



UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO

Maestría

Seguridad y Salud Ocupacional


**ESTUDIO DEL EFECTO A LA SALUD POR LA
EXPOSICIÓN AL RUIDO EN EL PERSONAL QUE
LABORA EN LA SALA DE MÁQUINAS DEL BUQUE
TANQUERO DE GUAYAQUIL PERÍODO 2018**

Autor: Ing. Wilson Fabián Gordillo Fuentes

Director de Trabajo de Titulación: PhD. Henry Mariño

Disertación presentada como requisito parcial para la obtención del Título de Magister en Seguridad y Salud Ocupacional de la Universidad Del Pacífico bajo la dirección del Profesor Ph.D Henry Mariño

Guayaquil, 2020

| | | |
|---|--|-----------------|
|  | FORMATOS PARA LA TITULACION DE POSGRADO | Fecha: 15/09/18 |
| | GP-FR-T-01- FORMATOS PARA TRABAJO DE TITULACION | Versión: 001 |
| | | Página: 1 de 1 |



FORM#15

DECLARACION DE AUTORIA

Yo, Wilson Fabian Gordillo Fuentes, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

En caso de que la Universidad auspicie el estudio, se incluirá el siguiente párrafo:

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD DEL PACIFICO, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.


 Nombre y firma
Wilson Gordillo F

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, por ser el pilar fundamental que me impulsa a seguir cosechando éxitos en mi carrera profesional.

A mis compañeros de trabajo, para que se esfuercen día a día buscando la excelencia laboral.

A las futuras generaciones, para que no desmayen en el cumplimiento de metas, objetivos y sueños, los cuales son fundamentales para lograr la excelencia en todos los ámbitos de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios, por permitirme culminar con éxito esta etapa profesional.

A mis padres, por inculcarme siempre el estudio y superación.

A mis amigos por ayudarme en la obtención de datos estadísticos para esta investigación.

Al personal que labora en el Buque Tanquero Jambelí quienes brindaron su apoyo en las dosimetrías y sonometrías.

A mi tutor PhD. Henry Mariño por su paciencia y guía durante la elaboración y desarrollo de esta trabajo investigativo.

RESUMEN

Para el personal que labora dentro de la sala de máquinas de buques tanqueros el ruido es considerado un factor de riesgo importante, que puede generar enfermedades laborales como la hipoacusia bilateral. En muchas ocasiones, los trabajadores y operadores de máquinas desconocen los riesgos inherentes al trabajo que realizan, por lo que a largo plazo sufren de problemas importantes de salud. Es por ello que este trabajo de investigación tiene como objetivo analizar los efectos que generan el tiempo de exposición y la concentración de ruido en la salud de los trabajadores que laboran en las salas de máquinas de buques tanqueros de Guayaquil mediante un estudio transversal de nivel descriptivo de factores de riesgo para elaborar un plan de seguridad ocupacional que mejore la calidad de vida del trabajador. El estudio aplicado se realizó a la tripulación del Buque Tanquero Jambelí cuyos resultados demostraron que el excesivo ruido incide en la aparición de hipoacusias bilaterales, agravándose por el tiempo de exposición.

PALABRAS CLAVE: Efecto, salud, exposición al ruido, sala de máquinas, buque tanquero

ABSTRACT

For personnel working inside the engine room of tanker ships, noise is considered an important risk factor, which can lead to occupational diseases such as bilateral hearing loss. On many occasions, workers and machine operators are unaware of the risks inherent in the work they do, so that in the long term they suffer from significant health problems. That is why this research work aims to analyze the effects generated by exposure time and noise concentration on the health of workers working in the engine rooms of tanker ships in Guayaquil through a cross-sectional study of descriptive level of risk factors to develop an occupational safety plan that improves the quality of life of the worker. The applied study was carried out to the crew of the Jambelí Tanker Ship whose results showed that excessive noise affects the appearance of bilateral hearing loss, aggravated by the exposure time.

KEYWORDS: Effect, engine room, health, noise exposure, tanker

ÍNDICE

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

| | |
|--|---|
| 1.1 Introducción..... | 1 |
| 1.2 Planteamiento del problema | 2 |
| 1.3 Formulación del problema..... | 3 |
| 1.4 Sistematización del problema | 3 |
| 1.5 Objetivos del proyecto..... | 4 |
| 1.5.1 Objetivo general | 4 |
| 1.5.2 Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.6 Justificación | 4 |
| 1.6.1 Justificación Teórica..... | 4 |
| 1.6.2 Justificación Metodológica | 5 |
| 1.6.3 Justificación Práctica | 5 |
| 1.7 Hipótesis | 5 |
| 1.7.1 Hipótesis general..... | 5 |
| 1.7.2 Hipótesis específica | 6 |

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

| | |
|---|---|
| 2.1 Fundamentación Teórica | 7 |
| 2.1.1 Generalidades de las alteraciones audiométricas | 7 |
| 2.1.2 Factores de riesgo de accidentes en navíos..... | 8 |

| | | |
|---|--|----|
| 2.1.3 | Patologías clásicas en maquinistas navales..... | 9 |
| 2.1.4 | Control de la fuente generadora de ruido..... | 10 |
| 2.1.5 | Generalidades de la audiometría | 11 |
| 2.1.6 | Generalidades del Ruido..... | 13 |
| 2.2 | Marco conceptual..... | 16 |
| 2.3 | Marco referencial | 18 |
| 2.3.1 | Medición y evaluación del Riesgo Físico de Ruido en el buque tanquero.... | 20 |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO | | |
| 3.1 | Tipo de estudio..... | 30 |
| 3.2 | Método de estudio | 31 |
| 3.3 | Técnica de recolección de datos | 31 |
| 3.4 | Población | 31 |
| 3.5 | Muestreo y muestra | 36 |
| 3.6 | Variables..... | 36 |
| CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS | | |
| 4.1 | Resultados de encuestas aplicadas a los trabajadores de tres buques tanqueros .. | 36 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y PROPUESTA | | |
| 5.1 | Discusión | 42 |
| 5.2 | Propuesta | 45 |
| 5.2.1 | Programa de Control del factor de riesgo físico acústico | 45 |
| 5.2.2 | Estrategias de medición de exposición al ruido | 48 |
| 5.2.3 | Evaluación de riesgos | 51 |

| | |
|---|----|
| 5.2.4 Programa general de Salud Ocupacional..... | 56 |
| 5.2.5 Plan de Gestión de riesgo por exposición a ruido | 63 |
| 5.2.6 Vigilancia de Salud de operadores expuestos a ruido | 67 |
| 6. CONCLUSIONES | |
| 7. RECOMENDACIONES | |
| ANEXO..... | 77 |
| Monitoreo de Ruido por puesto | 82 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Fases de la hipoacusia causada por el ruido..... | 7 |
| Ilustración 2: Daño auditivo instantáneo por ruido generado de motor..... | 9 |
| Ilustración 3: Control de fuentes de ruido..... | 10 |
| Ilustración 4: Audiometría ocupacional..... | 11 |
| Ilustración 5: Resultados de audiometría ocupacional..... | 12 |
| Ilustración 6: Valoración de niveles de ruido en salas de trabajo | 13 |
| Ilustración 7: Ejemplos de niveles de ruido | 14 |
| Ilustración 8: Tipos de pérdida auditiva por exposición a ruido | 16 |
| Ilustración 9: Sala de máquinas de buques..... | 19 |
| Ilustración 10: Motor SBV 9M-628 dentro de sala de máquinas | 20 |
| Ilustración 11: Análisis acústico con sonómetro de la entrada de bombas del BT Jambelí | 22 |
| Ilustración 12: Área de compresores del BT Jambelí..... | 23 |
| Ilustración 13: Resultados de dosimetría realizada en el BT Jambelí | 24 |
| Ilustración 14: Resultados sonoros del dosímetro en la sala de compresores del BT Jambelí | 24 |
| Ilustración 15: Análisis acústico con un dosímetro en la consola de máquinas del BT Jambelí | 25 |
| Ilustración 16: Niveles acústicos registrados | 26 |
| Ilustración 17: Servomotor del BT Jambelí | 26 |
| Ilustración 18: Niveles acústicos registrados | 27 |
| Ilustración 19: Exterior de la consola de máquinas | 28 |
| Ilustración 20: Niveles acústicos registrados | 28 |
| Ilustración 21: Botellas de aire de la sala de máquinas | 29 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 22: Niveles acústicos registrados | 29 |
| Ilustración 23: Parte del sistema contra incendios..... | 30 |
| Ilustración 24: Personal laborando en la sala de máquinas del BT Jambelí | 32 |
| Ilustración 25: Consola de máquinas del BT Jambelí..... | 33 |
| Ilustración 26: Motor generador 3 del BT Jambelí..... | 34 |
| Ilustración 27: Enfriador de aceite de motor principal BT Jambelí..... | 35 |
| Ilustración 28: Sistema contra incendios del BT Jambelí..... | 35 |
| Ilustración 29: Uso de auriculares protectores por parte de la tripulación..... | 39 |
| Ilustración 30: Exposición al ruido y daño auditivo | 40 |
| Ilustración 31: Edad y daño auditivo en trabajadores de buques tanqueros | 42 |
| Ilustración 32: Estrategias de medición de ruido..... | 48 |
| Ilustración 33: Máquina de bombeo de agua..... | 52 |
| Ilustración 34: Medición de niveles de ruido | 54 |
| Ilustración 35: Jerarquía de Control de ISO 45001 | 55 |
| Ilustración 36: Entrada de la sala de máquinas con la señalética correspondiente..... | 59 |
| Ilustración 37: Tapones tipo pino con cordón | 60 |
| Ilustración 38: Protector tipo cintillo | 61 |
| Ilustración 39: Protector tipo adosable al casco | 62 |
| Ilustración 40: Protector tipo adosable junto con el casco..... | 62 |
| Ilustración 41: Señalética en las paredes del BT Jambelí | 64 |
| Ilustración 42: Señalización Norma Técnica Ecuatoriana INEN ISO 3864 | 65 |
| Ilustración 43: Señalética que previene el ruido en ciertas áreas | 66 |
| Ilustración 44: Señalética que muestra el uso obligatorio de protectores auditivos | 66 |
| Ilustración 45: Señalética dentro de la cabina de máquinas del BT Jambelí | 67 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1: Resultados de sonometría aplicada al BT Jambelí..... | 22 |
| Tabla 2: Dosimetría al puesto de Operador de motor generador..... | 26 |
| Tabla 3: Dosimetría al puesto de Operador de compresores..... | 26 |
| Tabla 4: Dosimetría al puesto de Operador de consola de máquinas | 27 |
| Tabla 5: Dosimetría al puesto de ayudante de consola de máquinas..... | 28 |
| Tabla 6: Dosimetría al puesto de Operador de sistema contra incendios | 29 |
| Tabla 7: Variables dependiente e independiente con sus efectos..... | 36 |
| Tabla 8: Uso de auriculares protectores por parte de la tripulación | 38 |
| Tabla 9: Relación entre la exposición del ruido y la existencia de daño auditivo..... | 39 |
| Tabla 10: Relación entre edad y presencia de daños auditivos en tripulantes de buques tanqueros | 41 |
| Tabla 11: Áreas analizadas en control previo de ruido..... | 46 |
| Tabla 12: Plan de Control de Ruido..... | 47 |
| Tabla 13: Exposición al ruido por hora..... | 51 |
| Tabla 14: Número de impulsos auditivos por cada 8 horas de trabajo | 52 |

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 Introducción

En materia laboral, el ruido es considerado como un importante factor de riesgo en la salud de los trabajadores (Baraza, Castejón y Guardino, 2016). Por ello, las empresas refuerzan periódicamente las medidas para proteger a su personal de operaciones que generan niveles acústicos superiores a lo tolerado por el oído humano (Gaynés, 2016). Estos niveles se clasifican de acuerdo a una escala audiométrica, la cual evalúa la fuerza, volumen y velocidad de las vibraciones sonoras (Handelsman y Van Riper, 2018).

Estas ondas se miden en decibeles (dB) y que pueden ir de niveles relativamente bajos como por ejemplo 20dB causados por un susurro o 180dB correspondientes al sonido que realiza un motor de un jet. Se conoce que sonidos superiores a 85dB causan una pérdida de audición por el daño progresivo al aparato auditivo(Ortíz, 2017). Todas estas escalas son determinadas por exámenes específicos de audiometría.

Una de ellas es la audiometría tonal umbral, la cual es considerada como una valoración muy precisa de la audición, determinando si la persona puede oír bien y aportando información sobre el problema subyacente. Otras audiometrías utilizadas son la audiometría vocal, la audiometría de impedancia y por último la electroaudiometría. (Torres, Pardo, Robles y Noda, 2016).

De todas ellas, la audiometría tonal lumbar se utiliza con mayor frecuencia en las evaluaciones médicas, diagnosticando graves alteraciones como la hipoacusia neurosensorial inducida por ruido. Esta representa uno de los graves problemas de salud ocupacional con mayor prevalencia en el mundo (Rodríguez, Barrera y Carvajal, 2014).

Uno de estos problemas se encuentra en los rangos auditivos que se generan en las operaciones que realizan los trabajadores en las salas de máquinas dentro de barcos mercantes.

Es por ello que mediante esta investigación se pretende analizar los efectos que ocasiona a la salud la excesiva concentración de ruido y los prolongados tiempos de exposición presentes en los trabajadores que laboran en la sala de máquinas de buques tanqueros, para determinar las medidas correctas de protección que se deben seguir e impulsar en este medio laboral extremadamente riesgoso

1.2 Planteamiento del problema

De acuerdo al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2016), el nivel de ruido a la que están expuestos los trabajadores de la sala de máquinas de buques tanqueros es una de las principales causas de la presencia de hipoacusias de forma progresiva (INSHT, 2016). Para Eduardo Gaynés (2016), mientras mayor sea el tiempo en que un trabajador esté expuesto a altos niveles de ruido, mayor será la pérdida de la audición. Es por ello que trabajadores que han laborado durante años en condiciones de extremo ruido han perdido su capacidad auditiva progresivamente.

Por otro lado, los estudios realizados por Baraza, Castejón y Guardino sobre Higiene Industrial determinaron que las protecciones auditivas que utilizan los empleados no reducen totalmente el riesgo. Es decir, simplemente mitigan el daño acústico, puesto que lo que realmente daña la cavidad auricular es la presencia constante de vibraciones auditivas altas (Baraza, Castejón y Guardino, 2016). Es decir, las alteraciones audiométricas existentes en el medio laboral son generadas no solo por falta de protección adecuada sino por una prolongada exposición al que está sometido el

trabajador, generalmente por largas jornadas o años de trabajo dentro de una misma área de riesgo.

A su vez, esta problemática no es debidamente analizada por las empresas que, no realizan las debidas evaluaciones médicas a todo el personal, sobre todo de forma periódica a aquellos empleados que trabajan dentro de áreas con una mayor exposición a frecuencias auditivas altas, como son las salas de máquinas de buques tanqueros (Gaynés, 2016).

1.3 Formulación del problema

Para esta investigación se ha formulado la siguiente pregunta: ¿Cómo incide el tiempo de exposición y la concentración de ruido en la salud del personal que labora en las salas de máquinas de buques tanqueros?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cómo afecta la exposición prolongada de ruido en los trabajadores que laboran en la sala de máquinas de buques tanqueros?
- ¿Cuáles son los factores de riesgo que incrementan la probabilidad de desarrollar hipoacusias bilaterales en los tripulantes que laboran en las salas de máquinas de barcos mercantes?
- ¿Cómo se relaciona el nivel de protección auditiva del trabajador con la exposición prolongada al ruido generado en la sala de máquinas de buques tanqueros?

1.5 Objetivos del proyecto

1.5.1 Objetivo general

Analizar los efectos que generan el tiempo de exposición y la concentración de ruido en la salud de los trabajadores que laboran en las salas de máquinas de buques tanqueros de Guayaquil mediante un estudio transversal de nivel descriptivo de factores de riesgo para elaborar un plan de seguridad ocupacional que mejore la calidad de vida del trabajador.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar el daño que produce el excesivo y prolongado ruido en la salud de los trabajadores que laboran en las salas de máquinas de buques tanqueros.
- Medir y evaluar los factores de riesgo asociados a las hipoacusias bilaterales causadas por el excesivo ruido, mediante un análisis estadístico de encuestas aplicadas al personal que labora en la sala de máquinas de buques tanqueros.
- Correlacionar el nivel de protección auditiva aplicada en los trabajadores de buques tanqueros con el nivel de daño auditivo generado por el ruido presente en las salas de máquinas mediante un análisis de fichas técnicas.

1.6 Justificación

1.6.1 Justificación Teórica

Esta investigación tiene como propósito generar datos confiables sobre la relación entre el tiempo de exposición y concentración de ruido en la salud de los trabajadores que laboran en la sala de máquinas de buques tanqueros. Estos datos sirven para actualizar los estudios existentes, además de explorar el ambiente laboral propio de buques o

navíos, donde existe poca información de enfermedades laborales por el escaso acceso a estos lugares de trabajo.

1.6.2 Justificación Metodológica

Esta investigación propone un plan de control de ruido que permita mejorar la seguridad de los tripulantes que laboran en las salas de máquinas de buques tanqueros. Este plan de control de ruido busca reducir el impacto auditivo del trabajador por la prolongada jornada de trabajo, así como estrategias que permitan descubrir nuevas técnicas aplicables a la problemática explorada. Para ello se utilizó la jerarquía de controles para lograr reducir los riesgos presentes dentro de la condición de trabajo.

1.6.3 Justificación Práctica

Esta investigación busca prevenir efectos en la salud como las hipoacusias bilaterales en el personal que laboran en las salas de máquinas de buques tanqueros, debido a la exposición constante de altos niveles de ruido. Esta problemática se agrava porque no existe un control periódico por parte de empleadores, así como de las entidades de control, generando problemas auditivos a edades muy tempranas (Torres, Pardo, Robles y Noda, 2016).

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis general

El prolongado tiempo de exposición y la alta concentración de ruido en las salas de máquinas de buques tanqueros genera graves efectos en la salud auditiva de los trabajadores que laboran en estas áreas.

1.7.2 Hipótesis específica

- La hipoacusia bilateral causada por el excesivo ruido afecta en un 60% a los trabajadores de la sala de máquinas de buques tanqueros, por las condiciones laborales a las que están sometidos.
- Factores de riesgo como la edad avanzada, tiempo de exposición de más de 6 horas, hipertensión arterial y falta de utilización de equipos de protección predisponen al incremento de casos de hipoacusias bilaterales en empleados que laboran en la sala de máquina de buques tanqueros.
- Una adecuada protección auditiva reduce los efectos del ruido generado en la sala de máquinas de buques tanqueros.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Fundamentación Teórica

2.1.1 Generalidades de las alteraciones audiométricas

Uno de los problemas que existen dentro de salud ocupacional son los factores de riesgo frente a excesivos ruidos en el ambiente laboral. Se conoce, de acuerdo al manual de higiene industrial elaborado por Xavier Baraza (2016), que un excesivo ruido aumenta el riesgo de padecer una enfermedad profesional como es la hipoacusia y dentro de los lugares de mayor impacto acústico se encuentran las salas de máquinas de barcos mercantes, trabajos a motor diésel, control de motores, calderos, entre otros(Baraza, Castejón y Guardino, 2016).

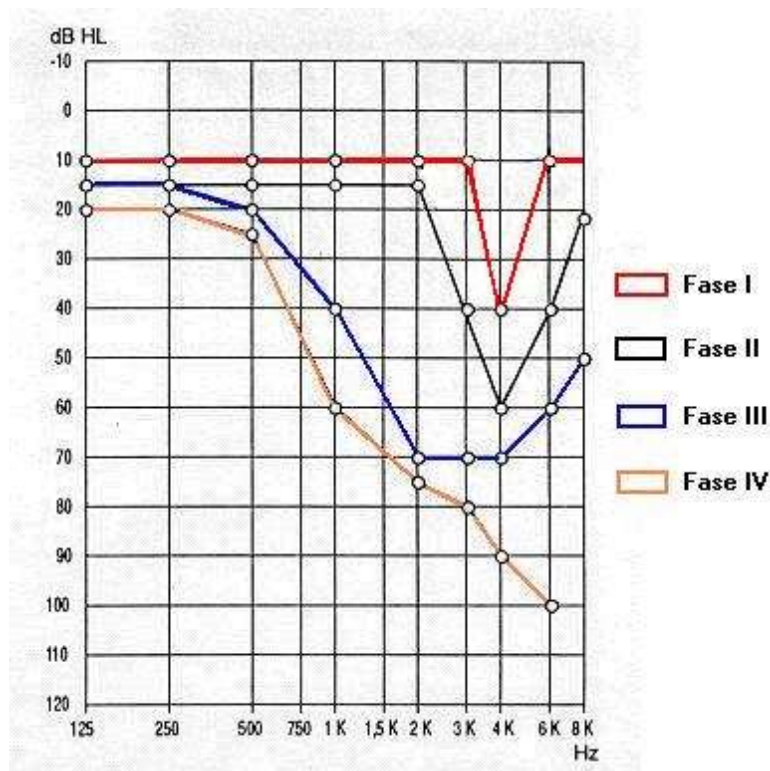


Ilustración1: Fases de la hipoacusia causada por el ruido

Fuente: (González, 2016)

Esta alteración afecta principalmente al nervio auditivo o VIII par craneal y a los componentes que ayudan en la transmisión del sonido hasta ser reconocido por el cerebro (Ropper, Samuels, & Klein, 2017). Todas estas alteraciones limitan la calidad de vida y trabajo de los tripulantes al no poder desarrollar sus actividades diarias con precisión.

2.1.2 Factores de riesgo de accidentes en navíos

De acuerdo a los estudios de Burgos, García, Alesanco y Arévalo (2015), estos pueden dividirse por categorías, los cuales son los siguientes:

Microclima de trabajo:

- Iluminación
- Poca ventilación
- Altas temperaturas
- Excesivo ruido
- Excesiva humedad

Contaminación ambiental:

- Agentes contaminantes físicos, biológicos o químicos

Sobrecarga muscular:

- Posturas incómodas prolongadas
- Fatiga física
- Levantamiento de grandes pesos

Sobrecarga psíquica:

- Fatiga mental

- Alta responsabilidad
- Insatisfacción laboral

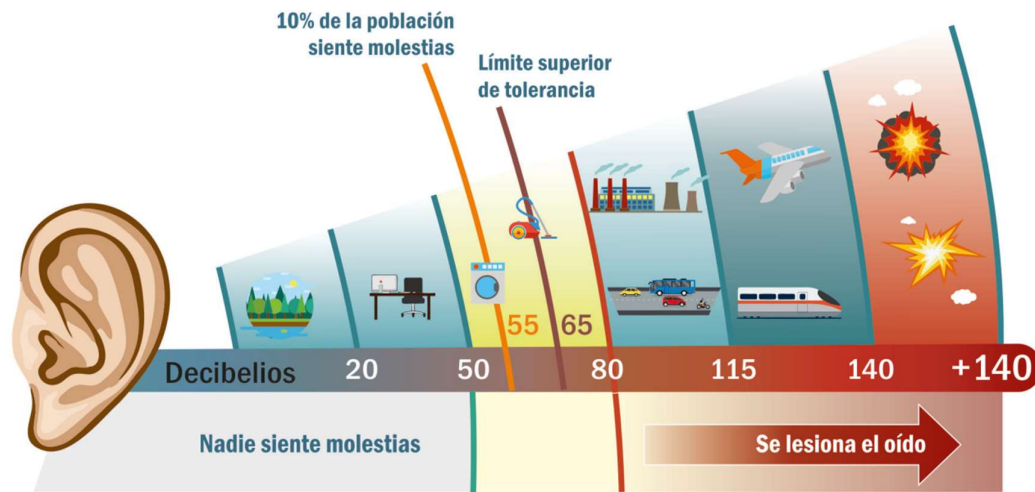


Ilustración2: Daño auditivo instantáneo por ruido generado de motor

Fuente: (AECIM, 2018)

2.1.3 Patologías clásicas en maquinistas navales

Las patologías presentes en maquinistas navales derivadas de los factores de riesgo están:

Accidentes:

- Quemaduras térmicas y eléctricas
- Intoxicación por escapes de humos
- Atrapamientos y amputación de extremidades

Enfermedades:

- Calambres de fogonero
- Dermatitis
- Estrés mental

- Hipoacusias progresivas(Burgos et al, 2015).

2.1.4 Control de la fuente generadora de ruido

Las técnicas de ingeniería de encerramiento son algunas medidas de control preventivo de fuentes generadoras de alto ruido que se pueden adoptar, lo que mejora los descansos, así como el rediseño de equipos. Para realizar estas técnicas se requiere de un conocimiento especializado de acústica, teniendo en cuenta que los altos decibeles del ruido son producidos por el movimiento o cambio de fuerzas, velocidades o presiones, todas estas presentes en las salas de máquinas de buques tanto tanqueros, como de diversa categoría.

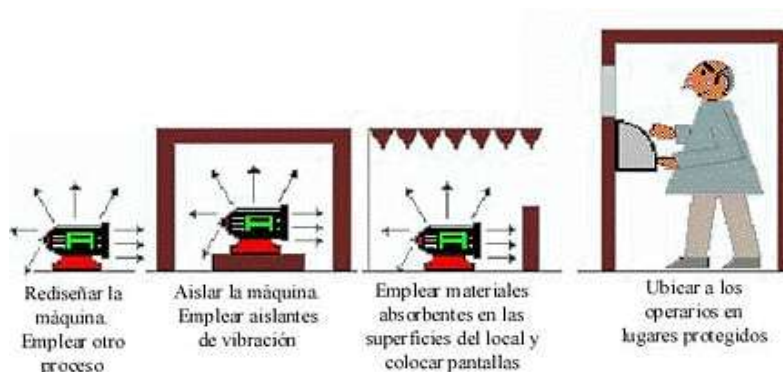


Ilustración3: Control de fuentes de ruido

Fuente: (Barrios, 2018)

El flujo de ruido muy turbulento se genera dentro de los tubos de los motores, los cuales después de un lapso de tiempo son radiados comenzando dentro de los tubos hacia la estructura general de todo el buque. La forma más precisa de controlar las vibraciones es detenerla en el punto más cercano donde se encuentra su origen, para luego proceder a reflejarla a sí misma, utilizando la técnica del encerramiento.

Si existe el caso de no poder realizar la técnica del encerramiento, se puede optar por bajar las frecuencias de ruido generado mediante el cambio del tamaño de la hélice,

lo que provocaría un descenso en las revoluciones por minuto del aparato y por consiguiente la frecuencia del sonido generado (IST, 2016).

2.1.5 Generalidades de la audiometría

La audiometría es una importante prueba funcional que determina el estado actual de la audición de las personas. Esta prueba puede ser efectuada en un grupo determinado, dependiendo si se requiere bajo parámetros específicos. Para realizar el proceso de audiometría se emiten unos sonidos especiales, que actúan sobre el oído generando una sensación sonora en la persona valorada, mediante un audiómetro (Moreno y Márquez, 2018).



Ilustración 4: Audiometría ocupacional

Fuente: (Serrano, 2019)

El sonido llega a través de los auriculares utilizados por las personas en evaluación, donde hace vibrar la membrana timpánica, siguiendo la trayectoria normal del oído, llega a través de la cadena de huesecillos hasta la ventana oval, recorriendo los líquidos endolinfáticos hasta el órgano de Corti, donde se encuentran las terminaciones

de las neuronas sensitivas que se comunicarán con los centros cefálicos de la audición (Moreno y Márquez, 2018).

Este sonido, estimula directamente los líquidos que se encuentran en el laberinto y órgano de Corti, llegando directamente al órgano encargado de la percepción, sin pasar a través de la cadena osicular, tímpano o ventana oval. Una vez realizada la prueba, la comparación de los resultados obtenidos, en ambas matrices, con vibrador y auriculares, localiza la parte afectada del oído.

Para una adecuada y correcta realización de audiometrías, estas deben generarse mediante un estudio del umbral de audición del paciente en distintas frecuencias, en un ambiente lo más insonorizado técnicamente, porque de no hacerlo podrían confundirse los sonidos emitidos en el audiómetro con los existentes en el ambiente exterior.

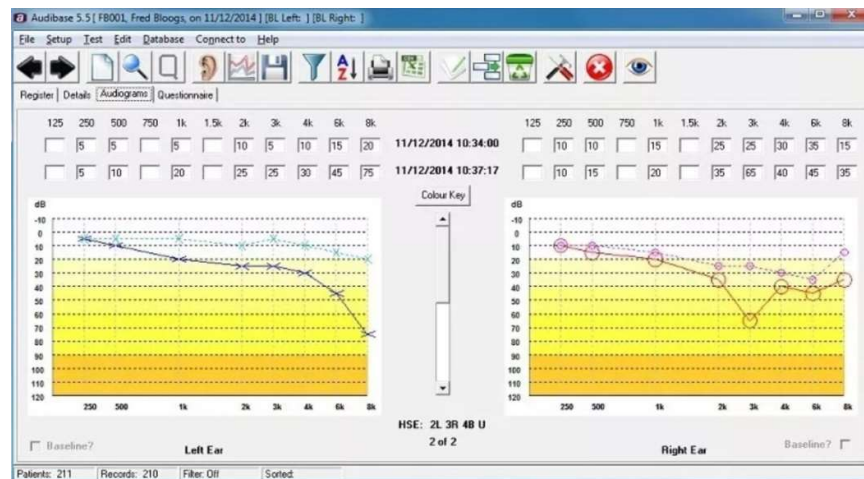


Ilustración5: Resultados de audiometría ocupacional

Fuente: (González, 2016)

Para realizar una audiometría, es importante considerar que se debe realizar un reposo auditivo, es decir, un tiempo de no exposición, con el objeto de descartar caídas de umbral auditivo reversibles, debido a que estas deben ser diagnosticadas como fatigas auditivas. Las horas de reposo para el examen varían entre 8 a 16 horas.

Así mismo, se debe explorar la transmisión del sonido, tanto por vía aérea como por vía ósea, para establecer el correcto diagnóstico de hipoacusia de transmisión y de percepción. Algunas frecuencias que se estudian deben abarcar conversaciones simples entre frecuencias como 500, 1000, 2000 y 3000 Hz así como las no conversacionales que abarcan frecuencias como 4000, 6000 y 8000 Hz(Vilás, 2015).



Ilustración6: Valoración de niveles de ruido en salas de trabajo

Fuente: (Chang, 2017)

2.1.6 Generalidades del Ruido

El ruido, tal como se define en la Organización Mundial de la Salud y en la Organización Internacional del trabajo, es un sonido muy desagradable y sobre todo molesto que, a niveles exageradamente altos, es muy nocivo para la salud(López, 2019). Según la intensidad del mismo se puede clasificar en moderado, intenso y muy intenso. Dependiendo de la intensidad se puede establecer que tan perjudicial es para la salud auditiva.

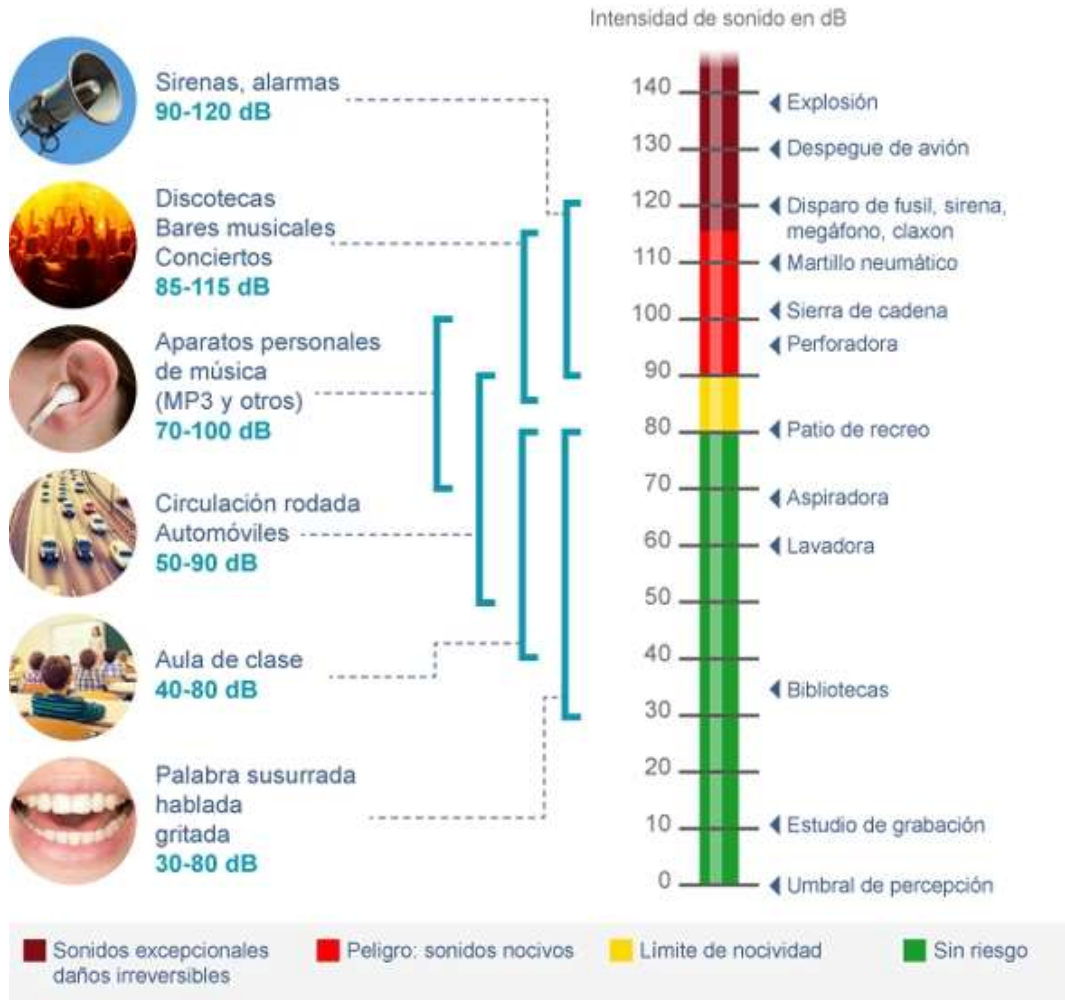


Ilustración7: Ejemplos de niveles de ruido

Fuente: (Pujol, 2018)

De acuerdo a la intensidad, el ruido muy intenso o medianamente intenso genera lo que se conoce como trauma acústico, que es considerado como un accidente auditivo, a más de ser una enfermedad ocupacional. Este trauma es causado por un ruido único, de muy corta duración pero de exagerada intensidad, lo que produce una pérdida auditiva repentina y muy dolorosa, extremadamente rápida por la variación de la presión de la onda expansiva y seguida por la producción de la energía sonora. Los síntomas que se generan son hipoacusia bilateral o unilateral, acufeno y vértigo.

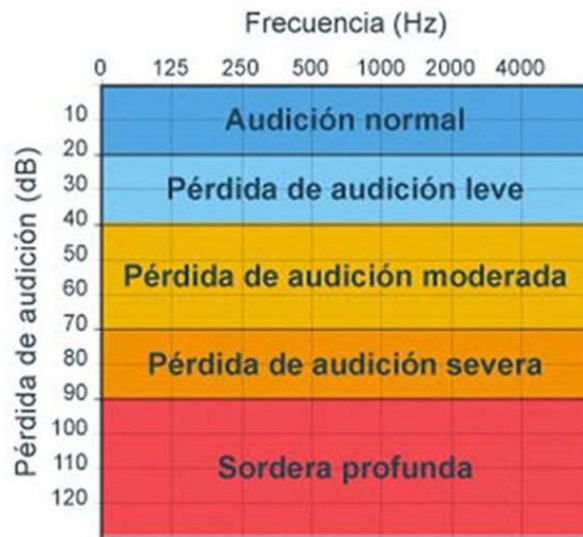
De acuerdo a Barrios (2018) la hipoacusia inducida por ruido, sea o no unilateral se define como una disminución de la capacidad auditiva del oído, puede ser de tipo neurosensorial, total o parcial, así como permanente o acumulativa. Esta se origina gradualmente, como resultado de la exposición a niveles muy perjudiciales de extremo ruido en el ambiente laboral, de tipo continuo, fluctuante o intermitente, de intensidad extremadamente alta, sobrepasando los 85dB durante un periodo muy prolongado.

Las frecuencias más destructivas para el oído humano son las que se encuentran en intensidades superiores a 3000, 4000 y 6000 Hz, siendo estas muy frecuentes en las industrias y barcos mercantes, sobre todo en salas de máquinas. La pérdida mayor de audición se encuentra a una frecuencia de 4000 Hz. Intensidades por debajo de 80db no provocan mayores alteraciones definitivas, sin embargo, si la intensidad supera los 85dB, se pueden observar alteraciones en la audiometría tonal realizada en un lapso de 12 horas de reposo al ruido.

La duración del estímulo realizado en una audiometría esta en correcta relación con la lesión coclear detectada. La disminución progresiva de la agudeza auditiva comienza a formarse de forma muy silente y se percibe únicamente cuando alcanza las frecuencias conversacionales en rangos variados entre 500, 1000, 1500 y 2000 Hz. Así mismo, confirma que evaluaciones audiométricas a este punto son consideradas hallazgos tardíos, pues ya existe un daño a la audición. Existen varios factores que predisponen a la hipoacusia bilateral inducida al ruido, entre los que tenemos:

- Edad: mayor edad mayor riesgo.
- Predisposición familiar: antecedentes de hipoacusia bilateral inducida en la familia.
- Grupo sanguíneo O.

- Carencias nutricionales, como el magnesio y riboflavina - Exposición previa a ruidos intensos.
- Influencias tóxicas: tabaco, aminoglucósidos, furosemide, asxileno, tolueno, etc.



Pérdida leve. En general la voz se percibe con intensidad normal. Dificultades para entender cuando se baja la voz o el orador se aleja.

Pérdida moderada. La voz tiene que elevarse para poder ser entendida y se facilita si se ve al interlocutor. En ambientes silenciosos, hablando de frente y cerca se oye razonablemente bien.

Pérdida severa. Sólo se perciben los sonidos cerca de la oreja y la voz se percibe distorsionada.

Pérdida profunda. La percepción del habla es muy distorsionada; se requieren auxiliares con mucha potencia para escuchar.

Ilustración8: Tipos de pérdida auditiva por exposición a ruido

Fuente: (Handelsman & Van Riper, Audiometría, 2018)

2.2 Marco conceptual

Acumetría: Algunos métodos exploratorios que se realizan en la audición para una correcta valoración auditiva de un sujeto o paciente expuesto a altos niveles de ruido (Torres et al, 2016).

Audiometría general:Importante examen que evalúa o diagnostica la capacidad del oído de escuchar sonidos en un ambiente determinado(Handelsman et al, 2018).

Audiometría ocupacional:Examen médico ocupacional que está orientado a evaluar la función auditiva de los empleados expuestos a ruido dentro de una organización, con el fin de evaluar los efectos auditivos producidos por el mismo (DIGESA, 2017).

Audiometría tonal umbral:Prueba audiométrica que valora de forma muy precisa el nivel de la audición. Esta prueba aporta una información adicional a la realizada sobre un problema subyacente causante de la pérdida progresiva de la audición(Torres et al, 2016).

Cámara de máquinas:Sala o zona con exposición a altos niveles de ruido por albergar los motores principales de diésel, así como los motores auxiliares, grupos electrógenos, bombas de combustible, entre otros (Vega et al, 2016).

Decibeles:Unidad de medida que registra la intensidad del sonido. Además esta es considerada como la velocidad o fuerza de las vibraciones generadas o de ondas sonoras (Handelsman et al, 2018).

Frecuencia del sonido: Número de vibraciones que se desarrollan en un segundo, es decir, el número de ciclos por segundo que dará lugar a un tono agudo o un tono grave, dependiendo de la exposición que se genere (DIGESA, 2017).

Hipoacusia de conducción:Patología de la audición donde existe una importante afectación en el oído, con valores sonoros que caen por debajo de los 25 decibeles (Torres et al, 2016).

Hipoacusia inducida por ruido:Patología o enfermedad laboral por la cantidad o nivel de presión sonora que él trabajadores está expuesto (Caballero, 2018).

Sistema de ventilación: importante fuente de ruido presente en la sala de máquinas, engloba aparatos como los ventiladores, motores y la propia circulación de aire (Vega et al, 2016).

Orejeras: casquetes que cubren la totalidad de las orejas, adaptados a unas almohadillas. Estos presentan un material que absorbe todo el sonido (UPV, 2017).

Ruido: factor de riesgo identificado, puede ser un sonido confuso, inarticulado, no deseado, más o menos fuerte y que generalmente casusa daños a la salud (DIGESA, 2017).

Sonido:es considerado como la sensación, en el órgano del oído, producido por el movimiento vibratorio de los cuerpos en un determinado periodo de tiempo (DIGESA, 2017).

Tapones: protectores que se introducen en todo el canal auditivo, por lo que están destinados al boqueo del sonido en su entrada (UPV, 2017).

2.3 Marco referencial

En el Ecuador existen puertos ubicados en las Costas, lo que genera un variable número de embarcaciones con distintas funciones. Son en estos buques o navíos donde se producen la mayor parte de enfermedades ocupacionales por las condiciones laborales, de acuerdo a estudios realizados por Vega y García sobre la exposición de ruido a bordo de embarcaciones (Vega, García, Moreno, Zimmermann y Abril, 2016).

Una de las áreas más afectadas es la sala de máquinas, donde los especialistas realizan las debidas maniobras para poner al buque en marcha.

Las salas de máquinas de buques tanqueros de Ecuador generan continuamente una cantidad excesiva de ruido, por el movimiento de motores a diésel o eléctricos,

generando un impacto a la tripulación que, a pesar de contar con los equipos de protección necesarios, no abarcan reducir todos los factores de riesgo de esta problemáticas, sobre todo por la exposición prologada de la jornada de trabajo de la misma.

Además, estas salas no cuentan con monitoreo diario sobre los niveles de ruido presentes en las labores realizadas, lo que dificulta la prevención de estas alteraciones en la audición.

A continuación se presenta unas ilustraciones sobre el interior de las salas de máquinas de buques tanqueros, donde las enormes estructuras generan altos niveles de ruido:



Ilustración 9: Sala de máquinas de buques

Fuente: Autor (2019)



Ilustración 10: Motor SBV 9M-628 dentro de sala de máquinas

Fuente: Autor (2019)

2.3.1 Medición y evaluación del Riesgo Físico de Ruido en el buque tanquero

Para poder medir el nivel total de ruido dentro de la sala de máquinas del buque tanquero, se utiliza equipos como el sonómetro y dosímetro. El sonómetro es un instrumento electrónico capaz de registrar el nivel de presión acústica registrado en decibelios, entre un rango de espectro de 0 a 20.000 Hz.

El dosímetro por su parte, es un aparato que une de forma automática dos parámetros importantes para la salud ocupacional como son el tiempo de exposición y el nivel de presión acústica.

Para la investigación, se aplicó evaluaciones a la sala de máquinas del buque tanquero Jambeli, en las cuales se analizó el nivel acústico de zonas como:

- Entrada al departamento de máquinas
- Área del motor generador
- Área de compresores

- Área de bomba contra incendios
- Consola de máquinas

Para realizar las mediciones, se comunicó al personal que labora en el área de máquinas sobre la realización de la evaluación sonora y se solicitó que realicen el trabajo de forma normal, evitando el contacto con los dispositivos de medición.

Para la evaluación se utilizó un sonómetro integrador colocado en posiciones estratégicas, sin que puedan ser tropezados por el personal que labora en el área y sin que se convierta en un obstáculo para la jornada laboral. Al iniciar la jornada se realizó una calibración del equipo, las mediciones se realizaron durante 1 hora 25 minutos en cada área representativa de la sala de máquinas. La jornada laboral dentro del Buque Tanquero es de 7 horas con turnos rotativos del personal, sobre todo en el área de máquinas donde el ruido constante no permite trabajar adecuadamente por periodos largos de tiempo. Al tratarse de un buque tanquero donde la mayor parte del tiempo se encuentra en mar abierto, se coordinó con supervisores y oficiales de máquina la toma de registros acústicos durante un día de trabajo, dividiéndolos en cinco periodos de 1,25 horas, para representar de forma equitativa el periodo de trabajo de cada operario de máquina que labora en el buque tanquero.

Para las mediciones se utilizó un sonómetro integrador promediador certificado, a una distancia de 0,4 metros de los operarios de máquina. La calibración del equipo y las características técnicas del sonómetro y dosímetro se encuentran en el Anexo correspondiente.



Ilustración 11: Análisis acústico con sonómetro de la entrada de bombas del BT Jambelí

Fuente: Autor(2019)

Los resultados obtenidos por el sonómetro fueron los siguientes:

Tabla 1: Resultados de sonometría aplicada al BT Jambelí

| Área evaluada | Tiempo de monitoreo | Nivel diario de exposición a ruido para trabajadores |
|-------------------------------------|---------------------|--|
| Entrada al departamento de máquinas | 1 h 25 min | 82 dB |
| Área del motor generador | 1 h 25 min | 137,68 dB |
| Área de compresores | 1 h 25 min | 122,39 dB |
| Área de bomba contra incendios | 1 h 25 min | 131,77 dB |
| Consola de máquinas | 1 h 25 min | 77,35 dB |

Fuente: autor (2019)

Para cada una de las mediciones, se debe indicar que se realizaron dentro de la sala de máquinas, la cual consta de varios motores, generadores, compresores y densímetros que permiten el correcto funcionamiento del buque tanquero.

La sala de máquinas, genera un rango de ruido entre 120 a 140 dB, por acción del grupo de aparatos que impulsan la embarcación a su destino. Este ruido se propaga por toda el área a través de los tubos que conectan cada motor con los diferentes procesos que intervienen. El observador que realizó las mediciones se encontró frente al micrófono, en zonas donde no intervenga en la propagación de ruido. La temperatura osciló entre 18 -15°C, la humedad se colocó entre 20-80% y la presión se ubicó en 960 mBar.

Por otro lado, el dosímetro se realizó al personal que labora en las áreas antes evaluadas, para determinar el nivel de exposición auditiva al cual están expuestos por sus jornadas de trabajo. A continuación se presenta un resumen de la dosimetría realizada el día 09/10/2019, mientras que los resultados completos se presentarán en el anexo 5 de esta investigación.

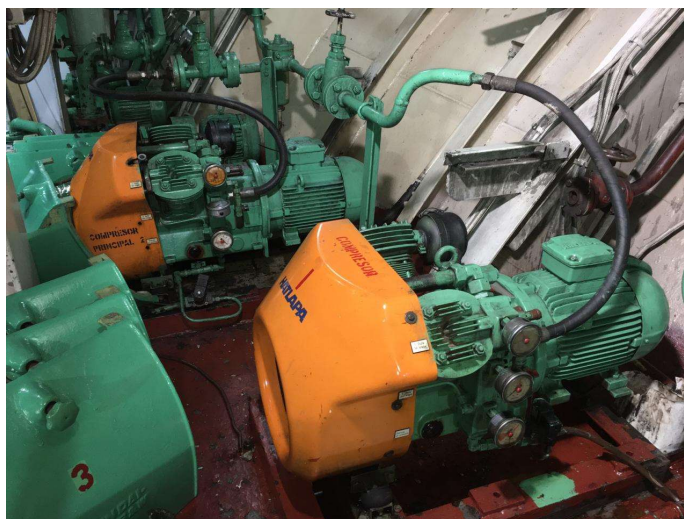


Ilustración12: Área de compresores del BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

La dosimetría se realizó en 1 hora 25 minutos, evaluando los picos sonoros entre ese lapso de tiempo.

| MONITOREO DE RUIDO Y DOSIMETRÍA | | |
|---|---------------------|--|
| Sonómetro integrado SoundPro SP BHN110014 | | Monitoreo: Ing. Génesis Herrera |
| Descripción de la Actividad | | |
| Nombre del Trabajador: | Ing. Xavier Legarda | Resultados de calibración del Sonómetro |
| C.I.: | XXXXXXXXXX | Equipo calibrado 09/10/2019 |
| Área de Trabajo: | Sala de compresores | Calibrador modelo AC-300 Acoustic |
| Puesto de Trabajo: | Operador | Número de serie: AC400003029 |
| Equipos: | SoundPro DL | Número de certificado: 11312010929AC3000004039 |
| Empresa: | Jambelí BT | |
| Ubicación Geográfica: | Guayaquil – Ecuador | |
| Configuración del Equipo | | |
| Nivel de Criterio: | 80 dB | |
| Nivel de umbral: | 85 dB | |
| Tasa de intercambio: | 5 dB | |
| Ponderación de tiempo: | Lento | |
| Resumen de los resultados obtenidos de la dosimetría y proyección de la dosis | | |
| Tiempo de medición: | 1hr 25min | TWA: 115,45 dB |
| Hora inicial: | 9:00 | Dosis: 95 % |
| Hora de término: | 10:25 | |
| Fecha de medición: | 09/10/19 | |
| Hora nivel de presión sonora pico: | 10:00 | |

Ilustración13: Resultados de dosimetría realizada en el BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

De la misma forma, el resultado histórico dentro del tiempo de análisis del dosímetro es el siguiente:

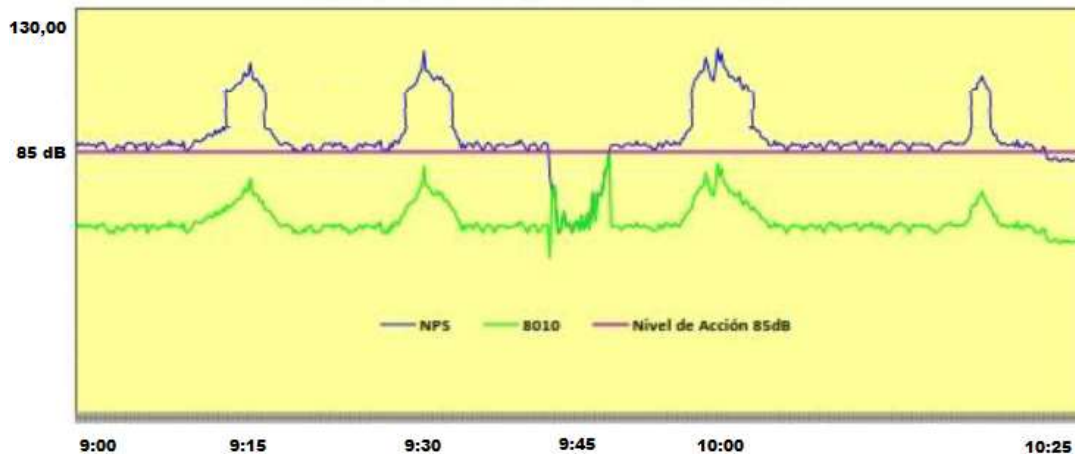


Ilustración14: Resultados sonoros del dosímetro en la sala de compresores del BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

De esta dosimetría realizada, se constató que existen áreas donde los empleados presentan altas probabilidades de sufrir hipoacusia por exposición al ruido, sobre todo si se encuentran expuestos por largos periodos de tiempo. A continuación se presenta la dosimetría realizada en la sala de consola de máquinas del buque tanquero, donde se puede apreciar el dosímetro utilizado por el operario de la consola de máquinas:



Ilustración15: Análisis acústico con un dosímetro en la consola de máquinas del BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

Los resultados de la dosimetría por puestos se muestran a continuación:

Tabla 2: Dosimetría al puesto de Operador de motor generador

| PUESTO DE TRABAJO: OPERADOR DE MOTOR GENERADOR | | | | |
|--|---------------------|-------------------------------------|----------|------------------------------------|
| Nivel de presión sonora continua | Presión sonora Pico | Nivel diario de exposición al ruido | Riesgo | Tiempo permitido de exposición (h) |
| 135 dB | 140 dB | 137,68 dB | Muy alto | 4 h |

Fuente: Autor(2019)

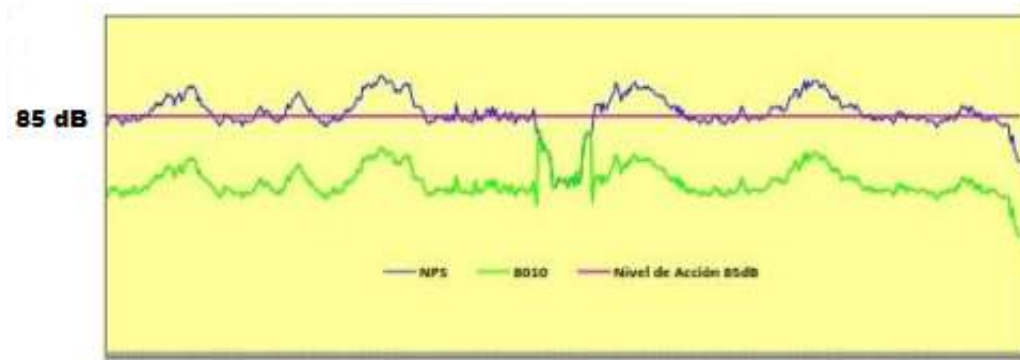


Ilustración16: Niveles acústicos registrados

Fuente: Autor (2019)



Ilustración17: Servomotor del BT Jambeli

Fuente: Autor (2019)

Tabla 3: Dosimetría al puesto de Operador de compresores

| PUESTO DE TRABAJO: OPERADOR DE COMPRESORES | | | | |
|---|----------------------------|--|---------------|---|
| Nivel de presión sonora continua | Presión sonora Pico | Nivel diario de exposición al ruido | Riesgo | Tiempo permitido de exposición (h) |
| 127 dB | 130 dB | 122,39 dB | Alto | 4 h |

Fuente: Autor(2019)

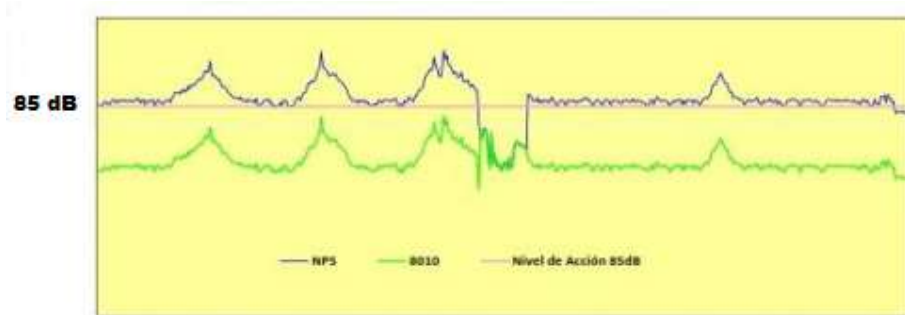


Ilustración 18: Niveles acústicos registrados

Fuente: Autor (2019)

Tabla 4: Dosimetría al puesto de Operador de consola de máquinas

| PUESTO DE TRABAJO: OPERADOR DE CONSOLA DE MÁQUINAS | | | | |
|---|----------------------------|--|---------------|---|
| Nivel de presión sonora continua | Presión sonora Pico | Nivel diario de exposición al ruido | Riesgo | Tiempo permitido de exposición (h) |
| 75 dB | 83 dB | 77,35 dB | Bajo | 6 h |

Fuente: Autor (2019)



Ilustración 19: Exterior de la consola de máquinas

Fuente: Autor (2019)

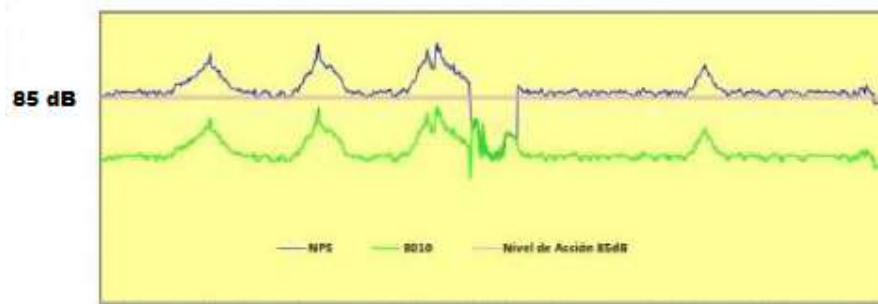


Ilustración 20: Niveles acústicos registrados

Fuente: Autor (2019)

Tabla 5: Dosimetría al puesto de ayudante de consola de máquinas

| PUESTO DE TRABAJO: AYUDANTE DE CONSOLA DE MÁQUINAS | | | | |
|--|---------------------|-------------------------------------|--------|------------------------------------|
| Nivel de presión sonora continua | Presión sonora Pico | Nivel diario de exposición al ruido | Riesgo | Tiempo permitido de exposición (h) |
| 75 dB | 83 dB | 77,35 dB | Bajo | 6 h |

Fuente: Autor (2019)



Ilustración 21: Botellas de aire de la sala de máquinas

Fuente: Autor (2019)

Tabla 6: Dosimetría al puesto de Operador de sistema contra incendios

| PUESTO DE TRABAJO: OPERADOR DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS | | | | |
|---|---------------------|-------------------------------------|--------|------------------------------------|
| Nivel de presión sonora continua | Presión sonora Pico | Nivel diario de exposición al ruido | Riesgo | Tiempo permitido de exposición (h) |
| 130 dB | 135 dB | 131,77 dB | Alto | 4 h |

Fuente: Autor (2019)

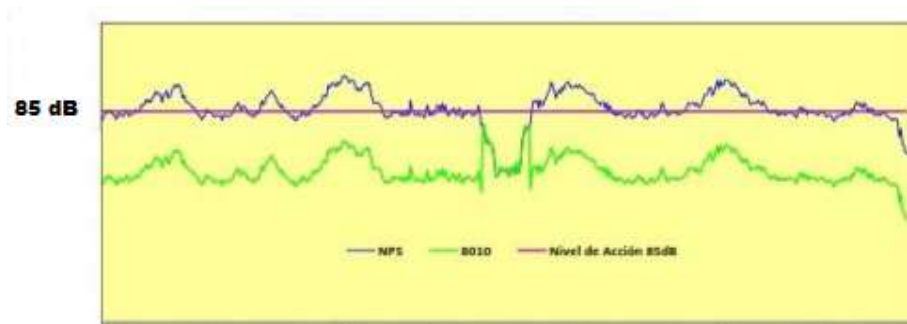


Ilustración 22: Niveles acústicos registrados

Fuente: Autor (2019)



Ilustración 23: Parte del sistema contra incendios

Fuente: Autor (2019)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de estudio

Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo debido a que se utiliza datos estadísticos para conocer la relación entre el tiempo de exposición al ruido y la presencia de hipoacusias bilaterales. Además para poder elaborar un plan de salud ocupacional que reduzca los riesgos presentes en las actividades desarrolladas en las salas de máquinas de buques tanqueros.

Además este trabajo es de corte transversal debido a que se realiza un análisis en un periodo específico de tiempo, utilizando nivel explicativo de investigación, con el cual se podrán elaborar conclusiones detalladas a partir de los hallazgos encontrados.

3.2 Método de estudio

Se utilizó el método deductivo debido a que se tomarán referentes teóricos de casos de estudio existentes para establecer una relación entre las variables propuestas.

3.3 Técnica de recolección de datos

Se utiliza la encuesta como un medio de recolección de datos para esta investigación. Estas encuestas son dirigidas al personal que labora en las salas de máquinas de buques tanqueros, con el fin de determinar la relación existente entre el tiempo de exposición y la concentración de ruido, con la presencia de enfermedades ocupacionales como la hipoacusia bilateral. Para ello se establecerán estrategias que permitan medir la contaminación acústica en el interior de las salas de máquinas de buques tanqueros.

Las encuestas son de tipo dicotómicas, debido a que se facilita la respuesta a los tripulantes de buques tanqueros, quienes no disponen de mayor tiempo por sus jornadas de trabajo.

3.4 Población

La población para este estudio corresponde a los tripulantes de tres buques tanqueros de la ciudad de Guayaquil, los cuales no presentan un número exacto al estar en constante movimiento por viajes o jornadas especiales de trabajo.

Uno de estos buques es el Buque Tanquero (BT) Jambelí, donde diariamente laboran alrededor de 80 personas en áreas de riesgo físico crítico, sobre todo en el departamento de máquinas, donde funcionan los motores, compresores y sistemas que dan la marcha al buque tanquero.



Ilustración24: Personal laborando en la sala de máquinas del BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

De acuerdo a los estudios de sonometría, el área donde existe el menor impacto sonoro se encuentra en la sala de consola de máquinas, donde no es necesaria la protección auditiva constante.



Ilustración25: Consola de máquinas del BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

Los lugares donde existe el mayor impacto auditivo se encuentran en el área de motores, donde los niveles acústicos pueden llegar a 140 dB.



Ilustración26: Motor generador 3 del BT Jambeli

Fuente: Autor (2019)



Ilustración27: Enfriador de aceite de motor principal BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)



Ilustración28: Sistema contra incendios del BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

3.5 Muestreo y muestra

Debido al escaso número de tripulantes de buques tanqueros que laboran en salas de máquinas, se consideró a todo el personal disponible dentro de una jornada de tiempo de alrededor de 6 horas. La muestra para este estudio se realiza de forma no probabilística por lo que se utiliza una muestra de 80 personas en la ciudad de Guayaquil en Ecuador.

3.6 Variables

Independientes: exposición al ruido sobre el límite diario permitido.

Dependientes: pérdida de la agudeza auditiva de los trabajadores de la sala de máquinas

Tabla 7: Variables dependiente e independiente con sus efectos

| Clasificación de variables | |
|----------------------------|----------------------|
| V. Independiente | V. Dependiente |
| Exposición al ruido | Hipoacusia bilateral |
| Tiempo de exposición | |
| Características personales | |
| Características genéticas | |
| Patologías asociadas | |

Fuente: Autor (2019)

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados de encuestas aplicadas a los trabajadores de tres buques tanqueros

Las preguntas fueron las siguientes:

1.- Edad

- 18 – 25
- 26 – 35
- 36 – 45
- 46 – 55

2.- ¿Considera usted que está expuesto constantemente a ruidos generados en su lugar de trabajo?

- Sí
- No

3.- ¿Cómo clasificaría el ruido al que está expuesto?

- Poco
- Medio
- Alto

4.- ¿Ud. usa auriculares de protección dentro de su jornada de laboral?

- Sí
- No

5.- ¿La empresa le ha realizado capacitaciones sobre la prevención de la pérdida de la audición?

- Sí
- No

Las preguntas fueron elaboradas por el autor, en base a las necesidades de la investigación. Esta encuesta se aplicó a los trabajadores de buques tanqueros, sobre todo a los que laboran dentro de las salas de máquinas, quienes muy cordiales permitieron conocer la realidad laboral de este sector. El proceso de los datos se realizó mediante técnicas estadísticas que muestran las respuestas recogidas en la tabulación.

La recopilación de información mediante encuestas arrojó los siguientes resultados: un 97,5% de los tripulantes encuestados sí utiliza una adecuada protección auditiva frente a las operaciones que generan excesivo ruido dentro del barco mercante. Para considerar un ruido excesivo se utilizó como parámetro ruidos superiores a 85dB en un día normal de trabajo de 8 horas continuas. Además los encuestados señalaron que al ingresar a laborar se les enseñó el correcto uso de los auriculares protectores de ruido, aunque reconocieron que no todos prestaron la debida atención, tal como lo muestra la siguiente tabla 8:

Tabla 8: Uso de auriculares protectores por parte de la tripulación

| Indicador | Frecuencia | Porcentaje |
|------------------|-------------------|-------------------|
| Sí | 78 | 97,5% |
| No | 2 | 2,5% |
| Total | 80 | 100% |

Fuente: Autor (2019)

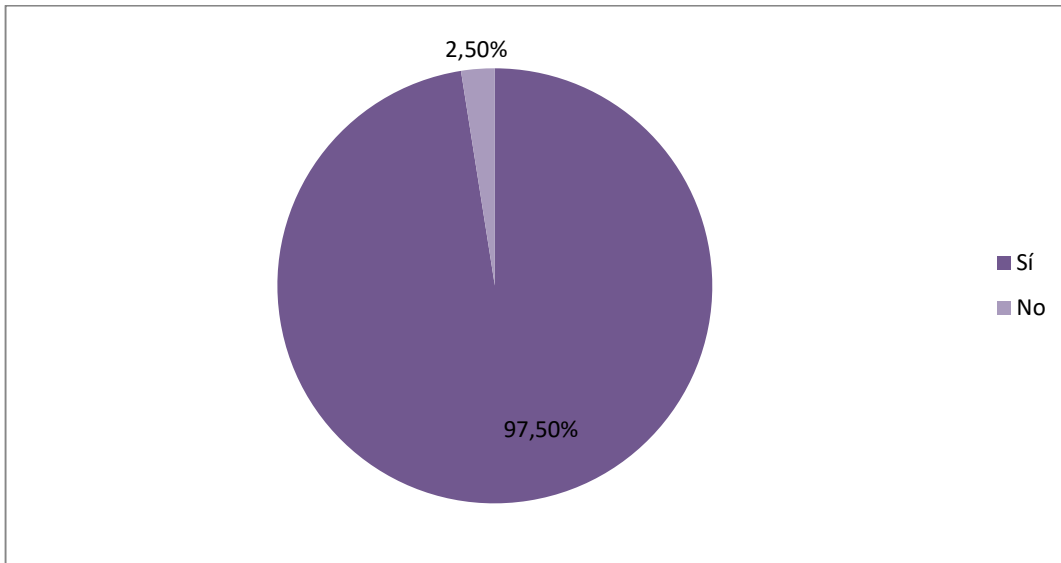


Ilustración29: Uso de auriculares protectores por parte de la tripulación

Fuente: Autor (2019)

Cabe destacar que el 2,5% del total de encuestados no utiliza correctamente la protección auricular por un nulo conocimiento de los tipos de protección, su forma de uso y las consecuencias de los mismos. Por otro lado, se evidenció que, de acuerdo a los resultados de la encuesta, el nivel de hipoacusias bilaterales en la tripulación aumenta con el tiempo de exposición presentando los siguientes resultados reflejados en la tabla 9:

Tabla 9: Relación entre la exposición del ruido y la existencia de daño auditivo

| Exposición al ruido | No existe daño auditivo | | Si existe daño auditivo | |
|---------------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje |
| Poco | 33 | 41,25% | 1 | 1,25% |
| Medio | 11 | 13,75% | 1 | 1,25% |
| Alto | 14 | 17,50% | 20 | 25,00% |
| Total | 58 | 72,50% | 22 | 27,50% |

| ANOVA Simple | | | | | | |
|----------------------------|-----------|-------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Índice | | | | | | |
| Grupos | <i>N</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> | | |
| No existe daño | 3 | 58 | 19,33333 | 142,3333 | | |
| Si existe daño | 3 | 22 | 7,333333 | 120,3333 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| <i>Fuente de variación</i> | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-value</i> | <i>F crit</i> |
| Entre grupos | 216 | 1 | 216 | 1,64467 | 0,268961 | 7,708647 |
| Sin grupos | 525,3333 | 4 | 131,3333 | | | |

Fuente: Autor (2019)

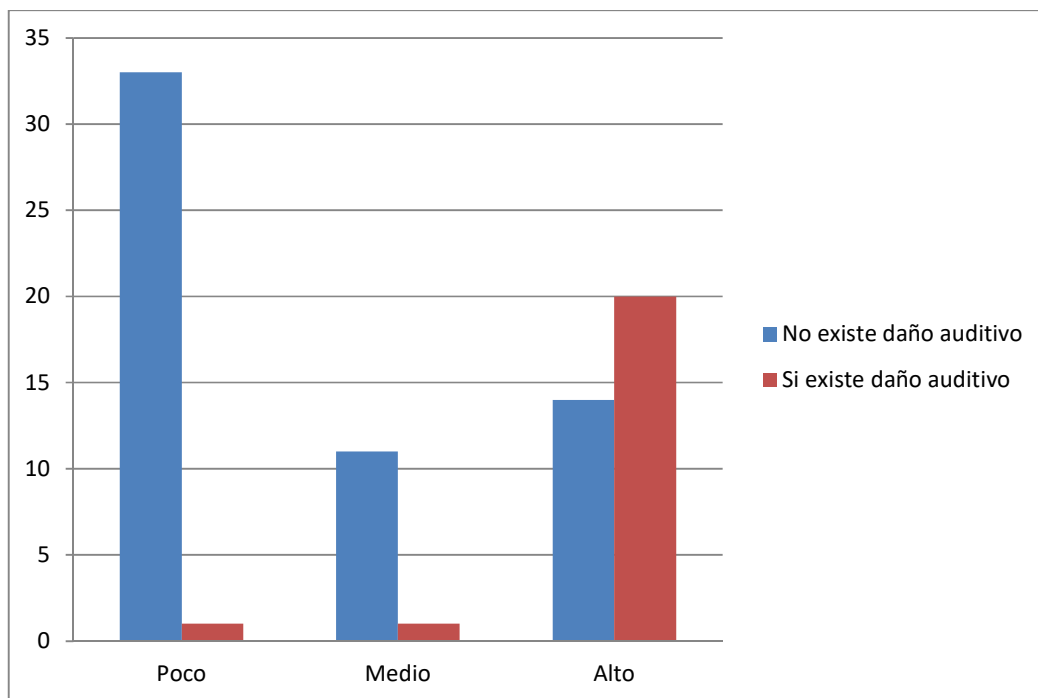


Ilustración30: Exposición al ruido y daño auditivo

Fuente: Autor (2019)

Además, la edad de los trabajadores es otro factor importante al momento de valorar daños auditivos. Según los estudios de Puma y Bernardo realizados en el Hospital Regional Honorio Delgado, vario de los trabajadores expuestos al ruido presentaron hipoacusias bilaterales, sobre todos aquellos que presentan una edad

avanzada y quienes, a lo largo de su vida han recibido constantemente grandes cantidades de ruido(Puma y Bernardo, 2016).

En la siguiente tabla 10 se muestra la distribución de tripulantes por edad y por daño auditivo recogidas en la encuesta:

Tabla 10: Relación entre edad y presencia de daños auditivos en tripulantes de buques tanqueros

| Edad | No existe daño auditivo | | Si existe daño auditivo | |
|--------------|-------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
| | Frecuencia | Porcentaje | Frecuencia | Porcentaje |
| 18 – 25 | 13 | 16,25% | 0 | 0,00% |
| 26 – 35 | 16 | 20,00% | 1 | 1,25% |
| 36 – 45 | 16 | 20,00% | 4 | 5,00% |
| 46 – 55 | 13 | 16,25% | 17 | 21,25% |
| Total | 58 | 72,50% | 22 | 27,50% |

| ANOVA Simple | | | | | | |
|----------------------------|-----------|-------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Índice | | | | | | |
| <i>Grupos</i> | <i>N</i> | <i>Suma</i> | <i>Promedio</i> | <i>Varianza</i> | | |
| No existe daño | 4 | 58 | 14,5 | 3 | | |
| Si existe daño | 4 | 22 | 5,5 | 61,66667 | | |
| ANOVA | | | | | | |
| <i>Fuente de variación</i> | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>P-value</i> | <i>F crit</i> |
| Entre grupos | 162 | 1 | 162 | 5,010309 | 0,066496 | 5,987378 |
| Sin grupos | 194 | 6 | 32,33333 | | | |
| Total | 356 | 7 | | | | |

Fuente: Autor (2019)

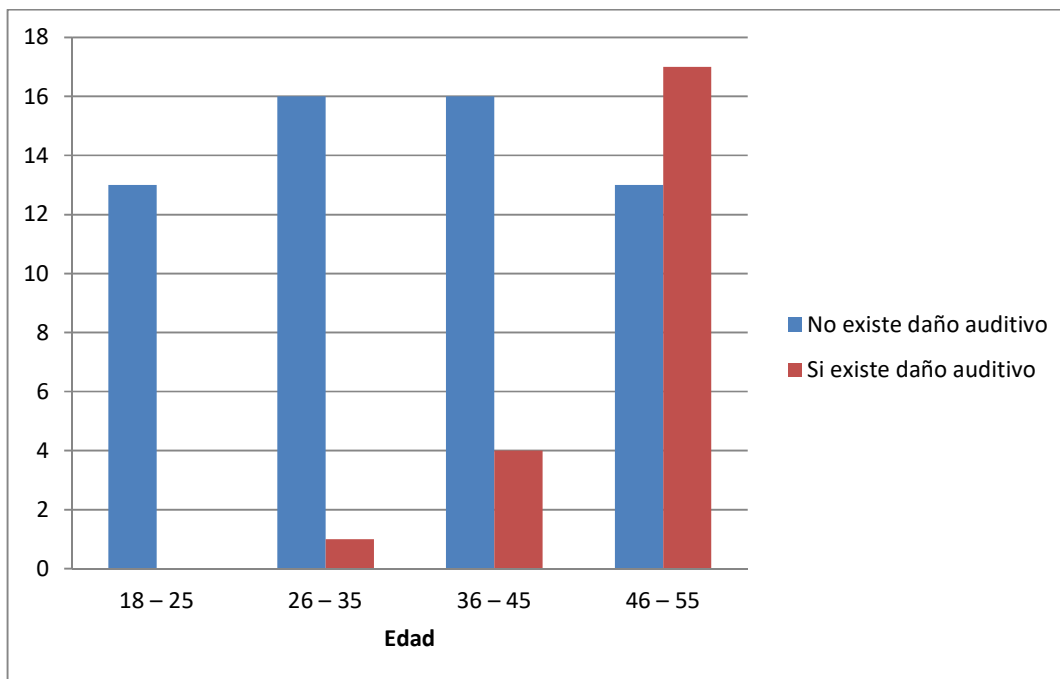


Ilustración31: Edad y daño auditivo en trabajadores de buques tanqueros

Fuente: Autor (2019)

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN Y PROPUESTA

5.1 Discusión

Uno de los problemas que existen dentro de salud ocupacional son los factores de riesgo frente a excesivos ruidos en el ambiente laboral. Se conoce, de acuerdo al manual de higiene industrial elaborado por Xavier Baraza (2016), que un excesivo ruido aumenta el riesgo de padecer una enfermedad profesional como es la hipoacusia y dentro de los lugares de mayor impacto acústico se encuentran las salas de máquinas de barcos mercantes, trabajos a motor diésel, control de motores, calderos, entre otros.

Esto se correlaciona con los hallazgos encontrados, debido a que una parte de los tripulantes valorados en la encuesta realizan labores dentro de salas de máquinas de barcos mercantes, los cuales generan ruidos por encima del tolerado por el cuerpo

humano. Este continuo trabajo como se mencionó anteriormente, alrededor de 8 horas al día, genera en la tripulación daños auditivos como la hipoacusia de transmisión y tal como se presentó, afectó a 22 de los 80 tripulantes valorados, es decir el 27,50%.

Esta alteración afecta principalmente al nervio auditivo o VIII par craneal y a los componentes que ayudan en la transmisión del sonido hasta ser reconocido por el cerebro (Ropper, Samuels y Klein, 2017). Todas estas alteraciones limitan la calidad de vida y trabajo de los tripulantes al no poder desarrollar sus actividades diarias con precisión.

Otro factor importante al momento de evaluar los daños auditivos fue la utilización de protección como son los auriculares. El 97,5% de los encuestados si los utiliza adecuadamente lo que mitiga de cierta forma el ruido constante. Según un estudio realizado por la Universidad de Valencia en el 2017, existen diversos tipos de protección acústica, aunque lo más importante es el diseño ergonómico que ofrece, dependiendo de las necesidades del trabajador, es decir, si el usuario no se siente cómodo al momento de utilizar los auriculares de protección esto puede generar mayores problemas, tanto en las labores realizadas como en la salud del individuo (UPV, 2017).

Precisamente son estos problemas generados por la mala utilización de los equipos de seguridad, lo que los especialistas en salud ocupacional no toman en cuenta. De acuerdo a las encuestas realizadas un importante grupo de evaluados presentaba factores de riesgo asociados al daño auditivo y según los resultados, uno de estos era la hipertensión arterial. Esta enfermedad, de acuerdo a estudios de la Universidad San Martín de Porres de Perú (2018) tiene una directa relación con la pérdida de audición o

hipoacusia, lo que muchas veces no es tomado en serio por los trabajadores (Caballero, 2018).

Así mismo existe una relación directa entre el tiempo de exposición del ruido, los años de edad y la presencia de hipoacusias bilaterales. Para este estudio se evidenció, de acuerdo a los datos presentados por Puma y Bernardo en el 2016, que mientras mayor es el tiempo de exposición de una persona frente a niveles auditivos superiores a 85dB, mayor será la probabilidad que desarrolle una hipoacusia bilateral, aunque esta se proteja adecuadamente siempre existe la posibilidad de que desarrolle un daño auditivo progresivo.

Esto es confirmado con estudios realizados por la Universidad de San Agustín (2016), siendo evaluados trabajadores del área de mantenimiento de un importante hospital local, lo que dio como resultado la presencia de hipoacusia aun cuando los trabajadores utilizaban la protección adecuada (Puma & Bernardo, 2016). A su vez, la edad del individuo estudiado también se relaciona con los daños auditivos, lo que se puso en evidencia al comprobar mediante la encuesta que a mayor edad, mayor era la presencia de hipoacusia en los tripulantes de buques tanqueros.

Según la Revista Cubana de Salud y Trabajo (2015), los trabajadores con edades superiores a 45 años presentan un incremento en el riesgo de padecer daño auditivo, sobre todo por la exposición al constante ruido tanto laboral como extra laboral (Torres, Robles y Noda, 2015). Esto perfectamente encaja en el perfil de los tripulantes de barcos mercantes, quienes hacen su carrera profesional durante años expuestos a ruidos excesivos.

De manera general, se puede concluir que existe una relación entre la incidencia de hipoacusias bilaterales en tripulantes de buques tanqueros afectados por la acción

prolongada de ruidos dentro de su área laboral, así mismo la importancia que representan los equipos de protección acústicos frente a grandes sonidos, aunque en varias ocasiones, por la magnitud y exposición del ruido, no detengan por completo el daño causado.

5.2 Propuesta

5.2.1 Programa de Control del factor de riesgo físico acústico

Para lograr desarrollar el Programa de Control de Ruido, se debe tener en consideración lo siguiente:

- Identificar áreas con mayor carga sonora dentro del buque tanquero, tomando en cuenta la sala de máquinas.
- Realizar la evaluación de cada área, evaluando el ruido y la frecuencia generada.
- Identificar la fuente que produce el ruido, para ello se debe realizar un estudio de los dispositivos, equipos, motores o componentes donde se pueda gestionar acciones de mejora encaminadas a disminuir el impacto sonoro.
- Establecer controles sobre la fuente, el trabajador y el medio.
- Evaluar periódicamente la efectividad de los controles propuestos.

Con el control previo realizado, se logró identificar algunas áreas donde existen elevados factores de riesgo por la presencia de altos niveles de ruido. A continuación se presentan dichas áreas clasificadas:

Tabla 11: Áreas analizadas en control previo de ruido

| AREA DE MÁQUINAS DEL BUQUE TANQUERO | |
|---|-------------------------------------|
| Zona 1: Entrada al departamento de máquinas | |
| Zona 2: Salas de máquinas | Motor generador |
| | Compresores |
| | Bombas del sistema contra incendios |
| | Seromotor |
| AREA DE CONSOLA DE MÁQUINAS | |
| Zona 1: Control de alarmas | |
| Zona 2: Tablero | |

Fuente: Autor (2019)

El plan de control de ruido (Barrios, 2018), busca eliminar o reducir la exposición sonora a cada fuente que lo produce, por lo que se desarrolla lo siguiente:

| PLANIFICACIÓN DE MEDIDAS DESTINADAS A REDUCIR O ELIMINAR LA EXPOSICIÓN AL RUIDO NTE ISO 45001 | | | | | | |
|---|-------------------------------|-------------------|-----------------|--|-------------------------------|----------|
| Responsable | | | | Fecha | Próximo | |
| Jefe de Seguridad Industrial | | | | Noviembre/2019 | Noviembre/2020 | |
| LUGAR: | BUQUE TANQUERO JAMBELÍ | | | | | |
| Medidas y actividades de control y disminución de ruido | | | | | | |
| Planificación de las actividades preventivas | | | | Seguimiento | | |
| Tipo de medida | Área | Puesto de trabajo | Fuente | Medida concreta | Responsable | Plazo |
| Organizativa | Motor generador | Operador | Motor | Disminuir la frecuencia de operaciones | Jefe de máquinas | 30 días |
| | Compresores | Operador | Motor | Disminuir la frecuencia de operaciones | Jefe de máquinas | 30 días |
| | Sistema contra incendios | Operador | Motor | Disminuir la frecuencia de operaciones | Jefe de máquinas | 30 días |
| Protección personal | Todas las áreas | Todas las áreas | Todas las áreas | Entrega de equipos de protección personal auditiva | Responsable del Depto. SS.OO. | 3 días |
| | | | | Control de procedimientos de equipos de protección personal | Responsable del Depto. SS.OO. | 60 días |
| | | | | Supervisión del uso de EPP a los trabajadores | | |
| | | | | Capacitación a los operadores sobre uso, mantenimiento, cuidado y reemplazo de los EPP | | |
| Formación | Todas las áreas | Todas las áreas | Todas las áreas | Riesgos de trabajo | Responsable S.O. | 60 días |
| Otras medidas | Todas las áreas | Todas las áreas | Todas las áreas | Vigilancia en salud | Médico | 365 días |

Tabla 12: Plan de Control de Ruido

Fuente: (Barrios, 2018)

5.2.2 Estrategias de medición de exposición al ruido

Para realizar una adecuada estrategia de medición de exposición al ruido se debe tener en consideración los siguientes puntos:

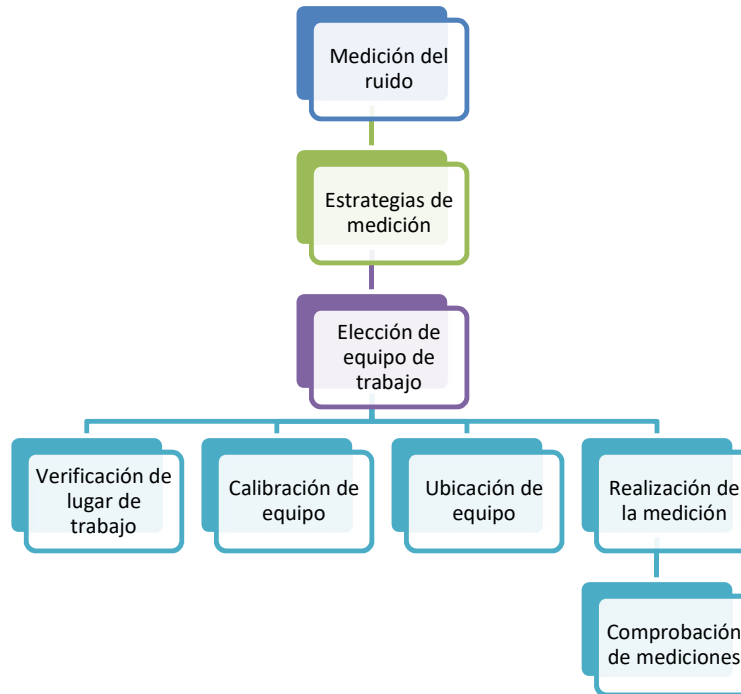


Ilustración32: Estrategias de medición de ruido

Fuente: (López, 2019)

De acuerdo a la Norma Técnica del Ecuador INEN-ISO 9612 en su apartado de Acústica (INEN, 2018), la medición del ruido en ambientes laborales está influenciada por factores específicos como:

- Propósito
- Complejidad de la situación del trabajo
- Número de trabajadores implicados
- Duración efectiva de la jornada laboral
- Tiempo disponible para la medición
- Análisis y cantidad de información

Es por ello, que las estrategias de medición de la exposición de ruido en un lugar de trabajo son las siguientes:

Medición basada en la operación realizada: Analizar el trabajo realizado durante toda la jornada laboral, luego dividirlos en número de tareas específicas, de las cuales se hará una medición por separado del nivel de presión acústica.

Medición basada en el trabajo: Se ubica un número de mediciones aleatorias del nivel de presión acústica durante la realización de las labores en la sala de máquinas.

Medición dentro de la jornada completa: Se mide la presión acústica continuamente, dentro del lapso de toda la jornada laboral completa. Para su efecto, esta debe incluir niveles sonoros tanto altos como bajos, para tener un estimado acústico de toda la jornada normal de trabajo.

Cuando se realice el monitoreo o medición, se debe analizar el normal desenvolvimiento de la jornada mediante entrevistas a trabajadores de planta, así como oficiales primero y segundo de máquinas.

Cuando se realicen las mediciones, se debe considerar los requisitos mínimos establecidos en la norma NTE ISO 9612 Capítulo 12, la cual establece:

- Realizar al menos 3 mediciones dentro de la jornada completa, definiendo el nivel diario de exposición. Si existe una diferencia superior a la estimada por la norma, se realizará un mayor número de mediciones según lo establecido en dicho documento. Luego se obtendrá una media aritmética energética de las mediciones realizadas, calculando el nivel diario de exposición al ruido ponderado a 8 horas.

- Los instrumentos para realizar las mediciones son el dosímetro sonoro personal y el sonómetro integrador promediador. Los dispositivos se calibrarán en el campo, mediante un calibrador de clase I4.

Así mismo, para realizar una correcta toma de muestras del nivel de ruido dentro del lugar de trabajo, se debe tomar en consideración lo siguiente:

- Descripción del lugar de trabajo en el que se realiza la medida
- Descripción del proceso o maquinaria de sala, fuente de ruidos
- Descripción de fuentes de ruidos secundarios como tubos.
- Tipos de aparatos utilizados para la medición
- Posición del observador que analiza.
- Posición del micrófono
- Temperatura, humedad y velocidad del aire en el ambiente de trabajo.
- Curvas de ponderación utilizadas para la medición.
- Medidas totales y niveles de banda en cada posición del micrófono
- Tiempo de duración de la medida de ruido
- Situación en sala de máquinas mediante esquemas de posición de las máquinas y puntos de medida
- Número de trabajadores expuestos en cada puesto estudiado, y número de trabajadores en la sala de máquinas en la que exista foco de ruido, con expresión de edad, sexo, etc.
- Descripción detallada de los métodos actuales utilizados como control de ruido, y protectores individuales utilizados.

5.2.3 Evaluación de riesgos

Para poder realizar una correcta evaluación de riesgos se debe conocer el tipo de ruido a evaluar, por lo cual se tiene lo siguiente:

Por tipo de ruido:

- Continuo
- De impacto

Tiempo de exposición:

- Personal afectado por el ruido
- Disposición del foco de ruido dentro de la sala de máquinas del buque tanquero
- Equipo de protección utilizado

Para estimar la dosis máxima que un trabajador de sala de máquinas debe exponerse de forma diaria, se deben seguir los siguientes parámetros:

Tabla 13: Exposición al ruido por hora

| Nivel auditivo en dB | Tiempo de exposición por hora |
|----------------------|-------------------------------|
| 85 | 8 |
| 90 | 4 |
| 95 | 2 |
| 100 | 1 |
| 110 | 0,25 |
| 115 | 0,125 |

Fuente: (Burgos, García, Alesanco y Arévalo, 2015)

Así mismo, se debe tener en cuenta el número de impulsos por hora en la que están expuestos los trabajadores frente al ruido:

Tabla 14: Número de impulsos auditivos por cada 8 horas de trabajo

| Número de impulsos o impactos por cada 8 hora | Nivel máximo de presión en dB |
|---|-------------------------------|
| 100 | 140 |
| 500 | 135 |
| 1000 | 130 |
| 5000 | 125 |
| 10000 | 120 |

Fuente: (Burgos, García, Alesanco y Arévalo, 2015)

Por otro lado, la siguiente matriz debe aplicarse al realizar la medición del ruido en la sala de máquinas:

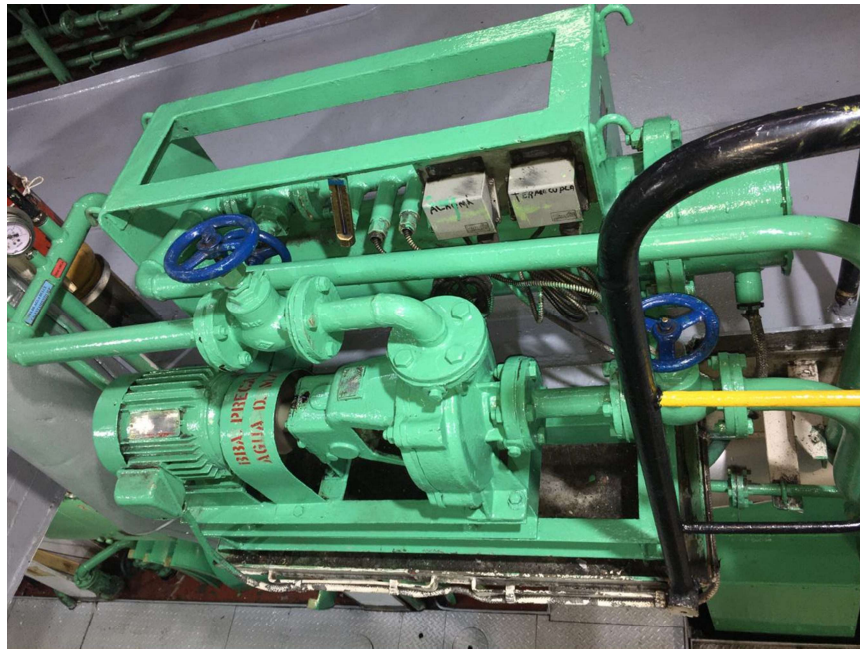


Ilustración33: Máquina de bombeo de agua

Fuente: Autor (2019)

| PUNTO DE MEDICIÓN | HISTÓRICO | | IMPLEMENTACIÓN SS.OO. | | CUMPLE NORMA | ACCIÓN CORRECTIVA | ACTUAL | | CUMPLE NORMA |
|---------------------------|-----------|-------|-----------------------|-------|--------------|-------------------|--------|-----------|--------------|
| | MEDICIÓN | FECHA | MEDICIÓN | FECHA | | | EPP | RESULTADO | |
| Sala de máquinas | | | | | | | | | |
| Turbinas | | | | | | | | | |
| Anclaje | | | | | | | | | |
| Panel principal del motor | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Ilustración34: Medición de niveles de ruido

Fuente: Autor (2019)

De acuerdo a la Jerarquía de Control de la ISO 45001, tenemos lo siguiente:



Ilustración35: Jerarquía de Control de ISO 45001

Fuente: (NTE ISO 450001)

Utilizando la Jerarquía de control de la ISO 45001, se puede utilizar las siguientes estrategias para hacerle frente al ruido de la salas de máquina de buques tanqueros:

- **Eliminación:** eliminar la interacción de los trabajadores directamente con las máquinas utilizando tecnología que permita el control desde una zona muy segura o en su efecto crear barreras que bloqueen el 100% del ruido generado por estas.
- **Sustitución:** cambiar las antiguas máquinas sumamente ruidosas por máquinas menos ruidosas que mejoren la interacción en la zona de trabajo.
- **Controles de ingeniería:** Reducción de ruido mediante planificación.
- **Controles administrativos:** reducir la carga laboral en horas mediante la creación de turnos de trabajo.
- **Equipos de protección personal:** dotar a todo el personal de equipos de protección acústica.

5.2.4 Programa general de Salud Ocupacional

Dentro del Buque Tanquero no existe un Programa de Salud Ocupacional, por lo que se propone el siguiente modelo para ser aplicado (Torres, Pardo, Robles y Noda, 2016):

1.- Ficha médica ocupacional

- Examen pre-ocupacional
- Examen ocupacional (semestral)
- Examen de re-ingreso
- Examen de personal cesante

2.- Exámenes ocupacionales por tipo de riesgo de trabajo

- Personal expuesto al polvo (Rayos X Tórax / Espirometría)
- Personal expuesto al ruido (Audiometría)
- Personal que labora con levantamiento de cargas (Rayos X Lumbar)
- Personal expuesto a riesgos biológicos (Exámenes sanguíneos)

3.- Ficha médica epidemiológica

- Prevalencia de enfermedades navales
- Ausentismos por condición médica

4.- Capacitaciones preventivas

- Jornadas de prevención de enfermedades
- Jornadas de prevención de enfermedades ocupacionales

5.- Campañas de salud

- Programas de desparasitación

- Programas de vacunación
- Campañas para una buena alimentación
- Campañas para una audición saludable
- Campañas para una visión adecuada
- Participación del MSP para la obtención del certificado anual

6.- Emergencia médica

- Capacitación y coordinación para el uso de botiquines
- Coordinación con el área de SS.OO. para la intervención de incidentes
- Capacitación para el personal en primeros auxilios.

La evaluación de la salud de los trabajadores debe realizarse con el fin de detectar oportunamente posibles daños en la audición por efecto de la exposición prolongada al ruido. Para ello se debe tener en consideración:

Implementar un programa de vigilancia médica con el fin de incluir a todos los trabajadores y encargados de las salas de máquinas de buques tanqueros que están expuestos a niveles iguales o superiores a 85dB, donde se debe considerar:

- Evaluación médica
- Cuestionario tamiz
- Pruebas audiológicas

Mediante la evaluación de riesgos, se puede determinar el nivel de ruido en cada área de la sala de máquinas de los buques tanqueros (Torres, Pardo, Robles y Noda, 2016), por lo que se pueden implementar estrategias oportunas para reducir los factores de riesgos presentes.

Para una correcta aplicación del Programa de Salud Ocupacional se deben delimitar las responsabilidades de los distintos participantes del proyecto, entre las que destacan:

Gerente General:

- Aprobar el Programa de Salud Ocupacional frente a la exposición de ruido, así como los recursos necesarios para su implementación.

Jefe de máquinas:

- Aplicar y reforzar el cumplimiento de las medidas de seguridad indicadas en el programa mencionado, tanto al personal que labora dentro de las salas de máquinas como a todo personal que se encuentre en los alrededores.

Supervisor de planta:

- Aplicar y reforzar el respectivo cumplimiento de las medidas indicadas con anterioridad.
- Exigir a todo el personal el cumplimiento de las medidas de control.
- Exigir un buen uso de los equipos de protección personal a todo trabajador de planta.
- Otorgar medios de protección especial para la realización del trabajo bajo condiciones seguras.
- Tomar acción inmediata para evaluar y corregir las condiciones y acciones detectadas.

Del Comité de Higiene y Seguridad:

- Comunicar, difundir y promover las actividades que se relacionan con la disminución a la exposición del ruido.
- Fiscalizar el cumplimiento de las actividades del programa
- Supervisar el uso de equipos de protección personal por parte de los trabajadores

Trabajadores de la sala de máquinas:

- Utilizar los equipos de protección personal necesarios en todo momento, de forma correcta y procurando el buen uso de estos.
- Responsabilizarse por el cumplimiento de todas las actividades establecidas en el programa
- Participar de forma activa en las actividades de capacitación.



Ilustración36: Entrada de la sala de máquinas con la señalética correspondiente

Fuente: autor (2019)

Dentro del Programa de Control de Ruido, se debe tener en cuenta que los empleados deben utilizar adecuados equipos de protección personal, sobre todo para riesgos físicos acústicos, entre los que tenemos:

1.- Tapones de silicona tipo pino con cordón

Este tipo de equipo se caracteriza por:

- Fabricado con silicona hipoalergénica
- Tapones unidos por cordón para mayor comodidad.
- Atenuación de 32 dB
- Textura suave, blanda y ergonómico para el buen sellado del canal auditivo.
- Usado especialmente para actividades que demanden uso de sierras, pulidoras, motores, turbinas, etc.

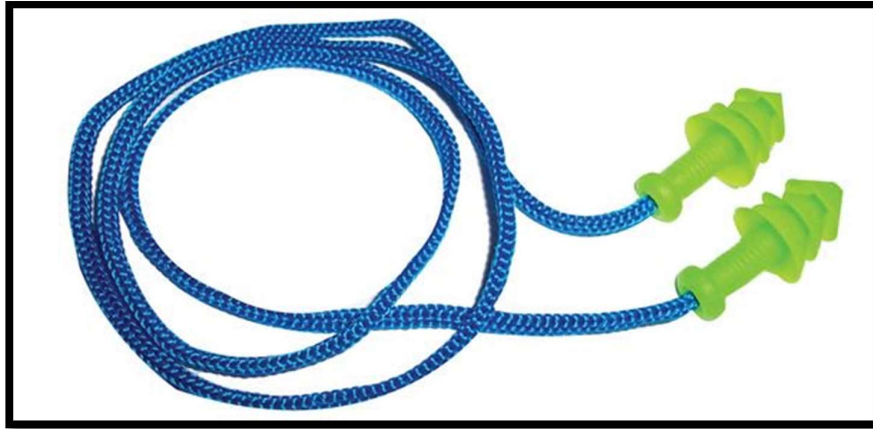


Ilustración37: Tapones tipo pino con cordón

Fuente: autor (2019)

2.- Protector tipo fono cintillo

Este se caracteriza por:

- Bajo peso (160 – 170 g)

- Confortable y suave sellamiento de almohadilla
- Dieléctrico
- Cinta ajustable para uso con casco
- Excelente rendimiento en bajas, medianas y altas frecuencias.
- Atenuación de 22 dB.



Ilustración38: Protector tipo cintillo

Fuente: Autor (2019)

3.- Protector tipo fono adosable al casco de seguridad

Se caracteriza por:

- Dieléctrico
- Copas sin perforación
- Almohadilla recambiable
- Fácil montaje
- Excelente rendimiento en bajas y altas frecuencias

- Atenuación de 22dB



Ilustración39: Protector tipo adosable al casco

Fuente: Autor (2019)



Ilustración40: Protector tipo adosable junto con el casco

Fuente: Autor (2019)

5.2.5 Plan de Gestión de riesgo por exposición a ruido

De acuerdo a los criterios establecidos en el plan de seguridad ocupacional, se debe indicar lo siguiente:

Evaluación inicial:

- Evaluación para todos los trabajadores que ingresan por primera vez al buque tanquero, donde se evaluará enfermedades preexistentes y factores de riesgo.

Evaluación periódica:

- Durante el año se debe realizar una evaluación médica que muestre información relevante dependiendo del criterio del médico ocupacional, sobre todo en la prevención de hipoacusias bilaterales.

Evaluación esporádica:

- Evaluación al trabajador que se ausente más de 30 días a causa de una enfermedad auditiva.

Evaluación de fin de exposición:

- Evaluación cuando el trabajador es cambiado o promovido a un nuevo puesto de trabajo, lejos de la exposición al ruido.

Evaluación post-ocupacional:

- Evaluación cuando se realiza una desvinculación del trabajador.

Por su parte el Comité de Higiene y SS.OO. se encargará de lo siguiente:

1.- Asesorar a todos los empleados de la sala de máquinas en el correcto uso de equipos de protección, para lo cual deberá:

- Realizar visitas a las áreas de trabajo para verificar el cumplimiento de las actividades.
- Exponer y mejorar inquietudes al organismo de seguridad del plan.
- Organizar charlas, reuniones para divulgar el programa u otro tema de interés
- Revisar continuamente el estado de las máquinas y equipos dentro de las salas de turbinas en el buque tanquero
- Controlar el desarrollo progresivo del programa y evaluar el cumplimiento de los objetivos
- Promover cursos relacionados a la prevención del ruido.



Ilustración41: Señalética en las paredes del BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

De igual manera, la implementación de una adecuada señalización en sectores donde el uso de protectores auditivos son necesarios para evitar hipoacusias bilaterales o accidentes sonoros. A continuación un ejemplo de la señalética que prevenga áreas donde exista alta concentración de ruido, de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN ISO 3864:






| FIGURA GEOMÉTRICA | SIGNIFICADO | COLOR DE SEGURIDAD | COLOR DE CONTRASTE AL COLOR DE SEGURIDAD | COLOR DEL SÍMBOLO GRÁFICO | EJEMPLOS DE USO |
|--|-------------------------|--------------------|--|---------------------------|---|
|  CÍRCULO CON UNA BARRA DIAGONAL | PROHIBICIÓN | ROJO | BLANCO* | NEGRO | - NO FUMAR - NO BEBER AGUA - NO TOCAR |
|  CÍRCULO | ACCIÓN OBLIGATORIA | AZUL | BLANCO* | BLANCO* | - USAR PROTECCIÓN PARA LOS OJOS - USAR ROPA DE PROTECCIÓN - LAVARSE LAS MANOS |
|  TRIÁNGULO EQUILÁTERO CON ESQUINAS EXTERIORES REDONDEADAS | PRECAUCIÓN | AMARILLO | NEGRO | NEGRO | - PRECAUCIÓN: SUPERFICIE CALIENTE - PRECAUCIÓN: RIESGO BIOLÓGICO - PRECAUCIÓN: ELECTRICIDAD |
|  CUADRADO | CONDICIÓN SEGURA | VERDE | BLANCO* | BLANCO* | - PRIMEROS AUXILIOS - SALIDA DE EMERGENCIA - PUNTO DE ENCUENTRO DURANTE UNA EVACUACIÓN |
|  CUADRADO | EQUIPO CONTRA INCENDIOS | ROJO | BLANCO* | BLANCO* | - PUNTO DE LLAMADO PARA ALARMA DE INCENDIO - RECOLECCIÓN DE EQUIPO CONTRA INCENDIOS - EXTINTOR DE INCENDIOS |
| * El color blanco incluye el color para material fosforescente bajo condiciones de luz del día con propiedades definidas en la norma ISO 3864-4. | | | | | |

Ilustración42: Señalización Norma Técnica Ecuatoriana INEN ISO 3864

Fuente: (Municipio de Quito, 2018)



Ilustración43: Señalética que previene el ruido en ciertas áreas

Fuente: Autor (2019)



Ilustración44: Señalética que muestra el uso obligatorio de protectores auditivos

Fuente: Autor (2019)



Ilustración45: Señalética dentro de la cabina de máquinas del BT Jambelí

Fuente: Autor (2019)

5.2.6 Vigilancia de Salud de operadores expuestos a ruido

A los operadores de las salas de máquinas de buques tanqueros expuestos a ruido, con niveles por encima de los 85dB, se realizará un procedimiento semestral que incluye:

- Exploración clínica como otoscopia, donde se analizará el estado del oído externo mediante los conductos auditivos externos y las membranas timpánicas.
- Evaluación auditiva, con una audiometría ocupacional periódica, determinando los umbrales auditivos.
- Historia clínica ocupacional, señalando los antecedentes de exposición, hábitos generales como consumo de alcohol, tabaquismo, enfermedades padecidas, factores de riesgo, secuelas de afección ótica, antecedentes de tipo otológico como vértigo, otorrea, acufenos.
- Evaluación médica para diagnosticar la patología que presente.

- Definir el área conversacional, determinando el tipo de hipoacusia mediante la audiometría.
- Evaluar si se trata de una Hipoacusia inducida por Ruido o de alguna otra patología ajena como la presbiacusia, lesión del nervio auditivo por infección, otosclerosis.

6. CONCLUSIONES

Dentro del análisis realizado, se puede concluir lo siguiente:

De acuerdo al objetivo específico 1 “Determinar el daño que produce el excesivo y prolongado ruido en la salud de los trabajadores que laboran en la salas de máquinas de buques tanqueros se determinó que dentro de los buques tanqueros, no existe una alta presencia de riesgos en sus instalaciones, debido a que cumple con las normas básicas de protección y seguridad ocupacional, sin embargo se incumple otras normas que minimizan el riesgo físico acústico provocado por el ruido de las operaciones de la maquinaria dentro de la sala de turbinas.

De acuerdo al objetivo específico 2 “Medir y evaluar los factores de riesgo asociados a las hipoacusias bilaterales causadas por el excesivo ruido, mediante un análisis estadístico de encuestas aplicadas al personal que labora en la sala de máquinas de buques tanqueros” se determinó que una alta exposición al ruido genera una mayor prevalencia de tripulantes que presentan hipoacusias bilaterales. Esta exposición se ha clasificado en poca (0 – 10 años), media (11 – 20 años) y alta (21 – 30 años). Además, la edad de los trabajadores es otro factor importante al momento de valorar daños auditivos.

De acuerdo al objetivo específico 3 “Correlacionar el nivel de protección auditiva aplicada en los trabajadores de buques tanqueros con el nivel de daño auditivo generado por el ruido presente en la salas de máquinas mediante un análisis de fichas técnicas” se determinó mediante un 97,5% de los tripulantes encuestados que sí se utiliza una adecuada protección auditiva frente a las operaciones que generan excesivo ruido dentro del barco mercante. Para considerar un ruido excesivo se utilizó como parámetro ruidos superiores a 85dB en un día normal de trabajo de 8 horas continuas.

Cabe destacar que el 2,5% del total de encuestados no utiliza correctamente la protección auricular por un nulo conocimiento de los tipos de protección, su forma de uso y las consecuencias de los mismos. Por otro lado, se evidenció que, de acuerdo a los resultados de la encuesta, el nivel de hipoacusias bilaterales en la tripulación aumenta con el tiempo de exposición.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda lo siguiente:

- En la sala de máquinas o en otras áreas donde exista presencia de turbinas, se debe construir un silenciador especial con el fin de disminuir o mitigar el ruido generado por la máquina.
- Se debe adquirir y realizar la respectiva dotación de equipos de protección personal, sobre todo cambiar periódicamente aquellos que son utilizados continuamente por el personal fijo de la sala de máquinas.
- Realizar turnos respectivos, donde el personal no pase más de 4 horas diarias trabajando continuamente dentro de la misma área, debido a que las hipoacusias bilaterales se presentan en su mayoría por la prolongada exposición al ruido, a pesar de utilizar correctamente la protección auditiva.
- Realizar una adecuada y permanente capacitación, debido a que es necesaria para que el personal conozca los peligros por la prolongada exposición al ruido o en casos donde existan accidentes sonoros que provoquen una pérdida de la audición parcial o total de la audición.

BIBLIOGRAFÍA

- AECIM. (20 de noviembre de 2018). *El ruido en el sector metal: ¿cuáles son los efectos derivados de la exposición?* Obtenido de Asociación de empresas de metal de Madrid: <https://www.aecim.org/el-ruido-en-el-sector-metal-cuales-son-los-efectos-derivados-de-la-exposicion/>
- Baraza, X., Castejón, E., & Guardino, X. (2016). *Higiene industrial*. Madrid: Editorial UOC.
- Barrios, E. (2018). *Técnicas de control y reducción del ruido*. Obtenido de Megafonía y Sonorización Barrios: <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionbarrios/t02-acustica-arquitectonica/2-4-insonorizacion-y-aislamiento/2-4-4-tecnicas-de-control-y-reduccion-del-ruido>
- Burgos, A., García, F., Alesanco, R., & Arévalo, F. (julio de 2015). *Evolución de los riesgos en las salas de máquinas de buques mercantes*. Obtenido de Equipo Ingemar. Universidad de La Laguna: <http://www.semm.org/anton2p.html>
- Caballero, L. (2018). *Características audiométricas de los trabajadores expuestos al ruido del sótano Hospital Nacional Edgardo Rebagliati*. Obtenido de Universidad San Martín de Porres: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3623/3/caballero_hl.pdf
- Chang, L. (marzo de 2017). *¿En su empresa hay un control del ruido?* Obtenido de Occupational Health: <http://occupationalhealth.com.mx/en-su-empresa-hay-un-control-del-ruido/>

DIGESA. (2017). *Guía Técnica: Vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos al ruido*. Obtenido de Dirección General de Salud Ambiental - Ministerio de Salud de Perú:
http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20de%20VST%20Expuestos%20a%20Ruido.pdf

Gaynés, E. (junio de 2016). *Hipoacusia laboral por exposición a ruido: Evaluación clínica y diagnóstico*. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo:
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_287.pdf

González, O. (1 de mayo de 2016). *Hipoacusia inducida por ruido*. Obtenido de Infomed: <http://articulos.sld.cu/otorrino/?tag=hipoacusia-inducida-por-ruido>

Handelsman, J., & Van Riper, L. (17 de mayo de 2018). *Audiometría*. Obtenido de Medline Plus: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003341.htm>

Handelsman, J., & Van Riper, L. (17 de mayo de 2018). *Audiometría*. Obtenido de Medline Plus: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/003341.htm>

INEN. (2018). *ISO 9612:2009*. Obtenido de INEN:
<https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/images/revista/volumen36/tomo2/ImplementaciondeMedidasdePrevencionyControldeRuido.pdf>

INSHT. (1 de junio de 2016). *Análisis de la exposición al ruido a bordo de embarcaciones de pesca*. Obtenido de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo:
<https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%2>

0PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/Higiene/Análisis%20exposición%20ruido%20embarcaciones%20pesca.pdf

IST. (2016). *Peligros de exposición al sonido*. Obtenido de Especialistas en prevención:
<http://files.gestionbiobio.webnode.cl/200000029-1c9b71e8ed/CPTL%20N%C2%B0%203%20-%20RUIDO.pdf>

López, C. (2019). *Ruido Laboral y Ocupacional*. Obtenido de Higiene industrial y ambiente:
<http://www.higieneindustrialyambiente.com/ruido-laboral-ocupacional-seguridad-industrial-quito-guayaquil-cuenca-ecuador.php?tablajb=ruido&p=23&t=Normativa&>

Mondaca, C. (13 de marzo de 2016). *Plan de gestión del riesgo por exposición a ruido*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/marcomondaca/plan-de-gestin-del-riesgo-por-exposicin-a-ruido>

Moreno, N., & Márquez, F. (2018). *NTP 193: Ruido: vigilancia epidemiológica de los trabajadores*. Obtenido de Ministerio de Trabajo de España:
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_193.pdf

Municipio de Quito. (2018). *Norma Técnica Ecuatoriana INEN ISO 3684*. Obtenido de Señalización: <https://www.aguaquito.gob.ec/wp-content/uploads/2018/01/IN-3-NORMA-TECNICA-NTN-INEN-ISO-3864-12013-S%C3%8DDBOLOS-GR%C3%81FICOS-COLORES-DE-SEGURIDAD-Y-SE%C3%91ALES-DE-SEGURIDAD.pdf>

- NQA. (septiembre de 2019). *ISO 45001 - 2018*. Obtenido de NQA:
<https://www.nqa.com/medialibraries/NQA/NQA-Media-Library/PDFs/Spanish%20PDFs/NQA-ISO-45001-Guia-de-implantacion.pdf>
- Oliver, L., & Oribe, M. (diciembre de 2015). *Hipoacusia inducida por el ruido*. Obtenido de Opción médica:
<https://opcionmedica.parentesisweb.com/articulos/hipoacusia-inducida-por-el-ruido>
- Ortíz, F. (2017). *Texto de Medicina Física y Rehabilitación*. Cali: Editorial El Manual Moderno .
- Pujol, R. (6 de junio de 2018). *Campo Auditivo Humano*. Obtenido de Cochlea:
<http://www.cochlea.org/es/sonidos/campo-auditivo-humano>
- Puma, J., & Bernardo, J. (11 de junio de 2016). *Evaluación de la capacidad auditiva en el personal del área de mantenimiento del Hospital Regional Honorio Delgado Espinoza en el año 2016*. Obtenido de Universidad Nacional San Agustín:
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3468>
- Rodríguez, C., Barrera, E., & Carvajal, R. (2014). *Susceptibilidad Auditiva y Audiometría Tonal en un Grupo de Trabajadores Expuestos a Ruido*. Obtenido de Revista Colombiana de Salud Ocupacional:
<http://revistasojs.unilibrecali.edu.co/index.php/rcso/article/view/95>
- Romero, J. (26 de abril de 2017). *Efectos negativos de la exposición al ruido*. Obtenido de Endemico: <https://www.endemico.org/actualidad/los-efectos-negativos-de-la-exposicion-al-ruido/>

- Ropper, A., Samuels, M., & Klein, J. (2017). *Principios de neurología*. México DF: McGraw Hill.
- Serrano, L. (2019). *Audiometría*. Obtenido de Grupo médico de Antioquia: <https://www.grupomedicodeantioquia.com/audiometria-2/>
- Tejena, J. (2014). *Prevalencia de pérdida auditiva en planta generadora de energía*. Obtenido de Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3839/1/cd46PREVALENCIA%20DE%20LA%20PERDIDA%20AUDITIVA%20EN%20TRABAJADORES%20EXPUESTOS%20A%20RUIDO%20INDUSTRIAL%20EN%20UNA%20PLANTA%20GENERADORA%20DE%20ENERGIA%20POR%20M~1.pdf>
- Torres, L. M., Robles, M., & Noda, I. (9 de diciembre de 2015). *Aplicabilidad de un instrumento estandarizado para evaluar el daño auditivo en trabajadores expuestos a ruido*. Obtenido de Revista Cubana de Salud y trabajo: http://www.bvs.sld.cu/revistas/rst/vol17_1_16/rst03116.pdf
- Torres, L., Pardo, G., Robles, M., & Noda, I. (11 de abril de 2016). *Metodología para evaluar la audición. Su utilidad en el diagnóstico y prevención de la hipoacusia en trabajadores con riesgo*. Obtenido de Revista Cubana de salud y trabajo: http://www.bvs.sld.cu/revistas/rst/vol17_1_16/rst11116.pdf
- UPV. (2017). *Equipos de protección personal: equipos de protección auditiva*. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: https://www.sprl.upv.es/IOP_PM_16.htm
- Vega, C., García, M. d., Moreno, F., Zimmermann, M., & Abril, I. (junio de 2016). *Análisis de la exposición al ruido a bordo de embarcaciones de pesca*. Obtenido

de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo:
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/Higiene/Analisis%20exposicion%20ruido%20embarcaciones%20pesca.pdf>

Vilás, J. (2015). *NTP 85: Audiometrías*. Obtenido de Ministerio de Trabajo de España:
https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_085.pdf

ANEXO

- **ANEXO 1: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL SONÓMETRO**
- **ANEXO 2: CERTIFICADO DE CONFORMIDAD**
- **ANEXO 3: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL DOSÍMETRO**
- **ANEXO 4: CERTIFICADO DE CONFORMIDAD**
- **ANEXO 5: DOSIMETRÍAS Y SONOMETRÍAS**



3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066
<http://www.tsi.com>

Certificate of Calibration

Certificate Number: 12212010629AD4010001125

Model: SoundPro SP DL-2-1/1

Date Issued: 09/10/19

On this day of manufacture and calibration, 3M certifies that the above listed product meets or exceeds the performance requirements of the following acoustic standard(s):

ANSI S1 4 (R-2006) – Specifications for Sound Level Meters / Type 2

ANSI S1 43 (R-2007) – Specification for Integrating – Averaging Sound Level Meters Type / 2

IEC 81872 – 1 – Electroacoustic – Sound Level Meters – Part 1: Specifications / Class 2

Test Conditions: Temp 18-25 °C Humidity: 20-80% Barometric Pressure: 960 mBar

Test Procedure: S053-899

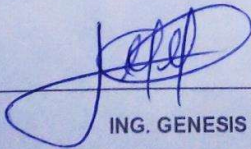
Subassemblies:

QE7052 49021
SPRO Premp 10140107

Reference Standard(s):

| Device | Ref Standard Cal | Uncertainty – Estimated at 95% Confidence Level |
|--------------|------------------|---|
| B&K Ensemble | 09/10/19 | +/- 2,2% Acoustic (0,19dB) |
| Fluke 45 | 09/10/19 | +/- 1,4% AC Voltage +/- 0,1% DC Voltage |

Calibrated By:


ING. GENESIS HERRERA

This report certifies that all calibration equipment used in the test is traceable to NIST or other NMI, and applies only to the unit identified under equipment above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of 3M Detection Solutions.



3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066
<http://www.tsi.com>

DECLARATION OF CONFORMITY

Certificate Number: 12212010629AD4010001125

Product Line: Sound Level Meter **Model:** SoundPro SP DL-2-1/1 **S/N:** BHN11001

Directives Covered:

- EMC/Council Directive 2014/109/EC on Electromagnetic Compatibility
- Safety/Council Directive 2015/78/EC on Low Voltage Equipment Safety
- WEEE/ Council Directive 2016/99/EC Waste Electrical and electronic equipment

The basis on which conformity is being declared:

EN 61325-1 (2019) Electrical Equipment for measurement control and laboratory use- EMC requirements Group 1, class B equipment.

EN 61325-1 (2019) Electrical Equipment for measurement control and laboratory use- EMC requirements Industrial Location Immunity.

IEC51016-1 (2019) Safety requirement for electrical equipment for measurement control and laboratory requirement part 1

IECE0988-21 (2019) Sound system equipment Part16 Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index



Fernando Torres – Technical Solutions

This report certifies that all calibration equipment used in the test is traceable to NIST or other NMI, and applies only to the unit identified under equipment above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of 3M Detection Solutions.



3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066
<http://www.tsi.com>

Certificate of Calibration

Certificate Number: 11312010929AC3000004039

Model: AC-300 Acoustic Calibrator

Date Issued: 09/10/19

S/N: AC400003029

On this day of manufacture and calibration, 3M certifies that the above listed product meets or exceeds the performance requirements of the following acoustic standard(s):

ANSI S1 4 (R-2006) – Specifications and Verification Procedures for Sound Calibration

IEC 81872 – 1 – Electroacoustic – Sound Calibration

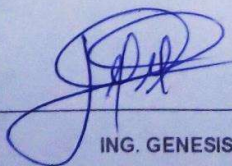
Test Conditions: Temp 18-25 °C Humidity: 20-80% Barometric Pressure: 960 mBar

Test Procedure: S053-899

Reference Standard(s):

| Device | Ref Standard Cal | Uncertainty – Estimated at 95% Confidence Level |
|--------------|------------------|---|
| B&K Ensemble | 09/10/19 | +/- 2,2% Acoustic (0,19dB) |
| Fluke 45 | 09/10/19 | +/- 1,4% AC Voltage +/- 0,1% DC Voltage |

Calibrated By:



ING. GENESIS HERRERA

This report certifies that all calibration equipment used in the test is traceable to NIST or other NMI, and applies only to the unit identified under equipment above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of 3M Detection Solutions.



3M Detection Solutions
1060 Corporate Center Drive
Oconomowoc, WI 53066
<http://www.tsi.com>

DECLARATION OF CONFORMITY

Certificate Number: 11312010929AC3000004039

Product Line: Acoustic Calibrator **Model:** AC-300 Acoustic Calibrator **S/N:** AC400003029

Directives Covered:

- EMC/Council Directive 2014/109/EC on Electromagnetic Compatibility
- Safety/Council Directive 2015/78/EC on Low Voltage Equipment Safety
- WEEE/ Council Directive 2016/99/EC Waste Electrical and electronic equipment

The basis on which conformity is being declared:

EN 61325-1 (2019) Electrical Equipment for measurement control and laboratory use- EMC requirements Group 1, class B equipment.

EN 61325-1 (2019) Electrical Equipment for measurement control and laboratory use- EMC requirements Industrial Location Immunity.

IEC51016-1 (2019) Safety requirement for electrical equipment for measurement control and laboratory requirement part 1

IECE0988-21 (2019) Sound system equipment Part16 Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index

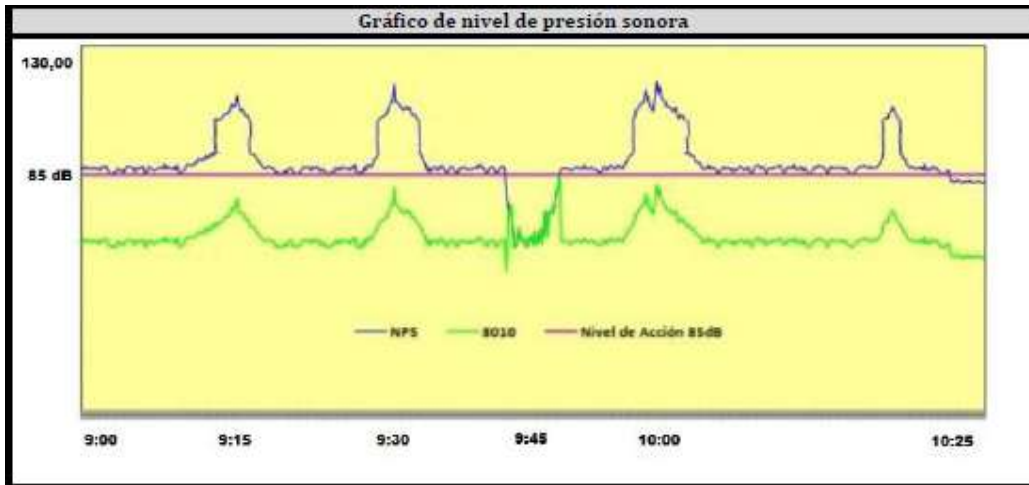


Fernando Torres – Technical Solutions

This report certifies that all calibration equipment used in the test is traceable to NIST or other NMI, and applies only to the unit identified under equipment above. This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of 3M Detection Solutions.

Monitoreo de Ruido por puesto

| MONITOREO DE RUIDO Y DOSIMETRÍA | | | |
|---|---------------------|---|-----------|
| Sonómetro integrado SoundPro SP BHN110014 | | Monitoreo: Ing. Génesis Herrera | |
| Descripción de la Actividad | | | |
| Nombre del Trabajador: | Ing. Xavier Legarda | Resultados de calibración del Sonómetro | |
| C.I.: | XXXXXXXXXX | Equipo calibrado 09/10/2019 | |
| Área de Trabajo: | Sala de compresores | Calibrador modelo AC-300 | |
| Puesto de Trabajo: | Operador | Acoustic | |
| Equipos: | SoundPro DL | Número de serie: AC400003029 | |
| | | Número de certificado: | |
| | | 11312010929AC3000004039 | |
| Empresa: | Jambelí BT | | |
| Ubicación Geográfica: | Guayaquil - Ecuador | | |
| Configuración del Equipo | | | |
| Nivel de Criterio: | 80 dB | | |
| Nivel de umbral: | 85 dB | | |
| Tasa de intercambio: | 5 dB | | |
| Ponderación de tiempo: | Lento | | |
| Resumen de los resultados obtenidos de la dosimetría y proyección de la dosis | | | |
| Tiempo de medición: | 1hr 25min | TWA: | 115,45 dB |
| Hora inicial: | 9:00 | Dosis: | 95 % |
| Hora de término: | 10:25 | | |
| Fecha de medición: | 09/10/19 | | |
| Hora nivel de presión sonora pico: | 10:00 | | |
| Cálculo de eficiencia del protector auricular | | | |
| Orejeras PM60 | ¿Eficiente? Sí | | |
| Histograma de dosimetría | | | |
| | | | E1 |
| Utilizado | Utilizado | | |
| Nivel de criterio | 80 dB | | |
| Nivel de umbral | 85 dB | | |
| Tasa de Intercambio | 5 dB | | |
| Excede 140 dB | No | | |
| Hora inicio | 9:00 | | |
| Hora finalización | 10:25 | | |

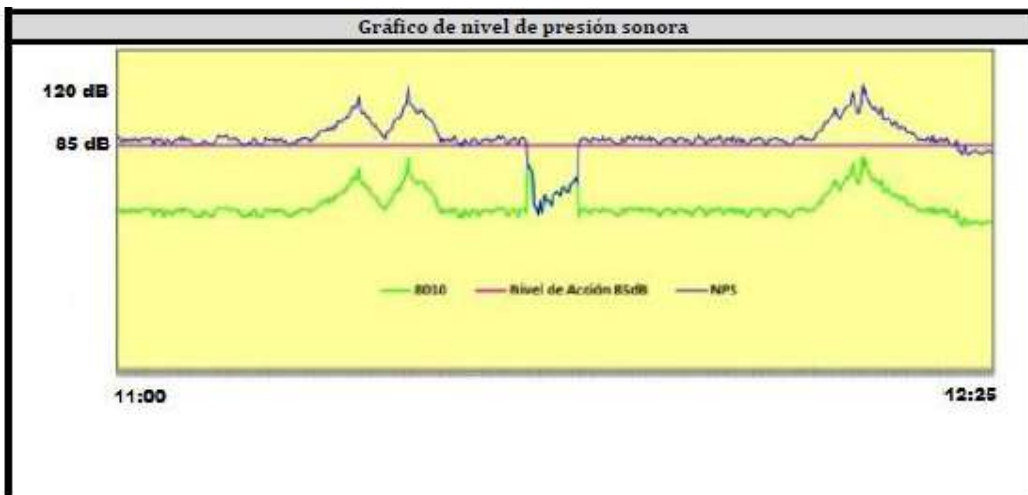


| Histograma de medición minuto a minuto | | | |
|--|----------|---------|-----------|
| Punto de monitoreo | Fecha | Hora | NPS |
| 1 | 09/10/19 | 9:00:00 | 86,01 dB |
| 2 | 09/10/19 | 9:01:00 | 87,05 dB |
| 3 | 09/10/19 | 9:02:00 | 88,55 dB |
| 4 | 09/10/19 | 9:03:00 | 83,32 dB |
| 5 | 09/10/19 | 9:04:00 | 82,21 dB |
| 6 | 09/10/19 | 9:05:00 | 80,11 dB |
| 7 | 09/10/19 | 9:06:00 | 85,77 dB |
| 8 | 09/10/19 | 9:07:00 | 87,55 dB |
| 9 | 09/10/19 | 9:08:00 | 88,30 dB |
| 10 | 09/10/19 | 9:09:00 | 86,16 dB |
| 11 | 09/10/19 | 9:10:00 | 85,89 dB |
| 12 | 09/10/19 | 9:11:00 | 87,99 dB |
| 13 | 09/10/19 | 9:12:00 | 99,87 dB |
| 14 | 09/10/19 | 9:13:00 | 110,66 dB |
| 15 | 09/10/19 | 9:14:00 | 118,99 dB |
| 16 | 09/10/19 | 9:15:00 | 122,39 dB |
| 17 | 09/10/19 | 9:16:00 | 117,76 dB |
| 18 | 09/10/19 | 9:17:00 | 112,66 dB |
| 19 | 09/10/19 | 9:18:00 | 104,56 dB |
| 20 | 09/10/19 | 9:19:00 | 86,33 dB |
| 21 | 09/10/19 | 9:20:00 | 87,12 dB |
| 22 | 09/10/19 | 9:21:00 | 89,88 dB |
| 23 | 09/10/19 | 9:22:00 | 89,89 dB |
| 24 | 09/10/19 | 9:23:00 | 85,23 dB |
| 25 | 09/10/19 | 9:24:00 | 85,68 dB |
| 26 | 09/10/19 | 9:25:00 | 87,19 dB |
| 27 | 09/10/19 | 9:26:00 | 89,23 dB |
| 28 | 09/10/19 | 9:27:00 | 97,43 dB |
| 29 | 09/10/19 | 9:28:00 | 105,44 dB |
| 30 | 09/10/19 | 9:29:00 | 119,56 dB |
| 31 | 09/10/19 | 9:30:00 | 122,39 dB |
| 32 | 09/10/19 | 9:31:00 | 111,11 dB |
| 33 | 09/10/19 | 9:32:00 | 101,00 dB |
| 34 | 09/10/19 | 9:33:00 | 95,34 dB |
| 35 | 09/10/19 | 9:34:00 | 88,00 dB |
| 36 | 09/10/19 | 9:35:00 | 89,00 dB |
| 37 | 09/10/19 | 9:36:00 | 88,55 dB |
| 38 | 09/10/19 | 9:37:00 | 89,00 dB |
| 39 | 09/10/19 | 9:38:00 | 85,32 dB |
| 40 | 09/10/19 | 9:39:00 | 88,00 dB |
| 41 | 09/10/19 | 9:40:00 | 85,56 dB |
| 42 | 09/10/19 | 9:41:00 | 85,00 dB |
| 43 | 09/10/19 | 9:42:00 | 77,66 dB |
| 44 | 09/10/19 | 9:43:00 | 70,00 dB |
| 45 | 09/10/19 | 9:44:00 | 65,00 dB |
| 46 | 09/10/19 | 9:45:00 | 60,77 dB |
| 47 | 09/10/19 | 9:46:00 | 63,00 dB |
| 48 | 09/10/19 | 9:47:00 | 69,87 dB |
| 49 | 09/10/19 | 9:48:00 | 77,88 dB |
| 50 | 09/10/19 | 9:49:00 | 80,00 dB |

| | | | |
|----|----------|---------|----------|
| 50 | 09/10/19 | 9:49:00 | 80,00 dB |
| 51 | 09/10/19 | 9:50:00 | 83,91 dB |
| 52 | 09/10/19 | 9:51:00 | 85,00 dB |
| 53 | 09/10/19 | 9:52:00 | 88,14 dB |
| 54 | 09/10/19 | 9:53:00 | 85,67 dB |
| 55 | 09/10/19 | 9:54:00 | 85,67 dB |

| | | | |
|----|----------|----------|-----------|
| 56 | 09/10/19 | 9:55:00 | 89,00 dB |
| 57 | 09/10/19 | 9:56:00 | 88,55 dB |
| 58 | 09/10/19 | 9:57:00 | 89,00 dB |
| 59 | 09/10/19 | 9:58:00 | 101,22 dB |
| 60 | 09/10/19 | 9:59:00 | 112,55 dB |
| 61 | 09/10/19 | 10:00:00 | 122,39 dB |
| 62 | 09/10/19 | 10:01:00 | 117,54 dB |
| 63 | 09/10/19 | 10:02:00 | 109,88 dB |
| 64 | 09/10/19 | 10:03:00 | 92,66 dB |
| 65 | 09/10/19 | 10:04:00 | 86,00 dB |
| 66 | 09/10/19 | 10:05:00 | 88,31 dB |
| 67 | 09/10/19 | 10:06:00 | 87,00 dB |
| 68 | 09/10/19 | 10:07:00 | 88,54 dB |
| 69 | 09/10/19 | 10:08:00 | 87,00 dB |
| 70 | 09/10/19 | 10:09:00 | 89,66 dB |
| 71 | 09/10/19 | 10:10:00 | 88,00 dB |
| 72 | 09/10/19 | 10:11:00 | 89,88 dB |
| 73 | 09/10/19 | 10:12:00 | 89,00 dB |
| 74 | 09/10/19 | 10:13:00 | 86,04 dB |
| 75 | 09/10/19 | 10:14:00 | 88,92 dB |
| 76 | 09/10/19 | 10:15:00 | 86,11 dB |
| 77 | 09/10/19 | 10:16:00 | 88,10 dB |
| 78 | 09/10/19 | 10:17:00 | 99,09 dB |
| 79 | 09/10/19 | 10:18:00 | 109,55 dB |
| 80 | 09/10/19 | 10:19:00 | 112,39 dB |
| 81 | 09/10/19 | 10:20:00 | 101,56 dB |
| 82 | 09/10/19 | 10:21:00 | 93,43 dB |
| 83 | 09/10/19 | 10:22:00 | 86,01 dB |
| 84 | 09/10/19 | 10:23:00 | 88,34 dB |
| 85 | 09/10/19 | 10:24:00 | 86,23 dB |
| 86 | 09/10/19 | 10:25:00 | 88,78 dB |

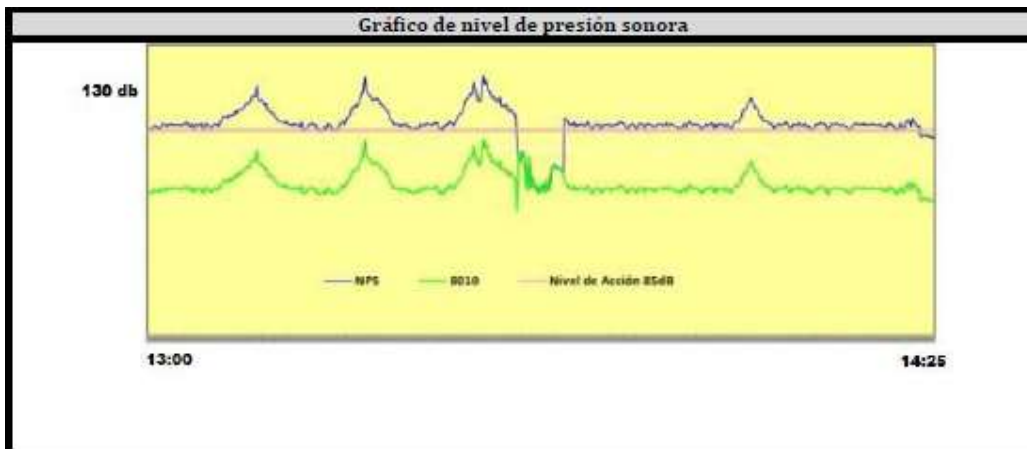
| MONITOREO DE RUIDO Y DOSIMETRÍA | | |
|---|----------------------------|---|
| Sonómetro integrado SoundPro SP BHN1100 14 | | Monitoreo: Ing. Génesis Herrera |
| Descripción de la Actividad | | |
| Nombre del Trabajador: | Ing. Carlos Olaya | Resultados de calibración del Sonómetro |
| C.I.: | XXXXXXXXXX | Equipo calibrado 09/10/2019 |
| Área de Trabajo: | Sala de bombas de incendio | Calibrador modelo AC-300 |
| Puesto de Trabajo: | Operador | Acoustic |
| Equipos: | SoundPro DL | Número de serie: AC400003029 |
| Empresa: | Jambelí BT | Número de certificado: |
| Ubicación Geográfica: | Guayaquil - Ecuador | 11312010929AC3000004039 |
| Configuración del Equipo | | |
| Nivel de Criterio: | 80 dB | |
| Nivel de umbral: | 85 dB | |
| Tasa de intercambio: | 5 dB | |
| Ponderación de tiempo: | Lento | |
| Resumen de los resultados obtenidos de la dosimetría y proyección de la dosis | | |
| Tiempo de medición: | 1hr 25min | TWA: 131,45 dB |
| Hora inicial: | 11:00 | Dosis: 90 % |
| Hora de término: | 12:25 | |
| Fecha de medición: | 09/10/19 | |
| Hora nivel de presión sonora pico: | 12:00 | |
| Cálculo de eficiencia del protector auricular | | |
| Orejeras PM60 | | ¿Eficiente? Sí |
| Histograma de dosimetría | | |
| | | E1 |
| Utilizado | Utilizado | |
| Nivel de criterio | 80 dB | |
| Nivel de umbral | 85 dB | |
| Tasa de Intercambio | 5 dB | |
| Excede 140 dB | No | |
| Hora inicio | 11:00 | |
| Hora finalización | 12:25 | |



| Histograma de medición minuto a minuto | | | |
|--|----------|----------|-----------|
| Punto de monitoreo | Fecha | Hora | NPS |
| 1 | 09/10/19 | 11:00:00 | 83,01 dB |
| 2 | 09/10/19 | 11:01:00 | 84,05 dB |
| 3 | 09/10/19 | 11:02:00 | 88,55 dB |
| 4 | 09/10/19 | 11:03:00 | 84,32 dB |
| 5 | 09/10/19 | 11:04:00 | 85,21 dB |
| 6 | 09/10/19 | 11:05:00 | 82,11 dB |
| 7 | 09/10/19 | 11:06:00 | 86,77 dB |
| 8 | 09/10/19 | 11:07:00 | 87,55 dB |
| 9 | 09/10/19 | 11:08:00 | 88,30 dB |
| 10 | 09/10/19 | 11:09:00 | 86,16 dB |
| 11 | 09/10/19 | 11:10:00 | 85,89 dB |
| 12 | 09/10/19 | 11:11:00 | 87,99 dB |
| 13 | 09/10/19 | 11:12:00 | 99,87 dB |
| 14 | 09/10/19 | 11:13:00 | 110,66 dB |
| 15 | 09/10/19 | 11:14:00 | 118,99 dB |
| 16 | 09/10/19 | 11:15:00 | 122,39 dB |
| 17 | 09/10/19 | 11:16:00 | 117,76 dB |
| 18 | 09/10/19 | 11:17:00 | 112,66 dB |
| 19 | 09/10/19 | 11:18:00 | 104,56 dB |
| 20 | 09/10/19 | 11:19:00 | 86,33 dB |
| 21 | 09/10/19 | 11:20:00 | 87,12 dB |
| 22 | 09/10/19 | 11:21:00 | 89,88 dB |
| 23 | 09/10/19 | 11:22:00 | 89,89 dB |
| 24 | 09/10/19 | 11:23:00 | 85,23 dB |
| 25 | 09/10/19 | 11:24:00 | 85,68 dB |
| 26 | 09/10/19 | 11:25:00 | 87,19 dB |
| 27 | 09/10/19 | 11:26:00 | 89,23 dB |
| 28 | 09/10/19 | 11:27:00 | 97,43 dB |
| 29 | 09/10/19 | 11:28:00 | 105,44 dB |
| 30 | 09/10/19 | 11:29:00 | 119,56 dB |
| 31 | 09/10/19 | 11:30:00 | 122,39 dB |
| 32 | 09/10/19 | 11:31:00 | 111,11 dB |
| 33 | 09/10/19 | 11:32:00 | 101,00 dB |
| 34 | 09/10/19 | 11:33:00 | 95,34 dB |
| 35 | 09/10/19 | 11:34:00 | 88,00 dB |
| 36 | 09/10/19 | 11:35:00 | 89,00 dB |
| 37 | 09/10/19 | 11:36:00 | 88,55 dB |
| 38 | 09/10/19 | 11:37:00 | 89,00 dB |
| 39 | 09/10/19 | 11:38:00 | 85,32 dB |
| 40 | 09/10/19 | 11:39:00 | 88,00 dB |
| 41 | 09/10/19 | 11:40:00 | 85,56 dB |
| 42 | 09/10/19 | 11:41:00 | 85,00 dB |
| 43 | 09/10/19 | 11:42:00 | 77,66 dB |
| 44 | 09/10/19 | 11:43:00 | 70,00 dB |
| 45 | 09/10/19 | 11:44:00 | 65,00 dB |
| 46 | 09/10/19 | 11:45:00 | 60,77 dB |
| 47 | 09/10/19 | 11:46:00 | 63,00 dB |
| 48 | 09/10/19 | 11:47:00 | 69,87 dB |
| 49 | 09/10/19 | 11:48:00 | 77,88 dB |
| 50 | 09/10/19 | 11:49:00 | 80,00 dB |
| 51 | 09/10/19 | 11:50:00 | 83,91 dB |
| 52 | 09/10/19 | 11:51:00 | 85,00 dB |
| 53 | 09/10/19 | 11:52:00 | 88,14 dB |
| 54 | 09/10/19 | 11:53:00 | 85,67 dB |
| 55 | 09/10/19 | 11:54:00 | 85,67 dB |

| | | | |
|----|----------|----------|-----------|
| 56 | 09/10/19 | 11:55:00 | 89,00 dB |
| 57 | 09/10/19 | 11:56:00 | 88,55 dB |
| 58 | 09/10/19 | 11:57:00 | 89,00 dB |
| 59 | 09/10/19 | 11:58:00 | 88,00 dB |
| 60 | 09/10/19 | 11:59:00 | 89,88 dB |
| 61 | 09/10/19 | 12:00:00 | 89,00 dB |
| 62 | 09/10/19 | 12:01:00 | 86,04 dB |
| 63 | 09/10/19 | 12:02:00 | 88,92 dB |
| 64 | 09/10/19 | 12:03:00 | 88,00 dB |
| 65 | 09/10/19 | 12:04:00 | 86,00 dB |
| 66 | 09/10/19 | 12:05:00 | 88,31 dB |
| 67 | 09/10/19 | 12:06:00 | 87,00 dB |
| 68 | 09/10/19 | 12:07:00 | 88,54 dB |
| 69 | 09/10/19 | 12:08:00 | 87,00 dB |
| 70 | 09/10/19 | 12:09:00 | 89,66 dB |
| 71 | 09/10/19 | 12:10:00 | 88,00 dB |
| 72 | 09/10/19 | 12:11:00 | 89,88 dB |
| 73 | 09/10/19 | 12:12:00 | 89,00 dB |
| 74 | 09/10/19 | 12:13:00 | 86,04 dB |
| 75 | 09/10/19 | 12:14:00 | 88,92 dB |
| 76 | 09/10/19 | 12:15:00 | 86,11 dB |
| 77 | 09/10/19 | 12:16:00 | 88,10 dB |
| 78 | 09/10/19 | 12:17:00 | 99,09 dB |
| 79 | 09/10/19 | 12:18:00 | 109,55 dB |
| 80 | 09/10/19 | 12:19:00 | 112,39 dB |
| 81 | 09/10/19 | 12:20:00 | 101,56 dB |
| 82 | 09/10/19 | 12:21:00 | 93,43 dB |
| 83 | 09/10/19 | 12:22:00 | 86,01 dB |
| 84 | 09/10/19 | 12:23:00 | 88,34 dB |
| 85 | 09/10/19 | 12:24:00 | 86,23 dB |
| 86 | 09/10/19 | 12:25:00 | 88,78 dB |

| MONITOREO DE RUIDO Y DOSIMETRIA | | | |
|---|-------------------------|--|-----------|
| Sonómetro integrado SoundPro SP BHN110014 | | Monitoreo: Ing. Génesis Herrera | |
| Descripción de la Actividad | | | |
| Nombre del Trabajador: | Ing. Wilson Gordillo | Resultados de calibración del Sonómetro | |
| C.I.: | XXXXXXXXXX | Equipo calibrado 09/10/2019 | |
| Área de Trabajo: | Sala de motor principal | Calibrador modelo AC-300 Acoustic | |
| Puesto de Trabajo: | Operador | Número de serie: AC400003029 | |
| Equipos: | SoundPro DL | Número de certificado: 11312010929AC3000004039 | |
| Empresa: | Jambelí BT | | |
| Ubicación Geográfica: | Guayaquil - Ecuador | | |
| Configuración del Equipo | | | |
| Nivel de Criterio: | 80 dB | | |
| Nivel de umbral: | 85 dB | | |
| Tasa de intercambio: | 5 dB | | |
| Ponderación de tiempo: | Lento | | |
| Resumen de los resultados obtenidos de la dosimetría y proyección de la dosis | | | |
| Tiempo de medición: | 1hr 25min | TWA: | 137,68 dB |
| Hora inicial: | 13:00 | Dosis: | 90 % |
| Hora de término: | 14:25 | | |
| Fecha de medición: | 09/10/19 | | |
| Hora nivel de presión sonora pico: | 14:00 | | |
| Cálculo de eficiencia del protector auricular | | | |
| Orejeras PM60 | | ¿Eficiente? | Sí |
| Histograma de dosimetría | | | |
| | | E1 | |
| Utilizado | | Utilizado | |
| Nivel de criterio | | 80 dB | |
| Nivel de umbral | | 85 dB | |
| Tasa de Intercambio | | 5 dB | |
| Excede 140 dB | | No | |
| Hora inicio | | 13:00 | |
| Hora finalización | | 14:25 | |



| Histograma de medición minuto a minuto | | | |
|--|----------|----------|-----------|
| Punto de monitoreo | Fecha | Hora | NPS |
| 1 | 09/10/19 | 13:00:00 | 83,01 dB |
| 2 | 09/10/19 | 13:01:00 | 84,05 dB |
| 3 | 09/10/19 | 13:02:00 | 88,55 dB |
| 4 | 09/10/19 | 13:03:00 | 84,32 dB |
| 5 | 09/10/19 | 13:04:00 | 85,21 dB |
| 6 | 09/10/19 | 13:05:00 | 82,11 dB |
| 7 | 09/10/19 | 13:06:00 | 86,77 dB |
| 8 | 09/10/19 | 13:07:00 | 87,55 dB |
| 9 | 09/10/19 | 13:08:00 | 88,30 dB |
| 10 | 09/10/19 | 13:09:00 | 86,16 dB |
| 11 | 09/10/19 | 13:10:00 | 85,89 dB |
| 12 | 09/10/19 | 13:11:00 | 87,99 dB |
| 13 | 09/10/19 | 13:12:00 | 99,87 dB |
| 14 | 09/10/19 | 13:13:00 | 110,66 dB |
| 15 | 09/10/19 | 13:14:00 | 118,99 dB |
| 16 | 09/10/19 | 13:15:00 | 122,39 dB |
| 17 | 09/10/19 | 13:16:00 | 117,76 dB |
| 18 | 09/10/19 | 13:17:00 | 112,66 dB |
| 19 | 09/10/19 | 13:18:00 | 104,56 dB |
| 20 | 09/10/19 | 13:19:00 | 86,33 dB |
| 21 | 09/10/19 | 13:20:00 | 87,12 dB |
| 22 | 09/10/19 | 13:21:00 | 89,88 dB |
| 23 | 09/10/19 | 13:22:00 | 89,89 dB |
| 24 | 09/10/19 | 13:23:00 | 85,23 dB |
| 25 | 09/10/19 | 13:24:00 | 85,68 dB |
| 26 | 09/10/19 | 13:25:00 | 87,19 dB |
| 27 | 09/10/19 | 13:26:00 | 89,23 dB |
| 28 | 09/10/19 | 13:27:00 | 97,43 dB |
| 29 | 09/10/19 | 13:28:00 | 105,44 dB |
| 30 | 09/10/19 | 13:29:00 | 119,56 dB |
| 31 | 09/10/19 | 13:30:00 | 122,39 dB |
| 32 | 09/10/19 | 13:31:00 | 111,11 dB |
| 33 | 09/10/19 | 13:32:00 | 101,00 dB |
| 34 | 09/10/19 | 13:33:00 | 95,34 dB |

| | | | |
|----|----------|----------|----------|
| 35 | 09/10/19 | 13:34:00 | 88,00 dB |
| 36 | 09/10/19 | 13:35:00 | 89,00 dB |
| 37 | 09/10/19 | 13:36:00 | 88,55 dB |
| 38 | 09/10/19 | 13:37:00 | 89,00 dB |
| 39 | 09/10/19 | 13:38:00 | 85,32 dB |
| 40 | 09/10/19 | 13:39:00 | 88,00 dB |
| 41 | 09/10/19 | 13:40:00 | 85,56 dB |
| 42 | 09/10/19 | 13:41:00 | 85,00 dB |
| 43 | 09/10/19 | 13:42:00 | 77,66 dB |
| 44 | 09/10/19 | 13:43:00 | 70,00 dB |
| 45 | 09/10/19 | 13:44:00 | 65,00 dB |
| 46 | 09/10/19 | 13:45:00 | 60,77 dB |
| 47 | 09/10/19 | 13:46:00 | 63,00 dB |
| 48 | 09/10/19 | 13:47:00 | 69,87 dB |
| 49 | 09/10/19 | 13:48:00 | 77,88 dB |
| 50 | 09/10/19 | 13:49:00 | 80,00 dB |
| 51 | 09/10/19 | 13:50:00 | 83,91 dB |
| 52 | 09/10/19 | 13:51:00 | 85,00 dB |
| 53 | 09/10/19 | 13:52:00 | 88,14 dB |

| | | | |
|----|----------|----------|-----------|
| 54 | 09/10/19 | 13:53:00 | 85,67 dB |
| 55 | 09/10/19 | 13:54:00 | 85,67 dB |
| 56 | 09/10/19 | 13:55:00 | 89,00 dB |
| 57 | 09/10/19 | 13:56:00 | 88,55 dB |
| 58 | 09/10/19 | 13:57:00 | 89,00 dB |
| 59 | 09/10/19 | 13:58:00 | 88,00 dB |
| 60 | 09/10/19 | 13:59:00 | 89,88 dB |
| 61 | 09/10/19 | 14:00:00 | 89,00 dB |
| 62 | 09/10/19 | 14:01:00 | 86,04 dB |
| 63 | 09/10/19 | 14:02:00 | 88,92 dB |
| 64 | 09/10/19 | 14:03:00 | 88,00 dB |
| 65 | 09/10/19 | 14:04:00 | 86,00 dB |
| 66 | 09/10/19 | 14:05:00 | 88,31 dB |
| 67 | 09/10/19 | 14:06:00 | 87,00 dB |
| 68 | 09/10/19 | 14:07:00 | 88,54 dB |
| 69 | 09/10/19 | 14:08:00 | 87,00 dB |
| 70 | 09/10/19 | 14:09:00 | 89,66 dB |
| 71 | 09/10/19 | 14:10:00 | 88,00 dB |
| 72 | 09/10/19 | 14:11:00 | 89,88 dB |
| 73 | 09/10/19 | 14:12:00 | 89,00 dB |
| 74 | 09/10/19 | 14:13:00 | 86,04 dB |
| 75 | 09/10/19 | 14:14:00 | 88,92 dB |
| 76 | 09/10/19 | 14:15:00 | 86,11 dB |
| 77 | 09/10/19 | 14:16:00 | 88,10 dB |
| 78 | 09/10/19 | 14:17:00 | 99,09 dB |
| 79 | 09/10/19 | 14:18:00 | 109,55 dB |
| 80 | 09/10/19 | 14:19:00 | 112,39 dB |
| 81 | 09/10/19 | 14:20:00 | 101,56 dB |
| 82 | 09/10/19 | 14:21:00 | 93,43 dB |
| 83 | 09/10/19 | 14:22:00 | 86,01 dB |
| 84 | 09/10/19 | 14:23:00 | 88,34 dB |
| 85 | 09/10/19 | 14:24:00 | 86,23 dB |
| 86 | 09/10/19 | 14:25:00 | 88,78 dB |