



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Facultad de Medicina

Av. 12 de Octubre 1076 y Roca
Apartado postal 17-01-2184
Fax: 2509-584
Tel: 2509-582
Quito - Ecuador

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN y AUTORIZACIÓN

Yo, Mónica Paola Miño Verdesoto C.I. 050306551-8 autor del trabajo de graduación intitulado: **“Estudio de prevalencia de hipoacusia inducida por el ruido en trabajadores de la Empresa Novacero, Planta Lasso, durante los años 2007 al 2010”**, previa a la obtención del título profesional de **Médico/a Cirujano/a** en la Facultad de **Medicina**:

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Quito, 09 de mayo del 2011

Mónica Paola Miño Verdesoto

C.I. 0503064418

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE MEDICINA**

**ESTUDIO DE PREVALENCIA DE HIPOACUSIA INDUCIDA POR
EL RUIDO EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA NOVACERO,
PLANTA LASSO, DURANTE LOS AÑOS 2007 AL 2010**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICO
CIRUJANO**

MIÑO VERDESOTO MÓNICA PAOLA

Director Dra. Carmen Cabezas

Quito, 2011

ESTUDIO DE PREVALENCIA DE HIPOACUSIA INDUCIDA POR EL
RUIDO EN TRABAJADORES DE LA EMPRESA NOVACERO,
PLANTA LASSO, DURANTE LOS AÑOS 2007 AL 2010

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por darme salud y vida para lograr culminar una más de mis metas trazadas.

A mis padres y hermanos que siempre estuvieron presentes, apoyándome y dándome fuerza para concluir todos los proyectos iniciados. Por enseñarme la constancia, la fe en uno mismo, y por sobre todas las cosas por tenerme paciencia en los momentos difíciles.

A mis maestros quienes me prepararon para ser un médico que no trate enfermedades, sino pacientes. Por dedicarme su tiempo y brindarme todo ese conocimiento que se adquiere con la experiencia.

A mis amigos, por permanecer a mi lado sin importar las circunstancias y ser mis maestros fuera del aula de clases.

A la empresa Novacero, que me abrió sus puertas para realizar este estudio y me brindó la posibilidad de compartir los resultados.

A mis pacientes, por ser la constante todos los días pasados y futuros de mi carrera.

Tabla de contenido

Lista de cuadros.....	8
Lista de figuras.....	9
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN.....	14
INTRODUCCIÓN.....	14
JUSTIFICACIÓN.....	18
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	22
2.1. Anatomía y Fisiología del oído.....	22
ANATOMÍA DEL OÍDO.....	22
FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN.....	26
2.2. Hipoacusia.....	30
2.2.1. EPIDEMIOLOGÍA DE LA HIPOACUSIA.....	30
2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS HIPOACUSIAS.....	31
2.3. Sonido y ruido.....	43
2.3.1. TIPOS DE RUIDO.....	43
2.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO.....	45
2.3.3. FUENTES DE EXPOSICIÓN A RUIDO.....	47
2.3.4. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD.....	49
2.4. Hipoacusia inducida por el ruido.....	54
2.4.1. EPIDEMIOLOGÍA DE LA HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO.....	55
2.4.2. FISIOPATOLOGÍA DE LA HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO.....	57
2.4.3. FACTORES DETERMINANTES EN LOS EFECTOS DELETÉREOS DEL RUIDO.....	63
2.4.4. EVOLUCIÓN Y CUADRO CLÍNICO DE LA ENFERMEDAD.....	66
2.4.5. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LA HIR.....	69
2.4.6. PREVENCIÓN DE LA HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO.....	70
2.5. Diagnóstico de problemas relacionados con exposición a ruido industrial.....	74

2.5.1. ANAMNESIS	74
2.5.2. EXAMEN FÍSICO.....	77
2.5.3. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD AUDITIVA.....	79
2.5.4. MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE LA PÉRDIDA AUDITIVA	81
CAPÍTULO III. MÉTODOS.....	83
VARIABLES DE ESTUDIO	83
ÁREA Y POBLACIÓN DE ESTUDIO	86
DISEÑO DEL ESTUDIO, POBLACIÓN Y MUESTRA.....	87
CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	88
CRITERIOS DE EXCLUSIÓN.....	88
INSTRUMENTO	88
ANÁLISIS DE DATOS	89
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	90
ANÁLISIS UNIVARIAL.....	90
Género.....	90
Edad	91
Tiempo de exposición o trabajo.....	92
Puesto de trabajo.....	93
Uso de medios de protección individual.....	94
Tipo de EPI que usa.....	95
Antecedentes de patología ótica	96
Antecedentes de trauma cráneo encefálico.....	96
Sordera súbita	97
Antecedentes familiares.....	97
Exposición a ruido para ocupacional	98
Exposición a ototóxicos	99
Elevación de la tensión arterial.....	99
Síntomatología.....	100
Diagnóstico de audiometría.....	102

Grados de hipoacusia inducida por ruido	103
Alteraciones en audiometrías previas	104
ANÁLISIS MULTIVARIAL	105
Relación entre hipoacusia inducida por ruido y género.....	105
Relación hipoacusia inducida por ruido con edad	106
Análisis por puesto de trabajo.....	108
Relación hipoacusia inducida por ruido y tiempo exposición (tiempo de trabajo en la empresa).....	110
Análisis por tiempo exposición (horas de trabajo al día).....	112
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....	114
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	119
Conclusiones	119
Recomendaciones	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	123
APÉNDICE I. Glosario de términos	126
APÉNDICE II. El protector auditivo óptimo.....	127
APÉNDICE III. Normativa Ecuatoriana sobre los niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo	128
APÉNDICE IV. Mapa de ruido de NOVACERO	129
APÉNDICE V. Información para el trabajador	130
APÉNDICE VI. Formato de encuesta.....	132
APÉNDICE VII. Formato de guía de observación	135
APÉNDICE VIII. Escalas de calificación de pérdida auditiva	136

Lista de cuadros

	pág.
Tabla 1. Niveles de presión sonora por puesto de trabajo.....	90
Tabla 2. Sintomatología que presentaron los 34 casos con HIR	97
Tabla 3. Diagnóstico de audiometría.....	98
Tabla 4. Hipoacusia inducida por ruido por género.....	101
Tabla 5. Promedio de edad.....	102
Tabla 6. Valores promedio de edad por puesto de trabajo (casos con HIR)...	103
Tabla 7. Porcentaje de casos de HIR por puesto de trabajo.....	105
Tabla 8. Valores promedio de años de tiempo de exposición.....	106
Tabla 9. Porcentaje de casos HIR por tiempo de exposición.....	106
Tabla 10. Valores promedio de tiempo de exposición por puesto de trabajo (casos con HIR)	108
Tabla 11. Valores promedio de horas de trabajo al día.....	108

Lista de figuras

		pág.
Figura 1.	Distribución de los participantes en el estudio, por género.....	86
Figura 2.	Distribución de los participantes en el estudio, por edad.....	87
Figura 3.	Distribución de los participantes en el estudio, por tiempo de exposición.....	88
Figura 4.	Distribución de los participantes en el estudio, por puesto de trabajo	89
Figura 5.	Distribución de los participantes en el estudio, por uso de medios de protección individual.....	91
Figura 6.	Porcentaje de tipo de medio de protección auditivo.....	91
Figura 7.	Distribución de los participantes en el estudio, por antecedentes de patología ótica.....	92
Figura 8.	Distribución de los participantes en el estudio, por antecedentes de trauma craneo encefálico.....	93
Figura 9.	Distribución de los participantes en el estudio, por antecedentes familiares de patología ótica.....	94
Figura 10.	Distribución de los participantes en el estudio, por exposición a ruido para ocupacional.....	95
Figura 11.	Distribución de los participantes en el estudio, por antecedentes de HTA.....	96
Figura 12.	Sintomatología de los pacientes con HIR.	97
Figura 13.	Distribución de los participantes en el estudio, por resultados del reporte audiométrico.....	99
Figura 14.	Distribución de los casos de HIR, por grados.....	100
Figura 15.	Pacientes con HIR con alteraciones audiométricas previas.....	100
Figura 16.	Distribución de los casos de HIR por grupos de edad.....	103
Figura 17.	Distribución de los casos de HIR por puesto de trabajo.....	104
Figura 18.	Distribución de los casos de HIR por tiempo de exposición a ruido	107
Figura 19.	Distribución de los casos de HIR por horas de trabajo al día.....	109

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se basa en el conocimiento de los efectos deletéreos del ruido sobre la audición y su importancia en el campo laboral. El objetivo fue determinar la prevalencia de hipoacusia inducida por el ruido en empleados de una empresa procesadora de acero, Novacero, en el período comprendido entre los años 2007 al 2010.

Se realizó un estudio exploratorio, transversal. Se tomó una muestra aleatorizada, con un universo de 107 trabajadores que se encontraban activos en la empresa Novacero planta Lasso en el período comprendido entre los años 2007 al 2010.

Se revisó las historias clínicas (con las audiometrías) y posteriormente se aplicó una encuesta basada en los antecedentes personales y familiares sobre patología ótica. Adicionalmente se efectuó una guía de observación para corroborar la información y emitir recomendaciones.

En el universo estudiado, 105 trabajadores (98,1%) pertenecían al género masculino con un promedio de edad de 38,13 años. El promedio de tiempo de exposición al ruido fue 12,29 años. Al indagar sobre el uso de medios de protección individual, se encontró que

32 trabajadores (29,9%) los usan a veces y 75 trabajadores (70,1%) los usan todo el tiempo durante la jornada laboral.

En el análisis de las audiometrías se encontró que 34 personas (31,8%) presentaron hipoacusia inducida por el ruido, siendo la totalidad de éstos del género masculino. Se encontró una diferencia significativa entre el diagnóstico de hipoacusia con el puesto de trabajo ($p=0,0103$) y tiempo de exposición ($p=0,0009$). No se encontró diferencia significativa ($p=0,9359$) con el tiempo diario de exposición a ruido, por cuanto la mayoría de los trabajadores tienen una jornada laboral similar.

De lo estudiado se puede concluir que existe un nivel de ruido superior al permitido ($>85\text{dB A}$) dentro de tres de las cinco áreas de trabajo, mismo que habría provocado 34 casos de hipoacusia neurosensorial dentro de la muestra estudiada. Se estableció una relación entre el puesto de trabajo y el tiempo de exposición (tiempo de trabajo en la empresa) con la presentación de hipoacusia inducida por ruido.

Se recomienda al personal encargado de la seguridad de la empresa, informar adecuadamente a los trabajadores sobre las consecuencias del ruido y formas de prevención. Se sugiere además el realizar un mantenimiento permanente de la maquinaria con el fin de controlar las fuentes de ruido en todas las etapas de su propagación.

ABSTRACT

This scientific research is based on the knowledge of the harmful effects that noise has on the hearing and its importance on the working environment. The objective was to determine the existence of the hearing loss provoked by noise in workers of one steel processing factory, Novacero, during the period that lasted from the years 2007 to 2010.

An exploratory transversal research was done. The sample was randomized; the universe was made up of 107 workers who were active in the Novacero factory from 2007 until 2010.

The clinical reports were checked (which included audiograms) and afterwards a survey was applied. It was based on the personal and family background related to hearing problems. Additionally an observation guide was prepared to confirm the information and to give recommendations.

In the global sample, 105 workers (98.1%) were male with ages around 38,13 years. The average time of noise exposure was about 12,29 years. About the use of protecting devices, we found that 32 workers (29.9%) use them seldom, whereas 75 workers (70,1%) use them during the whole working journey.

In the analysis of the audiograms we found that 34 workers (31.8%) presented occupational noise – induced hearing impairment, being all of them men. We found a significant difference between the diagnosis of noise – induced hearing impairment and

the place of work ($p = 0,0103$) as well as the time of exposition ($p = 0,0009$). No significant difference was found ($p = 0,9359$) regarding to daily time of noise exposition, because most of the workers have a similar working journey.

Based on these studies we can conclude that there is a higher noise level than the allowed ($> 85\text{dB A}$) within three of the five working areas, which could have provoked 34 cases of sensorineural hearing impairment within the given sample. A relationship is established between the place of work and the time of exposition (time of work in the factory) with the noise-induced hearing impairment.

It is advisable that the personnel in charge of the security of the factory would inform to the workers about the consequences of the exposure to noise and the ways of prevention. We suggest also doing a permanent maintenance of the machinery for controlling the noise on all the stages of delivering.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

INTRODUCCIÓN

“El ruido es una superposición de sonidos de frecuencias e intensidades diferentes, que suele provocar una sensación desagradable en quien lo escucha y puede tener efectos nocivos sobre su capacidad auditiva y su estado de ánimo”.¹

La referencia más antigua sobre el efecto del ruido en la audición, es una observación registrada en el siglo I de NE por Plinio el viejo en su “Historia natural”, cuando menciona que la gente que vivía cerca de las cataratas del Nilo “quedaba sorda”. A finales del siglo XIX, con el advenimiento de la máquina de vapor y la iniciación de la era industrial, aparece el ruido como un importante problema de salud pública. Los ruidos agudos intensos o repetidos, aparecen y se multiplican de un modo tan veloz que las estructuras del oído humano no han tenido aún "tiempo evolutivo" para modificarse y protegerse, quedando así el oído interno sin protección ante los mismos. En esta etapa comienza a documentarse la sordera de los trabajadores expuestos, tales como los forjadores y los soldadores.²

¹ Pascual, Javier; El ruido industrial I: caracterización del ruido.

² Hernández Héctor, Hipoacusia inducida por ruido: estado actual, Rev. Cubana Medicina Militar v.35 n.4, Habana 2006

La industria metalúrgica es el sector industrial que incluye las actividades relacionadas con el procesamiento de metales para la fabricación de piezas, máquinas y herramientas que se necesitan en la industria y en otros sectores de la economía.³

La metalurgia, al igual que las demás actividades industriales no está exenta de riesgos, como podemos citar accidentes con la maquinaria, lesiones respiratorias, exposición a metales, lesiones de la piel, exposición a intenso ruido industrial y exposición a vibraciones. Por este motivo, es imprescindible que se cuenten con medidas apropiadas de prevención como adecuadas instalaciones y medios de protección humana, un plan de salud y que se cuente con un sistema de información completo para todo el personal.⁴

Es reconocido mundialmente la relación existente entre el ruido ocupacional y la pérdida de audición, incrementándose el efecto con el mayor tiempo y la magnitud de la exposición.

Existen estudios experimentales en ratones donde demuestran que luego de una exposición a ruido existe un daño en las células del órgano de Corti, siendo posteriormente eliminadas por células involucradas en la fagocitosis.⁶

Uno de los puntos más importantes dentro de la exposición al ruido, lo demuestra Miller et al. en un estudio donde refiere que la exposición al ruido funciona a manera de un

³ Díaz Carlos. Arqhys Architects site. Chile 2010.

⁴ Buscador glosario básico. Industria metalúrgica

super-agonista para la producción de presbiacusia.⁵ Ésta es una información útil incluso para realizar un seguimiento a los pacientes que han trabajado expuestos por varios años a ruido industrial debido a que las consecuencias pueden manifestarse tardíamente.

La pérdida de la audición inducida por ruido (PAIR) ha sido descrita desde la revolución industrial. Desde hace varias décadas se ha ubicado entre las diez primeras causas de patología ocupacional; sin embargo, la mayoría de los organismos gubernamentales han hecho poco para prevenirla.

Existen normas en muchos países, donde constan los límites permisibles de ruido para la salud que el oído humano puede ser expuesto, al igual que el tiempo de periodicidad que necesitan realizarse las audiometrías, recomendaciones sobre protectores contra el ruido al igual que lo que se debe incluir en un programa adecuado de capacitación y derechos con los que cuenta el trabajador si llega a presentar consecuencias por la exposición al ruido.^{6 7}

En Ecuador existe una norma donde los niveles máximos permisibles de ruido para una zona industrial para horario diurno son de 70 dB y nocturno de 65dB. La norma

⁵ Hear Res. Author manuscript; Recent Findings and Emerging Questions in Cochlear Noise Injury. PMC 2009 November

⁶ El control de ruido en el Reglamento de Trabajo 2005. Reino Unido, Corona 2005.

⁷http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=9735

establece además los métodos y procedimientos destinados a la determinación de los niveles de ruido en el ambiente, así como disposiciones generales en lo referente a la prevención y control de ruidos.⁸

Lamentablemente las recomendaciones son muchas, pero pocas son las empresas que toman las normativas en cuenta o a pesar de ser parte importante del sistema de salud no resultan efectivas porque no todos los trabajadores las aplican o los medios con los que se cuentan en el mercado no resultan eficientes para mitigar el ruido producido.

En un estudio realizado en la ciudad de México con 164 trabajadores expuestos a ruido en una empresa metalmecánica, encontraron un 53% de trabajadores con audición normal, mientras que la disminución auditiva tuvo lugar en un 47%. Donde un 42% de los trabajadores usan medios de protección y un 5% no los usa.⁹

En una revisión realizada en Pensilvania, indican que los trabajadores que se encuentran en la manufactura y en la construcción a pesar de usar los protectores contra el ruido, se los retiran por cuanto les impide comunicarse con los compañeros de trabajo.¹⁰

No hay tratamiento médico ni quirúrgico para corregir una pérdida auditiva inducida por exposición a ruidos; educar e instruir al trabajador sobre los riesgos de la contaminación

⁸ Ministerio de ambiente del Ecuador. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. Libro VI: de la calidad ambiental.

⁹ Zamorano Benito; Disminución Auditiva de Trabajadores Expuestos a ruido en una Empresa Metalmecánica; Revista Ciencia y Trabajo; Marzo 2010.

¹⁰ Morata-TC; Working in noise with a hearing loss: perceptions from workers, supervisors, and hearing conservation program managers; Rev. Ear Hearing 2005

sonora es el principal tratamiento de esta afección, es decir, la medida más efectiva es impedir su aparición o la evolución en los casos ya establecidos. La información y capacitación de los trabajadores sobre la importancia del uso de los medios de protección, constituye una de las herramientas fundamentales en términos de prevención; sin embargo, esto no siempre se cumple.¹¹

JUSTIFICACIÓN

El trabajo y la tecnología nos obligan a vivir en un entorno en el cual los sonidos se vuelven agresivos para el hombre. Se puede considerar al ruido como un contaminante que da lugar a patologías específicas, siendo la más representativa la disminución de la capacidad auditiva, conocida también como hipoacusia.

Personas que trabajan en empresas industriales, tales como las que producen acero, están expuestos a altos niveles de ruido. La falta de medidas adecuadas de protección, acompañada del mal uso de las mismas puede en un período determinado de tiempo afectar a la salud de los trabajadores en forma de hipoacusia.

Según cita la OMS: “la pérdida de la capacidad auditiva es la causa de cerca de un tercio de las enfermedades relacionadas con el trabajo, siendo además una de las enfermedades

¹¹ Moreno René; Pesquisa auditiva en trabajadores expuestos al ruido industrial; Cuba 2006

profesionales más “costosas” en Europa”.¹² Los informes de costes ofrecidos por la Agencia Europea para la Seguridad y Salud revelan que ésta sigue siendo una de las enfermedades profesionales más latentes, suponiendo desde 1999 un gasto superior al 10% del coste total de enfermedades profesionales.¹²

Según estudios realizados en Cuba y México sobre la prevalencia de la hipoacusia inducida por ruido, encontraron daño auditivo en 78,5% y el 47% respectivamente, al hallarse expuestos a un nivel de ruido superior a 85dB(A)^{9, 11, 13}.

La revisión de la literatura indica que el ruido produce una serie de efectos sobre la salud adicionales a la alteración auditiva. Algunos de éstos son la irritabilidad, hipertensión al igual que disturbios psicosociales.¹⁴

Cabe recalcar que las consecuencias que el individuo sufre por las enfermedades ocupacionales no solo lo afectan a éste, sino también a su familia, lugar de trabajo y a la sociedad en general.

¹² El ruido causa cerca de un tercio de las enfermedades relacionadas con el trabajo, sordonautas, Sept 2008

¹³ Hernández, Adel. Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos a ruido industrial; Medicina y seguridad del trabajo; La Habana; 2008

¹⁴ Concha – Barrietos M. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. World Health Organization. Geneva 2004

La empresa Novacero se encuentra laborando desde el año 1973, siendo la planta de Lasso la última en incorporarse. Su principal producto terminado es la varilla, la cual producen a partir de la fundición de materiales de hierro. En la planta existen cinco áreas: administración, bodega y despachos, mantenimiento, acería y laminación.

Cada una de estas divisiones tiene sus funciones. En el área administrativa se incluyen a todos los trabajadores que laboran en el área de gerencia, recursos humanos y departamento médico. En el área de acería es el lugar donde funden el acero y forman la palanquilla (largas columnas de acero). En el área de laminación es donde se produce el producto terminado a base de la palanquilla, que es la varilla, ángulos, etc. Mantenimiento no es un área bien delimitada por cuanto su trabajo es el de monitorizar y corregir fallas en la maquinaria, motivo por el cual permanecen dispersos dentro del área de laminación y acería. La parte de bodega y despachos es la encargada del almacenaje y venta del producto. Además existen otras áreas, que al ser pequeñas se las contemplaron como una unidad como son la subestación eléctrica, la planta de figurados, patio de reciclaje y el área de proyectos.

Uno de los riesgos del trabajo dentro de la empresa es la exposición a ruido, que proviene de las grandes máquinas. Por éste motivo es trascendental conocer la magnitud que alcanza la hipoacusia producida por el ruido industrial en la empresa, al igual que los factores que puedan aumentar la producción de la enfermedad.

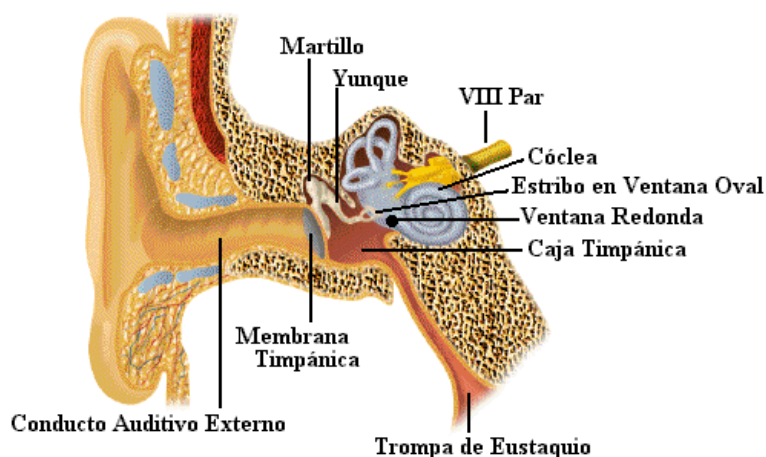
Hay que tomar en cuenta que el factor más importante para la hipoacusia es el hecho que se trata de una enfermedad irreversible e incurable; motivo por el cual es indispensable su detección temprana para su prevención.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Anatomía y Fisiología del oído

ANATOMÍA DEL OÍDO

El oído está dividido topográficamente en tres partes, que constituyen toda una unidad funcional, el oído externo, el medio y el interno.¹⁵



Oído externo

El oído externo está formado por el pabellón auricular (PA) y el conducto auditivo externo (CAE).

El pabellón auricular es una lámina cartilaginosa plegada sobre sí misma y recubierta por la piel. Adopta la forma de un pabellón de corneta acústica destinada a recoger las ondas sonoras y dirigir las hacia el conducto auditivo externo.⁽¹⁵⁾

¹⁵ Rouviere, Tratado de anatomía. 2000

El conducto auditivo externo se extiende desde la excavación de la concha a la membrana timpánica. La pared del conducto está cubierta en toda la extensión de la superficie interna por un revestimiento cutáneo que es continuación de la piel de la cara externa del pabellón. ⁽¹⁵⁾

La piel que lo cubre contiene solo en su porción más externa pelos y glándulas sudoríparas modificadas denominadas ceruminosas y cuya función es producir el cerumen, que posee propiedades bactericidas debidas a los ácidos grasos que contiene. Estos elementos cutáneos así como los folículos pilosos van desapareciendo según se adentra en la profundidad del hueso temporal. ¹⁶

Oído medio

El oído medio está formado por un conjunto de cavidades llenas de aire, en la que se consideran tres porciones: la caja del tímpano, trompa de Eustaquio y las cavidades mastoideas. ⁽¹⁵⁾

La caja del tímpano es una cavidad situada entre el CAE y el oído interno, que está atravesada por una cadena de huesecillos articulados entre sí. La pared externa de la caja está constituida en su mayor parte por la membrana del tímpano. ⁽¹⁵⁾

¹⁶ Caro, Jorge. Oído interno. Pontificia Universidad Católica de Chile, Otorrinolaringología.

La membrana del tímpano es una membrana fibrosa, elástica, delgada, pero resistente, que separa el conducto auditivo externo de la caja del tímpano. Está constituida por varias capas de tejidos, tres en la llamada pars tensa o mesotímpano y dos en el epitímpano o pars flácida. La capa externa, es un epitelio continuidad de la piel modificada del conducto auditivo externo y su espesor es muy delgado; por debajo de ella se encuentra la capa media o fibrosa formada por fibras dispuestas tanto radialmente como circulares, lo que le proporciona a la membrana timpánica condiciones vibratorias y de elasticidad extraordinarias indispensables para su función. La capa interna es también la continuación de la mucosa del oído medio. En el epitímpano, falta la capa media o fibrosa por lo que solamente encontramos el epitelio y la mucosa. ⁽¹⁵⁾

La cadena osicular la forman tres pequeños huesillos articulados entre sí llamados por su forma: martillo yunque y estribo.

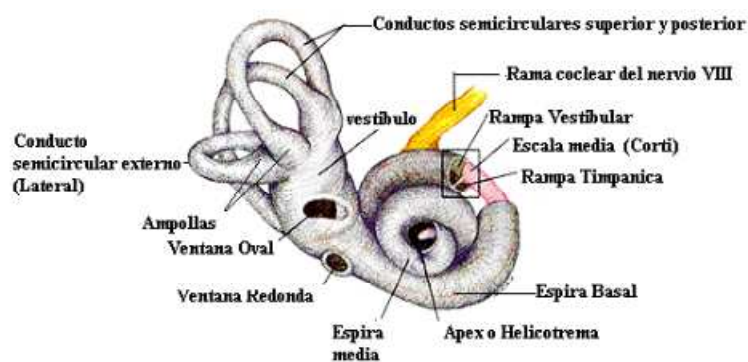
La trompa de Eustaquio es un conducto musculocartilaginoso, de 4 cm de largo, que se abre en uno de sus extremos en la cara anteroinferior de la caja del tímpano y el otro en la pared lateral de la nasofaringe, permanece normalmente cerrada y se abre mediante la acción de la musculatura propia durante el bostezo y la deglución. ⁽¹⁵⁾

Oído interno

El oído interno o laberinto se encuentra dentro del hueso temporal. Puede dividirse morfológicamente en laberinto óseo y laberinto membranoso. El laberinto óseo es la cápsula ósea que rodea al laberinto membranoso, y éste último consiste en un sistema hueco que contiene a la endolinfa. Entre laberinto óseo y membranoso se encuentra la perilinfa. ⁽¹⁶⁾

Dentro del oído interno se reconocen sistemas distintos, el laberinto posterior (vestibular) encargado del equilibrio y el sistema coclear encargado de la parte auditiva.

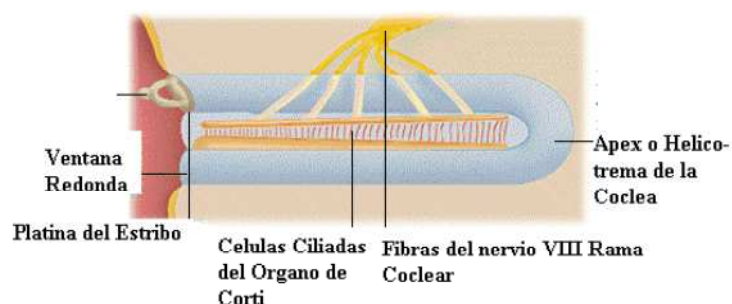
⁽¹⁶⁾



El sistema vestibular está formado por el utrículo, el sáculo y tres canales semicirculares (anterior, posterior y lateral). Cada una de estas estructuras contiene células especializadas para detectar aceleración y desaceleración. ⁽¹⁶⁾

El caracol o cóclea, contiene en su interior al Órgano de Corti, que es un mecanorreceptor. Los auténticos receptores sensoriales del órgano de Corti son dos tipos especiales de células nerviosas denominadas células ciliadas (internas y externas). Las bases y los lados de las células ciliadas entablan sinapsis con una red de terminaciones nerviosas cocleares. Entre el 90 y el 95% de dichas terminaciones acaban en las células ciliadas internas, lo cual pone de relieve su especial importancia para la detección del sonido.¹⁷

Las células ciliadas cuentan con pequeños cilios (estereocilios) que se proyectan hacia arriba y rozan o están introducidas en la membrana tectoria.⁽¹⁷⁾



FISIOLOGÍA DE LA AUDICIÓN

El espectro auditivo humano se encuentra entre los 20 y 18,000 Hz; por debajo de 20 Hz se llaman infrasonidos y por encima de 50,000 Hz están los ultrasonidos. La audición,

¹⁷ Guyton Hall. Tratado de Fisiología Médica, Mac Graw Hill, 10 Ed., Mayo 2004.

útil o más utilizada en la relación con el medio y en el ser humano, se sitúa en un ancho de banda entre los 250 y 4000 Hz.¹⁸

Las ondas sonoras se propagan por el medio gaseoso y son captadas por el pabellón auricular conducidas al conducto auditivo externo, viajan por este hasta la membrana timpánica que comienza a vibrar y transmite dicho movimiento al sistema osicular.⁽¹⁸⁾

La función del oído medio es la de ser un ajustador de las diferentes impedancias de la interface aire – líquido; para lo que dispone de dos mecanismos. El primero y más importante es la diferente superficie entre la membrana timpánica y la platina del estribo (17 veces más grande) y el segundo es un mecanismo de palanca que se origina por un eje de rotación de los dos primeros huesos timpánicos; de ésta manera funciona como amplificador de sonidos. Además existe un mecanismo protector, que se manifiesta cuando la onda sonora es muy alta, se ponen en acción los músculos del oído medio, los que al contraerse ponen más resistente a la cadena osicular impidiendo la transmisión y de esta manera protegen a las células ciliadas de una estimulación muy fuerte y por ende peligrosa.⁽¹⁶⁾

Cuando la cadena de huesecillos transmite sonidos fuertes hacia el sistema nervioso central, tiene lugar un reflejo (reflejo estapedial) que provoca sobre todo la contracción del músculo estapedio y, en menor medida, del músculo tensor del tímpano. Este músculo tira del manubrio del martillo hacia dentro mientras el musculo estapedio

¹⁸ Síndromes de hipoacusias, de transmisión y de percepción. SLD. Otorrino. Cap1
http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/otorrino/cap._1_libro_2

tracciona del estribo hacia afuera. Estas dos fuerzas se oponen entre sí y, por tanto, toda la cadena de huesecillos se torna muy rígida, por lo que reduce enormemente la conducción sonora de baja frecuencia. Este reflejo de atenuación puede disminuir la intensidad de la transmisión acústica de baja frecuencia entre 30 y 40dB. ⁽¹⁷⁾

La adecuada función de la trompa de Eustaquio permite la mantención de la presión atmosférica dentro del oído medio (función de ventilación). De esta manera se compensa la capacidad de absorción de gases de la mucosa del oído medio impidiendo una posible retracción de la membrana timpánica, lo que significaría una disminución de la función auditiva. La otra función de la trompa de Eustaquio es la capacidad de eliminar secreciones e impedir la entrada de estas al oído medio. ⁽¹⁸⁾

El movimiento de la perilinfa inicia una onda denominada viajera la que tiene su máximo desplazamiento en un punto determinado y que depende de la frecuencia del estímulo. De este modo las frecuencias agudas estimulan la cóclea en la zona más cercana al estribo y las frecuencias graves en la zona más alejada de esta. Esta distribución se conoce como distribución tonotópica. El punto de mayor desplazamiento significa un movimiento de la membrana que sostiene al órgano de Corti y un desplazamiento de los cilios de las células ciliadas. La inclinación de los cilios en una dirección concreta despolariza las células ciliadas y su inclinación en la dirección contraria las hiperpolariza. Este es el último evento mecánico de la audición siendo la

célula ciliada un transductor ya que cambia un impulso mecánico en un impulso eléctrico.⁽¹⁷⁾

Las fibras nerviosas estimuladas por las células ciliadas se dirigen al ganglio espiral de Corti, situado en el centro de la cóclea. El ganglio espiral a su vez envía axones hacia el nervio coclear y luego hacia el sistema nervioso central, a la altura de la parte superior del bulbo raquídeo.⁽¹⁷⁾

La primera neurona de la vía auditiva está formada por las células del órgano de Corti de las cuales salen prolongaciones que se distribuyen en las células ciliadas por un lado y por el otro lado se van uniendo con otras para formar el nervio coclear. Este se ubica el CAI y penetra a nivel del ángulo pontocerebeloso en la zona bulbo protuberancial dividiéndose en dos troncos. Unas van al núcleo auditivo ventral y otro al dorsal, de ellos salen dos grupos de fibras, de las cuales el uno asciende por el mismo lado y el otro se entrecruza al lado contrario.⁽¹⁷⁾

A nivel de la corteza cerebral existen dos áreas primarias auditivas ubicadas en el fondo de la cisura de Silvio de cada lado, en el llamado lóbulo de la ínsula. Estas áreas son simultáneamente estimuladas aunque el estímulo solo sea en un oído. La situación de entrecruzamiento de la vía auditiva significa poca probabilidad de lesión auditiva por daño de origen central.⁽¹⁶⁾

2.2. Hipoacusia

La hipoacusia se define como toda disminución de la agudeza auditiva que sobrepase los 26 dB en las frecuencias centrales del audiograma tonal. ⁽¹⁸⁾

2.2.1. EPIDEMIOLOGÍA DE LA HIPOACUSIA

Alrededor de 6 % de la población mundial se encuentra afectada por algún grado de pérdida auditiva, por lo que estas enfermedades requieren un buen conocimiento y adecuado manejo ético en todo momento de la vida. ⁽¹⁸⁾

Ecuador presenta una prevalencia del 5% de discapacidad auditiva en la población general, que se correlaciona con estudios anteriores realizados en Brasil (Canoas) 7,3%, Nigeria 4,4 a 7,6%, en el norte de Vietnam el 7,8% (OMS, 2008).¹⁹

Según el Consejo Nacional de Discapacidades (Conadis), en el país 216.000 personas viven con sordera profunda y dependen de la lengua visogestual.²⁰

¹⁹Ullauri, A. ESTUDIO DE PREVALENCIA DE DESÓRDENES DE OÍDO Y AUDICIÓN, OMS – Ecuador, 2009.

²⁰Ortiz, Gonzalo. La reivindicación de vivir con la sordera, diario hoy, septiembre 2010

La OMS ha señalado tres causas principales prevenibles de discapacidad auditiva: medicamentos ototóxicos, la otitis media crónica y la pérdida de audición inducida por ruido. ⁽¹⁹⁾

De acuerdo al cálculo estimado global de los Años Vividos con Discapacidad (Year Lived with Disability - YLD) en el 2005 (Mathers 2005) las hipoacusias de aparición en la edad adulta representan el segundo porcentaje más alto contribuido al total de YLD. ⁽¹⁹⁾

2.2.2. CLASIFICACIÓN DE LAS HIPOACUSIAS

Se clasifican en hipoacusias de conducción y de percepción, pero pueden combinarse y aparecer hipoacusias mixtas. ⁽¹⁸⁾

Hipoacusias conductivas o de transmisión

Son aquellas pérdidas auditivas en que la lesión anatómica se ubica en uno o varios de los elementos conductores de los sonidos hacia el oído interno, ya sea a nivel del oído externo o del medio. ⁽¹⁸⁾

Como características clínicas tenemos que nunca alcanzan pérdidas severas o profundas de la agudeza auditiva, llegando a un máximo de 60 db. En éste tipo de hipoacusia no tendremos trastornos en la inteligibilidad de la palabra por ser una pérdida cuantitativa solamente, las personas afectadas hablan en voz baja, debido a que al estar bloqueada la conducción aérea de los sonidos se produce un fenómeno de autofonía por resonancia que crea la sensación errónea al enfermo de que está hablando muy alto, por lo que automáticamente baja el volumen de la voz; los acúfenos, tinnitus o ruidos de oídos son casi siempre del tipo vibratorio o soplantes de baja frecuencia. ⁽¹⁸⁾

Se pueden generar por cualquier alteración en la transmisión sonora, por ejemplo en el oído externo: cuerpos extraños, tapones de cerumen, tumores, estenosis inflamatorias agudas o cicatrizares, aunque es necesario que todas las noxas anteriormente mencionadas ocluyan completamente el conducto, ya que basta un pequeño orificio de sólo 2 mm de diámetro para que no se bloquee el paso de las vibraciones sonoras. ⁽¹⁸⁾

En el plano de la membrana timpánica: perforaciones, granulaciones, pólipos, calcificaciones, cicatrices y retracciones; estas últimas como secuelas, la mayoría de los casos, de procesos obstructivos de la trompa de Eustaquio.

Como regla general, la otoscopia sólo resulta negativa en aquellas afecciones situadas en plena cadena osicular como es el caso de la discontinuidad de ésta, además de la otosclerosis u otoespongiosis. ⁽¹⁸⁾

El diagnóstico se establece con un buen interrogatorio, indagando en antecedentes que pueden producir hipoacusias o empeorar una ya existente, como si se ha padecido de supuraciones u otorreas, vegetaciones adenoideas en la infancia, traumatismos sobre el oído y antecedentes familiares de hipoacusia, el tiempo de evolución y sobre todo si se sospecha que haya aparecido en una etapa muy temprana de la vida también reviste gran importancia. A continuación se efectúa una cuidadosa otoscopia y por último comenzamos las pruebas acumétricas con instrumentos (Weber, Rinne), donde encontramos:

- Weber: lateralizado al oído enfermo
- Rinne: negativo

Todas estas pruebas son cualitativas, por lo tanto no nos permiten cuantificar la pérdida auditiva, se procederá entonces a indicar la audiometría tonal.

En el audiograma existe una clara separación (10dB o más) de los umbrales entre la vía ósea (normal) y la aérea (anormal) ⁽¹⁶⁾.

En su gran mayoría resultan curables en dependencia de la causa, por lo que la acción terapéutica puede ir desde un simple lavado de oído, en caso de tapones de cera o cuerpos extraños, hasta un proceder de extraordinaria precisión y complejidad como es la cofocirugía de la otosclerosis. ⁽¹⁸⁾

Hipoacusias perceptivas o neurosensoriales

La hipoacusia neurosensorial se produce con patologías del oído interno o del trayecto del nervio entre el oído interno y el tronco.

Este tipo de enfermedad comprende un gran número de entidades y situaciones condicionantes que obligan a establecer una clasificación; la primera de ellas es conceptual y se hace sobre la base de que esté afectado el nervio o las vías (neurales) y sensoriales cuando lo está el receptor (órgano de Corti), el término de hipoacusias neurosensoriales; sin embargo, viene aplicándose a casi todas las hipoacusias perceptivas independientemente de donde se encuentre la lesión.⁽¹⁸⁾

La afección neurosensorial puede ser congénita o adquirida.²¹

- La hipoacusia neurosensorial congénita puede deberse a factores hereditarios que producen un desarrollo incompleto o una degeneración precoz del nervio auditivo.
- La hipoacusia neurosensorial adquirida se puede deber a la exposición a una noxa, tumor acústico, lesión craneal, infección, efectos secundarios de fármacos, enfermedad vascular, enfermedad autoinmune del oído interno o presbiacusia.

La mayoría de las hipoacusias podemos encontrarlas en estos grandes grupos:

- Congénitas: Usher, Alport, etc.

²¹ Bradley Walter. Neurología clínica: diagnóstico y tratamiento. Madrid 2006

- Adquiridas:
 - o No genéticas: embriopatía rubeólica, sífilis congénita, anoxia, prematuridad
 - o Perinatales: traumatismos obstétricos, ototóxicos, infecciones del SNC ⁽¹⁶⁾

En adultos algunas de las causas son: ⁽²¹⁾

- Ototoxicidad (aminoglucósidos, salicilatos, furosemida, etc.)
- Infecciones víricas (parotiditis, Varicela-Zoster, V.I.H., HSV)
- Infecciones del SN.
- Traumatismos
- Lesión auditiva inducida por ruidos (trauma acústico)
- Secuelas de traumas craneoencefálicos
- Intoxicaciones
- Inmunológicas
- Afecciones de la microcirculación coclear por enfermedades sistémicas (Diabetes, hipertensión arterial, arteriosclerosis)
- Presbiacusia

Los ototóxicos dañan el oído al provocar inhibición de la ATPasa Na-K dependiente, con lo se altera el gradiente iónico endolinfático; bloqueo de los canales de calcio en la base de las células ciliadas externas; desactivación de la enzima ornitina – descarboxilasa, con lo que impide la síntesis de las poliamidas y el funcionamiento

normal del mecanismo de reparación tisular; acumulación del antibiótico en los lisosomas celulares que provoca efectos lesivos a nivel intracelular de las células ciliadas externas; alteración del funcionamiento normal de las mitocondrias, lesión de la estría vascular; alteración en los potenciales de acción y microfónicos cocleares.²²

El ruido como riesgo de la hipoacusia se lo ha descrito desde hace muchos años. Sin embargo es con el advenimiento de la revolución industrial que ésta exposición cobra gran importancia al percatarse de las alteraciones en la salud de los trabajadores. Al adquirir tal jerarquía, se han realizado varias investigaciones para poder establecer normas y recomendaciones. En este documento se detallarán los factores primordiales para la producción de la enfermedad producida por el ruido al igual que las recomendaciones existentes internacionalmente para el control de éste riesgo laboral.

En las hipoacusias perceptivas, aparecen además problemas muy característicos, pero que suelen estar en relación con el origen, estos son los acúfenos, generalmente de altas frecuencias (silbidos) y los trastornos en la inteligibilidad de la palabra, por el fenómeno de algiacusia, los hipoacúsicos perceptivos toleran mal los sonidos intensos, al faltar o estar disminuida la capacidad de autoescucha (que actúa como un control automático de volumen) su voz se hace poco armoniosa, altisonante, desde luego en dependencia de la profundidad y tipo de la lesión neurosensorial.⁽¹⁸⁾

²² Da Silva, María. Estudio de los efectos ototóxicos en 725 pacientes tratados con antimaláricos en el Hospital Central de Maputo (Mozambique). Universidad Autónoma de Barcelona, Sept. 2004.

Una de las características más representativas de este tipo de hipoacusias es el fenómeno denominado “reclutamiento”, el cual se describe como el progresivo alivio del impedimento auditivo conforme el nivel de la señal de entrada se incrementa. Una persona con reclutamiento puede ser muy “sorda” para los sonidos de baja intensidad y progresivamente menos “sorda” para los sonidos de mayor intensidad.²³

El reclutamiento estaría asociado a la lesión de las células ciliadas externas, provocando hipoacusia ante estímulos de baja intensidad y retorno de la sensación de sonoridad normal al alcanzar el estímulo altas intensidades gracias a la acción de las células ciliadas internas que quedan intactas.⁽²³⁾

Factores determinantes para la hipoacusia neurosensorial

Existen algunas características propias del individuo que se ha visto que se encuentran presentes en la mayoría de personas con hipoacusia neurosensorial, como son:

- a. Susceptibilidad Individual:** Se acepta como un factor de riesgo, aunque es de difícil demostración por la cantidad de variables que intervienen en el desgaste fisiológico de la cóclea. La susceptibilidad al ruido puede ser hereditaria, debida a ototóxicos, meningitis, Diabetes Mellitus, Hipertensión arterial y otros.⁽²⁾

²³ Olmo, Juan. El reclutamiento. Clínicas de audición. 2006

b. Edad: No hay acuerdo. La mayor probabilidad de lesión a partir de la mediana edad, se contrarresta con estudios en animales jóvenes que sugieren lo contrario, planteando que el mecanismo y las estructuras dañadas por ruido difieren en adultos jóvenes y personas de edad avanzada. ⁽¹⁾

Un factor importante es la Presbiacusia, un proceso degenerativo natural de la capacidad auditiva que se inicia para algunos autores a los 35 años en promedio, lo cual favorece el efecto nocivo del ruido. La presbiacusia temprana se asocia a pérdida rápidamente progresiva de la capacidad auditiva en trabajadores expuestos a ruido. ⁽¹⁾

Según información de la revista Audiology, refiere que a partir de los 40 años la cóclea es más vulnerable y la recuperación más dificultosa.

c. Sexo: Existen diferencias de opinión acerca de la protección que confiere el género femenino contra los efectos deletéreos del ruido. En general refieren que la mujer tiene agudeza auditiva superior a la del hombre ya que tiene el umbral de audición más bajo ⁽¹⁾. Sin embargo, hay estudios donde comprueban que las mujeres son menos sensibles a las caídas del umbral auditivo²⁴.

d. Enfermedades del oído medio: Si existe una hipoacusia de conducción, se necesita mayor presión acústica para estimular el oído interno, pero cuando la

²⁴ Calviño del Río, A. y otros. La sordera profesional: enfermedad frecuente en la práctica de la salud ocupacional. Informe preliminar. Revista Cubana Higiene-Epidemiología, 20(3):408, 1982.

energía es suficiente penetra directamente y provoca un daño superior al esperado.

Por otra parte, cabe suponer mayor fragilidad coclear cuando existe una pérdida auditiva sensorioneural, aunque tampoco existen evidencias suficientes. ⁽¹⁾

Son determinantes los antecedentes de patología del Oído medio, tales como Infecciones, perforación timpánica o anquilosis de la Cadena de huesecillos. ⁽¹⁾

e. Traumas craneales: En lo que concierne al oído, un golpe severo en la cabeza equivale a una explosión y, por lo tanto, puede originar hipoacusia. ⁽¹⁾

f. Trastornos genéticos: El estudio de las pérdidas auditivas de causa genética presenta dificultades cuando se trata de separar casos genéticos de casos afectados por influencias ambientales. Esto es debido a que los métodos audiológicos son muy insensibles a las causas y la localización anatómica de las estructuras afectadas origina dificultades en la verificación histopatológica. ⁽¹⁾

Recientes estudios en el campo genético, han puesto de manifiesto que existe un polimorfismo genético relacionado con la fisiopatología de la pérdida auditiva, la cual puede conferir vulnerabilidad para el daño; la obtención de datos sobre este polimorfismo permite determinar si un trabajador es más o menos resistente que otros al daño del órgano de Corti, posterior a la exposición a un ambiente ruidoso, lo que permite una prevención más eficiente. ⁽¹⁾

g. Otros: Hábito de fumar, hipercolesterolemia, grupo sanguíneo (Grupo O).⁽¹⁾

La conjunción de exposición a entornos con elevada contaminación acústica y el hábito tabáquico parece presentar una elevada tendencia a la hipoacusia neurosensorial (HNS) con carácter aditivo. Generado por la pérdida de células ciliadas externas por mecanismos de isquemia arteriolar coclear secundarios al efecto vasoconstrictor de la nicotina, a la minimización en la cesión de oxígeno tisular por exceso de carboxihemoglobina, y a la hiperviscosidad generalizada por desestructuración en la bicapa lipídica de los eritrocitos.

El hábito tabáquico parece promover la afectación neurosensorial incluso en circunstancias de exposición acústica laboral que no requieren medidas específicas de protección auditiva.²⁵

En la hipoacusia neurosensorial es previsible que la prueba audiométrica de Weber se lateralice hacia el mejor oído. Audiométricamente, la sordera neurosensorial se caracteriza por un solapamiento de los umbrales de conducción del aire y del hueso. El timpanograma es típicamente normal, y los reflejos acústicos pueden estar presentes, elevados o ausentes.⁽¹⁸⁾

Las lesiones neurosensoriales son, en principio, irreversibles, razón por la cual hemos insistido en la profilaxis que una vez establecida y diagnosticada trataremos, primero de evitar un mayor deterioro auditivo y seguidamente intentar la rehabilitación mediante el

²⁵ García Callejo. Efecto de la supresión del tabaco en la hipoacusia inducida por ruido laboral. Estudio preliminar. Acta Otorrinolaringol. España. 2006

uso de otoamplifonos y el uso de técnicas de rehabilitación otofoniátricas y de labilectura.

Existe actualmente la posibilidad de implantes cocleares para sordos muy profundos siempre que exista integridad de la primera neurona de la vía coclear, también se experimenta en la aplicación de electrodos en la corteza auditiva con fines de rehabilitación auditiva.⁽¹⁸⁾

Hipoacusia mixta

Consiste en tener un componente de conducción y otro neurosensorial en el mismo oído.

El comportamiento del paciente tienen características tanto de un trastorno conductivo como neurosensorial.⁽¹⁶⁾

Las causas de la hipoacusia mixta pueden ser cualquier combinación de las etiologías de la hipoacusia de conducción y neurosensorial. Entre las principales están otosclerosis y otitis media crónica.⁽¹⁶⁾

El componente de conducción de la hipoacusia mixta se puede corregir con un tratamiento exitoso, pero el componente neurosensitivo no es reversible.⁽¹⁶⁾

El patrón audiométrico demuestra un umbral de conducción elevado tanto del aire como del hueso, pero los umbrales de conducción ósea son mejores que los umbrales de conducción aérea. La diferencia entre los dos umbrales se conoce como el gap entre el aire y el hueso, y representa la cantidad de pérdida de conducción.⁽¹⁶⁾

2.3. Sonido y ruido

El sonido puede definirse como un movimiento ondulatorio, con una intensidad y una frecuencia determinada, que se transmite por un medio elástico (como puede ser el aire, los líquidos y los sólidos).⁽¹⁾

El Ruido definido desde el punto de vista físico es una superposición de sonidos de frecuencias e intensidades diferentes, sin una correlación de base. Fisiológicamente se considera que el ruido es cualquier sonido desagradable o molesto. Desde el punto de vista ocupacional puede definirse como el sonido que por sus características especiales es indeseado o que puede desencadenar daños a la salud.²⁶

2.3.1. TIPOS DE RUIDO

Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, esto puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que se desarrolle la pérdida auditiva.²⁷

²⁶ Efectos del ruido industrial sobre la salud. Rendiles. Ocupacional.

²⁷ Corzo, Gilbert. Ruido Industrial y efectos a la salud.

- *Continuo constante*: Es aquel cuyo nivel sonoro es prácticamente constante durante todo el período de medición, las diferencias entre los valores máximos y mínimos no exceden a 6 dB(A).
- *Continuo fluctuante*: Es aquel cuyo nivel sonoro fluctúa durante todo el período de medición, presenta diferencias mayores a 6dB(A) entre los valores máximos y mínimos.
- *Intermitente*: Presenta características estables o fluctuantes durante un segundo o más, seguidas por interrupciones mayores o iguales a 0,5 segundos.
- *Impulsivo o de impacto*: Son de corta duración, con niveles de alta intensidad que aumentan y decaen rápidamente en menos de 1 segundo, presenta diferencias mayores a 35dB(A) entre los valores máximos y mínimos.

En la práctica el ruido se presenta como una mezcla de todos tipos, por ello la norma venezolana recomienda el Nivel Sonoro Equivalente (Leq), el cual representa en un nivel de presión de sonido continuo constante la misma cantidad de energía sonora que el sonido continuo fluctuante medio durante el mismo periodo. Excepcionalmente en el ruido Impulsivo, el criterio de mayor importancia es el valor pico, y por lo tanto el Leq no es aplicable. ⁽²⁶⁾

2.3.2. CARACTERÍSTICAS DEL RUIDO

El ruido consta de varias características, que lo hacen más perjudicial al percibirlo de una u otra manera. Éstas son el tono, la intensidad, el timbre y la presión sonora.

a) Frecuencia o tono: Es el número de oscilaciones por segundo, se mide en Hz.

Las mediciones acústicas también se realizan a determinadas frecuencias, de acuerdo con las normas correspondientes. Estas frecuencias se establecen con base en la frecuencia de 1 KHz. Se han establecido tres series de frecuencias denominadas octavas (1/1), medias octavas (1/2) y tercios de octava (1/3) de banda. ⁽¹⁾

Según el tono, podemos distinguir dos clases de sonidos, los agudos y los graves. Los agudos tienen un tono elevado, y los graves tienen un tono o frecuencia bajos.

b) Intensidad sonora: Es la potencia acústica transmitida por unidad de superficie,

perpendicular a la dirección de propagación de las ondas, se mide en watt/m^2 . Coincide con la amplitud de la onda sonora, es decir, la distancia entre el pico más alto y el más bajo de la onda. ⁽²⁶⁾

La intensidad fisiológica o sensación sonora de un sonido se mide en decibeles (dB). Los decibelios que se utilizan en los audiómetros están calibrados para que el 0 corresponda a la audición normal de un adulto joven sin antecedentes

otológicos y se llaman decibeles HL. Existen los dB LDL que son los utilizados en física y en las prótesis auditivas. Los dB HL Y LDL solo son iguales a nivel de 1000 y 2000 Hz.²⁸

c) **Timbre:** Es la cualidad que permite distinguir dos fuentes sonoras aunque emitan en el mismo tono e intensidad. Ninguna fuente sonora produce sonidos puros, salvo los diapasones y los audiómetros y esto hace que realmente emitan vibraciones periódicas no sinusoidales constituidas por la superposición de ondas sinusoidales simples entre los que hay un sonido fundamental u onda o frecuencia fundamental y los restantes que reciben el nombre de armónicos que acompañan al fundamental y que permiten distinguir una de otra fuente sonora.⁽²⁸⁾

d) **Presión Sonora:** Es la variación de presión que puede ser detectada por el oído humano. El umbral de percepción para un individuo se produce a partir de una presión sonora de 2×10^{-5} Nw/m². La poca operatividad de esta escala, hace necesario utilizar los decibeles (dB) para expresar la magnitud de la presión sonora, la cual es el logaritmo (de base 10) de la relación de dos intensidades y viene dada por la siguiente expresión:

Nivel de Presión (dB) = $10 \log (\text{Presión acústica existente} / \text{Presión acústica de referencia})$ ⁽¹⁾

²⁸ Física del sonido. http://www.usbadajoz.es/web_descargas/curso_capitulo_2.pdf

Cuando hablamos de la unidad dB se usan tres referencias distintas: dB para nivel de presión sonora (SPL), dB para nivel de audición (HL) y dB para nivel de sensación (SL). El 0 de SPL corresponde a 20 micropascales, en tanto que el 0 en HL depende de la frecuencia y realmente es el resultado estadístico de oídos normales, para que los audiómetros reflejen una curva plana en pacientes con audición normal. ⁽²⁸⁾

2.3.3. FUENTES DE EXPOSICIÓN A RUIDO

A lo largo de la jornada de trabajo se perciben de modo continuo sensaciones acústicas que son la suma de todos los sonidos generados en el ambiente. Todos y cada uno de los equipos que se utilizan en cada una de las tareas que se realizan van a ser capaces de dar lugar a ese «contaminante».

La mayor mecanización en la industria ha dado como resultado mayores niveles de ruido. Las actividades laborales que conllevan un riesgo particularmente alto de pérdida de audición son: minería, construcción de túneles, explotación de canteras, ingeniería pesada, trabajos con máquinas que funcionan con potentes motores de combustión,

utilización de máquinas textiles y comprobación de reactores de aviones, seguido de un largo etcétera de procesos industriales de todo tipo.²⁹

Se utiliza también una parte del espectro no audible —en particular la banda de los ultrasonidos— en otras actividades, a saber:

- la limpieza por ultrasonidos;
- la soldadura;
- en la ciencia médica (para diagnóstico y tratamiento);
- en el mecanizado de piezas;
- en el emulsionado y homogeneizado de pinturas;
- ensayos no destructivos de materiales (métodos ecográficos);
- en la maduración de vinos

Se hace referencia a ellas pues su mecanismo etiopatogénico (a pesar de no ser percibido por el oído humano) se cree que es similar al que originan las frecuencias audibles, pudiendo lesionar también el órgano auditivo.⁽²⁹⁾

En la industria es casi inevitable la emisión de altos niveles de ruido, siendo la soldadura (o empresas metalmecánicas) una de las fuentes en que mayormente se ha evidenciado la pérdida auditiva. En el área manufacturera y la minería, un 40% de los trabajadores

²⁹ Ministerio de Sanidad y Consumo. Ruido; Protocolos de vigilancia sanitaria específica. Madrid 2000

están expuestos a importantes niveles de ruido durante más de la mitad de su jornada laboral.³⁰

2.3.4. EFECTOS DEL RUIDO EN LA SALUD

El ruido provoca varios efectos en la salud de las personas. Hay que tomar en cuenta que no solo afecta al sistema auditivo, sino también a otros órganos incluyendo un impacto psicológico. Nos enfocaremos en la parte de los efectos auditivos y en la repercusión de los mismos sobre el ámbito psicosocial.

Efectos auditivos

Desplazamiento Temporal del Umbral de la Audición (DTU)

La exposición a ruidos intensos causa una ligera disminución de la sensibilidad auditiva, y a menudo se acompaña de Tinnitus, por lo general dura pocas horas; pero puede ser más prolongada si la intensidad del ruido ha sido grande.⁽²⁶⁾

Para considerar que una persona ha sufrido solo un desplazamiento transitorio del umbral de la audición, deberá tener una recuperación total de sus facultades auditivas después de un lapso de reposo de 16 horas.⁽²⁶⁾

³⁰ Agencia europea para la seguridad y la salud en el Trabajo (EU-OSHA).

Desplazamiento permanente del umbral de la audición (DPU)

Se produce por exposición crónica a ruidos de no tan alta intensidad; el mecanismo por el cual esta exposición causa lesión no es muy bien conocido, pero existe daño en las células del oído interno.³¹

Como resultado de la acción perturbadora del ruido, sobre los estereocilios de las células especializadas del órgano de Corti, sobreviene en forma irreversible, la incapacidad de estos transductores electromecánicos para transmitir la señal nerviosa.⁽²⁶⁾

Generalmente se acompaña de otros síntomas tales como acúfenos, disminución de la capacidad de discriminación, distorsión de los sonidos o diplacusias. Un paciente con hipoacusia inducida por ruido comúnmente consulta al médico porque presenta dificultad para oír y entender el lenguaje cotidiano, especialmente en un ambiente ruidoso.³²

Otros efectos sobre la audición

Trauma acústico: producido por un ruido único, de corta duración pero de muy alta intensidad (por ej. una explosión) y resulta en una pérdida auditiva repentina y

³¹ López, Adriana. Hipoacusia por ruido: un problema de salud y de conciencia pública. Rev. Fac Med UNAM, 2000

³² Avendaño, Javier. Medicina ocupacional en el Ecuador, Efectos del ruido industrial, 2009.

generalmente dolorosa. Aunque es posible sufrir deterioro de la capacidad auditiva de tipo neurosensorial por este mecanismo, lo más frecuente es la producción de sordera de tipo conductiva por incapacidad para transmitir la onda sonora hacia el oído interno debido a lesión de las estructuras anatómicas del oído externo y medio. ⁽³²⁾

Tinnitus: caracterizado por una falsa sensación de sonido que frecuentemente acompaña a la Hipoacusia y el cual es muy molesto. El Tinnitus puede ser continuo o intermitente y se exagera generalmente con la exposición al ruido. ⁽²⁶⁾

Daño psicosocial

El ruido es uno de los pocos estímulos que desde el nacimiento provoca reflejo de defensa (no es un miedo aprendido), y parece que por su presencia se van a producir efectos psicológicos (que se acompañan normalmente de síntomas físicos) como:

- Dificultad de comunicación.
- Perturbación del reposo y descanso.
- Alteraciones del sueño nocturno.
- Disminución de la capacidad de concentración.
- Malestar, ansiedad, estrés. ⁽²⁹⁾

Estos efectos van a alterar la vida social de la persona y, visto desde una perspectiva global del modo de enfermar, pueden modificar sus relaciones con el entorno.

Los efectos psicosociales que el ruido produce dependen de:

- La actitud del sujeto;
- La sensibilidad personal;
- La evaluación personal de las posibilidades de reducirlo;
- La actitud del sujeto respecto al tipo y condiciones del puesto de trabajo;
- El momento de la jornada. ⁽²⁹⁾

Interferencia en la comunicación

La existencia de un nivel de ruido, fondo sonoro, puede dificultar la comprensión del mensaje verbal, con la importancia que esto puede tener tanto para la propia seguridad como para el proceso productivo.

Otro de los aspectos de los efectos del ruido sobre la seguridad es la reacción natural de las personas ante un ruido inesperado, movimientos bruscos y distracciones. ⁽²⁹⁾

Alteraciones en el desarrollo de tareas

El ruido interfiere en la realización de tareas por parte del individuo, tanto en su jornada laboral como en el tiempo de ocio. Aunque no se han obtenido conclusiones significativas.

Se puede señalar que dicha influencia dependerá de los siguientes factores:

— Características del ruido:

Variabilidad del nivel de ruido y su contenido espectral.

Ruido continuo o intermitente.

Repetición de ruidos de elevado nivel.

Ruidos de frecuencias mayores a 2.000 Hz.

— Características de la persona: serán más susceptibles las personalidades con características ansiosas e irritables.

— Características propias de la tarea:

Demanda mental que exija.

Demanda sensomotriz.

Complejidad.

Demanda auditiva o extra auditiva. ⁽²⁹⁾

2.4. Hipoacusia inducida por el ruido

La hipoacusia inducida por el ruido se define como una disminución de la capacidad auditiva de uno o ambos oídos, parcial o total, permanente y acumulativa, de tipo neurosensorial que se origina gradualmente, durante y como resultado de la exposición a niveles perjudiciales de ruido en el ambiente laboral, de tipo continuo o intermitente de intensidad relativamente alta (> 85 dBA Leq_{40}).⁽²⁾

Se caracteriza por ser de comienzo insidioso, curso progresivo y de presentación predominantemente bilateral y simétrica. Al igual que todas las hipoacusias sensorineurales, se trata de una afección irreversible.⁽²⁾

Una disminución auditiva atribuida al ruido se define con los siguientes criterios:³³

1. Historia de ruido. Donde se concrete la exposición a ruido, sobre los 85 dBA (40 horas por semana de un nivel de ruido continuo) para una expectativa de vida de 50 años.
2. Criterios audiométricos.
 - a. Pérdida predominantemente neurosensorial (promedio del intervalo entre vía ósea y aérea en las frecuencias 1, 2, 4 KHz es menor de 15dB)
 - b. La pérdida no es unilateral (promedio de asimetría en las frecuencias 1, 2, 4 KHz menor de 15dB)

³³ WHO – PDH Informal Consultation, Prevention of noise-induced hearing loss, Geneva, 1997

- c. Diferencia de promedios entre las frecuencias 3, 4, 6KHz y el promedio de 0.5, 1, 2 KHz es igual o mayor a 15dB.

2.4.1. EPIDEMIOLOGÍA DE LA HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO

Actualmente el ruido es el riesgo laboral de mayor prevalencia; por lo que se señala como un verdadero problema de salud pública, tanto por sus efectos auditivos como por los extra-auditivos. Se estima que más de 35 millones de trabajadores en USA están expuestos a ruido en su sitio de trabajo (Ladou) y alrededor de 2 millones con edades entre 50 y 59 años tienen pérdida auditiva indemnizable, atribuida a la exposición a niveles de ruido excesivo (Zenz).⁽²⁾

Según información de la Organización Mundial de la Salud, alrededor del mundo existe un estimado de alrededor 441 millones de personas con una pérdida auditiva de al menos 25 dB en el mejor oído (sobre las frecuencias medias 0.5, 1, 2 y 4KHz). Éste número disminuye a 127 millones con una pérdida auditiva de 45dB, con más mujeres que hombres siendo los afectados, y 39 millones con una pérdida de al menos 65dB. La diferencia en el sexo difiere por motivo de la expectativa de vida mayor en las mujeres en los países desarrollados; en los países menos desarrollados la diferencia es inversa, existiendo más hombres que mujeres con pérdidas auditivas.⁽³³⁾

Cerca de la tercera parte de las personas con pérdida auditiva, tienen historia de exposición a ruido ocupacional, pero para los trabajos manuales llega al 60% la exposición a ruido. ⁽²⁶⁾

En Reino Unido la distribución de empleados en trabajo manual y no manual es similar (48% y 52% respectivamente), por lo que asumen que en países en vías de desarrollo las cifras de hipoacusia inducida por el ruido podrían ser mayores. Entre las razones de ésta diferencia se pueden citar: 1) enfermedades del oído en la infancia, 2) mayor número de empleados en el sector de trabajo manual, 3) mayor número de personas expuestas a niveles excesivos de ruido. ⁽²⁶⁾

En Europa, uno de cada cinco trabajadores tiene que elevar el tono de voz para que se le oiga durante al menos la mitad del tiempo que está trabajando, y un 7% padece problemas auditivos relacionados con su trabajo.³⁴ Según los datos disponibles, la pérdida de audición provocada por el ruido es la enfermedad profesional más común en la Unión Europea.³⁵

Varios estudios en las industrias de EEUU estiman que el 70% de los hombres que trabajan en minas con metales y no metales, tendrán un daño auditivo para los 60 años. (NIOSH 1991).

³⁴ Work and health in the EU: a statistical portrait, Eurostat. 2002

³⁵ Agencia Europea para la Salud y la Seguridad en el Trabajo *Data to describe the link between OSH and employability* 2002

En el Ecuador la hipoacusia inducida por ruido (HIR) constituye el 50% de enfermedades ocupacionales calificadas en el IESS.³⁶ Según datos de la OMS, el promedio de los niveles de ruido en los países en desarrollo puede aumentar debido a que la industrialización no siempre se acompaña de protección⁽¹⁴⁾.

2.4.2. FISIOPATOLOGÍA DE LA HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO

Para comprender la fisiopatología de la hipoacusia inducida por el ruido, debemos tomar en cuenta dos factores importantes para su producción, entre los cuales se encuentran los mecanismos de injuria por el ruido y los mecanismos protectores del oído.

Mecanismo de la injuria por ruido

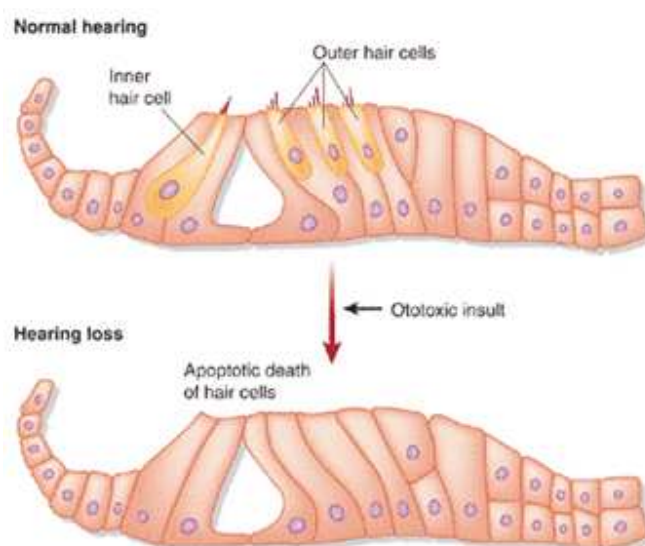
Aunque no se conoce con exactitud el mecanismo de injuria por el ruido, existen varias teorías que intentan explicarlo, entre las cuales se encuentran la del microtrauma, bioquímica, de la conducción del calcio intracelular y el mecanismo mediado por macrotrauma.

³⁶ Carpio, Fernando. Prevención de los factores de riesgo físicos en los lugares de trabajo y salud de los trabajadores. Ecuador, 2001.

a) Teoría del Microtrauma:

Los picos del nivel de presión sonora de un ruido constante, conducen a la pérdida progresiva de células, con la consecuente eliminación de neuroepitelio en proporciones crecientes. ⁽²⁾

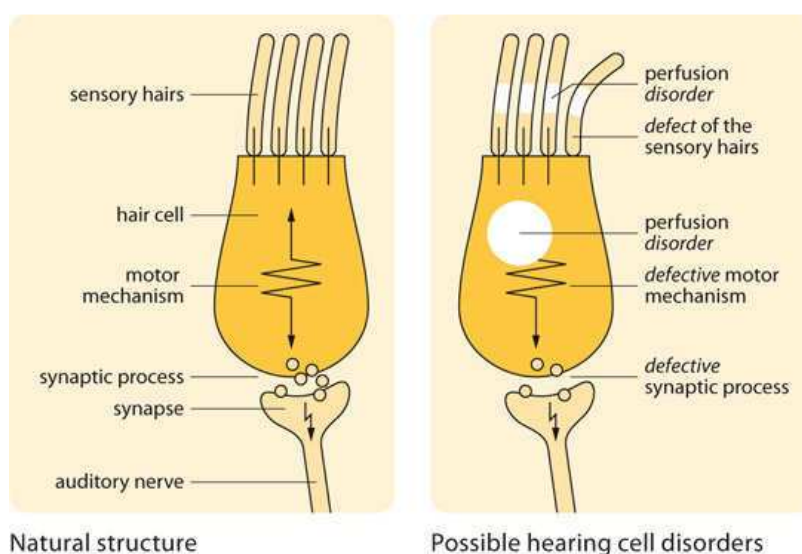
Los altos niveles de ruido dañan los estereocilios de las células ciliadas externas, incluyendo los puentes interciliares; para posteriormente ser fagocitados, que resulta en una recuperación prolongada.



b) Teoría Bioquímica:

Postula que la hipoacusia se origina por las alteraciones bioquímicas que el ruido desencadena, conllevando a un agotamiento de metabolitos y en definitiva a la lisis celular. Estos cambios bioquímicos son:

- Disminución de la presión de O₂ en el conducto coclear. Debido a que el ruido provoca vasoconstricción de los vasos de la stria-vascularis en la cóclea. Resultando las células ciliadas anoxicas.
- Disminución de los ácidos nucleicos de las células.
- Disminución del Glucógeno, ATP, etc.
- Aumento de elementos oxígeno reactivos (ROS), como los superóxidos, peróxidos, y radicales de hidroxilo, que favorecen el estrés oxidativo inducido por ruido.
- Disminución de los niveles de enzimas que participan en el intercambio iónico activo (Na (+), K (+)-ATPasa y Ca (2+)-ATPasa).⁽²⁾



c) Teoría de la conducción del Calcio intracelular:

Se sabe que el ruido es capaz de despolarizar neuronas en ausencia de cualquier otro estímulo. Estudios recientes al respecto han demostrado al menos que, las alteraciones o distorsiones que sufre la onda de propagación del calcio

intracelular en las neuronas son debidas a cambios en los canales del calcio, pudiendo explicar esto, algunas de las alteraciones neuro- psiquiátricas que se presentan durante la exposición a ruido. ⁽²⁾

d) Mecanismo mediado por Macrotrauma:

La onda expansiva producida por un ruido discontinuo intenso es transmitida a través del aire generando una fuerza capaz de destruir estructuras como el tímpano y la cadena de huesecillos. ⁽²⁾

Por la presión sobre la membrana se produce inicialmente una introducción del sistema tímpano- osicular en la caja timpánica (fase positiva) y secundariamente una salida (fase negativa). Si la presión es superior a 180 dB en la fase positiva el martillo rota enérgicamente en su eje longitudinal ejerciendo un empuje sobre el yunque a posterior e inferior para inmediatamente ser llevarlo hacia anterior, lesionándose los ligamentos suspensorio y el posterior del yunque. Este brusco movimiento explicaría la desarticulación y/o luxación de alguno de los huesillos como también las hemorragias de caja. ³⁷

La onda expansiva puede ocasionar fisuras o perforaciones con bordes no contactantes de la membrana timpánica.

Sin embargo, éste mecanismo tiene importancia dentro del trauma acústico, mas no en la producción de hipoacusia inducida por ruido.

³⁷ www.sinfomed.org.ar/mains/publicaciones/ta/examencli.pdf

Mecanismos protectores de la audición

Para comprender a cabalidad la fisiopatología de la hipoacusia inducida por el ruido se debe entender los diferentes medios protectores que se ponen en marcha al exponer al individuo a un nivel perjudicial de ruido. Entre los mecanismos protectores auditivos podemos citar:

a) Mecanismo neural.

Estudios en cobayos confirman la hipótesis que el sistema eferente coclear está involucrado en los mecanismos que subyacen en el "efecto de endurecimiento" a las altas frecuencias. Este efecto se define como una reducción progresiva del umbral cuando exposiciones repetidas a un mismo ruido son aplicadas. La neurectomía vestibular realizada a través de la fosa posterior, asegurando la interrupción de las fibras olivococleares cruzadas y no cruzadas en un solo oído, antes de su entrada en el canal auditivo, origina hipoacusia por exposición a ruido, comparado con el oído contralateral no operado. ⁽²⁶⁾

Dentro del mecanismo neuronal encontramos dos fenómenos diferenciados que son:

- La adaptación: fenómeno fisiológico, funcional, que permite al oído, en condiciones desfavorables, recuperarse ante el estímulo. Para entenderlo mejor hay que tomar en cuenta que la respuesta a un estímulo sostenido

declina en función del tiempo, hasta alcanzar un nivel estable en el que la energía utilizada por el receptor se equilibra con la energía metabólica de que dispone el mismo para mantener dicha respuesta. Se manifiesta por una reducción de la sensibilidad del oído humano. Visto de otro modo, si el nivel de descargas de los elementos sensorineurales del oído ha sido saturado por la presencia de un estímulo, entonces, el mismo no podrá ser incrementado ante la llegada de un nuevo estímulo, fenómeno conocido como efecto de "línea ocupada". Éste fenómeno no se produce en la estimulación por ruidos intermitentes, ya que la fibra nerviosa tiene la posibilidad de recuperarse. ⁽²⁶⁾

La recuperación después de cesar el estímulo es rápida.

- La fatiga acústica: provocada por cambios fisiológicos en la cóclea, se produce un incremento transitorio del umbral auditivo. Se plantea que la base de este fenómeno no es un daño tisular, sino más bien alteraciones bioquímicas. Más aun en el espacio extracelular se ha podido constatar una disminución de la tensión de oxígeno en la perilinfa y un acumulo de metabolitos en la endolinfa. La fatiga implica un desgaste de energía neuronal, que conduce a imposibilidad de ser nuevamente estimulado, hasta que no se haya recuperado del desgaste o déficit metabólico energético de la neurona. ⁽²⁶⁾

b) **Mecanismo antioxidativo**

La ausencia de sustancias antioxidantes como las superóxido dismutasas (CuZn-SOD) y glutatión potencian el daño inducido por ruido. Estas ejercen un mecanismo protector sobre la cóclea.

c) **Mecanismo de acondicionamiento del sonido**

Es un proceso de exposición a niveles bajos de ruido no dañino, para crear efectos protectores a largo plazo en detrimento de las formas perjudiciales subsecuentes de trauma acústico ⁽²⁾. Sin embargo no se encontró evidencia suficiente que avale los supuestos efectos protectores.

2.4.3. FACTORES DETERMINANTES EN LOS EFECTOS DELETÉREOS DEL RUIDO

Los efectos del ruido sobre la salud de la persona dependen de varios factores dependientes de las características del ruido y de cada individuo, como son:

Factores dependientes del ruido

- a. **Intensidad del ruido:** el umbral de nocividad del ruido del ambiente se sitúa entre 85 y 90 dBA. Cualquier ruido mayor de 90 dBA puede ser lesivo para el hombre. ⁽²⁾

La Norma Internacional aplicada a la legislación Ecuatoriana establece que para una jornada de trabajo de 8 horas el Límite equivalente continuo para ruido es de 85 dB³⁸. Aunque no es un punto de total seguridad, por encima de esta cifra, la lesión aparece y aumenta en relación con la misma. Puede existir pérdida de audición por ruido por debajo del nivel diario equivalente señalado. ⁽²⁾

- b. **Frecuencia del ruido:** En general los sonidos de alta frecuencia son más dañinos que los de baja frecuencia. Por razones fisiológicas aún mal precisadas, las células ciliadas más susceptibles a la acción nociva del ruido son las encargadas de percibir las frecuencias entre 3000 y 6000 Hz, siendo la lesión en la banda de 4000 Hz el primer signo en la mayoría de casos, extendiéndose progresivamente hacia las “Frecuencias de la Conversación” (500 a 2000 Hz.) ⁽²⁾

Entre los motivos que se invocan para explicar el hecho de que la afectación ocurra en el rango de las altas frecuencias se encuentran:

- El déficit de vascularización producido en la región basal de la cóclea, sitio que se corresponde con la ubicación tonotópica de las altas frecuencias. Este sitio coincide con la bifurcación y ramificación de la arteria cocleo-vestibular y por tanto tiene una menor irrigación.
- La asimetría de la mecánica coclear: la región basal de la cóclea responde, tanto a los sonidos de baja frecuencia, como a los de alta frecuencia (no siendo así en la parte apical) de modo tal que la velocidad

³⁸ Medicina ocupacional en el Ecuador, Efectos del ruido industrial, 2009

de propagación de la onda viajera y la amplitud del desplazamiento son mayores en la zona de los 4 kHz;

- Las estructuras anatómicas de la cóclea causan un mayor impacto de los líquidos en la mitad de la primera espira, que es la zona de los 4 kHz
- Las características de resonancia del conducto auditivo externo, al amplificar en 10 db o más las frecuencias de 2000 y 5000 Hz parecen influir significativamente sobre las muesca de los 4 kHz. ⁽²⁶⁾

- c. **Naturaleza del ruido:** Es evidente que la exposición a ruido, de forma intermitente, es menos lesiva. Uno de los mecanismos organizativos para disminuir la probabilidad de lesión, es disminuir el tiempo de exposición con pausas durante la jornada de trabajo.

El ruido continuo es menos lesivo que el ruido pulsado, a igualdad de intensidades, gracias al sistema muscular de amortiguación del oído medio. ⁽²⁾

- d. **Tiempo de exposición:** La lesión auditiva inducida por ruido sigue una función exponencial en relación a la duración de la exposición, y parece estar relacionado con la cantidad total de energía sonora que llega al oído interno. ⁽²⁾

Factores dependientes del individuo

Dentro de los factores que no dependen de las características del ruido, se encuentran la distancia al foco sonoro, la posición del trabajador respecto al foco sonoro, el ambiente de trabajo y las características de cada individuo (contribuyen para la presentación de hipoacusia neurosensorial), como son: la susceptibilidad individual, la edad, el sexo, enfermedades del oído medio, traumas craneales, trastornos genéticos, grupo sanguíneo (O positivo), hipercolesterolemia y el hábito de fumar.

Si bien las características de cada persona no provocan la hipoacusia inducida por el ruido, actúan sinérgicamente con éste provocando el daño auditivo.

2.4.4. EVOLUCIÓN Y CUADRO CLÍNICO DE LA ENFERMEDAD

La hipoacusia inducida por ruido (HIR) evoluciona por cuatro diferentes fases (Azoy y Maduro), manifestándose cada una de ellas con su sintomatología, dependiente del nivel y las frecuencias afectadas.

Fase I (de instalación de un déficit permanente).

Antes de la instauración de una HIR irreversible se produce un incremento del umbral de aproximadamente 30-40 dB en la frecuencia 4 kHz. Esta fase tiene como característica que el cese de la exposición al ruido o la adopción de medidas de protección puede revertir el daño al cabo de los pocos días. ⁽²⁾

Se caracteriza por la presencia de acúfenos, sobre todo al final de la jornada laboral, y astenia física y psíquica, junto a malestar general. La duración de este período es variable, pudiendo atribuírsele una media de 3 a 4 semanas, dependiendo siempre del nivel de exposición al ruido y la presencia de picos. ⁽²⁹⁾

Fase II (de latencia total).

El déficit en los 4 kHz se mantiene estable, ampliándose a las frecuencias vecinas en menor intensidad e incrementándose el umbral entre 40-50 dB, sin comprometer aun la comprensión de la palabra pero ya no hay reversibilidad del daño auditivo ⁽²⁾.

Es un lapso de tiempo variable, al igual que su cuadro clínico, ya que depende de la intensidad sonora a la que se encuentra sometida la persona y de su susceptibilidad individual. En este período se mantiene el acúfeno de forma intermitente, sin existir ningún otro síntoma subjetivo, y los únicos signos de lesión son audiométricos. ⁽²⁹⁾

Fase III (de latencia subtotal).

Existe no solo afectación de la frecuencia 4 kHz sino también de las frecuencias vecinas, se produce un incremento del umbral entre 70-80 dB, acarreado por ende la incapacidad en la comprensión de la palabra. ⁽²⁾

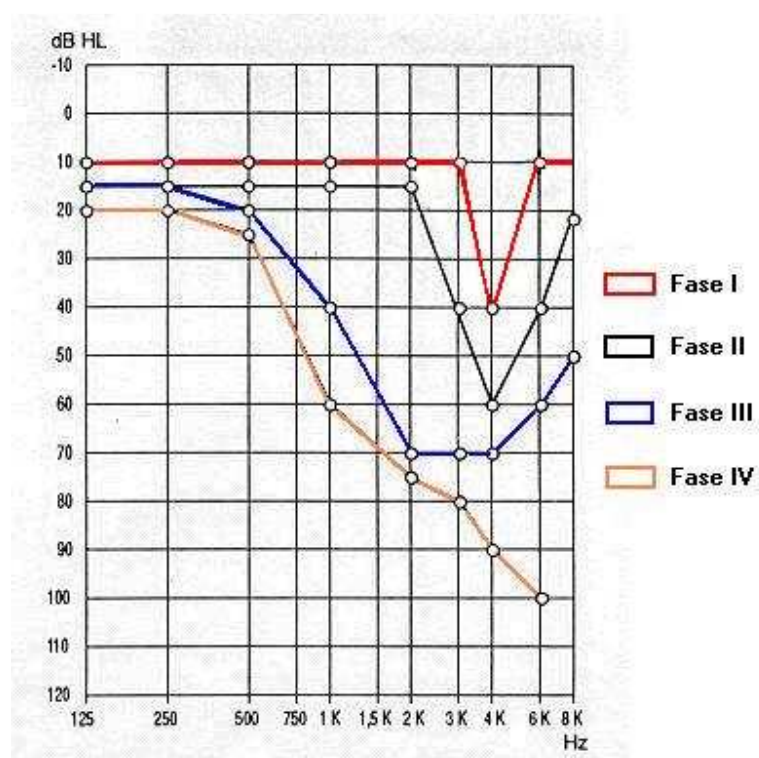
Suele suceder tras dos o tres años de exposición hasta los diez a quince años. Comienzan a aparecer síntomas subjetivos, el trabajador nota que no tiene una audición normal,

eleva el volumen de los aparatos y suele comentar que no capta las conversaciones cuando existe ruido de fondo. ⁽²⁹⁾

Fase IV (terminal o hipoacusia manifiesta).

Afecta todas las frecuencias agudas, con compromiso de frecuencias graves y un incremento del umbral a 80 dB o más. ⁽²⁾

Se manifiesta con un déficit auditivo vasto, suele acompañarse de acúfenos continuos y, en menor proporción, de vértigo. ⁽²⁹⁾



2.4.5. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LA HIR

Para diagnosticar hipoacusia por ruido debemos excluir numerosas patologías pueden presentar hallazgos similares en la audiometría de tonos puros. Hay que tener presentes posibles lesiones del nervio auditivo (intoxicación por productos tóxicos industriales y/o fármacos, o infección), otosclerosis, enfermedad del oído medio por otitis crónica, hipoacusia neurosensorial hereditaria e idiopática, traumatismo cráneo-encefálico, etc. ⁽²⁹⁾.

El diagnóstico clínico puede ser difícil y se apoya en los antecedentes de exposición «nociva» al ruido. Las dificultades serán mayores con audiogramas sugestivos de estadios iniciales de hipoacusia profesional en sujetos cuya exposición oscila sobre los 90 dBA o es difícil de precisar (por movilidad del personal o por tratarse de ruidos no estables). De hecho, es muy probable que estas patologías sean responsables de una sobreestimación de los efectos del ruido. ⁽²⁹⁾

Características de la hipoacusia por ruido: ⁽²⁹⁾

- Tímpano: Normal.
- Localización: Bilateral (en el inicio de la enfermedad o en presencia de focos sonoros especiales se observan audiogramas asimétricos).
- Rinne: Positivo.
- Weber: Se lateraliza hacia el oído más sano.
- Vía aérea: Descendida.

- Vía ósea: Descendida.
- Diferencia entre ambas vías: No existe (entre ambas vías descenso paralelo).
- Síndrome Vestibular: Puede existir.
- Acúfenos: Pueden existir.

2.4.6. PREVENCIÓN DE LA HIPOACUSIA INDUCIDA POR RUIDO

El ruido ocupacional no causa mortalidad, pero induce una morbilidad significativa a través de la sordera. Hay que tener en cuenta que han sido propuestos numerosos tratamientos con el objetivo de retardar la aparición de la pérdida auditiva o disminuir la susceptibilidad individual resultante de la exposición al ruido; sin embargo, no existen efectos comprobados que puedan revertir el daño auditivo.

Según la OMS (2006) enfatiza que el 50% de los desórdenes de oído y audición se puede evitar mediante la prevención, diagnóstico precoz y el tratamiento ⁽¹⁹⁾. La hipoacusia inducida por el ruido al ser una enfermedad incurable e irreversible, el tratamiento se basa en la prevención de su causa directa al igual que sus factores aditivos, por lo que es esencial que se implementen programas de éste tipo en las industrias.

a) Prevención primaria

La prevención primaria actúa en la fase I

- Prevención de la contaminación por ruido. Medir el nivel equivalente de ruido que existe en los puestos de trabajo. Realizar mapas de ruido
- Control del ruido
- Examen pre ocupacional

El control o atenuación del ruido considera el tratamiento en tres puntos: ³⁹

1. En la fuente: con ajustes de ingeniería en toda la maquinaria que provoque ruido.
2. En el receptor: con un aislamiento en cabinas silentes, medios de protección individual y reducción del tiempo de exposición.
3. A lo largo de la trayectoria entre la fuente y el receptor: con soportes antivibrantes, mediante el aislamiento de los equipos muy ruidosos con una cobertura integral o parcial, con la colocación de barreras, silenciadores o el uso de materiales absorbentes.

Si no existe una reducción del ruido con las medidas mencionadas, el tiempo máximo de exposición diaria se puede calcular con la siguiente fórmula: ⁽³⁶⁾

$$T_{\max} = 2 (NPS - 85\text{dB}/5)$$

³⁹ Unidad de Servicios Técnicos de Fiberglass Coleccionables, Control del ruido industrial (II), mayo 1999

b) Prevención secundaria

Se realiza con una evaluación médica periódica, con el fin de detectar precozmente desplazamientos temporales del umbral auditivo.

No existe un consenso acerca de la periodicidad de la realización de las audiometrías, pero se consideran razonables los controles en los plazos siguientes:

- Anual para los trabajadores expuestos a NPS iguales o superiores a 90 dB (A), 8h diarias y con HIR en fase II, III, IV. ⁽³⁶⁾
- Cada 2 años a los expuestos a NPS entre 85 y 89 dB (A), 8 h diarias.
- Cada 3 años a los expuestos a NPS entre 80 y 84 dB (A), 8 h diarias. ⁽²⁵⁾
- Audiometría de retiro a todos los trabajadores que hayan estado expuestos a NPS iguales o superiores a 80 dB (A), 8 h diaria
- Semestral independiente del daño (grado) en sujetos jóvenes con breve exposición a ruido ⁽²²⁾

No obstante, los NPS no son el único ni el más importante factor para definir la periodicidad de las audiometrías. El juicio médico puede modificar los plazos en relación con factores como, edad, tiempo de exposición, uso de protectores auditivos y resultados audiométricos previos. ⁽²⁵⁾

c) Prevención terciaria

Éste tipo de protección se la realiza cuando el trabajador ha presentado desplazamiento permanente del umbral. ⁽³⁶⁾

- Reubicar al trabajador en un área de menor ruido
- Realizar evaluación médica anual
- Reducir la emisión y propagación del ruido en su puesto de trabajo
- Dotar de medios de protección auditiva

2.5. Diagnóstico de problemas relacionados con exposición a ruido industrial.

Para el correcto diagnóstico de los problemas relacionados con la exposición a ruido industrial se debe realizar una adecuada y minuciosa historia clínica, que incluya una historia laboral exhaustiva, antecedentes personales y familiares que refieran patologías óticas o sordera, además de hábitos perniciosos como consumo de medicamentos ototóxicos.

Adicionalmente se debe realizar un examen físico completo, con énfasis en la realización de pruebas para la diferenciación de las diversas patologías óticas.

Finalmente se realizará las pruebas complementarias, que nos entreguen un diagnóstico definitivo de la patología.

2.5.1. ANAMNESIS

Es importante que dentro de los datos de filiación se incluyan la fecha de realización del reconocimiento junto con los datos personales del trabajador, nombre de la empresa y puesto de trabajo actual

Se señalará el tipo de evaluación de salud de que se trata: inicial, periódica, tras incorporación al trabajo y/o adicional. ⁽²⁹⁾

Historia clínica general

- *Antecedentes patológicos.*

Se debe ser minucioso en la búsqueda de enfermedades como Diabetes Mellitus e Hipertensión arterial al igual que enfermedades padecidas con posibles secuelas de afección ótica (traumatismos craneales, meningitis, rubéola, etc.).

Asimismo, es importante conocer la presencia de enfermedades generales padecidas o que padece en la actualidad, para posteriormente centrarse en la presencia de antecedentes de tipo otológico. ⁽²⁹⁾

- *Hábitos*

Se debe indagar sobre hábitos que representen un riesgo auditivo como tabaquismo, consumo de alcohol. De igual manera se debe investigar sobre el tratamiento prolongado con drogas ototóxicas

- *Enfermedad actual.*

Se preguntará al trabajador sobre cómo es su percepción sobre su estado de audición y sobre sintomatología de tipo otológico como acúfenos, otalgias, vértigos, otorrea.

Los síntomas pueden variar ampliamente y estarán de acuerdo a la severidad del déficit auditivo, habrá trabajadores asintomáticos, mientras que otros trabajadores tendrán moderada o gran pérdida auditiva. (32)

Historia laboral

Se señalará la exposición actual y previa al ruido, centrada en el ámbito laboral, pero sin olvidar la de tipo extralaboral. (29)

- *Antecedente de exposición a ruido con Leq superior a 85 dB.*

Criterio de exposición ampliamente aceptado y en el cual existe innegable evidencia de que la mayoría de los expuestos tiene algún grado de afectación de su capacidad auditiva en una jornada normal de 8 horas, sin protección auditiva. El ajuste del tiempo de exposición se reduce a la mitad por cada 3 dB que se incrementa la intensidad del sonido, 88 dB permisible 4 horas, 91 dB permisible 2 horas, 94 dB permisible 1 hora, etc.

Cuando se sobrepase cualquiera de los criterios antes señalados puede aceptarse la positividad de la exposición. (32)

La información sobre exposición debe estar soportada por registros de estudios de medición ambiental de niveles de ruido y de ser posible por dosimetrías personales que reflejen la dosis absorbida en las diferentes tareas involucradas. (32)

2.5.2. EXAMEN FÍSICO

1. **Otoscopía.** Examen directo del conducto auditivo externo y el tímpano. Esto permite hacer diagnóstico de sordera conductiva, podemos advertir la presencia de esclerosis del tímpano o un nivel líquido en el oído medio visible a través de la membrana timpánica ⁽³²⁾. En la hipoacusia inducida por el ruido, al ser una hipoacusia neurosensorial, éste examen tiene un resultado negativo.
2. **Prueba de palabra hablada.** Permite al médico tener idea del grado de afectación que tiene el paciente para la escuchar las frecuencias que intervienen durante la conversación
3. **Prueba de Diapasones o acimetría.**

Su principal ventaja es la de averiguar de una manera sencilla y rápida si la hipoacusia es de oído medio (de transmisión) o de oído interno (neurosensorial); otra utilidad sería el control de posibles errores que pudieran aparecer en la audiometría tonal.

Las pruebas acimétricas más usuales son la de Rinne y Weber. (32)

Prueba de Rinne: Permite comparar la sensación auditiva percibida por vía ósea con la percibida por vía aérea en cada oído.

- Rinne (+) cuando continúe oyendo el sonido por vía aérea después de dejar de percibirlo por vía ósea
- Rinne (-) cuando el tiempo de audición por vía aérea es menor que por vía ósea.

En un sujeto normal tendremos un Rinne (+).

En una hipoacusia de percepción (como en la HIR) tendremos un Rinne (+) patológico, estando disminuida la audición tanto por vía aérea como por ósea, conservando una cierta mejor audición aérea. ⁽²⁹⁾

Prueba de Weber: Explora la vía ósea, comparando la audición ósea de ambos oídos de forma simultánea.

El sujeto normal lo percibe por ambos oídos (en una hipoacusia simétrica también oirá el sonido igual de fuerte en ambos oídos).

En hipoacusia de percepción (ej. HIR) el sonido se lateraliza hacia el lado sano. ⁽²⁹⁾

4. Otros métodos de evaluación de audición

Existen otros métodos que se pueden incluir en el examen físico, como son:

- Tímpanometría.
- Examen de los reflejos acústicos.
- Prueba de Peyser.
- Prueba de Stenger.

2.5.3. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD AUDITIVA.

El estudio de elección para el diagnóstico de la hipoacusia inducida por ruido es la audiometría de tonos puros, en donde característicamente se encuentra disminución en los umbrales auditivos de las frecuencias altas. ⁽³²⁾

Factores que se deben tener en cuenta antes de realizar la audiometría:

- 1) Factores dependientes del sujeto: tales como el estado fisiológico, la motivación, pueden influir negativamente en los umbrales auditivos
- 2) Nivel de ruido en la sala donde se realiza la audiometría: puede enmascarar los tonos dando como resultado umbrales distintos a los reales, especialmente a bajas frecuencias
- 3) Fatiga auditiva: debida al desplazamiento transitorio del umbral derivado de una exposición al ruido previa a la realización de la prueba ⁽²⁹⁾

Audiograma de Ingreso.

Permite tener un registro de referencia de las condiciones de la capacidad auditiva del nuevo empleado. La importancia de este estudio para la adecuada colocación del trabajador radica en que aquellos aspirantes con deterioro pre-existente no deben ser expuestos a ambientes de trabajo ruidosos. En algunos países como Venezuela existe responsabilidad penal para el patrono por el hecho de agravar una condición previa conocida, al exponer al afectado a ambientes de trabajo adversos. ⁽³²⁾

Evaluación de los resultados de la audiometría ⁽²⁹⁾

- Cada audiograma será comparado con el audiograma de base
- Se valorará la presencia de una caída significativa del umbral (CSU).
- Se tomará como audiograma de base a los efectos de comparaciones el que muestre mejores umbrales entre los realizados previamente por el trabajador. Es decir, que si un audiograma periódico muestra mejores umbrales, éste pasa a ser el considerado de base.

Existen además las pruebas objetivas, para la valoración de la audición. Las más significativas son las otoemisiones acústicas y los potenciales evocados.

- *Potenciales evocados (PE)*

Es la técnica de audiometría objetiva más fiable. Se utiliza para el diagnóstico audiológico en pacientes que no colaboran, en niños y es útil para detectar simuladores de sordera.

La prueba de PE mide la manera en que ciertas partes del cerebro responden a estímulos eléctricos. Estudia las formas de onda producidas por las partes del cerebro que controlan los nervios auditivos. ⁴⁰

La prueba de PE es similar a un EEG en el sentido de que los electrodos se colocarán en su cuero cabelludo para registrar las ondas cerebrales. ⁽⁴⁰⁾

⁴⁰ Centro Clínico Warren Grant Magnuson. Procedimientos y Pruebas diagnósticas. 2000

- *Otoemisiones acústicas*

Son señales tonales de baja intensidad registradas en el conducto auditivo externo en ausencia de ningún estímulo conocido. Generalmente son inaudibles para el paciente y su presencia sugiere que la sensibilidad auditiva coclear es normal cerca de la frecuencia de una emisión espontánea. Su interés se centra en la actualidad en el screening de HNS en recién nacidos.⁴¹

Kemp, en 1977, registró la presencia de emisiones espontáneas y hoy existe fuerte evidencia que la producción autosostenida de estas Emisiones depende de una función coclear normal.⁽⁴¹⁾

2.5.4. MÉTODOS PARA EL CÁLCULO DE LA PÉRDIDA AUDITIVA

- a) Escala ELI: toma el valor de pérdida en los 4000 Hz y se le resta el valor correspondiente a la tabla de corrección por presbiacusia según la edad.⁴²
- b) Escala SAL. Se analiza el promedio de las pérdidas en las frecuencias 500, 1000 y 2000 Hz.⁽²⁶⁾
- c) Larsen: toma en cuenta la frecuencia de 4000 Hz, y califica como tres grados de trauma acústico.⁽²⁶⁾

⁴¹ <http://audiology.wordpress.com/presbiacusia-presbyacusis/>

⁴² Reina, Mery. Hacia una revisión de la conceptualización metodológica para calificar pérdidas auditivas por exposición al ruido ocupacional. Audiólogas Corporación Universitaria Iberoamericana. Colombia 2002.

- d) Larsen Modificado: la Escuela Colombiana de Medicina toma las frecuencias 3, 4, y 6 KHz.
- e) Método Klockhoff (clínica Levoro): toma las frecuencias 3000, 4000 y/o 6000.
- f) Método AAO hNS o AMA: incluye la pérdida de audición en las frecuencias 500, 1000, 2000 y 3000 Hz. (26)
- g) Criterio OSHA (The Occupational Safety and Health Administration): Define el daño auditivo cuando el nivel de pérdida excede 25 dB, tomando un promedio de las frecuencias entre 250 y 3000 Hz.
- h) Criterio OMS (1991): el usado en ésta investigación. Utiliza el promedio de las frecuencias 0.5, 1, 2, 4 kHz.

CAPÍTULO III. MÉTODOS

VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables principales del estudio constituyen el diagnóstico audiométrico, el puesto de trabajo, el tiempo que lleva trabajando en la empresa, el tiempo de trabajo al día y el uso de medios de protección durante la jornada de trabajo. Además se tomaron como variables control al género, la edad del participante, los antecedentes personales de patología ótica, HTA, trauma cráneo encefálico y sordera súbita, uso de ototóxicos, exposición a ruido para ocupacional y la presencia de antecedentes familiares de patología ótica.

Operacionalización de variables		
<i>Variable</i>	<i>Categoría/ escala</i>	<i>Indicador</i>
Sexo	- Hombre - Mujer	# hombres/ total # mujeres/ total
Edad	- 25 años o menos - 26 a 35 años - 36 a 45 años - 46 a 55 años - 56 años o más	Observación: #años Análisis: Promedio

HIR	- Si - No	# casos si/total # casos no/total
Tiempo de exposición	- Hasta 5 años - De 6 hasta 10 años - De 11 hasta 15 años - Mayor de 15 años	Observación: # años Análisis: Promedio
Áreas de trabajo	- Laminación - Acería - Bodegas y despachos - Mantenimiento - Administración	# trabajadores /total
Uso de material de protección	- Si - No	# casos si/total # casos no/total
HTA	- Si - No	# casos si/total # casos no/total
Uso ototóxicos	- Si - No	# casos si/total # casos no/total
Trauma craneoencefálico	- Si - No	# casos si/total # casos no/total
Antecedentes personales	- Si - No	# casos si/total # casos no/total

Exposición para ocupacional	- Si	# casos si/total
	- No	# casos no/total
Antecedentes familiares	- Si	# casos si/total
	- No	# casos no/total
Sordera súbita	- Si	# casos si/total
	- No	# casos no/total

Exposición a ruido industrial (variable independiente): Existen varios mecanismos de exposición a un ambiente ruidoso, esto puede ser de manera continua, fluctuante, intermitente o impulsiva y dependerá de ello la profundidad y la rapidez con la que se desarrolle la pérdida auditiva

Hipoacusia inducida por el ruido (variable dependiente): Disminución de la capacidad auditiva de tipo neurosensorial, por lo general bilateral, parcial o total, permanente y acumulativa, que se origina gradualmente, durante y como resultado de la exposición a niveles perjudiciales de ruido en el ambiente laboral, de tipo continuo o intermitente de intensidad relativamente alta durante 8 horas dosis única. Se caracteriza por ser de comienzo insidioso, curso progresivo y de presentación predominantemente bilateral y simétrica.

Se considera diagnóstico de hipoacusia en base a los criterios de la OMS. 1. Por una exposición significativa a ruido ($NPS > 85\text{dB Leq}_{40}$)². Alteraciones en la audiometría.

Se la clasifica (OMS 1991), realizando un promedio de las frecuencias 0.5, 1, 2 y 4KHz en:

- Leve: 26-40 dB
- Moderada: 41-60 dB
- Severa: 61-80 dB
- Profunda: >80 dB

Dispositivos protectores auditivos: Son barreras acústicas que reducen la cantidad de energía sonora transmitida a través del canal auditivo hasta los receptores del oído interno.

ÁREA Y POBLACIÓN DE ESTUDIO

La unidad de estudio corresponde a cada trabajador que se encuentre activo en la empresa Novacero planta Lasso en el período comprendido entre los años 2007 al 2010, que se encuentren laborando mínimo 5 años consecutivos, que posean una historia clínica en la empresa y que se hayan realizado audiometrías periódicas.

DISEÑO DEL ESTUDIO, POBLACIÓN Y MUESTRA

Estudio exploratorio, prospectivo y transversal, en el que se investigó la prevalencia de hipoacusia inducida por ruido.

Para el presente estudio se tomó una muestra representativa aleatoria de los trabajadores activos en la empresa Novacero planta Lasso en el período comprendido entre los años 2007 al 2010, que se encuentren laborando mínimo 5 años consecutivos.

Los participantes fueron escogidos de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión. La aleatorización de la muestra se realizó previa a la toma de la misma, utilizando la nómina de los trabajadores con el respectivo puesto de trabajo.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se tomó en cuenta un intervalo de confianza de 95%, con un error mínimo aceptable de 8%. Al encontrar un valor superior al 10% se redujo la muestra.

Con estos datos el tamaño de la muestra obtenido fue de 107 participantes. Posteriormente se procedió a la revisión de las historias clínicas (donde constaban los reportes de las audiometrías) y del mapa de ruido de la empresa. Se realizó encuestas y el respectivo examen físico a los empleados. Mediante observación directa por parte de la investigadora, se completó la guía de observación mediante el recorrido por la planta.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Trabajadores activos de la empresa Novacero, planta Lasso
- Trabajadores que se encuentren laborando mínimo 5 años consecutivos.
- Autorización previa del trabajador por medio de consentimiento informado.
- Trabajadores que posean una historia clínica en la empresa.
- Trabajadores que se hayan realizado audiometrías periódicas con un mínimo de 1 anual.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Trabajadores que no autoricen formar parte del estudio.
- Trabajadores que no cumplen con los criterios de inclusión.

INSTRUMENTO

Se usó un cuestionario realizado en base a uno pre-existente (Ministerio de Sanidad y Consumo; RUIDO; Protocolos de vigilancia sanitaria específica, Madrid 2000). La aplicación del mismo se realizó por medio de entrevistas directas con los pacientes. (Apéndice VI)

El cuestionario consta de preguntas relacionadas con el ambiente laboral, antecedentes personales y familiares. Además se incluyen preguntas sobre sintomatología auditiva y una parte destinada al examen auditivo y toma de la tensión arterial.

ANÁLISIS DE DATOS

Se recogieron los datos con el instrumento mencionado, y se compararon los resultados obtenidos según las variables demográficas del estudio.

Para considerar la asociación estadísticamente significativa entre las variables se tomó en cuenta un valor de $p < 0,05$. Los cálculos fueron llevados a cabo con el programa Epi info versión 3.4.3 para Windows.

Se realizaron análisis univariantes y multivariantes de los datos. Dentro del análisis multivariante se compararon el diagnóstico de hipoacusia inducida por ruido, puesto de trabajo, tiempo de trabajo, tiempo diario de exposición.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

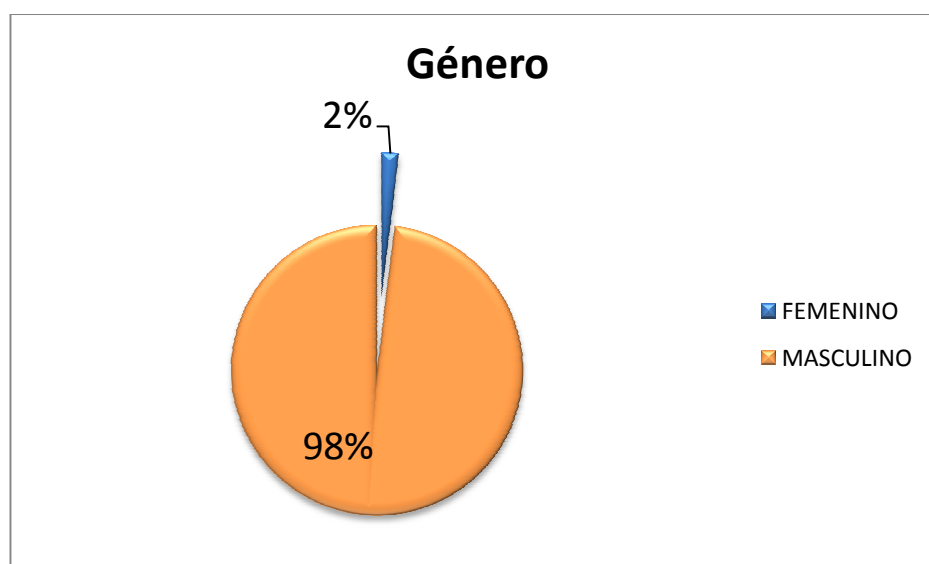
Bajo los criterios de inclusión y exclusión ya descritos, se obtuvo una muestra total de 107 trabajadores que se encuentran activos en la empresa Novacero planta Lasso en el período comprendido entre los años 2007 al 2010.

ANÁLISIS UNIVARIAL

Género

De los 107 sujetos de estudio, se encontró que 105 trabajadores (98,1%) pertenecían al género masculino.

Figura1. Distribución de los participantes en el estudio, por género



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

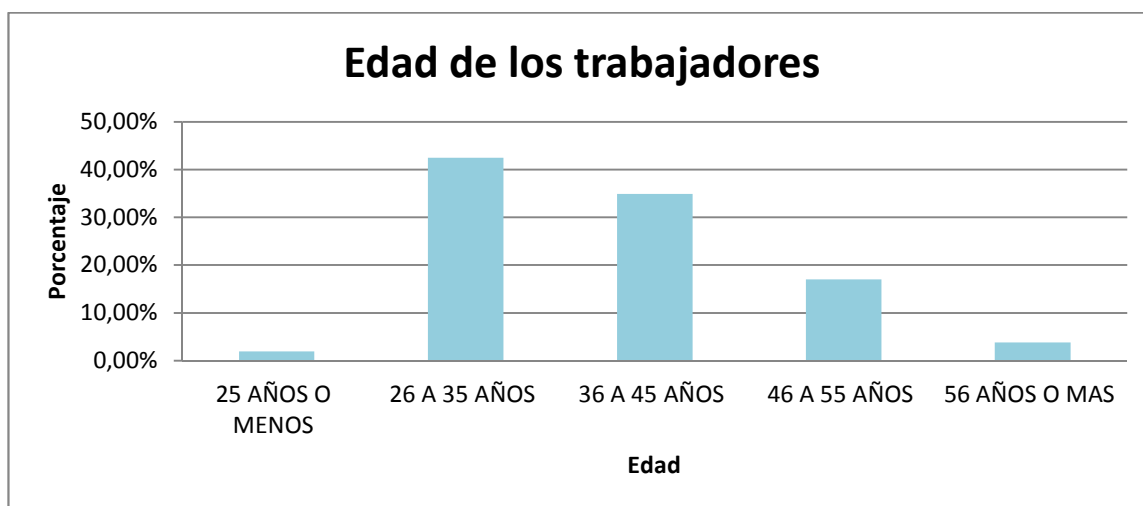
Edad

Dentro de los 107 trabajadores, se encontró un promedio de edad de 38,13 años, una mediana de 36 años, con una desviación estándar de 8,42 años, una edad mínima de 25 años y una máxima de 65 años.

Para el análisis de la edad de los trabajadores se agruparon los valores por rangos de 10 años cada uno.

Como se puede observar en el gráfico, el 1,9% tiene 25 años o menos; el 42,5% de los trabajadores tiene una edad entre 26 y 35 años; el 34,9% tiene edad entre 36 y 45 años; el 17% tiene entre 46 y 55 años; y 3,8% de los empleados tiene una edad de 56 años o mayor.

Figura2. Distribución de los participantes en el estudio, por edad



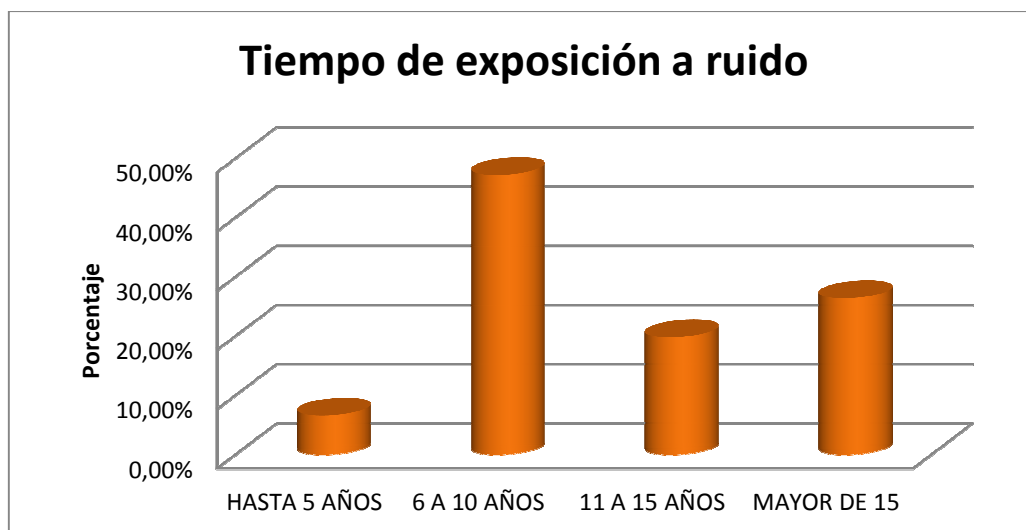
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Tiempo de exposición o trabajo

En el universo estudiado, se encontró un promedio de tiempo de exposición de 12,29 años, una mediana de 10 años, una desviación estándar de 7,01 años, un tiempo mínimo de 5 años y un máximo de 30 años.

Para el análisis del tiempo de exposición, se agruparon los valores por rangos de 5 años cada uno; encontrándose que el 6,6% tiene un tiempo de exposición menor o igual a 5 años; el 47,2% tiene un tiempo de exposición de 6 a 10 años; el 19,8% ha estado expuesto durante 11 a 15 años; y el 26,4% de los empleados tiene un tiempo de exposición mayor de 15 años.

Figura3. Distribución de los participantes en el estudio, por tiempo de exposición

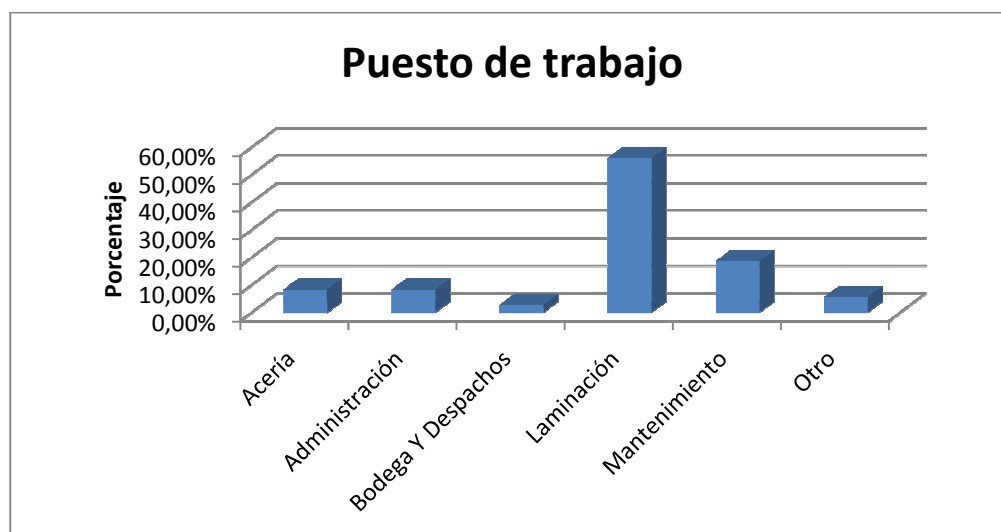


Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Puesto de trabajo

Los 107 trabajadores se dividieron en las diferentes áreas de trabajo; de los cuales 9 trabajadores (8,4%) pertenecen al área de acería; 9 trabajadores (8,4%) al área de administración; 3 (2,8%) al área de bodega y despachos; 60 (56,1%) al área de laminación; 20 (18,7%) al área de mantenimiento; y 6 empleados (5,6%) se encontraban en un área diferente.

Figura4. Distribución de los participantes en el estudio, por puesto de trabajo



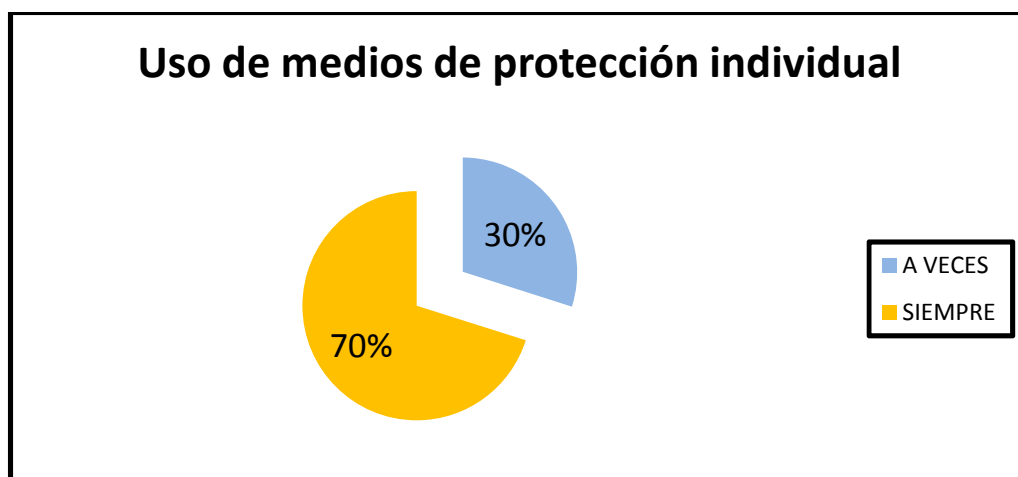
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Tabla1. Niveles de presión sonora por puesto de trabajo	
<i>Puesto de trabajo</i>	<i>NPSeq- dB(A)</i>
Acería	120 *
Laminación (promedio trenes)	89
Bodega y despachos	64,5
Administración	60
Mantenimiento	89
Otros (Figurados, Subestación eléctrica, garita)	64,5
* <i>Nivel pico de ruido</i>	

Uso de medios de protección individual

Al indagar sobre el uso de medios de protección individual, se encontró que 32 trabajadores (29,9%) usan a veces; 75 trabajadores (70,1%) los usan siempre y ningún trabajador respondió que nunca usa los medios de protección.

Figura5. Distribución de los participantes en el estudio, por uso de medios de protección individual

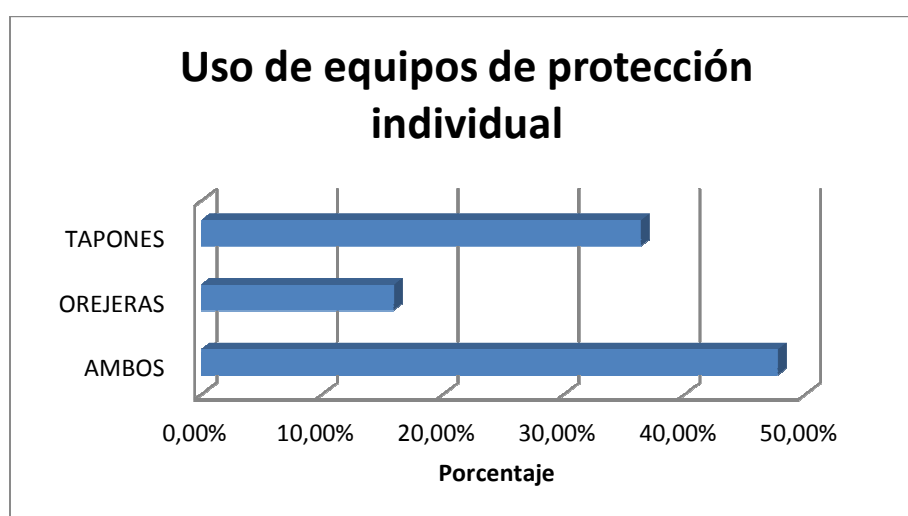


Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Tipo de EPI que usa

Dentro de los 107 empleados, 17 empleados (15,9%) usa sólo orejeras; 39 empleados (36,4%) usa sólo tapones para los oídos; y 51 de ellos (47,7%) usa ambos medios de protección individual para la protección contra el ruido.

Figura6. Porcentaje de tipo de medio de protección auditivo

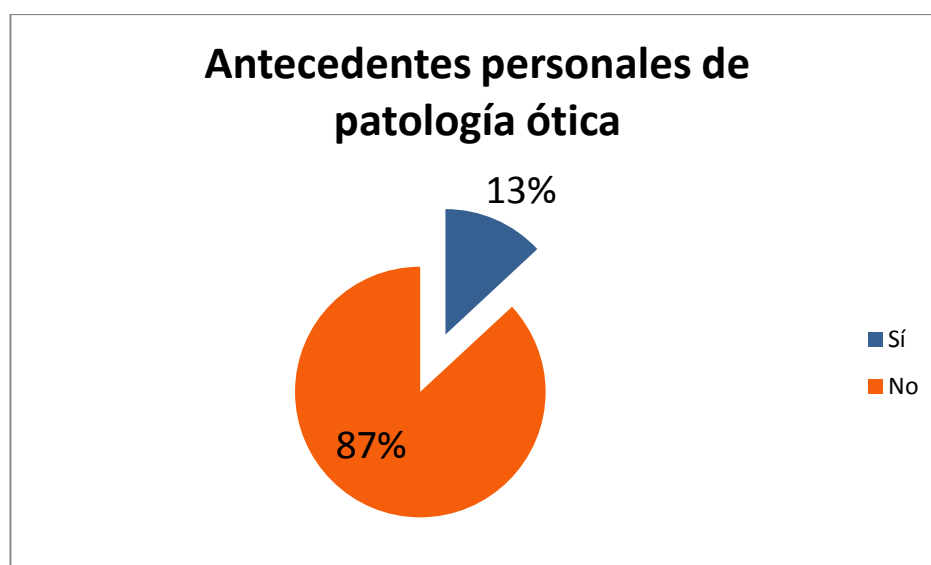


Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Antecedentes de patología ótica

En el estudio se obtuvo, que 14 de los observados (13,1%) tiene antecedentes de patología ótica, mientras que 93 (86,9%) no referían tener antecedentes.

Figura7. Distribución de los participantes en el estudio, por antecedentes de patología ótica

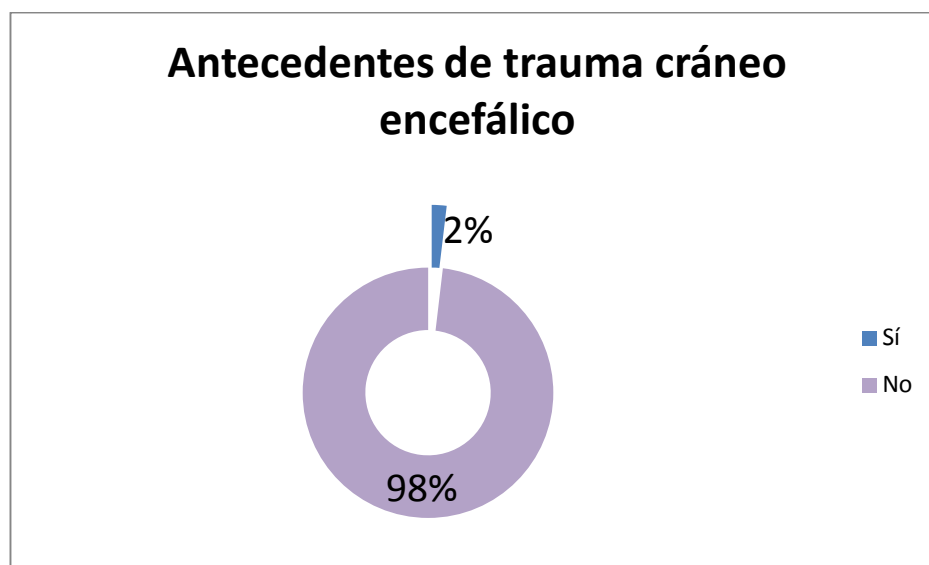


Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Antecedentes de trauma cráneo encefálico

De la muestra tomada de la planta, 2 empleados (1,9%) refirieron antecedentes de trauma cráneo encefálico con la posterior molestia auditiva; y 105 trabajadores (98,1%) no refirieron antecedentes de TCE.

Figura8. Distribución de los participantes en el estudio, por antecedentes de trauma craneo encefálico.



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

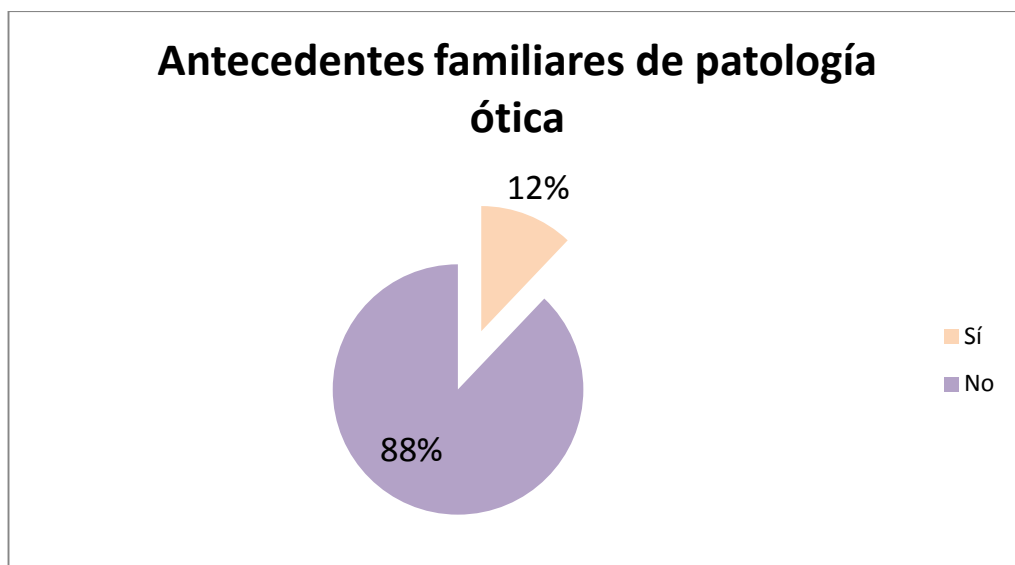
Sordera súbita

De todos los 107 individuos estudiados, ninguno de ellos (100%) presentó antecedentes de sordera súbita.

Antecedentes familiares

De la totalidad de los sujetos estudiados, 13 trabajadores (12,1%) presentaron antecedentes familiares de patología ótica o sordera; y 97 (87,9%) no presentó antecedentes.

Figura9. Distribución de los participantes en el estudio, por antecedentes familiares de patología ótica



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Exposición a ruido para ocupacional

En el estudio se encontró que de los 107 trabajadores, 6 (5,6%) presentaron exposición a ruido para ocupacional; y 101 de ellos (94,4%) no tienen esa exposición.

Figura10. Distribución de los participantes en el estudio, por exposición a ruido para ocupacional



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

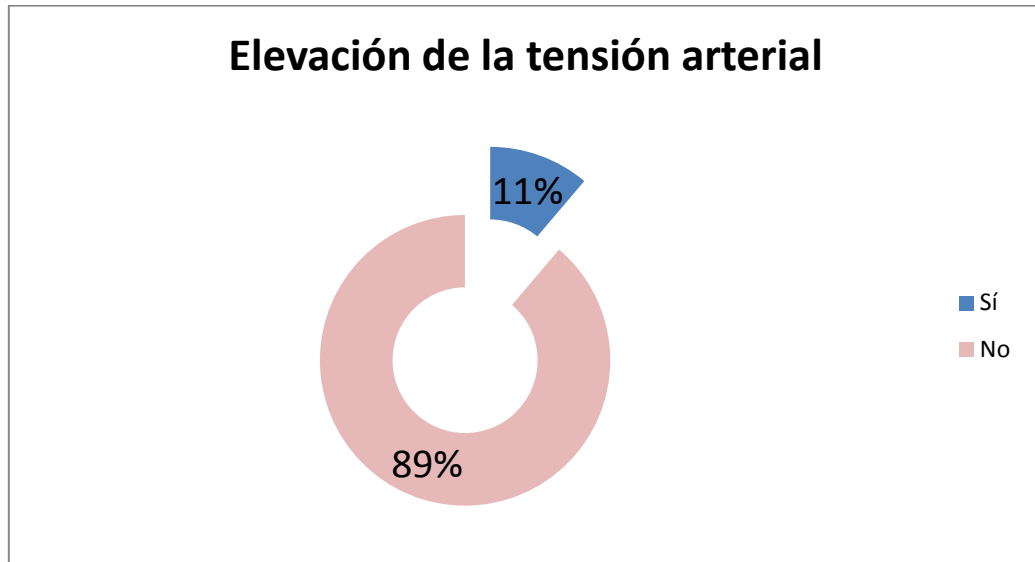
Exposición a ototóxicos

De la totalidad de individuos, 1 de ellos (0,9%) se encuentra expuesto a ototóxicos y 106 (99,1%) no refirió exposición a fármacos ototóxicos.

Elevación de la tensión arterial

De la totalidad de individuos, 12 de ellos (11,2%) presentó HTA y 95 (88,8%) no presentó HTA durante el examen físico.

Figura11. Distribución de los participantes en el estudio, por antecedentes de HTA



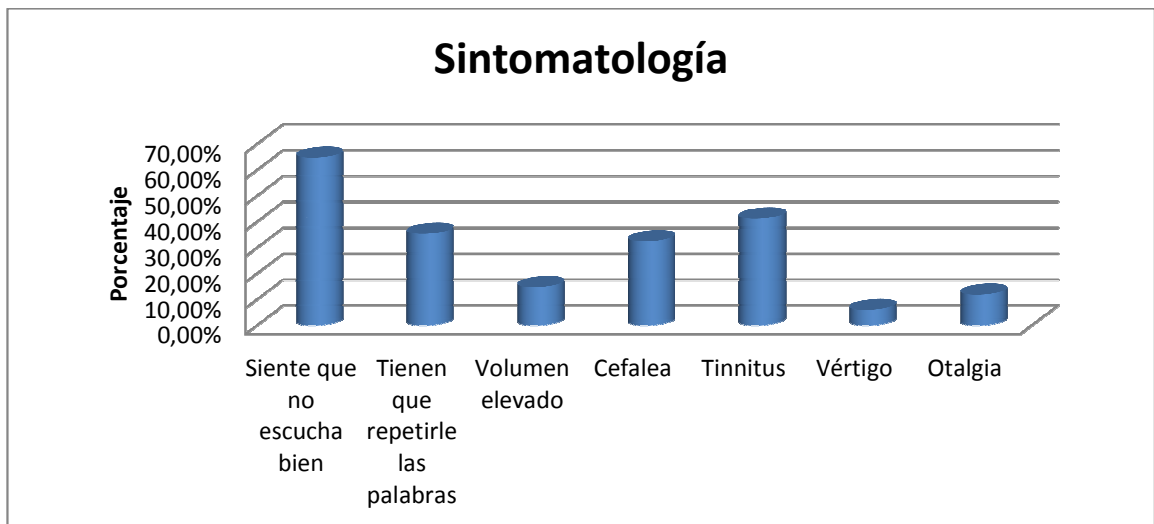
Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Sintomatología

De los 34 trabajadores con hipoacusia inducida por el ruido, el 64,7% refirieron sentir que no escuchaba bien; el 35,3% refirieron que las demás personas debían repetirle las palabras cuando conversaban; el 14,7% tienen que elevar el volumen de los aparatos electrónicos para escuchar de una manera adecuada; el 32,4% refirió presentar cefalea; el 41,2% refirió presentar tinnitus durante o posterior a la jornada de trabajo; el 5,9% refirió presentar vértigo; y el 11,8% ha presentado otalgia durante todos los años de exposición a ruido.

<i>Síntoma</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
Siente que no escucha bien	22	64,7%
Tienen que repetirle las palabras	12	35,3%
Volumen elevado	5	14,7%
Cefalea	11	32,4%
Tinnitus	14	41,2%
Vértigo	2	5,9%
Otalgia	4	11,8%

Figura12. Sintomatología de los pacientes con HIR



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

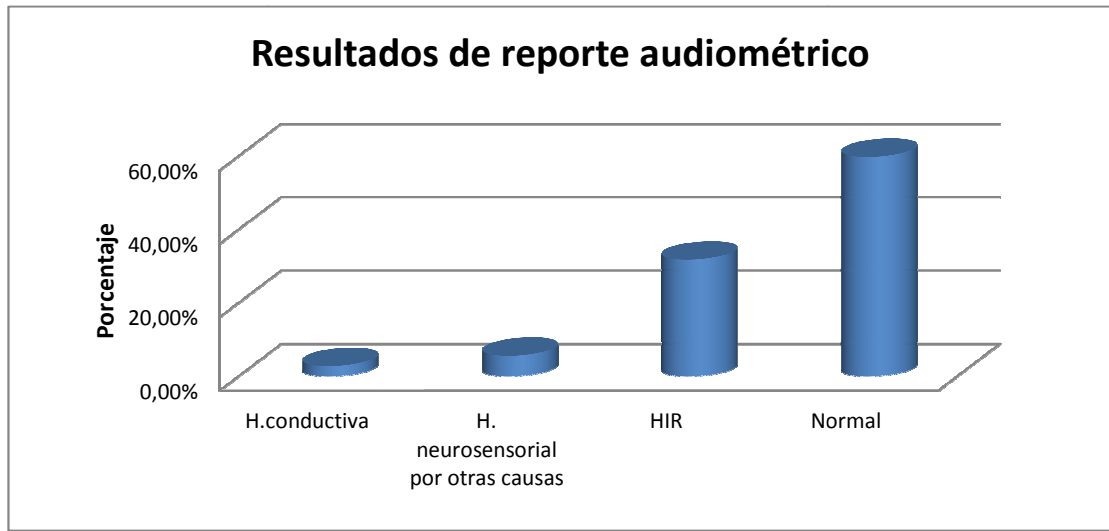
Diagnóstico de audiometría

En el análisis de las audiometrías se encontró que 64 personas (59,8%) tenían una audiometría normal; 3 sujetos (2,8%) presentaron hipoacusia conductiva; 6 (5,6%) presentaron hipoacusia neurosensorial por causas diferentes al ruido; y 34 personas (31,8%) presentaron hipoacusia inducida por el ruido, cumpliendo con los criterios para la presentación de ésta patología.

La proporción de casos de HIR con un nivel de confianza del 95% el intervalo de la proporción encontrada es de 22 al 40%.

Tabla3. Diagnóstico de audiometría		
Diagnóstico	Frecuencia	Porcentaje
Hipoacusia conductiva	3	2,8%
Hipoacusia neurosensorial por otras causas	6	5,6%
Hipoacusia neurosensorial por ruido	34	31,8%
Audiometría normal	64	59,8%
Total	107	100,0%

Figura13. Distribución de los participantes en el estudio, por resultados del reporte audiométrico

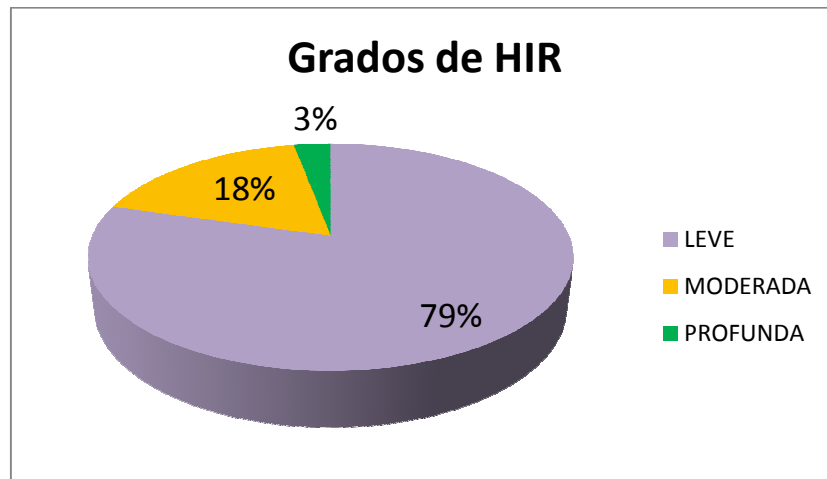


Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Grados de hipoacusia inducida por ruido

De los 34 casos encontrados de hipoacusia inducida por ruido, 27 (79,4%) de ellos fueron de HIR leve, 6 (17,6%) fueron de HIR moderada; y 1 (2,9%) caso de HIR profunda.

Figura14. Distribución de los casos de HIR, por grados

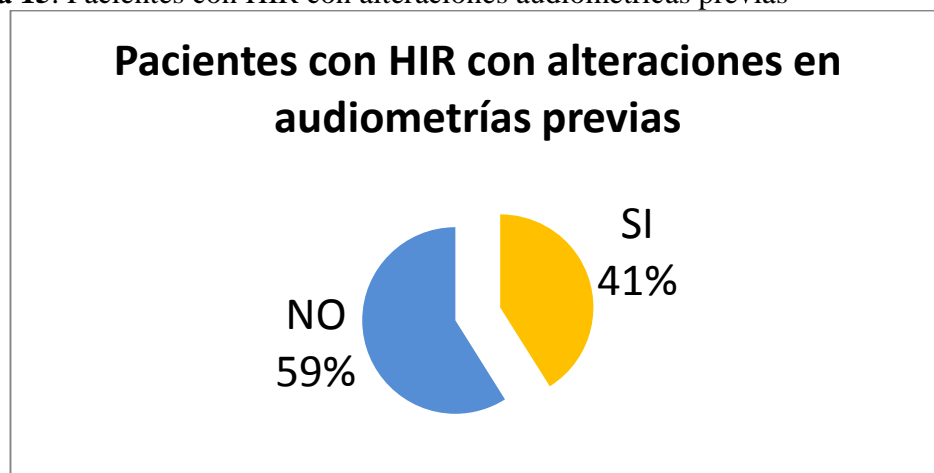


Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Alteraciones en audiometrías previas

Dentro de los casos reportados como hipoacusia inducida por ruido, se encontró que el 41% de los trabajadores presentaron alteraciones en las audiometrías previas.

Figura 15. Pacientes con HIR con alteraciones audiométricas previas



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

ANÁLISIS MULTIVARIAL

Relación entre hipoacusia inducida por ruido y género

Se relacionó el diagnóstico de hipoacusia inducida por ruido con el género de los empleados, y se encontró los valores especificados en la tabla.

SEXO	Sí	No	TOTAL
FEMENINO	0	2	2
Row %	0,0	100,0	100,0
Col %	0,0	2,7	1,9
MASCULINO	34	71	105
Row %	32,4	67,6	100,0
Col %	100,0	97,3	98,1
TOTAL	34	73	107
Row %	31,8	68,2	100,0
Col %	100,0	100,0	100,0

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

No se logró realizar las pruebas de asociación con R.R. ni O.R. por cuanto los valores resultaron indefinidos.

Al ser las frecuencias de las celdas menores de 5, para el análisis se usó la prueba exacta de Fisher, con un valor de 0,4634103333.

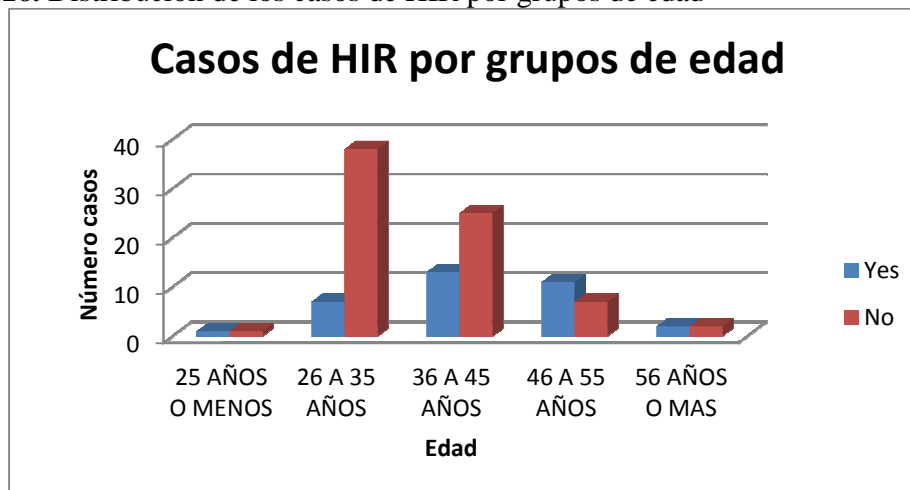
Relación hipoacusia inducida por ruido con edad

Al relacionar la HIR con las edades de los trabajadores se encontró los siguientes valores detallados en la tabla.

Tabla5. Promedio de edad						
HIR	# obs.	Promedio	Dev. Std.	Mínimo	Máximo	Mediana
Si	34	42,55	8,8256	25	65	43
No	73	36,06	7,4355	25	60	35

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

En el análisis se realizó una comparación de medias encontrándose un valor de prueba $F=15,66$, una prueba $T=3,9574$ y un valor de $P=0,0001$.

Figura16. Distribución de los casos de HIR por grupos de edad

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Se encontró que de la muestra observada, que un caso de HIR tenía 25 años o menos; 7 casos tenían entre 26 y 35 años; 13 casos entre 36 y 45 años; 11 casos entre 46 y 55 años; y 2 personas tenían 56 años o más de edad.

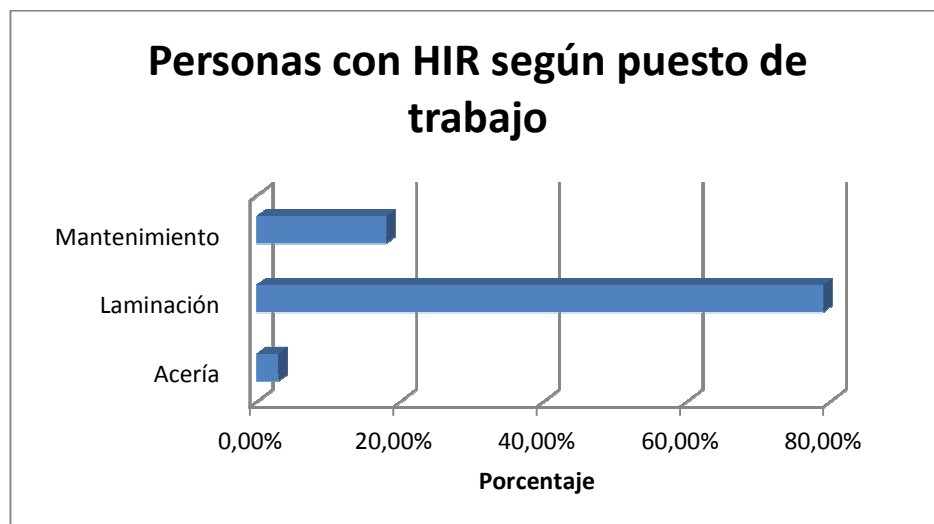
En la siguiente tabla se detallan los promedios de edad de los trabajadores con hipoacusia inducida por ruido, clasificados por el puesto de trabajo

Puesto	Años	Desv.Stand
Acería	28	-
Mantenimiento	43,66	7,11
Laminación	42,85	8,97

Análisis por puesto de trabajo

De los 34 sujetos que cumplieron con los criterios para hipoacusia inducida por ruido, 1 de ellos se encontró trabajando en el área de acería, 27 se encontraron en laminación y 6 en el área de mantenimiento.

Figura17. Distribución de los casos de HIR por puesto de trabajo



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Al comparar las proporciones de trabajadores en los diferentes puestos de trabajo, se eliminó los puestos de trabajo donde no existían trabajadores que cumplan con los criterios de hipoacusia por ruido y se encontró un riesgo relativo que se describe en la tabla, para cada una de las categorías.

Tabla7. Porcentaje de casos de HIR por puesto de trabajo						
HIR						
Puesto de Trabajo	Sí		No		TOTAL	
	#	%	#	%	#	%
Acería	1	11,1	8	88,9	9	8,4
Administración	0	0	9	100	9	8,4
Bodega y Despachos	0	0	3	100	3	2,8
Laminación	27	45	33	55	60	56,1
Mantenimiento	6	30	14	70	20	18,7
Otro	0	0	6	100	6	5,6
TOTAL	34	31,8	73	68,2	107	100

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

En el análisis se obtuvo un Chi cuadrado de 15,0256, con una $p= 0,0103$. Con lo que se demuestra que hay una diferencia significativa

Relación hipoacusia inducida por ruido y tiempo exposición (tiempo de trabajo en la empresa)

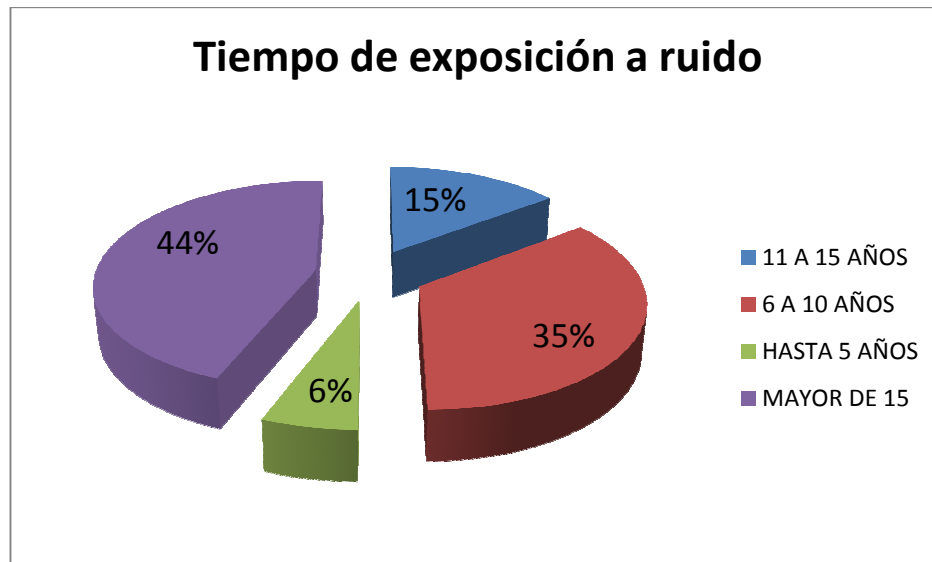
Se realizó una encuesta preguntando sobre el tiempo de trabajo en la empresa, y al compararla con el diagnóstico de HIR se obtuvieron los resultados que se detallan en la tabla.

Tabla8. Valores promedio de años de tiempo de exposición						
HIR	Obs	Promedio	Std Dev	Mínimo	Máximo	Mediana
Sí	34	15,5294	8,6768	6,0000	30,0000	13,0000
No	73	10,7945	5,5427	5,0000	28,0000	10,0000

Tabla9. Porcentaje de casos HIR por tiempo de exposición						
HIR						
Tiempo exposición	Si		No		TOTAL	
	#	%	#	%	#	%
HASTA 5 AÑOS	2	28,6	5	71,4	7	6,5
6 A 10 AÑOS	12	23,5	39	76,5	51	47,7
11 A 15 AÑOS	5	23,8	16	76,2	21	19,6
MAYOR DE 15	15	53,6	13	46,4	28	26,2
TOTAL	34	31,8	73	68,2	107	100

Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Figura18. Distribución de los casos de HIR por tiempo de exposición a ruido



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

En el análisis de la relación se encontró un Chi cuadrado de 8,3834 y un valor de $p=0,0387$. Por lo tanto se explica que si existe una diferencia significativa entre la hipoacusia inducida por ruido y el tiempo de exposición.

En la siguiente tabla se detalla los promedios del tiempo de exposición a ruido, según el puesto de trabajo.

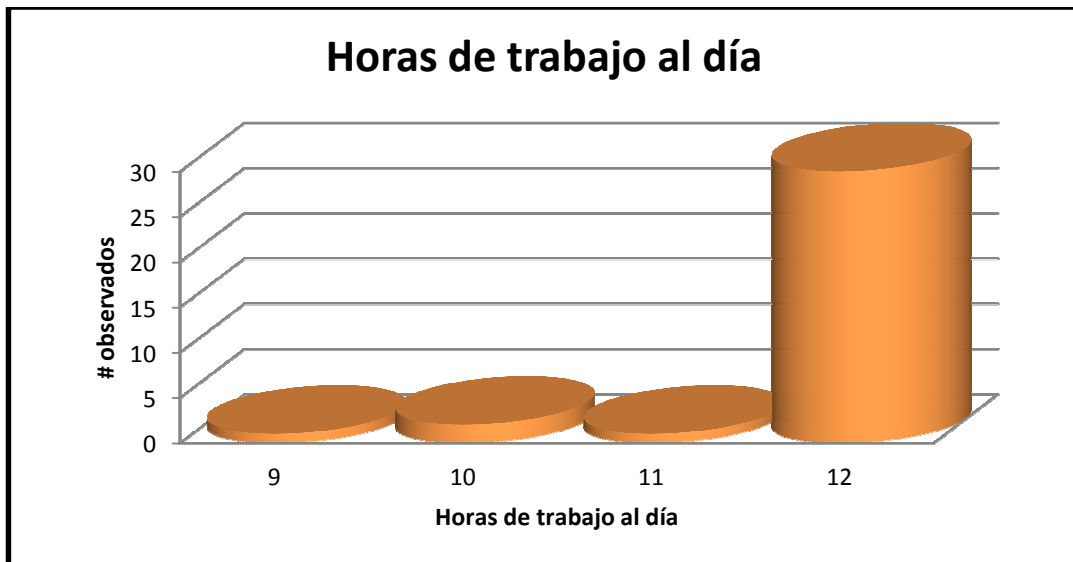
Tabla10. Valores promedio de tiempo de exposición por puesto de trabajo (casos HIR)		
Puesto	Años	Desv.Stand
Acería	6	-
Mantenimiento	17,33	7,76
Laminación	15,48	8,92

Análisis por tiempo exposición (horas de trabajo al día)

Al investigar sobre el tiempo de la jornada de trabajo al día, se encontró los siguientes valores.

Tabla11. Valores promedio de horas de trabajo al día						
HIR	Obs	Promedio	Std Dev	Mínimo	Máximo	Mediana
Sí	34	11,7647	,6989	9,0000	12,0000	12,0000
No	73	11,7534	,6621	10,0000	12,0000	12,0000

Figura19. Distribución de los casos de HIR por horas de trabajo al día



Fuente: Estudio de campo. Elaborado por: Miño P.

Al analizar la significancia de la relación, se encontró un valor de $F=0,0065$, un valor de $T=0,0806$ y un valor de $p=0,9359$; con lo que no hay una diferencia significativa.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

Existen varias investigaciones a nivel mundial sobre los efectos deletéreos del ruido industrial en la salud de los trabajadores en varias áreas de ocupación. En el Ecuador, pese a la importancia que tienen los efectos del ruido en la salud ocupacional, no se encontraron publicaciones sobre la prevalencia de la hipoacusia inducida por ruido en el campo de la metalurgia.

La investigación realizada en la empresa Novacero comprende una evaluación completa de los individuos expuestos a niveles de ruido perjudiciales para la salud, según los estándares internacionales ($NPS > 85\text{dB-A}$). Se valoró únicamente a las personas con un tiempo de exposición igual o mayor a 5 años.

En la empresa Novacero se encontró que existen tres áreas de trabajo con un nivel de ruido superior al permitido ($>85\text{dB A}$). Éste límite ha sido establecido por las conclusiones similares de varios expertos ⁽¹¹⁾ que dictan que niveles inferiores a 80dB(A) resultan en un riesgo mínimo para el desarrollo de pérdidas auditivas.

No se analizó las áreas con niveles de ruido inferiores a 80dB(A) , siendo éstas administración, bodega y despachos y otras áreas no especificadas. Sin embargo en los

mencionados sitios, existieron casos de hipoacusia seguramente debidos a una etiología diferente al ruido.

En el departamento de laminación, se detectó la mayoría de los casos de hipoacusia inducida por ruido (79%), seguidos por el área de mantenimiento (18%) y acería (3%). Los resultados obtenidos son los esperados, ya que la mayor cantidad de trabajadores laboran en el área de laminación y la población estudiada en cada una de ellas es proporcional al número de casos.

Se debe tomar en cuenta que el área de acería tiene ruidos de impacto y no obstante presenta menos casos de hipoacusia que el resto de la planta. Probablemente debido a que los trabajadores son más jóvenes y el tiempo que permanecen en éste puesto es mucho menor, por existir mayor rotación. De esta manera se evita que el ruido de impacto provocado por las máquinas en acería provoque la enfermedad en muchos empleados.

En el estudio realizado en Novacero se encontró que la totalidad de los casos de hipoacusia inducida por ruido son del género masculino. Este hallazgo concuerda con una investigación realizada en Ginebra, donde el 16% de la sordera se debe a ruido ocupacional, con una proporción mayor en hombres (22%) que en mujeres (11%)⁽¹⁴⁾.

En el Ecuador, el género masculino es el predominante en los trabajos en la industria manufacturera y la población de estudio de esta investigación fueron los obreros. Por lo

tanto, se infiere que los hombres son los más afectados por estas patologías debido a estar directamente relacionados con la fuente de ruido.

En Novacero, se halló que los casos tenían entre 25 y 65 años, con predominio de la enfermedad entre los 36 y 45 años. Un factor importante es que se trata del rango de edad laboralmente productiva. Datos similares refleja la OMS, puesto que aproximadamente 89% del total de las personas afectadas por el ruido se encuentra en el grupo de edad de 15 a 59 años ⁽¹⁾.

Con respecto al tema del tiempo de exposición a ruido, en Novacero se observó que el tiempo promedio de exposición fue de 15 años, siendo superior al establecido por la población que no presentó la patología ($p= 0,0387$). Información que coincide con otros estudios llevados a cabo en Cuba (11,13) y México ⁽⁹⁾, donde encontraron que el tiempo de exposición a ruido fue superior a los diez años, de igual manera un documento del Ministerio de Sanidad y Consumo de Madrid, donde refiere que previo a la fase de hipoacusia manifiesta se requiere desde dos o tres años hasta los diez y quince años.

Sin embargo, el autor López González refiere que la polución acústica existente en una empresa textil había incidido negativamente, a pesar del poco tiempo de exposición, en la salud del personal expuesto provocando alteraciones auditivas.⁴³

⁴³ López González, L. Comportamiento del umbral auditivo en jóvenes trabajadores de una industria textil., Tesis especialista 1er. Grado en Medicina del Trabajo, C. Habana. 1989

Considerando ambos puntos de vista, la incidencia o no del tiempo de exposición al ruido, podemos pensar que las diferencias se basarían en la heterogeneidad de los grupos, sus características propias y las de la fuente de ruido. La población que se tomó como muestra para este estudio debía cumplir con un tiempo de trabajo mínimo de 5 años, por lo cual es un resultado esperado el encontrar los casos sobre este período de tiempo.

Al recabar la información sobre la duración de la jornada laboral con los empleados de Novacero, mostró un promedio de horas diarias de exposición de 11,76 horas (incluidas horas extras). Éste dato se esperaba que fuera menor, debido a que normalmente la jornada laboral es de 8 horas. Lo que nos lleva a pensar que en nuestra población podría significar una prevalencia superior de la enfermedad, sin embargo, no se encontró relación con la presentación de hipoacusia inducida por el ruido.

En lo referente al uso de protectores auditivos, en la planta Novacero se encontró que el 70% de los trabajadores los usan durante toda la jornada laboral. A pesar del uso de medios de protección, nos damos cuenta que en la planta existen 34 casos de hipoacusia.

Las limitaciones del estudio fueron la falta de información sobre las condiciones en las que se realizaron las audiometrías, la diferencia en los reportes de los años consecutivos, la falta de exámenes confirmatorios de los resultados, y las circunstancias en que se midieron los niveles de ruido producidos por las fuentes fijas. De igual manera, uno de

los problemas que surgieron fue la exclusión de los empleados con un tiempo de exposición menor al establecido en los criterios de exclusión, razón por la cual no se pueden medir las consecuencias por una exposición corta de tiempo.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Tomando como base los resultados obtenidos en esta investigación y su análisis, se puede concluir lo siguiente:

- Existe un nivel de ruido superior al permitido ($>85\text{dB A}$), dentro de tres de las cinco áreas de trabajo. Estas son: acería (120dBA), laminación (89dBA) y mantenimiento (89dBA), jornadas largas.
- El puesto de trabajo influye en la presentación de hipoacusia inducida por ruido.
- Dentro de los casos de hipoacusia inducida por ruido, el tiempo promedio de exposición fue de 15,5 años.
- El tiempo de trabajo es un factor determinante en la presentación de hipoacusia inducida por ruido.
- De los casos de hipoacusia inducida por ruido, se encontró un promedio de horas de exposición diaria de 11,76 horas.

- Basada en la entrevista a los trabajadores, se encontró que el 70% de ellos usan los medios de protección individual todo el tiempo de la jornada de trabajo.

Recomendaciones

- Se recomienda realizar la valoración audiométrica según las normas estandarizadas, confiriendo posteriormente los resultados de las mismas con las respectivas recomendaciones a los trabajadores.
- Se recomienda realizar las audiometrías con un mismo proveedor de salud, a fin de que el médico que realiza la valoración tenga conocimiento de las evaluaciones previas. Adicionalmente cerciorarse que éstas se realicen con el reposo auditivo necesario y que cuenten con la información requerida.
- Capacitar a todo el personal sobre los riesgos de la exposición al ruido, la prevalencia de las enfermedades ocasionadas por el mismo, así como también sobre los beneficios de la prevención adecuada.

- Asegurar que los trabajadores practiquen el uso adecuado de los protectores auditivos individuales, otorgándoles información, realizando talleres sobre el uso de los mismos y posteriormente efectuar un seguimiento sobre su empleo.

- Controlar las fuentes externas de ruido, como las provenientes de los camiones de transporte, para que no incrementen los riesgos ya contemplados.

- Se recomienda realizar un mantenimiento constante de la maquinaria, con especial énfasis en aislar adecuadamente el ruido y las vibraciones producidos por la misma, con el fin de prevenir su propagación.

- Establecer una reglamentación donde se estipule las condiciones para el cambio de puesto de trabajo y las razones para realizarlo, con el fin de informar a los trabajadores las medidas de prevención terciaria que se efectúan en la empresa.

- Establecer un reporte adecuado de las condiciones que se tomaron en cuenta para la medición del nivel de ruido en los diferentes puestos de trabajo, con el nombre de los responsables de la realización; con el propósito de no cometer los errores efectuados en las anteriores mediciones.

- Colocar información pertinente acerca de la audiometría en un sitio visible por los usuarios, como son: qué es, cómo se lo realiza, utilidad, condiciones para su realización, al igual que los cambios que el ruido produce en los resultados.

- Debido a que no se puede colocar una cobertura integral a la maquinaria, se podría emplear barreras y paneles absorbentes, para intervenir sobre la propagación del ruido.

- Entregar información suficiente e idónea acerca de la hipoacusia inducida por ruido a los operarios afectados por el ruido.

- Se recomienda realizar nuevas investigaciones que incluyan al nuevo personal de la empresa, para que se pueda ejecutar un seguimiento a largo plazo y así evaluar adecuadamente los beneficios del plan de prevención de hipoacusia inducida por ruido adoptado en la empresa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Pascual, Javier; El ruido industrial I: caracterización del ruido. <http://www.segurancaetrabalho.com.br/download/ruido-caracterizacionI.pdf>
2. Hernández Héctor, Hipoacusia inducida por ruido: estado actual, Rev. Cubana Medicina Militar v.35 n.4, Habana 2006
<http://www.sld.cu/sitios/otorrino/temas.php?idv=10797>
3. Diaz Carlos. Arqhys Architects site. Chile 2010.
<http://www.arqhys.com/arquitectura/metalurgia.html>
4. Buscador glosario básico. Industria metalúrgica.
<http://www.jmcprl.net/GLOSARIO/METALURGIA.htm>
5. *Hear Res.* Author manuscript; Recent Findings and Emerging Questions in Cochlear Noise Injury. PMC 2009 November.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2610263/pdf/nihms80130.pdf>
6. El control de ruido en el Reglamento de Trabajo 2005. Reino Unido, Corona 2005. <http://www.opsi.gov.uk/si/si2005/20051643>
7. http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=standards&p_id=9735
8. Ministerio de ambiente del Ecuador. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. Libro VI: de la calidad ambiental. <http://www.ambiente.gob.ec/contenido.php?cd=86>
9. Zamorano Benito; Disminución Auditiva de Trabajadores Expuestos a ruido en una Empresa Metalmecánica; Revista Ciencia y Trabajo; Marzo 2010.
10. Morata-TC; Working in noise with a hearing loss: perceptions from workers, supervisors, and hearing conservation program managers; Rev. Ear Hearing 2005. <http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pubreference/outputid2259.htm>
11. Moreno René; Pesquisa auditiva en trabajadores expuestos al ruido industrial; Cuba 2006 http://bvs.sld.cu/revistas/mgi/vol22_3_06/mgi03306.htm
12. El ruido causa cerca de un tercio de las enfermedades relacionadas con el trabajo, sordonautas, Sept 2008. <http://www.sordonautas.com/noticias-sordos/sordera-y-audicion/284--el-ruido-causa-cerca-de-un-tercio-de-las-enfermedades-relacionadas-con-el-trabajo>
13. Hernández, Adel. Alteraciones auditivas en trabajadores expuestos a ruido industrial; Medicina y seguridad del trabajo; La Habana; 2008
14. Concha – Barrietos M. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. World Health Organization. Geneva 2004
http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/en/ebd9.pdf
15. Rouviere, Tratado de anatomía. 2000
16. Caro, Jorge. Oído interno. Pontificia Universidad Católica de Chile, Otorrinolaringología.
17. Síndromes de hipoacusias, de transmisión y de percepción. SLD. Otorrino. Cap1

- http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/otorrino/cap._1_libro_2
18. Ortiz, Gonzalo. La reivindicación de vivir con la sordera, diario hoy, septiembre 2010. <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/la-reivindicacion-de-vivir-la-sordera-432778.html>
 19. Bradley Walter. Neurología clínica: diagnóstico y tratamiento. Madrid 2006
 20. Da Silva, María. Estudio de los efectos ototóxicos en 725 pacientes tratados con antimaláricos en el Hospital Central de Maputo (Mozambique). Universidad Autónoma de Barcelona, Sept. 2004.
 21. Calviño del Río, A. y otros. La sordera profesional: enfermedad frecuente en la práctica de la salud ocupacional. Informe preliminar. Revista Cubana Higiene-Epidemiología, 20(3):408, 1982.
 22. García Callejo. Efecto de la supresión del tabaco en la hipoacusia inducida por ruido laboral. Estudio preliminar. Acta Otorrinolaringol. España. 2006
 23. Efectos del ruido industrial sobre la salud. Rendiles. Ocupacional.
 24. Corzo, Gilbert. Ruido Industrial y efectos a la salud.
 25. Ministerio de Sanidad y Consumo. Ruido; Protocolos de vigilancia sanitaria específica. Madrid 2000
<http://www.msps.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/ruido.pdf>
 26. Agencia europea para la seguridad y la salud en el Trabajo (EU-OSHA).
 27. López, Adriana. Hipoacusia por ruido: un problema de salud y de conciencia pública. Rev. Fac Med UNAM, 2000
 28. Avendaño, Javier. Medicina ocupacional en el Ecuador, Efectos del ruido industrial, 2009.
 29. WHO – PDH Informal Consultation, Prevention of noise-induced hearing loss, Geneva, 1997
 30. Work and health in the EU: a statistical portrait, Eurostat. 2002
 31. Agencia Europea para la Salud y la Seguridad en el Trabajo *Data to describe the link between OSH and employability 2002*
 32. Carpio, Fernando. Prevención de los factores de riesgo físicos en los lugares de trabajo y salud de los trabajadores. Ecuador, 2001.
 33. Medicina ocupacional en el Ecuador, Efectos del ruido industrial, 2009
 34. Reina, Mery. Hacia una revisión de la conceptualización metodológica para calificar pérdidas auditivas por exposición al ruido ocupacional. Audiólogos Corporación Universitaria Iberoamericana. Colombia 2002.
<http://www.encolombia.com/medicina/otorrino/otorrino30302-haciaunarevision4.htm>
 35. Unidad de Servicios Técnicos de Fiberglass Coleccionables, Control del ruido industrial (II), mayo 1999
<http://www.fiberglasscolombia.com/admin/assetmanager/images/notas/aislamiento/NTAisl-Ind37.pdf>
 36. Treballo. Normativas EPIS protección auditiva
http://www.treballo.com/catalogo/proteccion_epis/normativas_epis/normativas_epis_oido.asp

37. MINISTERIO DE SALUD. Guía Clínica Hipoacusia Bilateral en personas de 65 años y más que requieren uso de audífono. Santiago: Minsal, 2007
38. López González, L. Comportamiento del umbral auditivo en jóvenes trabajadores de una industria textil., Tesis especialista 1er. Grado en Medicina del Trabajo, C. Habana. 1989
39. The medical news. Study uncovers potential drug treatment for noise-induced hearing loss. Jul 2010. <http://www.news-medical.net/news/20100701/Researchers-uncover-potential-drug-treatment-for-noise-induced-hearing-loss.aspx>
40. <http://www.industrialnoisereduction.com/>
41. <http://cdc.gov/niosh/pdfs/79-117.pdf>
42. <http://www.environment.nsw.gov.au/noise/industrial.htm>
43. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572006000400007
44. <http://www.scribd.com/doc/6734989/Riesgos-fisicos>
45. <http://www.medspain.com/colaboraciones/ruidoindustrial.htm>
46. <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v53n208/original2.pdf>
47. Hearing Loss prevention; National institute for occupational safety and health; <http://www.cdc.gov/niosh/programs/hlp/risks.html>

APÉNDICE I. Glosario de términos

Acumetría: todos aquellos métodos exploratorios de la audición que se llevan a cabo por medios no radioeléctricos.

Adaptación: respuesta de un receptor a un estímulo sostenido

Audiometría de tonos puros: Es el examen para medir la audición. En ella se testean las frecuencias 125, 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000 c/seg. La técnica del examen es encontrar el umbral auditivo. El estímulo utilizado son las frecuencias que llegan de dos maneras (aérea y ósea).

Caída significativa del umbral (CSU):

- Según la OSHA: Pérdida de 10 dB o más en la media de las frecuencias 2.000, 3.000 y 4.000 Hz en cualquier oído.
- Según la American Academy of Otolaringology un cambio de 10 dB o más en la media de 500, 1.000 y 2.000 Hz o en la media de 3.000, 4.000 y 6.000 Hz, indistintamente.

Decibel: indica la intensidad (presión) sonora

Decibel-A (dB-A): rango de frecuencias sonoras audibles por el oído humano

Desplazamiento permanente del umbral auditivo (DPU): disminución permanente de la sensibilidad auditiva.

Desplazamiento temporal del umbral auditivo (DTU): disminución de la sensibilidad auditiva con la posterior recuperación total de sus facultades auditivas después de un lapso de reposo.

Fuente fija: elemento capaz de producir emisiones de ruido desde un inmueble, el cual es emitido hacia el exterior.

Hipoacusia: disminución de la agudeza auditiva que sobrepase los 26dB en las frecuencias centrales del audiograma tonal

Hipoacusia inducida por ruido: hipoacusia neurosensorial que se origina como resultado de la exposición a niveles perjudiciales de ruido.

Leq: (Nivel sonoro equivalente). Nivel continuo de ruido, a que está expuesta una persona trabajando durante un tiempo determinado.

Metalurgia: sector industrial que incluye las actividades relacionadas con el procesamiento de metales para la fabricación de piezas, máquinas y herramientas.

Nivel de presión sonora: es la variación de presión que puede ser detectada por el oído humano. Es el logaritmo de la relación de dos intensidades (existente sobre la presión acústica de referencia)

Protectores auditivos: son equipos de protección individual que, debido a sus propiedades para la atenuación de sonido, reducen los efectos del ruido en la audición, para evitar así un daño en el oído. Los protectores de los oídos reducen el ruido obstaculizando su trayectoria desde la fuente hasta el canal auditivo.

Ruido: sonido indeseado que puede desencadenar daños a la salud.

Zona Industrial: Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada.

APÉNDICE II. El protector auditivo óptimo

Existen varias recomendaciones para elegir un protector auditivo, como son:

- Ambiente de trabajo. Idoneidad del protector para el ruido ambiental en el que debe utilizarse, con el fin de que el riesgo de pérdida auditiva inducida por el ruido sea mínimo.
- La protección no debe ser excesiva. Si el nivel acústico protegido está más de 15 dB por debajo del valor deseado, el protector induce una atenuación excesiva y se considera que el usuario se siente aislado del entorno. Puede resultar difícil escuchar la voz y las señales de advertencia y el usuario se retirará el protector cuando necesite comunicarse y verificar las señales de aviso o deberá modificarlo para reducir su atenuación. En cualquiera de los dos casos, la protección se reducirá hasta el extremo de no impedir la pérdida auditiva.
- Comodidad. Llevar un protector auditivo nunca puede ser tan cómodo como no llevar ninguno. Cubrir u obstruir el oído causa muchas sensaciones no naturales, que van desde la alteración del sonido de la propia voz a consecuencia del “efecto de oclusión” hasta la sensación de ocupación del oído o de presión sobre la cabeza. Las orejeras y los tapones resultan más incómodos en ambientes calurosos porque aumentan la transpiración. El usuario necesita tiempo para acostumbrarse a las sensaciones y la incomodidad que provoca el protector. No obstante, si experimenta incomodidades como dolor de cabeza a consecuencia de la presión del arnés de cabeza o dolor en el canal auditivo provocado por los tapones se le deberían proporcionar dispositivos protectores de otro tipo.
- Uso apropiado del dispositivo. Un signo para darse cuenta de que los protectores acústicos están bien colocados es oír su propia voz más fuerte y profunda.
- Medias de limpieza. Si son dispositivos descartables, hay que disponer de suficientes unidades, n cao contrario se recomienda realizar la limpieza diariamente.
- Compatibilidad. Es importante que el protector auditivo elegido sea compatible con otros dispositivos de seguridad.
- El protector auditivo óptimo es aquél que el usuario está dispuesto a llevar voluntariamente durante todo el tiempo.

APÉNDICE III. Normativa Ecuatoriana sobre los niveles máximos de ruido permisibles según uso del suelo

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Tabla. Ministerio de ambiente del Ecuador. Límites permisibles de niveles de ruido ambiente para fuentes fijas y fuentes móviles, y para vibraciones. Libro VI: de la calidad ambiental.

Zona Hospitalaria y Educativa: aquellas en que los seres humanos requieren de particulares condiciones de serenidad y tranquilidad, a cualquier hora en un día.

Zona Residencial: Aquella cuyos usos de suelo permitidos corresponden a residencial, en que los seres humanos requieren descanso o dormir, en que la tranquilidad y serenidad son esenciales.

Zona Comercial: Aquella cuyos usos de suelo permitidos son de tipo comercial, es decir, áreas en que los seres humanos requieren conversar, y tal conversación es esencial en el propósito del uso de suelo.

Zona Industrial: Aquella cuyos usos de suelo es eminentemente industrial, en que se requiere la protección del ser humano contra daños o pérdida de la audición, pero en que la necesidad de conversación es limitada.

Zonas Mixtas: Aquellas en que coexisten varios de los usos de suelo definidos anteriormente

APÉNDICE IV. Mapa de ruido de NOVACERO

Nivel de presión sonora en los diferentes lugares de trabajo	
Puesto de trabajo	NPSeq
Horno T1	87.3
Desbastador T1	90.5
Pulpito T1	73.8
Mesa de empaquetado T1	87.3
CCF T1	88.4
Mesa enfriamiento T1	85.1
Taller de guías T1	81.6
Taller mantenimiento T1	86.1
Bodega	64.5
Recursos humanos	62.6
Acería	120
Gerencia	56.8
Empaquetado T2	85.4
Mesa de enfriamiento T2	87
Cizalla T2	89
Casetas T2	91.9
Desbastador T2	90.3
Horno T2	91.5
Cizalla T2	91
Taller guías T2	86.5
Oficinas T2	71.7
Subestación eléctrica	53
Planta figurados	74.8
Garita	65

APÉNDICE V. Información para el trabajador

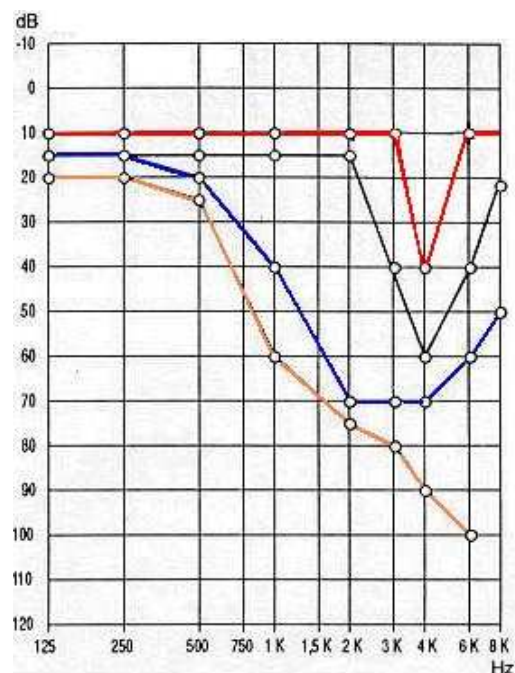


IMPORTANTE

INFORMACIÓN SOBRE AUDIOMETRÍAS

¿Qué es la audiometría?

- Comúnmente llamado “examen de oído”
- Es un reporte escrito sobre los niveles auditivos
- Si los realiza periódicamente puede saber cómo progresa su audición
- La audición se mide en decibeles (dB) a diferentes frecuencias (desde las más bajas 500 Hz a las más altas 8.000Hz)



¿Para qué necesito un audiograma?

- ☞ Ayuda a medir su capacidad auditiva
- ☞ Para identificar problemas auditivos
- ☞ Para monitorear el éxito de mantener adecuadamente la audición
- ☞ Para ver si la exposición a ruido está afectándole

Tenga en cuenta:

- ☞ No realizar el examen si tiene alguna infección en el oído ese momento
- ☞ Debe haber estado libre de ruido por lo menos 8 horas (lo mejor sería 14 – 16 horas), y no hacerla luego de estar en el trabajo
- ☞ Retirarse todo tipo de estorbo como gafas, aretes, cabello
- ☞ Poner mucha atención durante la prueba
- ☞ Permanecer sin moverse mientras realiza la prueba

¿Qué puede causar que mi audición empeore?

- ♪ El ruido es el más grande enemigo de la audición durante el trabajo, pero cualquiera de éstos también lo puede empeorar
- ♪ Infecciones del oído que se repitan
- ♪ Golpes en la cabeza
- ♪ Problemas del oído en los miembros de la familia
- ♪ Medicación (para la presión, para tratar la malaria...)
- ♪ Exposición a químicos
- ♪ Ruidos muy fuertes fuera del trabajo (discotecas, ruidos de disparos, por motores...)
- ♪ Problemas anteriores del oído, como tapón de cera

¡¡¡El ruido está en todas partes!!!! ¿Cómo puedo protegerme?

- ♪ Debe saber cuándo un lugar está muy ruidoso.... Eso es cuando debe gritar para poder escuchar lo que hablan los demás
- ♪ Tener los protectores auditivos siempre a mano. ÚSELOS siempre dentro del trabajo y fuera de él si es necesario.

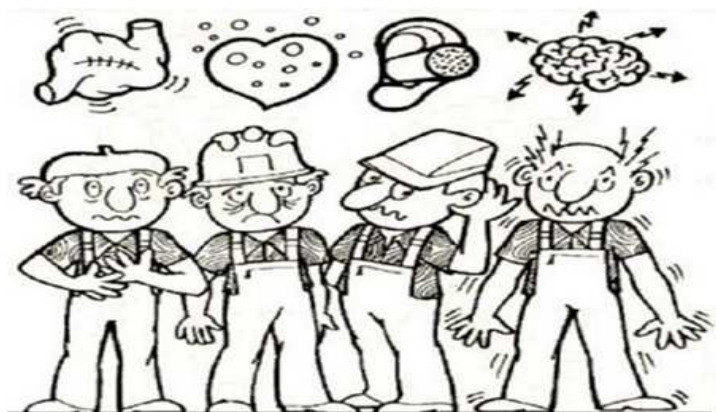
¿Cómo elijo el protector auditivo?

Debe tomar en cuenta:

- ☞ Confort → que se sienta bien usándolo
- ☞ Constancia → debe usarlo TODO el tiempo, TODOS los días en ambientes ruidosos
- ☞ Limpieza → mantener los tapones y orejeras lo más limpios posibles

RECUERDE

- ✓ Saber los resultados que le dijeron en el anterior examen audiométrico
- ✓ Estar pendiente de cuándo debe volver a hacerse el examen
- ✓ Siempre usar los protectores auditivos
- ✓ Si tiene alguna molestia en el oído, no introducir nada. ACUDA al médico para que lo solucione.



- ✓ EL RUIDO NO SÓLO AFECTA SU AUDICIÓN

APÉNDICE VI. Formato de encuesta

Nombres y Apellidos: _____

Edad: _____ años

Tiempo que lleva trabajando en la empresa: _____ años

Puesto de trabajo	Años	Puesto	Años	Puesto	Años
Administración		Acería		Laminación	
Bodega y Despachos		Mantenimiento		Otro: _____	

Cuántas horas trabaja en el día: _____

1. ¿Usa algún medio de protección contra el ruido en el trabajo?

Siempre A veces Nunca

¿Por qué? _____

¿Cuál es el medio de protección contra ruido que usa?

_____ años

¿Le parece que las medidas de protección son suficientes para disminuir el ruido?

Si No

2. Antes de trabajar en Novacero, ¿trabajaba en algún lugar con bastante ruido?

Si No especifique: _____

¿Cuánto tiempo trabajó ahí? _____

¿Usaba algún método de protección contra el ruido? Si No

¿Cuál? _____

3. ¿Ha presentado alguna vez alguna enfermedad del oído? ¿Conoce qué enfermedad fue?

Si No ¿Cuál? _____

4. ¿En su familia hay antecedentes de sordera o de alguna enfermedad del oído?

No No sabe Si ¿Cuál? _____

5. ¿Fuera del trabajo se encuentra expuesto a ruido?

- a) Discoteca
- b) Cacería
- c) Armas de fuego
- d) Motorismo
- e) Otras _____

¿Con qué frecuencia? Diaria Semanal Mensual Otras

6. ¿Siente que no escucha bien? Sí No

¿Desde hace cuánto tiempo?: _____

7. ¿Las demás personas tienen que repetirle varias veces lo que conversan?

Si No

8. ¿Tiene que alzar mucho el volumen del televisor o el radio para poder escuchar?
Si No
9. ¿Ha sentido constantemente dolor de cabeza? Si No
10. ¿Escucha zumbidos? Si No
11. ¿Siente que se marea con frecuencia? Si No
12. ¿Ha sentido últimamente dolor de oído? Si No
13. ¿Consumo alguno de estos medicamentos?

Medicamento	Si	No	Medicamento	Si	No
Ampicilina			Kanamicina		
Cloroquina			Lidocaína		
Cotrimoxazol			Minociclina		
Dihidroestreptomicina			Neomicina		
Estreptomicina			Propiltiuracilo		
Furosemida			Propanolol		
Gentamicina			Quinina y quinidina		
Ibuprofeno			Salicilatos		
Indometacina			Vancomicina		

Otoscopía

Conducto Auditivo Externo:

- Normal
- Tapón parcial de cerumen
- Tapón total de cerumen

Membrana Timpánica:

- Normal
- Alterada. Tipo de alteración:
 - Integridad:
 - Intacta
 - Perforada
 - Coloración:
 - Rojo
 - Amarillo
 - Áreas blanquecinas
 - Contorno:
 - Cóncava
 - Abultada
 - Retraída y con burbujas(normal)

Acumetría

Rinne:

- OD → positivo: negativo:
- OI → positivo: negativo:

Weber:

- Normal
- Lateralizada → Izquierda Derecha:

Audiometría

Oído derecho	Si	No	Oído izquierdo	Si	No
○ Normal			○ Normal		
○ HIR			○ HIR		
- Leve			- Leve		
- Moderada			- Moderada		
- Severa			- Severa		
- Profunda			- Profunda		
○ Presbiacusia			○ Presbiacusia		
○ Otra: _____			○ Otra: _____		

APÉNDICE VII. Formato de guía de observación

Observación	Si existe / Si se cumple	No existe / No se cumple
Evaluación de la contaminación por ruido		
Realizan una medición permanente del nivel equivalente de ruido que existe en los puestos de trabajo		
Intervención sobre la fuente de ruido		
Eliminación o reemplazo de la maquinaria o herramientas más ruidosa		
Alejamiento del puesto de trabajo de una fuente de ruido		
Intervención sobre la propagación del ruido		
Aislamiento de las vibraciones utilizando soportes anti-vibrantes		
Cobertura integral		
Cobertura parcial		
Barreras y reparos		
Silenciadores		
Paneles absorbentes		
Intervención sobre el trabajador		
Aislamiento en cabinas silentes		
Medios de protección individual		
Reducción del tiempo de exposición		
Prevención secundaria		
Realizan exámenes pre ocupacionales		
Realizan una evaluación médica periódica		

APÉNDICE VIII. Escalas de calificación de pérdida auditiva ⁴⁴

- a) **Escala ELI:** calificación de Trauma Acústico, se toma el valor de pérdida para el peor oído en los 4000 Hz y se le resta el valor de corrección por presbiacusia (FCP) según la edad.

Edad en años	FCP en 4000 Hz	
	Masc	Fem
30	3	2
35	7	3
40	11	5
45	15	8
50	20	12
55	26	15
60	32	17
65	38	19

Escala de Valores ELI. Madrid España, 1973		
GRADO	Pérdida en dB.	Significado
A	Menor de 8	Excelente
B	8 - 14	Bueno
C	15 - 22	Normal Límite
D	23 - 29	Sospecha de Trauma Acústico
E	Más de 30	Muy Sospechoso de Trauma Acústico

- b) **Escala SAL.** Usa el promedio del umbral auditivo en las frecuencias 0.5, 1 y 2 kHz.

Escala SAL. Madrid España, 1973.		
GRADO	Umbral promedio (dB)	Significado
A	16, peor oído	Normal
B	16 - 30 ambos oído	Casi normal
C	31 - 45 mejor oído	Sordera moderada
D	46 - 60 mejor oído	Sordera notable
E	61 - 90 mejor oído	Sordera severa
D	90 mejor oído	Sordera profunda
E	Ninguna percepción	Sordera total

⁴⁴ Reina, Mery. Hacia una revisión de la conceptualización metodológica para calificar pérdidas auditivas por exposición al ruido ocupacional. Audiólogas Corporación Universitaria Iberoamericana. Colombia 2002.

- c) **Larsen:** Define tres grados de Trauma Acústico.
 Primer grado: caída 20-30dB en 4000 Hz, levanta en el extremo tonal agudo.
 Segundo grado: pérdida más de 40dB, abarca dos octavas más cayendo en las frecuencias agudas.
 Tercer grado: umbral decrece hasta 60dB o más abarcando gran extensión de la zona tonal media.
- d) **Larsen Modificado:** aplicando los descensos en la frecuencia 3, 4 y 6 kHz.

LARSEN MODIFICADO	
GRADO	ALTERACIÓN
Normal	Muesca en bandas 3, 4 y 6 KHz que no supera 20dB
Hipoacusia Neurosensorial Grado I	Pérdida del umbral auditivo de 20dB o más en una banda de frec alta en 3, 4, 6 u 8 Kh
Hipoacusia Neurosensorial Grado II	Pérdida del umbral auditivo > 20dB en 2 o más bandas de frec altas, sin compromiso de frec conversacionales
Hipoacusia Neurosensorial Grado III	Pérdida que además de afectar varias bandas altas se extiende a una o más bandas conversacionales.

- e) **Método Klockhoff:** define como patología por ruido a la caída del umbral auditivo sobre 25 dB en las frecuencias 3, 4 y/o 6kHz con recuperación en las frecuencias posteriores. Se divide en:
- DAIR → no pérdida auditiva en las frecuencias conversacionales
 - Hipoacusia por ruido → afecta área conversacional
- f) **Método AAO hNS o AMA:** se incluye la pérdida de audición en la frecuencia 500, 1000, 2000 y 3000 Hz. El límite inferior es 25 dB y el valor 93 el límite superior.
- g) **Criterio OSHA (The Occupational Safety and Health Administration):** Define el daño auditivo cuando el nivel de pérdida excede 25 dB, tomando un promedio de las frecuencias entre 250 y 3000 Hz.