

**EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL AL RUIDO EN
PERSONAL MILITAR Y CIVIL DE LA BANDA DE MÚSICOS DE LA
ESCUELA MILITAR DE CADETES JOSÉ MARÍA CÓRDOBA DEL
EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA.**

**JASON DAVID ESPITIA BELTRÁN
NIDIA ISABEL LÓPEZ RODRÍGUEZ
CAMILO HUMBERTO MONTOYA PARRA**

**UNIVERSIDAD EL BOSQUE
FACULTAD DE MEDICINA
ESPECIALIZACION EN HIGIENE INDUSTRIAL
BOGOTA D.C. 20 DE NOVIEMBRE DE 209**

EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN OCUPACIONAL AL RUIDO EN PERSONAL MILITAR Y CIVIL DE LA BANDA DE MÚSICOS DE LA ESCUELA MILITAR DE CADETES JOSÉ MARÍA CÓRDOBA DEL EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA.

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL Y EFECTOS EN SALUD

**JASON DAVID ESPITIA BELTRÁN
NIDIA ISABEL LÓPEZ RODRÍGUEZ
CAMILO HUMBERTO MONTOYA PARRA**

**LIDY YADIRA CETINA CASTILLO
ASESORA TEMÁTICA Y METODOLÓGICA**

Página de aprobación

Nota de salvedad de responsabilidad institucional

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Agradecimientos

Primeramente agradecemos a nuestras familias y seres queridos por su compañía, compromiso y comprensión durante este tiempo académico. Así mismo extendemos un agradecimiento a la Ingeniera Lidy Yadira Cetina Castillo por el acompañamiento brindado durante este proceso de investigación. Agradecemos al Ejército Nacional de Colombia y a la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba por permitirnos realizar esta investigación en sus instalaciones.

Dedicatoria

Esta investigación se encuentra dedicada a nuestras familias por su apoyo incondicional durante todo este proceso de formación. También se encuentra dedicada al glorioso Ejército Nacional de Colombia que con sus valerosos hombres y mujeres defienden y conservan la seguridad del país.

Resumen

El presente estudio se realizó para evaluar la exposición laboral al ruido de los integrantes de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba; para esto se inició realizando la identificación de las fuentes de exposición a través de un formato basado en la NTC 4114, clasificando las actividades entre las realizadas como banda de músicos y las ejecutadas en compañía de la banda de guerra.

Posteriormente, se diseñó y aplicó un protocolo para la medición y evaluación de fuentes de ruido, de acuerdo con los métodos establecidos de medición por sonometría y dosimetría, se presentaron esquemáticamente los resultados obtenidos de las mediciones realizadas durante las prácticas de la banda de músicos en su salón de ensayos y en el exterior, donde se evidencia que todos los instrumentos musicales medidos generan un nivel de presión sonora equivalente (L_{eq}), que excede el TLV para ruido recomendados por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales ACGIH. Finalmente, se generaron las recomendaciones pertinentes para el control de la exposición.

Palabras clave: Ruido, banda de músicos, militares, Decibeles dB

ABSTRACT

The present study was conducted in order to assess occupational exposure to noise of the members of the band of musicians of the Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba; for this was initiated performing the identification of the sources of exposure through a format based on the NTC 4114, classifying the activities among those carried out as band of musicians and the executed in the company of the war band.

Subsequently, a protocol for the measurement and evaluation of noise sources was designed and applied, according to the established methods of measurement by sonometry and dosimetry, schematically were presented the results obtained from the measurements made during the practices of the band of musicians in his rehearsal room and outside, where it is evidenced that all measured musical instruments generate an equivalent sound pressure level (L_{eq}), that exceeds the TLV for noise recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists ACGIH. Finally, the pertinent recommendations for exposure control were generated.
Keywords: Noise, band of musicians, military, decibels dB

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA.....	8
2.1. Estadísticas de exposición.....	9
2.1.1. Estadísticas de problemas auditivos a nivel mundiales.....	9
2.1.2. Estadísticas de problemas auditivos Colombia	9
2.1.3. Estadísticas de incapacidades auditivas en fuerzas militares de Estados Unidos	11
2.1.4. Problema de exposición al ruido en el Ejército Nacional de Colombia.....	17
2.2. Conformación de la Banda de músicos de la Escuela Militar José María Córdoba	17
3. JUSTIFICACIÓN	19
4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	21
5. MARCO TEÓRICO	22
5.1. Términos y definiciones.....	22
5.1.1. Expuesto	22
5.1.2. Agente.....	22
5.1.3. Exposición	22
5.1.4. Sonido	23
5.2. Tipos de ruido.....	24
5.3. Contexto Ejército Nacional de Colombia	25
5.3.1. Escuela de Música castrense 16.....	26
5.3.2. Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba	27
6. ESTADO DEL ARTE	27
7. OBJETIVOS	27
7.1. Objetivo General	27
7.2. Objetivos Específicos.....	28
8. METODOLOGÍA.....	28

8.1. Tipo de estudio.....	28
8.2. Aspectos éticos.....	28
8.3. Entregables por objetivo	29
8.4. Cronograma.....	30
8.5. Presupuesto	30
8.6. Recursos	30
9. RESULTADOS	32
9.1. Caracterización de los procesos de trabajo y fuentes generadoras de ruido	32
9.1.1. Visita de campo a las instalaciones	32
9.1.2. Inventario de fuentes generadoras de ruido	34
9.1.3. Organización de la banda de músicos.....	37
9.1.4. Descripción de la población a estudio	39
9.2. Protocolo de evaluación de la exposición ocupacional a ruido	45
9.2.1. Política de muestreo:.....	46
El tiempo de medición total de los docimetrías corresponde a veinticinco (25) muestras por dos horas cada una.....	52
9.2.2. Recurso Humano:	52
9.2.3. Instrumentación requerida:	52
9.2.4. Calibración de equipos	56
9.2.5. Instrumentos de medición usados:.....	57
9.2.6. Metodología de uso de instrumentos	60
9.2.7. Límites de exposición aplicables	60
9.2.8. Cálculos y ajustes	61
9.3. Evaluación de la exposición ocupación al ruido.....	62
9.3.1. Determinación del personal a evaluar.....	62
9.3.2. Instrumentos de medición usados.....	66
9.4. Presentación de resultados	67
9.4.1. Sistema de información	67
9.4.2. Análisis de los datos obtenidos.....	67
9.5. Recomendaciones.....	2
10. DISCUSIÓN	3

11. CONCLUSIONES	5
12. RECOMENDACIONES	7
10.1. Al gobierno	7
12.1. Al Ejército Nacional.....	7
12.2. Universidad El Bosque.....	7
12.3. A los higienistas industriales.....	8
13. FUTURAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	9
14. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	10

Lista de tablas

Tabla 1. Número total de personal en cada cohorte (presencia de una prueba DOEHRS-HC / sin registro en DOEHRS-HC) que recibe una adjudicación por discapacidad de pérdida de audición o una denegación del VA dentro de un año de la separación del servicio activo	11
Tabla 2. Clasificación internacional de enfermedades, revisión novena, códigos de modificación clínica (ICD-9-CM) utilizados por los reclamantes en el departamento de defensa. Los diagnósticos consultan los recuentos totales para cada diagnóstico para los años.....	13
<i>Tabla 3. Comparación de límites de exposición ocupacional</i>	24
Tabla 4. Entregables por objetivo	29
Tabla 5. Presupuesto	30
Tabla 6. Recursos humanos	30
Tabla 7. Recursos físicos	31
Tabla 8. Recursos financieros	31
Tabla 9. Descripción de las actividades y tareas realizadas durante la práctica en la banda de músicos	32
Tabla 10. Descripción de las actividades y tareas realizadas durante la práctica con la banda de guerra.	34
Tabla 11. Descripción de los instrumentos usados en la banda de músicos	35
Tabla 12. Distribución poblacional por años de exposición	42
Tabla 13. Distribución por años como músico del Ejército.....	43
Tabla 14. Distribución poblacional por horas de ensayo diario.....	44
Tabla 15. Distribución por máximo de horas ensayadas diariamente.....	45
Tabla 16. Determinación de la población en estudio	46
Tabla 17. Duración mínima del muestreo en función del n° de trabajadores del GES NTP951.	48
Tabla 18. Aplicación de fórmulas para el cálculo duración mínima del muestreo	48
Tabla 19. Determinación de la estrategia de medición de ruido por sonometría.....	49
Tabla 20. Determinación de la estrategia de medición de ruido por dosimetría.....	50
Tabla 21. Parámetros para configurar un sonómetro	55
Tabla 22. Límites de exposición a ruido Continuo para Colombia	61
Tabla 23. Límites de exposición a ruido de impacto para Colombia.....	61
Tabla 24. Datos del estudio realizado - Dosimetría.....	64
Tabla 25. Instrumentos de medición usados durante el estudio.....	66
Tabla 26. Presentación de resultados para dosimetrías por ruido continuo	1
Tabla 27. Presentación de resultados para dosimetrías por ruido de impacto	2
Tabla 28. Presentación de resultados para Sonometrías por ruido continuo	2
Tabla 29. Presentación de resultados para Sonometrías por ruido de impacto.....	3

Lista de figuras

Figura 1. Comparativo de Diagnósticos realizados de enfermedades laborales en el año 2000.....	10
Figura 2. Comparativo de Diagnósticos realizados de Enfermedades Laborales en el año 2011.....	10
Figura 3. Relación dosis – respuesta por acumulación de Ruido.....	16
Figura 4. Fotografías de ensayo banda de músicos Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba ...	18
Figura 5. Diagrama características de la onda de sonido.....	23
Figura 6. Estructura organizacional del Ejército Nacional de Colombia.....	25
Figura 7. Organización de la banda de músicos.....	38
Figura 8. Clasificación de los instrumentos por icono.....	38
Figura 9. Distribución poblacional por edades	39
Figura 10. Distribución poblacional por grado	40
Figura 11. Distribución porcentual por grado.....	40
Figura 12. Distribución poblacional por instrumento interpretado.....	41
Figura 13. Distribución porcentual por tipo de instrumento interpretado.....	41
Figura 14. Distribución poblacional por años de exposición.....	43
Figura 15. Distribución poblacional por años como músico en el Ejército	44
Figura 16. Ilustración de referencia de un sonómetro.....	53
Figura 17. Ilustración de dosímetro	55
Figura 18. Calibrador acústico	56
Figura 19. Sonómetro SoundPro DL.....	57
Figura 20. Sonómetro Criffer.....	58
Figura 21. Dosímetro inalámbrico 3M Edge	58
Figura 22. Dosímetro Criffer	59
Figura 23. Pistófono de verificación	59
Figura 24. Estudio de ruido en salón de ensayo.....	63
Figura 25. Estudio de ruido al aire libre.....	63
Figura 26. Distribución de instrumentos en salón de ensayos.	64
Figura 27. Datos estudio realizado - Sonometría.....	65
Figura 28. Distribución en salón por dosis de ruido medida	1

1. Introducción

El Ejército Nacional de Colombia es una de las fuerzas militares de nuestro país que vela por el mantenimiento de la paz Nacional, sus hombres y mujeres realizan diferentes actividades institucionales que no se encuentran relacionadas directamente con su misionalidad institucional; es allí cuando encontramos la conformación de diferentes grupos de atención en salud, deportivos y artísticos, dentro de los cuales se encuentra la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba que se encarga de brindar acompañamiento musical en eventos institucionales como: ceremonias, ofrendas florales, sepelios, eucaristías entre otros. El presente trabajo tiene como objetivo realizar la evaluación ocupacional de exposición a ruido de los integrantes de la banda de músicos y de esta manera generar recomendaciones aplicables para el control del ruido; esta necesidad surge de la identificación cualitativa los niveles de ruido, presumiendo que pueden estar por encima de los límites de exposición permisibles causando ausentismo laboral en el personal militar y civil. Este estudio se plantea teniendo en cuenta que el gremio de los músicos es poco estudiado y la relación con las actividades militares puede aumentar la exposición a peligros higiénicos que posiblemente aún no se han identificado y evaluado.

Para el desarrollo de dicha evaluación de exposición inicialmente se realizará la identificación de la población y las fuentes generadoras de ruido para así tener una caracterización de la población a intervenir e identificar Grupos de Exposición Similar – GES (1) a los cuales se realizarán las evaluaciones cuantitativas Dosimetrías y Sonometrías, que se contemplaran en un protocolo de medición estableciendo los métodos de muestreo, instrumentos usados, población, tiempo y lugar de evaluación. Los resultados obtenidos serán ingresados en un sistema de información que permitirá el seguimiento periódico de las evaluaciones realizadas y el análisis de los datos según el tipo de instrumentos interpretado, el nivel de ruido y el tiempo de exposición.

Analizados los datos obtenidos mediante la medición cuantitativa se realizan recomendaciones de acuerdo a las necesidades para el control de la exposición a ruido de los integrantes de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba.

2. Presentación del problema

Todos los días, las personas se exponen a sonidos en el ambiente, como los que vienen del televisor y la radio, los aparatos electrodomésticos y el tráfico. Normalmente las personas oyen estos sonidos a niveles que no afectan su audición. Sin embargo, aquellos que están a niveles muy altos o agrupados en grandes concentraciones debido a la existencia de muchas fuentes que están una junto a la otra, pueden ser dañinos para el oído, aunque duren poco o mucho tiempo. Estos ruidos pueden dañar las estructuras delicadas del oído interno, causando pérdida de audición inducida por el ruido.

El sonido es un fenómeno mecánico de carácter ondulatorio, que se origina al oscilar las partículas de un cuerpo físico, se propaga en un medio elástico (agua, aire o sólidos) y es capaz de producir una sensación auditiva. Por otra parte, el ruido es un conjunto de sonidos ininteligibles y no coordinados, cuya sensación resulta desagradable y que además interfiere en la actividad humana. No obstante, debemos tener claro desde el primer momento que el ruido se compone de una parte subjetiva, que es la molestia, y una parte objetiva, y por lo tanto cuantificable, que es el sonido.(2)

Según la legislación colombiana en la Resolución 8321 de 1983(3) se entiende por contaminación por ruido como cualquier emisión de sonido que afecte adversamente la salud o seguridad de los seres humanos, la propiedad o el disfrute de la misma(3)

Se ha documentado cierta relación entre el ruido con los trastornos cardiovasculares; es decir, que la salud del sistema cardiovascular podría afectarse por la contaminación acústica, ya que la exposición al ruido puede aumentar el riesgo de padecer HTA (Híper Tensión Arterial), angina de pecho o un infarto agudo de miocardio; esto se debe a una activación de hormonas nerviosas, que provocan el aumento de la tensión arterial o la vasoconstricción, entre otras.(4)

Adicionalmente el ruido no solamente puede afectar de manera fisiológica al organismo, porque además puede aumentar el nivel de estrés o de irritabilidad (sonidos de 80 – 90dB), lo que también influye en las actividades mentales como la manera de concentrarse (sonidos con 70dB). Existen ciertos efectos negativos que se deben enfatizar al hablar sobre el ruido y su repercusión en la salud tales como: Trastornos auditivos, Pérdida de la audición, Hipoacusia. La pérdida de la audición no se recupera, aunque no suelen aparecer trastornos en la comunicación, pero si la constante exposición al ruido continua, estas lesiones se pueden extender hasta las células sensoriales, las cuales van a captar las ondas de frecuencias óptimas a las de 4.000 ciclos por segundo, iniciándose así un deterioro en la habilidad de comunicación. (4)

Entre las actividades más afectadas encontramos la construcción, la agricultura y el transporte. Pero por ser las más convencionales, no son las únicas; por ejemplo, no pensamos nunca que la música pueda producir niveles de ruido comparables con el de cualquier otro ruido laboral, pero la exposición de los músicos de orquesta sinfónica a largos periodos de ensayo y actuaciones les coloca en situación

de riesgo de pérdida de audición permanente que, si para nosotros tiene importantes consecuencias, tanto más para aquellos cuya buena audición representa su fundamental herramienta de trabajo.(5)

2.1. Estadísticas de exposición

2.1.1. Estadísticas de problemas auditivos a nivel mundiales

A escala mundial, la pérdida de audición es la discapacidad sensorial de mayor prevalencia. La Organización Mundial de la Salud - OMS ha hecho estimaciones que sirven de base para conocer el número y porcentaje de personas con pérdida auditiva por tipo, grado, etiología y costos aproximados sobre la discapacidad. Más del 5% de la población mundial (360 millones de habitantes distribuidos en 328 millones de adultos y 32 millones de niños), padecen de pérdida auditiva incapacitante; esta población se encuentra principalmente en países de bajos y medianos ingresos.(6)

2.1.2. Estadísticas de problemas auditivos Colombia

Según los datos tomados de los RIPS (Registros Individuales de Prestación de servicios de Salud), Colombia presentó un incremento en el número de personas atendidas por pérdida auditiva durante el 2014, representando un 18% de las atenciones en ese año; posiblemente se deba a la exigibilidad en el reporte a las aseguradoras y la mejora en la calidad del registro. La consulta externa se incrementó en un promedio de 75%, seguido de los procedimientos en 14%, las urgencias en un 11% y hospitalizaciones 1%. De los diez diagnósticos principales reportados en las atenciones por enfermedades del oído y de la apófisis de la mastoides, la hipoacusia neurosensorial bilateral es la primera causa, seguido de la otitis y los vértigos. (6)

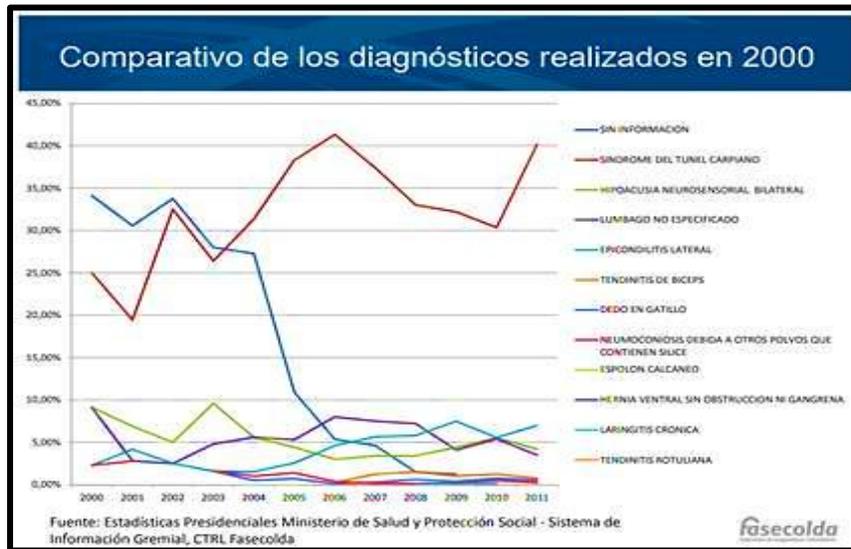
Los grupos poblacionales más representativos con mayor número de atenciones por hipoacusia neurosensorial bilateral es la población mayor de 60 años, seguida de los niños de 1 a 5 años (población que no es referente al estudio), el grupo poblacional de 27 y 44 años ocupa el tercer lugar. (6)

En Colombia cinco millones de personas o cerca del 11% de la población total, padecen problemas de audición. Se estima que entre la población activa de 25 a 50 años la prevalencia de la pérdida de audición es de un 14% aun así solo tres de cada diez personas buscan ayuda y acuden al especialista. Cabe señalar que las condiciones, modos y estilos de vida (consumo de tabaco, alcohol y sustancias psicoactivas), el envejecimiento y otros riesgos asociados a la interacción del hombre con el ambiente (la contaminación ambiental por emisiones aéreas y el ruido en áreas urbanas de alta concentración poblacional), así como la contaminación e intoxicación producida por exposiciones ambientales y ocupacionales, se constituyen en problemas de salud auditiva de alto impacto. El futuro es desalentador, porque se estima que, en países como Colombia, la prevalencia será dos veces mayor que en los países desarrollados debido a las numerosas alteraciones del oído y de la audición sin tratar. En el año 2014 se generaron 112.132 atenciones relacionadas con hipoacusia neurosensorial. (6)

Entre el año 2009 y 2013 se calificaron en Colombia, según la Federación de Aseguradores Colombianos - Fasecolda, más de 40.000 enfermedades laborales, que de acuerdo con la Segunda Encuesta Nacional de Condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Sistema de Riesgos para el

2012, el 88% de estas patologías fueron desórdenes músculo esqueléticos (DME); dentro de las que se encuentran enfermedades como el síndrome del túnel carpiano y las tendinitis que se producen en las manos, codos y hombros, y los problemas de espalda tales como el lumbago. Las enfermedades auditivas, respiratorias, relacionadas con el estrés y otros trastornos, ocupan el 12%. (7)

Figura 1. Comparativo de Diagnósticos realizados de enfermedades laborales en el año 2000



Fuente: Fasescolda en acción, 2014 Julio 29 (7)

Figura 2. Comparativo de Diagnósticos realizados de Enfermedades Laborales en el año 2011



Fuente: Fasescolda en acción, 2014 Julio 29 (7)

2.1.3. Estadísticas de incapacidades auditivas en fuerzas militares de Estados Unidos

Desde el año 2003, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en conjunto con el Departamento de Instrucción de Defensa, inició un estudio de seguimiento a los diagnósticos de enfermedades ocupacionales relacionadas a la pérdida de la audición en las diferentes fuerzas militares de su nación; la razón que los impulsó a iniciar dicho estudio, fue el evidenciar el creciente aumento de soldados que año tras año comenzaban procesos contra el estado en búsqueda de que sus patologías auditivas fuesen aceptadas como producto de su servicio en la milicia. Los procesos legales que originalmente solo eran solicitados por aquellos reclutas y ex miembros de las fuerzas a los cuales se les realizan pruebas periódicas de la audición (Sistema de Lectura de Salud Ocupacional y Ambiental para la Conservación de la Audición o **DOEHRS-HC** por sus siglas en inglés), periódicamente se convirtió en una problemática de estudio que se solicitaba por la población sin importar si se realizaban o no estos test (8)

Tabla 1. Número total de personal en cada cohorte (presencia de una prueba DOEHRs-HC / sin registro en DOEHRs-HC) que recibe una adjudicación por discapacidad de pérdida de audición o una denegación del VA dentro de un año de la separación del servicio activo

Año Fiscal	Presencia de la prueba DOEHRs-HC	Fuerza Aérea	Ejército	Marina	Naval
2003	Si	1182	1721	829	933
	No	609	224	222	568
2004	Si	2181	5050	2397	2501
	No	1086	728	396	1029
2005	Si	3288	8881	3159	3485
	No	1531	1476	326	948
2006	Si	4033	12,327	4457	4223

Año Fiscal	Presencia de la prueba DOEHRs-HC	Fuerza Aérea	Ejército	Marina	Naval
	No	1519	1397	288	757
2007	Si	3638	10,587	3945	3916
	No	1261	631	128	491
2008	Si	5188	12,986	4926	5292
	No	1618	35	133	465
2009	Si	3637	11,183	4036	4424
	No	1168	102	67	298
2010	Si	3594	12,504	5322	4822
	No	992	58	87	233
2011	Si	3135	9969	4578	3686
	No	595	27	49	113
2012	Si	4434	13,576	6774	5050
	No	1180	19	41	122
2013	Si	4751	20,543	8431	6162

Año Fiscal	Presencia de la prueba DOEHRS-HC	Fuerza Aérea	Ejército	Marina	Naval
	No	1282	16	37	128

Fuente: Hearing testing in the U.S. Department of Defense: Potential impact on Veterans Affairs hearing loss disability awards (8)

Al avanzar con el estudio se encontraron diferentes variables relacionadas con la negación de la pérdida auditiva por parte del estado, entre las cuales se incluía la edad del solicitante (a menor edad, mayor facilidad para la aprobación) y el género (se comprobó que la mayoría de las solicitudes de aceptación de pérdida auditiva a las mujeres se negó por considerar que su exposición es menor que la de los hombres). (8)

Tabla 2. Clasificación internacional de enfermedades, revisión novena, códigos de modificación clínica (ICD-9-CM) utilizados por los reclamantes en el departamento de defensa. Los diagnósticos consultan los recuentos totales para cada diagnóstico para los años

CÓDIGO ICD-9-CM	DESCRIPCIÓN	CONTEO
389.9	Pérdida de la audición, no especificada	48,119
389.18	Pérdida auditiva neurosensorial, bilateral	16,273
389.16	Pérdida auditiva neurosensorial, asimétrica	9283
389.11	Pérdida Auditiva Sensorial, Bilateral	7462
389.15	Pérdida auditiva neurosensorial, unilateral	6997
389.8	Pérdida de audición, Otras formas específicas de pérdida de audición	3157
389.2	Pérdida auditiva mixta conductiva y neurosensorial	2791
389.05	Pérdida auditiva conductiva, unilateral.	1925

CÓDIGO ICD-9-CM	DESCRIPCIÓN	CONTEO
389.03	Pérdida auditiva conductiva, oído medio	1728
389.21	Pérdida auditiva mixta conductiva y neurosensorial, unilateral.	1446
389.12	Hipoacusia neural, bilateral	1183
389.17	Pérdida auditiva sensorial, unilateral.	771
389.14	Pérdida de audición central	762
389.22	Pérdida auditiva mixta conductiva y neurosensorial, bilateral	762
389.06	Hipoacusia conductiva, bilateral	642
389.02	Hipoacusia conductiva, membrana timpánica	546
389.08	Pérdida auditiva conductiva de tipos combinados	349
389.01	Pérdida auditiva conductiva, oído externo.	180
389.13	Hipoacusia neural, unilateral.	150
389.04	Pérdida auditiva conductiva, oído interno	74
389.7	Pérdida de audición, sordera no hablante, no clasificable en otra parte	9
Otros diagnósticos relacionados con el oído.		
872.61	Herida abierta de tímpano, sin mención de complicación.	1090

CÓDIGO ICD-9- CM	DESCRIPCIÓN	CONTEO
384.21	Perforación central de la membrana timpánica	659
384.81	Membrana timpánica flácida atrófica	639
384.9	Trastorno no especificado de membrana timpánica	479
382.01	Otitis media supurativa aguda con rotura espontánea del tímpano	445
384.82	Membrana timpánica no flotida atrófica	247
384.23	Otra perforación marginal de la membrana timpánica.	196
872.71	Herida abierta de tímpano, complicada.	136
384.25	Perforación total de la membrana timpánica	115
384.22	Perforación del ático de la membrana timpánica	82
872.69	Herida abierta de otros y múltiples sitios del oído, sin mención de complicación.	70
384.24	Múltiples perforaciones de membrana timpánica.	29
872.72	Herida abierta de osículos, complicada.	7
872.63	Herida abierta de trompa de Eustaquio, sin mención de complicación.	6
872.62	Herida abierta de los osículos, sin mención de complicación.	5

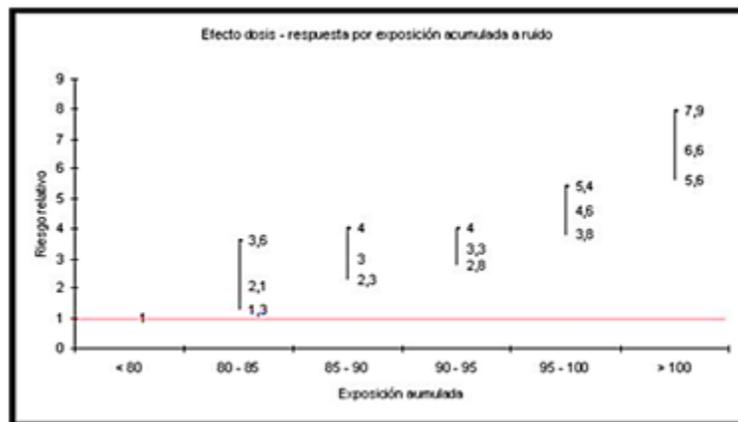
CÓDIGO ICD-9-CM	DESCRIPCIÓN	CONTEO
872.64	Herida abierta de cóclea, sin mención de complicación.	3
872.73	Herida abierta de trompa de Eustaquio, complicada.	1

Fuente: Hearing testing in the U.S. Department of Defense: Potential impact on Veterans Affairs hearing loss disability awards (8)

Se concluye que es necesario aumentar paulatinamente la cobertura del personal de las diferentes fuerzas militares de los Estados Unidos dentro de los programas de protección auditiva, ya que estos son el primer paso para empezar a afrontar esta situación que aunque no era desconocida, no había querido ser afrontada por la milicia Estadounidense, y que con el pasar de los años, se ha convertido en un problema organizacional que está haciendo ver las consecuencias de su crecimiento de forma inmediata. (8)

Según Davies HW et al (Vancouver, 2000), después de estudiar una cohorte retrospectiva de 42.282 trabajadores, y una vez controlados los efectos de la edad, del umbral de pérdida auditiva al momento del primer test auditivo, del año de la primera prueba, de la exposición a ruidos de disparos por armas de fuego y del uso de protección auditiva, encuentra que existe un notorio incremento del riesgo de pérdida auditiva con el aumento de la exposición acumulada a ruido. Este riesgo relativo varió de 2.1 en el grupo de baja exposición (80 a 85 dB) hasta 6.6 registrado en el grupo de alta exposición (> de 100 dB). Estos riesgos relativos fueron estimados con referencia a un grupo de comparación interna que estuvo expuesto a menos de 80 dB (Acumulados). (8)

Figura 3. Relación dosis – respuesta por acumulación de Ruido



Fuente: Davies HW, Marion S, y Teschke K. (8)

2.1.4. Problema de exposición al ruido en el Ejército Nacional de Colombia

En la actualidad no se tienen datos suficientes de cómo el ruido llega a afectar la audición de los Militares activos, y específicamente no se cuenta con datos acerca del personal civil y militar que se desempeña como músicos en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba. Las jornadas de preparación previas a eventos como el 20 de Julio, ceremonias de ascensos, fiestas patrias entre otras, aumenta la intensidad de práctica exponiendo al personal más de doce (12) horas consecutivas al sonido emitido por los instrumentos y cañones disparados para ensayos.

Durante la permanencia de los civiles y cadetes en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, existe una exposición a ruido que no ha sido evaluada de una manera cuantitativa por medio de una medición ambiental de los Decibeles generados durante los ensayos para ceremonias y desfiles. El personal involucrado en la actividad no usa protección auditiva puesto que dificulta la escucha de la afinación. Adicionalmente a las actividades desarrolladas al interior de la banda de músicos, durante la vida institucional el personal Militar se ve expuesto a otras fuentes de ruido como lo son las prácticas de polígono y ruidos de impacto durante el enfrentamiento con el enemigo.

2.2. Conformación de la Banda de músicos de la Escuela Militar José María Córdoba

La banda de músicos de la Escuela Militar José María, está conformada por 30 integrantes civiles y 12 militares; los cuales tocan los siguientes grupos musicales en cada ensayo y evento:

- **Vientos metales:** trompetas, trombones, tubas, cornos, Eufonio
- **Vientos madera:** clarinete, saxofón
- **Percusión:** timbales, platillos, redoblante, bombo.

Para los ensayos fuera de fechas especiales se destina un tiempo de 4 horas, 5 días de cada semana, para estos se les otorga elementos de protección auditiva tipo inserción a los músicos y los ensayos no ocurren siempre en recintos cerrados como los salones de música, algunos también son realizados en espacios al aire libre mientras se practican al mismo tiempo formaciones y ritmos de toque mientras marchan.

Figura 4. Fotografías de ensayo banda de músicos Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba



Fuente: Fotografías tomadas por los autores

Según varios estudios, los músicos orquestales profesionales a menudo están expuestos a sonidos (el llamado "ruido orquestal") a niveles que exceden los valores de acción de exposición. Los músicos orquestales clásicos generalmente están expuestos a los sonidos en los niveles A ponderado continuos equivalentes de sonido de presión de 81 - 90 dB, durante 20-45 h por semana. De acuerdo con el modelo ISO 1999: 1990, (9) las exposiciones ocupacionales a niveles de sonido superiores a los 40 años de empleo pueden causar una pérdida auditiva superior a 35 dB (expresada como promedio del nivel de umbral auditivo en 2, 3 y 4 kHz) en hasta el 26% de las personas. El mayor riesgo (más del 20%) está relacionado con tocar la trompeta, la trompeta, la tuba y la percusión.(10)

La exposición sonora bilateral de músicos de orquesta sinfónica clásica se evaluó mediante dosimetría de ruido simultáneamente en el oído izquierdo y derecho. Confirmó que "la exposición al sonido depende significativamente del instrumento específico y el repertorio interpretado por el músico expuesto". Los conciertos, los ensayos en grupo y la práctica individual contribuyeron significativamente a la exposición al sonido. Los intérpretes de cuerdas altas fueron expuestos de 82 a 98 dBA y su oreja izquierda fue expuesta 4.6 dB más que la oreja derecha. (10)

Debido a la insuficiente evidencia audio métrica de pérdida de audición causada únicamente por la exposición a la música, todavía hay desacuerdo y especulación sobre el riesgo de pérdida de audición en músicos profesionales debido a su sobreexposición a la música sola. Se ha demostrado que la distribución de la pérdida auditiva entre los músicos correspondía a la de la población general, pero los músicos altamente expuestos tenían una pérdida auditiva algo mayor en frecuencias superiores a 3 kHz que los menos expuestos. Los músicos también están menos expuestos a otros contaminantes que generalmente se encuentran en entornos industriales, como vibraciones o sustancias químicas. (10)

Normalmente los signos de pérdida de audición se presentan con varios años de servicio y se tiene referenciada hacia el manejo de armamento durante la vida institucional demeritando el tiempo que el personal desarrolla otras actividades del servicio que pueden llegar a ser factor determinante en el desarrollo de patologías auditivas. Es por esta razón que se decide realizar un estudio donde se obtenga datos cuantificados de exposición que permitan establecer un historial/cronología de la exposición y así contar con información que permita al personal médico establecer posibles relaciones de causalidad en otras actividades y factores de riesgo con la pérdida auditiva.(11)

3. Justificación

Es conveniente realizar el estudio planteado ya que se ha evidenciado que el personal que integra la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes del Ejército Nacional, se encuentra expuesto a diferentes fuentes de ruido sin ningún tipo de protección, lo que hace necesario cuantificar el nivel de riesgo y así generar controles adecuados.

En cumplimiento con la normatividad vigente Ejército Nacional de Colombia se compromete a designar los recursos necesarios para desarrollar actividades permanentes, de conformidad con el SG-SST, actuando de acuerdo a normatividad relacionada a continuación:

- Decisión de la CAN 584 de 2004(12). Las Fuerzas Militares de Colombia deberán adoptar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para todo el personal.
- Decreto 094 de 1989(13). Por el cual se reforma el estatuto de la capacidad sicofísica, incapacidades, invalideces e indemnizaciones del personal de Oficiales y Suboficiales de las Fuerzas Militares y de la Policía Nacional, Soldados, Grumetes, Agentes, Alumnos de las Escuelas de Formación y personal civil del Ministerio de Defensa y la Policía Nacional

- Decreto 1795 de 2000(14). Por el cual se estructura el Sistema de Salud de las Fuerzas Militares y de la Policía Nacional
- Decreto 1796 de 2000.(15) "Por el cual se regula la evaluación de la capacidad sicofísica y de la disminución de la capacidad laboral, y aspectos sobre incapacidades, indemnizaciones, pensión por invalidez e informes administrativos por lesiones, de los miembros de la Fuerza Pública, Alumnos de las Escuelas de Formación y sus equivalentes en la Policía Nacional, personal civil al servicio del Ministerio de Defensa Nacional y de las Fuerzas Militares y personal no uniformado de la Policía Nacional vinculado con anterioridad a la vigencia de la Ley 100 de 1993
- Ley 1562 de 2012 (16) "Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional"; se cambió el concepto de Salud Ocupacional por Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Decreto 1072 de 2015 (17) Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo el cual contempla como mínimo los siguientes aspectos:

A. El programa de medicina Preventiva y del Trabajo

B. El programa de Higiene y Seguridad Industrial

- Resolución 0312 de 2019 (18) Por la cual se definen los estándares mínimos del SG-SST

1. El proceso de la Higiene Industrial como parte del SG SST está dirigido a establecer las mejores condiciones de saneamiento básico industrial y crear procedimientos que conlleven a eliminar o controlar los factores de riesgo que se originen en los lugares de trabajo y que puedan ser causa de enfermedades o accidentes de trabajo.

2. Evaluación de la exposición a ruido como un elemento del programa de Higiene Este sistema se utiliza para poder medir a que nivel de riesgo se encuentra expuesto a ruido el personal que labora en el ejército nacional en la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba

Aquí podremos analizar los resultados y tomar las medidas respectivas como plan de mejoramiento, elaborando actividades para la disminución del riesgo y alargar la vida profesional y física de los trabajadores.

Normatividad Institucional para calificación de la pérdida de la capacidad laboral Decreto 094 de 1989: Por el cual se reforma el estatuto de la capacidad sicofísica, incapacidades, invalideces e indemnizaciones del personal de Oficiales y Suboficiales de las Fuerzas Militares, soldados, Alumnos de las Escuelas de Formación y personal civil del Ministerio de Defensa (13)

Al interior de las Fuerzas Militares de Colombia no se cuenta con jurisprudencia específica para el riesgo en estudio, sin embargo, para la evaluación de la capacidad psicofísica y disminución de la

capacidad laboral se tiene como referencia el DECRETO 1796 DE 2000, en el que se indican los parámetros que se describen a continuación: (15)

- ARTÍCULO 3. Calificación de la capacidad psicofísica. La capacidad psicofísica para ingreso y permanencia en el servicio del personal de que trata el presente decreto, se califica con los conceptos de apto, aplazado y no apto. Es apto quien presente condiciones psicofísicas que permitan desarrollar normal y eficientemente la actividad militar, policial y civil correspondiente a su cargo, empleo o funciones. Es aplazado quien presente alguna lesión o enfermedad y que, mediante tratamiento, pueda recuperar su capacidad psicofísica para el desempeño de su actividad militar, policial o civil correspondiente a su cargo, empleo o funciones. Es no apto quien presente alguna alteración psicofísica que no le permita desarrollar normal y eficientemente la actividad militar, policial o civil correspondiente a su cargo, empleo o funciones. (15)
- ARTÍCULO 8. Exámenes para retiro. El examen para retiro tiene carácter definitivo para todos los efectos legales; por tanto, debe practicarse dentro de los dos (2) meses siguientes al acto administrativo que produce la novedad, siendo de carácter obligatorio en todos los casos. Cuando sin causa justificada el retirado no se presentare dentro de tal término, dicho examen se practicará en los Establecimientos de Sanidad Militar o de Policía por cuenta del interesado. Los exámenes médico-laborales y tratamientos que se deriven del examen de capacidad psicofísica para retiro, así como la correspondiente Junta Médico-Laboral Militar o de Policía, deben observar completa continuidad desde su comienzo hasta su terminación. (15)
- ARTÍCULO 9. Exámenes periódicos y su obligatoriedad. Las Direcciones de Sanidad podrán disponer la práctica de los exámenes periódicos que estimen indispensables para establecer el estado de capacidad psicofísica en que se encuentra el personal activo de que trata el presente decreto. Es obligatorio someterse a tales exámenes y a las revisiones, tratamientos, prácticas y restricciones que se ordenen. (15)
- ARTÍCULO 30. Enfermedad profesional. Se entiende por enfermedad profesional todo estado patológico que sobrevenga como consecuencia obligada de la clase de labor que desempeñe o del medio en que realizan su trabajo las personas de que trata el presente decreto, bien sea determinado por agentes físicos, químicos, ergonómicos o biológicos y que para efectos de lo previsto en el presente decreto se determinen como tales por el Gobierno Nacional. (15)

4. Pregunta de investigación

¿Cuáles son las actividades necesarias para evaluar y controlar la exposición ocupacional al ruido en personal militar y civil de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá?

5. Marco teórico

Para hablar de exposición ocupacional con relación al ruido de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba se deberán aclarar conceptos como:

5.1. Términos y definiciones

5.1.1. Expuesto

Hace referencia a la persona que se encuentra o no en contacto con una agente que le puede causar daño. Es una variable de tipo cualitativo dicotómico (Si/No) (19)

5.1.2. Agente

Lo que puede causar daño. Estos se clasifican en: sustancias, energías, entes biológicos, ergonómicos, socioeconómicos entre otros. Para el objeto de estudio usaremos el ruido que se encuentra clasificado como energía (19)

5.1.3. Exposición

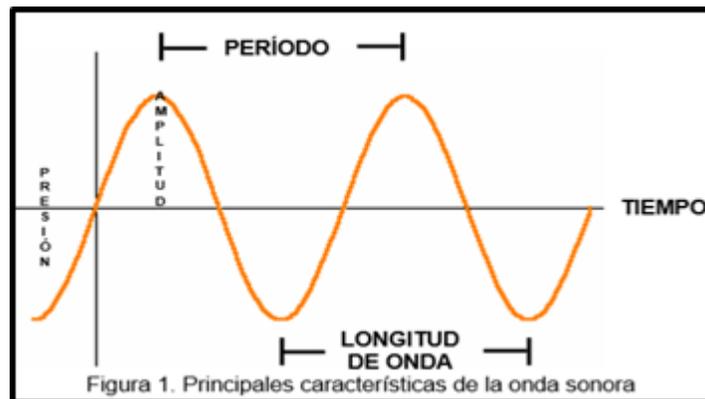
Se habla de exposición cuando lo que se pone en contacto con la persona lo daña, sin importar la magnitud del daño, se debe establecer el contacto entre uno o más agentes, y una o varias personas, sin embargo, la exposición puede ser diferente para las diferentes personas, aun cuando el agente y otras condiciones sean iguales. Esta es cuantificable en cuanto existe una escala de medición que señala su magnitud (19)

Definidos estos conceptos, se debe realizar una evaluación de la exposición ocupacional a la población en estudio, la cual se entiende como por el proceso de definición de perfiles de exposición y determinación de aceptabilidad de las exposiciones a los agentes ambientales en el lugar de trabajo. Para realizar una evaluación de la exposición adecuada se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Establecer una estrategia puntual para la evaluación
- Realizar una caracterización de la población objeto del estudio (definir GES, perfiles de trabajadores a tener en cuenta y trabajadores excluidos) (1)
- Evaluación de la exposición en el lugar del trabajo con base a la información obtenida con anterioridad.
- Consultar información adicional relacionada con la evaluación en estudio
- Realizar periódicamente evaluaciones rutinarias. Definir procedimientos de control de exposición
- Documentar y comunicar hallazgos (1)

El ruido materia de este estudio se define como un sonido desagradable o no deseado que está compuesto por una combinación no armónica de sonidos que se transportan por medio de ondas, estas tienen las características mostradas en la figura 1. (20)

Figura 5. Diagrama características de la onda de sonido



Fuente: GATISO Hipoacusia (20)

- Longitud de Onda: Distancia entre dos máximos o mínimos de presión sucesivos (20)
- Amplitud: Máximo desplazamiento que sufre una partícula en vibración o máxima presión en un ciclo (20)
- *Período*: Tiempo en que se efectúa un ciclo completo y está dado en segundos u otra unidad de tiempo (20)
- Frecuencia: Número de ciclos por unidad de tiempo, sus unidades son generalmente ciclos por segundo o hertz (Hz); así, un número alto de ciclos por segundo dará lugar a un tono agudo y un número bajo a un tono grave. Los sonidos audibles tienen una frecuencia comprendida entre 16 y 20.000 Hz o ciclos por segundo (cps); por encima y por debajo de estas frecuencias están los ultrasonidos y los infrasonidos, respectivamente. La frecuencia está relacionada con el período según la fórmula: $f = 1 / T$ (20)

En el ámbito laboral las características asociadas con la sordera y el diseño de las medidas de control son:

- *Nivel de presión sonora*. La presión sonora es la característica que permite oír un sonido a mayor o menor distancia e indica la cantidad de energía que transporta el sonido para su propagación. Esta presión se referencia con respecto a una presión estándar que corresponde aproximadamente al umbral de la audición a 1000 Hz. El nivel de presión sonora indica, entonces, qué tanto más fuerte es el sonido que se está midiendo con respecto al mencionado umbral. Puesto que el oído humano tiene la capacidad para detectar una amplia gama de

niveles de presión sonora (10 a 102 Pascales), estos niveles se miden en una escala logarítmica cuya unidad son los decibeles (dB). A mayor nivel de presión sonora, mayor es la probabilidad del daño auditivo (20)

- *Espectro de frecuencias:* En general, el ruido se conforma por la unión de sonidos de distinta frecuencia, y su sonoridad depende de las contribuciones relativas de cada una de las frecuencias presentes y de las intensidades de las mismas. La representación gráfica de dicha composición es lo que se denomina espectro de frecuencias. Los ruidos en cuyo espectro de frecuencias predominan los tonos agudos (frecuencias superiores a 2000 Hz en bandas de octava) son más dañinos que aquellos en los que predominan los tonos graves (frecuencias menores a 2000 Hz) (20)

5.2. Tipos de ruido

- *Ruido continuo o intermitente:* es aquel cuyo nivel de presión sonora permanece constante o casi constante, con fluctuaciones hasta de un segundo, y que no presenta cambios repentinos durante su emisión (3)
- *Ruido impulsivo o de impacto:* es aquel cuyas variaciones en los niveles de presión sonora involucran valores máximos o intervalos mayores de uno por segundo. Cuando los intervalos son menores de un segundo, podrá considerarse el ruido como continuo (3)

En general, considerando ruidos de intensidades sonoras y espectros de frecuencias similares, el ruido impulsivo es más nocivo que el ruido continuo y éste es más nocivo que el ruido intermitente. No es raro que en un mismo lugar de trabajo coexistan los diferentes tipos de ruido. (20)

Tabla 3. Comparación de límites de exposición ocupacional

Colombia Resolución 1792 de mayo de 1990		GATISO Hipoacusia		ACGIH		NIOSH	
dB	Tiempo de exposición	dB	Tiempo de exposición	dB	Tiempo de exposición	dB	Tiempo de exposición
85dB	8	85dB	8	80dB	24	80dB	25
90dB	4	88dB	4	82dB	16	85dB	8
95dB	2	91dB	2	85dB	8	90dB	2
100dB	1	94dB	1	88dB	4	93dB	1
105dB	30 min	97dB	30 min	91dB	2	95dB	47 Min

110dB	15 min	100dB	15 min	94dB	1	100dB	11 min
115dB	7.5min	103dB	7 min	97dB	30 min	105dB	4 min
		106dB	3 min	100dB	15 min		
		109dB	1.5 min	103dB	7 min		

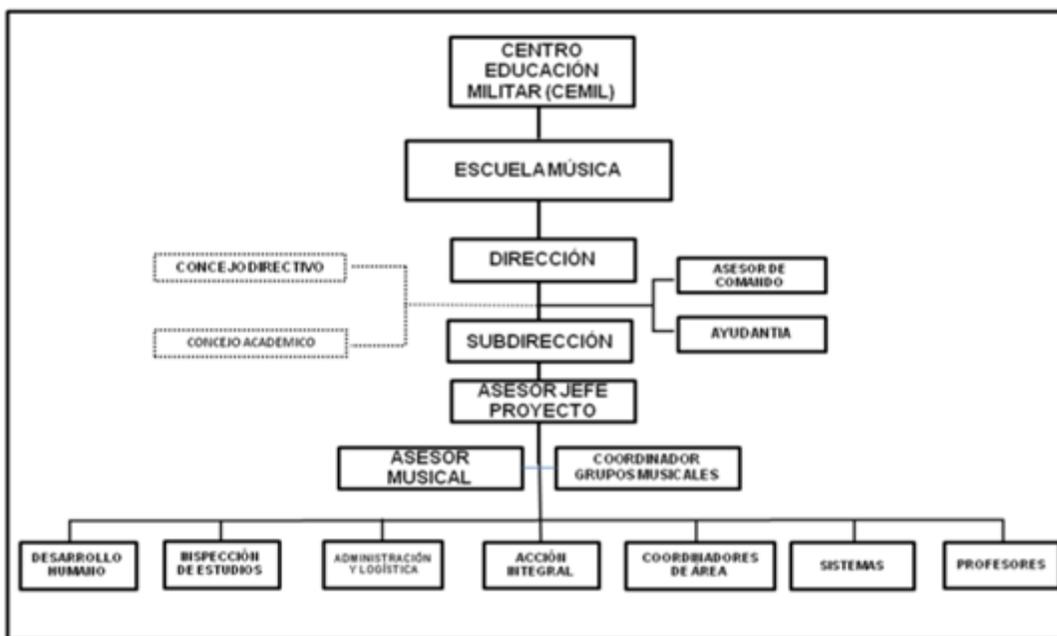
Fuente: Creación de los autores (20-22)

Según la Resolución 1792 de 1990 (21) para Colombia no se permite ningún tiempo de exposición a ruido continuo o intermitente por encima de 115 dB (A) de presión sonora; cuando la exposición diaria conste de dos o más periodos de exposición a ruido continuo o intermitente de diferentes niveles sonoros y duración, se considerará el efecto combinado de las distintas exposiciones en lugar del efecto individual.

5.3.Contexto Ejército Nacional de Colombia

El Ejército Nacional de Colombia cuenta con una historia de más de doscientos años de tradición musical y las bandas son pieza fundamental en el transcurso de la historia de nuestro país, dentro de las cuales se destaca la Banda Sinfónica del Ejército Nacional, la Banda de Músicos y de Guerra del Batallón de Infantería No 37 “Guardia Presidencial” y del Batallón de Policía Militar No 15 “Cacique Bacatá, entre otras”.

Figura 6. Estructura organizacional del Ejército Nacional de Colombia



Fuente: Pagina Web Ejercito Nacional de Colombia

Sin embargo el Ejército Nacional de Colombia no cuentan con una Escuela que capacite al personal de Suboficiales, Soldados y Civiles músicos que conforman las diferentes bandas musicales de la fuerza, lo cual no permite exaltar su categoría cultural a la de países Europeos, Norteamericanos y Latinoamericanos como se destacan los Ejércitos Nacionales de las Repúblicas de Chile, Canadá, Argentina, Bolivia y Brasil, las cuales son pieza fundamental en la estrategia de acción integral con relación a la imagen y el acercamiento de la institución a la población civil y una posible solución al posconflicto.

También se busca cautivar y cultivar un público que reconozca en estas bandas el amor por las artes, difundiendo y protegiendo el patrimonio cultural de la nación. Aunque se cuenta con los músicos integrantes de la banda sinfónica del Ejército como recurso humano en el cuerpo docente para poner en funcionamiento la escuela de música, es necesario capacitarlos, puesto que el 50% de ellos son titulados con un pregrado en música o lo están terminando y tan solo el 1% se han preparado para ser pedagogos.

Entre tantos objetivos que tiene el crear esta escuela de música, el Ejército Nacional de Colombia tratará de:

- Proyectar su imagen cultural por todo el país en especial en las regiones que no gozan del privilegio de poseer bandas.
- Difundir el repertorio militar, folclórico y sinfónico nacional e internacional al público en general.
- Reafirmar compromisos comunes a través del trabajo en conjunto y creación de espacios de convivencia que contribuyen al mutuo respeto, permitiendo la regulación de los conflictos por vías no violentas.
- Impulsar la participación comunitaria en torno de proyectos e intereses no comunes.
- Promocionar nuevos planes de vida individuales y colectivos mediante la generación de alternativas que permitan enfrentar fenómenos de violencia.
- Educar en las comunidades la apreciación de lo cultural y artístico.
- Reconocer, valorar y apropiarse la música militar, colombiana y universal por parte de las comunidades.

5.3.1. *Escuela de Música castrense 16*

- Reconocer por parte de los integrantes de sus propias potencialidades musicales y expresivas, así como la construcción de vínculos que les permitan tener confianza en sí mismos, en los otros y por parte de los demás hacia ellos.
- Valorar la dimensión artística en la educación militar.
- Aprovechar la música en el conflicto y posconflicto.
- Con esta aclaración damos por entendido que la educación debe mantenerse en constante evolución, abriendo paso a nuevas teorías que optimicen y actualicen los procesos

formativos que suplan las necesidades de la comunidad del Ejército Nacional de Colombia y porque no de la nación.

La Escuela de música del Ejército Nacional cuenta con un cuerpo docente proveniente de los miembros de la Banda Sinfónica del Ejército Nacional, aunque no cuenta con la formación académica idónea, puesto que 50% de ellos son titulados con un pregrado en música o lo están terminando y tan solo el 1% se han preparado para ser pedagogos formándose en la Universidad Pedagógica de Colombia, es necesario tomar medidas acerca de este tema, buscando el bienestar de la institución y sus miembros, al apoyarlos e incentivarlos a formarse académicamente, tal vez creando convenios con ministerios como el de cultura y educación, para acceder a programas académicos como la profesionalización en Música “Colombia Creativa”, y así impulsar y mejorar la calidad de vida de muchos colombianos.

Se entiende por personal civil aquella persona que lo rige la Ley 100 de 1993(22), que labora con las fuerzas Militares sin tener algún tipo de subordinación de tipo militar. Así mismo se encuentra afiliado al Sistema General de Seguridad Social, con los beneficios que este representa. Y por personal Militar la persona que tiene como profesión el ser militar, cumplir con el objetivo institucional que es velar por la seguridad y soberanía del país.

5.3.2. *Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba*

Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia tiene como misión formar integralmente a los futuros oficiales del Ejército con sólidas competencias profesionales en Ciencias Militares y otras disciplinas fundamentadas en principios y valores institucionales, para que sean líderes comandantes de pelotón en función del desarrollo, seguridad y defensa nacional. Para ello al interior de sus competencias académicas se encuentra incluida la formación musical para lo que se cuenta con diferentes grupos musicales a los que pertenecen los cadetes en formación.

6. Estado del arte

El estado del arte del presente estudio se encuentra en el Anexo 1. Estado del arte.

7. Objetivos

7.1. Objetivo General

Evaluar la exposición ocupacional a ruido en personal militar y civil de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá en el año 2019.

7.2. *Objetivos Específicos*

1. Caracterizar los procesos de trabajo y las fuentes generadoras de ruido al interior de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá.
2. Diseñar un protocolo de evaluación de la exposición ocupacional al ruido al interior de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá.
3. Medir la exposición ocupacional al ruido del personal militar y civil de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá.
4. Diseñar un sistema de información para la recopilación de la información asociada a la evaluación de la exposición a ruido como medio de consulta.
5. Proponer estrategias de control de la exposición a ruido, en las actividades y procesos de trabajo que sobrepasen el nivel de acción.

8. Metodología

8.1. *Tipo de estudio*

El presente estudio es de carácter descriptivo prevalente, de tipo transversal en el tiempo. De carácter observacional. Donde se estudiarán los niveles de exposición a ruido de los integrantes de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba.

8.2. *Aspectos éticos*

El objetivo de la salud ocupacional es promover y proteger la salud de los trabajadores (23), mejorando y manteniendo las condiciones óptimas de trabajo, procurando entregar a la sociedad y su familia al trabajador tal como inicia su vida laboral, es por esta razón que en los últimos años los términos Salud Ocupacional, Seguridad y Salud en el Trabajo han tomado gran relevancia en nuestra sociedad, diferentes áreas del conocimiento han volteado su vista a esta disciplina que se aplica desde hace varios años pero que se tenía olvidada, facilitando la integración de diferentes componentes que facilitan la protección de los trabajadores sin importar la actividad económica en la que se desempeñen.

La práctica de la salud ocupacional se debe orientar hacia el logro sus objetivos, los cuales fueron definidos por OIT y OMS en 1950, y actualizados por el Comité Conjunto de Salud Ocupacional OIT/OMS en 1995, como se cita a continuación: “La salud ocupacional debe enfocarse a: La promoción y mantenimiento del más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones; la prevención de daños a la salud causados por sus condiciones de trabajo; la ubicación y mantenimiento de trabajadores en un ambiente de trabajo adaptado a sus capacidades fisiológicas y psicológicas; y, para resumir, la adaptación del trabajo al hombre, y de cada hombre a su tarea (23)

Esta evaluación de la exposición ocupacional a ruido de los integrantes de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba busca identificar si los trabajadores se ven expuestos a condiciones que puedan afectar su estado de salud, con el fin de generar recomendaciones y medidas de control buscando la mejora de las condiciones laborales.

El campo de la salud ocupacional es amplio y abarca la prevención de todos los daños derivados del trabajo, los accidentes de trabajo, los trastornos relacionados con el trabajo, incluyendo las enfermedades profesionales, y todos los aspectos relacionados con las interacciones entre el trabajo y la salud. Los profesionales de la salud ocupacional deben involucrarse en cuanto sea posible, en el diseño y selección de equipos de seguridad y salud ocupacional, métodos y procedimientos apropiados, prácticas de trabajo seguras y deben promover la participación de los trabajadores en este campo, así como fomentar el aprendizaje basado en la experiencia.(23)

8.3. Entregables por objetivo

Tabla 4. Entregables por objetivo

Objetivo específico	Actividades a realizar	Entregables de cada actividad	Recursos
1. Caracterizar los procesos de trabajo y las fuentes generadoras de ruido al interior de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia.	1. Visita de campo a las instalaciones 2. Inspección 3. Inventario de tareas con exposición a ruido 4. Inventario de fuentes generadoras de ruido 5. Inventario de trabajadores expuestos	Informe de vista Lista de chequeo diligenciada Base de datos de tareas.	1. Apoyo logístico 2. equipos de mediciones ambientales (sonómetro).
2. Diseñar un protocolo de evaluación de la exposición ocupacional al ruido al interior la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia.	1. Establecer las políticas 2. establecer el equipo de profesionales para la evaluación 3. establecer los criterios de evaluación 4. establecer el personal que se está más expuesto para la evaluación.	Presentación del protocolo de evaluación. Divulgación de las estadísticas de evaluación.	1. Apoyo Logístico. 2. Asesoría por personal idóneo (tutorías)
3. Medir la exposición ocupacional al ruido del personal militar y civil de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del	1. tener establecido el personal a realizar las mediciones 2. Inspeccionar el área la cual se le realizara las mediciones 3. analizar los instrumentos	Informe de las mediciones	1. Apoyo logístico 2. equipos de mediciones ambientales (sonómetro)

Ejército Nacional de Colombia	utilizados que produzcan el ruido 4. verificar el tiempo de exposición		
4. Diseñar un sistema de información para la recopilación de la información asociada a la evaluación de la exposición a ruido como medio de consulta.	Elaborar un programa para tener archivada y actualizada la información de la evaluación, donde pueda generar una estadística.	Informe de las mediciones. Informe de recomendaciones.	1. Apoyo logístico 2. Equipos de mediciones ambientales (sonómetro) 3. Asesoría por personal idóneo (tutorías)
5. Proponer estrategias de control de la exposición a ruido, en las fuentes generadoras que sobrepasen los límites permisibles.	Establecer recomendaciones para el control de las fuentes de ruido	Informe de recomendaciones	1. Apoyo logístico 2. equipos de mediciones ambientales (sonómetro)

Fuente: Elaboración de los autores

8.4. Cronograma

Para la ejecución del presente estudio se planteó un cronograma de actividades donde se relacionan las tareas a realizar y la proyección en tiempo de su ejecución ver Anexo 2.

8.5. Presupuesto

Tabla 5. Presupuesto

<i>Presupuesto</i>			
CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Pasajes desplazamiento zona urbana	10	\$2.500	\$250.000
Gastos de papelería	80	\$200	\$16.00
TOTAL	10	\$2.500	\$250.000

Fuente: Elaboración de los autores

8.6. Recursos

Tabla 6. Recursos humanos

<i>Recursos Humanos (investigadores, secretarías, auxiliares, etc.)</i>		
PERSONAL	PERFIL PROFESIONAL	DEDICACION
Tres (3) personas	Estudiantes de higiene industrial	Tres (3) horas diarias
Uno (1)	Docente de Especialización Higiene	Tres (3) horas semanales

Industrial

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 7. Recursos físicos

Recursos Físicos (papelería, equipos, reactivos, viajes, hospedaje, etc.)			
CONCEPTO	CARACTERISTICA	CANTIDAD	DISPOSICION REQUERIDA
Equipo de computo	Equipo de cómputo con Office habilitado. Conexión a internet	Tres	Disponibilidad permanente
Papelería	Resma de papel tamaño carta	Una	Disponibilidad permanente
Sonómetros	Sonómetros	Dos	Disponibilidad durante la ejecución de las mediciones
Dosímetros	Dosímetros	Siete	Disponibilidad durante la ejecución de las mediciones
Pistofono	Pistofono de confirmación	Uno	Disponibilidad durante la ejecución de las mediciones

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 8. Recursos financieros

Recursos financieros			
CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Pasajes desplazamiento zona urbana	10	\$2.500	\$250.000
Gastos de papelería	80	\$200	\$16.00
TOTAL	10	\$2.500	\$250.000

Fuente: Elaboración de los autores

9. RESULTADOS

9.1. Caracterización de los procesos de trabajo y fuentes generadoras de ruido

Con el fin de realizar una caracterización de los procesos de trabajo y fuentes generadoras de ruido inicialmente se realizó una visita de reconocimiento en las instalaciones de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, posteriormente se realizaron nuevas visitas donde por medio de entrevistas y aplicación de formatos los integrantes de la banda de músicos describen las tareas específicas realizadas, tiempos de trabajo y descanso, cotidianidad de las actividades entre otros aspectos. Luego de obtener la información requerida se realizó un análisis de las diferentes variables identificadas para su posterior tabulación.

9.1.1. Visita de campo a las instalaciones

Durante el mes de septiembre de 2019 se realizaron 4 visitas a las Instalaciones de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia, en la cual se entrevistó a los integrantes de la banda de músicos por medio del formato uno relacionado en el anexo tres “**Evaluación de las condiciones de exposición**”; el cual fue desarrollado tomando como base las recomendaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC 4114 de 1997 Seguridad Industrial Realización de Inspecciones Planeadas (24)

En dicha entrevista se indago sobre las características y las dinámicas de las actividades realizadas por la población objeto, las cuales se dividieron en 2 grandes grupos: actividades desarrolladas en la Banda de músicos y las actividades desarrolladas por la Banda de músicos en compañía de la Banda de Guerra; esto para permitir discriminar márgenes de exposición ante altas frecuencias de ruido directamente relacionadas a la cantidad de instrumentos musicales que son interpretados al mismo tiempo, además del deseo de corroborar la declaración de la Banda de músicos, en la cual mencionan a la banda de guerra como responsable de cualquier exposición ocupacional nociva para la agudeza auditiva.

Tabla 9. Descripción de las actividades y tareas realizadas durante la práctica en la banda de músicos

Descripción de las actividades y tareas realizadas durante la practica con la banda	
Vuelta a la Escuela Militar	Recorrido diario a la escuela militar interpretando los instrumentos, esta se realiza de forma previa a los ensayos diarios y tiene una duración de 15 minutos.
Ensayos	Realizados diariamente en el salón de música de la banda, para practicar las partituras de las melodías que interpretarán en los eventos próximos, participa toda la banda y tienen una duración de 2 o de 4 horas.
Toques de Himnos y marchas	Ejercicio realizado con el acompañamiento de las partituras para todas las melodías a interpretar, participan todos los integrantes de la banda y se

Descripción de las actividades y tareas realizadas durante la practica con la banda	
	realiza una vez cada 2 días.
Tatoo Militar	Ejercicio de interpretación de ritmos militares, realizado en formación sin partituras, la cantidad de participantes de la banda depende del espacio del lugar del evento, tiene una duración de 20 min. Y es realizado 1 vez cada 4 meses, sin embargo hay meses como Noviembre en que es semanal.
Ceremonias Militares	Evento realizado 2 veces al mes en exteriores, excepto al ser entrega de medallas (se realiza en el coliseo), tienen una duración de entre 1 y 3 horas (dependiendo del evento celebrado) y cuentan con la participación de toda la banda de músicos, las interpretaciones se realizan sin partituras.
Juramento a la Bandera y licenciamiento de soldados	Ceremonias realizadas a campo abierto de 2 a 4 veces por semestre en exteriores, cuentan con la participación de toda la banda de músicos y tiene una duración de 2 horas por ceremonia.
Ofrendas Florales	Reconocimientos realizados a altos rangos militares extranjeros que visitan el país, en estos eventos se realiza la interpretación del himno nacional de Colombia y del país o países de los visitantes, la formación de la banda es por cuerdas (familias de instrumentos), su duración es de 45 minutos y se realiza 2 veces al mes.
Sepelios Militares	Rendición de honores a los militares caídos e interpretación de himnos (Nacional y de la Escuela militar), la actividad tiene una duración de 6 horas, se realiza en la iglesia y el cementerio, la cantidad de músicos va de acuerdo a la disponibilidad y se realiza 1 o 2 veces por mes.
Eucaristía semanal	Evento realizado todos los sábados y ocasionalmente los viernes, cuenta con la asistencia de la mitad de la banda de músicos (por tamaño de la iglesia) y en ella se realiza la interpretación de los himnos de Colombia y de la Escuela Militar, con el apoyo ocasional en algunos coros, su duración va de 1 hora a 1 hora y 30 minutos (dependiendo del párroco).
Toques de Papayeras	Actividad realizada bajo programación, carece de partituras y los temas musicales interpretados son tocados según la memoria de los músicos y las peticiones de los asistentes, en esta actividad la cantidad de músicos dependen del tamaño del lugar en que se presentan, su duración es de máximo 1 hora y se realiza en promedio cada 15 días.
Conciertos	Evento privado realizado en teatros a solicitud de generales u otros militares de alto rango, su contenido es de repertorio sinfónico clásico, cuenta con la participación de todos los integrantes de la banda de

Descripción de las actividades y tareas realizadas durante la practica con la banda	
	músicos, su duración es de 30 minutos y se realizan 2 veces por año.
Actividades de Integración Social	Toques y conciertos en colegios, la Universidad Militar, hogares geriátricos y poblaciones vulnerables, cuentan con la participación de toda la banda, incluye marchas interpretando los instrumentos, tienen una duración de 7 a 8 horas por evento y se realiza 1 por semana.

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 10. Descripción de las actividades y tareas realizadas durante la práctica con la banda de guerra.

Descripción de las actividades y tareas realizadas durante la práctica con la banda de guerra	
Ensayos de Ceremonias	Realizados a campo abierto y con formación por cuerdas, la banda de músicos se ubica en medio de la banda de guerra, incluye ejercicios marchando y formados y puede durar desde 2 hasta 12 horas continuas con descansos ocasionales de entre 10 y 30 minutos, su frecuencia depende de las ceremonias que se programe realizar.
Ceremonias	Realizados a campo abierto y con formación por cuerdas, la banda de músicos se ubica en medio de la banda de guerra, incluye ejercicios marchando y formados y puede durar de 2 a 3 horas con descansos ocasionales de entre 12 y 30 minutos, al marchar la banda de guerra interpreta sus instrumentos tras la banda de músicos.
Misa de Gala	Se realiza una vez por mes, la cantidad de músicos de ambas bandas es reducida por el espacio en la iglesia, al marchar la banda de guerra va detrás de la banda de músicos, en la eucaristía las posiciones se invierten, esta tiene una duración de hora a hora y media y únicamente se interpretan los Himnos Nacional y de la Escuela Militar.
Sepelios Militares	Rendición de honores a los militares caídos e interpretación de himnos (Nacional y de la Escuela militar), la actividad tiene una duración de 6 horas, se realiza en la iglesia y el cementerio, la cantidad de músicos va de acuerdo a la disponibilidad y se realiza 1 o 2 veces por mes.

Fuente: Elaboración de los autores

9.1.2. Inventario de fuentes generadoras de ruido

Con el fin de conocer las fuentes emisoras de ruido a las que se encuentra expuesto el personal que integra la banda de músicos se realiza un inventario de instrumentos usados distribuidos por familia viento madera y percusión, que más adelante serán insumo para establecer los grupos de exposición

similar y la estrategia de muestreo. Las características técnicas de cada instrumento son extraídas de las fichas técnicas del fabricante.

Tabla 11. Descripción de los instrumentos usados en la banda de músicos

Familia	Nombre	Imagen	Características
<p>Viento madera</p>	<p>Clarinete</p>		<p>Instrumento musical de la familia de los instrumentos de viento-madera que consta de una boquilla con caña simple</p> <p>Consigue un sonido particularmente cálido</p> <p>Afinación: 440Hz-442Hz</p> <p>Cuerpo: 95% Madera de granadillo teñida, 5% fibra de policarbonato y resina.</p>
<p>Viento madera</p>	<p>Saxo alto</p>		<p>Generalmente está hecho de latón y consta de una boquilla de plástico, madera o de metal con una única caña.</p> <p>Contiene 25 llaves y una boquilla</p>
<p>Viento madera</p>	<p>Saxofón soprano</p>		<p>Peso 1,35 Kilogramos</p> <p>Posee una caña (lengüeta, que es la porción de madera ubicada en la boquilla que le da el sonido al instrumento) más pequeña que muchos de los otros saxofones exige una mayor presión de aire para que vibre y por lo tanto para que suene, y exige también un mayor control de la embocadura ya que un pequeño cambio produce una variación de afinación y sonido.</p>

Familia	Nombre	Imagen	Características
Viento metal	Corno francés		<p>Trompa doble de 4 cilindros macizos</p> <p>El sonido se produce por la vibración de los labios en el interior de la boquilla, por acción de la presión del aire: éste se va refinando hasta llegar al pabellón, donde se emite hacia el exterior</p>
Viento metal	Corno alto		<p>Cuenta con un orificio de .49 pulgadas, campana recta hacia arriba de 7.5 pulgadas, 3 pistones de acero inoxidable de acción ligera</p> <p>Incluye boquilla con baño de plata, estuche rígido de lujo y trapo limpiador.</p>
Viento metal	Trombón		<p>Su sonido se produce gracias a la vibración de los labios del intérprete en la parte denominada boquilla a partir de la columna del [aire] (flujo del aire).</p> <p>Las diferentes notas se obtienen por el movimiento de un tubo móvil, denominado vara, alargando la distancia que el aire en vibración debe recorrer</p>
Viento metal	Trompeta		<p>El sonido se produce gracias a la vibración de los labios del intérprete en la parte denominada boquilla a partir de la columna del aire (flujo del aire)</p>
Viento metal	Tuba sasaphone		<p>El instrumento se dobla en un círculo para caber alrededor del cuerpo del músico; termina en una gran campana que apunta hacia adelante, proyectando el sonido delante del</p>

Familia	Nombre	Imagen	Características
			músico
Viento metal	Fliscorno contralto		<p>El sonido se produce gracias a la vibración de los labios del intérprete en la parte denominada boquilla a partir de la columna del aire (flujo del aire). El Fliscorno comúnmente está afinado en Sib (bemol), es decir, un tono por debajo de la afinación escrita en el pentagrama.</p>
Percusión	Redoblante		<p>Formado por un casco de metal con bases de plástico Junto al parche inferior se halla la bordonera, con hilos que vibran cuando se golpea el parche superior. A partir de esta vibración, se obtiene el sonido característico del redoblante.</p>
Percusión	Bombo		<p>El bombo es un instrumento musical de percusión membranófono que consistente en un cilindro, generalmente de madera, en cuyos extremos se ajusta una membrana estirada que es golpeada con mazos para producir sonidos</p>
Percusión	Platillo		<p>Instrumento de percusión, consistente en un disco circular cóncavo de metal. Su centro está agujereado para, en caso de los platos chocados, dejar pasar una correa de cuero o de piel, cuya función es servir de asas o abrazaderas, y fijadas por su parte trasera</p>

Fuente: Pagina de fabricante La colonia – La tienda del músico – Yamaha instrumentos

9.1.3. Organización de la banda de músicos

Durante la visita realizada se identifica la organización interna de la banda que cuenta con cuarenta y tres (43) músicos, distribuidos en instrumentos de viento, percusión y un director de banda. A continuación se presenta un esquema de la organización del personal en el salón de ensayos.

Figura 7. Organización de la banda de músicos



Fuente: Elaboración de los autores

Figura 8. Clasificación de los instrumentos por icono

Clasificación de Instrumentos Musicales por Icono					
Color	Instrumento	Color	Instrumento	Color	Instrumento
	Saxofón Alto		Saxofón Tenor		Saxofón Soprano
	Saxofón Baritono		Clarinete Soprano		Clarinete Requinto
	Corono Francés		Trombón Tenor Bajo		fliscorno contralto
	Trombón Tenor		Trombón Tenor Bajo		Tuba Sousafon
	Trompetas en Si Bemol		Bombo, Redoblante o Platillos		Director de Banda

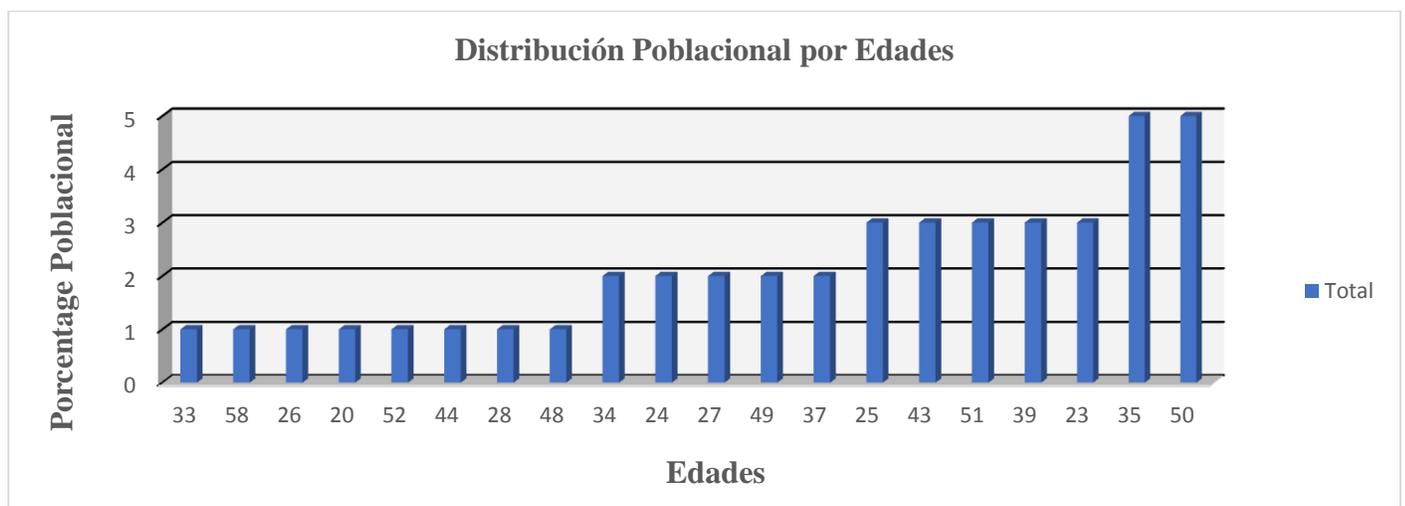
Fuente: Elaboración de los autores

9.1.4. Descripción de la población a estudio

Durante las visitas realizadas a la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba se aplicó una entrevista mediante el formato n° 1 Evaluación de las condiciones de exposición que se encuentra en el anexo n° 3.

La aplicación de dicha entrevista fue tabulada y registrada en el archivo anexo 4. Base de datos entrevistas al personal que integra la banda de músicos

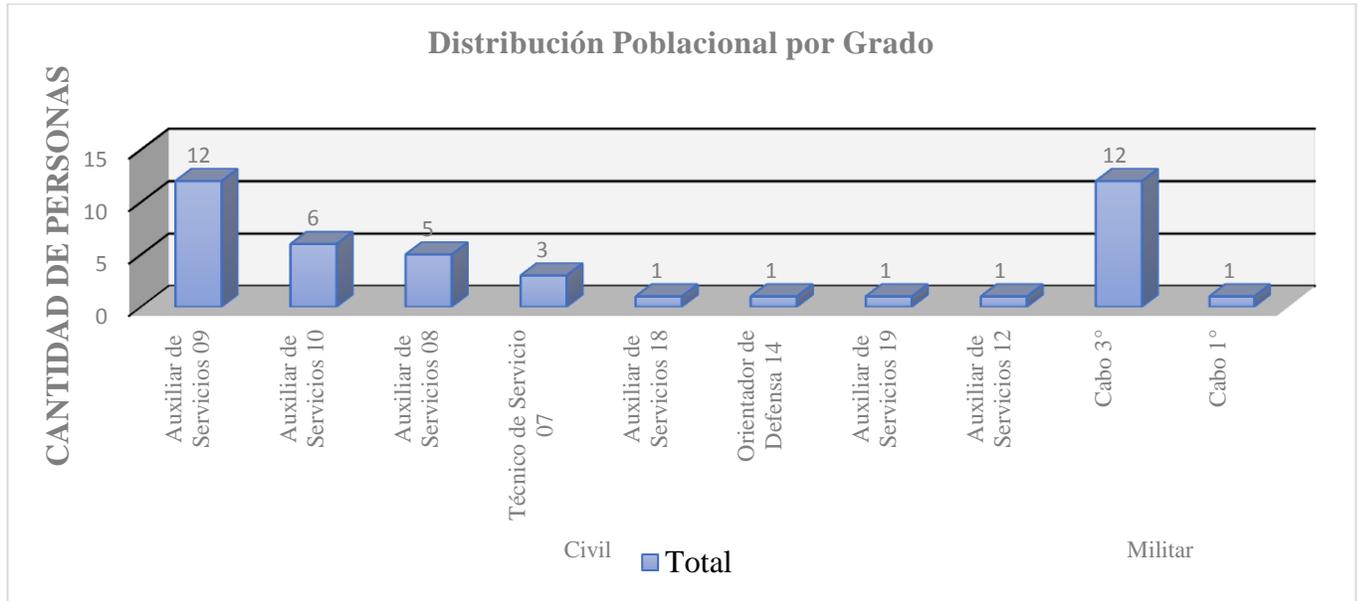
Figura 9. Distribución poblacional por edades



Fuente: Elaboración de los autores

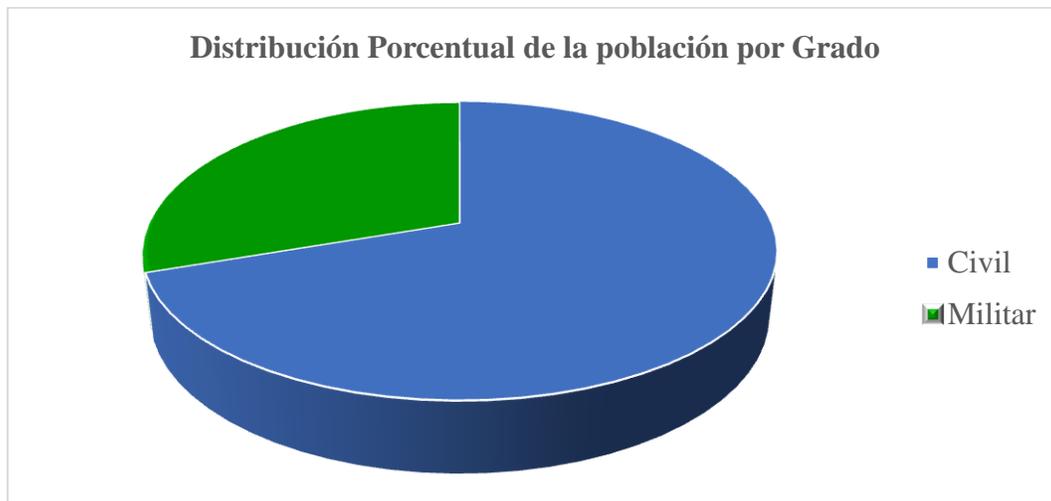
La población objeto del estudio está conformada por personas entre los 20 años de edad y los 58 años; en dicha población, el 70% de los individuos sobrepasa los 30 años de edad.

Figura 10. Distribución poblacional por grado



Fuente: Elaboración de los autores

Figura 11. Distribución porcentual por grado

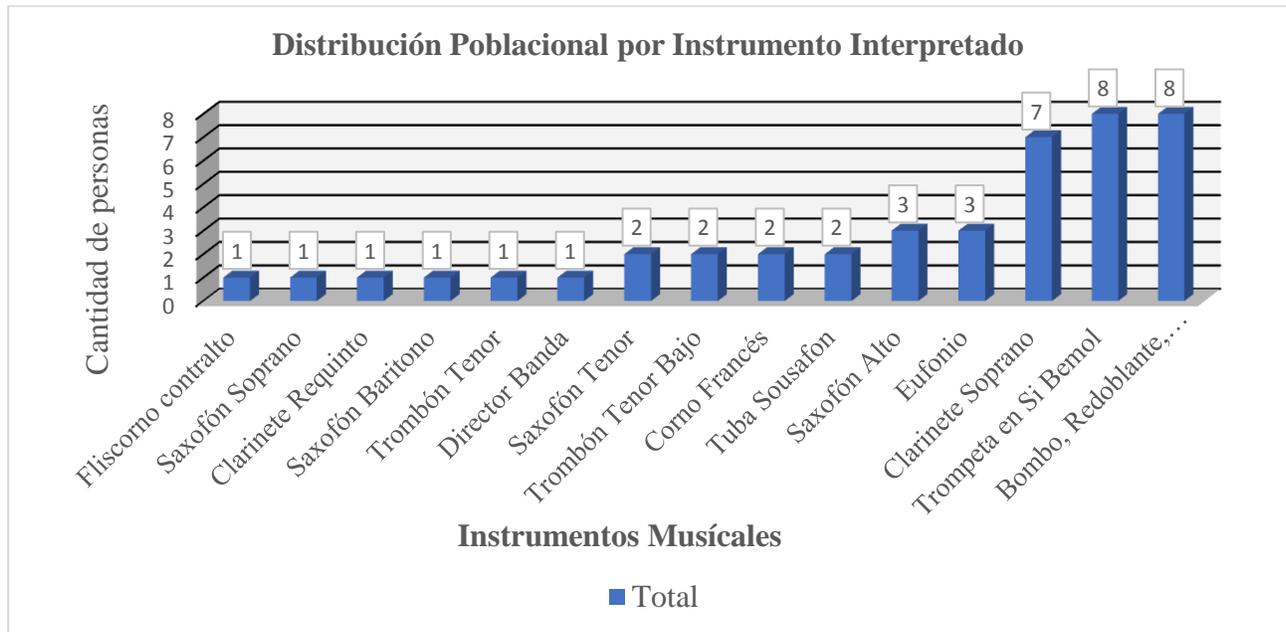


Fuente: Elaboración de los autores

El análisis de la distribución poblacional por grado, permite evidenciar que la población objeto esta mayormente compuesta por civiles, lo cual indica un riesgo menor de pérdida auditiva por exposición a

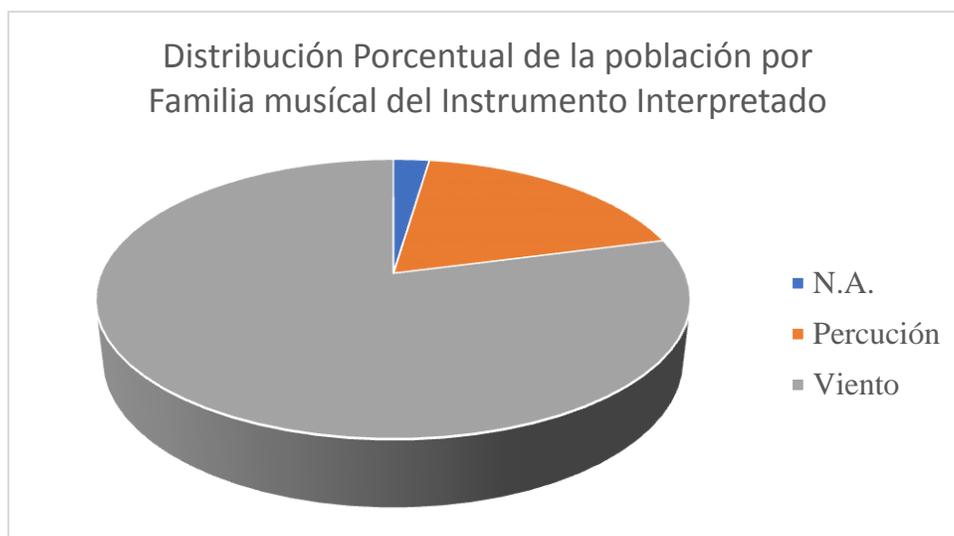
fuentes de ruido de impacto como disparos y explosiones; en la entrevista estos colaboradores manifestaron tener un riesgo mayor de pérdida auditiva por el desarrollo de actividades como la conducción de motocicleta, la asistencia regular a discotecas, el uso constante de audífonos y la práctica de deportes como el tejo.

Figura 12. Distribución poblacional por instrumento interpretado



Fuente: Elaboración de los autores

Figura 13. Distribución porcentual por tipo de instrumento interpretado



Fuente: Elaboración de los autores

La clasificación de instrumentos musicales demuestra la supremacía de los instrumentos de viento, lo cual significa que la exposición a ruido prioriza ante la exposición a ruido de impacto durante el desarrollo de las actividades de la Banda de músicos, sin acompañamiento de la Banda de guerra.

Tabla 12. Distribución poblacional por años de exposición

Distribución Poblacional por Años como músicos	
Tiempo en años de trabajo como músico	Cuenta de Tiempo como músico (Años)
6-15	11
16-25	16
26-35	9
36-45	7
Total general	43

Fuente: Elaboración de los autores

Figura 14. Distribución poblacional por años de exposición



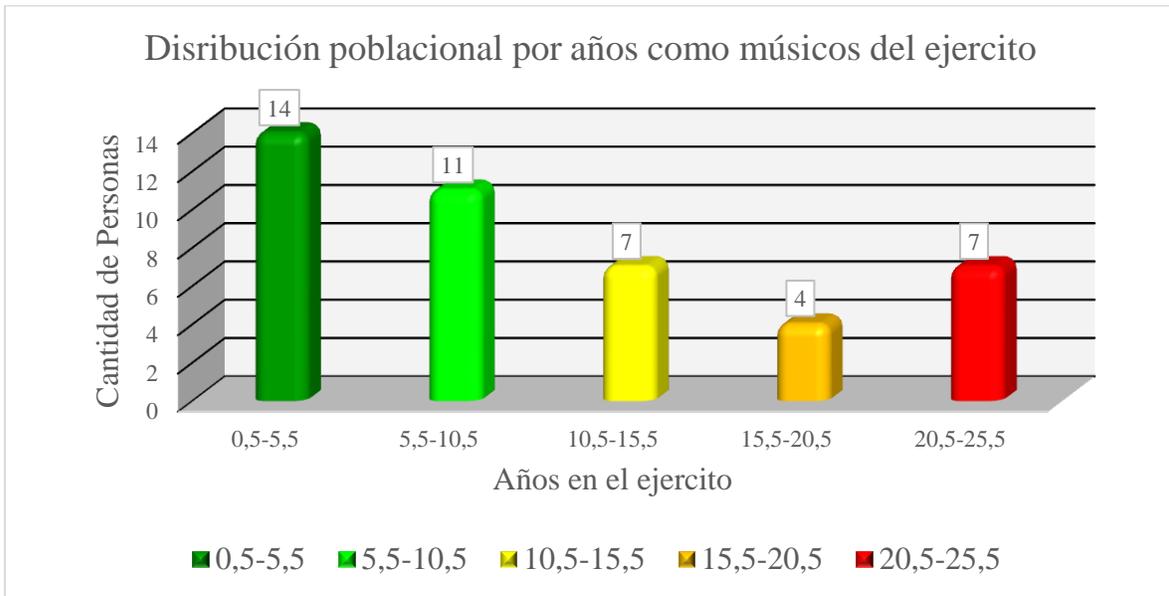
Se evidencia que el **81,1%** de la población objeto cuenta con al menos 20 años de experiencia como músico, lo cual sugiere que la exposición a factores de riesgo auditivos inicio desde edades tempranas; razón por la cual es importante determinar con exactitud los niveles de exposición a ruido por el desarrollo de las actividades de la banda de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba.

Tabla 13. Distribución por años como músico del Ejército

Distribución Poblacional por Años como Músicos del Ejército	
Tiempo en años	Número de personas
0,5-5,5	14
5,5-10,5	11
10,5-15,5	7
15,5-20,5	4
20,5-25,5	7
Total general	43

Fuente: Elaboración de los autores

Figura 15. Distribución poblacional por años como músico en el Ejército



Fuente: Elaboración de los autores

Se evidencia que el **57,14%** de la población objeto cuenta con al menos 10 años de experiencia como músicos con la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, razón que refuerza la necesidad no solo de conocer los niveles de exposición auditiva por el desarrollo de sus funciones dentro de la institución, sino que también los controles que implementa el ejército para proteger la salud auditiva de su personal civil y uniformado.

Tabla 14. Distribución poblacional por horas de ensayo diario

Distribución Poblacional por Mínima de horas de Ensayo diarias	
Duración mínima de ensayos	Músicos concordantes en el tiempo Mín. De Ensayo al día
0,25	1
0,5	1
0,75	1
1	11
1,5	1
2	12
2,5	1
3	6
4	4
5	3
6	1
30 Min	1
Total general	43

Valor Promedio Horas	2,4
----------------------	-----

Fuente: Elaboración de los autores

Tabla 15. Distribución por máximo de horas ensayadas diariamente.

Distribución Poblacional por Máximo de horas de Ensayo diarias	
Duración en Horas	Músicos concordantes en el tiempo Max. De Ensayo al día
3	1
4	2
5	4
6	5
7	4
8	9
9	4
10	5
12	6
14	2
20	1
Total general	43
Valor Promedio Horas	11,4

Fuente: Elaboración de los autores

El análisis de los promedios de la duración en horas de los ensayos de la Banda de Músicos señala una jornada de entre 2 horas y 20 minutos, hasta jornadas de 11 horas y 20 minutos (durante los ensayos de eventos como el 20 de Julio y el 7 de Agosto), en ambos casos la población objeto señala que cuentan con recesos de entre 10 y 30 minutos, con pausa de 1 hora únicamente cuando la jornada sobrepasa el medio día, es decir **no se evidencian periodos de descanso que permitan cesación de la exposición a menos que termine la jornada del día**; hecho que debe incrementar el interés a la implementación de controles auditivos en las temporadas en que los ensayos sobrepasen el margen de acción de los TLV aplicados.

9.2. Protocolo de evaluación de la exposición ocupacional a ruido

Para el desarrollo del objetivo dos se desarrolló una estrategia de muestreo de las fuentes de ruido identificadas con anterioridad planteada bajo un protocolo para la evaluación de exposición donde se establecen los Grupos de Exposición Similar identificados, los instrumentos de medición usados, ubicación de los instrumentos, tiempo y lugar en el que se ejecutara el estudio.

9.2.1. *Política de muestreo:*

Con el fin de establecer una estrategia de evaluación del ruido ocupacional al interior de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba y basados en Normas Técnicas internacionales consultadas como Osha Technical Manual en su sección III (25), Notas técnicas de prevención NTP 950 (10), NTP 951 (26) , NTP 952 (27); se plantea una política de evaluación contemplando los siguientes pasos:

- *Realizar un análisis de condiciones de trabajo:* este debe contemplar información como tipo de tarea ejecutada, el número de personas expuestas, características individuales del personal, lugar de exposición, jornada de trabajo, tiempos de descanso, tiempo efectivo de exposición, fuentes de exposición, evaluaciones de nivel de ruido realizadas con anterioridad si existen.

Para el caso de este estudio se aplicara el formato N° 1. *Evaluación de las condiciones de exposición* que se encuentra en el anexo tres que facilitarán la recolección de información necesaria mediante entrevistas con cada uno de los músicos que integran la banda; este proporcionara la descripción de la población en estudio y la identificación de grupos de exposición similar.

- *Determinación del personal y las áreas donde se debe realizar la evaluación:* Basados en la caracterización del personal realizada en el numeral anterior se determina que los cuarenta y tres (43) músicos que integran la banda serán divididos en tres Grupos de Exposición Similar GES (1)(vientos, percusión y director de banda), esta clasificación corresponde a una división por oficio al interior de la banda de músicos. Las muestras se tomaran durante los ensayos en salón y al aire libre, el número de muestras a tomar se determina según los criterios de las tablas de muestreo estadístico planteadas en el Libro Manual estrategias de muestreo con un intervalo de confianza de 90% (1), en la tabla dieciséis se relaciona la distribución de los GES, número de personas expuestas, tipo de ruido y numero de muestras proyectadas por grupo.

Tabla 16. *Determinación de la población en estudio*

Grupo de exposición similar GES	Instrumentos incluidos en el grupo	Número de personas expuestas	Número de muestras proyectadas según manual de estrategias de muestreo	Área donde se realiza el estudio	Tipo de ruido a evaluar	Tipo de evaluación
--	---	-------------------------------------	---	---	--------------------------------	---------------------------

Vientos	Trompetas en SI Trombón tenor y trombón tenor bajo Tuba Sousafon Fliscorno contralto Eufonio Clarinetes Corno francés Saxofón	34	16	Salón de ensayo Aire libre	Continuo	Dosimetría Sonometría
Percusión	Bombo, Platillos, Redoblantes	8	7	Salón de ensayo Aire libre	Impacto	Dosimetría Sonometría
Director de banda	Director de banda	1	1	Salón de ensayo Aire libre	Continuo	Dosimetría Sonometría

Fuente: Elaboración de los autores

- *Selección de la estrategia de medición:* las estrategias de medición se encuentran clasificadas en tres grupos los cuales son:

a) Basada en la tarea: el trabajo a realizar en la jornada laboral se subdivide en un determinado número de tareas representativas que son medidas independientemente (26)

b) Basada en el puesto de trabajo (función): la medición se realiza sobre trabajadores que desarrollan diferentes tareas en su puesto de trabajo, difícilmente subdivisibles y, por lo general, en el marco de un GES (26)

c) Jornada completa: la medición se lleva a cabo a lo largo de toda la jornada laboral (26)

Para el caso en estudio la estrategia de medición seleccionada es basada en el puesto de trabajo (26), ya que el personal expuesto tiene una única tarea con exposición a fuentes de ruido y que se desarrolla en diferentes áreas y con diferentes tiempos de exposición según la época del año. Con el fin de determinar el tiempo mínimo de duración de la medición según el número de expuestos identificados en cada uno de los Grupos de exposición similar GES aplicamos las formulas señaladas en la NTP 951 Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (26) tabla diecisiete; el tiempo obtenido será distribuido entre los miembros de cada grupo de exposición similar

Tabla 17. Duración mínima del muestreo en función del n° de trabajadores del GES NTP951.

Número de trabajadores del GES n_G	Duración mínima acumulada de la medición a distribuir entre los miembros del GES
$n_G \leq 5$	5 h
$5 < n_G \leq 15$	$5h + (n_G - 5) \times 0,5 h$
$15 < n_G \leq 40$	$10h + (n_G - 15) \times 0,25 h$
$n_G > 40$	17h o subdividir el GES

Fuente: NTP 951 (26)

Tabla 18. Aplicación de fórmulas para el cálculo duración mínima del muestreo

Grupo de exposición similar GES	Formula duración mínima	Aplicación de formula	Resultado obtenido
Vientos	$10h + (n_G - 15) \times 0,25 h$	$10h + (34 - 15) \times 0,25 h$	8 horas de medición
Director de banda	2 h	2 h	2 horas de medición
Percusión	$5h + (n_G - 5) \times 0,5 h$	$5h + (8 - 5) \times 0,5 h$	4 horas de medición

Fuente: Elaboración de los autores

Para el GES número uno correspondiente a los instrumentos de viento se proyecta tomar ocho horas de medición; para el GES número dos en el que se encuentran los instrumentos de percusión se proyectan cuatro horas de medición. Para el caso del Director de la banda se proyecta una medición durante dos horas correspondientes al promedio de su jornada laboral cotidiana.

Tabla 19. Determinación de la estrategia de medición de ruido por sonometría

Área donde se realiza el estudio	Grupo de exposición similar GES	Grupo de instrumentos	Tipo de ruido	Número de sonometrías proyectadas	Tiempo Proyectado	Ubicación del sonómetro
Salón de ensayos	Vientos	Trompeta en Si	Continuo	1	1 hora	Frente de la banda
		Trombón tenor y trombón tenor bajo. Tuba Sousafon Fliscorno contralto Eufonio	Continuo	1	1 hora	Frente de la banda
		Clarinetes Corno francés	Continuo	1	1 hora	Frente de la banda
		Saxofón	Continuo	1	1 hora	Frente de la banda
Aire libre	Vientos	Trompeta en Si	Continuo	1	1 Hora	Frente de la banda
		Trombón tenor y trombón tenor bajo. Tuba Sousafon Fliscorno contralto Eufonio	Continuo	1	1 Hora	Frente de la banda
		Clarinetes Corno francés	Continuo	1	1 Hora	Costado izquierdo
		Saxofón	Continuo	1	1 Hora	Atrás de la banda
Total de muestras proyectadas / Total de tiempo de medición proyectado				8 muestras	8 horas de muestreo	
Salón de ensayos	Director de la banda	Director de la banda	Continuo	1	1 horas	Frente a la banda
Aire libre	Director de la banda	Director de la banda	Continuo	1	1 horas	Frente a la banda

Área donde se realiza el estudio	Grupo de exposición similar GES	Grupo de instrumentos	Tipo de ruido	Número de sonometrías proyectadas	Tiempo Proyectado	Ubicación del sonómetro
Total de muestras proyectadas / Total de tiempo de medición proyectado				2 muestras	2 horas de muestreo	
Salón de ensayos	Percusión	Bombo, Redoblante, Platillos	Impacto	1	2 horas	Costado derecho
Aire libre	Percusión	Bombo, Redoblante, Platillos	Impacto	1	2 horas	Atrás de la banda
Total de muestras proyectadas / Total de tiempo de medición proyectado				2 muestras	4 horas de muestreo	

Fuente: Elaboración de los autores

Luego de realizar el análisis del número de muestras y tiempo mínimo de medición proyectado se determina que el tiempo total de medición corresponde a doce (12) horas para los tres Grupos de Exposición Similar GES. Para la ejecución del estudio se cuenta con dos sonómetros, lo que indica que realizar la medición proyectada toma dos días.

Tabla 20. Determinación de la estrategia de medición de ruido por dosimetría

Área donde se realiza el estudio	Grupo de exposición similar GES	Grupo de instrumentos	Tipo de ruido	Número de dosimetrías proyectadas	Tiempo Proyectado
Salón de ensayos	Vientos	Trompetas en SI	Continuo	1	1 hora
		Trombón tenor	Continuo	1	1 hora
		Tuba Sousafon	Continuo	1	1 hora
		Fliscorno contralto	Continuo	1	1 hora
		Eufonio	Continuo	1	1 hora
		Clarinetes	Continuo	1	1 hora
		Corno francés	Continuo	1	1 hora

Área donde se realiza el estudio	Grupo de exposición similar GES	Grupo de instrumentos	Tipo de ruido	Número de dosimetrías proyectadas	Tiempo Proyectado
		Saxofón	Continuo	1	1 hora
Aire libre	Vientos	Trompetas en SI	Continuo	1	1 hora
		Trombón tenor	Continuo	1	1 hora
		Tuba Sousafon	Continuo	1	1 hora
		Fliscorno contralto	Continuo	1	1 hora
		Eufonio	Continuo	1	1 hora
		Clarinetes	Continuo	1	1 hora
		Corno francés	Continuo	1	1 hora
		Saxofón	Continuo	1	1 hora
Total de muestras proyectadas / Total de tiempo de medición proyectado				16 muestras	16 horas
Salón de ensayos	Director de la banda	Director de la banda	Continuo	1	1 hora
Aire libre	Director de la banda	Director de la banda	Continuo	1	1 hora
Total de muestras proyectadas / Total de tiempo de medición proyectado				2 muestras	2 horas
Salón de ensayos	Percusión	Bombo	Impacto	2	2 horas
		Redoblante	Impacto	1	2 horas
		Platillos	Impacto	1	2 horas
Aire libre	Percusión	Bombo	Impacto	1	2 horas
		Redoblante	Impacto	1	2 horas
		Platillos	Impacto	1	2 horas

Área donde se realiza el estudio	Grupo de exposición similar GES	Grupo de instrumentos	Tipo de ruido	Número de dosimetrías proyectadas	Tiempo Proyectado
Total de muestras proyectadas / Total de tiempo de medición proyectado				7 muestras	12 horas

Fuente: Elaboración de los autores

El tiempo de medición total de los docimetrías corresponde a veinticinco (25) muestras por dos horas cada una.

9.2.2. *Recurso Humano:*

Para realizar el estudio de ruido ocupacional en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba se debe contar con un profesional en seguridad y salud en el trabajo especialista en Higiene Industrial quien es la persona con la formación y experiencia necesaria para aplicar los protocolos de medición adecuados. Según la Resolución 4502 de 2012 (28) del Ministerio de Salud y Protección Social “*por la cual se reglamenta el procedimiento, requisitos para el otorgamiento y renovación de las licencias de Salud Ocupacional*”; en su anexo técnico N°3 Campo de aplicación indica el título profesional, la licencia otorgada y el campo de aplicación de las misma. En el Ítem 5 hace referencia a los profesionales en seguridad y salud en el trabajo o su equivalente que para la ejecución de tareas de Higiene industrial deben acreditar la formación específica en este campo. El higienista industrial cuenta con el entrenamiento, la capacidad y la experiencia necesarias para realizar la caracterización básica, designar los GES, identificar adecuadamente las exposiciones principales, establece y ejecutar la estrategia de muestreo, analizar los datos obtenidos y generar recomendaciones (28)

9.2.3. *Instrumentación requerida:*

Esta evaluación cuantitativa se realizará con instrumentos certificados y calibrados los cuales se describen a continuación:

9.2.3.1. *Sonómetros*

Los medidores de nivel de sonido o sonómetros proporcionan mediciones de ruido instantáneas para fines de detección. Durante una evaluación inicial, un sonómetro ayuda a identificar áreas con niveles de ruido elevados donde se debe realizar una dosimetría de ruido de turno completo. Estos son útiles para:

- Comprobación puntual del rendimiento del dosímetro de ruido.
- Determinar la dosis de ruido de un trabajador cada vez que un dosímetro de ruido no está disponible o es inapropiado.
- Identificar y evaluar fuentes de ruido individuales con fines de reducción.

- Ayuda en el análisis de viabilidad de control de ingeniería para fuentes de ruido individuales que se consideran para la reducción.
- Evaluar la idoneidad de los HPD para el nivel de ruido real en un área (29)

Figura 16. Ilustración de referencia de un sonómetro.



Fuente: Osha Technical Manual Sección III

Los sonómetros se clasifican según su grado de precisión en clase 0,1, 2 y 3. Lo recomendado es realizar las evaluaciones con sonómetros clase 1 o clase 2.

El medidor de nivel de sonido más utilizado para evaluaciones en el lugar de trabajo, el medidor Tipo 2, funciona con el nivel mínimo de precisión requerido por OSHA para las mediciones de ruido. Estos medidores suelen ser suficientes para estudios de ruido de uso general. Para fines de cumplimiento, se considera que las lecturas obtenidas con un medidor de nivel de sonido Tipo 2 tienen una precisión de \pm dBA (25)

En contraste, un medidor Tipo 1 tiene una precisión de \pm 1 dBA. La precisión, precisión y características adicionales del medidor Tipo 1 lo convierten en el modelo preferido para obtener lecturas que se utilizarán para ayudar a diseñar controles de ruido rentables (25)

9.2.3.2. Elementos de un sonómetro:

- **Micrófono:** es el transductor que transforma la señal acústica en señal eléctrica; o de manera más precisa, el micrófono transforma la presión sonora en tensión eléctrica. Los más usados son los de media y una pulgada (30)
- **Amplificador de señal:** debe tener una ganancia estable y suficiente que cubra el margen dinámico del micrófono. (30)

▪ **Atenuador:** Consiste en una red de resistencias eléctricas calibradas y ajustadas insertadas en el amplificador para disminuir el nivel de la señal eléctrica (30)

▪ **Pantalla de viento:** Es un complemento que tiene como finalidad reducir los efectos del viento y movimiento del aire a través del micrófono, proteger el micrófono de daños, mantener la capsula del micrófono limpia. Es usada en mediciones de largo tiempo en ambientes al aire libre (30)

▪ **Filtros de ponderación (A, C, y Lineal):** Están conformados por circuitos de atenuación predeterminadas A y C cuyo objetivo es el de indicar un valor aproximado del nivel sonoro total que contemple las diferencias de la respuesta humana a ruidos de diferentes intensidades y frecuencias. Para tener un conocimiento de las características del ruido es necesario efectuar un análisis en frecuencia del mismo. Para ello se pueden emplear filtros, que permiten evaluar la composición del ruido por bandas de frecuencia. Existen dos tipos de filtros según su aplicación: los de laboratorio y los de medidas en campo, que se conectan al sonómetro. Los filtros más comunes son:

- 1 octava
- 1 octava y 1/3 de octava seleccionable
- Infrasonidos y ultrasonidos. (30)

Los filtros de 1 octava se componen, en general, de 10 filtros normalizados de frecuencias centrales comprendidas entre 31,5 Hz y 16 kHz, mientras que los de 1 octava y 1/3 de octava tienen frecuencias centrales comprendidas entre 20 Hz y 20 kHz. Los filtros de infrasonidos y ultrasonidos tienen como misión evaluar las componentes del ruido con frecuencias inferiores o superiores al margen audible. Antes de elegir un filtro de estas características es conveniente asegurarse que la respuesta en frecuencia del sonómetro al que deba ir conectado sea, por lo menos, mayor que la del filtro. Es decir, un sonómetro que tenga una respuesta en frecuencia comprendida entre 20 Hz y 20 kHz no permitirá usar filtros de infrasonidos o ultrasonidos. Para este tipo de filtros, la respuesta en frecuencia del sonómetro debe ser, por lo menos, desde 1 Hz hasta 50 o 60 kHz. La ventaja de los filtros modernos es que permiten efectuar análisis automáticos en frecuencia de un ruido cuando se conectan a registradores portátiles de nivel (29)

▪ **Integrador:** según sus características los sonómetros disponen de un computador de dos o cuatro posiciones que varían el tiempo de integración o constante de tiempo. Estas constantes de tiempo son:

- Lento: (slow) tiempo de integración 1000 mseg
- Rápido: (fast) Tiempo de integración 125 mseg
- Impulso: (Impulse) Tiempo de integración 35 mseg
- Pico: (Peak)Tiempo de integración < 50 µseg

▪ Rectificador del valor eficaz (RMS)

▪ Selector de velocidad de respuesta (lento, rápido, impulso y pico)

▪ Registrador de la señal.

9.2.3.3. *Sonómetros integradores-promediadores:*

Pueden ser utilizados en la medida del ruido continuo o estable, del ruido discontinuo y del ruido de impulso o impacto. Para decidir si un ruido contiene o no componentes impulsivos significativos puede utilizarse la comparación entre los niveles de presión acústica ponderados A, determinados con la constante temporal “I” (impulso), $L_{pA}I_{eq}$, con los valores correspondientes de $L_{pA}eq$, para el mismo ciclo de funcionamiento. Se realiza la comparación en una o varias posiciones de micrófono y se miden al menos cinco ciclos de funcionamiento en cada posición. La diferencia ($L_{pA}I_{eq}$) se define como el índice de impulsividad del ruido. Si el valor medio del índice de impulsividad es mayor o igual que 3 dB, el ruido se puede considerar como impulsivo.(30)

Tabla 21. *Parámetros para configurar un sonómetro*

Tipo de Ruido	Tipo de sonómetro	Filtro	Analizador de frecuencia
Continuo	Sonómetro Tipo 1	A	1 octava y 1/3 de octava
Impacto	Sonómetro Tipo 1	C	1 octava y 1/3 de octava

Fuente: Creación de los autores

9.2.3.4. *Dosímetro*

Un dosímetro es, en realidad, un sonómetro integrador especializado que permite leer directamente la dosis de ruido a que ha estado sometido un trabajador. Esta dosis de ruido es una medida de la energía sonora ponderada A que ha recibido, y expresada como un porcentaje de la dosis de ruido máxima permitida diariamente (25) este debe cumplir con la norma IEC – 804 de 1985, y ajustados a un nivel de criterio de 85 dB variación de cambio de 5 dB, y nivel umbral de 85 dB, de acuerdo con los Valores Límites Permisibles de la Resolución 01792 de 1990 (21)

Figura 17. *Ilustración de dosímetro*



Fuente: Manual de uso sonómetro 3MTM Edge

Los elementos básicos son: micrófono, filtro de ponderación A y preamplificador, amplificador, detector de nivel eficaz (RMS), detector de alto y bajo nivel de ruido, contador e indicador.

9.2.3.5. Pistofono

Instrumento que permite aplicar a un micrófono un nivel de presión sonora constante a una determinada frecuencia (Nivel de presión sonora nominal de $124 \text{ dB} \pm 0.2 \text{ dB}$ (ref. $20 \mu\text{Pa}$; Frecuencia de excitación de $250 \text{ Hz} \pm 1\%$), ajustando la lectura del equipo de medida o análisis a dicho valor conocido (25)

Con el fin de verificar el adecuado funcionamiento de los equipos usados estos deben ser calibrados antes y después de cada serie de mediciones, lo cual consiste en ajustar la ganancia del amplificador de entrada para compensar las variaciones de sensibilidad; dicho ajuste es realizado con ayuda de un Pistofono colocado en la parte exterior del equipo. (26)

9.2.4. Calibración de equipos

Los instrumentos utilizados para la medición del ruido (sonómetros, dosímetros y Pistofono) deben cumplir con lo dispuesto en la Orden ITC/2845/2007 de 25 de septiembre, por la que se regula el control metrológico del Estado de los instrumentos destinados a la realización de mediciones reglamentarias de niveles de sonido audible y de los calibradores acústicos. (26)

Figura 18. Calibrador acústico

Calibrador Típico

- 1) Altavoz
- 2) Interruptor
- 3) Indicador de batería
- 4) Adaptador de micrófono



Fuente: Quest Technologies Inc.

En el caso de los sonómetros, antes de las mediciones es conveniente comprobar (no ajustar) los mismos con un calibrador acústico. El higienista debe tener en cuenta para los cálculos la posible desviación respecto a la señal acústica del calibrador y en caso de que dicha desviación de la medida sea mayor que la que admite el fabricante (en general desviaciones de más de 0,5 dB) deberá procederse a la reparación y verificación correspondiente.

Los dosímetros deben ser comprobados y en caso necesario ajustados, antes de las mediciones, utilizando un calibrador acústico. (30)

Antes de realizar una medición es necesario calibrar los equipos por medio de una prueba con Pistofono, También se puede usar un calibrador de nivel sonoro que funciona igual que un Pistofono

El registro de calibración de los instrumentos de medición debe ser inferior a un año y los resultados obtenidos en cada una de las mediciones deben ser conservados hasta veinte (20) años después del cese de la relación laboral (17)

9.2.5. Instrumentos de medición usados:

En el Ejército Nacional de Colombia se cuenta con los siguientes instrumentos de medición que serán usados durante el estudio realizado al personal que integra la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba

- Sonómetro SoundPro DL 1/1 Octava RTA Data Logger / SP-DL-1-1/1. Con filtrado en bandas de octava, pantalla de viento WS-7

Figura 19. Sonómetro SoundPro DL



Fuente: Osha Technical Manual Sección III

- Sonómetro Griffer Ideal para estudios acústicos y evaluación de ruido ambiental de acuerdo con los nuevos NBR 10151 y NBR 10152, realiza análisis espectral de ruido de banda y tercera octava, tiene memoria interna, tiene varios parámetros acústicos calculados y cumple con IEC 61672, 61094 y 61260, clase 1.

Figura 20. Sonómetro Criffer



Fuente: Manual de uso sonómetro Criffer

- Dosímetro inalámbrico 3M™ Edge con un rango de medición de 70Db – 140Db, protector de micrófono adherida permanentemente. Tasas de intercambio independientes de 3Db, 4Db o 5Db. Ponderación de RMS A o C.

Figura 21. Dosímetro inalámbrico 3M Edge



Fuente: Manual de uso sonómetro 3MTM Edge

- Dosímetro Criffer con filtro de 1/1 y 1/3 de octavas. Filtro de banda de 1/1 y 1/3 de octava, con cálculo de Leq individual para cada rango. Calcula automáticamente: dosis, dosis diaria, Leq, Lavg, NE, NEN, TWA. Cumple con las especificaciones técnicas de IEC 61252 - Medidores de exposición personal al sonido.

Figura 22. Dosímetro Criffer



Fuente: Manual de uso dosímetro Criffer

- Pistófono o calibrador acústico marca Criffer usado para comprobar instrumentos de medición previa ejecución de la tarea.

Figura 23. Pistófono de verificación



Fuente: Manual de uso Pistófono Criffer

9.2.6. Metodología de uso de instrumentos

Los instrumentos utilizados para la medición del ruido (sonómetros, dosímetros y calibradores acústicos) deben cumplir con lo dispuesto en control metrológico del estado de los instrumentos destinados a la realización de mediciones reglamentarias de niveles de sonido audible y de los calibradores acústicos (30). Entre los requisitos exigibles figuran los relativos a certificado de conformidad, verificación después de reparación o modificación y verificación periódica. Para usar de forma adecuada cada uno de los instrumentos de medición siga los pasos relacionados a continuación:

- Sonómetro:
 - 1) Comprobar con un calibrador acústico. (tener en cuenta para los cálculos, la posible desviación respecto a la señal acústica del calibrador y en caso de que dicha desviación de la medida sea mayor que la que admite el fabricante (en general desviaciones de más de 0,5 dB) deberá procederse a la reparación y verificación correspondiente)
 - 2) Colocar el sonómetro a la altura de la cabeza del trabajador, a una distancia aproximada de 10 y 40 centímetros del pabellón auditivo externo siguiendo la dirección de la vista del trabajador

Si la situación del trabajador no permite fijar fácilmente la posición del micrófono en la forma recomendada, se colocará éste a una altura de $1,55 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$ del suelo, si el trabajador está de pie o a $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ del plano del asiento, si trabaja sentado. Es preferible utilizar un trípode para sujetar el instrumento o el micrófono. De no ser así, es preferible mantener el brazo extendido durante la medición (30)

- Dosímetro
 - 1) Comprobar y en caso necesario ajustar, antes de las mediciones, utilizando un calibrador acústico
 - 2) Colocar el dosímetro de tal forma que el micrófono se mantenga a unos 10 centímetros del canal de entrada al oído (preferiblemente en el oído más expuesto)
 - 3) Según la estrategia de medición planteada, esperar el tiempo necesario de medición
 - 4) Monitorear continuamente las actividades realizadas por el trabajador, con el fin de no presentar mediciones erradas o falsos positivos.

9.2.7. Límites de exposición aplicables

Los límites de exposición adecuados para Colombia se referencia la Resolución 1792 de 1990 (21) y la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo (20), estos son los referentes para el presente estudio.

Tabla 22. Límites de exposición a ruido Continuo para Colombia

Colombia Resolución 1792 de mayo de 1990		GATISO Hipoacusia	
dB	Tiempo de exposición	Db	Tiempo de exposición
85dB	8	85Db	8
90dB	4	88Db	4
95dB	2	91dB	2
100dB	1	94dB	1
105dB	30 min	97dB	30 min
110dB	15 min	100dB	15 min
115dB	7.5min	103dB	7 min
		106dB	3 min
		109dB	1.5 min

Fuente: Resolución 1792 de 1990 / Gatiso Hipoacusia (20-21)

Para el caso en estudio se incluye el ruido de impacto ya que se cuenta con instrumentos musicales que tienen una caída del nivel sonoro con una duración de menos de un segundo, así mismo la duración entre impactos supera un segundo.

Para el presente estudio se tomaran en cuenta los límites de exposición planteados en la Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido en el Lugar de Trabajo (20) ya que son más protectores para los trabajadores

Tabla 23. Límites de exposición a ruido de impacto para Colombia

NIVEL DE PRESION SONORA EQUIVALENTE	No. IMPULSOS O IMPACTOS PERMITIDOS POR DÍA
140	100
130	1.000
120	10.000

Fuente: Gatiso Hipoacusia (20)

9.2.8. Cálculos y ajustes

Para el cálculo de los datos relevantes a la medición se usaran las formulas recomendadas en la NTP 951 (26)Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido, relacionadas a continuación:

- Calculo del nivel equivalente (26)

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] \text{ dB (A)}$$

- Cálculo de nivel equivalente (26)

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{L_{Aeq,T,n}/10} \right] \text{ dB (A)}$$

Donde $L_{Aeq,T,n}$ es el nivel equivalente obtenido de la muestra n y N es el número de muestras tomadas.

- Nivel equivalente diario (26)

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \log \left[\frac{T}{8} \right] \text{ dB (A)}$$

- Incertidumbre del muestreo (26)

$$\mu_1 = \sqrt{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{n=1}^N (L_{Aeq,T,n} - \overline{L_{Aeq,T}})^2 \right]}$$

9.3. Evaluación de la exposición ocupación al ruido

Para la evaluación de la exposición ocupacional a ruido se realiza una medición cuantitativa por medio de sonometrías y dosimetrías al personal civil y militar que integra banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba según el protocolo de medición establecido en el objetivo número dos, la medición se realiza durante la ejecución habitual de las tareas de ensayo de los integrantes de la banda en el salón de ensayos y al aire libre.

9.3.1. Determinación del personal a evaluar

El estudio de ruido en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba se realizó el día lunes 28 de octubre de 2019 en el horario comprendido entre las 10:00 horas y las 17:00 horas, para el día programado de medición la totalidad de integrantes de la banda no se encuentran en las instalaciones de las Escuela por actos del servicio (actividades ajenas a la banda, programadas por superiores jerárquicos), por lo que se decide realizar el estudio con el personal y los instrumentos de medición disponibles. En el horario de la mañana y para la medición en el salón de ensayos se cuenta con doce (12) músicos y el profesor; en la tarde para el estudio al aire libre se cuenta con treinta (30) músicos.

Figura 24. Estudio de ruido en salón de ensayo



Fuente: Fotografía tomada por los autores

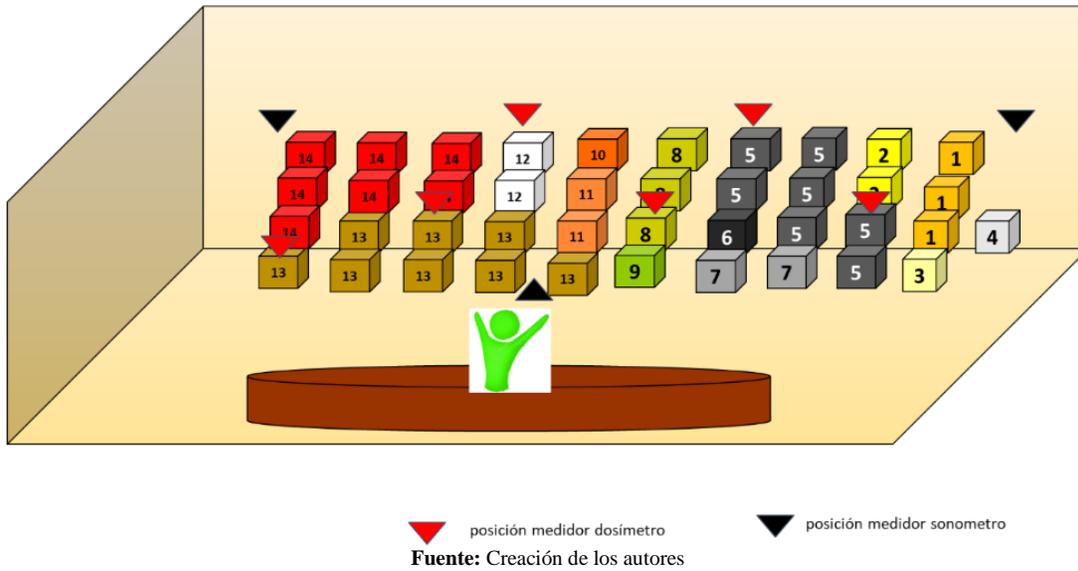
Figura 25. Estudio de ruido al aire libre



Fuente: Fotografía tomada por los autores

La distribución de los instrumentos de medición se realiza según el planteamiento de la estrategia de muestreo determinada en el numeral 7.2.1 tabla 17 y 18.

Figura 26. Distribución de instrumentos de medición en salón de ensayos.



El estudio se realizó al personal relacionado a continuación por cada Grupo de Exposición Similar y con duraciones diferentes por cada instrumento que se relacionan en la tabla 24

Tabla 24. Datos del estudio realizado - Dosimetría

Numero de Muestra	GES	Instrumento	Tipo de ruido generado	Tipo de medición ejecutada (Dosimetría / sonometría)	Tiempo de muestra	Área donde se realiza el estudio	dB de comprobación	
Muestra 1 Dosimetría	Viento	Tuba Sousafon	Continuo		0:48:02	Dosimetría	Salón de ensayos	114d B
Muestra 2 Dosimetría	Viento	Trompeta en Si Bemol	Continuo		0:49:29	Dosimetría	Salón de ensayos	114d B
Muestra 3 Dosimetría	Viento	Fliscorno contralto	Continuo		0:47:21	Dosimetría	Salón de ensayos	114d B
Muestra 4 Dosimetría	Viento	Trombón Tenor Bajo	Continuo		0:50:16	Dosimetría	Salón de ensayos	114d B
Muestra 5 Dosimetría	Viento	Tuba Sousafon	Continuo		0:53:02	Dosimetría	Aire libre	114d B

Numero de Muestra	GES	Instrumento	Tipo de ruido generado	Tipo de medición ejecutada (Dosimetría / sonometría)	Tiempo de muestra	Área donde se realiza el estudio	dB de comprobación
Muestra 6 Dosimetría	Viento	Corno Francés	Continuo	0:54:28	Dosimetría	Aire libre	114d B
Muestra 7 Dosimetría	Percusión	Bombo	Impacto	0:44:41	Dosimetría	Aire libre	114d B
Muestra 8 Dosimetría	Percusión	Platillos	Impacto	0:48:22	Dosimetría	Aire libre	114d B
Muestra 9 Dosimetría	Viento	Clarinete Soprano	Continuo	0:56:09	Dosimetría	Aire libre	114d B
Muestra 10 Dosimetría	Viento	Saxofón Alto	Continuo	0:55:19	Dosimetría	Aire libre	114d B
Muestra 11 Dosimetría	Viento	Saxofón Alto	Continuo	0:54:47	Dosimetría	Aire libre	114dB
Muestra 12 Dosimetría	Viento	Trompeta en Si Bemol	Continuo	0:52:47	Dosimetría	Aire libre	114dB
Muestra 13 Dosimetría	Director de banda	Director Banda	Continuo	0:52:48	Dosimetría	Aire libre	114dB

Fuente: Creación de los autores

De las veinticinco (25) horas de muestreo para dosimetría, se realiza una medición durante once horas, siete minutos, treinta un segundos 11:07:31s equivalentes al 44.28% de la proyección inicial de tal forma el estudio debe ser completado en un futuro.

Las muestras de dosimetría se realizan con análisis de banda de octava, exceptuando las muestras de la nueva a la trece ya que el equipo Edge Quest Technologies no cuenta con esta característica.

Figura 27. Datos estudio realizado - Sonometría

Numero de Muestra	GES	Tipo de ruido generado	Tipo de medición ejecutada (Dosimetría / sonometría)	Tiempo de muestra	Área donde se realiza el estudio	dB de comprobación
Muestra 1	Vientos	Continuo	Sonometría	0:09:01	Salón de ensayos	114dB
Muestra 2	Bombo	Impacto	Sonometría	0:08:22	Salón de ensayos	114dB

Muestra 3	Bombo	Impacto	Sonometría	0:08:25	Aire libre	114dB
Muestra 4	Bombo	Impacto	Sonometría	0:13:24	Aire libre	114dB
Muestra 5	Vientos	Continuo	Sonometría	0:10:05	Aire libre	114dB
Muestra 6	Vientos	Continuo	Sonometría	0:07:14	Aire libre	114dB
Muestra 7	Vientos	Continuo	Sonometría	0:12:02	Aire libre	114dB

Fuente: Creación de los autores

De las 12 horas de muestreo proyectadas por sonometría solo se realiza una hora, 8 minutos y treinta y tres segundos 1:08:33s; equivalentes al nueve 9% de la muestra planteada, ya que por diferentes actividades institucionales como trasteos, eventos, comisiones, permisos entre otros la banda no está realizando sus ensayos habituales hasta nueva orden. Teniendo en cuenta lo anterior el estudio realizado es poco confiable

9.3.2. Instrumentos de medición usados

Para el estudio de exposición a ruido de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba se emplean dosímetros, sonómetros y un Pistofono relacionados en la tabla 25

Tabla 25. Instrumentos de medición usados durante el estudio

Nombre de instrumento	Marca	Modelo	Serial	Muestras tomadas
Pistofono	Criffer	CR-2	190750	Comprobación de equipos
Sonómetro	PCE Ibérica S.L.	SoundPro DL	BIH110020	Muestra 5, 6 y 7
Sonómetro	Criffer	Octava Plus	19040054	Muestra 1, 2, 3 y 4
Dosímetro	Criffer	Sonus 2 Plus	183716	Muestra 2 y 6
Dosímetro	Criffer	Sonus 2 Plus	183632	Muestra 4 y 5
Dosímetro	Criffer	Sonus 2 Plus	183659	Muestra 1 y 8
Dosímetro	Criffer	Sonus 2 Plus	183711	Muestra 3 y 7
Dosímetro	Quest Technologies	Edge	EHH100047	Muestra 9
Dosímetro	Quest Technologies	Edge	EHH100046	Muestra 10
Dosímetro	Quest Technologies	Edge	EHH100017	Muestra 11
Dosímetro	Quest Technologies	Edge	EHH100018	Muestra 12
Dosímetro	Quest Technologies	Edge	EHH100019	Muestra 13

Fuente: Creación de los autores

Los certificados de calibración de los instrumentos señalados anteriormente se encuentran adjuntos al presente documento en el anexo 5. Certificados de calibración de equipos

9.4. Presentación de resultados

Luego de realizado el estudio de exposición a ruido ocupacional en los integrantes de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba se creó una base de datos en la que se registraron los datos obtenidos en las mediciones cuantitativas, con la información consignada en dicha base de datos se realizó un análisis por tipo de estudio, Grupo de exposición similar e instrumento interpretado.

9.4.1. Sistema de información

Para el registro y control de las mediciones ejecutadas se crea una base de datos en archivo Excel para el fácil acceso y manejo del personal relacionado con el área de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Escuela de Cadetes José María Córdoba; Anexo 6. Base de datos resultados de medición. Esta será entregada a las personas responsables para su seguimiento y control. En el documento se encuentran relacionados datos como:

- Información del personal expuesto: Numero de la muestra, Nombre del trabajador, grado, tipo de población, instrumento interpretado, Posición ocupada en la banda, tipo de instrumento interpretado.
- Organización del trabajo / actividades: Tipo de ruido generado, Duración de la jornada, tiempo efectivo de exposición diaria, Posición en la banda, posición en la formación.
- Datos de la medición: Área donde se realiza el estudio, modelo del equipo, serial del equipo, ubicación del dosímetro, dB de comprobación, tiempo de muestreo, Frecuencia de configuración (Banda 1/8 o 1/3), filtro de ponderación, tasa de intercambio, tiempo de respuesta, Tipo de medición ejecutada (Dosimetría / sonometría), tiempo máximo de exposición calculada. De los instrumentos de medición se obtienen datos como: Nivel de presión sonora equivalente (Leq), Nivel pico, nivel mínimo, dosis de ruido medida, dosis diaria de ruido calculada.
- Análisis de bandas de octava
- Aceptabilidad del riesgo

Los datos obtenidos en las mediciones realizadas son registrados en la base de datos para con control y mayor comprensión. Anexo 6 Base de datos resultados de medición

9.4.2. Análisis de los datos obtenidos

Evaluación de la exposición ocupacional
al ruido en el personal militar y civil de
la banda de músicos de la Escuela Militar
de cadetes General José María Córdoba del Ejército
Nacional de Colombia

Jasón David Espitia Beltrán
Nidia Isabel López Rodríguez
Camilo Humberto Montoya Parra

Luego de realizar el estudio de ruido se obtienen los siguientes datos relevantes a la medición:

Tabla 26. Presentación de resultados para dosimetrías por ruido continuo

Grupo de exposición similar	Instrumento interpretado	Área donde se realiza el estudio	Tiempo de muestreo	TLV Res. 1792 de 1990	Tasa de intercambio (GATISO Hipoacusia Neurosensorial)	Nivel de presión sonora equivalente (Leq)	Dosis ruido medida	Dosis diaria de ruido calculada	Aceptabilidad del riesgo
Viento	Fliscorno contralto	Salón de ensayos	0:47:21	94 dB x 1 Hora.	3	104,8	848,5%	4850,3%	EXPOSICIÓN ALTA
Viento	Saxofón Alto	Aire libre	0:54:47	94 dB x 1 Hora	3	103	726,9%	3200,0%	EXPOSICIÓN ALTA
Viento	Trompeta en Si Bemol	Salón de ensayos	0:49:29	94 dB x 1 Hora.	3	102,97	655,2%	3177,9%	EXPOSICIÓN ALTA
Viento	Saxofón Alto	Aire libre	0:55:19	94 dB x 1 Hora.	3	101,8	558,6%	2425,1%	EXPOSICIÓN ALTA
N.A.	Director Banda	Aire libre	0:52:48	94 dB x 1 Hora.	3	101,9	549,3%	2481,8%	EXPOSICIÓN ALTA
Viento	Trombón Tenor Bajo	Salón de ensayos	0:50:16	94 dB x 1 Hora.	3	101,35	457,4%	2185,7%	EXPOSICIÓN ALTA
Viento	Corno Francés	Aire libre	0:54:28	94 dB x 1 Hora.	3	99,63	333,3%	1468,9%	EXPOSICIÓN ALTA
Viento	Tuba Sousafon	Salón de ensayos	0:48:02	94 dB x 1 Hora.	3	99,77	303,8%	1517,2%	EXPOSICIÓN ALTA
Viento	Trompeta en Si Bemol	Aire libre	0:52:47	94 dB x 1 Hora.	3	98,2	232,0%	232,0%	EXPOSICIÓN ALTA
Viento	Tuba Sousafon	Aire libre	0:53:02	94 dB x 1 Hora.	3	96,82	169,57%	767,4%	EXPOSICIÓN ALTA

Fuente: Creación de los autores

Tabla 27. Presentación de resultados para dosimetrías por ruido de impacto

Grupo de exposición similar	Instrumento interpretado	Área donde se realiza el estudio	Tiempo de muestreo	TLV	Tasa de intercambio	Nivel de presión sonora equivalente (Leq)	Dosis ruido medida	Dosis diaria de ruido calculada	Acceptabilidad del riesgo
				(GATISO Hipoacusia Neurosensorial)					
Percusión	Platillos	Aire libre	0:48:22	140 dBA	3	105,61	75,43%	5849%	EXPOSICIÓN ALTA
Percusión	Bombo	Aire libre	0:44:41	141 dBA	3	101,53	72,52%	2278%	EXPOSICIÓN ALTA

Fuente: Creación de los autores

Tabla 28. Presentación de resultados para Sonometrías por ruido continuo

Grupo de exposición similar	Familia Instrumental	Área donde se realiza el estudio	Tiempo de muestreo	TLV Res. 1792 de 1990	Tasa de intercambio (GATISO Hipoacusia Neurosensorial)	Nivel de presión sonora equivalente (Leq)	Dosis ruido medida	Dosis diaria de ruido calculada	Acceptabilidad del riesgo
Vientos	Vientos	Aire libre	0:10:05	94 dB x 1 Hora.	3	106,2	27710,00%	6703%	EXPOSICIÓN ALTA
Vientos	Vientos	Aire libre	0:12:02	94 dB x 1 Hora.	3	103,9	19670,00%	3940%	EXPOSICIÓN ALTA
Vientos	Vientos	Aire libre	0:07:14	94 dB x 1 Hora.	3	103	9720,00%	3200%	EXPOSICIÓN ALTA

Grupo de exposición similar	Familia Instrumental	Área donde se realiza el estudio	Tiempo de muestreo	TLV Res. 1792 de 1990	Tasa de intercambio (GATISO Hipoacusia Neurosensorial)	Nivel de presión sonora equivalente (Leq)	Dosis ruido medida	Dosis diaria de ruido calculada	Aceptabilidad del riesgo
Vientos	Vientos	Aire libre	0:09:01	94 dB x 1 Hora.	3	101,17	1070,62%	2097%	EXPOSICIÓN ALTA

Fuente: Creación de los autores

Tabla 29. Presentación de resultados para Sonometrías por ruido de impacto

Grupo de exposición similar	Instrumento interpretado	Área donde se realiza el estudio	Tiempo de muestreo	TLV (GATISO Hipoacusia Neurosensorial)	Tasa de intercambio	Nivel de presión sonora equivalente (Leq)	Dosis ruido medida	Dosis diaria de ruido calculada	Aceptabilidad del riesgo
Percusión	Bombo	Salón de ensayos	0:08:22	140 dBA	3	110,30	78,70%	17284%	EXPOSICIÓN ALTA
Percusión	Bombo	Aire libre	0:13:24	140 dBA	3	103,79	74,13%	3841%	EXPOSICIÓN ALTA
Percusión	Bombo	Aire libre	0:08:25	140 dBA	3	94,35	67,30%	434%	EXPOSICIÓN ALTA

Fuente: Creación de los autores

Figura 28. Distribución en salón por dosis de ruido medida



Fuente: Creación de los autores

El estudio realizado se compuso de 19 muestras, entre las cuales podemos encontrar 12 (doce) dosimetrías, 8 (ocho) de ellas realizadas mientras la banda realizaba la interpretación de instrumentos al aire libre y 4 (cuatro) durante los ensayos en el salón de música; de igual forma se realizaron 7 (siete) sonometrías, 6 (seis) de ellas realizadas mientras la banda realizaba la interpretación de instrumentos al aire libre y 1 (una) durante los ensayos en el salón de música.

En dichas muestras fue posible evidenciar que la exposición ocupacional a ruido sobrepasa los límites establecidos tanto por la legislación colombiana Res. 1792 de 1990 (21), como los parámetros establecidos por la ACGIH (31) y recomendados por la GATISO de Hipoacusia Neurosensorial (20). Los instrumentos de ruido continuo (familia musical de instrumentos de viento) que registraron mayor nivel de presión sonora equivalente (Leq) fueron el Fliscorno contralto, el Saxofón Alto y la Trompeta en Si Bemol, y los instrumentos de ruido de impacto (familia musical de instrumentos de percusión) que registraron mayor nivel de presión sonora equivalente (Leq) fueron los Platillos.

En la figura 28 se ubican por medio de estrellas rojas la posición según formación en el salón de ensayo de la banda de músicos de la Escuela Militar de cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional, los instrumentos musicales que registraron mayores niveles de presión sonora equivalente (Leq); el gráfico permite evidenciar que la exposición a niveles de ruido en niveles que sobrepasan los límites de exposición ocupacional, van en aumento a medida que la formación se acerca a los instrumentos de percusión, teniendo como única excepción a la regla a los saxofones altos.

9.5.Recomendaciones

Se propone las siguientes estrategias para el control en la fuente, control administrativo y control en el trabajador expuesto a ruido, donde se demuestra que sobrepasan los límites permisibles, según los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en la banda de músicos de la escuela Militar de cadetes General José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia

Controles en la Fuente:

- Mejorar el diseño del salón de ensayo de la Banda de músicos, con el fin de tener una mejor acústica que permita la absorción del ruido emitido por los instrumentos.
- Insonorizar el salón de ensayos.
- Ampliar la distancia entre instrumentos
- Durante el ensayo en salón usar silenciadores musicales con el fin de disminuir el ruido ambiental, así mismo es fundamental dar a conocer a los comandantes de la Escuela la evaluación realizada con el fin de la aprobación del uso de silenciadores.
- Realizar evaluaciones de la exposición a ruido cada 2 años si los niveles ponderados de ruido (TWA) son iguales o superiores a 95 dBA (1000% de la dosis) y cada 5 años si los niveles ponderados de ruido TWA son inferiores a 95 dBA, cada vez que se presenten cambios en los procesos de adquisición de equipos, mantenimiento, reubicación laboral y en general cuando se sospeche que los niveles de ruido han variado (20)

Controles Administrativos:

- Realizar diseño de un sistema de vigilancia de la exposición a al ruido y sus efectos sobre la salud auditiva de los trabajadores, donde incorpore (la periodicidad de las mediciones, tipo de examen a realizar y la frecuencia ejecución de los exámenes y permita relacionar los resultados en la salud frente a la exposición y a la intensidad de la exposición al ruido.
- Realizar rotación de actividades para disminuir la exposición del personal.
- Realizar mantenimiento preventivo a los instrumentos musicales para mejorar su desempeño.

Control en el Trabajador:

- Diseñar un programa de conservación auditiva para disminuir las enfermedades laborales producidas por los niveles de exposición al ruido.
- Diseñar una estrategia de muestreo a los integrantes de la banda de músicos expuestos ya identificados para su inclusión en el programa de conservación auditiva.

- Capacitar al personal expuesto sobre los beneficios relacionados a la utilización de los protectores auditivos, tipo de elementos de protectores auditivos con sus respectivas características preventivas para disminuir la exposición al ruido al momento de utilizar los instrumentos musicales.
- Establecer el programa de exámenes médicos ocupacionales con audiometrías pre-ocupacionales, audiometrías de seguimientos y audiometrías post-ocupacional según la GATISO 7.3.6 (Vigilancia de la salud de los trabajadores) con el fin de realizar un seguimiento a la salud de los músicos integrantes de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes.
- Realizar controles periódicos del nivel de exposición a ruido de los integrantes de la Banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes.
- Establecer tiempos de descanso del personal para minimizar la exposición

10. DISCUSIÓN

El establecimiento de la estrategia para la evaluación de la exposición se realizó de acuerdo a lo señalado por la Asociación Americana de Higienistas Industriales (AIHA por sus siglas en inglés) en su libro “La estrategia para la evaluación de la Exposición Ocupacional” (1)

En primer lugar, se realizó el contacto con la encargada de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia, en dicha reunión no solamente le fue expuesto el presente estudio como elemento de gestión en el cual la entidad podría contar con el acompañamiento de una profesional de la universidad y sus estudiantes, también se generó la necesidad de que la entidad invirtiera tiempo, personal y recursos en un estudio que no cuenta con precedentes y también es herramienta para la identificación y monitoreo de una condición de riesgo subestimada en una población poco usual.

El objetivo de este estudio se enfocó en modelo de “Estrategia Integral”, ya que a pesar de que únicamente se realizó la medición del ruido ocupacional se tuvieron en cuenta elementos como:

- Caracterización de las formas y periodos de exposición del personal de la banda de músicos.
- Realizar la evaluación de los riesgos potenciales a los cuales están expuestos los diferentes G.E.S., comparando los valores obtenidos con los límites establecidos por la legislación a fin determinar sobre exposiciones.
- Identificar las exposiciones que requieren de mediciones adicionales.
- Lograr los pasos precedentes con el uso eficiente y eficaz del tiempo y recursos.

Para la ejecución de la evaluación ocupacional a ruido de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes se elaboró un protocolo para la evaluación de la exposición ocupacional en la que se plantea una estrategia de muestreo donde inicialmente se realiza la determinación del personal y áreas donde será ejecutada la medición, identificando así los Grupos de exposición similar y las principales fuentes

generadoras de ruido basados en los criterios de clasificación recomendados en el libro de AIHA La estrategia para la evaluación de la exposición ocupacional (1), en cumplimiento a estos referentes el personal que integra la banda de músicos fue clasificadas en grupos según su semejanza en características como tareas dentro de la banda, instrumentos interpretados, frecuencia y tiempo de exposición resultando así tres GES: instrumentos de viento, director de banda y percusión. Luego de definir los Grupos de exposición similar en los que se aplicaría el estudio se procede a definir la estrategia de medición usada basados en las recomendaciones del antiguo Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España en su Notas Técnicas de Prevención NTP 950 (32), NTP 951 (26) y NTP 952 (27), donde se encuentra referenciada la estrategia basada en el puesto de trabajo (función) siendo la más adecuada para la aplicación del presente estudio; se usan las tablas de referencia para la determinación del tiempo mínimo de muestreo en función del número de trabajadores de cada GES.

Para la selección de los instrumentos de medición requeridos se siguieron los parámetros establecidos por NIOSH en su Libro Criteria for a recommended standard Occupational Noise Exposure en su capítulo 4 (29) y el OSHA Technical Manual en su sección III Capítulo 5 (25). Donde se indica la necesidad de uso de equipos como sonómetros y dosímetros; para el estudio se usaron dos sonómetros tipo 1 con analizador de frecuencias en bandas de octava y tercios de octava, se emplearon siete dosímetros con las mismas características. Antes de iniciar el estudio se realiza la comprobación requerida con un Pistofono calibrado en 114dB de igual manera se verificó el certificado de calibración de cada uno de los instrumentos en cumplimiento con las directrices mencionadas con anterioridad.

Con el fin de realizar la actividad de medición de ruido en los integrantes de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, se realiza un reconocimiento de actividades ejecutadas tal como lo indica OSHA en su Technical Manual en su sección III Capítulo 5 (25), se explica al personal de que se trata la prueba y como se realizara explicando cual es el objetivo, los pasos que se ejecutarán y los beneficios que traerá realizar la evaluación.

Para realizar las mediciones del presente estudio se toman los criterios establecidos por autoridades en Higiene Industrial como OSHA (25) y NIOSH (29) que indican la posición del instrumento de medición, el tiempo de medición, la organización por grupos de exposición similar. Los dosímetros se ubicaron cerca al oído del trabajador y dependiendo la ubicación del instrumento interpretado. Se realizan sonometrías en diferentes puntos determinados en la estrategia de muestreo con el fin de conocer los grupos de instrumentos que posiblemente generen más ruido.

Luego de realizadas las mediciones de ruido en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba y con el fin de presentar los resultados obtenidos de una manera clara y entendible para quienes consulten el documento en un futuro adicionalmente a la base de datos donde se encuentra la información relevante al estudio; se construyó un mapa de ruido donde se da a conocer la formación de la banda en el salón de ensayos y el nivel de presión sonora equivalente (Leq) identificando los resultados obtenidos con diferentes colores, basado en lo recomendado por OSHA Technical Manual en su sección III Capítulo 5 (25) donde indica que es pertinente realizar un diagrama o esquema donde se marquen los resultados obtenidos en la medición cuantitativa, adicionalmente se toma como ejemplo de esquematización y presentación de resultados el artículo Noise characterization of “effective quiet”

areas on a U.S. Navy aircraft carrier (33) donde se grafican las áreas objeto de su estudio y se relacionan los resultados identificando las áreas de ubicación con diferentes cajas de colores.

Tomando los criterios establecidos por autoridades en Higiene Industrial, se establecen los niveles permisibles para la exposición del personal al ruido, se compara que en las mediciones realizadas a los integrantes de la banda de músicos de la Escuela Militar, sobrepasa el umbral de la exposición al ruido, donde es necesario proporcionar equipo de protección personal según la Directiva de Agentes Físicos (Ruido) 2003/10/CE, utilizando tapones lisos y ergonómicos, en forma de arnés que impide que los tapones entren en contacto con superficies sucias con un SNR: 26 para reducir los niveles de exposición al ruido.

11. CONCLUSIONES

Se realizó diseño un formato de recolección de información para realizar la caracterización de fuentes de ruido en el desarrollo de las tareas de la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, en dicho ejercicio derivado de la visita inicial a las instalaciones, se pudieron proyectar los futuros requerimientos y escenarios en los cuales se desarrolló la medición de niveles de ruido ocupacional por sonometría y dosimetría.

La recolección de información para la caracterización de la población expuesta en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, permitió evidenciar que parte de la problemática con la que cuenta la población expuesta a ruido, radica no solo en las prácticas inadecuadas desarrolladas por el personal civil y militar, sino que también por la falta de información compartida entre el personal civil con los altos mandos militares.

Se realizó un protocolo para la medición de ruido en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, donde se establecieron 3 Grupos de Exposición Similar conformados por los instrumentos de viento, percusión y director de la banda, seguido se seleccionó una estrategia de muestreo basada en el puesto de trabajo toda vez que el personal Militar desempeña tareas administrativas adicionales a la banda de músicos y el personal civil cuenta con actividades alejadas del Ejército Nacional que probablemente implique exposición a ruido. Se proyectaron veinticinco dosimetrías y doce horas de sonometrías.

Para ejecutar el estudio de ruido en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba fue necesario el uso de instrumentos de medición como sonómetros, dosímetros y Pistofono debidamente calibrados y probados antes de ejecutar el estudio en cumplimiento con las directrices de los Organismos Internacionales.

La realización de dosimetrías y Sonometrías durante el desarrollo de actividades de la banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba del Ejército Nacional, demostró niveles de sobre exposición tanto dentro del salón de músicos que esta acústicamente adecuado para realizar prácticas de interpretación de instrumentos musicales, como en la práctica de instrumentos en el

exteriores durante el recorrido a la Escuela Militar; dichos resultados demuestran que el entorno no es una variable que contribuya de forma incuestionable en el nivel de exposición de los músicos y que los controles a implementar deben enfocarse en otros factores administrativos y de procedimiento.

Los resultados de las mediciones permitieron concluir que la sobre exposición a ruido de los integrantes de la Banda de músicos de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, no solo está limitada a aquellos eventos que les exigen practicar más de 8 horas continuas en periodos que no permiten un lapso efectivo de cesación de la exposición, ni se encuentra solamente cuando desarrollan ejercicios de práctica en conjunto con la banda de guerra (tal como lo manifestaban durante la caracterización de la exposición), sino que dicha sobre exposición se presenta aun cuando desarrollan sus actividades de forma independiente y aplicando sus normas acústicas (las cuales manifestaban son un factor protector).

Luego de realizado el estudio de ruido en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba se concluye que la exposición a niveles de presión sonora equivalente (Leq) producto de los ejercicios de interpretación de todos los instrumentos musicales, supera los límites permisibles establecidos por la legislación colombiana. Dicho hallazgo demuestra que la sobre exposición a ruido de la población objeto de este estudio no solamente ocurre al trabajar en conjunto con la banda de guerra tal y como se tenía pensado durante la caracterización de procesos.

El estudio de ruido realizado nos indica que en general todos los instrumentos musicales usados en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba general un nivel de ruido superior al de los Límites permisibles, la exposición es no aceptable y se deben tomar medidas de intervención inmediatas con el fin de prevenir la aparición de posibles afectaciones auditivas en el personal que integra la banda.

Según los resultados obtenidos en la medición a la exposición de ruido en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, se concluye que se deben de realizar unos controles en la fuente, medio e individuo para disminuir el grado de exposición a ruido y así evitar enfermedades laborales.

12. RECOMENDACIONES

10.1. Al gobierno

Luego de realizar este trabajo se recomienda al Gobierno Nacional y a las entidades Gubernamentales la revisión y actualización de la normatividad en cuanto a Seguridad y Salud en el Trabajo en general, pues a la fecha contamos con reglamentación de hace más de 20 años de expedición. No se tiene claridad en los aspectos de aplicación de las normas referentes a ruido pues se cuenta con tres documentos de referencia normativa donde nos brindan diferentes parámetros. Así mismo es necesaria la actualización de las Guías Basadas en evidencia pues las condiciones sociodemográficas y de exposición de la población han cambiado desde a fecha de su creación.

Se recomienda estudiar las GATISO para realizar su actualización basada en los últimos parámetros establecidos por la ACGIH, NIOSH y OSHA en materia de riesgos higiénicos, así como convertirlas en normativas legales encaminada a reducir las estadísticas de enfermedad laboral en Colombia y no solamente en guías de atención integral de implementación voluntaria.

12.1. Al Ejército Nacional

Una vez realizada la evaluación de exposición a ruido en la banda de músicos en la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba, se recomienda al Ejército Nacional ampliar el estudio realizado basándose en la caracterización y estrategia de muestreo planteada con el fin de ampliar el nivel de confianza del mismo, ya que por temas de la misionalidad misma de las Fuerzas Militares no se desarrolló en su totalidad. Así mismo es prudente recomendar que este tipo de estudio sea migrado a las diferentes unidades que cuentan con los diferentes grupos musicales, los grupos operativos, personal que ejecuta pruebas en polígono y demás personal que se pueda ver expuesto a peligros higiénicos

12.2. Universidad El Bosque

Luego de realizar la siguiente tesis se recomienda a la Universidad El Bosque, generar una segunda etapa con los siguientes estudiantes de la especialización en higiene industrial para que verifiquen y lleven un control del trabajo realizado y realizar mejoras que en el transcurso del ensayo vayan encontrando y así tener una mejora continua para poder disminuir cada vez más las enfermedades profesionales y ausentismo laboral por la excesiva exposición al ruido en las bandas de músicos

Evaluación de la exposición ocupacional
al ruido en el personal militar y civil de
la banda de músicos de la Escuela Militar
de cadetes General José María Córdoba del Ejército
Nacional de Colombia

Jasón David Espitia Beltrán
Nidia Isabel López Rodríguez
Camilo Humberto Montoya Parra

Se recomienda adquirir más equipos de mediciones ambientales certificados para realizar los diferentes proyectos en mediciones ambientales, siendo un gran apoyo para los estudiantes y así realizar unos excelentes trabajos de grado, dando como resultado reconocimientos profesionales tanto para la universidad, la empresa o institución en la cual desarrollan los proyectos y al personal de estudiantes que se gradúan con su título como especialistas en higiene industrial

12.3. A los higienistas industriales

Al gremio de Higienistas industriales se recomienda ampliar el espectro de posibles exposiciones a los riesgos higiénicos, teniendo en cuenta profesiones y sectores fuera del sector manufacturero, como punto de interés para la prevención de enfermedades de origen laboral, causadas por exposiciones a factores físicos, químicos y biológicos que no son tenidos en cuenta por las aseguradoras de riesgos laborales (A.R.L.) y entidades del estado por no encabezar los índices de ausentismo o enfermedad laboral en el país y/o en el mundo..

Evaluación de la exposición ocupacional
al ruido en el personal militar y civil de
la banda de músicos de la Escuela Militar
de cadetes General José María Córdoba del Ejército
Nacional de Colombia

Jasón David Espitia Beltrán
Nidia Isabel López Rodríguez
Camilo Humberto Montoya Parra

13. FUTURAS PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es el nivel de ruido generado por la banda marcial de la Escuela Militar de Cadetes José María Córdoba?

¿Existe relación de causalidad entre la pérdida de la audición de los músicos y el nivel de ruido generado por los instrumentos interpretados?

¿En qué otras áreas del Ejército Nacional se le pueden aplicar evaluación de la exposición a peligros higiénicos en el personal militar?

Evaluación de la exposición ocupacional al ruido en el personal militar y civil de la banda de músicos de la Escuela Militar de cadetes General José María Córdoba del Ejército Nacional de Colombia

Jasón David Espitia Beltrán
Nidia Isabel López Rodríguez
Camilo Humberto Montoya Parra

(13) Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Ministerio de Defensa Nacional. DECRETO NUMERO 0094 DE 1989. 1989 ENE 11,.

(14) MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DECRETO 1795 DE 2000 Por el cual se estructura el Sistema de Salud de las Fuerzas Militares y de la Policía Nacional. 2000 SEP 14,.

(15) MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL. DECRETO 1796 DE 2000. 2000 SEP 14.

(16) CONGRESO DE COLOMBIA. LEY 1562 DE 2012; Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional. 2012 JUL 11.

(17) Ministerio del Trabajo. Garzon, Luis Eduardo. Decreto 1072. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. 2015 mayo 26 de.

(18) Ministerio del Trabajo. Resolución 0312 de 2019 Por la cual se definen los Estándares Mínimos del SG-SST; 2019 Feb 13,.

(19) Carbone Camps Leonardo. Sobre el significado de las definiciones de expuesto y exposición. 2013; Available at: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2011/sobre-significado-definiciones-expuesto-exposicion>. Accessed May 2, 2019.

(20) Ministerio de Protección Social, Pontificia Universidad Javeriana. Recomendaciones Guía de atención integral de Seguridad y Salud en el Trabajo para hipoacusia neurosensorial inducida por ruido u ototóxicos. 2006 Diciembre.

(21) MINISTROS DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL Y SALUD. RESOLUCION 001792 DE 1990. ; Por la cual se adoptan valores límites permisibles para la exposición ocupacional al ruido. 1948.

(22) CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. LEY 100 DE 1993; Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones. 1993 Dic 23.

(23) Comisión Internacional de Salud Ocupacional / International Commission on Occupational Health. CODIGO INTERNACIONAL DE ETICA

PARA LOS PROFESIONALES DE LA SALUD OCUPACIONAL. ; 2002.

(24) ICONTEC. NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC 4114 Seguridad Industrial realización de inspecciones planeadas; 1997 ABRIL 16,.

(25) Departamento de Trabajo de los Estados Unidos. Osha Technical Manual. ; 2013.

(26) Strategies for measuring, assessing noise exposure (II): Types of strategies Stratégies pour mesurer et évaluer l'exposition au bruit (II): types de stratégies. Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (II): tipos de estrategias.

(27) Strategies for measuring, assessing noise exposure (III): Examples of application Stratégies pour mesurer et évaluer l'exposition au bruit (III): exemples d'application. Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (III): ejemplos de aplicación.

(28) Ministerio de Salud y Protección Social., Gaviria Uribe A. Resolución 4502 de 2012. Por la cual se reglamenta el procedimiento, requisitos para el otorgamiento y renovación de las licencias de salud ocupacional y se dictan otras disposiciones. 2012 Dic 23.

(29) NIOSH. Criteria for a recommended standard Occupational Noise Exposure. 1998.

(30) Ochoa Pérez JM, Bolaños F. Medida y control del ruido. Barcelona: Marcombo; 1990.

(31) 2014 TLVs and BEIs. 2014.

(32) Strategies for measuring, assessing noise exposure (I): Measurement uncertainty. Stratégies pour mesurer et évaluer l'exposition au bruit (I) : l'incertitude de mesure. Estrategias de medición y valoración de la exposición a ruido (I): incertidumbre de la medición.

(33) Schaal NC, Salaam RA, Stevens M, Stubner A. Noise characterization of "effective quiet" areas on a U.S. Navy aircraft carrier. Journal of Occupational and Environmental Hygiene 2019 May 4;16(5):329-335.