



UNIVERSIDAD
SAN SEBASTIAN

UNIVERSIDAD SAN SEBASTIÁN
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FONOAUDIOLOGÍA
SEDE VALDIVIA

**Comparación de la salud auditiva entre voluntarios/as del cuerpo
de bomberos y un grupo de trabajadores no expuestos a ruido,
entre 20 y 45 años de edad en la ciudad de Valdivia en el año 2019**

Tesina para optar al Grado de Licenciado en Fonoaudiología

Profesora guía: Orietta Aileen Bahamondes Guzmán

Profesor metodológico: Carlos Enrique Quintana Escobar

Estudiantes: Constanza Belén Colillanca Zambrano

Scarlet Carolina Hernández Gutiérrez

Pamela Anelise Inai Reyes

Javier Alejandro Olivares Espinoza

Felipe Sebastián Salinas Berrocal

Valdivia, Chile

2019

© Javier Alejandro Olivares Espinoza.
Constanza Belén Colillanca Zambrano.
Felipe Sebastián Salinas Berrocal.
Pamela Anelise Inai Reyes.
Scarlet Carolina Hernández Gutiérrez.

Se autoriza la reproducción parcial o total de esta obra, con fines académicos, por cualquier forma, medio o procedimiento, siempre y cuando se incluya la cita bibliográfica del documento.

HOJA DE CALIFICACIÓN

En _____, el

de _____ de _____, los
bajos
firmantes dejan constancia que los alumnos

y _____ de la carrera de

han aprobado la tesis para optar al título de

con una nota de _____, _____.

Nombre y firma del evaluador

Nombre y firma del evaluador

DEDICATORIA

Dedicada a nuestras familias y amigos, quienes nos brindaron todo su apoyo y ayuda en esas noches en vela que dedicamos a este trabajo. Es gracias a ellos y su motivación que siempre estuvimos dispuestos a dar lo mejor de nosotros.

También a cada voluntario de bombero de nuestro país que realiza una heroica labor día a día para ayudar a quienes lo necesitan.

AGRADECIMIENTOS

Como grupo queremos agradecer a quienes estuvieron presentes durante este largo proceso y que siempre nos hicieron sentir el apoyo que necesitábamos, principalmente de nuestras familias, quienes estuvieron día a día con nosotros, incluso en los días difíciles donde necesitábamos contención.

También queremos destacar el apoyo y agradecer la ayuda de nuestros amigos y profesores que siempre estuvieron dispuestos a darnos una mano y a guiarnos para poder salir adelante con nuestro trabajo.

Por último, y no menos importante, queremos agradecer a todos los participantes de nuestra investigación, a las compañías de bomberos de la ciudad de Valdivia y en especial al Inspector del Departamento Médico de Bomberos de Valdivia, Gabriel Kunstmann y a su ayudante Constanza Vidal, quienes coordinaron y prestaron su ayuda para realizar las evaluaciones a los voluntarios de bomberos.

ÍNDICE

HOJA DE CALIFICACIÓN.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	7
1.1 Preguntas de investigación.....	7
1.2 Objetivo general.....	7
1.3 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Hipótesis.....	8
1.5 Población.....	8
1.6 Justificación.....	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	10
1. Anatomía y fisiología del oído.....	11
1.1 Oído externo.....	11
1.2 Oído medio.....	12
1.3 Oído interno.....	14
1.4 Vía auditiva central.....	17
1.5 Centros analizadores corticales del sonido.....	19
2. Audición normal.....	19
3. Hipoacusia.....	20
3.1 Hipoacusia conductiva.....	21
3.2 Hipoacusia neurosensorial.....	21
3.3 Hipoacusia mixta.....	21
4. Hipoacusias inducidas por ruido.....	22
4.1 Trauma acústico.....	23
4.1.1 Trauma acústico agudo.....	25

4.1.2 Trauma acústico crónico.....	26
5. Evaluación auditiva.....	27
5.1 Otoscopia.....	27
5.2 Audiometría.....	27
5.3 Audiometría de alta frecuencia.....	28
5.4 Impedanciometría.....	28
6. Sonido y ruido.....	29
7. Protección auditiva.....	32
8. Cuerpo de Bomberos de Chile.....	33
8.1 Especialidades.....	34
8.1.1 Hazmat.....	34
8.1.2 Rescate vehicular.....	35
8.1.3 Rescates urbanos.....	35
8.1.4 Rescate en alturas.....	35
9. Grupo no expuesto a ruido.....	35
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	37
1. Definición conceptual y operacional de las variables.....	38
2. Tipo y diseño de la investigación.....	40
3. Población y muestra.....	40
3.1 Población.....	40
3.2 Criterios de exclusión.....	40
3.3 Tipo de muestreo.....	41
3.4 Tamaño de la muestra.....	41
4. Plan de recolección de datos.....	41
4.1 Instrumentos de medición.....	41
4.2 Procedimiento de recolección de datos.....	42
5. Plan de análisis estadístico.....	43
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	44
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y COMENTARIOS.....	49
CAPÍTULO VI: CONCLUSIÓN Y SUGERENCIAS.....	53
CAPÍTULO VII: ANEXOS.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Definición conceptual y operacional de las variables.	36
Tabla N°2. Salud auditiva en voluntarios de bomberos según especialidad.	42
Tabla N°3. Frecuencia afectada en oído derecho e izquierdo en voluntarios de bomberos.	43
Tabla N°4. Salud auditiva en el grupo no expuesto A ruido y en grupo expuesto a ruido.	44

RESUMEN

Esta investigación tiene como propósito realizar una comparación de la salud auditiva entre voluntarios/as del cuerpo de bomberos y un grupo de trabajadores no expuestos a ruido, que tengan entre 20 y 45 años de edad y sean de la ciudad de Valdivia en el año 2019.

Método: El diseño de investigación es no experimental de corte transversal y de carácter descriptiva y comparativa.

Participantes: La muestra se seleccionó en base a un muestreo no probabilístico por cuotas, por juicio y conveniencia. Está conformada por 49 individuos, que corresponden a 25 voluntarios de bomberos y 24 personas no expuestas a ruidos.

Resultados: Los resultados obtenidos mediante las pruebas de análisis de hipótesis Chi-cuadrado y la prueba de proporciones Z, muestran que no existe diferencia en la salud auditiva de voluntarios de bomberos y el grupo no expuesto a ruido (p valor = 0,976). No obstante, se pudo evidenciar que, en la mayoría de los exámenes audiométricos realizados a voluntarios de bomberos, existe una caída del umbral auditivo en las frecuencias agudas, tales como, 4000 Hz, 6000 Hz y 8000 Hz, siendo la frecuencia 6000 Hz la que se encuentra más descendida en la mayoría de casos. Sin embargo, ninguno de los dos grupos presenta pérdida auditiva clasificable como hipoacusia, ya que el promedio tonal puro (PTP), entregaba valores menores a 20dB en casi todos los casos.

Tampoco se encontraron diferencias entre la salud auditiva de los bomberos que realizan labores de rescate en comparación a los que realizan labores de extinción de incendios (p valor= 0,25). La frecuencia que se encuentra más afectada en voluntarios de bomberos corresponde a la frecuencia 6.000 Hz.

Conclusión: La salud auditiva de los voluntarios de bomberos y el grupo no expuesto a ruido es buena. En la mayor cantidad de casos de bomberos se evidencia descenso del umbral auditivo en la frecuencia 6.000Hz, sin presentar hipoacusia según el promedio tonal puro. Se debe tomar en cuenta que la mayor parte de bomberos estudiados son jóvenes entre 20 a 30 años que no tienen una trayectoria muy larga dentro del servicio como voluntarios. Se propone, para estudios posteriores aumentar la muestra, estudiar a bomberos que lleven más de 6 años desarrollando labores bomberiles y estudiar los efectos ototóxicos emanados por el humo de incendios en los voluntarios de bomberos.

ABSTRACT

This research aims to make a comparison of hearing health between firefighter's volunteers and workers not exposed to noise, who are between 20 and 45 years old and are from the city of Valdivia in the year 2019.

Method: The research design is non-experimental cross-sectional and descriptive – comparative.

Participants: The sample was selected based on a non-probabilistic sampling by quotas, by trial and convenience.

Results: The results obtained through the Chi-square hypothesis analysis test and the Z proportions test show that there is no difference in the hearing health of firefighter's volunteers and the group not exposed to noise (p value = 0.976). However, it could be shown that, in most audiometries of firefighter's volunteers, there is a drop in acute frequencies such as 4000 Hz, 6000 Hz and 8000 Hz, with the frequency 6000 Hz which presented a higher percentage, highlighting that they mostly did not present hearing loss.

Nor were differences found between the hearing health of firefighter's performing rescue work compares to those performing firefighting work (p value = 0.25). The frequency most affected in firefighter's corresponds to the frequency 6.000 Hz.

Conclusion: The hearing health of firefighter's volunteers and the group not exposed to noise is good. In the largest number of cases of firefighter's there is evidence of a 6.000 Hz frequency decrease, without hearing loss according to the pure tonal average. It should be taken into account that the majority of firefighter's studied are young people between 20 and 30 years of age who do not have a long career in the service as volunteers. It proposed for subsequent studies to increase the sample, study firefighter's who have been developing firefighter's for more than 6 years and study the ototoxic effects emanating from fire smoke in firefighter's volunteers.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

INTRODUCCIÓN

Bomberos de Chile surge el 30 de junio de 1970 como una necesidad para dar respuesta a los diversos problemas que afectaban a las compañías de bomberos de las diferentes partes del país, desde finales de la década de los sesenta. La propuesta fue impulsada por Guillermo Morales Beltramí, quien, en ese entonces ocupaba el cargo de Superintendente del Cuerpo de Bomberos de Santiago. La idea era dar a los cuerpos de bomberos de Chile, una estructura nacional que coordinará sus esfuerzos. Gracias a ello, en 1968, se realiza la primera reunión de Superintendentes de Cuerpos de Bomberos de la provincia de Santiago, surgiendo la denominada, Junta Coordinadora en el año 1970, la cual posteriormente adoptó el nombre de Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile, para más tarde ser llamada Bomberos de Chile, contando en la actualidad con alrededor de 1.100 compañías de bomberos a lo largo del país.

En la ciudad de Valdivia, el Cuerpo de Bomberos fue fundado el 12 de febrero de 1853 por colonos alemanes que residían en la ciudad. Liderados por Don Carlos Anwandter, se constituyeron como Cuerpo de Bomberos voluntarios, el segundo más antiguo del país, contando actualmente con diez compañías de bomberos que se distribuyen dentro de la ciudad y un total de 524 voluntarios.

Dentro de las labores que debe realizar Bomberos de Chile están las de atender, gratuita y voluntariamente, las emergencias causadas por la naturaleza o el ser humano, tales como incendios, accidentes de tránsito u otros, las cuales traen consigo inminentes riesgos para su vida y para su salud. Considerando los diferentes escenarios a los que se ven expuestos los voluntarios de bomberos al realizar tareas de rescate o de extinción de incendios, en los cuales existe una importante exposición al ruido de las máquinas de rescate y la exposición a químicos ototóxicos emanados por el fuego en los incendios, se puede dar cuenta del riesgo para la salud auditiva que implican las labores de ser bombero.

El Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2014) define salud auditiva como:

La capacidad efectiva sana del ser humano para oír, ligada a la función de comunicar a través del lenguaje, dicha capacidad depende de las estructuras y fisiología del órgano de la audición, del grado de maduración del individuo y del ambiente sociocultural en el que se desenvuelve (p.18).

Por este motivo es que una buena salud auditiva de los voluntarios de bomberos es de vital importancia para enfrentar las riesgosas tareas que deben realizar, como, por ejemplo, la capacidad para detectar un objeto que va cayendo, una estructura en mal estado a punto de derrumbarse u otras situaciones que requieren del sentido de la audición.

Para poder determinar si la existencia de una posible pérdida auditiva puede estar relacionada con las labores que realizan los voluntarios de bomberos, es necesario hacer una comparación entre bomberos y otro grupo de sujetos que no se encuentre constantemente expuesto a ruido, por este motivo, se ha decidido evaluar una muestra equivalente a bomberos, en este caso un grupo no expuesto a ruido, como grupo de comparación. Dentro de este grupo no expuesto a ruido, se pueden incluir cargos de trabajos administrativos, financieros, ejecutivos, entre muchos otros, que trabajen la mayor parte de su tiempo dentro de una oficina, sin estar expuestos constantemente a ambientes con contaminación acústica importante, de esta forma se podrán obtener conclusiones sobre quienes tienen una mejor salud auditiva y cuáles podrían ser las posibles razones de las diferencias en caso que existieran.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Preguntas de investigación

1. ¿Existe diferencia en la salud auditiva de voluntarios de bomberos que se desempeñen en trabajo de rescate, en comparación a la especialidad de extinción de incendios?
2. ¿Qué frecuencia se ve más alterada en mayor porcentaje en los voluntarios de bomberos?
3. ¿Existe diferencia en la salud auditiva de voluntarios de bomberos en comparación con la salud auditiva del grupo no expuesto a ruido?
4. ¿Qué porcentaje de voluntarios de bomberos evidencia pérdida auditiva en los resultados audiométricos y no la refiere en el autoreporte?
5. ¿Qué porcentaje del grupo no expuesto a ruido evidencia pérdida auditiva en los resultados audiométricos y no la refiere en el autoreporte?

1.2 Objetivo general

Comparar la salud auditiva entre voluntarios/as de bomberos y un grupo de trabajadores/as no expuestos a ruidos, entre 20 y 45 años de edad en la ciudad de Valdivia.

1.3 Objetivos Específicos

1. Determinar si existe diferencia en la salud auditiva de voluntarios de bomberos que se desempeñen en trabajo de rescate, en comparación a la especialidad de extinción de incendios.
2. Establecer cuál es la frecuencia que se ve alterada en mayor porcentaje en los voluntarios de bomberos.

3. Determinar si existe diferencia en la salud auditiva de voluntarios de bomberos en comparación con la salud auditiva del grupo no expuesto a ruido.
4. Establecer qué porcentaje de voluntarios de bomberos evidencia pérdida auditiva en los resultados audiométricos y no la refiere en el autoreporte.
5. Establecer qué porcentaje del grupo no expuesto a ruido evidencia pérdida auditiva en los resultados audiométricos y no la refiere en el autoreporte.

1.4 Hipótesis

1. Si, existe diferencia en la salud auditiva de voluntarios de bomberos que se desempeñan en el trabajo de rescate, en comparación a la especialidad de extinción de incendios.
2. La frecuencia que se ve alterada con más del 50% en los voluntarios de bomberos es la de 4.000 Hz.
3. Si, existe diferencia en la salud auditiva de voluntarios de bomberos en comparación con la salud auditiva del grupo no expuesto a ruido.
4. Más del 50% de voluntarios de bomberos evidencia pérdida auditiva en los resultados audiométricos y no la refiere en el autoreporte.
5. Menos del 50% del grupo no expuesto a ruido evidencia pérdida auditiva en los resultados audiométricos y no la refiere en el autoreporte.

1.5 Población

Todos los voluntarios y voluntarias del cuerpo de bomberos y un grupo de trabajadores no expuestos a ruidos, entre 20 y 45 años de edad en la ciudad de Valdivia en el año 2019.

1.6 Justificación

Este proyecto de investigación nace de la necesidad de obtener información sobre la salud auditiva de los voluntarios de bomberos en comparación a la salud auditiva de un grupo no expuesto a ruido en la ciudad de Valdivia.

Bomberos de Chile presta un servicio respetable, heroico y además no remunerado arriesgando su salud, integridad física e incluso sus vidas frente a catástrofes, llevando gran cantidad de implementos para su resguardo físico, tales como: casco, tanque de oxígeno, mascarillas, traje para altas temperaturas, etc. Dentro de los cuales no se encuentran instrumentos de seguridad adecuados para la protección auditiva. El oído se puede ver afectado por sonidos de alta frecuencia e intensidad emitidos por los mismos implementos que bomberos tiene en sus instalaciones (sirena del cuartel y del carro bomba, herramientas de rescate, entre otros) llegando a sobrepasar las intensidades establecidas como norma para la comunidad.

Dentro de las evaluaciones solicitadas para ser parte de una compañía de bomberos, no se considera la evaluación audiológica, la cual tiene una vital importancia en el quehacer de los bomberos. Una pérdida auditiva, puede traer graves consecuencias para un bombero, ya que se afecta uno de los sentidos que necesitan para trabajar adecuadamente en tareas de rescate o extinción de incendios.

Para este estudio se decidió comparar con un grupo de trabajadores no expuestos a ruido que realizan labores de oficina, seleccionando una muestra equivalente a la de los bomberos en cantidad y rango etario, puesto que se considera que los trabajadores en cargos administrativos tienen menos riesgos de padecer una pérdida auditiva producto de su oficio, por lo que se podrían obtener diferencias significativas al momento de comparar los resultados audiométricos de ambos grupos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

La audición es uno de los principales sentidos que mantiene al ser humano conectado con el mundo exterior. Esta facilita la captación y la comprensión de los estímulos auditivos a los que se está expuesto de forma continua, ayudando a la comunicación con nuestros pares y a mantenerse alerta en todo momento.

Salesa, Perelló y Bonavida (2013) definen la audición como “el sentido más importante de los que disfrutamos. Es un eficaz sistema de alarma que nos ofrece detectar el mundo y además conocerlo” (p. 1).

1. Anatomía y fisiología del oído

Bess y Humes (2005) establecen que “el sistema auditivo puede ser dividido de forma funcional en tres partes conocidas: oído externo, medio e interno” (p.55).

1.1 Oído externo

Según Bess y Humes (2005) el oído externo se divide principalmente en el pabellón y el conducto auditivo externo (CAE):

El pabellón auricular es la porción más visible del oído, se extiende en forma lateral del lado de la cabeza. Se compone de cartílago y piel. El conducto auditivo externo es el canal largo y estrecho que conduce al tímpano. La entrada a este canal es llamada meato auditivo externo. La porción profunda, en forma de tazón del pabellón adjunto al meato auditivo externo, es conocido como concha (p. 56).

Ángel et al., (2006) mencionan que “el pabellón auricular localiza el sonido en el plano vertical (arriba y abajo), protege el canal auditivo, y funciona como resonador, aprovechando los sonidos alrededor de los 4.500 Hz” (p. 32). Por otro lado, Rodríguez y A'Gaytán (2006) refieren que “el CAE es un tubo acodado en forma de S que comienza en el fondo de la concha y termina en la membrana

timpánica. Tiene una longitud total de 22 mm a 27 mm, siendo la pared inferior unos 5 mm más larga” (p. 21).

Según Rodríguez, Saynes y Hernández (2009), el conducto auditivo externo posee las siguientes funciones:

Protege a la membrana timpánica de las agresiones directas, por medio de su forma sinuosa, cuenta con gran cantidad de pelos y glándulas sebáceas y ceruminosas (glándulas sudoríparas modificadas); este sistema le confiere además de protección bacteriológica, un mecanismo de amortiguación del sonido. Otra función del CAE es mantener un equilibrio de la temperatura, lo que permite mantenerla estable en ambos lados de la membrana timpánica. También se le confiere la capacidad de reforzar la resonancia en las frecuencias de 2.000 a 3.000 Hz (p.71).

1.2 Oído medio

Según Salesa et al., (2013) el oído medio “es la región anatómica encargada de transmitir y amplificar el sonido. Para este propósito requiere recoger las ondas sonoras del medio aéreo y transformarlas en una fuerza mecánica que se aplicará sobre los líquidos del oído interno” (p.4).

Respecto a la ubicación del oído medio, Rivas y Ariza (2007) refieren que:

El oído medio o caja del tímpano es una cavidad excavada en el hueso temporal, situada entre el CAE y el oído interno. Contiene la cadena de huesecillos que se comunica adelante con la faringe, por medio de la trompa de eustaquio y hacia atrás con las cavidades mastoideas a través del additus ad antrum o conducto tímpano mastoideo (p.10).

La onda sonora llega al oído medio a través de la membrana timpánica, la cual está conectada a la cadena osicular compuesta por el martillo, yunque y estribo generando una vibración que se transmitirá hacia el oído interno.

En relación a lo anterior, Bess y Humes (2005) mencionan que la cadena de huesecillos se ubica de la siguiente manera:

El huesecillo más externo es el martillo. El martillo se encuentra en contacto con la membrana del tímpano. En el otro extremo del oído medio se encuentra el más pequeño, el huesecillo que se encuentra de forma más interna, el estribo. La base amplia del estribo, conocido como platina del estribo, descansa en una cubierta membranosa del oído interno llena de líquido denominada ventana oval. El huesecillo medio en la liga, colocado entre el martillo y el estribo es el yunque. Los huesecillos están suspendidos laxamente dentro del oído medio por ligamentos conocidos como ligamentos axiales que se extienden de las paredes anteriores y posteriores de la cavidad. Existen otras conexiones entre las paredes circundantes de la cavidad del oído medio y de los huesecillos. Se forman dos conexiones mediante los pequeños músculos medios del oído conocidos como el tensor del tímpano y el estapedio. El tensor del tímpano se origina en la parte anterior (frontal) de la cavidad y se une a la región del martillo, llamado cuello, mientras que el estapedio tiene su origen en la parte posterior (trasera) de la cavidad timpánica y se inserta en las proximidades del cuello del estribo (p.58-59).

Como se menciona anteriormente, en el oído medio se encuentra la trompa de Eustaquio. Para Bess y Humes (2005) la trompa de Eustaquio es un tubo que conecta la nasofaringe con el oído medio:

Posee una entrada localizada a lo largo del fondo de la pared anterior de la cavidad del oído medio. Este tubo, por lo general, se encuentra cerrado, pero puede abrirse con facilidad al bostezar o deglutir. En los adultos, la trompa de Eustaquio asume una orientación ligeramente delantera. Esto facilita el drenaje de fluidos de la cavidad del oído medio hacia la nasofaringe. Por esta razón, la trompa de Eustaquio sirve para dos propósitos primarios. Primero, aporta aire a la cavidad del oído medio y

desde allí permite la compensación de la presión aérea en ambos lados del tímpano. Segundo, la trompa de Eustaquio permite el drenaje del líquido del oído medio hacia la nasofaringe (p.59).

1.3 Oído interno

Según Bess y Humes (2005), el oído interno es una estructura compleja que se encuentra ubicada en una porción muy densa del cráneo conocida como la porción petrosa del hueso temporal:

Dada la complejidad de esta estructura, a menudo es llamada laberinto. El oído interno consta de una funda ósea externa, el laberinto óseo. Dentro de esta estructura ósea se encuentra el laberinto membranoso. El laberinto óseo se puede dividir en tres grandes secciones: los canales semicirculares (superior, lateral y posterior), el vestíbulo y la cóclea. Las primeras dos secciones albergan los órganos sensoriales del sistema vestibular. Este sistema vestibular ayuda a mantener el balance y la postura (p.62).

Para efectos de esta investigación se revisarán sólo las estructuras del oído interno encargadas de la audición que forman parte de la cóclea.

Según Casamitjana (2013), la cóclea es el órgano receptor de los estímulos mecánicos percibidos y ampliados por el oído medio. Su estimulación está ligada a la morfología de la cóclea y a las propiedades físicas del sonido. La distribución del sonido se realiza de manera tonotópica a lo largo de las dos vueltas y media de la cóclea, esto quiere decir que los sonidos más agudos estimulan la región más basal de la cóclea y los sonidos más graves en la región más apical. Esto constituye un primer filtro para la entrada del sonido y su distribución hacia las vías auditivas (p.16-17).

Su forma, según Bess y Humes (2005), “es la de un caracol retorcido, de aproximadamente tres cuartas de vuelta en las personas. La vuelta más grande es

llamada la basal y la más pequeña en la parte más alta de la cóclea, se denomina "vuelta apical" (p.62).

A través de un corte transversal desde la parte superior de la cóclea (ápex) hasta el fondo (base), Bess y Humes (2005), describen las siguientes estructuras:

La estructura ósea se subdivide en tres compartimientos a lo largo de la cóclea. El compartimiento del medio entre los otros dos es un corte transversal del laberinto membranoso, el cual va a través del laberinto óseo. Los tres compartimientos están llenos de líquido. El compartimiento medio, conocido como la escala media se encuentra relleno de un líquido llamado endolinfa. Los dos compartimientos adyacentes, la escala vestibular y la escala timpánica contienen un líquido diferente llamado perilinfa. En el ápex de la cóclea existe un pequeño orificio llamado helicotrema que conecta los dos compartimientos rellenos con perilinfa, la escala timpánica y la escala vestibular. La ventana oval forma una interfase entre la cadena osicular del oído medio y la escala vestibular llena de líquido del oído interno (p.63).

En cuanto a las características de los líquidos del oído interno, Rivas y Ariza en el 2007 mencionan que se les han atribuido cuatro funciones principales:

Proveer nutrientes y remover los productos catabólicos provenientes de las células, suministrar un medio iónico para la transformación de la energía, controlar la presión de los líquidos del sistema, retransmitir las vibraciones de la platina del estribo a los elementos transformadores de energía (p.33).

Gracias al movimiento de la endolinfa, se produce la despolarización de las células ciliadas internas, produciendo la conducción del impulso nervioso auditivo.

Además, a nivel fisiológico Bess y Humes (2005) describen que la cóclea se estimula de la siguiente manera:

Cuando la ventana oval vibra como consecuencia de la vibración de la cadena de huesecillos, se produce una onda dentro de la escala vestibular.

Dado que los compartimientos llenos de líquido en esencia están sellados dentro del laberinto óseo, el desplazamiento interno de los líquidos cocleares en la ventana oval debe coincidir con un desplazamiento externo. Esto se completa a través de la ventana redonda, que comunica en forma directa con la escala timpánica. Cuando la ventana oval es atraída hacia adentro por el estribo, la ventana redonda es empujada hacia afuera por el aumento de la presión del líquido del oído interno (p.63).

Manrique y Marco (2014) mencionan que dentro de la cóclea se encuentra el órgano de Corti, el cual conforma el núcleo central del receptor auditivo de los mamíferos. En él se encuentran dos tipos de células: células de soporte y células sensoriales (externas e internas), las cuales se encuentran por debajo de la membrana tectoria, la cual está compuesta de colágeno, glicoproteínas y glicosaminoglicanos, con una estructura fibrilar de regiones delimitadas. La membrana tectoria tiene en su cara basal una zona en la que se anclan los estereocilios de las células ciliadas externas (p.28).

Como se menciona anteriormente, dentro del órgano de Corti existen dos tipos de células sensoriales, están las células ciliadas internas y las células ciliadas externas. En relación a la ubicación de las células ciliadas externas, Nouvian et. al., (2006) mencionan que estas se encuentran situadas en el borde externo de la espiral coclear, se organizan en tres filas y existen alrededor de 13.000 en cada cóclea del ser humano. Desde un punto de vista morfológico, las células ciliadas externas tienen una forma cilíndrica perfecta y su longitud aumenta de forma uniforme desde la base al vértice de la cóclea y sus estereocilios se disponen en W sobre su placa cuticular (p.5).

La zona de máxima estimulación del órgano de Corti, viene a su vez delimitada de forma más exacta por la contracción de los cilios de las células ciliadas externas. Al contraerse las células ciliadas externas, acercan y provocan el contacto de la

membrana tectoria con los cilios de las células ciliadas internas, lo que propicia su despolarización (Casamitjana, 2013, p.17).

En cuanto a las células ciliadas internas, Salesa et al., (2013) determinaron que estas se encuentran ubicadas en una única hilera:

La componen unas 3500 células, y tienen como características que sus cilios, en número de unos 60, no penetran en la lámina tectoria. Las células ciliadas internas están sostenidas por las células de deiters. Las células ciliadas internas son las que van a sentir la presencia del sonido ya que, en la parte final de cada célula, se realiza la sinapsis con varias fibras nerviosas procedentes del nervio coclear (p. 12).

En resumen, el oído interno es el encargado de transformar la energía mecánica proveniente del oído medio, en energía electroacústica por medio de la cóclea y los líquidos (perilinfia y endolinfia) que se encuentran dentro de ella. Estos producen la despolarización de las células ciliadas internas y externas que se encuentran en el órgano de Corti y realizan una sinapsis con el nervio auditivo para que el sonido pueda pasar hacia la vía auditiva central.

1.4 Vía auditiva central

Para que el sonido continúe su recorrido desde la cóclea hacia la corteza cerebral, Rodríguez et al., (2009) describen una vía auditiva primaria y otra secundaria:

La vía auditiva primaria en conjunto con las vías vestibulares da origen al VIII par craneal. Las fibras auditivas que van al núcleo coclear ventral hacen sinapsis a través de las fibras en forma de cáliz; esta sinapsis es altamente especializada y se relaciona con la conservación de la información de tipo temporal en la señal auditiva. Las fibras celulares del núcleo coclear ventral se dirigen a la oliva superior; allí se comparan hasta la más mínima diferencia temporal y de tono proveniente de cada oído, hecho que permite que se pueda determinar la ubicación de la fuente sonora (p.72).

La segunda vía, según Rodríguez et al., (2009) tiene su origen en el núcleo coclear dorsal:

Su función se asocia con el análisis de las cualidades del sonido. A este nivel, un complejo de circuitos neuronales separa las frecuencias que componen el sonido. Este complejo neuronal del núcleo coclear dorsal se dirige al colículo inferior a través del lemnisco lateral (p.72).

Además, Rodríguez et al., (2009) mencionan que la información auditiva, se distribuye de la siguiente manera:

Ambas vías llevan información desde el colículo inferior hacia el tálamo, a nivel del núcleo geniculado medial, que a su vez manda la señal a la corteza auditiva, localizada en el lóbulo temporal; a nivel de las circunvoluciones temporales media y superior así como en la circunvolución de Heschl y lóbulo de la ínsula. Las vías auditivas son bilaterales y tienen proyecciones ipsilaterales y contralaterales (p.73).

Según Casamitjana (2013) este proceso continúa con las neuronas que están ubicadas en el colículo inferior:

Están encargadas de realizar la integración final para localizar la fuente de sonido según los ejes horizontal y vertical. Las fibras eferentes del colículo inferior proyectan sobre ambos cuerpos geniculados mediales talámicos ipsilateral y contralateral. La función de los cuerpos geniculados mediales es realizar un análisis tonotópico de las diferentes frecuencias, con especial separación de las latencias de los mensajes que reciben. Finalmente, esta vía se proyecta sobre el córtex auditivo de manera que se establecen circuitos muy importantes en el análisis del mensaje auditivo y el filtrado de la información (p. 22).

1.5 Centros analizadores corticales del sonido

Según Gil-Carcedo (1995), “el análisis final de los estímulos sonoros va a tener lugar en determinadas zonas de la corteza del lóbulo temporal, las 3 áreas auditivas principales son las 41, 42 y 22 de la topografía de BRODMANN” (p.101).

El área 41 de Brodmann es el centro auditivo primario, ubicado en la parte del lóbulo temporal denominada como gyrus temporal transverso de Heschl. En esta área los estímulos sonoros son analizados de manera tonotópica, de forma que las frecuencias agudas estimulan la zona más externa y las frecuencias graves en la zona más interna. Esta área recibe fibras provenientes del núcleo geniculado medial del tálamo, cumple funciones automáticas de atención auditiva y realiza principalmente tareas de percepción que permiten pasar de la simple discriminación de los sonidos a la identificación de palabras (Gil-Carcedo, 1995, p.102).

La corteza auditiva secundaria está conformada por las áreas 42 y 22 de Brodmann. El área 42, al igual que el área 41, está organizada de manera tonotópica, pero de forma inversa, realizando el análisis de las frecuencias graves en la parte más externa y las frecuencias agudas en la parte interna (Gil-Carcedo, 1995, p.102).

Por último, en relación al área 22 de Brodmann, Gil-Carcedo (1995) señala que:

Está localizada en los dos tercios posteriores de la primera circunvolución temporal. Es el centro de la gnosia auditiva, donde se produce el reconocimiento de lo que se oye. Las lesiones bilaterales de esta área originan la incompreensión y la pérdida del significado del lenguaje” (p. 102).

2. Audición normal

El oído humano se encuentra expuesto a múltiples sonidos y de diferentes características, Ferrández & Villalba (1996) mencionan que:

El área de frecuencias perceptibles por el oído humano oscila entre los 20 y 20.000 ciclos por segundo. En concreto, podría afirmarse que en el adulto no son audibles las frecuencias inferiores a 16 ciclos por segundo (infrasonidos) ni las superiores a 16.000 ciclos por segundo (ultrasonidos) (p.1).

Para Rodríguez y A' Gaytán (2006) “existen ciertos patrones de audición normal y se caracterizan por presentar los umbrales (punto mínimo en donde la persona escucha) de la audición entre 0 dBHL y 10 dBHL en niños y entre 0 dBHL y 20 dBHL en adultos” (p.53).

En 2018, Zafra explica que, con los años, los patrones de audición normal sufren una paulatina degradación:

La degradación auditiva es un factor presente y pronunciado en edades adultas, pero existen otros factores, los cuales pueden afectar a la aceleración de la pérdida auditiva. Una exposición y prolongación a altos volúmenes de presión sonora en un trabajo durante mucho tiempo es un factor que podría acelerar sumamente la degradación de la capacidad auditiva (p.62).

3. Hipoacusia

La hipoacusia se define según Camacho, Nieto, Mejía, Escobar y Araque (2006) de la siguiente manera:

Es la disminución de la capacidad auditiva por encima de los niveles definidos de normalidad. Se ha graduado el nivel de pérdida auditiva con base al promedio de respuestas en decibeles. Esta se usa desde el punto de vista clínico promediando las frecuencias de 500, 1000 y 2000 Hz. Para salud ocupacional se recomienda la inclusión de 3000 Hz en la promediación. Para el abordaje del paciente con pérdida auditiva inducida por ruido es de vital importancia la descripción frecuencial de los niveles de

respuesta desde 500 hasta 8000 Hz. Esto con el fin de precisar la severidad de la hipoacusia para las frecuencias agudas, que son las primeras comprometidas (p.40).

Según Zafra (2018), el umbral de dolor y en donde se aprecian molestias, se encuentra por sobre los 130 dB. Una larga exposición a niveles superiores a 130 dB podría producir una irreparable y permanente pérdida de audición. (p. 62)

Una de las maneras de clasificar las pérdidas de audición o hipoacusias, según Camacho et al., (2006), es en relación al lugar de la lesión, entre las cuales se encuentran la conductiva, neurosensorial y mixta:

3.1 Hipoacusia conductiva

“Disminución de la capacidad auditiva por alteración a nivel del oído externo o del oído medio que impide la normal conducción del sonido al oído interno” (p.41).

3.2 Hipoacusia neurosensorial

“Disminución de la capacidad auditiva por alteración a nivel del oído interno, del octavo par craneal o de las vías auditivas centrales. Las alteraciones más frecuentes se relacionan con las modificaciones en la sensibilidad coclear” (p.41).

3.3 Hipoacusia mixta

“Disminución de la capacidad auditiva por una mezcla de alteraciones de tipo conductivo y neurosensorial en el mismo oído” (p.41).

Por otra parte, la American Speech-Language Hearing Association (ASHA). (2016), define la pérdida auditiva conductiva y neurosensorial de la siguiente manera:

La pérdida auditiva de conducción ocurre cuando el sonido no viaja con facilidad por el canal externo del oído hasta el tímpano y los huesecillos

(osículos) del oído medio. Con la pérdida auditiva de conducción los sonidos suenan apagados y es menos fácil oír (párr. 3).

En cambio, una pérdida auditiva neurosensorial se produce cuando hay daño al oído interno (cóclea) o a los conductos de los nervios entre el oído interno y el cerebro. La mayoría de las veces, no es posible reparar mediante intervención médica ni quirúrgica la pérdida auditiva neurosensorial. Este es el tipo más común de pérdida permanente de audición. La pérdida auditiva neurosensorial reduce la capacidad de oír sonidos tenues. Incluso cuando se habla a suficiente volumen, puede no sonar claro o sonar apagado (ASHA, 2016, párr. 4).

4. Hipoacusias inducidas por ruido

Bess y Humes (2005), mencionan que la exposición a sonidos de alta intensidad puede provocar daños temporales o permanentes para la audición. El que la pérdida auditiva sea producto de la exposición a un sonido intenso depende de varios factores. Estos incluyen las características acústicas del sonido, como su intensidad, duración y frecuencia, así como también el tiempo de exposición al que se somete el sujeto y la susceptibilidad del individuo (p.198).

Ganime, Da Silva, Robazzi, Sauzo & Faleiro (2010), explican que la pérdida auditiva inducida por el ruido (PAIR):

Solo puede ser prevenida eliminándose o disminuyendo los niveles de exposición sonora. Ésta es considerada una de las enfermedades ocupacionales más comunes y la segunda lesión ocupacional auto referida más común. Este problema es permanente, irreversible y no existe tratamiento efectivo cuando es resultante de exposición excesiva” (p. 8).

Según un estudio de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC por sus siglas en inglés) citado por el National Institute of Deafness and

Other Communication Disorders (2016), que incluye pruebas de audición y entrevistas con participantes del año 2011 a 2012, al menos 10 millones (el 6%) de los adultos en los Estados Unidos menores de 70 años y quizás hasta 40 millones (el 24%) de adultos, tienen características en su prueba de audición que sugieren una pérdida de audición en uno o ambos oídos por exposición a ruidos fuertes (párr. 3).

Por otro lado, un estudio realizado por Henderson, Testa y Hartnick (2010), concluye que, hasta el 17% de los adolescentes (de 12 a 19 años de edad) tienen características en su prueba de audición que sugieren una pérdida de audición inducida por el ruido en uno o ambos oídos, según los datos de 2005 a 2006 (p. 41).

4.1 Trauma acústico

Rodríguez, C y Rodríguez, R (s.f.) definen el trauma acústico como una lesión del oído interno ocasionada por impactos sonoros persistentes, que se caracteriza por una caída del tono de 4.000 Hz y se acompaña generalmente de reclutamiento, siendo esta frecuencia y la 8.000 Hz (frecuencias agudas) las que se ven afectadas con mayor frecuencia. Finalmente agregan que se necesitan más de 90 dB para provocar un trauma acústico (p. 81)

Las consecuencias de un trauma acústico se pueden evidenciar en algunos estudios, tal como el realizado por el Departamento de Salud Ambiental de la Universidad de Mashhad de Ciencias Médicas, en Irán, en el cual se realizó un estudio en relación al umbral auditivo de un grupo de bomberos, concluyendo que producto de la exposición a ruido de alta intensidad, puede producir una pérdida auditiva en las frecuencias altas, especialmente en la 4.000 Hz. (Assadi, Esmaily, Mostaan, 2013, p.118).

Rodríguez, C. y Rodríguez, R. (s.f) mencionan la siguiente clasificación para el trauma acústico:

Primer Grado: Presenta una caída a partir del tono 4.000 que oscila entre 20 a 30 dB. No tiene trastorno auditivo y en un principio sus lesiones cocleares son reversibles.

Segundo Grado: Se aprecia una pérdida aproximada de 40 dB y se acompaña de hipoacusia.

Tercer grado: El umbral desciende hasta cifras de 60 dB o mayores, acompañándose de acufenos y reclutamiento intensos (p. 81).

Las características del ruido que influyen en el trauma acústico son la intensidad, duración y ritmo:

En relación a lo anterior, Bartual y Arauz (1999) citado por Badilla, Matus, Soto, G., y Soto, K., (2006) definen la intensidad como:

Cantidad de energía que atraviesa la superficie en un segundo. Ruidos impulsivos de 170-180 dB pueden ocasionar la destrucción de parte o de la totalidad de las estructuras de la cóclea, con daño tisular y muerte de las células ciliadas, producto del efecto mecánico; por otro lado, encontramos ruidos de menor intensidad (80-90 dB), pero de carácter constante, que pueden provocar fatiga celular de índole bioquímica y enzimática, y originar muerte celular cuando la exposición es reiterada y mantenida. Las lesiones celulares afectan prioritariamente a las células ciliadas externas; sin embargo, el resto de las células también pueden verse afectadas. Estas lesiones se clasifican en: temporales, permanentes y degenerativas. También pueden observarse lesiones sinápticas y membranosas (producidas por exposición a ruido impulsivo de alta intensidad) (p.14 – 15).

Por otro lado, otra de las características, corresponde a la duración: “la posibilidad de daño auditivo se relaciona directamente con el tiempo de exposición a ruido,

así, mientras mayor sea el tiempo de exposición mayor será la probabilidad de daño coclear, aunque la intensidad sonora no sobrepase los 90 dB” (Badilla et.al, 2006, p.15).

En cuanto al concepto de ritmo, en relación al daño auditivo, se describe: “cuando la exposición a ruido es intermitente el daño auditivo provocado estará en directa relación con las pausas de ésta, es decir, cuando las pausas son cortas la nocividad es mayor que cuando éstas permiten tiempos de recuperación prolongados” (Badilla et al., 2006, p.15).

Los tipos de traumas acústicos se pueden clasificar en agudo y crónico dependiendo del tipo y tiempo de exposición al ruido.

4.1.1 Trauma acústico agudo

“El trauma acústico es causado por la exposición a un ruido único, de forma aguda, de corta duración y alta intensidad (más de 140 dB) que provoca una pérdida auditiva repentina y es generalmente dolorosa” (Arch-Tirado et al., 2014, p.530).

“Dependiendo de la magnitud de la presión acústica, puede haber ruptura de la membrana timpánica, luxación de las articulaciones de la cadena osicular, destrucción parcial o total de la membrana basilar o de la membrana de Reissner” (Arch-Tirado et al., 2014, p.530).

La pérdida auditiva generada en el trauma acústico agudo se caracteriza por una afectación de predominio unilateral, lesiones en el oído medio o la cóclea, irreversible cuando hay lesión en el órgano de Corti, y que se detiene cuando no continúa la exposición al ruido. Generalmente en la audiometría se obtiene el registro de una curva tonal con desplazamiento unilateral en 4000 Hz. Algunas de las manifestaciones clínicas dependen de la magnitud del sonido al que fue

expuesto el individuo, generalmente se acompaña por otalgia, algiacusia, acúfenos, otorrea y vértigo, además de la hipoacusia, que puede ser unilateral o bilateral dependiendo de las circunstancias y mecanismos del accidente (Arch-Tirado et al., 2014, p.530).

4.1.2 Trauma acústico crónico

Dado que la exposición es generalmente de origen industrial, la hipoacusia resultante del trauma acústico crónico, también llamada sordera industrial, sordera profesional o sordera de trabajo se considera una entidad patológica relacionada con el ambiente laboral. En las etapas iniciales las alteraciones en la audición pueden pasar desapercibidas para el trabajador, pero en las fases avanzadas afectan la comunicación oral. La hipoacusia se caracteriza por ser bilateral y simétrica, se acompaña de acúfenos y es de tipo neurosensorial. La curva audiológica característica en las etapas iniciales muestra una caída en la frecuencia de 4000 Hz y una recuperación en 8000 Hz (Lera, Salinas, Aguilar & Borja. 2006, p.497-498).

La caída de las frecuencias agudas en el umbral auditivo producto de la constante exposición a ruido, si bien no es significativa en un comienzo, va aumentando progresivamente si la exposición es constante.

Esto coincide con un estudio realizado por Rivera y Tapia en Santiago de Chile (2013), en un grupo de 47 bomberos de diferentes compañías, en el cual es posible observar que aun cuando, el Promedio Tonal Puro (PTP) de los sujetos se encuentra dentro de los rangos normales, en todos los casos se presentó una caída en las frecuencias agudas, 4 kHz y 6 kHz (p.105).

5. Evaluación auditiva

Para realizar la evaluación auditiva se utilizan una serie de exámenes que permiten determinar el grado de pérdida y la localización de esta. Una minuciosa historia y examen clínico son esenciales, y contribuyen a tener una buena idea de la situación antes de hacer las evaluaciones instrumentales (Goycoolea, Ernst, Orellana, Torres, 2003, párr 1-2).

“Existen distintos métodos de medición de la audición que dependen de la edad del paciente y del tipo de patología que esté causando el trastorno auditivo” (Iñiguez, S & Iñiguez, C 2005).

5.1 Otoscopia

“Consiste en explorar tanto el pabellón auditivo como el conducto auditivo externo (CAE) y la membrana timpánica con la finalidad de valorar la existencia de posibles alteraciones” (Quesada, Maeso y Perelló, 2013, p. 34).

5.2 Audiometría

Rodríguez & A'Gaytán (2006) describen la audiometría tonal:

Un examen que tiene por objeto cifrar las alteraciones de la audición en relación con los estímulos acústicos, resultados que se anotan en un gráfico denominado audiograma. Esta evaluación puede utilizarse para detectar la pérdida auditiva a una etapa temprana y también cuando se presenta dificultad auditiva por cualquier causa (p.107).

“La transmisión sonora por la vía aérea se realiza a través del aire colocando unos auriculares en el pabellón de la oreja y la estimulación sonora por la vía ósea se realiza colocando un vibrador en la apófisis mastoides” (Rodríguez & A'Gaytán, 2006, p.108).

Según Manrique y Marco (2014) la audiometría tiene dos grandes objetivos:

El primer objetivo es descubrir la existencia de una posible hipoacusia a través del umbral auditivo y el segundo es localizar la lesión inicial causante de la pérdida auditiva comparándose así los resultados obtenidos en vía ósea y vía aérea explorando las frecuencias 250 Hz a 8.000 Hz (p.89).

5.3 Audiometría de alta frecuencia

Rodríguez et al (2009) describen la audiometría de alta frecuencia:

Es el estudio audiológico realizado a frecuencias por arriba de los 8000 Hz; ayuda a detectar pérdida auditiva de manera predictiva. Por lo general, hay deterioro auditivo en altas frecuencias con la edad. A partir de los 30 o 40 años empiezan a producirse ciertos cambios. La audiometría de altas frecuencias también es útil como una extensión de la audiometría clínica sistemática en diferentes situaciones, como en la detección de daño auditivo producido por ruido, evaluación de resultados postcirugía de oídos, seguimiento de pacientes en tratamiento oncológico, evaluación audiológica laboral en pacientes con acúfeno, etcétera (p.143).

5.4 Impedanciometría

Rodríguez, C y Rodríguez, R (s.f.) definen la impedanciometría como “el estudio objetivo de la función del oído medio a través de la timpanometría y del reflejo estapedial del complejo timpanoosicular (tímpano y oído medio) (p. 35).

“Por medio de la timpanometría se obtiene una representación gráfica del complejo timpanoosicular y del contenido de oído medio, consecuencia del funcionamiento de la trompa de eustaquio” (Rodríguez, C y Rodríguez, R, s.f., p. 35).

“Con el estudio del reflejo estapedial (ipsilateral y contralateral) se puede obtener información no solo del funcionamiento de la cadena osicular, si no también proporciona elementos para el diagnóstico diferencial de las hipoacusias neurosensoriales” (Rodríguez, C y Rodríguez, R, s.f., p. 35).

“La mayor parte de la energía sonora que llega hacia la membrana timpánica sigue por la cadena osicular y llega hasta el oído interno. Solo una cantidad mínima de energía es rechazada por el tímpano. Cualquier cosa que afecte al oído medio aumentará la impedancia y disminuirá la compliancia” (Rodríguez, C y Rodríguez, R, s.f., p. 35).

“La impedancia acústica es la resistencia al movimiento vibratorio ocasionado por desplazamiento de volumen, presión sonora y elasticidad de la superficie en un medio de transmisión sonora, esto es, la membrana timpánica y la cadena osicular” (Manrique y Marco, 2014, p.109).

6. Sonido y ruido

Fairen (s.f) citado por Morales y Correa (2007) explican la diferencia entre el sonido y el ruido:

Entendemos por sonido toda vibración simple o compleja cuya intensidad rebasa el umbral sin llegar a producir dolor y proporciona una sensación agradable o en todo caso tolerable para cualquier oído adecuado. Los sonidos simples o complejos que, por su falta de armonía o elevada intensidad resultan desagradables y molestos de inmediato o nocivos a la larga, deben ser catalogados como ruido (p. 490).

Por otra parte, Berglund, Lindvall y Shwela (1999) mencionan que, en términos físicos, “no habría distinción entre el sonido y el ruido, siendo el sonido una percepción sensorial de ondas propagadas en un medio, y al formarse un

complejo patrón de estas ondas se generaría el ruido, la música, entre otros tipos de sonidos” (p.1).

El sonido se puede comprender con dos definiciones, una acústica física y una acústica fisiológica. La primera según Salesa (2013), “es una vibración mecánica capaz de producir una sensación auditiva. La primera definición se refiere al sonido como estímulo físico y la segunda como sensación” (p.145).

Manrique y Marco (2014) hacen referencia a que “la cantidad de energía que pasa por una determinada área del medio, por unidad de tiempo, es la intensidad de la onda sonora” (p.50).

Según Salesa (2013) existen diferentes tipos de ruidos y los clasifica de la siguiente manera:

Continuos: Cuando los niveles de presión acústica y el espectro de frecuencias varían muy poco en función del tiempo. Ejemplo: ruido de motores eléctricos, bombas de agua, ruido ambiental de fondo.

Estable: Cuando el nivel de presión acústica ponderado A permanece constante.

Fluctuantes: Cuando tanto el nivel de presión acústica como el espectro de frecuencias varían de forma aleatoria en función del tiempo sobre un margen más o menos grande. Ejemplo: ruido de tráfico rodado.

Transitorio: Cuando su nivel sonoro comienza y termina dentro de un periodo de tiempo corto. Ejemplo: ruido producido por el paso de un tren o el vuelo de un avión.

De impacto: El producido por un incremento brusco y de corta duración. Ejemplo: disparo de pistola, golpe de un martillo (p. 145).

En Chile, en 1999 el Decreto Supremo N.º 594 aprueba el reglamento sobre las condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, estableciendo las condiciones que se deben cumplir y los límites de exposición

ambiental a agentes químicos y físicos, como lo es el ruido. Este documento expone en el artículo N.º 70 una clasificación de los ruidos a los cuales están expuestos los trabajadores:

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

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

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

Según el Decreto Supremo N.º 594: “La exposición ocupacional a ruido estable o fluctuante deberá ser controlada de modo que para una jornada de 8 horas diarias ningún trabajador podrá estar expuesto a un nivel de presión sonora continuo equivalente superior a 85 dB (A) lento, medidos en la posición del oído del trabajador”.

Ganime et al., (2010) mencionan que “La exposición al ruido puede ocasionar efectos negativos a la salud como stress, irritabilidad, hipertensión arterial y puede estar asociado a otras situaciones de riesgo” (p.8).

Sin embargo, en un estudio realizado por Badilla et al (2006) en Santiago de Chile, aplicado en comerciantes expuesto a ruido y un grupo control, concluyen que:

A pesar de que no se encontraron comerciantes expuestos a intensidades superiores a lo establecido por la normativa, la mayoría de los sujetos que formaron parte del grupo estudio (expuestos a NPS superiores a 70 db(A) lento) presentaron un perfil audiométrico característico de Trauma Acústico Crónico Ocupacional (TACO); más aún, en contra de lo presupuestado, los sujetos que formaron parte del grupo control, y por lo tanto, expuestos a

intensidades promedio de NPS considerablemente inferiores a lo normado, también presentaron un perfil audiométrico característico de TACO, que no difería significativamente del encontrado en los sujetos expuestos.

7. Protección auditiva

La pérdida auditiva relacionada con el trabajo sigue siendo un asunto importante, el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de Estados Unidos (2001), señala que:

La pérdida de la audición es uno de los 21 temas prioritarios de investigación en este siglo. La pérdida de la audición inducida por el ruido es totalmente prevenible. Pero una vez que sucede, es permanente e irreversible. Por lo tanto, los empleadores y los trabajadores deben tomar medidas de prevención para asegurar la protección de la audición de los trabajadores (p.1).

Por esta razón, la Asociación Chilena de Seguridad (s.f.), menciona algunas medidas de prevención que pueden aplicarse para controlar la exposición al ruido. Entre ellas, está el aislamiento, cambio o rediseño de los equipos ruidosos, la disminución del tiempo de exposición al ruido para reducir la cantidad de energía sonora recibida, disminuyendo la posibilidad de daño, o el requerimiento de protección auditiva (p.8).

A su vez, Chávez (2015) determina que “como los daños en la audición ocurren normalmente en el oído interno, el protector auditivo se presenta como una barrera acústica que protege tal parte del oído, además del oído medio y externo. Asimismo, es posible definirlo como un dispositivo capaz de impedir el paso de ruido a los mecanismos sensibles de la audición” (p.4).

Si no se hace uso de la protección auditiva adecuada, grupos que se encuentran expuestos a este factor de riesgo auditivo, como es el caso de los bomberos, pueden presentar daños en el oído interno debido a la exposición a ruido de alta intensidad, ya que, como menciona López (2004):

“Los bomberos están frecuentemente expuestos a altos niveles de ruido procedente de diversas fuentes: sirenas de los vehículos, bocinas, motores de máquinas y herramientas (sierras, generadores, etc.), cabinas de los camiones, los propios sistemas de intercomunicación interna y otros. Estudios realizados muestran que durante las respuestas a emergencias que implican el funcionamiento de las sirenas y las bocinas se pueden alcanzar niveles de más de 100 dB(A)” (p. 15).

Para evidenciar esto, un estudio estadounidense, realizado en el año 2013 por Hong, Chin y Samo, en el que se realizaron exámenes audiométricos a 425 bomberos de tres estados de los Estados Unidos, evidencian que más del 40% de ellos tenían pérdida auditiva significativa en las frecuencias 4.000 Hz. y 6.000 Hz., y evidenciando también, que aquellos bomberos que llevan más años de trabajo demostraron tener una audición significativamente peor.

Por el contrario, en un estudio posterior realizado en Chile en el año 2016 por Carrillo y Oyarzún, contradicen y afirman que “de los resultados obtenidos en la evaluación del umbral auditivo en una muestra de 34 bomberos de distintas compañías de la ciudad de Concepción, se observa que no existe una pérdida auditiva significativa atribuible a los años de trayectoria”. Sin embargo, plantean que la diferencia en los resultados obtenidos podría deberse a que, en comparación a los estudios realizados por Hong, Chin y Samo (2013), la muestra es mucho más grande a la que ellos analizaron (p. 35).

8. Cuerpo de Bomberos de Chile

Los Cuerpos de Bomberos son instituciones sin fines de lucro, que no están a cargo del estado, pero que reciben aportes mediante determinados decretos que ayudan a financiar parte de los materiales, infraestructura e instrumental que requieren para poder prestar ayuda eficiente frente a las emergencias que se producen (Junta Nacional de Cuerpo de Bomberos de Chile, 2019).

Cada uno de ellos es una corporación privada, con personalidad jurídica y estatutos propios. Los bomberos previenen, combaten y extinguen incendios, prestan asistencia en otras emergencias, protegen vidas y bienes y llevan a cabo actividades de rescate (Instituto Nacional de Estadísticas, 2018).

En la ciudad de Valdivia hay un total de 316 voluntarios distribuidos en las diferentes compañías, actualmente existe un total de 10 compañías las cuales tienen diferentes especialidades.

8.1 Especialidades

Dado los datos entregados por la Superintendencia del Cuerpo de Bomberos de Valdivia (2019): Cada compañía de bomberos tiene dentro de sus capacidades, cierto tipo de especialidades en base a las cuales su apoyo es fundamental dependiendo de las características de la emergencia que se esté llevando a cabo. Esto no quiere decir que una compañía que no posee una especialidad que no es acorde a la emergencia no puede ayudar con anticipación o servir de apoyo frente a una emergencia que se esté llevando a cabo. Cualquier compañía puede prestar la ayuda que sea necesaria hasta que llegue al lugar de la emergencia el personal especializado en combatir las características específicas de la emergencia en cuestión. Las especialidades de las compañías de bomberos más frecuentes dentro de la ciudad de Valdivia son las siguientes:

8.1.1 Hazmat

Significa material peligroso, sus siglas en inglés indican hazard material, esto implica a toda sustancia líquida, sólida o gaseosa que por sus características bien sean, físicas, químicas o biológicas pudiera ocasionar daños a los seres humanos, a los animales o mascotas, al medio ambiente o a los bienes e inmuebles (Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile, 2019).

8.1.2 Rescate vehicular

Bomberos define su acción en el Rescate Vehicular como de apoyo a salud: se trata de liberar a la persona atrapada en el accidente, facilitar y colaborar con la atención que puedan darle los servicios de salud en el mismo lugar del accidente y prepararla para su rápido y seguro traslado a un centro hospitalario. (SAMU, mutuales, ambulancias privadas, institucionales y otras) (Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile, 2019).

8.1.3 Rescates urbanos

Se enfoca en la búsqueda y rescate de personas en estructuras colapsadas, ya sea por razones naturales como terremotos o aluviones, o por colapsos en instalaciones industriales y establecimientos mineros (Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile, 2019).

8.1.4 Rescate en alturas

Si se provoca una emergencia y la o las personas están imposibilitadas en salir por sus propios medios, se considera un rescate en altura, ya sea en estructuras superiores o desniveles (Junta Nacional de Cuerpos de Bomberos de Chile, 2019).

9. Grupo no expuesto a ruido

Como se mencionó previamente, para realizar este estudio, se evaluará a un grupo que no esté expuesto a ruido. Este grupo, estará compuesto por trabajadores que ocupen cargos en puestos administrativos, que según la Dirección del trabajo de Chile (2018), se pueden definir como:

Aquellos cuyas labores se relacionan con tareas propias de oficina tales como, redacción y/o confección de cartas comerciales y otros documentos, recepción y clasificación de correspondencia, archivo de documentación, mantención de registros de personal y otras que revistan tal carácter, conforme se señalan en el Clasificador Internacional Uniforme de

Ocupaciones de la OIT para los empleados de servicios administrativos y los de oficinas. También entran en esta categoría los recepcionistas de hoteles, restaurantes o clubes conforme lo ha señalado la Dirección del Trabajo

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

1. Definición conceptual y operacional de las variables

Tabla N°1. Definición conceptual y operacional de las variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Valores	Tipo	Rol
Salud auditiva	Estado auditivo de un sujeto.	Para evaluar la salud auditiva del sujeto, será necesario realizar una audiometría.	Normal/ Alterada	Cualitativo	Dependiente
Autopercepción auditiva	Apreciación subjetiva de un sujeto acerca de la calidad de su sentido de audición.	Durante la anamnesis se le consultará al participante si siente que tiene pérdida auditiva.	Si/ No	Cualitativo	
Especialidad bomberil	Especialidad en la que se desempeña un voluntario de bombero en la compañía a la cual pertenece.	Se preguntará al participante la especialidad en la que se desempeña dentro de la compañía de bomberos, siendo registrada en la ficha anamnesis.	Rescate / Extinción de incendios	Cualitativo	Independiente

Exposición a ruido	Ruido a la que una persona está expuesta durante un día.	Durante la anamnesis se le consulta al paciente su ocupación, características del lugar del trabajo y si está expuesto a ruidos constantes.	Expuesto a ruido/ No expuesto a ruido.	Cualitativa	Independiente
Frecuencia afectada	Es o son la o las frecuencias evaluadas de cada oído en la o las que exista una mayor disminución en el umbral auditivo, considerando las que estén sobre los 20 dB.	Para determinar la o las frecuencias afectadas se evaluará la audición del usuario por vía aérea, y por vía ósea solo en caso de ser necesario, mediante una audiometría tonal, dentro de una cámara silente, evaluando frecuencia a frecuencia desde los 125 Hz hasta los 8000 Hz en vía aérea y 250 Hz a la 4000 Hz en la vía ósea.	Ninguna/ 125 Hz/ 250 Hz/ 500 Hz/ 1.000 Hz/ 2.000 Hz/ 3.000 Hz/ 4.000 Hz/ 6.000 Hz/ 8.000 Hz.	Cuantitativa	

2. Tipo y diseño de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental de corte transversal y de carácter descriptiva y comparativa.

3. Población y muestra

3.1 Población

La población estará compuesta por todos los voluntarios y voluntarias del cuerpo de bomberos y un grupo de trabajadores no expuestos a ruido, entre 20 y 45 años de edad en la ciudad de Valdivia en el año 2019.

3.2 Criterios de exclusión

Criterios de exclusión para voluntarios del cuerpo de bomberos:

- Que estén cursando con otitis o síntomas de otitis.
- Que realicen alguna actividad en la que estén expuestos a ruido (trabajo o hobbies).
- Que pertenezcan a otra especialidad que no sea de extinción de incendio y rescate.
- Que tengan un diagnóstico de pérdida auditiva previo a pertenecer al voluntariado del cuerpo de bomberos.
- Que lleven menos de 2 años ejerciendo como voluntarios de bomberos.

Criterios de exclusión para el grupo no expuesto a ruido:

- Que estén cursando con otitis o síntomas de otitis.
- Que su oficio requiera de la utilización de cualquier tipo de audífono.
- Que realicen alguna actividad extra en la que estén expuestos a ruido (hobbies).

3.3 Tipo de muestreo

Tipo de muestreo para voluntarios del cuerpo de bomberos:

Será realizado en base a un muestreo no probabilístico por cuotas. Dividiéndose por especialidad dentro de su labor bomberil (rescate y extinción de incendio).

Tipo de muestreo para el grupo no expuesto a ruido:

Será realizado en base a un muestreo no probabilístico por juicio y por conveniencia.

3.4 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra será de 49 individuos, la cual se dividirá en 25 bomberos y 24 personas no expuestas a ruidos de la ciudad de Valdivia, en el año 2019.

4. Plan de recolección de datos

4.1 Instrumentos de medición

Anamnesis: Es una entrevista en la cual se aplicará un instrumento que contendrá preguntas guiadas para obtener datos sobre las variables incluidas y nombradas anteriormente, pretendiendo recabar información de antecedentes personales, mórbidos, familiares, con presencia de síntomas y sus características. Además, dentro de esta anamnesis se incluirá una pregunta sobre su percepción auditiva para conocer si el participante refiere pérdida auditiva (Anexo N.º1).

Otoscopia: A través de un otoscopio, se realizará un examen clínico para evidenciar el estado del CAE y membrana timpánica, descartando existencia de tapón de cerumen o alguna anomalía en el tímpano, además confirmar que está otológicamente sano para realizar los posteriores exámenes.

Audiometría: Mediante esta prueba se buscará el umbral auditivo de los sujetos a través de vía aérea desde la frecuencia 125 Hz a 8.000 Hz y vía ósea desde la frecuencia 250 Hz a 4.000 Hz, utilizándose el audiómetro Interacoustic Ac33 y una cámara silente, además del “protocolo de audiometría” (Anexo N.º2).

Impedanciometría: Prueba a través de la cual se obtendrán datos acerca de la indemnidad y funcionamiento del oído medio utilizándose el impedanciómetro Interacoustic AT 235 y el “protocolo de impedanciometría” (Anexo N.º3).

4.2 Procedimiento de recolección de datos

Esta investigación deberá ser aprobada por el Comité Ético Científico del Servicio de Salud Valdivia y posterior a esto se llevará a cabo la recolección de datos.

Para la recolección de datos de los voluntarios del cuerpo de bomberos, será necesario dirigirse a la 1º Compañía de Bomberos de Valdivia, invitándoles a participar a esta investigación de forma voluntaria. Luego se hará entrega de un consentimiento informado, en cual se explica la finalidad de la investigación, para que el voluntario decida su participación.

Posteriormente se le solicitará información de contacto personal para agendar un día y hora, en el que deberán asistir al Centro de Salud de la Universidad San Sebastián para realizarles las evaluaciones.

Con respecto a la recolección de datos del grupo no expuesto a ruido, será necesario dirigirse a lugares donde se desempeñen como trabajadores administrativos para invitarlos a participar de esta investigación de forma voluntaria, entregándoles un consentimiento informado, el cual explica la finalidad y propósito de esta investigación.

Posteriormente, se le solicitará información de contacto personal para agendar un día y hora, en el que deberán asistir al Centro de Salud de la Universidad San Sebastián para realizarles las evaluaciones.

Una vez llegado el día agendado, el procedimiento a realizar será igual para ambos grupos, comenzando por hacer pasar al participante al box, donde se le aplicarán diferentes evaluaciones (anamnesis, otoscopia, audiometría e impedanciometría) en un box especializado del área de audiolgía, pretendiendo realizar una atención de 60 minutos aproximadamente por individuo.

5. Plan de análisis estadístico

Una vez realizadas las evaluaciones y recopilación de datos, se procede a analizar las hipótesis y aplicar las pruebas estadísticas para probar cada una de ellas.

- En el caso de las hipótesis donde se compare el comportamiento de dos grupos, se debe usar prueba chi-cuadrado con tabla de contingencia.
- En las hipótesis de tipo de descriptivas, es necesario utilizar la prueba de proporciones Z.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en las evaluaciones con respecto a las hipótesis de investigación que fueron planteadas en un comienzo, siendo estas de carácter comparativo de grupos y descriptivas.

El análisis de datos se realizó con el programa IBM Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 20 y el programa Microsoft Excel versión 2010. Para poder resumir los resultados, se utilizan tablas de contingencias bidimensionales, y para la comprobación de las hipótesis, se realizaron mediante la prueba de proporciones Z en las de tipo descriptivas y la prueba Chi- Cuadrado para las hipótesis comparativas de grupo.

Tabla N°2. Salud auditiva en voluntarios de bomberos según especialidad

		Salud auditiva		Total
		Normal	Alterada	
Especialidad	Rescate	14	0	14
	Extinción de incendios	10	1	11
Total		24	1	25

La tabla número 2 nos muestra que la cantidad de voluntarios de bomberos que poseen audición normal es mucho mayor a los que presentan pérdida auditiva: se encontró solo 1 caso de 25. Al realizar la prueba Chi- cuadrado se evidenció que no existe diferencia significativa en la salud auditiva entre voluntarios de bomberos que se desempeñan en la especialidad de Rescate o extinción de incendio (p valor = 0,25).

Tabla N°3. Frecuencia afecta en oído derecho e izquierdo en voluntarios de bomberos.

		Oído derecho		Oído izquierdo	
		Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Frecuencia afectada	125 Hz	3	27,3	1	7,7
	2.000 Hz	1	9,1	2	15,4
	4.000 Hz	1	9,1	1	7,7
	6.000 Hz	4	36,4	7	53,8
	8.000 Hz	2	18,2	2	15,4
Total		11	100	13	100

En la tabla N° 3 se puede evidenciar que la frecuencia que se encuentra más alterada en los voluntarios de bomberos corresponde a la frecuencia 6.000 Hz para ambos oídos, concluyendo que la frecuencia que se ve alterada en ambos oídos, con más del 50%, en los voluntarios de bomberos no corresponde a la

frecuencia 4.000Hz, sino que corresponde a la frecuencia 6.000Hz (p valor= 0,999 para ambos oídos).

Tabla N°4. Salud auditiva en el grupo no expuesto a ruido y en grupo expuesto a ruido.

		Salud auditiva		Total
		Normal	Alterada	
Exposición a ruido	No expuesto a ruido	23	1	24
	Expuesto a ruido	24	1	25
Total		47	2	49

Los resultados que se resumen en la tabla número 4 muestran que la salud auditiva, tanto en los voluntarios de bomberos (grupo expuesto a ruido), como en el grupo no expuesto a ruido, es normal en casi todos los casos, con solo una excepción en cada grupo, que sí presentan una salud auditiva alterada. Al realizar la prueba Chi-cuadrado se evidenció que no existe una diferencia significativa entre la salud auditiva de los voluntarios de bomberos y el grupo no expuesto a ruido (p valor = 0,976).

En relación a la hipótesis de investigación número 4, se realizó el análisis estadístico con la prueba de proporciones Z y se concluye que menos del 50% de los voluntarios de bomberos presenta pérdida auditiva y no la refiere en el autoreporte. (p valor = 1)

Por último, en relación a la hipótesis de investigación número 5, se realizó el análisis estadístico con la prueba de proporciones Z, concluyendo que ningún individuo del grupo no expuesto a ruido presenta pérdida auditiva y no la refiere en el autoreporte. (p valor = 0,000)

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

En base a los resultados que se obtuvieron en el análisis de datos se puede afirmar que, si bien, la mayor parte de los voluntarios de bomberos tienen una audición dentro de parámetros normales según el promedio tonal puro audiométrico, en la gran mayoría se pudo apreciar un descenso en las frecuencias agudas, particularmente en la frecuencia 6.000 Hz, y con predominancia del oído izquierdo. Lo cual se asemeja a resultados obtenidos dentro de las investigaciones realizadas en el país, como la de Rivera y Tapia (2012) en la cual se demostró que, de los 47 voluntarios de bomberos estudiados en la ciudad de Santiago, la mayoría de ellos presentaba pérdida auditiva mayoritariamente en el oído izquierdo, siendo esta mayor a la del oído derecho, en la cual se registran menos casos.

La pérdida auditiva que presentan los voluntarios de bomberos en las frecuencias agudas, especialmente en la 6000 Hz, puede ser un indicador de pérdida auditiva inducida por ruido en una etapa temprana, la cual puede ir descendiendo si la exposición a ruidos de alta intensidad se prolonga por más años de servicio. Por otro lado, esta pérdida auditiva puede incrementar aún más, si los sujetos realizan actividades fuera del voluntariado que impliquen estar expuesto a ruidos de alta intensidad, como en algunos casos se evidenció durante este estudio, en voluntarios que tenían como *hobby*, disparar en campo de tiro o pertenecer a grupos musicales, así como también en voluntarios que tenían trabajos fuera de las labores bomberiles, tales como: manejo de maquinarias sin uso de protección auditiva o trabajos en rubros de construcción, quienes quedaron fuera de la muestra ya que cumplían con este criterio de exclusión que fue establecido al inicio de la investigación.

La pérdida auditiva que presentan los voluntarios de bomberos en las frecuencias agudas, se asemeja a la clasificación de trauma acústico de primer grado propuesta por Rodríguez, C. y Rodríguez, R, con la única diferencia que, en dicha clasificación, la frecuencia que se ve alterada es la 4.000Hz, lo que no se condice con la frecuencia más alterada que se evidencia dentro de este estudio (6.000 Hz).

También cabe mencionar que el grado de pérdida auditiva en voluntarios de bomberos relacionada a los años de trayectoria laboral, variable que no se tomó en cuenta dentro de este estudio, no parece tener relación directa, ya que en los resultados obtenidos de los estudios de Rivera y Tapia (2012) y Meyer (2012) concluyen que, no existe relación entre los años de trayectoria laboral y el grado de pérdida auditiva que presentan los voluntarios de bombero en estudio. Sin embargo, en esta investigación, los casos de voluntarios que han desarrollado una trayectoria laboral de más años dentro de la compañía (dos casos en específico), evidencian la presencia de una pérdida auditiva cercana a los 40 dB, por lo cual se propone mayor control de variables en relación a los años de ejercicio como voluntario de bombero en relación al grado de pérdida auditiva para obtener resultados concluyentes en relación a esta hipótesis.

Si bien se descarta la hipótesis de que existe una diferencia significativa en la salud auditiva de los voluntarios de bomberos que realizan labores de extinción de incendios y los voluntarios que realizan labores de rescate, es importante tomar en cuenta otros factores y variables, aparte de los niveles de presión sonora, que no han sido estudiados en esta investigación, como el perjuicio de los agentes contaminantes emanados por el humo de incendios a los que se encuentran expuestos los voluntarios que desarrollan labores de extinción de incendios, tal como se menciona en estudios realizados en Vancouver, Canadá en 2011, se ha demostrado que los bomberos están expuestos a bajos niveles de monóxido de carbono (CO), y como se ha expuesto por el Dr. Oscar Boettiger (2000), la intoxicación, incluso por niveles bajos de concentración de CO en sangre, pueden provocar hipoacusia neurosensorial bilateral, especialmente en las frecuencias agudas y de carácter reversible. Por lo cual ambos factores (ruido y CO), representan peligro para la salud auditiva y deben ser estudiados en conjunto.

Dentro de los resultados obtenidos en relación al grupo no expuesto a ruido, quienes en su mayoría realizaban trabajos de oficinista en los cuales no están constantemente expuestos a ruidos de alta intensidad, no se evidencian casos de

pérdida auditiva significativa en ninguna de las frecuencias estudiadas, ni en el promedio tonal puro. Lo que, al compararlo con el grupo de voluntarios de bomberos, deja en evidencia que los ruidos de alta intensidad a los que se encuentran expuestos los bomberos, provocan un descenso de las frecuencias agudas de la audición

En cuanto a la autopercepción auditiva, para la que se realizó la pregunta sobre si “siente que tiene pérdida auditiva”, se puede observar en ambos grupos las respuestas conciben con el estado auditivo de los individuos. Esto llevó a rechazar la hipótesis acerca de que más del 50% de los voluntarios de bomberos que presentan una pérdida auditiva no la refieren en el autoreporte, ya que los casos de bomberos que presentaban pérdida auditiva según su promedio tonal puro (PTP) son muy pocos, por lo cual, no se pudieron obtener resultados significativos. Lo mismo ocurrió en el grupo de trabajadores no expuestos a ruido, ya que al no existir una cantidad significativa de casos que presenten pérdida auditiva, no fue posible obtener resultados significativos.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIÓN Y SUGERENCIAS

Esta investigación tuvo como propósito realizar una comparación de la salud auditiva entre voluntarios/as del cuerpo de bomberos y un grupo de trabajadores no expuestos a ruido, que tenían entre 20 y 45 años de edad y pertenecían a la ciudad de Valdivia en el año 2019.

Una vez obtenidos los resultados, se pudo evidenciar que la exposición a ruidos altos, por un periodo de tiempo prolongado, mayor al indicado por el programa PREXOR (Protocolo de exposición ocupacional a ruido), pueden llegar a provocar un trauma acústico en etapas tempranas, tal como se aprecia en las pruebas audiométricas realizadas en voluntarios de bomberos, en las cuales se puede ver una clara caída en las frecuencias agudas, siendo la frecuencia 6.000 Hz la que se presenta en mayor porcentaje como la frecuencia afectada en personas que presentan descenso en alguna frecuencia, sin necesidad de padecer una pérdida auditiva.

Mediante la otoscopia y la impedanciometría, se pudo descartar la presencia de patologías de oído externo u oído medio que pudieran causar pérdida auditiva e interfirieran en el objetivo de esta investigación. Los resultados obtenidos de estas, evidencian que los pacientes presentaban una curva timpanométrica dentro de parámetros normales, así como también el pabellón y CAE con aspecto adecuado.

También se pudo concluir que no existe una diferencia significativa respecto de la salud auditiva en voluntarios de bomberos que realizan labores de rescate y voluntarios que realizan labores de extinción de incendios. Lo que se contradice con nuestra hipótesis de investigación que planteaba una diferencia en su salud auditiva.

En relación a la diferencia en la salud auditiva que compara al grupo no expuesto a ruido y al grupo expuesto a ruido, no se evidencia pérdida auditiva significativa en ninguno de los dos grupos, solo se aprecia el descenso de la frecuencia 6.000Hz que se menciona anteriormente en el grupo expuesto a ruido. En el grupo no expuesto a ruido las frecuencias afectadas son variadas y no se repiten constantemente como ocurre en el grupo expuesto a ruido.

Para finalizar, es necesario recalcar la importancia de realizar esta investigación en Chile, ya que sirve para evidenciar los factores de daño auditivo a los cuales están expuestos los voluntarios de bomberos de Chile permanentemente, tomando en cuenta que realizan un servicio calificado como heroico y sin fines de lucro al no ser remunerado, en el cual, luego de investigar, queda en evidencia que no tienen ningún tipo de resguardo para su audición. También se pudo apreciar que la mayoría de los voluntarios evaluados durante esta investigación están en etapas tempranas de vida (jóvenes voluntarios, con no más de 5 años de servicio), que, de continuar en el ejercicio de esta labor, sin la debida protección auditiva, con el paso de los años generará que el trauma acústico sea aún mayor, teniendo consecuencias importantes en el contexto comunicacional y laboral.

Se sugiere que las próximas investigaciones a realizar sobre la salud auditiva de voluntarios de bomberos, sean llevadas a cabo con un mayor número de participantes, y que en su mayoría, cuenten con más de 6 años o más de experiencia bomberil, con el objetivo de obtener resultados más representativos, tomando además en consideración, la posibilidad de trabajar con profesionales o estudiantes de bioquímica, para que, en conjunto con el equipo fonoaudiológico se pueda realizar un análisis acerca de factor de ototoxicidad que producen los componentes emanados por el fuego de los incendios a los que se ven expuestos los voluntarios constantemente, ya que en otras investigaciones se evidencia que es uno de los factores que influye en la salud auditiva en bomberos que evidencian pérdidas auditivas

CAPÍTULO VII: ANEXOS

Anexo N.º1 ANAMNESIS AUDIOLÓGICA

Nombre:	Edad :
F. de Nac. :	Teléfono(s) :
Ocupación(es):	

ANTECEDENTES MÓRBIDOS Y OTOLÓGICOS

Siente que tiene pérdida auditiva: NO SI

Otitis : NO SI Otorrea Otagia Cirugía : NO OI OD

Tinnitus : NO OI OD Trauma acústico : NO OI OD

Sordera familiar : NO SI Por parte de :

TBC : NO SI Lues : NO SI Drg. Ototóxicas : NO SI

Diabetes : NO SI TEC : NO SI Hipertensión : NO SI

AVE : NO SI EPI : NO SI Meningitis : NO SI

VIH : NO SI Quimiot : NO SI Radioterapia : NO SI

Alergias : NO SI HCoolest : NO SI Hiper/HipoTiroid : NO SI

Psiquiátricos : NO SI Tabaco : NO SI Cuánto:

OH : NO SI Cuánto ... Migraña: NO SI

Exposición ruido : NO SI Tiempo de exposición :

Venenos/gases/químicos: NO SI Tipo :

Otras enfermedades o agentes:

Tratamientos/Diagnósticos previos:

Mareos : NO SI Vértigo : NO SI: Objetivo Subjetivo

Desequilibrio : NO SI Desde cuándo:

Incapacita para:

Tipo de crisis : Única Múltiples Forma de la crisis : Espontánea Provocada

Estímulo que la provoca:

Aparición: Brusca Paroxística Duración: Segs Mins Hrs Días

Evolución : Progresiva Regresiva

Otros síntomas : Náuseas Vómitos Cefalea Sudor frío Diplopia Lipotimia/Debilidad

Tratamientos/Diagnósticos previos:

EXPLORACIÓN FÍSICA Y OTOSCÓPICA

Pabellón auricular Izq: Normal Microtia Anotia Asa Otro :

Pabellón auricular Der: Normal Microtia Anotia Asa Otro :

CAE Izquierdo (forma): Normal Estenosis Agenesia Otro :

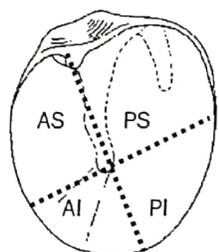
CAE Derecho (forma): Normal Estenosis Agenesia Otro :

Tapón de cerumen: NO OI OD Cuerpo extraño : NO OI OD

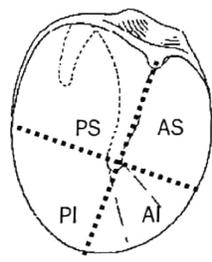
Mb timpánica Izq : Normal Cicatrizal Inflamada Perforada Otro :

Mb timpánica Der : Normal Cicatrizal Inflamada Perforada Otro :

Tipo, posición y tamaño de la perforación y/o cicatriz (dibuje):



Oído izquierdo



Oído derecho

Observaciones:

.....

.....

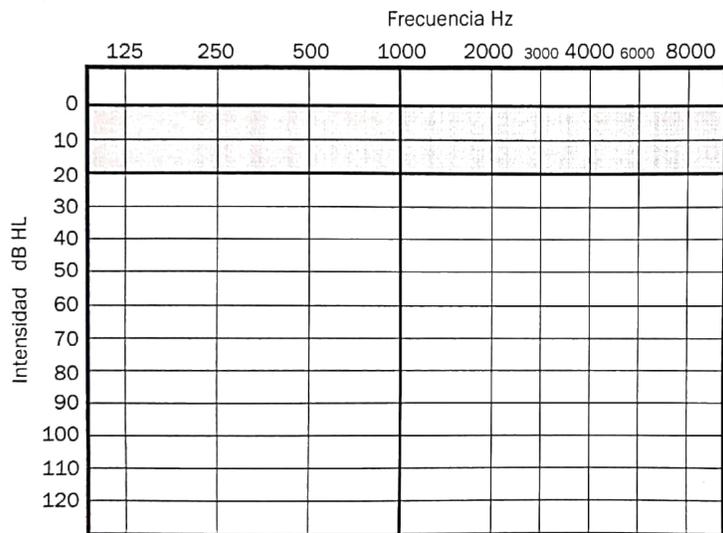


Anexo N.º2 AUDIOMETRÍA



EXAMEN AUDIOMÉTRICO.

Nombre:	Edad:	Fecha:
Referido por:	Examinador:	
Equipo:	Calibración:	



- Audiometría Tonal
- Audiometría por condicionamiento
- Audiometría por juego
- Tamizaje/Screening auditivo

PROMEDIO TONAL PURO

P T P	O. Izquierdo	O. Derecho
Vía Aérea	dB HL	dB HL
Vía Ósea	dB HL	dB HL

ACUMETRÍA

WEBER	RINNE
125 Hz	125 Hz
250 Hz	250 Hz
500 Hz	500 Hz
1000 Hz	1000 Hz

DISCRIMINACIÓN DE LA PALABRA	Intensidad	%	Masking
Oído Izquierdo	dB HL		dB HL
Oído Derecho	dB HL		dB HL

Material Fonético Monosílabos Bisílabos T. Conocidos Frases Órdenes simples

	DETERIORO TONAL <input type="checkbox"/> Carhart <input type="checkbox"/> Rosenberg <input type="checkbox"/> STAT			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
O I	dB	dB	dB	dB
O D	dB	dB	dB	dB

	SISI TEST			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
O I	%	%	%	%
O D	%	%	%	%

Observaciones:

.....

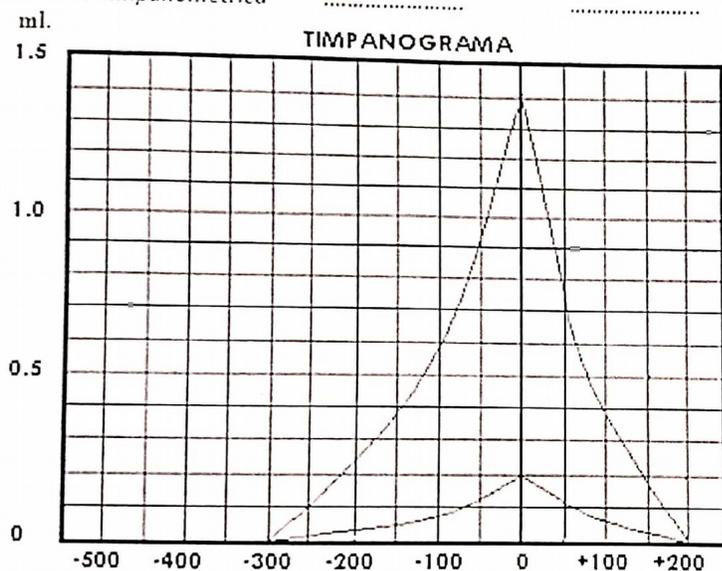
.....

.....

Fonoaudiólogo(a)

Anexo nº3 IMPEDANCIOMETRIA

	O. I.	O. D.
Volumen del CAE
Presión del Ápice
Compliance Estática
Gradiente Timpanométrica



UMBRAL REFLEJO ACÚSTICO

CONTRA IPSI		CONTRA IPSI	
			500 Hz
			1000 Hz
			2000 Hz
			4000 Hz
			W.N.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Chilena de Seguridad. (s.f.) *protectores auditivos*. Recuperado de <https://www.achs.cl/portal/trabajadores/Capacitacion/CentrodeFichas/Documents/proteja-sus-oidos.pdf>
- American Speech-language hearing association, (2016). *Tipo, grado y configuración de la pérdida de audición*. Recuperado de <https://www.asha.org/uploadedFiles/Tipo-grado-y-configuracion-de-la-perdida-de-audicion.pdf>
- Ángel, F., Casas, A., Gómez, O., Guzmán, A., Pérez, M., Restrepo, C., & Zuluaga, J. (2006). *Audiología básica* (2ª ed.). Bogotá: Universidad nacional de Colombia.
- Arch-Tirado, E., Garnica, M., Delgado, A., Campos, T., Rodriguez, L., Verduzco, A. (2014). Trauma acústico generado por exposición a explosión de pólvora. *Cirugía y Cirujanos*, 82(5), 528-536. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/662/66231760008.pdf>
- Assadi, S. N., Esmaily, H., & Mostaan, L. (2013). Comparison of sensory-Neural Hearing between Firefighters and Office Workers. *International journal of preventive medicine*, 4(1), 115–119.
- Badilla, P., Matus, A., Soto, G., y Soto, K. (2006). *Características audiológicas de comerciantes establecidos en la vía pública expuestos a ruido urbano de la provincia de Santiago, Chile*. (Tesis para optar al grado de Licenciado en Fonoaudiología). Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Recuperado de http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2006/badilla_p/sources/badilla_p.pdf

- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D., (1999). *Guías para el ruido urbano*. Recuperado de <https://ocw.unican.es/pluginfile.php/965/course/section/1090/Guias%2520para%2520el%2520ruido%2520urbano.pdf>
- Bess, F. y Humes, L., (2005). *Fundamentos de audiología*. (3era edición; pp.58-59,62-63) Estructura y función del sistema auditivo. México. Editorial el manual moderno.
- Boettiger Oscar, Hipoacusia Neurosensorial Reversible por Intoxicación con Monóxido de Carbono, 2000, Rev. Otorrinolaringol. Cir. Cabeza Cuello, Vol. 60:39-44
- Bomberos de Chile. (s.f.). *Historia*. Recuperado el 09 de mayo del 2019, de <https://www.bomberos.cl/historia>
- Camacho, A., Nieto, O., Mejía, J., Escobar, E. & Araque, A. (2006) *Guía de atención integral basada en la evidencia para hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo. (República de Colombia)*, pág. 40-41-80. Recuperado de: <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/GATISO-HIPOACUSIA%20NEROSENSORIAL.pdf>
- Carrillo, V. y Oyarzún, N., (2016). *Relación entre la salud auditiva y trayectoria laboral en bomberos de las compañías de la ciudad de concepción, año 2016*. (Tesis para optar al grado de Licenciado en Fonoaudiología). Universidad del desarrollo, Concepción.
- Casamitjana, J. (2013). Tratado de audiología. *Anatomía y fisiología del oído* (2a ed., p. 16-17). Barcelona: Elsevier Masson.

- Chávez, J. (2015). *Elementos de protección auditiva*. Recuperado de https://www.achs.cl/portal/fucyt/Documents/Proyectos/P0120_J-Chavez_Informe-final-Proyecto_150415.pdf
- Cuerpo de Bomberos(s/f). *Profesionales de la emergencia*. Recuperado de <http://www.bomberos.cl/>
- Decreto N.º 594. Biblioteca nacional del Congreso de Chile. (15 de septiembre de 1999). En Biblioteca Nacional del Congreso [en línea]. Recuperado el 15 de mayo de 2019, de <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=167766>
- Dirección del Trabajo, Gobierno de Chile. Recuperado de: <https://www.dt.gob.cl/portal/1628/w3-article-60102.html>
- Ferrández, J., & Villalba, A. (1996). *Atención educativa de los alumnos con necesidades educativas especiales derivadas de una deficiencia auditiva*. Mudeco: GRAPHIC-3 S.A.
- Ganime, J.F., Almeida da Silva, L., Robazzi, ML do C.C., Valenzuela Sauzo, S., & Faleiro, S.A. (2010). El ruido como riesgo laboral: una revisión de la literatura. *Enfermería Global*, (19) Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1695-61412010000200020&lng=es&tlng=es.
- Gil- Carcedo, L. (1995). *Otología*. (2a ed.). Valladolid: panamericana.
- Goycoollea, M., Ernst, J., Orellana, V., Torres, P., (2003). *Métodos de evaluación auditiva*. Recuperado de

http://www.clc.cl/clcprod/media/contenidos/pdf/MED_14_4/MetodosEvaluacionAuditiva.pdf

- Henderson, E., Testa, M. A., & Hartnick, C. (2010). *Prevalence of Noise-Induced Hearing-Threshold Shifts and Hearing Loss Among US Youths. PEDIATRICS, 127(1), e39–e46. doi:10.1542/peds.2010-0926.*
- Hong, O., Chin, DL., Samo, DG. (2013). *Hearing loss and use of hearing protection among career firefighters in the United States. Journal of Occupational & Environmental Medicine.* Recuperado de
- Instituto Nacional para la seguridad y salud ocupacional (2001). *Pérdida de la audición relacionada con el trabajo. Recuperado de https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2001-103_sp/default.html*
- Iñiguez, S., & Iñiguez, C., (2005). Evaluación auditiva y tipos de hipoacusia. *Apuntes de Otorrinolaringología.*
- Lera, M., Salinas, S., Aguilar, G., Borja, V., (2006). *Hipoacusia por trauma acústico crónico en trabajadores afiliados al IMSS, 1992 - 2002.* Recuperado de <https://www.medigraphic.com/pdfs/imss/im-2006/im066b.pdf>
- López, M. (2004). Enfermedades de los bomberos. Una revisión de la literatura a demanda de federación de servicios y administración de CC.OO. *Instituto de trabajo, ambiente y salud.* Recuperado desde [http://www.istas.ccoo.es/descargas/ENFERMEDADES%20DE%20LOS%20BOMBEROS%20\(1\).pdf](http://www.istas.ccoo.es/descargas/ENFERMEDADES%20DE%20LOS%20BOMBEROS%20(1).pdf)
- Manríque, M. & Marco, J. (2014). *Audiología. Recuperado de seorl.net/PDF/ponencias%20oficiales/2014%20Audiología.pdf*

- Ministerio de Salud y Protección Social (2015). *Análisis de situación de la salud auditiva y comunicativa en Colombia*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-auditiva-2016.pdf>
- Morales, J. & Correa, E. (2007). Tratado de otología y audiología. *Trauma acústico* (2a ed., p. 489-490). Bogotá: AMOLCA.
- National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. (2016). *Audición y equilibrio*. Recuperado de <https://www.nidcd.nih.gov/sites/default/files/Documents/health/hearing/AuditoryNeuropathy-Spanish508.pdf>
- Nouvian, R., Malinvaud, D., Van den Abbeele, T., Puel, J., Bonfils, P., Avan, B., (2006). Fisiología de la Audición. *Fisiología del oído interno y nervio auditivo*. pág. (5). Elsevier.
- Quesada, P., Maeso, J., & Perelló, E. (2013), Otoscopias. Salesa, E. *Tratado de audiología* (2ª ed.), pp. 34-60. Barcelona: ELSEVIER MASSON.
- Rivera, N. y Tapia, J. (2012) *Hallazgos audiológicos en un grupo de voluntarios del cuerpo de bombero*. (Tesis para optar al grado académico de magíster en audiología) Universidad Andrés Bello, Santiago de Chile.
- Rivas, J. & Ariza, H. (2007). Tratado de otología y audiología. *Anatomía del oído* (2a ed., p. 10-489-490). Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, C., y Rodríguez, R. (s.f.). *Audiología Clínica y Electrodiagnóstico*. Recuperado de <http://www.blauton.com.mx/files/audiologiaclinicayelectrodiagnostico.pdf>

- Rodríguez, M., Saynes, F., & Hernández, G. (2009) *Otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*. México: McGraw-Hill interamericana editores S.A de C.V.
- Rodríguez, R. & A'Gaytán, P. (2006). *Manual de audioprotésismo*. México: Servicios Editoriales Arlequín, S.A de C.V. Recuperado de <http://www.blauton.com.mx/files/manualdeaudioprotésismo.pdf>
- Salesa, E., Perelló, E., Bonavida, A., (2013). *Tratado de audiolología*. (2a ed.). Barcelona: ELSEVIER MASSON.
- Zafra, J. (2018). *Ingeniería del sonido*. Madrid. Recuperado de <http://www.tecno-libro.es/ficheros/descargas/9788499647432.pdf>