

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

[DOI 10.35381/gep.v8i1.739](https://doi.org/10.35381/gep.v8i1.739)

Daño auditivo por exposición al ruido laboral en técnicos de mantenimiento aeronáutico de Latacunga, Ecuador

Hearing damage due to occupational noise exposure in aircraft maintenance technicians in Latacunga, Ecuador

Jenifer Eliana Andrade-Játiva

jenifereaj75@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador

<https://orcid.org/0009-0005-7367-5433>

Diego Armando Flores-Pilco

pg.docentefp@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0002-8759-6024>

Raúl Comas-Rodríguez

ua.raulcomas@uniandes.edu.ec

Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ambato, Tungurahua
Ecuador

<https://orcid.org/0000-0003-1353-2279>

Recibido: 15 de abril 2025
Revisado: 15 de mayo 2025
Aprobado: 15 de julio 2025
Publicado: 01 de marzo 2026

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

RESUMEN

La hipoacusia es una condición crónica prevalente en Norteamérica, superando a la diabetes y al cáncer, siendo crítica en entornos aeronáuticos. El estudio, de tipo observacional, retrospectivo, transversal y descriptivo, tuvo como objetivo determinar la relación entre la exposición al ruido laboral y el daño auditivo en técnicos de mantenimiento aeronáutico de Latacunga, mediante el análisis de las audiometrías y fichas médicas de 50 trabajadores masculinos entre 2017 y 2022. Los resultados evidenciaron que el 38% presentó hipoacusia neurosensorial leve bilateral (con pico en 2019), el 8% hipoacusia moderada bilateral (2017-2018) y el 38% trauma acústico leve bilateral (2018). Durante el aislamiento por la pandemia (2020-2022), la normoacusia se elevó a 88%-99%. El daño predominó en el grupo etario de 31 a 40 años y en quienes superaban los 9 años de servicio. Se confirmó que el daño auditivo está directamente relacionado con el grado de exposición al ruido laboral.

Descriptores: Daño auditivo; mantenimiento de aeronaves; hipoacusia por ruido. (Tesauro UNESCO).

ABSTRACT

Hearing loss is a chronic condition prevalent in North America, surpassing diabetes and cancer, and is critical in aeronautical environments. The observational, retrospective, cross-sectional, and descriptive study aimed to determine the relationship between occupational noise exposure and hearing damage in aviation maintenance technicians in Latacunga by analyzing the audiometry tests and medical records of 50 male workers between 2017 and 2022. The results showed that 38% had mild bilateral sensorineural hearing loss (peaking in 2019), 8% had moderate bilateral hearing loss (2017-2018), and 38% had mild bilateral acoustic trauma (2018). During the pandemic lockdown (2020-2022), normal hearing rose to 88%-99%. The damage was most prevalent in the 31-40 age group and in those with more than 9 years of service. It was confirmed that hearing damage is directly related to the degree of exposure to occupational noise.

Descriptors: Hearing damage; aircraft maintenance; noise-induced hearing loss. (UNESCO Thesaurus).

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

INTRODUCCIÓN

La hipoacusia o pérdida auditiva constituye una de las condiciones de salud crónica más prevalentes a nivel mundial, afectando significativamente la calidad de vida de millones de personas y representando un desafío creciente para los sistemas de salud pública (Al-Harthy et al., 2022; Xue et al., 2025). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2024), más del 5% de la población global (aproximadamente 430 millones de personas) requiere rehabilitación para corregir una pérdida auditiva discapacitante, y se proyecta que para el año 2050 esta cifra superará los 700 millones. Esta condición es particularmente prevalente en países de ingresos bajos y medianos, donde se concentra casi el 80% de la población con discapacidad auditiva, lo que evidencia desigualdades significativas en el acceso a servicios de prevención, diagnóstico y tratamiento (Organización Mundial de la Salud, 2024).

En el ámbito laboral, existen sintomatologías relacionadas con enfermedades ocupacionales, que podría desencadenar en enfermedades profesionales concretas (Comas Rodríguez et al., 2018). La exposición al ruido se posiciona como uno de los agentes físicos de riesgo más frecuentes y mejor documentados en la literatura especializada. La pérdida de capacidad auditiva de origen ocupacional incide directamente no solo en el desempeño laboral, sino también en la calidad de vida de las personas debido a las limitaciones funcionales que genera. Estas limitaciones incluyen dificultades progresivas en la comunicación interpersonal, aislamiento social, deterioro de la salud mental y menor productividad laboral (Organización Mundial de la Salud, 2024). Diversos estudios han documentado que esta exposición prolongada puede convertirse con el tiempo en daño orgánico irreversible en el sistema auditivo, particularmente en las células ciliadas externas e internas de la cóclea, cuya capacidad de regeneración es extremadamente limitada en los mamíferos (National Institute on Deafness and Other Communication Disorders, 2022).

El personal técnico de mantenimiento aeronáutico constituye una población laboral con riesgo auditivo significativo debido a las particularidades de su entorno de trabajo.

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

Estudios recientes han documentado que los trabajadores de línea de vuelo están constantemente expuestos a niveles de ruido que exceden los límites recomendados por las agencias internacionales de salud ocupacional, incluso cuando utilizan protección auditiva (Liu et al., 2025). Una investigación realizada con personal de mantenimiento de aeronaves en China evaluó a 124 profesionales de sexo masculino y encontró que la incidencia de pérdida auditiva alcanzaba el 80% en el grupo mayor de 40 años, comparado con solo el 15.14% en trabajadores menores de 30 años. Este hallazgo demuestra el efecto acumulativo de la exposición prolongada al ruido laboral y su relación directa con la edad y los años de servicio (Bandyopadhyay et al., 2024). Los investigadores identificaron que los umbrales auditivos en frecuencias de 500, 1000, 3000, 4000, 6000 y 8000 Hz eran significativamente más elevados en los grupos de mayor edad, con un patrón audiométrico característico de daño inducido por ruido que afecta preferentemente las frecuencias altas, especialmente alrededor de los 4000 Hz (Liu et al., 2025).

El área de mantenimiento de aeronaves presenta particularidades acústicas distintivas que la diferencian de otros entornos industriales. Por una parte, se utilizan maquinarias y equipos especializados como esmeriles, taladros neumáticos, compresores y generadores; por otra, las propias aeronaves durante pruebas de motor, despacho, recepción o taxeo exponen al personal a niveles de contaminación sonora que pueden alcanzar y superar los 140 dB, especialmente en el caso de aeronaves militares o de gran porte (Phakathi et al., 2025). Una investigación desarrollada en Sudáfrica con 208 técnicos de mantenimiento aeronáutico reveló que el 82.2% de los participantes percibía estar expuesto a altos niveles de ruido durante su jornada laboral. Las mediciones objetivas confirmaron exposiciones promedio de 95.7 ± 7.5 dBA en tareas de mantenimiento de línea, superando ampliamente el límite recomendado de 85 dBA para una jornada de 8 horas establecido por la mayoría de las agencias reguladoras (Phakathi et al., 2025). El estudio concluyó que estos trabajadores se encuentran en riesgo significativo de desarrollar hipoacusia inducida por ruido y requieren programas

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

integrales de conservación auditiva que incluyan evaluación audiológica periódica, capacitación continua y uso efectivo de protectores auditivos (Phakathi et al., 2025).

El ruido se define técnicamente como toda sensación desagradable o molesta para el oído, o todo sonido no deseado que produce alteraciones fisiológicas en la vía auditiva. La hipoacusia inducida por ruido laboral se caracteriza por ser una disminución de la capacidad auditiva de tipo sensorineural, permanente, acumulativa y de origen gradual, resultante de la exposición prolongada a niveles perjudiciales de ruido, generalmente superiores a 85 dB durante 8 horas diarias, en el ambiente de trabajo (Organización Mundial de la Salud, 2024). Estudios epidemiológicos recientes han identificado que la pérdida auditiva típicamente adopta una configuración de caída en frecuencias altas, con un "notch" o escotoma característico en 4000 Hz o 6000 Hz, que puede identificarse incluso en trabajadores que reportan uso consistente de protección auditiva (Liu et al., 2025; Zhou y Zhang, 2024).

Un estudio epidemiológico realizado en personal militar de aviación en Singapur analizó 1817 audiogramas de personal de vuelo y personal de tierra. Los investigadores encontraron que el 4.6% de la población evaluada presentaba alteraciones auditivas según criterios modificados de la OMS, con un patrón bilateral de pérdida en frecuencias altas característico del daño por exposición crónica al ruido (Seah et al., 2025). Los investigadores identificaron que la edad avanzada y ciertas vocaciones específicas, como especialistas en equipos de comunicación e ingenieros de vuelo, constituían factores de riesgo estadísticamente significativos para desarrollar audiogramas anormales (Seah et al., 2025).

Esta condición debe diferenciarse conceptualmente del trauma acústico, que suele considerarse como un accidente laboral resultado de una exposición súbita a ruido de impacto de alta intensidad, como explosiones o detonaciones, más que como una enfermedad profesional de desarrollo progresivo (Organización Mundial de la Salud, 2024). La evidencia científica reciente también sugiere que la exposición combinada a ruido y combustibles de aviación, particularmente el JP-8 utilizado ampliamente en

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

aeronaves militares y civiles, puede tener efectos sinérgicos sobre el sistema auditivo, potenciando el daño coclear más allá del esperado por la exposición exclusiva al ruido (Mattie et al., 2025). Un estudio colaborativo entre fuerzas aéreas de Japón y Estados Unidos examinó a 97 trabajadores de línea de vuelo expuestos simultáneamente a combustible JP-8 y ruido de alta intensidad, encontrando diferencias significativas en pruebas audiológicas de alta frecuencia en comparación con grupos control no expuestos, lo que indica un potencial aumentado para el desarrollo de trastornos auditivos en esta población (Mattie et al., 2025).

A partir de la problemática identificada en el contexto aeronáutico y la evidencia científica que documenta el impacto del ruido en la salud auditiva de los trabajadores de mantenimiento, surge la necesidad de investigar esta realidad en poblaciones laborales específicas. Por lo que, se define como objetivo del presente estudio determinar la relación entre la exposición al ruido laboral y el daño auditivo en técnicos de mantenimiento aeronáutico de Latacunga, mediante el análisis de las audiometrías y fichas médicas de 50 trabajadores masculinos entre 2017 y 2022.

MÉTODO

Se desarrolló un estudio observacional, retrospectivo, descriptivo y de corte transversal, que tuvo como objetivo determinar la relación entre la exposición al ruido laboral y el daño auditivo en el personal técnico de mantenimiento aeronáutico de la ciudad de Latacunga, Ecuador. La población estuvo conformada por 50 técnicos de mantenimiento aeronáutico de la Dirección de la Industria Aeronáutica (DIAF), todos ellos expuestos a ruido laboral en sus tareas cotidianas. Se trabajó con el total de la población, por lo que no fue necesario realizar un cálculo muestral. Se establecieron los siguientes criterios de inclusión: trabajadores que en sus tareas diarias se encuentren expuestos a ruido laboral y que tengan más de un año de relación laboral con la institución. Fueron excluidos aquellos trabajadores con antecedentes de traumatismo craneoencefálico, cirugía de oídos o exposición previa a sustancias citotóxicas.

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

Se realizó un análisis documental de fuentes secundarias. Por una parte, se revisaron las fichas médicas y audiometrías de los trabajadores correspondientes al período 2017-2022, las cuales fueron proporcionadas por el Hospital Básico BACO. De estos documentos se extrajeron datos sobre edad, sexo, tiempo de exposición al ruido y resultados de audiometrías. Por otra parte, se analizaron los registros de dosimetrías de ruido realizadas por la DIAF en cada puesto de trabajo, considerando los niveles permisibles de exposición y sus variaciones por área laboral. La recolección de datos se realizó mediante una plantilla electrónica diseñada en Microsoft Excel 2010, donde se registraron sistemáticamente las variables de interés provenientes de las fuentes documentales consultadas.

Los datos fueron procesados y expresados en tablas de frecuencias y porcentajes para su posterior análisis descriptivo, con el fin de dar respuesta al objetivo planteado. Se garantizó la confidencialidad de la información personal de los trabajadores, utilizando los datos exclusivamente para fines de la presente investigación y preservando el anonimato en todo momento.

RESULTADOS

Una vez analizados los datos provenientes de las audiometrías y de las dosimetrías de ruido correspondientes a cada puesto de trabajo, se procedió al cálculo de frecuencias y porcentajes de los 50 trabajadores que conformaron la población de estudio. Las variables consideradas fueron: edad, género, antigüedad en el puesto, afección auditiva y dosis de ruido laboral.

En cuanto a la distribución por género, se obtuvo que el 100% de la población correspondió al sexo masculino. Respecto a la edad, se evidenció un predominio del grupo etario comprendido entre 31 y 40 años, que representó el 39% del total. En relación con la antigüedad en el puesto, se observó que el 80% de los trabajadores contaba con más de 9 años de servicio en la institución, lo que constituye el grupo prevalente para esta variable. (Tabla 1)

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

Tabla 1.
 Distribución sociodemográfica y laboral de los trabajadores.

Variable	Categoría	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)
Género	Masculino	50	100
	Femenino	0	0
	Total	50	100
Edad	20-25 años	2	4
	26-30 años	5	10
	31-40 años	19	38
	41-50 años	17	34
	Más de 50 años	7	14
	Total	50	100
Antigüedad	De 6 meses a 1 año	0	0
	De 4 a 6 años	3	6

Elaboración: Los autores.

Evaluación auditiva

Durante el período analizado, se identificaron 19 casos (38%) de hipoacusia leve de tipo neurosensorial bilateral, con su máxima incidencia en el año 2019. Asimismo, se registraron 4 casos (8%) de hipoacusia moderada de tipo neurosensorial bilateral, cuya mayor prevalencia se observó en el bienio 2017-2018.

En relación con el trauma acústico, se encontraron 19 casos (38%) de trauma acústico leve bilateral, con predominio en el año 2018, y 1 caso (2%) de trauma acústico moderado bilateral, registrado únicamente en 2017. Por otra parte, la normoacusia presentó un incremento progresivo a lo largo del período, alcanzando 46 casos (92%) en el año 2022, lo que coincide con el período de aislamiento por la pandemia. La distribución detallada de las afecciones auditivas por año se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2.
 Distribución de afecciones auditivas por año (2017-2022)

Tipo de afección	2017	2018	2019	2020	2022
Trauma acústico leve	12 (24%)	19 (38%)	0 (0%)	2 (4%)	0 (0%)

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

Trauma acústico moderado	1 (2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Hipoacusia leve	3 (6%)	7 (14%)	19 (38%)	2 (4%)	2 (4%)
Hipoacusia moderada	4 (8%)	4 (8%)	3 (6%)	2 (4%)	2 (4%)
Normoacusia	30 (60%)	20 (40%)	28 (56%)	44 (88%)	46 (92%)
Total	50 (100%)	50 (100%)	50 (100%)	50 (100%)	50 (100%)

Elaboración: Los autores.

Evaluación de la exposición al ruido

En cuanto a la dosis de ruido laboral determinada mediante dosimetrías en los puestos de trabajo, se encontró que 21 trabajadores (42%) estuvieron expuestos a dosis bajas, 17 (34%) a dosis medias y 12 (24%) a dosis altas de ruido.

Con el objetivo de determinar estadísticamente si existe asociación entre las variables de estudio (daño auditivo y dosis de ruido laboral), se aplicó la prueba chi-cuadrado de independencia. Para ello, se planteó el siguiente contraste de hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): El daño auditivo y la dosis de ruido son independientes.

Hipótesis alternativa (H_1): El daño auditivo y la dosis de ruido no son independientes (existe dependencia entre ambas variables).

El estadístico de prueba se define como la ecuación 1:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \quad [1]$$

Donde:

r, c : representan el número de filas y columnas de la tabla cruzada entre las dos variables a contrastar.

O_{ij} : representa a la frecuencia observada en la celda de la fila i , columna j .

E_{ij} : representa a la frecuencia esperada en la celda de la fila i , columna j , obtenida mediante el producto entre el total de observaciones de la fila i y columna j dividido para el total de observaciones. (Ecuación 2)

$$E_{ij} = \frac{R_i \cdot C_j}{n}$$

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

[2]

En el caso de que el estadístico χ^2 supere al cuantil $(1 - \alpha)$ de la distribución chi-cuadrado con $(r - 1) \cdot (c - 1)$ grados de libertad (χ^2), se rechazará la hipótesis nula a favor de la hipótesis alternativa que establece que las variables de estudio son dependientes con un nivel de significancia α , que en el presente estudio se asume del 5%.

Previo a la aplicación de la prueba, se analizó la evolución temporal del daño auditivo en los 50 trabajadores durante el período 2017-2022. La tabla 3 presenta la distribución anual de las afecciones auditivas, observándose una alta concentración de normoacusia en los años 2020 (88%) y 2022 (92%), atribuible al aislamiento domiciliario durante la pandemia por COVID-19. Esta concentración reduce significativamente la representatividad de las demás categorías diagnósticas en esos años, por lo que se decidió aplicar el test chi-cuadrado exclusivamente para los años prepandemia: 2017, 2018 y 2019.

Evolución del daño auditivo (2017-2022)

Durante el período prepandemia (2017-2019), se observa una dinámica activa de daño auditivo: el trauma acústico leve alcanza su pico en 2018 (38%), mientras que la hipoacusia leve aumenta progresivamente hasta 2019 (38%), sugiriendo una posible progresión del daño. La normoacusia presenta fluctuaciones con su punto más bajo en 2018 (40%).

Tabla 3.

Distribución del daño auditivo por año (2017-2022).

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

Daño Auditivo	Año					Total
	2017	2018	2019	2020	2022	
Normoacusia	30	20	28	44	46	168
Hipoacusia leve	3	7	19	2	2	33
Hipoacusia moderada	4	4	3	2	2	15
Trauma acústico leve	12	19		2		33
Trauma acústico moderado	1					1
Total	50	50	50	50	50	250

Elaboración: Los autores.

A partir de 2020, se evidencia un incremento abrupto y sostenido de la normoacusia, alcanzando 88% en 2020 y 92% en 2022. Este cambio coincide con el aislamiento por la pandemia, que redujo drásticamente la exposición al ruido laboral, permitiendo la recuperación temporal de umbrales auditivos y la ausencia de nuevos daños. Las categorías patológicas (trauma acústico e hipoacusias) descienden a valores mínimos (0-4%) durante este período.

Esta marcada diferencia justifica la exclusión de los años 2020-2022 en el análisis chi-cuadrado, ya que la baja variabilidad diagnóstica en esos años podría sesgar los resultados sobre la relación entre daño auditivo y exposición al ruido.

Durante los años 2020 y 2022 se observó una alta concentración de trabajadores con normoacusia, alcanzando el 88% y 92% respectivamente, lo que redujo la representatividad de las demás categorías diagnósticas. Por esta razón, la prueba chi-cuadrado se aplicó únicamente a los datos correspondientes al período prepandemia (2017, 2018 y 2019). Al contrastar la relación entre el daño auditivo y la exposición al ruido en estos tres años, se obtuvo evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis de independencia. Con un nivel de significancia del 5% (confiabilidad del 95%), se concluye que existe una relación estadísticamente significativa entre el daño auditivo y el grado de exposición al ruido laboral en la población estudiada. (Tabla 4)

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

Tabla 4.
Resultados contrastes de hipótesis

Criterio	Años		
	2017	2018	2019
Tipo de contraste	Dependencia	Dependencia	Dependencia
Variables a contrastar	Daño auditivo vs. Dosis de ruido	Daño auditivo vs. Dosis de ruido	Daño auditivo vs. Dosis de ruido
Confiabilidad	95%	95%	95%
Grados de libertad	12	9	6
Chi-cuadrado calculado (1)	42,2	64,0	36,7
Cuantil de distribución (2)	21,0	16,9	12,6
Relación (1) vs. (2)	(1) > (2)	(1) > (2)	(1) > (2)
p-value	0,0031%	0,0000%	0,0002%
Resultado	Rechazo H0	Rechazo H0	Rechazo H0
Conclusión	Las variables son dependientes	Las variables son dependientes	Las variables son dependientes

Elaboración: Los autores.

Finalmente, para estimar una tasa de transición de un diagnóstico de afectación auditiva a uno de mayor severidad, se presenta una matriz de transición que considera los datos de daño auditivo a 2017 vs. 2018. (Tabla 5)

Entre los datos más relevantes podemos mencionar que del total de pacientes en normiacusia, el 37% es diagnosticado con trauma acústico leve transcurrido un año. Del total de diagnósticos en hipoacusia leve, un 33% mantiene su estado y un 67% pasa a hipoacusia moderada transcurrido un año. Del total de pacientes con hipoacusia moderada, un 75% mantienen su estado y un 25% son catalogados con trauma acústico leve transcurrido 1 año desde el primer diagnóstico.

Tabla 5.
Matriz de transición de daño auditivo.

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

Daño Auditivo 2018						
Daño Auditivo 2017	▼	Trauma acústico leve	Hipoacusia moderada	Hipoacusia leve	Normoacusia	Total
Trauma acústico moderado	○	0%	○ 0%	● 100%	○ 0%	100%
Trauma acústico leve	●	58%	◐ 17%	○ 0%	◑ 25%	100%
Hipoacusia moderada	◐	25%	○ 0%	● 75%	○ 0%	100%
Hipoacusia leve	○	0%	● 67%	◑ 33%	○ 0%	100%
Normoacusia	◑	37%	○ 0%	○ 7%	● 57%	100%
Total		38%	8%	14%	40%	100%

Elaboración: Los autores.

Análisis de asociación mediante ODDS Ratio

Para cuantificar la magnitud de la asociación entre la exposición al ruido laboral y el desarrollo de daño auditivo, se aplicó la prueba de odds ratio (OR). Esta medida estadística, ampliamente utilizada en estudios de casos y controles, permite estimar la probabilidad de que ocurra un evento (daño auditivo) en presencia de un factor de exposición (dosis alta de ruido) en comparación con la ausencia de dicho factor. El OR se interpreta de la siguiente manera: un valor superior a 1 indica una asociación positiva, es decir, el factor incrementa la probabilidad del evento; un valor igual a 1 señala que no existe asociación; y un valor inferior a 1 refleja una asociación negativa, donde el factor actuaría como protector. Adicionalmente, se calculó el intervalo de confianza al 95% para determinar la precisión del estimador y verificar la significancia estadística, considerando que el OR es significativo cuando el intervalo no incluye el valor 1.

Para este análisis, se consideraron los datos del período prepandemia (2017, 2018 y 2019), de manera análoga al test de independencia chi-cuadrado. Las variables se dicotomizaron de la siguiente forma:

Daño auditivo: se clasificó como "sí" cuando el trabajador presentaba cualquier tipo de afección (hipoacusia leve, moderada o trauma acústico) y como "no" cuando la audiometría reportaba normoacusia.

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

Dosis de ruido: se categorizó como "exposición alta" cuando la dosimetría registraba niveles superiores al límite permisible (dosis alta o media) y como "exposición baja" cuando los niveles eran inferiores (dosis baja).

A partir de estas categorías se construyeron tablas de contingencia 2x2 para cada año, cuyos resultados se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6.
Resultados test de ODDS ratio.

Criterio	2017	2018	2019
Tipo de contraste	Dependencia	Dependencia	Dependencia
Variables a contrastar	Daño auditivo vs. Dosis de ruido	Daño auditivo vs. Dosis de ruido	Daño auditivo vs. Dosis de ruido
Confiabilidad	95%	95%	95%
Matriz Dosis de ruido vs. Daño auditivo	Expuestos con daño (19)	Expuestos con daño (27)	Expuestos con daño (20)
	Expuestos sin daño (10)	Expuestos sin daño (2)	Expuestos sin daño (1)
	No expuestos con daño (1)	No expuestos con daño (3)	No expuestos con daño (7)
	No expuestos sin daño (20)	No expuestos sin daño (18)	No expuestos sin daño (22)
ODDS ratio	38,00	81,00	62,86
ODDS ratio lower	4,43	12,29	7,10
ODDS ratio upper	326,02	534,02	556,68
Conclusión	Asociación positiva entre las variables	Asociación positiva entre las variables	Asociación positiva entre las variables

Elaboración: Los autores.

Los resultados confirman una relación consistente y significativa entre la exposición al ruido laboral y el desarrollo de daño auditivo. Los valores de odds ratio obtenidos (38,0 en 2017; 81,0 en 2018; 62,9 en 2019) indican que los trabajadores expuestos a dosis elevadas de ruido presentaron entre 38 y 81 veces más probabilidad de desarrollar alguna afección auditiva en comparación con aquellos expuestos a dosis bajas. Los intervalos de confianza al 95% no incluyeron el valor 1 en ningún caso, lo que respalda

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

la significancia estadística de la asociación. Estos hallazgos, junto con la evidencia de dependencia obtenida mediante la prueba chi-cuadrado ($p < 0,05$ para los tres años), permiten concluir que el grado de exposición al ruido laboral constituye un factor de riesgo determinante para la salud auditiva de esta población ocupacional.

DISCUSIÓN

Los hallazgos del presente estudio confirman el modelo fisiopatológico y epidemiológico descrito en el marco teórico respecto al carácter progresivo, acumulativo e irreversible de la hipoacusia inducida por ruido (HIR) en contextos ocupacionales aeronáuticos. La evidencia actual sostiene que la exposición prolongada a niveles superiores a 85 dBA produce daño estructural en las células ciliadas externas de la cóclea, generando una pérdida auditiva neurosensorial con predominio en frecuencias altas, particularmente en 3000–6000 Hz (Organización Mundial de la Salud, 2024; National Institute on Deafness and Other Communication Disorders [NIDCD], 2022). Investigaciones experimentales y ocupacionales recientes han confirmado que el daño coclear por ruido implica no solo lesión mecánica directa, sino también estrés oxidativo y procesos inflamatorios que aceleran la degeneración neural auditiva (Le et al., 2017; Ren et al., 2023).

En coherencia con este fundamento biológico, los resultados obtenidos entre 2017 y 2019 evidenciaron una relación directa entre la dosis de exposición y el grado de deterioro auditivo. Se observó un predominio de hipoacusia neurosensorial bilateral leve (38%) en trabajadores con más de nueve años de antigüedad, así como progresión hacia formas moderadas. Este patrón coincide con estudios recientes en personal aeronáutico y militar, donde la antigüedad laboral y la exposición acumulativa constituyen predictores significativos de audiogramas anormales (Seah et al., 2025; Liu et al., 2025). En poblaciones expuestas a ruido industrial de alta intensidad, también se ha documentado una clara relación dosis–respuesta, incluso en trabajadores que reportan uso regular de protección auditiva (Orikpete et al., 2024).

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

El análisis de transición auditiva (2017–2018) mostró progresión clínica relevante: el 37% de trabajadores normoacústicos desarrollaron trauma acústico leve en un año, mientras que el 67% de los casos leves evolucionaron a hipoacusia moderada. Este comportamiento es consistente con estudios longitudinales recientes que describen trayectorias de deterioro acelerado en presencia de exposición continua superior a límites permisibles (Ren et al., 2023). Además, la literatura contemporánea ha señalado que la exposición combinada a ruido y solventes o combustibles aeronáuticos puede potenciar el daño coclear mediante mecanismos sinérgicos neurotóxicos (Mattie et al., 2025; Zarus et al., 2024), lo que podría explicar progresiones más rápidas en determinados subgrupos ocupacionales.

La asociación estadísticamente significativa encontrada entre dosis de exposición y daño auditivo ($r = 0.38-0.81$; $p < .05$) respalda el principio epidemiológico de gradiente biológico. Estudios recientes en entornos aeronáuticos han reportado que los niveles durante pruebas de motor pueden superar 120–140 dB, excediendo ampliamente los límites internacionales y generando riesgo incluso ante exposiciones intermitentes (Orikpete et al., 2024). Esta evidencia refuerza la necesidad de implementar controles de ingeniería y vigilancia audiológica periódica más estricta.

Desde una perspectiva psicosocial, la literatura reciente también ha demostrado que la HIR se asocia con mayor riesgo de aislamiento social, fatiga cognitiva y síntomas depresivos, afectando el rendimiento laboral y la calidad de vida (da Silva et al., 2023). Esto amplía la interpretación de los resultados más allá del daño fisiológico, alineándose con el enfoque integral planteado en el marco teórico, donde la salud auditiva es entendida como un componente esencial del bienestar ocupacional.

CONCLUSIONES

El estudio evidenció que el personal técnico de mantenimiento aeronáutico de Latacunga estuvo expuesto a niveles variables de ruido laboral (bajo a alto) durante 2017-2019, lo que se asoció con daño auditivo significativo: 38% presentó hipoacusia

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

neurosensorial leve bilateral (pico en 2019), 8% hipoacusia moderada bilateral (2017-2018) y 38% trauma acústico leve bilateral (pico en 2018).

La población fue exclusivamente masculina, con predominio del grupo etario de 31-40 años y antigüedad laboral superior a 9 años, sugiriendo un efecto acumulativo de la exposición prolongada al ruido. El incremento de normoacusia durante el confinamiento (88-92% en 2020-2022) refuerza indirectamente la relación causal, al demostrar que la reducción de exposición se asoció con menor daño.

El análisis estadístico mediante chi-cuadrado (2017-2019) demostró una relación significativa ($p < 0,001$) entre exposición al ruido y daño auditivo, confirmando dependencia entre variables. El ODDS ratio cuantificó esta asociación: los trabajadores con dosis elevada tuvieron entre 38 y 81 veces más probabilidad de presentar afecciones auditivas que aquellos con baja exposición.

FINANCIAMIENTO

Autofinanciado.

AGRADECIMIENTO

A todos los agentes sociales involucrados en el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS CONSULTADAS

- Al-Harthy, N. A., Abugad, H., Zabeeri, N., Alghamdi, A. A., Al Yousif, G. F., & Darwish, M. A. (2022). Noise mapping, prevalence and risk factors of noise-induced hearing loss among workers at Muscat International Airport. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 7952. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137952>
- Bandyopadhyay, A., Mukherjee, A., Dhar, G., & Rout, A. J. (2024). Burden and risk factors of occupational noise-induced hearing loss among employees working at an international airport in Eastern India. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 28(3), 223-227. https://doi.org/10.4103/ijjem.ijjem_163_23

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

- Comas Rodríguez, R., Mayorga Díaz, M. P., y Rivera Segura, G. N. (2018). La gestión de riesgos en una empresa transportista de la ciudad de Quito. *Revista Uniandes Episteme*, 5, 550-562. <https://acortar.link/FQnTZp>
- da Silva, J. C., de Araujo, C. M., Lüders, D., Santos, R. S., Moreira de Lacerda, A. B., José, M. R., y Guarinello, A. C. (2023). The self-stigma of hearing loss in adults and older adults: A systematic review. *Ear and Hearing*, 44(6), 1301-1310. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001398>
- Le, T. N., Straatman, L. V., Lea, J., & Westerberg, B. (2017). Current insights in noise-induced hearing loss: A literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 46(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s40463-017-0219-x>
- Liu, L., Guo, H., Yao, Q., Yu, F., Chen, S., & Zhang, Y. (2025). Study on the impact of aircraft noise on the hearing of maintenance personnel. *Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences*, 78(4), 596-602. <https://doi.org/10.7546/CRABS.2025.04.13>
- Mattie, D. R., Yamamoto, D., LeGuin, K., McKenna, E., Williams, D. A., Gubler, A., Hammer, P. N., Ohrui, N., Maruyama, S., & Kobayashi, A. (2025). Comparison of operational jet fuel and noise exposure for flight line personnel at Japanese and United States air bases in Japan. *Toxics*, 13(2), 121. <https://doi.org/10.3390/toxics13020121>
- National Institute on Deafness and Other Communication Disorders. (2022). *Noise-induced hearing loss*. <https://www.nidcd.nih.gov/health/noise-induced-hearing-loss>
- Organización Mundial de la Salud. (2024). *Sordera y pérdida de la audición*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
- Orikpete, O. F., Dennis, N. M., Kikanme, K. N., & Ewim, D. R. E. (2024). Advancing noise management in aviation: Strategic approaches for preventing noise-induced hearing loss. *Journal of Environmental Management*, 366, 121413. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121413>
- Phakathi, B. A. M., Utembe, W., & Manganyi, J. (2025). Noise exposure levels among aircraft technicians at an aviation maintenance organisation in Gauteng, South Africa. *Occupational Health Southern Africa*, 31(2), 66-71. <https://doi.org/10.62380/ohsa.2025.31.2.2>

Jenifer Eliana Andrade-Játiva; Diego Armando Flores-Pilco, Raúl Comas-Rodríguez

- Ren, J., Xie, H., Hu, Y., Hong, Y., Zou, H., & Gao, X. (2023). Occupational hearing loss associated with the combined exposure of solvents and noise: A systematic review and meta-analysis. *Safety*, 9(4), 71. <https://doi.org/10.3390/safety9040071>
- Seah, B. Z. Q., Ng, W. T., Gan, W. H., Low, J. W., & See, B. (2025). Abnormal audiogram risk factors in military aircrew and ground-based aviation personnel. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 96(5), 378–385. <https://doi.org/10.3357/AMHP.6604.2025>
- Xue, P., Zhao, W., Gao, X., Wei, F., Xu, F., Xie, H., ... & Qiu, W. (2025). Association of occupational noise exposure and extended high-frequency hearing loss in young workers with normal hearing. *Ear and Hearing*, 46(3), 758-769. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001618>
- Zarus, G. M., Ruiz, P., Benedict, R., Brenner, S., Carlson, K., Jeong, L., & Morata, T. C. (2024). Which environmental pollutants are toxic to our ears? Evidence of the ototoxicity of common substances. *Toxics*, 12(9), 650. <https://doi.org/10.3390/toxics12090650>
- Zhou, B., & Zhang, J. (2024). Occupational epidemiological characteristics of noise-induced hearing loss and the impact of combined exposure to noise and dust on workers' hearing: A retrospective study. *Frontiers in Public Health*, 12, 1488065. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1488065>