein Kulka, A. Ruido laboral y su impacto en la salud; Revista Ciencia & Trabajo, Año 8, Número 20; ABRIL / JUNIO 2006. Disponible en: <http://www.campusprevencionisl.cl/contenido/simuladores/descargables/ruido-hipoacusia.pdf>
5. García A., Análisis de las enfermedades profesionales en la Asociación Chilena de Seguridad(ACHS): descripción de la situación en período 1995-2009.Ciencia y Trabajo Abr-Jun 2011; 13(40):107-112
6. Rita Montalva, C; Tesis para optar al grado de Magíster en Salud Pública, Efecto del Ruido sobre la discriminación de la palabra al usar protectores auditivos, Octubre 2015, Santiago Chile.
7. Organización Internacional del Trabajo, OIT; C148 - Convenio sobre el medio ambiente de trabajo (contaminación del aire, ruido y vibraciones), 1977 (núm. 148). Disponible en: [https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_ILO\\_CODE:C148](https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C148)
8. Sistema Auditivo Periférico. Disponible en: <http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/sap.html>
9. Elizondo Garza, F. Apuntes de Acústica. Disponible en: <http://elizondo.fime.uanl.mx/ACUSTICA/AUDICION/EI%20Oido.pdf>

10. Arauz S, Debas J. 2001. Trauma Acústico. En: Suárez H, Velluti R, editores. La Cóclea: fisiología y patología. 1º ed. Trilce ediciones. Montevideo, Uruguay.
11. Leensen MCJ, van Duivenbooden JC, Dreschler WA. A retrospective analysis of noise-induced hearing loss in the Dutch construction industry. *Int Arch Occup Environ Health*. junio de 2011;84(5):577-90. Obtenido de página Internet: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00420-010-0606-3>
12. Money A, Carder M, Turner S, Hussey L, Agius R. Surveillance for work-related audiological disease in the UK: 1998-2006. *Occup Med Oxf Engl*. junio de 2011;61(4):226-33. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Annemarie\\_Money/publication/51175068\\_Surveillance\\_for\\_work-related\\_audiological\\_disease\\_in\\_the\\_UK\\_1998-2006/links/57c94ef908ae3ac722af4aba/Surveillance-for-work-related-audiological-disease-in-the-UK-1998-2006.pdf?origin=publication\\_detail](https://www.researchgate.net/profile/Annemarie_Money/publication/51175068_Surveillance_for_work-related_audiological_disease_in_the_UK_1998-2006/links/57c94ef908ae3ac722af4aba/Surveillance-for-work-related-audiological-disease-in-the-UK-1998-2006.pdf?origin=publication_detail)
13. Chadambuka A, Mususa F, Muteti S. Prevalence of noise induced hearing loss among employees at a mining industry in Zimbabwe. *Afr Health Sci*. diciembre de 2013;13(4):899-906. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4056470/>
14. Beyan AC, Demiral Y, Cimrin AH, Ergor A. Call centers and noiseinduced hearing loss. *Noise Health*. abril de 2016;18(81):113-6. Disponible en: <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741%3Byear%3D2016%3Bvolume%3D18%3Bissue%3D81%3Bspage%3D113%3Bepage%3D116%3Baulast%3DBeyan>
15. Domingo Pueyo, A. Tesis Doctoral: Medio ambiente y exposición laboral a los agentes físicos, químicos y biológicos; 2016; Alicante, España. Disponible en: <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4017/1/TD%20Domingo%20Pueyo%2C%20Andrea%20.pdf>
16. Medina Rojas, M. Tesis para obtener el grado de Maestro en Medicina con mención en Medicina Ocupacional y medio ambiente: Factores asociados a pérdida de la audición inducida por el ruido entre trabajadores mineros. 2017,Trujillo, Perú. Disponible en: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3555/1/RE\\_MAEST\\_MEDI.HUMA\\_MARUJA.MEDINA\\_PERDIDA.DE.LA.AUDICION\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3555/1/RE_MAEST_MEDI.HUMA_MARUJA.MEDINA_PERDIDA.DE.LA.AUDICION_DATOS.PDF)

17. Circular N<sup>o</sup> 36/40 del 14 de Marzo 1983, Instructivo para la calificación y evaluación de las enfermedades profesionales del reglamento D.S.N<sup>o</sup> 109/1968 de la Ley 19744.
18. Protocolo sobre normas mínimas para el desarrollo de programas de vigilancia de la pérdida auditiva por exposición a ruido en los lugares de trabajo; PREXOR. División de políticas públicas saludables y promoción departamento salud ocupacional, Ministerio de Salud de Chile. 2011. Santiago, Chile.
19. Pineda Valenzuela, L. Daño auditivo en los trabajadores de una empresa procesadora de alimentos. Barquisimeto. Edo. Lara; Trabajo presentado para optar al grado de Especialista en Salud e Higiene Ocupacional mención Educación para la Salud de los trabajadores. Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. 2006. Baquisimeto, Venezuela.
20. Bascuñan Llorente, M; Barrio Saenz, M; Gonzalez Rodriguez, M; Gomez Molina, R; Lopez de Avila, J; Parrilla Laso, C; Vega Lopez, R; Hipoacusia Laboral; Instituto regional de Seguridad y Salud en el trabajo; Consejería de Empleo y Mujer. Comunidad de Madrid. 2006. Madrid, España.
21. Pavon Garcia, I. Ambientes laborales de ruido en el sector Minero de la comunidad de Madrid: clasificación, predicción y soluciones; Tesis Doctoral. Universidad de Alcalá. Madrid, España.
22. Lynch ED, Kil J. Compounds for the prevention and treatment of noiseinduced hearing loss. Drug Discov Today. 1 de octubre de 2005;10(19):1291-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16214673>
23. Kim KS. Occupational hearing loss in Korea. J Korean Med Sci. diciembre de 2010;25(Suppl): S62-69. Disponible en: <https://synapse.koreamed.org/DOIx.php?id=10.3346/jkms.2010.25.S.S62>
24. Noise Induced Hearing Loss | American Hearing Research Foundation [Internet]. [citado 28 de abril de 2016]. Disponible en: <http://americanhearing.org/disorders/noise-induced-hearing-loss/#whatis>
25. Dube KJ, Ingale LT, Ingale ST. Hearing impairment among workers exposed to excessive levels of noise in ginning industries. Noise Health. Octubre de 2011;13(54):348-55. Disponible en: <http://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2011;volume=13;issue=54;spage=348;epage=355;aulast=Dube>

26. Moreno, G; Salazar, AM; Acebedo, B; Otárola, F. Revisión bibliográfica para la elaboración de protocolos para el diagnóstico, vigilancia y evaluación medico lega de sordera Ocupacional. 757-11327-L108. Disponible en:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/0111/6d85d69612f44bb069e2886cd92f22934ca4.pdf>
27. Rösler,G Progresión de la pérdida auditiva causada por el ruido laboral. 1994. Scand Audiol 23: 13–37. Disponible en:  
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00420-010-0606-3>
28. Protocolo sobre Normas mínimas para el desarrollo de programas de vigilancia de la pérdida auditiva por exposición a ruido en los lugares de trabajo; Protocolo de Exposición Ocupacional a Ruido PREXOR. Ministerio de Salud de Chile. 2011. Santiago, Chile
29. Managment System for Monitoring the Workplace Exposure to Noise. AA Chile. Gerencia de Seguridad y Salud Ocupacional. 2017. Santiago, Chile
30. Barxadi Beso, A; Torres Carratala, V; Espinosa Fernandez, G. Deterioro Auditivo Inducido por Ruido (DAIR). Disponible en:  
[https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/pt/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1009872](https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/pt/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1009872)
31. Dobie R.A. Prevention of noise-induced hearing loss. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 1995. Apr;121(4):385-91. Disponible en:  
<https://pdfs.semanticscholar.org/0111/6d85d69612f44bb069e2886cd92f22934ca4.pdf>
32. Masterson EA, Deddens JA, Themann CL, Bertke S, Calvert GM. Tendencias en la pérdida de audición del trabajador por sector industrial, 1981-2010. *Soy J Ind Med* . 2015; 58 (4): 392-401.
33. DS N° 594 del 15 de Septiembre de 1999. Aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Biblioteca nacional del Congreso de Chile. Disponible en:  
<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766>
34. Feder, K., Michaud, D., McNamee, J., Fitzpatrick, E., Davies, H., y Leroux, T. Prevalencia de exposición peligrosa al ruido en el trabajo, pérdida de audición y uso de protección auditiva entre una muestra representativa de canadienses que trabajan. 2017, *Revista de medicina ocupacional y ambiental* , 59(1), 92-113. doi: 10.1097. Disponible en:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5704673/>

35. Tak, S., Rickie, D., Geoffrey, C. Exposure to hazardous workplace noise and use of hearing protection devices among US workers – NHANES, 1999-2004. 2009. American Journal of Industrial medicine. 52:358-371
36. Lorenzo, F. C. Exploración Audiométrica y Adaptación de Prótesis Auditivas. Madrid, CEPE, 1999. 197 p.
37. Badilla, P. Matus, A. Soto, G. Soto, K. Características audiológicas de comerciantes establecidos en la vía pública expuestos a ruido urbano de la provincia de Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Escuela de Fonoaudiología. 2006, Santiago. Chile
38. Roland P. 2004. Inner ear, Noise-Induced Hearing Loss. Disponible en <http://www.emedicine.com/ent/topic723.htm>.
39. Valenzuela, MT. Instructivo para la aplicación del DS N° 594/99 del MINSAL, título IV, párrafo 3 agentes físicos-ruido. Instituto de Salud Pública. Departamento de Salud Ocupacional, sección ruido y vibraciones. Santiago. Chile
40. Consejo de Competencias Mineras. Fuerza laboral de la gran minería Chilena año 2019-2028. Diagnósticos y recomendaciones. Consejo Minero, Fundación Chile. Año 2019. Disponible en: <https://fch.cl/wp-content/uploads/2019/12/fuerzalaboral2019-2028.pdf>
41. Superintendencia de Seguridad y Salud Ocupacional (SUSESO). Informe anual Estadísticas de Seguridad Social 2018. Abril 2019, Santiago, Chile. Disponible en: [https://www.suseso.cl/605/articles-578297\\_recurso\\_2.pdf](https://www.suseso.cl/605/articles-578297_recurso_2.pdf)
42. Organización Internacional del Trabajo, OIT; Artículo La OIT y la Igualdad de Género. Disponible en: <https://www.ilo.org/gender/Aboutus/ILOandgenderequality/lang--es/index.htm>
43. Estimación del riesgo auditivo mediante la Norma Internacional ISO 1999. Disponible en: <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/iso1999.htm>

