

## **Determination of Hearing Damage Due to Exposure to Noise, in Pilots and Air Maintenance Technical Personnel in the City of Guayaquil**

### **Determinación de Daño Auditivo Por Exposición Al Ruido, En Pilotos Y Personal Técnico De Mantenimiento Aéreo En La Ciudad De Guayaquil**

**Autores:**

Guevara-Benítez, Grace Kelly  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
Cuenca – Ecuador



[grace.guevara@est.ucacue.edu.ec](mailto:grace.guevara@est.ucacue.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0003-2788-155X>

Carrera-Alvarez, Esteban Rodrigo  
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
Docente Posgrado  
Cuenca – Ecuador



[esteban.carrera@ucacue.edu.ec](mailto:esteban.carrera@ucacue.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-9359-5853>

Fechas de recepción: 25-OCT-2024 aceptación: 13-NOV-2024 publicación: 15-DIC-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



## Resumen

La pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL) es una de las patologías ocupacionales más comunes y con mayor impacto a nivel mundial. El personal que labora en la industria de la aviación es un grupo vulnerables para el desarrollo de trastornos auditivos, ya que pasan muchas horas expuestos a niveles elevados de ruido en su entorno laboral. Finalidad: el objetivo de este estudio era determinar el daño auditivo por exposición al ruido, en pilotos y personal técnico de mantenimiento aéreo. Método: se eligió un estudio transversal para evaluar un total de 155 participantes, que se someten de manera periódica a controles médicos en un Centro de Especialidad (Guayaquil, Ecuador). La función auditiva fue valorada a través de Audiometría de Tonos Puros. Resultados: la prevalencia de NIHL entre los participantes fue de 10,32% (n = 16), evidenciando únicamente Hipoacusia Grado I. NIHL fue común entre los participantes mayores de 40 años (8.39%, n = 13), asociado a factores como la edad y la experiencia laboral. Conclusión: alrededor de una décima parte de la muestra de estudio que estuvo expuesta a niveles elevados de ruido sufren NIHL.

**Palabras clave:** Pérdida auditiva; ruido; daño; hipoacusia; aviación



## Abstract

Noise-induced hearing loss (NIHL) is one of the most common and impactful occupational pathologies worldwide. Personnel working in the aviation industry are a vulnerable group for the development of hearing disorders, as they spend many hours exposed to high noise levels in their work environment. Purpose: The objective of this study was to determine hearing damage due to noise exposure in pilots and technical personnel in aviation maintenance. Method: A cross-sectional study was chosen to evaluate a total of 155 participants, who undergo periodic medical check-ups at a Specialty Center (Guayaquil, Ecuador). Hearing function was assessed through Pure Tone Audiometry. Results: The prevalence of NIHL among participants was 10.32% (n = 16), showing only Grade I Hearing Loss. NIHL was common among participants over 40 years of age (8.39%, n = 13), associated with factors such as age and work experience. Conclusion: About one tenth of the study sample who were exposed to high noise levels suffer from NIHL.

**Keywords:** auditory; noise; damage; hypoacusia; aviation



## Introducción

La exposición a niveles peligrosos de ruido es la causa más frecuente de pérdida auditiva prevenible, y uno de los riesgos laborales mayormente identificados en nuestro país como alrededor del mundo. Así lo demuestra una revisión sistémica, donde se estimó una prevalencia del 7% al 47% en actividades económicas de mayor predominio como: minería, construcción, fuerzas armadas y manufactura. Concluyendo que exposiciones por sobre los 90 dB(A) (ponderación de frecuencia A) durante al menos 4 años, son un factor de riesgo para el desarrollo de pérdida auditiva inducida por ruido laboral (NIHL, por sus siglas en inglés) (Rangel, S. & Zea, D., 2019).

Por otra parte, una revisión realizada en sectores de gran capacidad productiva como el petrolero, automovilístico y siderúrgico; mostró una prevalencia que no supera el 34% y que está ligado a la edad, la duración y la exposición acumulada al ruido (Shi et al., 2021). Estas diferencias estadísticas dependen del sector económico estudiado, pues con el desarrollo industrial las fuentes generadoras de ruido son cada vez más complejas. Es por eso que las actividades militares se han relacionado con el ruido de impulso que supera los 140 dB(A), a diferencia del resto de industrias donde el ruido de impacto regularmente no supera este valor (Shi et al., 2021).

En relación a estos antecedentes, la OMS (2021) cataloga a la hipoacusia como la causa más común de trastornos sensoriales, con alrededor del 20% de la población a nivel mundial. Ya que al tratarse de una patología progresiva e irreversible, el impacto que genera en la calidad de vida de los pacientes es directamente proporcional a la intensidad del daño auditivo. En el entorno ocupacional, interfiere en el nivel de desempeño de los trabajadores al entorpecer la comunicación, lo genera incremento en el riesgo de lesiones y muerte. Además del impacto en el entorno social y familiar, la hipoacusia es una carga económica, llegando a representar un costo anual de \$262 millones en América Latina (OPS, 2019).

Como se mencionó anteriormente, la contaminación auditiva está presente en la mayoría de sectores laborales. Pero con particular interés en el sector de la aviación, donde la fuente generadora de ruido supera por mucho los límites establecidos por organismos internacionales, haciendo que el riesgo sea mayor si no se establecen adecuadas medidas de



prevención. Los factores de riesgos modificables y no modificables son un punto clave en la historia natural de la enfermedad y en su prevalencia, por lo tanto, nuestros esfuerzos deben ir encaminados a reducir su impacto y de no ser esto posible trabajar en su control.

En ese contexto, la presente investigación pretende determinar los factores asociados a daño auditivo por exposición a ruido laboral, en pilotos y personal técnico de mantenimiento de aeronaves. La metodología fundamentada en el análisis de resultados obtenidos a través de audiogramas, fortalecerá los conocimientos sobre la contaminación sonora presente en la aviación militar, especialmente en el grupo de mayor exposición. Esto, con el fin de concientizar sobre la importancia de establecer medidas preventivas, que mitiguen el riesgo de hipoacusia en el ámbito ocupacional. Y que además mejoren el bienestar del personal, eviten la reducción del rendimiento militar y la calidad en los servicios, sobretodo el de la seguridad del vuelo.

Inicialmente, a través de una revisión bibliográfica se realiza la caracterización del lugar de trabajo, debido a la importancia de conocer el tipo de fuente generadora de ruido que la diferencia de otros entornos laborales. A continuación, se plantea el objetivo y la pregunta de investigación para luego describir la metodología en el desarrollo del artículo científico. Se establecen las variables dependientes como independientes, asimismo, el marco teórico con la recopilación de información de máximo cinco años de antigüedad para los estudios aplicados, que nos permiten un correcto análisis de todos los datos.

Para esto, se ha planteado responder la siguiente interrogante: ¿Cuál es el daño auditivo por exposición al ruido, en pilotos y personal técnico de mantenimiento aéreo en la ciudad de Guayaquil? Se ha considerado como muestra de estudio a pilotos y aerotécnicos que laboran en los hangares de una Base Aérea, y que debido a sus funciones se encuentran mayormente expuesto a niveles elevados de ruido. Se interpretan los resultados de las audiometrías realizadas durante los años 2022 y 2023, para identificar los casos de daño auditivo a lo largo del tiempo en el personal. Finalmente, se emitirán conclusiones y recomendaciones con el fin de fortalecer la prevención del puesto de trabajo.

### **Antecedentes**

En la edad antigua se creía poco productivo a quién padecía discapacidad de origen auditivo. Es así que el médico y filósofo, Aristóteles, afirmaba que “los que por nacimiento son mudos,



también son sordos” debido a la dificultad que presentaban para comunicarse y educarse. Cuando se desarrollaron las hipótesis respecto al origen de este trastorno, Galeno y sus discípulos, mencionaron que existía una relación entre el cerebro y los órganos de la audición y la palabra. Por ese motivo quienes nacían sordos también eran mudos, lo que fortalecía la teoría expuesta por Aristóteles. Pero en el siglo XVI, el médico Girolamo Cardano empieza a derrocar esas percepciones y propone métodos de educación que apoyen el desarrollo cognitivo de estas personas (Izquierdo et al., 2020).

Esos conceptos han cambiado, y a través de organismos como la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha logrado catalogar a la salud como un derecho universal que debe ser integral, humano y de calidad (OPS, 2019). Los trastornos sensoriales, especialmente los auditivos, pueden llegar a ser incapacitantes trayendo repercusiones sobre el desarrollo del individuo sino existe una política de prevención. El impacto a nivel social recae sobre la persona afectada y su núcleo familiar, llegando a representar un costo anual de \$262 millones en Latinoamérica (OPS, 2019). El daño auditivo se define como la pérdida o disminución progresiva de la percepción auditiva que afecta a uno o ambos oídos de forma total o parcial, y pudiendo ser de leve a severa. Su clasificación puede depender de la localización, intensidad, edad y su etiología o factores de riesgo asociados. (Izquierdo et al., 2020).

La pérdida auditiva afecta alrededor del 20% de la población a nivel mundial o 1,5 millones de personas cada año. La mayoría presenta una hipoacusia leve, sin embargo, una proporción significativa del 5,5% sufren un daño moderado a severo que llega a afectar las actividades diarias y por consiguiente la calidad de vida (OMS, 2021). En América del Norte la pérdida auditiva es la tercera causa más común de Enfermedad Crónica No Transmisible (ECNT), precedido de la diabetes y el cáncer, y dentro de las más comunes en el lugar de trabajo. Dentro de las causas se encuentra la exposición a niveles elevados de ruido, que según la NIOSH son 85 decibelios dB(A) o más por un periodo de 8 horas, así como también la manipulación de productos ototóxicos (CDC, 2017).

A nivel mundial se registran alrededor de 1500 millones de casos de pérdida auditiva, de los cuales el 28% presentan un deterioro moderado a severo. En América Latina según la OMS son 217 millones (21,5%) de personas que presentan pérdida auditiva, y para el año 2050 se



estima que esas cifras podrían incrementar a 322 millones. (OPS, 2019). En el Ecuador y de acuerdo a los registros del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2023), la discapacidad auditiva ocupa el tercer lugar con 62.155 casos con especial predominio en el grupo etario de más de 65 años. Con la llegada de la industrialización y la necesidad del uso de una amplia variedad de maquinaria, los efectos de la exposición a niveles elevados de ruido se han propagado a los órganos y tejidos del cuerpo, incluyendo alteraciones en la función del sistema inmunitario (Abouee et al., 2020).

Los trabajadores de sectores como la Minería, Construcción y Manufactura tienen mayor riesgo de desarrollar hipoacusia por exposición al ruido (Themann y Masterson, 2019). El sector de la aviación no es la excepción, pues los entornos sonoros pueden variar desde un medio agrícola silencioso (30 dBA) a uno industrial de 90 o 118 dB(A) en sala de máquinas, o una cabina/línea de vuelo a 150 dB(A). Se debe considerar que la mayoría de los niveles de ruido están por encima de los medidos en otros ambientes industriales, además de la exposición prolongada a la fuente generadora de ruido. Y en ocasiones, la misión tiene prioridad sobre el uso adecuado del equipo de protección personal (Yankaskas et al, 2017).

### **Contaminación auditiva en el entorno laboral**

Aunque los términos “sonido” y “ruido” responden a un mismo fenómeno físico como es la vibración mecánica, hay que conceptualizarlos para encontrar sus diferencias. Según la Real Academia Española (2021) define al sonido como: “La percepción que se produce en el oído debido al movimiento vibratorio de los cuerpos y es agradable”; a diferencia del ruido que corresponde al “Sonido que no es articulado, es decir que no transmite información relevante y que resulta desagradable” (González, 2022). Por otra parte, la Directiva del Parlamento Europeo No. 49/2002 en referencia a ruido ambiental, menciona que: "Es todo sonido proveniente del medio externo, producido por las actividades humanas y que es perjudicial para la salud, incluyendo el ruido ocasionado por medios de transporte terrestre, aéreo o marítimo" (Comunidades Europeas, 2002).

La manifestación del ruido da paso a la contaminación física, que tiene la capacidad de generar daño temporal o permanente en las estructuras internas del oído. Se desarrollan secuelas a largo plazo como Hipoacusia y Tinnitus (zumbidos) que pueden provocar trastornos del sueño y en ocasiones inhabilitar a las personas empeorando su calidad de vida.



Pero éste no es el único problema, en el entorno laboral el ruido interfiere en el nivel de desempeño al dificultar la comunicación entre trabajadores, lo que resulta en una omisión de los avisos de advertencia. Estos factores representan un riesgo en la seguridad porque incrementan la probabilidad de sufrir lesiones o muerte. A nivel mundial, anualmente 317 millones de personas sufren accidentes de trabajo y 2,34 millones de casos resultan en muerte. En América el panorama no es diferente, existe una relación de 11 fallecidos por cada 100.000 trabajadores en el sector de la industria (OIT, 2023).

Asimismo, los trastornos de la audición traen consigo pérdidas económicas para los pacientes, su familia y la sociedad. En los Estado Unidos se estima que anualmente se gastan \$242.4 millones en compensaciones a personas con Hipoacusia Inducida por Ruido (HIR), valores con tendencia al crecimiento. Su incidencia depende entre otros factores, del nivel de exposición a ruido ambiental. Por esa razón, en estudios anteriores se ha mencionado que los sectores con mayor contaminación auditiva y, por ende, con mayor riesgo de presentar HIR son los de la construcción, minería, producción, agricultura, servicios de transporte, músicos y personal militar (Chen et al 2020). De acuerdo al estudio de investigación de Tammam y colaboradores (2023), las ciudades cercanas a los aeropuertos presentan un riesgo de daño auditivo debido al ruido emitido por las aeronaves. Sin embargo, cuando los niveles acústicos no exceden los 65 dB(A) no tiene un impacto significativo en el entorno.

### **Dosificación del ruido**

Para que los efectos nocivos provocados por el ruido se manifiesten, la exposición debe ser por un periodo de tiempo suficiente. De tal manera que la cantidad del contaminante, sea capaz de producir síntomas clínicos. Ahora bien, a pesar que el organismo humano puede acostumbrarse a niveles auditivos desagradables, no podemos hablar de adaptación. Porque cuando este estado de discomfort es repetitivo, los mecanismos de respuesta se ven alterados. Entonces entramos en un estado de estrés fisiológico, entendido como una alteración de la función del sistema inmunitario que lleva a la enfermedad. (González, 2022). En el Decreto Ejecutivo 2393 del Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores, en su Art. 55 menciona que: “Se establece como límite máximo permisible de presión sonora 85 decibeles en escala A, medidos con un sonómetro en el puesto habitual del trabajador, en el caso de ruido permanente por una jornada laboral (8 horas)”.



La dosis de ruido está representada en variables de intensidad por tiempo, para calcular la Dosis de Ruido Diaria (D) cuando la exposición es interrumpida pero el ruido es permanente, se debe realizar una sumatoria de todos los niveles sonoros iguales o mayores a 85 dB(A). El resultado final no debe ser mayor a 1 y en ningún caso exceder los 115 dB(A), independientemente del tipo de trabajo. (Decreto Ejecutivo 2393, 2003). Si nos trasladamos al sector de la aviación, el ruido generado en la cabina de aviones tanto militar como comercial va a depender del tipo de aeronave, las condiciones de vuelo y el ruido aerodinámico. Los niveles dentro de la cabina pueden oscilar entre 83 y 110 dB(A) y por lo tanto representan una amenaza para los límites de umbral auditivo de los pilotos (Martins et al., 2021).

### **Hipoacusia Inducida por Ruido (HIR)**

La hipoacusia es la pérdida auditiva total o parcial, con daño leve o severo y que puede ser unilateral o bilateral. (Izquierdo et al., 2020). En el Primer Estudio Nacional sobre Condiciones de Trabajo y Salud, el MSP (2022) establece la dorsalgia (37%), seguida por la hipoacusia (16%) y la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC) con el 13%; como las 3 principales causas de morbilidad relacionadas con riesgos ocupacionales. Este grupo de personas expuestas de manera prolongada y repetitiva, con el paso de los años sufre pérdida auditiva que inicialmente es imperceptible. Sin embargo, los síntomas se exacerbaban generando dificultad en el lenguaje, distorsión de los sonidos y mareos traducidos como inestabilidad (Gainés, 2019).

El daño inducido por ruido es característico de la Hipoacusia Neurosensorial, donde las células ciliares y el sistema auditivo periférico se deterioran al cabo de 5 a 20 años de exposición sobre los 85 dB(A) (Chiles, 2020). Así lo demuestra una revisión sistémica limitada a sectores industriales con exposiciones por sobre los 90 dB(A), donde se necesitaron de al menos 4 años para representar un factor de riesgo en el desarrollo de pérdida auditiva inducida por ruido laboral (Rangel, S. & Zea, D., 2019). Una vez que se produce pérdida auditiva el proceso degenerativo no se revierte, por ello se debe frenar su aparición o progresión (Gainés, 2019).

De acuerdo a un estudio realizado por Martins (2021), el 37,8% de los pilotos civiles de Brasil sufren algún tipo de trastorno auditivo, de los cuales la NIHL en al menos un oído



representa el 28,3% de ese total. En pilotos con hipoacusia unilateral, el oído izquierdo es el más comúnmente afectado, alrededor de un tercio de los pilotos utiliza auriculares para comunicación por radio únicamente en el oído derecho. De esta manera el otro oído queda libre y puede recibir una mayor dosis de ruido, creando una mayor pérdida auditiva. Por otro lado, un estudio transversal realizado en pilotos de la Fuerza Aérea de Taiwán, encontró que el perfil de pérdida auditiva difiere entre los tipos de aeronaves disponibles. Y concuerda en que el grado de afectación en la población general de pilotos militares, es predominante en el oído izquierdo (Chen et al., 2023)

La audiometría es el Gold Standard para diagnosticar este tipo de hipoacusia, donde hay una disminución en las frecuencias agudas generalmente a los 4000 Hertz (Hz), pero este método no es sensible a cambios sutiles del sistema auditivo. Si queremos determinar oportunamente el daño coclear y realizar un diagnóstico diferencial entre ototoxicidad y presbiacusia, las emisiones otoacústicas resultan útiles (Chiles, 2020), (Martins et al., 2021). El signo patognomónico de HIR es el cambio de umbral registrado a través del audiograma, que inicialmente presenta un patrón asimétrico, pero cuando la hipoacusia es de tipo neurosensorial el patrón cambia a bilateral y simétrico. Hablamos de pérdida transitoria cuando al cabo de 12 a 16 horas retorna a valores normales, los cambios generados luego de ese lapso de tiempo sin presencia de ruido son considerados permanentes (Gainés, 2019).

Los criterios de clasificación dependen de su localización, intensidad del daño, tiempo de aparición, etiología o factores de riesgo asociados (Izquierdo et al., 2020). En ese sentido, de manera cuantitativa podemos clasificar la hipoacusia en tres niveles de acuerdo a su intensidad: leve cuando existe pérdidas entre 20 y 40 dB(A), moderada entre 40 y 60 dB(A), severa entre 60 a 80 dB(A) y profunda cuando se presenta sordera total entre 80 a 110 dB(A) (Arbolaez et al., 2022). Un metaanálisis realizado en la población ocupacional China, donde la prevalencia de HIR es elevada (21,3%), se evidenció que el 30,2% del total de la muestra presentaba HIR de alta frecuencia (leve), el 9,0% HIR de frecuencia para el habla (moderada y severa) y el 5,8% con sordera. Si bien, el ruido contribuyó a una mayor prevalencia, la exposición conjunta a otros factores provocó mayor impacto que la exposición al ruido sola (Zhou et al., 2020).



**Tabla 1**

Pérdida auditiva por exposición al ruido en las grandes industrias

Autor	Industria	Tipos de trabajo	Años de seguimiento	Sujetos	Duración de la exposición (años)	Uso de EPP	dB(A)	HIR %
Jing y otros (2012)	Petrolera	Perforación	5	673	(0-30,0)	No mencionado	(62,8-106,8)	30.6
Zhao y otros (2014)	Automóviles	Estampación, soldadura, montaje en general, etc.	5	1102	2,3 ± 1,1	No mencionado	87,9 ± 7,9	9.3
Xia y otros (2004)	Rodamientos	Forja	20	148	20.0	No mencionado	98,0 (90,0-108,0)	35.8
Yu y otros (2017)	Siderúrgica	—	10	6297	-	Raramente usado	(80,6-103,4)	5.1
Chen y Lin (2010)	Electrónica	Operador, trabajador de mantenimiento y rectificado.	3	540	-	No mencionado	88,7 ± 4,4	31.5
Xu y otros (2014)	Planta de aluminio electrolítico	Forja, fundición, montaje, moldeo, etc.	5	1929	(1,0-30,0)	No mencionado	-	11.5
Muhr y otros (2019)	Aviación	Pilotos de combate	47	337	20	Protectores auditivos	80,0 (75,5-87,6)	53.1
Chen y otros (2023)	Aviación	Pilotos de combate	1	1025	(6.8-10.7)	No mencionado	-	26.7
Morais y otros (2022)	Aviación	Pilotos de aerolíneas	2	235	(17,5 ± 10,8)	No mencionado	-	64

Fuente: Elaboración propia.

**Factores de riesgo asociados**



La Hipoacusia Neurosensorial, es una problemática a nivel mundial que progresa conforme lo hace la industrialización. Su patogénesis ya es conocida, pero no existe un consenso respecto a las causas que influirían directamente sobre su prevalencia. La edad, el sexo, los antecedentes patológicos personales, el nivel de ruido, la duración de la exposición, el contacto con ototóxicos, el uso inadecuado de tapones y orejeras, así como también los escasos controles de ingeniería e insuficientes capacitaciones al personal; son factores de riesgo ya identificados (Zhou et al., 2020), (Brennan et al., 2019).

En el caso del factor sexo, la hipótesis respecto a si las mujeres presentarían un efecto protector hormonal en comparación a los hombres, no es del todo concluyente, pero existen estudios respecto a este tema. Alrededor del 16% de adultos trabajan en ambientes con umbrales de ruido iguales o mayores a 85 dB(A), siendo la principal causa de hipoacusia laboral. Estos niveles de contaminación dependen de la fuente generadora de ruido, que presenta características propias de cada industria. Como en el caso del sector de la aviación donde se puede alcanzar los 150 dB en una cabina de vuelo. Así también, la duración de la exposición es un factor que contribuye a la prevalencia de hipoacusia, sobre todo de alta frecuencia que se necesita sólo pocos segundos para causar daño irreversible (Morais et al., 2022).

La aparición de HIR está relacionada con factores individuales como el sexo y la edad. (Zhou et al., 2020). En un estudio aplicado en el personal militar de Taiwán, se pudo concluir que el tiempo total de vuelo es un determinante en el umbral de audición. Sin embargo, dentro del mismo estudio algunos investigadores sugirieron que además la edad de los pilotos tiene una relación directa, lineal y progresiva con la hipoacusia (Chen et al., 2023). Entonces, ¿qué desempeña un papel más importante, el tiempo de vuelo o la edad? Si observamos desde un panorama más general, no existiría una contradicción de estas dos hipótesis. Pues se asume que a mayor edad, mayor tiempo en cabina y por ende, más horas vuelo.

En China Zhou y colaboradores, encontraron que los trabajadores varones tienen más probabilidades de sufrir daño auditivo que las trabajadoras, mientras que, en Cuba en una Empresa de Lácteos los trastornos auditivos por exposición a ruido fueron del 73,9% en hombres frente a un 26,1% en mujeres, ya que en la plantilla predominaba este sexo (Arbolaez et al., 2022). No obstante, un estudio refleja la relación entre sexo y los niveles de



hipoacusia, predominando el sexo masculino con pérdida auditiva moderada y el sexo femenino con pérdida leve (Izquierdo et al., 2020). Los hombres sufren más efectos adversos a causa del ruido ocupacional que las mujeres, posiblemente por dos razones: reciben mayor carga auditiva por diferencias en cargos ocupacionales y, por otra parte, el estrógeno actúa como factor protector frente a daño auditivo en las mujeres (Shuste et al., 2019).

Por estas razones, se insiste en que la mejor alternativa es implementar o fortalecer las políticas de prevención ante una patología irreversible sin tratamiento curativo. Medidas como el monitoreo y la reducción de la exposición a través de controles de ingeniería, administrativos y protección auditiva personal, además de exámenes audiométricos de rutina y capacitaciones; resultan siendo alternativas económicas frente al gasto generado en pacientes que sufren la enfermedad, sobre todo en aquellos casos donde puede progresar a incapacidad (Chen et al., 2020).

## Material y métodos

### Material

El presente estudio utilizó la base de datos de fichas médicas recopiladas de una Base Aérea de la ciudad de Guayaquil. La ficha médica es un protocolo de salud que se aplica al personal militar de manera anual o bianual, con el fin de identificar el perfil clínico actual y dar seguimiento en base a factores de riesgo. Este documento contiene información básica como sexo, rango militar, antecedentes patológicos personales, examen físico completo, así como también los resultados de pruebas diagnósticas como laboratorio clínico, imágenes radiológicas, electrocardiograma, examen visual y audiograma de control.

El estudio se aplicó a pilotos y aerotécnicos de aeronaves de combate con al menos una hora de vuelo en el último semestre y que cumplían con el Perfil Médico de Clase A, es decir, personal sin antecedentes patológicos congénitos o adquiridos que puedan interferir con el normal desarrollo de sus actividades. Por lo tanto, se excluyeron las causas de pérdida auditiva distintas a la inducida por ruido ocupacional (HIR). La determinación de daño auditivo del personal que cumplía con el perfil se realizó a través de Audiometría Tonal o de Tonos Puros (PTA - por sus siglas en inglés), un instrumento cuantitativo que valora la respuesta del paciente frente a frecuencias de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 y 8000



Hz; siendo el umbral promedio en las tres frecuencias (500, 1000 y 2000 Hz) el más utilizado para evaluar conducción ósea y aérea (Chen et al, 2020).

## Métodos

Se diseñó una metodología descriptiva e interpretativa de corte transversal realizado entre 01/01/2023 y el 31/12/2023, utilizando una guía de observación participante. La revisión bibliográfica se basó en evidencia científica de los últimos 5 años encontrada en bases de datos en línea como PubMed, Web of Science, Medline y Google Scholar, utilizando palabras clave como: “pérdida auditiva inducida por ruido”, “hipoacusia en la aviación” y “ruido laboral”. Los criterios de inclusión de los artículos fueron el ruido laboral sólo o en asociación con otros factores, prevalencia de hipoacusia en personal de transporte aéreo, y nivel de daño auditivo en relación al tipo de aeronave.

## Resultados

### Descripción de la muestra

Se analizó una muestra final de 155 participantes (137 hombres y 18 mujeres), entre pilotos y personal técnico de mantenimiento de aeronaves de combate con edades comprendidas entre los 23 y 44 años, sometidos a controles periódicos en un Centro de Especialidades (Guayaquil, Ecuador) y que cumplían con los criterios de inclusión para considerarse como Perfil Médico de clase A (sin antecedentes patológicos congénitos o adquiridos). La distribución de datos de todo el personal se resume en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
Características generales de la muestra total

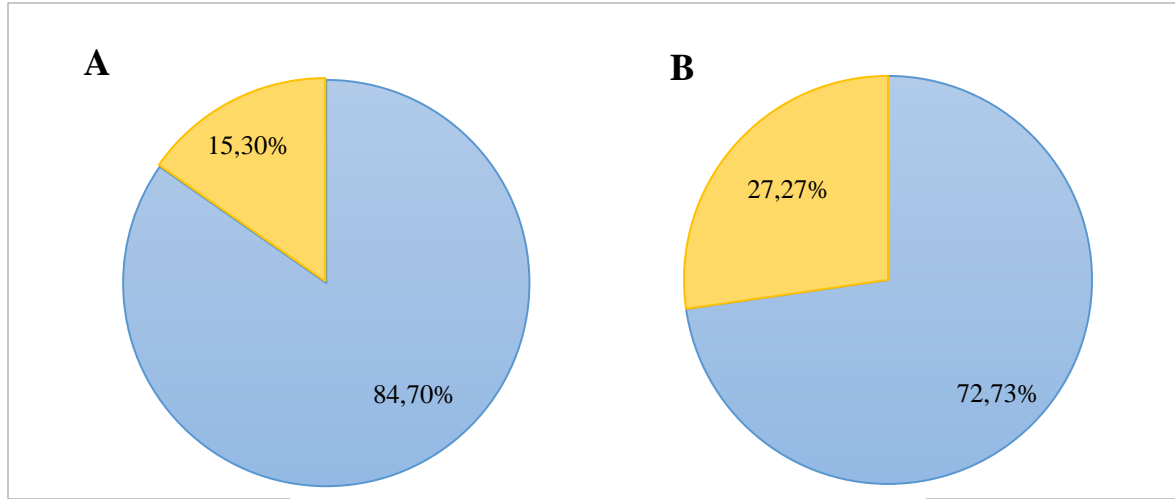
Ítem	<i>n</i>	%
Género		
Masculino	137	88.39
Femenino	18	11.61
Edad (años)		
20 a 30	82	52.90
31 a 39	60	38.71
40 o más	13	8.39



Nota.  $n=155$  (total de la muestra). Los participantes tenían una media de 32.3 años ( $DE= 6.2$ )

### Figura 1

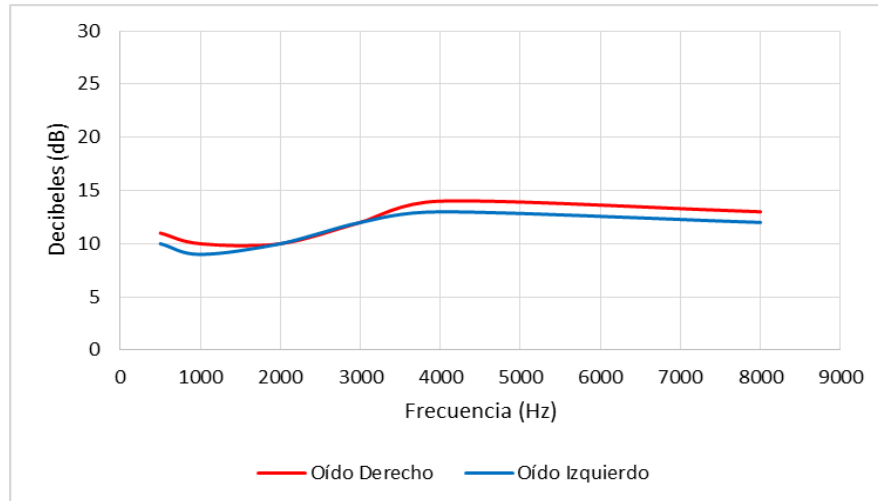
Pérdida auditiva en la muestra total de acuerdo a la escala de LARSEN Modificado



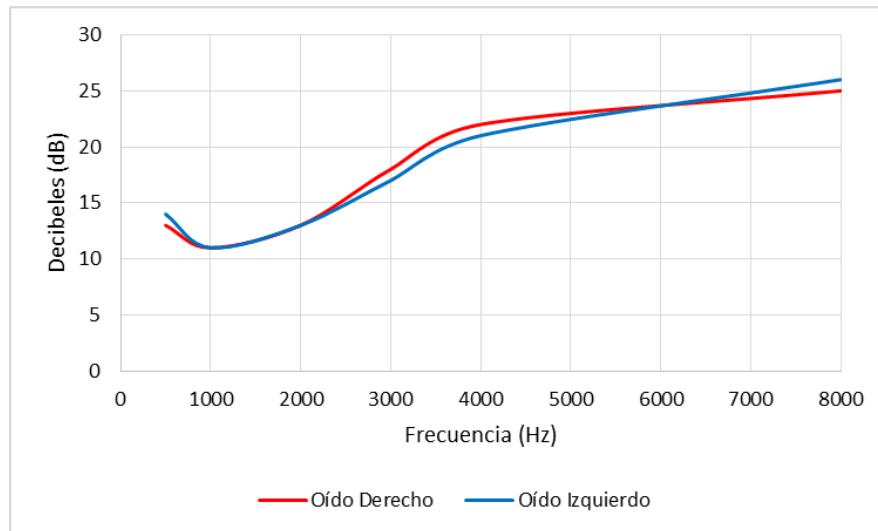
Nota. Prevalencia de NIHL en (A) menores de 40 años; (B) 40 años en adelante

### Figura 2

Audiometría de la muestra ordenada por grupos de edad



Nota. Se muestra los umbrales auditivos de pilotos y personal de mantenimiento menores de 40 años de edad, a diferentes frecuencias.



*Nota.* Se muestra los umbrales auditivos de pilotos y personal de mantenimiento mayores de 40 años de edad, a diferentes frecuencias. El umbral de máxima audición se ubicó en 8000Hz.

### **Análisis de los Resultados**

En los resultados obtenidos predominó el género masculino (88.39%) versus el femenino (11.61%), y al agrupar la muestra por edades se evidenció un mayor número de participantes en el grupo etario de los 20 a 30 años. De la totalidad de la muestra se observó una prevalencia baja de Hipoacusia, el mayor porcentaje se centró en el Grupo B (27.7%) en comparación con el Grupo A (15.3%), ambos grupos presentaron únicamente daño auditivo Grado I, esto de acuerdo a la escala de LARSEN Modificado. Los factores de riesgo para los participantes fueron la exposición a ruido elevado, la edad y la experiencia laboral o lo que se conoce como horas vuelo. Los umbrales máximos de audición fueron evidentes entre las frecuencias de 6000 y 8000Hz, sobre todo en aquellos mayores de 40 años de edad.

### **Discusión**

La pérdida auditiva inducida por ruido (NIHL) es una de las patologías ocupacionales más comunes y con mayor impacto a nivel mundial, ocasionado por la capacidad de producir limitaciones funcionales irreversibles (CDC, 2017). Actualmente no existe disponible un tratamiento que logre recuperar la pérdida auditiva, sino medidas que mejoran la calidad de

vida de los pacientes. Por esto, es primordial el desarrollo de estrategias de prevención que logren disminuir su impacto antes que el trastorno se vuelva irreversible. En este contexto, el presente estudio intentó demostrar la prevalencia de NIHL en pilotos y personal técnico de mantenimiento de aeronaves de combate, con un registro del 10,32% del total de la muestra. De acuerdo al INSST, en el diagnóstico de hipoacusia por exposición al ruido el signo principal es el cambio de umbral auditivo. Los cambios inicialmente se observan en frecuencias de 3000, 4000 y 6000Hz a través de la gráfica de un pico máximo en el audiograma o un umbral de 25 dB en cualquier frecuencia, representando déficit auditivo neurosensorial que se caracteriza por ser simétrico y bilateral. La Figura 1 muestra la prevalencia de pérdida auditiva inducida por ruido laboral (NIHL). Para su gravedad se utilizó la escala LARSEN Modificado que demostró mayor sensibilidad (93,1%) y especificidad (100%), frente a otras clasificaciones: Normal, muescas que no superan los 20 dB; Grado I, pérdida del umbral auditivo > 20 dB en una banda de frecuencia alta; Grado II, pérdida de > 20 dB en dos o más bandas de frecuencia alta; Grado III, afecta a bandas de frecuencia alta y conversacionales (Palacios et al, 2010).

Del total de la muestra, sólo el 10,32% presentó daño auditivo leve (Grado I) con predominio en mayores de 40 años de edad, mientras que el resto de participantes mostró una audición normal. En comparación con la prevalencia en otros estudios aplicados a la industria de la aviación, donde se reporta entre el 21.79 y 34% (Morasis et al, 2022) (Al-Harthy et al, 2022), la prevalencia de NIHL en este estudio fue baja. Estudios han revelado que existen varios factores que podrían contribuir al desarrollo de hipoacusia además de la exposición a niveles elevados de ruido, como el envejecimiento, la experiencia laboral, presencia de enfermedades crónicas y hábitos poco saludables (Zhou et al., 2020), (Brennan et al., 2019).

Las audiometrías mostraron una diferencia significativa de la curva auditiva en las diferentes frecuencias (Fig. 3), donde el umbral máximo en menores de 40 años fue de 14dB a los 8000Hz y de 26dB en mayores de 40 años de edad. Esta diferencia pudo verse marcada por las características de los participantes, donde un mayor porcentaje pertenecía al grupo de menores de 40 años y por consiguiente con menor número de horas vuelo, además la muestra seleccionada se limitó al personal que laboraba en los hangares y que estaba directamente expuesta a la fuente generadora de ruido.



## Conclusiones

La NIHL sigue siendo el trastorno ocupacional con mayor prevalencia a nivel mundial, por lo que debe establecerse medidas de prevención para disminuir su impacto. La muestra estudiada expuesta a contaminación auditiva en el lugar de trabajo presentó una baja prevalencia, pero por lo contrario, fue directamente proporcional con factores como la edad y las horas de vuelo. Los afectados mostraron un umbral auditivo máximo en rangos de alta frecuencia, especialmente en 8000 Hz, siendo similar en ambos oídos. Los resultados generales sugieren que se debe mantener el control regular de la función neurosensorial mediante la realización de audiometrías y la vigilancia del correcto uso de Dispositivos de Protección Auditiva.

## Referencias bibliográficas

- Abouee, A., Rasoulzadeh, Y., Kazemi, T. & Mesgari, M. (2020). Inflammatory and immunological changes caused by noise exposure: A systematic review. *Journal of Environmental Science and Health*. 38(1): 61-90. DOI: 10.1080/26896583.2020.1715713
- Al-Harthy, N., Abugad, H., Zabeeri, N., Alghamdi, A., Al Yousif, G. & Darwish, M. (2022). Noise Mapping, Prevalence and Risk Factors of Noise-Induced Hearing Loss among Workers at Muscat International Airport. *Int J Environ Res Public Health*. 19(13):7952. DOI: 10.3390/ijerph19137952.
- Andrade, J. (2023). Daño auditivo por exposición al ruido laboral, en el personal técnico de mantenimiento aeronáutico en la ciudad de Latacunga. Repositorio de la Universidad Regional Autónoma de los Andes. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/16093>
- Arbolaez, Y., Cueto, A., Díaz, S. & García, Y. (2022). Caracterización clínico epidemiológica y atención integral de los efectos de la contaminación sonora sobre la salud. *Salud, Ciencia y Tecnología*. 2(3):261. DOI: 10.56294/saludcyt2022261
- Brennan, C., TaoIcono, K., Tikka, C. & Morata, T. (2019). Interventions to prevent hearing loss caused by noise at work. *International Journal of Audiology*. 59(1). DOI: 10.1080/14992027.2019.1633479



- Centro para el Control de Enfermedades (CDC). (2023). Ruido y pérdida auditiva ocupacional. <http://www.cdc.gov/niosh/topics/noise/>
- Cerro, S., Valladares, D. & Valladares, M. (2020). Factores asociados a hipoacusia inducida por ruido en trabajadores de una empresa metalmecánica de Talara, Piura periodo 2015 – 2018. *Rev. Cuerpo Méd. Hosp. Nac. Almazor Aguinaga Asenjo*. 13(2): 122-127. DOI: 10.35434/rcmhnaaa.2020.132.658
- Chen, K., Su, S. & Chen, K. (2020). An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures. *Environmental Health and Preventive Medicine*. 25:65. DOI: 10.1186/s12199-020-00906-0
- Chen, H., Fan, Y., Martinez, R. & Chen, C. (2023). Noise-induced hearing loss profile among Taiwan Airforce on duty pilots. *American Journal of Otolaryngology*. 44(3). DOI: 10.1016/j.amjoto.2023.103802.
- Chiles, J. (2020). Prevalencia de hipoacusia laboral en trabajadores expuestos a ruido por instrumentos musicales en el Municipio de Ibarra en el 2017 – 2018. Repositorio de la Universidad del Pacífico del Ecuador. <http://uprepositorio.upacifico.edu.ec/handle/123456789/508>
- Gainés, E. (2019). NTP 287: Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). <https://www.insst.es/ntp-notas-tecnicas-de-prevencion>
- González, A. (2022). Sobre ruido, sonido y contaminación sonora. *Revista In-Genium: Conocimiento y Aplicaciones de la Ingeniería*. 3: 92-105. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/136075>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2023). Estadística de discapacidad. <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>
- Izquierdo, Y., Hernández G. & Eulalia, A. (2020). Caracterización epidemiológica de la hipoacusia neurosensorial en adultos mayores de 60 años. *Revista Cubana de Otorrinolaringología*. 21(3). <https://revotorrino.sld.cu/index.php/otl/article/view/177/260>



- Martins, G. & Spada, A. (2021). Masking level difference among Brazilian military personnel: a comparison between pilots and non-pilots. *International Journal of Audiology*. 60(12): 1016-1020. DOI: 10.1080/14992027.2021.1909759
- Ministerio de Salud Pública (2021). Panorama Nacional de Salud de los Trabajadores: Encuesta de Condiciones de Trabajo y Salud. Versión I: 10-170 <https://n9.cl/plhkd8>
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. (2000). Real Decreto 1971/1999: De procedimiento para el reconocimiento, declaración y calificación del grado de minusvalía. Boletín Oficial del Estado. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1999/12/23/1971/con>
- Morais, C., Montero, A., Puga, A., Samaniego, M., Ruperto, M., Marco, R., Arche, A., Varela, G. & Partearroyo, T. (2022). Hearing Function and Nutritional Status in Aviation Pilots from Spain Exposed to High Acoustic Damage. *Nutrients*. 14(20): 4321. DOI: 10.3390/nu14204321.
- Organización Internacional del Trabajo. (2023). Guía para inspectores del trabajo y otras partes interesadas: Ruido. <https://www.ilo.org/global/topics/labour-administration-inspection/resources-library/publications/guide-for-labour-inspectors/noise/lang--es/index.htm>
- Organización Internacional del Trabajo. (2023). Salud y seguridad en trabajo en América Latina y el Caribe. <https://www.ilo.org/americas/temas/salud-y-seguridad-en-trabajo/lang--es/index.htm>
- Organización Mundial de la Salud. (2021). Informe mundial sobre la audición. Institutional Repository for Information Sharing. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/339913>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2019). <https://www.paho.org/es/temas/salud-auditiva>
- Ortiz, A. (2021). Estudio transversal: pérdida auditiva causada por ruido en el personal de la aviación militar ecuatoriana. *Ciencia y Poder Aéreo*. 16(1), 139-148. <https://doi.org/10.18667/cienciaypoderaereo.688>
- Palacios, A., Muñoz, A., Macías, E., López, G. & Ossa, Y. (2010). Sensibilidad y especificidad de las escalas ELI, SAL, LARSEN MODIFICADO, KLOCKHOFF y NIOSH para la calificación de la hipoacusia profesional en Popayán, Colombia.



Revista Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Cauca. 12(3), 26-32.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5816936>

- Parlamento Europeo y del Consejo. (2002). Evaluación y Gestión del ruido ambiental. Diario Oficial de las Comunidades Europeas (DOCE). 189: 12-25.  
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2002-81289>
- Rangel, S. & Zea, D. (2019). Hipoacusia neurosensorial por exposición a ruido en el ambiente laboral: revisión sistemática. Repositorio de la Universidad del Rosario.  
[https://doi.org/10.48713/10336\\_19808](https://doi.org/10.48713/10336_19808)
- Shi, Z., Zhou, J., Huang Y., Hu Y., Zhou L., Shao Y., Zhang, M. (2021). Occupational Hearing Loss Associated with Non-Gaussian Noise: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ear and Hearing*, 42(6), 1472-1484. DOI: 10.1097/AUD.0000000000001060. PMID: 34010248; PMCID: PMC8542072.
- Shuster, B., Depireux, D., Mong, J. & Hertzano R. (2019). Sex differences in hearing: Probing the role of estrogen signaling. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 145(6): 3656. DOI: 10.1121/1.5111870.
- Tamman, A., Gomaa, A. & Abualyazed, J. (2023). Land use compatibility and aircraft noise impact assessment at Sphinx International Airport. *Papers in Applied Geography*. 9(3): 325-336. DOI: 10.1080/23754193.21911
- Yankaskas, K., Hammil, T., Packer, M., y Zuo, J. (2017). Lesión auditiva: una perspectiva militar. *Elsevier*, 349, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2017.04.010>
- Zhou, J., Shi, Z., Zhou, L., Hu, Y. & Zhang, M. (2020). Occupational noise-induced hearing loss in China: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 10(9): 1-11. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-039576.



**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior.

